1506
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI URBINO
CARLO BO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE PURE E APPLICATE
Corso di Dottorato di Ricerca in Scienza di Base e Applicazioni
Curriculum Scienze della Terra
XXXI CICLO

"LA PRESENZA NATURALE ED ANTROPICA DI METALLI E METALLOIDI NEI TERRENI E NELLE ACQUE DELLA SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANA. STUDIO ECOLOGICO DELLA BASSA VALLESINA"

Settore Scientifico Disciplinare: GEOLOGIA APPLICATA (GEO 05)

Relatrice: Chiar.ma Prof. ssa
CARMELA PALETTA

Dottorando: Dott.
GIANLUCA PIRANI

Correlatore: Chiar.mo Prof.
ALBERTO RENZULLI

ANNO ACCADEMICO 2017-2018

In memoria del mio amico e collega Dott. Gianluca Falaschi

Vorrei porgere un sentito ringraziamento a tutte quelle persone che mi hanno aiutato in questo progetto. In *primis* i miei tutors Dott.ssa Carmela Paletta, Dott. Alberto Renzulli e anche il Dott. Giulio Pappafico. Per l'aiuto datomi, mia moglie Marina, le mie amiche e colleghe Ing. Antonella Vecchio e Dott.ssa Nadia Trobiani. Per l'acquisizione della documentazione che mi ha consentito di realizzare questo lavoro il Dott. Egidio Borsini, Il Dott. Alessandro Binotti, la Dott.ssa Luigina Marcolini, la Dott.ssa Carla Gentili e l'Ing. Giovanni Bartolini. *Last but not least*, un ultimo ma non meno importante ringraziamento va a mio padre che rappresenta la memoria storica di usi, pratiche, costumi e luoghi di un tempo che fu, impreziosendo il mio lavoro.

Indice

Capitolo 1 - Presentazione del progetto

1.1 Introduzione *Pagina 1*

1.2 Breve descrizione e obiettivi del progetto *Pagina 5*

1.3 VDFN per i suoli: storia, letteratura e ambiti applicativi *Pagina 9*

1.4 VF acque: norme di riferimento e stato dell'arte *Pagina 14*

1.5 Lo studio dei VDFN in Italia *Pagina 19*

1.6 ERA: un territorio quasi inesplorato *Pagina 28*

Capitolo 2 - Indagine geologica e dati di letteratura

2.1 *Screening* iniziale circa la presenza naturale di metalli e metalloidi nelle matrici ambientali *Pagina 32*

2.2 Geologia e geochimica dei metalli oggetto di studio *Pagina 33*

2.3 Dati di letteratura e concentrazioni *standard* per i suoli *Pagina 45*

2.4 Studio dei VDFN: casi studio e parametrici statistici *Pagina 47*

2.5 Formazioni sedimentarie sede di anomalie geochimiche *Pagina 50*

2.6 Valutazioni riguardo la potenziale presenza di metalli e metalloidi nelle aree di studio *Pagina 56*

Capitolo 3 - Suolo: elaborazioni statistiche

3.1 Criteri operativi e schema di lavoro *Pagina 59*

3.2 *Screening* dei dati e valutazioni statistiche preliminari *Pagina 61*

3.3 Determinazione dei range dei VDFN nei terreni *Pagina 73*

Capitolo 4 - Acque: elaborazioni statistiche

4.1 Criteri operativi e schema di lavoro *Pagina 78*

4.2 Classificazione delle acque sotterranee - Cernita dati *Pagina 80*

4.3 *Set* statistico e analisi dei dati *Pagina 87*

4.4 Conclusioni circa la presenza di valori anomali dei metalli nelle acque sotterranee *Pagina 95*

Capitolo 5 - Studio antropico e valori tipici dei metalli

5.1 Origine antropica dei metalli/metalloidi in ambiente *Pagina 100*

5.2 Metalli: utilizzo e/o presenza in attività produttive *Pagina 103*

5.3 Dati di letteratura e casi studio *Pagina 124*

5.4 Conclusioni riguardo la presenza di metalli in ambiente originata da sorgenti antropiche *Pagina 129*

Capitolo 6 – La Bassa Vallesina

6.1 La Bassa Valle dell'Esino: stato dell'arte *Pagina 130*

6.2 Bassa Vallesina: censimento delle attività antropiche *Pagina 143*

Capitolo 7 – Introduzione all'ERA

7.1 La valutazione del rischio ecologico *Pagina 148*

7.2 Inquadramento normativo *Pagina 153*

7.3 Inquadramento ambientale dell'area di studio *Pagina 161*

7.4 Inquadramento geologico *Pagina 166*

7.5 Caratterizzazione ecologica del sito *Pagina 172*

Capitolo 8 – Ambiente e ecotossicologia dei metalli

8.1 Ecotossicologia dei metalli *Pagina 179*

8.2 HM: effetti nell'ambiente, in *habitat* naturali e organismi *Pagina 180*

Capitolo 9 – Formulazione dell'ERA

9.1 ERA: confronto tra VDFN e livelli di esposizione dei ROI *Pagina 192*

9.2 ERA e valori di esposizione in presenza di contaminazione *Pagina 195*

9.3 Origine della contaminazione antropica da altre sorgenti *Pagina 199*

9.4 Indicazioni emerse dall'ERA *Pagina 201*

Capitolo 10 – Proposta di indagine ambientale

10.1 Proposta di indagine ambientale– obiettivi e scopo *Pagina 203*

10.2 MCS della Bassa Vallesina *Pagina 204*

10.3 Specifiche tecniche di campionamento *Pagina 209*

Capitolo 11 – Conclusioni

11.1 Considerazioni finali riguardo la ricerca svolta *Pagina 216*

11.2 Prospettive di interventi futuri *Pagina 222*

Bibliografia *Pagina 224*

Sitografia *Pagina 232*

Allegati

Allegato A	Scheda anagrafica e inquadramento geologico dei punti di campionamento della matrice suolo-sottosuolo
Allegato B	Elaborazioni statistiche dei dati analitici della matrice suolo-sottosuolo
Allegato C	Scheda anagrafica e inquadramento geologico dei punti di campionamento della matrice acque sotterranee
Allegato D	Elaborazioni statistiche dei dati analitici della matrice acque sotterranee
Allegato E	Scheda anagrafica relativa al censimento delle attività antropiche della Bassa Vallesina
Allegato F	Planimetrie delle attività antropiche della Bassa Vallesina per tipologie
Allegato G	Documentazione fotografica acquisita dai sopralluoghi per il censimento delle attività antropiche della Bassa Vallesina
Allegato H	Elaborazione dell'ERA per suolo, sedimenti, acque superficiali e acque sotterranee - planimetrie e dati analitici dei punti di prelievo
Allegato I	Calcolo del rischio di contaminazione da metalli definito su base statistica
Allegato J	*Targets* individuati per l'indagine ambientale
Allegato K	*Format* restituzione dati indagine ambientale

CAPITOLO 1 - PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

1.1. INTRODUZIONE

In questo capitolo introduttivo, oltre alla descrizione generale del progetto e le relative procedure operative adottate, sarà illustrata la relativa bibliografia unitamente all'inquadramento normativo e al contesto applicativo. Preliminarmente si ritiene necessario riportare le principali definizioni, recepite dalle normative principali e dalle fonti letterarie, allo scopo di utilizzarle correttamente.

Definizioni principali e keywords

Fondo (ISO 19258): contenuto di una sostanza nel suolo risultante da processi geologici naturali e pedologici che includono l'apporto di una sorgente d'immissione diffusa.

Valore di fondo VF (ISO 19258): concentrazione di una sostanza nel suolo derivante dai processi geologici e pedologici comprendente anche l'apporto di sorgenti diffuse.

Contenuto di fondo naturale pedo-geochimico (ISO 19258): concentrazione di sostanze nei suoli, risultante da processi naturali geologici e pedologici, senza alcuna interferenza di origine antropica.

Contenuto antropizzato (ISO 19258): concentrazione di una sostanza nei suoli derivata sia dal contenuto naturale pedo-geochimico sia della moderata immissione diffusa nel suolo, emessa da una sorgente mobile, da una sorgente estesa o da più sorgenti

Caratteristiche statistiche (ISO 19258): parametro statistico scelto per rappresentare la distribuzione delle concentrazioni; ad esempio il 90° percentile.

Valori di fondo naturale VDFN (ISO 19258): caratteristiche statistiche del contenuto naturale pedogeochimico di una sostanza nei suoli.

Valori di fondo antropizzato "fondo usuale" VDFA (ISO 19258): caratteristiche statistiche del contenuto antropizzato di una sostanza nei suoli.

Immissione da sorgente diffusa (ISO 19258): l'immissione di una sostanza emessa da una sorgente mobile, da una sorgente estesa o da più sorgenti.

Metalloidi: elementi aventi caratteristiche fisiche e chimiche intermedie tra quelle dei metalli e quelle dei non metalli; i metalloidi noti sono boro (B), silicio (Si), germanio (Ge), arsenico (As), antimonio (Sb), tellurio (Te) e polonio (Po).

Valore di fondo VF (US EPA, 1995): sostanze inorganiche che non sono influenzate dall'attività svolta nel sito e che possono essere suddivise in un contributo naturale presente in ambiente e non influenzato dall'attività umana e uno antropogenico, il cui contenuto è la somma di quello naturale più quello detereminato dall'attività umana.

Valore di fondo VF (APAT -Protocollo Operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli/metalloidi nei suoli dei Siti d'Interesse Nazionale, 2006): concentrazione di una sostanza

caratteristica di un tipo di suolo in un'area o regione che scaturisce sia da sorgenti naturali sia da sorgenti diffuse non naturali quali la deposizione atmosferica.

Campioni del fondo naturale (DM 471/99 Allegato 2): campioni prelevati da aree adiacenti al sito nelle quali si ha la certezza di assenza di contaminazione derivante dal sito e da altre attività antropiche. Sono definiti campioni del fondo naturale e utilizzati per la determinazione dei valori di concentrazione delle sostanze inquinanti per ognuna delle componenti ambientali rilevanti per il sito in esame. Nel caso di campionamento di suoli, la profondità ed il tipo di terreno da campionare dovrebbero corrispondere a quelli dei campioni raccolti nel sito.

Fondo Naturale (DM 471/99 Allegato 2): costituito da elementi e composti inorganici che appartengono al ciclo geochimico e che non sono stati influenzati dalle attività dell'uomo.

Fondo Antropogenico (DM 471/99 Allegato 2): sostanze naturali e prodotte artificialmente presenti in modo ubiquitario nell'ambiente e costituenti il prodotto di attività umane, ma non in relazione alle attività del sito (ad esempio la deposizione atmosferica di piombo dovuta alla combustione di idrocarburi, sedimenti contaminanti da ruscellamento di fertilizzanti, ecc.).

Fattore di arricchimento (fA): è un indice utilizzato per valutare la presenza e l'intensità di deposizione al suolo di contaminante tramite deposizione superficiale.

Fattore di contaminazione (fC): è un indice atto a valutare lo stato di contaminazione superficiale di un'area oggetto di studio tramite il rapporto tra la concentrazione dei contaminanti di riferimento e il VDF calcolato per affinità geologiche.

Valore di Fondo per le acque VF - *background level* (Direttiva 2014/80/UE del 20/06/2014, che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE Direttiva Acque Sotterranee 2006/118/CE, DAS): indicato come concentrazione di una sostanza o il valore di un indicatore in un corpo idrico sotterraneo corrispondente all'assenza di alterazioni antropogeniche, o alla presenza di alterazioni estremamente limitate, rispetto a condizioni inalterate.

Valori soglia VS *threshold values*, (Direttiva 2006/118/CE, in recepimento dell'Art. 17 della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (DQA): valori *standard* di qualità ambientale delle acque sotterranee stabiliti a livello nazionale necessari all'identificazione del loro stato chimico, che tengono conto della protezione del corpo idrico sotterraneo in relazione all'impatto e al rapporto tra acque sotterranee e acque superficiali, acque sotterranee ed ecosistemi terrestri ed acquatici ad esse connessi e delle conoscenze tossicologiche ed ecotossicologiche.

Analisi di Rischio Sanitario AdR (Decreto Legislativo 152/06 e s.m.i.): strumento di supporto per la gestione della bonifica dei siti contaminati che consente di valutare, in via quantitativa, i rischi per la salute umana connessi alla presenza di sostanze inquinanti nelle matrici ambientali suolo, acque ed aria. Da un punto di vista operativo consiste in una serie di algoritmi e modelli

analitici, riferiti a *standard* internazionalmente riconosciuti, applicati alle suddette matrici al fine di definire eventuali scenari futuri.

Concentrazione Soglia Contaminazione CSC (Decreto Legislativo 152/06 e s.m.i.): livello di contaminazione delle matrici ambientali, da determinare caso per caso con l'applicazione della procedura di analisi di rischio sito specifica secondo i principi illustrati nell'Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto.

Concentrazione Soglia di Rischio CSR (Decreto Legislativo 152/06 e s.m.i.): livello di contaminazione delle matrici ambientali, da determinare caso per caso, con l'applicazione della procedura di analisi di rischio sito-specifica ed il cui superamento comporta la messa in sicurezza o la bonifica di un sito.

Sito potenzialmente contaminato (Decreto Legislativo 152/06 e s.m.i.): sito nel quale uno o più valori di concentrazione delle sostanze inquinanti rilevati nelle matrici ambientali superino le CSC.

Sito contaminato (Decreto Legislativo 152/06 e s.m.i.): sito nel quale uno o più valori di CSR delle sostanze inquinanti determinati tramite l'applicazione dell'AdR risultino, sulla base dei risultati del Piano di caratterizzazione, superati.

Analisi di Rischio Ecologico ERA (acronimo di *Ecological Risk Assessments*): definita come "processo sistematico per organizzare ed analizzare dati, informazioni, assunzioni ed incertezze; il tutto finalizzato alla stima ed alla valutazione della probabilità che si manifestino effetti avversi sull'ecosistema analizzato" (Suter, 1993). Costituisce la metodologia scientifica e sistematica per valutare la contaminazione delle matrici ambientali, flora e fauna, in termini di quantificazione dei rischi, siano essi attuali o potenziali.

Recettori ecologici di rilievo (ROI): specie animali e vegetali potenzialmente presenti nell'*habitat* naturale, ritenute rappresentative sulla base della loro sensibilità e disposizione alla contaminazione.

Sostanze chimiche di rilievo (COI): nel presente studio metalli e metalloidi, per l'elenco completo si rimanda al Capitolo 2.

Formulazione del Problema FP: prima fase di elaborazione dell'ERA nella quale si stabiliscono gli obiettivi dell'analisi, la ricognizione e valutazione dei dati esistenti, la caratterizzazione ecologica del sito, l'identificazione dei ROI e delle COI, la scelta delle aree soggette a valutazione, la determinazione di un modello concettuale del sito e la formulazione del progetto di analisi per la fase successiva.

Modello Concettuale del Sito (MCS), modello da cui parte l'Analisi di Rischio di un sito contaminato.

Livelli di screening ecologico (ESL), soglie di rischio per l'ambiente e i suoi ricettori.

Fase di analisi (FA): secondo *step* dell'ERA che rappresenta la valutazione dell'esposizione e degli effetti ecologici correlati, utilizzando i livelli di esposizione teorica per recettori ecologici tipici dei diversi livelli trofici nell'area investigata.

Fase di caratterizzazione del rischio (CR): terza ed ultima fase dell'ERA dove si effettuerà una stima della probabilità che avvengano gli effetti ecologici avversi definiti nella FP, confrontando i profili definiti nella FA.

Abbreviazioni ed Acronimi

- ✓ DQA (Direttiva Quadro Acque);
- ✓ DAS (Direttiva Acque Sotterranee);
- ✓ MATTM (Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare), nell'ambito della bonifica dei SIN è il titolare del procedimento;
- ✓ SIN (Sito di Interesse Nazionale), rappresentano delle aree contaminate molto estese classificate più pericolose dallo Stato Italiano in ambito ambientale e sanitario, le quali necessitano di interventi di bonifica del suolo-sottosuolo e/o delle acque sotterranee. I SIN sono di regola perimetrati mediante decreto del MATTM, d'intesa con le regioni interessate, la cui procedura di bonifica è di competenza del MATTM, che per consulenze di natura tecnica può avvalersi anche di ISPRA, delle ARPA/APPA, dell'ISS;
- ✓ HM acronimo di heavy metals (metalli pesanti)
- ✓ CdS (Conferenza dei Servizi), è un istituto introdotto nella legislazione italiana al fine di semplificare l'attività della Pubblica Amministrazione che consiste nella convocazione di riunioni collegiali (conferenze) a cui siedono i vari soggetti coinvolti (Ministero, enti locali, privati, ecc.); sono finalizzate all'adozione di un provvedimento amministrativo condiviso (ad es. l'approvazione dei progetti di bonifica dei siti inquinati);
- ✓ ISPRA (già APAT, già ANPA) Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale; APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici); ANPA (Agenzia Nazionale per la protezione dell'ambiente);
- ✓ ISS (Istituto Superiore di Sanità);
- ✓ EPA (*Environ Protection Agency)* Agenzia ambientale governativa americana;
- ✓ OERR (*Office of Emergency and Remedial Response*) Ufficio delle emergenze degli interventi di risanamento, afferente all'EPA;
- ✓ WEGS (*Western European Geological Surveys*) Servizi Geologici dell'Europa Occidentale;
- ✓ FOREGS (*Forum of European Geological Surveys*) Forum dei Servizi Geologici Europei;

- ✓ EGS (*Euro Geo Surveys) A*ssociazione che raggruppa i servizi geologici di 32 Paesi europei);
- ✓ GEEG (*Euro Geo Surveys Geochemistry Expert Group*) Gruppo di Esperti Geochimici afferenti all'E*uro Geosurveys*;
- ✓ NAVFAC (*Naval Facilities Engineering Command*) Organo della marina militare USA;
- ✓ DNR (*Department of Natural Resources*) Dipartimento delle risorse naturali, Agenzia Ambientale del Michigan preposto alla conservazione delle risorse naturali;
- ✓ DEC (*Department of Environment and Conservation*) Dipartimento dell'Ambiente e della conservazione delle risorse naturali dell'Australia occidentale;
- ✓ NSW Health (*North West Health Services*) Servizio Sanitario nel nord-est Australiano;
- ✓ BRIDGE (*Backgoround Criteria for the Identification of Groundwaterth rEsholds)* Criteri per la valutazione dei valori di fondo nella falda acquifera, progetto europeo mirato alla condivisione di un approccio comunitario alla gestione delle risorse idriche;
- ✓ BRGM (*Bureau de Recherches Géologiques et Minières*) Servizio Geologico Francese.

1.2. BREVE DESCRIZIONE E OBIETTIVI DEL PROGETTO

La presente tesi di dottorato, concernente la presenza e gli effetti in ambiente dei principali metalli/metalloidi, consta di 4 fasi consequenziali che possono essere così sintetizzate:

- ✓ Studio sui Valori di Fondo Naturale (VDFN), preceduto da un'indagine geochimica condotta sui dati di letteratura, sia a scala regionale sia nelle formazioni alluvionali tipiche nel dominio umbro-marchigiano, queste ultime aventi peculiarità geologiche simili ad un'area di studio preposta ad un'indagine ambientale.
- ✓ Ricerca attinente l'apporto in ambiente originato da attività antropiche, sempre espletata con ricerche bibliografiche, poi contestualizzate nell'area da investigare tramite una valutazione della potenziale presenza di questi composti connessa alle attività industriali ivi presenti.
- ✓ Elaborazione dell'Analisi di Rischio Ecologica (ERA), condotta mediante la comparazione dei livelli di esposizione tossicologici delle specie vegetali e animali presenti nell'area individuata, con i VDFN e i dati ambientali di acque, sedimenti e suoli risultati inquinati a valle della caratterizzazione ambientale.
- ✓ Realizzazione di un modello concettuale finalizzato ad una proposta di caratterizzazione delle matrici ambientali, in previsione dell'estensione dello studio effettuato.

VDFN: casi studio e procedura proposta

Il primo *step* di ricerca consiste nell'individuare il contesto geochimico e i valori tipici dei metalli più diffusi nelle matrici suolo-sottosuolo e acque di falda. In questa fase sono state

esaminate ricerche bibliografiche, linee guida, dati di caratterizzazione geologica ed ambientale effettuati nei siti di bonifica, valori tipici in analoghe formazioni geologiche, casi studio in aree appenniniche, informazioni sul web, ecc. La successiva determinazione dei VDFN per i suoli, effettuata mediante il software ProUCL 5.0 dell'USEPA, riguarda i litotipi afferenti alla Successione Umbro Marchigiana. I dati ambientali sono stati raggruppati sulla base delle loro caratteristiche litologiche e granulometriche (suoli fortemente calcarei, mediamente calcarei, ghiaie, sabbie, limi sabbiosi e argille limose). Per le acque, è stata preliminarmente realizzata la speciazione in gruppi omogenei funzionali all'elaborazione del fondo, tramite diagrammi di classificazione idrochimica (*piper-plot*, Schoeller, diagrammi ternari, ecc.). L'approccio metodologico utilizzato in ambedue i comparti ambientali è quello di tipo geologico-statistico, attualmente il più utilizzato in campo ambientale. Il metodo combina il prelievo e l'analisi di campioni in zone incontaminate e l'elaborazione statistica dei risultati. Sia per le acque che per i suoli, sono state escluse aree i cui campioni prelevati non hanno fatto registrare superamenti dei valori di CSC per i composti di origine prettamente antropica. Pertanto i dati utilizzati provengono da aree in cui la distribuzione delle concentrazioni dei metalli/metalloidi non sono riconducibili ad alcuna sorgente puntuale e/o specifica attiva nel presente o nel passato. Le aree investigate sono quelle destinate a verde pubblico, residenziali, parchi, le zone protette, esclusa la biosfera e i terreni potenzialmente impattati da pratiche agricole e apporti antropici (presenza di serbatoi e macchinari, vicinanza a impianti, aree suscettibili di deposizioni atmosferiche di tipo *fall-out*, distribuzione di fertilizzanti e prodotti fitosanitari). Oltre ai necessari requisiti di qualità ambientale, va rilevato che i dati elaborati provengono da formazioni e/o unità aventi singolarità geologiche simili all'area individuata per lo studio ecologico.

Studio antropico: dati di letteratura - scelta e investigazione dell'area di studio

Anche questa fase del progetto può essere suddivisa in due parti distinte, una prima che prevede una ricerca sulle sorgenti antropiche tipiche di metalli/metalloidi, più una seconda che oltre ad inquadrare da un punto di vista ambientale l'area oggetto di studio, la Bassa Vallesina, ne censisce le attività produttive potenzialmente inquinanti. Lo *screening* bibliografico preliminare è stato realizzato con l'ausilio di uno degli indicatori ambientali proposti dall'EEA (l'Agenzia Ambientale Europea), il *"Progress in management of Contaminated Sites"*, che relaziona gli elementi studiati con la loro potenziale presenza in ambiente dovuta ai settori produttivi che ne fanno utilizzo. Le ragioni riguardo la scelta del territorio oggetto di studio derivano fondamentalmente dalla contiguità e continuità geologica con le aree oggetto di indagine sui VDFN. Altri motivi risiedono nella massiccia antropizzazione determinata da numerose attività produttive, anche storiche, dalla rete infrastrutturale e non ultima dall'agricoltura intensiva.

A ciò si assomma: la presenza di siti contaminati in procedimento di bonifica ambientale (tra cui il Sito di Interesse Nazionale di Falconara Marittima), il verificarsi di incidenti industriali rilevanti e dati ambientali che rivelano l'elevata vulnerabilità degli acquiferi. Da un punto di vista ambientale e sanitario tutti questi aspetti evidenziano palesemente la necessità di ulteriori approfondimenti. Le tipologie di attività produttive proposte dall'indicatore, sono state censite tramite sopralluoghi in campo e ricerche bibliografiche, includendo tra gli oltre 900 censiti, anche i dismessi e gli storici.

ERA: definizioni e contesto applicativo

Premesso che per Analisi di Rischio s'intende la metodologia scientifica e sistematica per valutare la contaminazione delle matrici ambientali in termini di quantificazione dei rischi attuali o potenziali, occorre specificare come, a seconda dei recettori interessati da tali rischi, si possono elaborare analisi di rischio sanitario ambientale AdR (riferite all'uomo), analisi di rischio a protezione delle risorse idriche e analisi di rischio ecologico ambientale (ERA). L'Analisi di Rischio Ecologico (ERA) (acronimo di *Ecological Risk Assessments)* è stato definito come "processo sistematico per organizzare ed analizzare dati, informazioni, assunzioni ed incertezze; il tutto finalizzato alla stima ed alla valutazione della probabilità che si manifestino effetti avversi sull'ecosistema analizzato" (Suter, 1993). Questa metodologia si è sviluppata quale strumento di supporto alle decisioni nella gestione del rischio (US-EPA, 1998) in termini di priorità, consentendo valutazioni circa la possibile entità dell'impatto indotto dalla presenza di contaminanti nelle matrici ambientali. L'obiettivo finale è quello di indirizzare le operazioni di bonifica e ripristino dei suoli contaminati verso interventi selettivi e mirati a risolvere le situazioni più gravose trascurando situazioni meno urgenti. L'ERA consiste in un complesso di modelli analitici ed algoritmi, costruiti su *standard* internazionali, applicati alle matrici ambientali allo scopo di determinarne in maniera deterministica gli scenari futuri. Partendo da uno scenario ambientale quantificato e definito dalle due fasi progettuali precedenti, si evolve, attraverso elementi conoscitivi, a formulare un primo modello concettuale circa i meccanismi di causa-effetto che conducono ai danni verificati sul campo. In sintesi la procedura di ERA, approvata come "linee guida" dall'US–EPA nel 1998, prevede tre fasi: Formulazione del Problema (FP), Fase di Analisi (FA) e Caratterizzazione del Rischio (CR). Nella prima fase (FP) si stabiliscono: gli obiettivi dell'analisi, la ricognizione e valutazione dei dati esistenti, la caratterizzazione ecologica del sito, l'identificazione dei recettori ecologici di rilievo (ROI) e delle sostanze chimiche di rilievo (COI), la scelta delle aree soggette a valutazione. Si gettano le basi per la fase successiva tramite la determinazione di un modello concettuale dell'area investigata definito come l'insieme dei meccanismi di trasporto, le vie di esposizione e i

bersagli previsti in sede di analisi di rischio. La successiva FA rappresenta invece la valutazione dell'esposizione e degli effetti ecologici correlati, per i recettori ecologici tipici dei diversi livelli trofici nella Bassa Vallesina. Secondo la procedura US-EPA, tale fase prevede la valutazione dei livelli di esposizione in seguito a contatto diretto o indiretto con COI, e dei possibili effetti causati sui ROI dall'esposizione diretta o indiretta di contaminanti presenti in suolo, sedimenti e acque superficiali, e la stima delle introduzioni inquinanti per le specie esposte a COI tramite le varie vie di esposizione. Infine per quanto riguarda la terza e ultima fase di CR si eseguirà una stima delle probabilità che avvengano gli effetti ecologici avversi definiti nella FP, confrontando i due profili definiti nella FA. Inoltre, si definiranno l'incertezza di stima, le sue fonti, la potenzialità e i limiti dell'ERA condotta. Le fasi di FA e CR possono essere entrambe divise su due livelli di approfondimento specifici: screening e analisi sito-specifica. Da un punto di vista strettamente operativo, tramite la banca dati tossicologica (software ECORISK_R3.3.MDB del Los Alamos Laboratory), previa verifica della presenza e affinità delle specie animali e vegetali contenute nel data base con quelle dell'area di studio, è stata poi effettuata la scelta delle specie più idonee e rappresentative per l'elaborazione dell'ERA. In questo ultimo step di CR sono stati valutati due livelli di esposizione teorica in altrettanti scenari ambientali, valori di fondo e in presenza di inquinamento, quest'ultimo oltreché per i metalli anche ad appannaggio di altri contaminanti originati da attività antropiche tipici dell'area.

Obiettivi della ricerca

Se i VDFN possono essere considerati a tutti gli effetti *blank* chimici di aree a potenziale impatto antropico nullo, con potenziali effetti avversi minimi per l'ambiente, l'ERA condotta in matrici ambientali contaminate ha evidenziato rischi potenziali determinati dal bioaccumulo di composti metallici, e non solo, in organismi vegetali e animali. Per tale ragione uno degli sviluppi di questa ricerca è l'acquisizione di informazioni sullo stato ambientale dei cosiddetti "bersagli sensibili" (fossi, aree agricole ripariali, aree golenali, sedimenti), di cui si hanno pochi dati e che a oggi risultano privi di valori limite di riferimento in quanto non normati. I precedenti *step* di ricerca effettuati, integrati al censimento delle attività produttive condotto nel territorio, consentono di pianificare una campagna di indagini ambientali, che oltre ai metalli propone la determinazione di Idrocarburi, Solventi e Sostanze Organiche in quanto *marker* di contaminazione. Una volta approfondito il quadro ambientale della Bassa Vallesina, una delle prospettive future può essere quella di stabilire obiettivi di bonifica finalizzati alla protezione delle risorse naturali, in osservanza a quanto previsto dalla normativa internazionale (U.S. EPA 1994: OSW ER Directive # 9285.7-17). Un confronto dei valori emersi dai vari livelli di indagine (VDFN, ERA ed eventuale caratterizzazione), possono consentire l'individuazione di

valori limite cautelativi definiti a scala sito-specifica, allo scopo di indirizzare gli interventi più efficaci in termine di costi-benefici, nonché di stabilire criteri di priorità operativi per i siti e/o le zone che necessitano urgentemente di interventi di bonifica e risanamento ambientale.

1.3. VDFN PER I SUOLI: STORIA, LETTERATURA E AMBITI APPLICATIVI

Premessa

La determinazione dei valori di fondo, così come illustrato da numerose linee guida e pubblicazioni scientifiche di seguito elencate, risulta risolutiva per definire l'entità dell'inquinamento nei suoli, nei sedimenti e nelle acque superficiali, allo scopo di identificare le sorgenti di contaminazione e di stabilire criteri affidabili di qualità dei tre comparti ambientali (Mineralogical Society of Poland 2012, A. Gałuszka, Z. M. Migaszewski – *"Geochemical background an environmental prospective"*). Viene applicata principalmente agli elementi metallici e sali inorganici, subordinatamente ai composti organici. Ciò è dovuto al fatto che queste sostanze, essendo biodegradabili e fotosensibili, nei campioni ambientali presentano concentrazioni maggiormente variabili nel tempo, rispetto alle concentrazioni in traccia degli elementi e dei composti inorganici, maggiormente resistenti ai fenomeni naturali ed antropici. Vale la pena sottolineare che, nonostante esistano diversi protocolli tecnici per lo studio dei VF sia in ambito internazionale che nazionale, le ricerche evidenziano differenti approcci sia nel trattamento dei dati, che nei descrittori statistici utilizzati per la definizione del valore rappresentativo. Tali difformità derivano dalla tipicità delle aree oggetto di studio e dagli scenari applicativi.

Primi passi nell'ambito della determinazione dei VF

Storicamente i primi tentativi di valutazione dell'arricchimento di elementi nell'ambiente per metalli e metalloidi furono fatti da alcuni geochimici confrontando la loro presenza in alcuni campioni prelevati con quelle medie riscontrate nella crosta continentale.

Già nel 1889, il geochimico americano F. W. Clarke stabilì medie ponderate di composizione elementare di varie rocce esposte ai suoli superficiali, concentrazioni ancor oggi conosciute in geochimica come "i valori di Clarke" (Rudnick, Gao 2003). Altro approccio utilizzato all'epoca per determinare la composizione media della crosta terrestre era quello di misurare le concentrazioni di elementi in depositi sedimentari clastici a grana fine (tra gli studi più noti si segnala *"The averages hale value of elements"* pubblicato da Turekian e Wedepohl nel 1961)

Dopo la seconda metà del '900 l'introduzione crescente di grandi quantità di sostanze chimiche nell'ambiente, provenienti da attività industriali e dalla modernizzazione delle pratiche agricole, ha causato un arricchimento di molti elementi nelle matrici ambientali. A partire dagli anni '70 la crescente sensibilizzazione in materia ambientale ha prodotto una serie di studi e ricerche

sull'inquinamento. La determinazione dei VF al fine di quantificare l'influenza antropica in *habitat*, aree urbane e siti contaminati dei composti inquinanti, divenne una delle questioni ambientali principali, sancendo di fatto la nascita della geochimica ambientale. Una delle principali pubblicazioni in tale ambito così riporta: «*Poiché i processi naturali e le attività umane stanno modificando continuamente la composizione chimica del nostro ambiente, è importante determinare l'attuale abbondanza e la distribuzione spaziale degli elementi in tutta la superficie terrestre in un modo molto più sistematico di quanto non sia stato tentato fino ad ora. La mappatura geochimica sistematica è considerato, quindi, come il miglior metodo disponibile per documentare i cambiamenti nei livelli di elementi chimici in materiali che si verificano in corrispondenza o al di sotto della superficie terrestre»* (da Darnley et al. 1995*"A Global geochimical reference network: the foundation for geochimical base lines"*).

Nascita delle principali linee guida internazionali

Alla fine degli anni '80 e per tutto il decennio successivo l'Agenzia Ambientale Americana (EPA) emanò una serie di linee guida e di documenti recanti una serie di procedure condotte per distinguere la potenziale contaminazione dei siti, sia legata a fenomeni naturali che correlata alla presenza di sostanze chimiche *off-site*. Di seguito si riportano alcune citazioni provenienti dai documenti promulgati da U.S. EPA OERR, che evidenziano ruolo ed importanza della determinazione dei VF. *«Il campionamento del fondo naturale dovrebbe essere mirato a distinguere tra rilasci chimici derivanti dalle operazioni del sito e le reali condizioni di fondo»*, (1988, *"Guidance for Conducting Remedial Investigations and Feasibility Studies Under CERCLA"*). «*L'alta variabilità nella composizione chimica dei terreni rende essenziale la determinazione dei VF. Ciò è particolarmente importante per i metalli tossici, poiché comunemente essi si trovano naturalmente nel suolo»* (1989 *"Facility Investigation Guidance"*). «Il campionamento volto alla determinazione dei VF viene condotto per distinguere la contaminazione dei siti connessa a fonti naturali rispetto alla contaminazione da altre sostanze chimiche provenienti da fonti *off-site*» (1989, *"Human Health Evaluation Manual).* «Uno degli obiettivi primari dei programmi di campionamento e di analisi per i siti di sospetta contaminazione ambientale dovrebbe essere quello di stabilire se le concentrazioni del sito sono differenti dai VF» (1992, *"Guidance for Data Useability in RiskAssessment"*).

Nel documento, *"Determination of Background Concentrations of Inorganics in Soils and Sediments at Hazardous Waste Sites"* (U.S. EPA, 1995) vengono affrontate tematiche inerenti alla strategia di campionamento e alle analisi statistiche mirate a determinare i VF di alcuni elementi in un'area di studio prescelta, confrontandoli con i dati acquisiti in una discarica di rifiuti. Parallelamente in Europa il WEGS, nel 1992, pubblicò il documento *"Geology and the*

Environment in Western Europe", che evidenziava il contributo all'ambiente delle indagini geologiche sia in scala nazionale che europee, mentre il gruppo di lavoro conosciuto come *IGCP Project 259*, pubblicò un *database* geochimico globale per la gestione ambientale e delle risorse; tali realtà, unitamente alle esigenze aggregative dei singoli Servizi Geologici europei, portarono alla creazione prima del FOREGS e poi dell'EGS. Nel 2002 il *Battelle Memorial Institute Earth Tech*, la più grande organizzazione di ricerca e sviluppo *no-profit* del mondo, per conto della NAVFAC pubblicò il documento *"Guidance for environmental background analysis"*, che fornisce i criteri per la determinazione dei VF in siti dove attività antropiche hanno portato a rilasci chimici reali o presunti. In virtù della loro rilevanza, si riporta di seguito un elenco dei documenti precursori alle linee guida del 2002.

- ✓ 1998, *"Procedural Guidance for Statistically Analyzing Environmental Background Data, San Diego: DON SWDIV and EFA West";*
- ✓ 1999, *"Handbook for Statistical Analysis of Environmental Background Data, San Diego: DON SWDIV and EFA West"*;
- ✓ 2001, *"Site Management Plan Update for the Pearl Harbor Naval Complex, Pearl Harbor, Hawaii: DON PACDIV"*;
- ✓ 2002, *"ISO 10381-1, Soil quality — Sampling — Part 1: Guidance on the design of sampling programmes"*;
- ✓ 2003, *Implementation Guide for Assessing and Managing Contaminated Sediments at Navy Facilities: DON NAVFAC"*.

Nel 2005 fu promulgata la Norma ISO 19258*"Soil quality – Guidance on the determination of background values"*, rivisitata poi nel 2011, una guida sui principi e i metodi principali per la determinazione dei valori di fondo pedo-geochimici e valori di fondo per le sostanze organiche e inorganiche nei terreni. La ISO 19258 fornisce indicazioni sulle strategie per il campionamento e l'elaborazione dei dati, identifica i metodi di campionamento e di analisi dei suoli, ma non dà indicazioni sulla determinazione dei valori di fondo per le acque sotterranee e i sedimenti. Ai fini della sua applicabilità essa fa riferimento ai seguenti documenti (fonte internet http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=33772):

- ✓ 2005, *"ISO 10381-5 Soil quality — Sampling — Part 5: Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination"*;
- ✓ 2005, *"ISO 11074 Soil quality — Vocabulary*".

Verso il nuovo millennio con nuove prospettive

Oggi il *focus* principale dei VF è distinguere compiutamente gli apporti in ambiente di elementi di origine naturale rispetto a quelli di derivazione umana. In tale ambito geochimico, da diversi

anni riveste un'importanza primaria il lavoro svolto dal GEEG, il cui compito è quello di realizzare una banca-dati di dati geochimici relativi ai suoli superficiali, rivolta principalmente a scienziati e ricercatori, ma anche fruibile dal pubblico, e con finalità didattiche e di pianificazione territoriale. I dati geochimici relativi all'intera Europa, previa sistematizzazione ed informatizzazione, sono stati messi a disposizione sotto forma di atlanti geochimici utilizzabili per relazioni ambientali, prospezioni minerarie, agricoltura, silvicoltura, zootecnia, geologia medica, nonché funzionali alla determinazione dei valori di fondo naturale, del fondo antropico e propedeutici alla valutazione del rischio ambientale.

Tra le pubblicazioni del GEEG (fonte www.eurogeosurvey.org), si segnalano:

- ✓ 2005-2006, Tarvainen (Chief Editor) & A.A. V.V. *"Geochemical Atlas of Europe – Part I & Part II"*;
- ✓ 2011 C. Johnson, A. Demetriades, J. Locutura, R. T. Ottesen, *"Mapping the Chemical Environment of Urban Areas";*
- ✓ 2014, Geologisches Jahrbuch Reihe B – B102+B103,*"Chemistry of Europe's Agricultural Soils";*
- ✓ 2015, A. Demetriades, M. Birke with contributions by GEEG *"Urban Geochemical Mapping Manual"*.

Altri studi di una certa rilevanza riguardo origini e presenza di metalli in ambiente, condotti in ambito europeo a partire degli anni '90:

- ✓ (1995, O.S. Selinus, K. Esbensen, "Separating anthropogenic from natural anomalies in environmental geochemistry").
- ✓ 1998, C. Zhanga, O. Selinusb, U, J. Schedinb. *"Statistical analyses for heavy metal contents in till and root samples in an area of southeastern Sweden"*.
- ✓ 2000, J. Matschullat. *"Arsenic in the geosphere a review"*.
- ✓ 2003, Antonio Cobelo-Garcıa, Ricardo Prego. *"Heavy metal sedimentary record in a Galician Ria (NW Spain): background values and recent contamination"*.
- ✓ 2005, C. Reimann, R. G. Garrett. *"Background and threshold: critical comparison of methods of determination"*.
- ✓ 2006, A. Gałuszka. *"Different Approaches in Using and Understanding the Term "Geochemical Background" – Practical Implications for Environmental Studies"*.

Vale infine la pena segnalare che, un'altra branca della ricerca sui VF, è focalizzata sul ruolo degli oligoelementi come inquinanti. In particolare alcuni studi hanno cercato di stabilire il fondo geochimico degli elementi provenienti da fonti industriali e geogeniche, come ad esempio per l'arsenico (2001, T. Chirenje, L. Q. Ma, M. Szulczewski, R. Littell, K. M. Portier, and E.

Zillioux.*"Arsenic Distribution in Florida Urban Soils: Comparison between Gainesville and Miami"*, 2009 C. Reimann, J. Matschullat, M. Birke, R. Salminen. *"Arsenic distribution in the environment: The effects of scale"*). Tali studi si sono resi necessari in quanto elevate concentrazioni nell'ambiente di tali elementi potevano avere una negativa influenza sulla fauna selvatica e sugli esseri umani (Gałuszkaet al. 2006).

Criteri e metodologie basilari per la determinazione dei VF

In linea generale non c'è accordo tra i geochimici riguardo le modalità attraverso le quali dovrebbero essere stabiliti i valori di fondo geochimici. Attualmente, ci sono tre metodi utilizzati: diretto, indiretto e integrato (Figura 1.1).

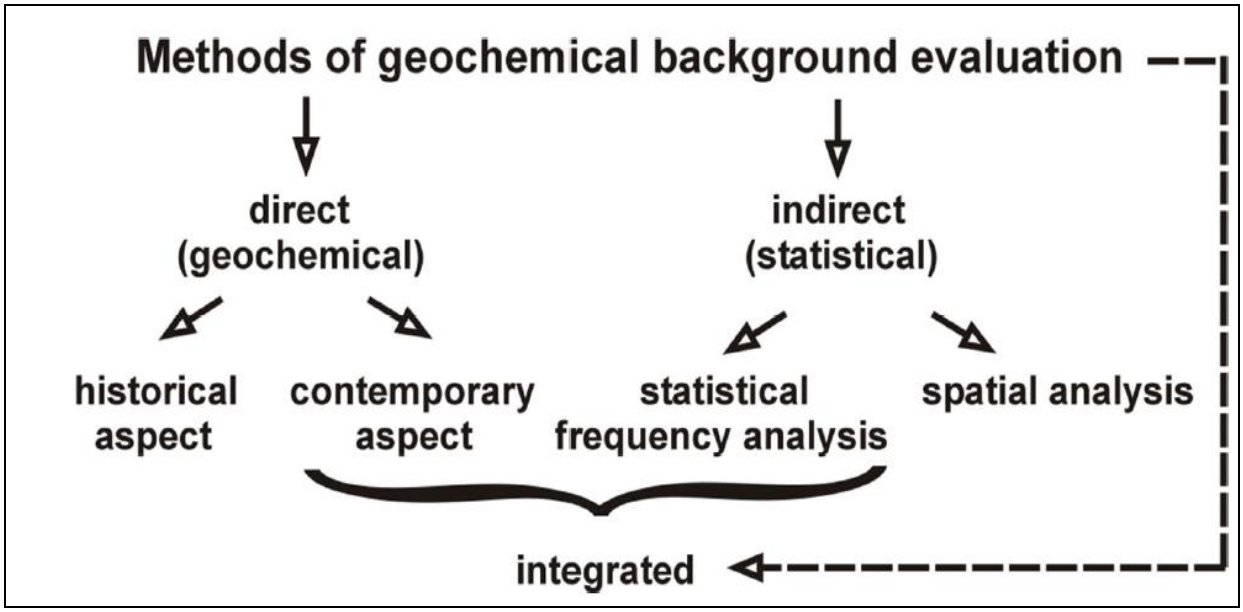


Figura 1.1: Metodologie principali per la determinazione del fondo geochimico

Per quanto riguarda i metodi diretti vengono utilizzati descrittori statistici quali media e mediana, ottenuti da dati di campioni rappresentativi del periodo preindustriale o raccolti in aree incontaminate, valutandone così l'aspetto storico o contemporaneo (Crommentuijn et al., 2000; Panno, Sterckeman 2001; Horckmans et al. 2005). La determinazione dei VF tramite l'approccio "storico" prevede il prelievo di campioni delle matrici ambientali in orizzonti profondi. Tale metodica non viene ritenuta rappresentativa da alcuni autori (Reimann, de Caritat 2005), perché in quell'orizzonte di suolo può verificarsi l'esaurimento di molti elementi naturali e l'assenza di inquinamento antropico. Altre criticità di questa procedura sono state evidenziate da vari autori (Matschullat et al.2000), in particolare circa l'utilizzo di valori limite al posto di un intervallo di valori rappresentativo del fondo. A ciò si aggiunge: la mancanza di un'effettiva elaborazione statistica dei dati, soggettività nella scelta di un'area campione, i costi elevati, l'ingente carico di lavoro in laboratorio e la necessità di conoscenze specialistiche. I metodi indiretti, noti anche come statistici (Matschullat et al. 2000), si avvalgono di elaborazioni grafiche e tecniche

computazionali allo scopo di eliminare i valori anomali (*outlier*) dalle distribuzioni oggetto di studio. In questo tipo di applicazione si distinguono due approcci: un primo che si basa sull'analisi della frequenza statistica ed un secondo rappresentato dalla analisi spaziale (Lima 2008). I vantaggi nell'utilizzo di quest'ultima procedura risiedono nell'ampia gamma di rappresentazioni grafiche disponibili tra l'altro anche a livello informatico (carte tematiche, grafici, *box-plot*, ecc.). Altri autori (Bäckström et al 2004; Norrström 2005) pongono in risalto il ruolo secondario giocato dalle prospezioni geochimiche tradizionali. Dubbi risiedono nel fatto che l'influenza antropica di determinati elementi provochi sistematicamente l'arricchimento in ambiente, oltre alla possibilità di una loro rimobilizzazione e conseguente trasporto in ambiente esterno all'area di indagine.

Il terzo e ultimo approccio è rappresentato dal metodo integrato, oggi alla lunga il maggiormente utilizzato, il quale combina entrambi le procedure descritte in precedenza, ossia il prelievo di campioni in zone incontaminate e l'elaborazione statistica dei risultati. Esso fu applicato una prima volta per i VF geochimici dei campioni raccolti nelle montagne di Santa Croce in Polonia (Gałuszka 2007). Il vantaggio principale di questa procedura è che non richiede un sostanziale processo dei dati acquisiti in campo. I campioni, essendo prelevati in aree relativamente incontaminate, esprimono di fatto una variabilità geochimica naturale e potenzialmente contenente solo pochi valori anomali. (fonte: Mineralogical Society of Poland 2012, A. Gałuszka, Z. M. Migaszewski – *"Geochemical background an environmental prospective"*).

1.4. VF ACQUE: NORME DI RIFERIMENTO E STATO DELL'ARTE

Introduzione

Preliminarmente alla trattazione di questo argomento va rilevato che rispetto alla determinazione dei VF per i suoli, la procedura applicata alle acque appare maggiormente complessa per ovvi motivi connessi alla presenza di sistemi dinamici in perenne evoluzione, quali possono essere una falda acquifera, una sorgente o le acque superficiali, rispetto alle formazioni o ai sedimenti in posto. Vari fattori possono comportare significative variazioni dei valori di un elemento, sia nell'ambito di una stessa campagna di prelievo, che tra un monitoraggio e il successivo, ed indurre così a valutazioni errate. Tra le cause vanno annoverate: le oscillazioni freatimetriche, i fenomeni di diluizione indotti dalle precipitazioni meteoriche, le caratteristiche costruttive, l'errato funzionamento idraulico delle opere di captazione, le modalità di prelievo dei campioni nonché le portate di estrazione delle acque emunte. Per tali motivazioni, una volta gettate le basi per lo studio dei VF nelle matrici ambientali suolo e sottosuolo contaminate, l'adozione di documenti e linee guida per le acque è avvenuta a partire dagli anni '90, con alcuni anni di ritardo rispetto a quelli per i suoli. In questo ambito di studio appare più che mai rilevante la

necessità di una metodologia condivisa per stabilire un valore rappresentativo del fondo geochimico naturale, soprattutto nell'ottica dell'utilizzo sostenibile delle risorse idriche e ai fini di una loro tutela dal deterioramento. Pertanto la questione è fortemente sentita da un punto di vista legislativo, sia negli Stati Uniti che nell'UE. Vista la stretta correlazione tra VF ed il raggiungimento di obiettivi *standard* qualitativi delle acque sia a scopo sanitario che ai fini del loro riutilizzo, in questa sezione saranno riportate anche le normative internazionali in materia.

Legislazione americana e Linee guida EPA

Premesso che negli Stati Uniti i documenti sulla bonifica dei siti contaminati sono stati sviluppati in ambiti governativo e militare, per la tutela delle acque di falda vanno segnalate le seguenti normative:

- ✓ (DNR): *Water Management Act 2000* (WM Act) che rappresenta il documento ambientale più importante in base al quale sono stati avviati i programmi e le strategie di tutela delle acque anche sotterranee.
- ✓ (DEC): "*Protection of the Environment Operations Act 1997"*(POEO Act) e "*Land Management Act 1997"*(CLM Act), documenti cardine della legislazione americana in termini di prevenzione e regolazione della contaminazione delle acque sotterranee.
- ✓ (NSW Health)**:** *The NSW state groundwater policy framework document* (NSW Government 1997), *The NSW state groundwater dependent ecosystems policy* (NSW Government 2002), *The NSW groundwater quality protection policy* (NSW Government 1998), *National environment protection (assessment of site contamination) measure* (NEPC1999).

Uno dei primi documenti di riferimento finalizzato al risanamento di siti contaminati, in cui appare una prima definizione e ruolo dei VF, sono le *"Guide lines for the Assessment and Management of Groundwater Contamination"*(U.S. EPA, 1997). Queste ultime si concentrano principalmente sull'origine dell'inquinamento delle acque sotterranee derivante da un punto sorgente di contaminazione (*hotspot*), piuttosto che sull'inquinamento della falda acquifera derivante da fonti diffuse. Dette linee guida definiscono le acque sotterranee contaminate nel caso in cui sostanze e/o composti raggiungono valori al di sopra della naturale concentrazione di fondo, che rappresentano un impatto negativo per la salute umana e l'ambiente. Esse forniscono inoltre indicazioni utili dal punto di vista operativo. Alcune definizioni tratte da questo documento. *«Se i potenziali contaminanti del sito, come i composti metallici e non metallici inorganici, sono sostanze presenti naturalmente in un sito, può essere richiesta una valutazione di fondo naturale delle acque sotterranee al fine di distinguerne le concentrazioni naturali di sostanze dalla contaminazione di origine antropica». «Non è essenziale determinare le concentrazioni di fondo naturale, se le indagini eseguite non hanno rilevato informazioni*

riguardo la loro presenza naturale, si deve presumere che la presenza di determinate sostanze costituiscono contaminazione». «Per quanto riguarda la protezione degli ecosistemi acquatici dove il livello di investigazione delle acque sotterranee GIL (groundwater investigation levels) generico esistente è inferiore alla naturale concentrazione di fondo di un contaminante, la concentrazione di fondo diventa il GIL di default».

Normativa Europea

La DQA 2000/60/CE obbligava gli Stati Membri a pianificare, in un'ottica di integrazione multisettoriale, l'utilizzo sostenibile delle risorse idriche e del territorio alla scala di bacino, impedendone il deterioramento, al fine di raggiungere il buono stato ambientale per tutti i corpi idrici entro il 2015. In particolare, l'art. 17 della DQA sottolinea la necessità di misure specifiche per il raggiungimento del buono stato chimico dei corpi idrici sotterranei. Tali misure comprendono (art. 17, comma 2) «criteri per valutare il buono stato chimico delle acque sotterranee, secondo l'allegato II, punto 2.2 e dell'allegato V, punti 2.3.2 e 2.4.5», «criteri per individuare tendenze significative e durature all'aumento e per la determinazione di punti di partenza da utilizzare per le inversioni di tendenza secondo l'allegato V, punto 2.4.4». La Direttiva 2006/118/CE, avente come oggetto la tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento, attua quanto richiesto dall'art.17 della DQA e stabilisce i criteri per la valutazione dello stato chimico e dei *trend*. In particolare, l'articolo 3 definisce lo stato chimico delle acque sotterranee sulla base del confronto delle concentrazioni misurate con dei valori di conformità, o valori soglia (*threshold values* VS). L'allegato II, parte A, fornisce indicazioni per la fissazione dei VS da parte degli Stati Membri, evidenzia la necessità di considerare le «caratteristiche idrogeologiche comprendenti informazioni sui livelli di fondo e sul bilancio idrico.

Ulteriori indicazioni tecniche sono fornite dalle linee guida della Commissione Europea *"Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment"* del 2009 che, ancorché non cogenti, sono state approvate ufficialmente dai Direttori alle Acque di tutti gli Stati Membri e recepite nelle norme tecniche nazionali. La rilevanza dell'analisi idrogeochimica, già presente all'art. 2.3 dell'allegato II alla DQA, *«consente agli Stati di Membri di «utilizzare tipologie di caratterizzazione delle acque sotterranee all'atto di stabilire i livelli di fondo naturale per questi corpi idrici sotterranei».*

Principali documenti di riferimento internazionali

In termini di pubblicazioni internazionali, sia inserite in un contesto geochimico sia finalizzate al risanamento delle acque, si segnalano i seguenti lavori:

- ✓ 1985, J.D. Hem U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254, "*Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water* (3d ed.);

- ✓ 1992, UNESCO/WHO/UNEP, *"Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition"*;
- ✓ 1995, Armcanz&Anzecc, *"Guidelines for groundwater protection in Australia";*
- ✓ 1998, Armcanz&Anzecc, *"National water quality management strategy implementation guidelines";*
- ✓ 2000, Armcanz&Anzecc, "*Australian and New Zealandguidelines for fresh and marine water quality*, National Water Quality", Management Strategy, Paper No. 4, Commonwealth of Australia,
- ✓ 2000, Armcanz&Anzecc, "*Australian guidelines for water qualitymonitoring and reporting"*, National Water Quality Management Strategy, Paper No. 7, Commonwealth of Australia;
- ✓ 2002 Department of Health and Ageing & En Health, "*Environmental health risk assessment: Guidelines for assessing human health risks from environmental hazards"*;
- ✓ 2003, D.L. Danielopol, C. Griebler, A. Gunatilaka&J. Notenbook, *"Present state and prospects for groundwater ecosystems', in Environmental Conservation",*30, pp 104–130;
- ✓ 2003, American Society for Testing and Materials, "*Guide for developing conceptual site models for contaminated sites"*, ASTM E1689-95e1;
- ✓ 2004, Armcanz&Anzecc, *"Australian drinking water guidelines"*;
- ✓ 2006, Department of Environment and Conservation NSW, *"Guidelines for the NSW site auditor scheme, 2nd edition"*;
- ✓ 2006, A. Lumb, D. Halliwell, T. Sharma, *"Application of CCME Water Quality Index to Monitor Water Quality: A Case Study of the Mackenzie River Basin, Canada"*;
- ✓ 2006 A. Demirak, F. Yilmaz, A. L. Tuna, N. Ozdemir, "*Heavy metals in water, sediment and tissues of* Leuciscuscephalus *from a stream in southwestern Turkey"*;
- ✓ 2010, C. Remains, M. Birke, *"Geochemistry of European Bottled water"*;

Metodologie di indagine &studi condotti in Europa

Gli approcci metodologici attuali, così come per la matrice suolo-sottosuolo, si basano essenzialmente sulla statistica; in particolare, per le acque, sull'analisi di diagrammi probabilistici (Edmund set al 2003; Wendland et al 2005; Panno et al 2006) o sul metodo della preselezione (European Commission, 2009) (fonte: *"Metodi di determinazione dei valori di fondo geochimico naturale nelle acque sotterranee"*, link http://www.irsa.cnr.it). Il Progetto Europeo BRIDGE ha proposto un approccio metodologico per la derivazione dei VF così schematizzato:

- ✓ Determinazione della tipologia dell'acquifero, sulla base di una tipizzazione idrogeochimica degli acquiferi europei operata tenendo in considerazione la litologia, il grado di intrusione salina, parametri idrodinamici, condizioni *redox*, contenuto di sostanza organica, ossidi e solfuri minerali, nonché l'età geologica.
- ✓ Identificazione dell'approccio da utilizzare, sulla base della tipologia, dalla quantità e dalla affidabilità dei dati disponibili.

Nei casi con un livello medio di conoscenza dei processi geochimici che interessano l'acquifero e sono disponibili dati del monitoraggio delle acque sotterranee, i VF possono essere:

- ✓ stimati sulla base dei risultati di elaborazioni statistiche (uso del 90° percentile dei valori elaborati statisticamente in altri Paesi per acquiferi della stessa tipologia);
- ✓ derivati sulla base di un approccio semplificato (pre-selezione). La pre-selezione è basata sull'esclusione dei campioni che contengono indicatori di contaminazione antropica (ad es: nitrati, potassio, ammoniaca) presenti in falda al di sopra di un determinato valore.

Ulteriori limitazioni sull'uso dei dati per la determinazione dei VF, sono costituite dall'incompletezza di informazioni circa i punti di campionamento, come la profondità di prelievo del campione, oppure in presenza di situazioni geologiche/geochimiche particolari, (sorgenti idrotermali, intrusioni saline, ecc.).

I VF possono essere derivati, dopo la esclusione dei campioni secondo i criteri sopra accennati, attraverso semplici metodi statistici. In particolare possono essere utilizzati i valori relativi al 90° percentile della distribuzione dei dati. Il BRGM propone un metodo finalizzato alla determinazione del VF di un acquifero *("Guide technique qualité naturelle des eaux souterraines: Méthode de caractérisation des états de référence des aquifères français"*, Laurence Chéry, BRGM édition, 2006) che prevede quattro livelli di conoscenza:

1. informazioni di base "non geochimiche": carta dei complessi idrogeologici, carte idrogeologiche, *log* stratigrafici;
2. informazioni geochimiche di base, analisi chimiche da punti di captazione;
3. informazioni geochimiche specifiche, dati acquisiti a seguito di studi di dettaglio, dati a scala locale;
4. informazioni geochimiche specifiche complementari, elementi in tracce, analisi isotopiche da acquisire mediante indagini specifiche.

Ai quattro livelli di conoscenza sopra riportati corrispondono tre successivi possibili approcci:

- ✓ Descrizione della *facies* geochimica teorica**,** a partire dalle conoscenze geologiche di base. Si basa sullo studio della correlazione geologia-fondo geochimico in base al quale è possibile definire l'ordine di grandezza della concentrazione di un determinato elemento in

funzione della tipologia litologica dell'acquifero.

- ✓ Analisi dei dati geochimici esistenti ed esclusione di quelli in cui sono presenti indicatori di contaminazione antropica. Questo approccio utilizza alcuni elementi chimici caratteristici di apporti antropici come i cloruri, i nitrati, ecc.
- ✓ Analisi dei dati geochimici esistenti e definizione di quelli rappresentativi del fondo geochimico naturale, mediante distinzione tra componente naturale e componente antropica sulla base dei rapporti isotopici.

(Fonte: 2009, ISPRA, *"Protocollo per la definizione dei Valori di Fondo per le Sostanze Inorganiche nelle Acque Sotterranee"* (link www.isprambiente.gov.it)), 2017, Linee guida recanti la procedura da seguire per il calcolo dei valori di fondo per i corpi idrici sotterranei", http://www.isprambiente.gov.it/files2017/pubblicazioni/manuali-linee-guida/MLG_155_17.pdf.)

1.5. LO STUDIO DEI VDFN IN ITALIA

Ambito applicativo e inquadramento normativo

I risultati analitici della caratterizzazione ambientale condotta nei siti contaminati del nostro Paese sovente mostrano elevate concentrazioni per i composti della classe metalli/metalloidi, nei terreni, nella falda freatica e nelle acque superficiali, che spesso superano i valori limite tabellari di CSC previsti dalla normativa vigente (Decreto Legislativo 152/06 e ss.mm.ii). Tipici esempi sono l'Arsenico, il Piombo, il Rame e lo Zinco per i terreni, mentre per le acque l'Alluminio, il Ferro e il Manganese. La precedente normativa sulle bonifiche (Decreto Ministeriale 471/99) definiva valori di concentrazione limite accettabili (VCLA) per i composti contaminanti, il cui superamento imponeva la realizzazione di interventi di messa in sicurezza e/o bonifica.

Il Decreto Legislativo 152/06 e s.m.i., introduce le CSC che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica (ADR) che a sua volta consente di determinare le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR), il cui superamento comporta la messa in sicurezza e la bonifica del sito. In assenza di un livello di soglia di contaminazione, un efficace strumento scientifico di sostegno è proprio rappresentato dallo studio dei VDF, attraverso il quale viene individuato un valore rappresentativo da utilizzare convenzionalmente nelle procedure di bonifica dei siti contaminati.

In tale contesto normativo si colloca quindi la determinazione dei VDF, così definiti dal Decreto medesimo *"Nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati"*.

Analita/valori di CSC	Suoli ad uso Verde pubblico, privato e residenziale A (u.m. in mg/kg)	Suoli ad uso Commerciale o Industriale B (u.m. in mg/kg)	Acque sotterranee (u.m. in μg/l)
Alluminio	nn	nn	200
Antimonio	10	30	5
Argento	nn	nn	10
Arsenico	20	50	10
Berillio	2	10	4
Cadmio	2	15	5
Cobalto	20	250	50
Cromo totale	150	800	50
Cromo VI	2	15	5
Ferro	nn	nn	200
Manganese	nn	nn	50
Mercurio	1	5	1
Nichel	120	500	20
Piombo	100	1000	10
Rame	120	600	1000
Selenio	3	15	10
Stagno	1	350	nn
Tallio	1	10	2
Vanadio	90	250	nn
Zinco	150	1500	3000

Tabella 1.1: valori di CSC previsti nelle matrici ambientali suoli e acque sotterranee, nn composto non normato.

L'approccio operativo alla bonifica dei siti contaminati e la giurisprudenza ambientale, risulta differente da un paese all'altro, anche negli stessi stati membri dell'UE. Ad esempio in alcuni Paesi il superamento di specifici valori di soglia per la matrice suolo-sottosuolo determina l'esecuzione degli interventi di bonifica, in altri l'ADR viene applicata non in linea generale ma in un contesto sito-specifico, in altri ancora alcune sostanze potenzialmente cancerogene non vengono considerate ai fini della valutazione del rischio. Comunque, in assenza di normative di riferimento o in caso di mancato recepimento della Direttiva Comunitaria, il raggiungimento di obiettivi qualitativi *standard* per le acque sotterranee coincidono ai valori limiti delle norme comunitarie e spesso ai VF. Per composti privi di CSC si fa riferimento a valori limite espressi nei pareri emessi dall'ISS, basati su studi ecotossicologici finalizzati alla tutela del rischio igienico-sanitario connesso alla contaminazione delle matrici ambientali. In tabella 1 si riportano i valori di CSC per metalli e metalloidi previsti dalla normativa vigente per le matrici ambientali suolo/sottosuolo e acque sotterranee. La Tabella 1.2 passa in rassegna i valori limite per acque minerali, acque destinate al consumo umano e delle principali linee guida internazionali, le Tabelle 1.2-1.3 pongono a confronto le CSC del D.lgs. 152/2006 con le normative europee.

	DM 29/12/2003 (Italia) Acque minerali	D.L. 31/2001 (Italia) Acque destinate al consumo umano	Direttiva UE 2003/40/EC Acque minerali	Direttiva UE 1998/83/EC Acque destinate al consumo umano	EPA (Stati Uniti) Valori guida	Valori guida OMS
Ec (µS/cm)	-	2500 (g.v.)	-	2500 (g.v.)	-	-
pH	-	≥ 6,5 - ≤ 9,5 (g.v.)	-	≥ 6,5 - ≤ 9,5 (g.v.)	≥ 6,5 - ≤ 8,5	-
Alluminio (µg/L)	-	200 (g.v.)	-	200 (g.v.)	-	200
Ammonio (mg/L)	-	0,5 (g.v.)	-	0,5 (g.v.)	-	-
Antimonio (µg/L)	5	5	5	5	6	20
Arsenico (µg/L)	10	10	10	10	10	10
Bario (µg/L)	1000	-	1000	-	2000	700
Berillio (µg/L)	-	-	-	-	4	-
Boro (µg/L)	5000	1000	-	1000	-	500
Cadmio (µg/L)	3	5	3	5	5	3
Cloruri (mg/L)	-	250 (g.v.)	-	250 (g.v.)	-	250
Cromo (µg/L)	50	50	50	50	100	50
Ferro (µg/L)	-	200 (g.v.)	-	200 (g.v.)	200	-
Fluoruri (mg/L)	5 (1,5*)	1,5	5	1,5	4	1,5
Fosforo (mg/L)	-	-	-	5	-	-
Piombo (µg/L)	10	10	10	10	15	10
Manganese (µg/L)	500	50 (g.v.)	500	50 (g.v.)	-	400
Mercurio (µg/L)	1	1	1	1	2	6
Molibdeno (µg/L)	-	-	-	-	-	70
Nickel (µg/L)	20	-	20	20	-	70
Nitrati (mg/L)	45 (10*)	50	50	50	10	50
Nitriti (mg/L)	0,02	0,5	0,1	0,5	1	3
Rame (µg/L)	1000	1000	1000	2000	1300	2000
Selenio (µg/L)	10	10	10	10	50	10
Sodio (mg/L)	-	200 (g.v.)	-	200 (g.v.)	-	200
Solfati (mg/L)	-	250 (g.v.)	-	250 (g.v.)	-	500
Tallio (µg/L)	-	-	-	-	0,5 / 2	-
Uranio (µg/L)	-	-	-	-	30	15
Vanadio (µg/L)	-	50	-	-	-	-
Zinco (µg/L)	-	-	-	-	-	3000

Tabella 1.2: Concentrazioni limite per acque minerali e acque destinate al consumo umano. Fonte articolo dal sito http://st.ilfattoquotidiano.it/wp-content/uploads/2011/06/tabella_limiti_concentrazioni.pdf

Confronto tra valori di soglia di alcuni paesi europei per metalli/metalloidi nei suoli ad uso residenziali (valori espressi in mg/kg-1)													
Elemento/Paese	Italia	Austria	Belgio (F)	Belgio (B)	Belgio (W)	Rep. Ceca	Finlandia	Lituania	Olanda	Polonia	Slovacchia	UK	Danimarca
antimonio	10	5				40	10	10	15				
arsenico	20	50	110	110	300	70	50	10	55	22,5	50	20	20
bario	3*					1000		600	625	285	2000		
berillio	2					20		10	30		30		
cadmio	2	10	6	6	30	20	10	3	12	5,5	20	2	5
cobalto	20					300	100	30	240	45	300		
cromo	150	250		300	520	500	200	100	380	170	800	130	1000
mercurio	1	10	15	15	56	10	2	1,5	10	4	10	8	3
molibdeno	120*					100		5	200	25	200		
nichel	120	140	470	470	300	250	100	75	210	75	500		30
piombo	100	500	700	700	700	300	200	100	530				
rame	120	600	400	400	290	600	150	100	190	100	500		1000
selenio	3							5	100		20	35	
stagno	1					300		10	900	40	300		
tallio	1	10							15				
tellurio									600				
vanadio	90					450	150	150	250		500		
zinco	150		1000	1000	710	2500	250	300	720	325	3000		1000

*Tabella 1.3: "Derivation methods of soil screening values in Europe", fonte www.ambientesicurezza24.com, articolo rivista Ambiente e Sicurezza n°12 09/07/2013; * limite da parere ISS.*

Confronto tra valori di soglia di alcuni paesi europei per metalli/metalloidi nelle acque di falda (valori espressi in mg/l)												
Elemento/Paese	Italia	Austria	Belgio	Bulgaria	Rep. Ceca	Finlandia	Francia	Germania	Olanda	Polonia	Slovacchia	UK
arsenico	10	10	10-20	10	10	5	10	10-12	15-22,5	20	5,25-10	7,5
alluminio	200						200			200	100	150
cadmio	5	5	1-5	5	0,5	0,4	no risk	0,5-0,1	0,53	5	1,525-2,5	0,2-3,75
cromo	50	50	50	50		10	50			50	25,15-27	5-37,5
ferro	200			200			200			5000	103-200	
manganese	50			50			50			1000	27-200	
mercurio	1	1	0,07-1	1	0,2	0,06	1	0,2-0,3	no risk	1	0,505-0,75	0,75
nichel	20	20	20-60			10	20	14	30	20		
piombo	10	10	7,2-15	10	5	5	no risk	7-9	11,1	100	5,25-10	7,3-18,8
rame	1000	2000	100	2000		20				200	500,2-504,5	10,1-1500
selenio	10									10	5,25-6	
zinco	3000		200-375	5000		60				1000		75,8-3750

Tabella 1.4: Valori limite delle acque di falda nei paesi europei per alcuni metalli/metalloidi, elaborazioni estrapolate da http://ec.europa.eu/environment/water/water- framework/groundwater/pdf/com_swd_annex_iii.pdf.

Normativa Nazionale - Bonifiche e danno ambientale

Per le matrici ambientali acque sotterranee e suolo, la necessità di determinare VF di riferimento agli obiettivi di bonifica e ripristino ambientale era stata già stabilita nel Decreto ministeriale 471 del 1999 (DM 471/99). Difatti l'Articolo 4 (Obbligo di bonifica e ripristino ambientale) al comma 2, riportava: «*Per ogni sostanza i valori di concentrazione da raggiungere con gli interventi di bonifica e ripristino ambientale sono tuttavia riferiti ai valori del fondo naturale nei casi in cui, applicando le procedure di cui all'Allegato 2, sia dimostrato che nell'intorno non influenzato dalla contaminazione del sito i valori di concentrazione del fondo naturale per la stessa sostanza risultano superiori a quelli indicati nell'Allegato 3*».

In particolare, per le acque sotterranee, il DM 471/99 proponeva l'adozione di obiettivi di bonifica e ripristino ambientale più restrittivi in caso di aree sensibili o situazioni di particolare vulnerabilità degli acquiferi, privilegiando la necessità di tutela della risorsa per l'uso potabile (Art. 4, comma 3): «*I valori di concentrazione da raggiungere con la bonifica ed il ripristino ambientale possono essere più restrittivi di quelli previsti per la specifica destinazione d'uso qualora il corpo idrico ricettore compreso, anche parzialmente, nel sito da bonificare sia classificato come area sensibile ai sensi della normativa sulla tutela delle acque dagli inquinamenti, ovvero ricorrano situazioni accertate di particolare vulnerabilità delle acque all'inquinamento ovvero sia necessario tutelare la qualità delle acque destinate ad uso potabile».*

Anche il Decreto Legislativo n.152/06 "Norme in materia ambientale", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96, la cui Parte IV, Titolo V,

sostituisce il DM 471/99, all'art. 240, comma 1, lettera b prevede l'utilizzo dei valori di fondo nella parte relativa alla definizione di Concentrazione Soglia di Contaminazione «*CSC: i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica, come individuati nell'Allegato 5 alla parte quarta del presente decreto. Nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati*».

I VF, quindi, sono sostitutivi dei valori di riferimento per terreni e acque sotterranee, al di sopra dei quali è necessaria l'elaborazione dell'analisi di rischio sito-specifica.

In riferimento a quest'ultima occorre inoltre ricordare le successive modifiche apportate alla Parte IV, Titolo V del DLgs 152/06 dal Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 24 del 29 gennaio 2008 - Suppl. Ordinario n. 24. L'Art. 43 del suddetto decreto riporta infatti:

«…. Il punto di conformità per le acque sotterranee rappresenta il punto a valle idrogeologico della sorgente al quale deve essere garantito il ripristino dello stato originale (ecologico, chimico e/o quantitativo) del corpo idrico sotterraneo, onde consentire tutti i suoi usi potenziali, secondo quanto previsto nella parte terza (in particolare articolo 76) e nella parte sesta del presente decreto (in particolare articolo 300). Pertanto in attuazione del principio generale di precauzione, il punto di conformità deve essere di norma fissato non oltre i confini del sito contaminato oggetto di bonifica e la relativa CSR per ciascun contaminante deve essere fissata equivalente alle CSC di cui all'Allegato 5 della parte quarta del presente decreto. Valori superiori possono essere ammissibili solo in caso di fondo naturale più elevato o di modifiche allo stato originario dovute all'inquinamento diffuso, ove accertati o validati dalla Autorità pubblica competente, o in caso di specifici minori obiettivi di qualità per il corpo idrico sotterraneo o per altri corpi idrici recettori, ove stabiliti e indicati dall'Autorità pubblica competente, comunque compatibilmente con l'assenza di rischio igienico-sanitario per eventuali altri recettori a valle….».

Sulla base di quanto disposto dal D.Lgs. 04/08, quindi, i valori di fondo stabiliti per le acque sotterranee validati dall'Autorità pubblica competente costituiscono gli obiettivi di bonifica sito-specifici da rispettare.

Occorre inoltre ricordare quanto disposto dal Dlgs 152/06 Parte VI, in merito al risarcimento del danno ambientale. L'art. 300 riporta infatti:

comma 1: « *E' danno ambientale qualsiasi deterioramento significativo e misurabile, diretto o indiretto, di una risorsa naturale o dell'utilità assicurata da quest'ultima»*.

comma 2. *«Ai sensi della direttiva 2004/35/CE costituisce danno ambientale il deterioramento, in confronto alle condizioni originarie, provocato:*

b) «alle acque interne, mediante azioni che incidano in modo significativamente negativo sullo stato ecologico, chimico e/o quantitativo oppure sul potenziale ecologico delle acque interessate, quali definiti nella direttiva 2000/60/CE, ad eccezione degli effetti negativi cui si applica l'articolo 4, paragrafo 7, di tale direttiva; c) ……;

E ancora, all'art. 302, comma 9:

«Per "ripristino", anche "naturale", s'intende: nel caso delle acque, delle specie e degli habitat protetti, il ritorno delle risorse naturali o dei servizi danneggiati alle condizioni originarie».

Il recente D.M. attuativo del 6 luglio 2016, in recepimento alle direttive comunitarie 2000/60 e 2006/118, in continuità con il precedente D.Lgs. 152/99, opera una serie di modifiche all'allegato 1 del D.Lgs. 152/06 nel punto in cui recita «*Laddove elevati livelli di fondo di sostanze o ioni, o loro indicatori, siano presenti per motivi idrogeologici naturali, tali livelli di fondo nel pertinente corpo idrico sono presi in considerazione nella determinazione dei valori soglia. Nel determinare i livelli di fondo, è opportuno tenere presente i seguenti principi:*

a. *la determinazione dei livelli di fondo dovrebbe essere basata sulla caratterizzazione di corpi idrici sotterranei in conformità dell'allegato 1 del decreto legislativo 16 marzo 2009, n. 30, e sui risultati del monitoraggio delle acque sotterranee, conformemente al presente allegato. La strategia di monitoraggio e l'interpretazione dei dati dovrebbero tenere conto del fatto che condizioni di flusso e la chimica delle acque sotterranee presentano variazioni a livello laterale e verticale;*
b. *in caso di dati di monitoraggio limitati, dovrebbero essere raccolti ulteriori dati. Nel contempo si dovrebbe procedere a una determinazione dei livelli di fondo basandosi su tali dati di monitoraggio limitati, se del caso mediante un approccio semplificato che prevede l'uso di un sottoinsieme di campioni per i quali gli indicatori non evidenziano nessuna influenza risultante dall'attività umana. Se disponibili, dovrebbero essere tenute in considerazione anche le informazioni sui trasferimenti e i processi geochimici;*
c. *in caso di dati di monitoraggio delle acque sotterranee insufficienti e di scarse informazioni in materia di trasferimenti e processi geochimici, dovrebbero essere raccolti ulteriori dati e informazioni. Nel contempo si dovrebbe procedere a una stima dei livelli di fondo, se del caso basandosi su risultati statistici di riferimento per il medesimo tipo di falda acquifera in altri settori per cui sussistono dati di monitoraggio sufficienti.»*.

Al fine di fornire gli elementi utili alla valutazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei, sono rese disponibili le seguenti linee guida nazionali predisposte dagli istituti scientifici nazionali di riferimento:

- una linea guida recante la procedura da seguire per il calcolo dei valori di fondo entro il 31 dicembre 2016;
- una linea guida sulla metodologia per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee entro il 30 giugno 2017.

Pertanto la classificazione dello stato chimico non si basa sul non superamento di valori soglia (VS). Tali valori, fissati a livello nazionale su base ecotossicologica, possono essere rivisti su scala sito-specifica laddove il fondo naturale delle acque sotterranee assuma delle concentrazioni superiori ai VS, caso in cui i VF vengono assunti quali VS. I VS costituiscono anche il riferimento per l'attivazione delle misure necessarie ad invertire i *trend* (Decreto di recepimento direttiva 2006/118/CE, allegato 6, parte B, all' art.5, comma1): *«Il punto di partenza per attuare misure atte a provocare l'inversione delle tendenze significative e durature all'aumento è stabilito quando la concentrazione di inquinanti raggiunge il 75 % dei valori parametrici degli standard di qualità o dei valori soglia delle acque sotterranee…»*.

La determinazione dei VF assume pertanto una rilevanza prioritaria al fine di non classificare le acque di scarsa qualità come in cattivo stato, o di valutare improbabili punti di inversione dei *trend*, con conseguente attivazione di impossibili misure di ripristino. Infine, occorre ricordare che già la precedente normativa (D. Lgs. 152/99) prevedeva un'apposita classe di stato, "0" o classe "naturale" per le acque caratterizzate da presenza naturale di sostanze con concentrazioni superiori ai VS fissati a livello nazionale.

Determinazione dei VF (suoli e acque) in Italia: documenti e protocolli di riferimento

Per quanto riguarda l'Italia, nell'ambito della determinazione dei VF uno dei primi documenti di riferimento sono le *"Linee guida per la determinazione dei valori del fondo naturale nell'ambito della bonifica dei siti contaminati"*, (G. P. Beretta, M. Bonuomo, R. Pellegrini, 2003), a cura della Provincia e dell'Università Politecnica di Milano, che rappresenta uno strumento operativo per la determinazione dei VF nei suoli su elementi e composti inorganici, che applica una metodologia basata sulla trattazione statistica dei dati relativi a campioni del fondo naturale. Attualmente i documenti di riferimento principali in Italia, finalizzati sia alla determinazione dei VF nei suoli che nelle acque di falda, sono rappresentati dalle seguenti linee guida redatte da ISPRA (ex-APAT):

- ✓ 2006, APAT-ISS, *"Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli /metalloidi nei suoli dei siti di interesse nazionale".*

- ✓ 2009, ISPRA, *"Protocollo per la definizione dei Valori di Fondo per le Sostanze Inorganiche nelle Acque Sotterranee"*.
- ✓ 2017, ISPRA in collaborazioni con le ARPA e altri Istituti "Linee guida recanti la procedura da seguire per il calcolo dei valori di fondo per i corpi idrici sotterranei".

La prima delle summenzionate linee guida, redatta dall'ISPRA congiuntamente all'ISS, rispondeva alla prescrizione della CdS decisoria per SIN di Brindisi. In tale contesto il MATTM, titolare del procedimento di bonifica, richiese *«ad ISS e APAT l'incarico di elaborare sia la metodologia per affrontare il problema del "fondo naturale" di Arsenico nell'area di Brindisi sia la metodologia per verificare che alla predetta situazione di "fondo naturale", non corrisponda un rischio inaccettabile per la salute umana e l'ambiente»*. Il medesimo protocollo, fu applicato anche alla Valle del Sacco (Gestione Commissariale), a Napoli Orientale ed esteso ad altri SIN. Anche il secondo dei due protocolli, elaborato da ISPRA e condiviso da ISS e ARPA Toscana, nacque e si sviluppo in circostanze analoghe.

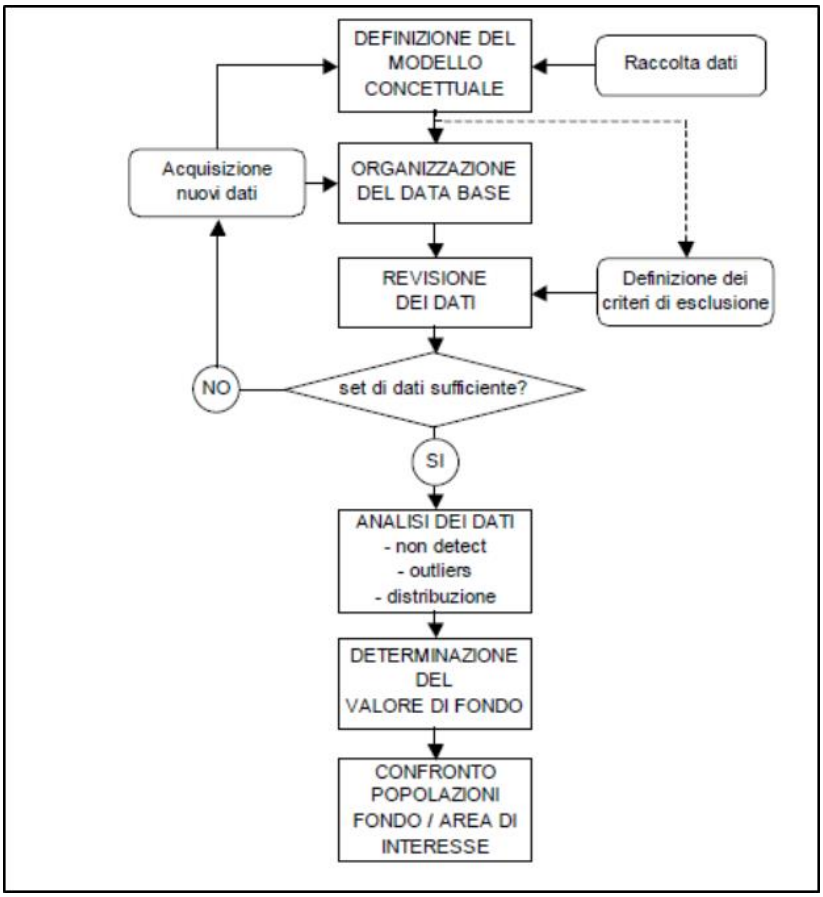


Figura 1.2: Schema della procedura utilizzata da ISPRA per la determinazione dei VF nelle acque di falda.

Il MATTM in sede di CdS, richiese di elaborare una metodologia per la determinazione dei VF delle acque di falda nei SIN di Massa Carrara e Livorno, con particolare riferimento al Manganese per il SIN di Massa e a Ferro, Manganese, Solfati e Cloruri per il SIN di Livorno.

La procedura APAT-ISS per la determinazione dei VF nei suoli prevede i seguenti passaggi:

- ✓ raccolta e analisi dei dati esistenti;
- ✓ costituzione del *set* di dati;
- ✓ elaborazione statistica dei dati;
- ✓ determinazione del fondo.

Per quanto riguarda invece il procedimento utilizzato per l'applicazione del protocollo relativo alle acque di falda, si rimanda al *flow-chart* della precedente Figura 1.2 (Dati fonte: ISPRA, documenti e linee guida reperibili al link www.isprambiente.gov.it).

Altre pubblicazioni e lavori sui VF in Italia

- ✓ 2002, ARPAV Settore Politiche Ambientali della Provincia di Venezia e Settore Sicurezza del Territorio del Comune di Venezia, "D*eterminazione del livello di fondo di metalli pesanti nei suoli dell'entroterra veneziano";*
- ✓ 2007, ARPA Friuli Venezia Giulia, *"Sito inquinato di Interesse Nazionale Laguna di Grado e Marano: determinazione dei valori di fondo nei suoli agricoli prospicienti il Sito di Interesse Nazionale"*;
- ✓ 2007, Regione Lombardia, *"Analisi del contenuto in rame e altri metalli nei suoli agricoli lombardi"*;
- ✓ 2009, Dipartimento provinciale ARPAT di Massa Carrara, di Livorno, Servizio sub-provinciale ARPAT di Piombino: *"Definizione dei Valori di Fondo per alcuni parametri nelle Acque Sotterranee nei Siti di Interesse Nazionale di Massa Carrara, Livorno e Piombino"*
- ✓ 2009, ISPRA - A. Vecchio, G. Pirani: *"Determinazione dei Valori di Fondo Naturale dei terreni per metalli e metalloidi nel Sito di Interesse Nazionale della Valle Del Sacco"*;
- ✓ 2011, ARPAV - Provincia di Treviso, *"Metalli e metalloidi nei suoli della provincia di Treviso - Determinazione dei valori di concentrazione caratteristici"*;
- ✓ 2010, ARPA Veneto, 2010 *"Valori di fondo di metalli e metalloidi nei suoli del Veneto"*;
- ✓ 2013, Regione Emilia Romagna 2013, *"Emilia Romagna Progetto Cartografia Pedogeochimica a scala 1:250.000: Carta del Fondo Naturale-Antropico"*;
- ✓ 2014, Dipartimento provinciale ARPAT di Grosseto –Regione Toscana, "*Definizione dei Valori di Fondo per alcuni parametri nelle Acque Sotterranee dei Siti in Bonifica della Pianura di Scarlino, Grosseto (2003 – 2012)"*.
- ✓ 2017, *"Linee guida recanti la procedura da seguire per il calcolo dei valori di fondo per i corpi idrici sotterranei"*, http://www.isprambiente.gov.it/files2017/pubblicazioni/manuali-linee-guida/MLG_155_17.pdf.

1.6. ERA: UN TERRITORIO QUASI INESPLORATO

Importanza della valutazione del rischio e Analisi di rischio

La valutazione del rischio (*risk assessments*) è una procedura tecnico scientifica con la quale viene prodotta una stima quantitativa dei potenziali rischi per la salute pubblica e per l'ambiente indotti da eventi di tipo diverso, connessi ad esposizioni a fonti di inquinamento ambientale o alle matrici ambientali risultate contaminate. Tutto ciò premesso che un rischio sussiste solo se è presente un pericolo, se esiste un sistema bersaglio o recettore che può subire conseguenze negative e se vi è un'esposizione. Il processo finalizzato alla valutazione del rischio consta delle seguenti 4 fasi in cui l'esito negativo di una di esse pone fine al processo.

- ✓ Identificazione del pericolo, ossia degli agenti che possono causare effetti negativi;
- ✓ Correlazioni dose-risposta, stima della relazione quantitativa tra l'esposizione (o dose) e effetti negativi ricavati da esperimenti di laboratorio o studi epidemiologici.
- ✓ Analisi Esposizione, stima intensità, frequenza e durata di esposizione agli agenti pericolosi;
- ✓ Caratterizzazione del rischio, valutazione e conclusioni derivanti dai passaggi precedenti.

Tra le principali procedure applicative di Valutazione del Rischio si segnala l'AdR sanitaria in cui il ricettore è l'essere umano, l'AdR a protezione delle risorse idriche e l'ERA, finalizzata alla valutazione dei rischi in un determinato ecosistema. Per ciò che riguarda l'AdR sanitario-ambientale, essa attualmente risulta lo strumento più avanzato di supporto alle decisioni nella gestione dei siti contaminati che consente di valutare, in via quantitativa, i rischi per la salute umana connessi alla presenza di inquinanti nelle matrici ambientali (Fonte: 2009, ISPRA *"Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati"*).

Il punto di partenza per l'applicazione dell'AdR è lo sviluppo del Modello Concettuale del Sito (MCS) basato sull'individuazione e parametrizzazione di 3 elementi principali (Figura 1.3):

1) la sorgente di contaminazione;
2) i percorsi di migrazione degli inquinanti attraverso le matrici ambientali;
3) i bersagli o recettori della contaminazione nel sito o nel suo intorno.

Si può determinare un rischio per la salute umana unicamente nel caso in cui, in un dato sito, i tre elementi siano presenti e collegati tra loro. In tale ambito va segnalata anche l'esistenza dell'AdR assoluta o comparativa, la quale consente di valutare il rischio sanitario-ambientale tra vari siti, al fine di determinare una priorità sugli interventi di bonifica da effettuare.

In merito all'AdR applicata alla tutela delle risorse idriche, in campo europeo anch'essa, come la determinazione dei VF nelle acque di falda, risulta strettamente vincolata al conseguimento degli obiettivi previsti dalla Direttiva Quadro Acque DAS 2006/118/CE.

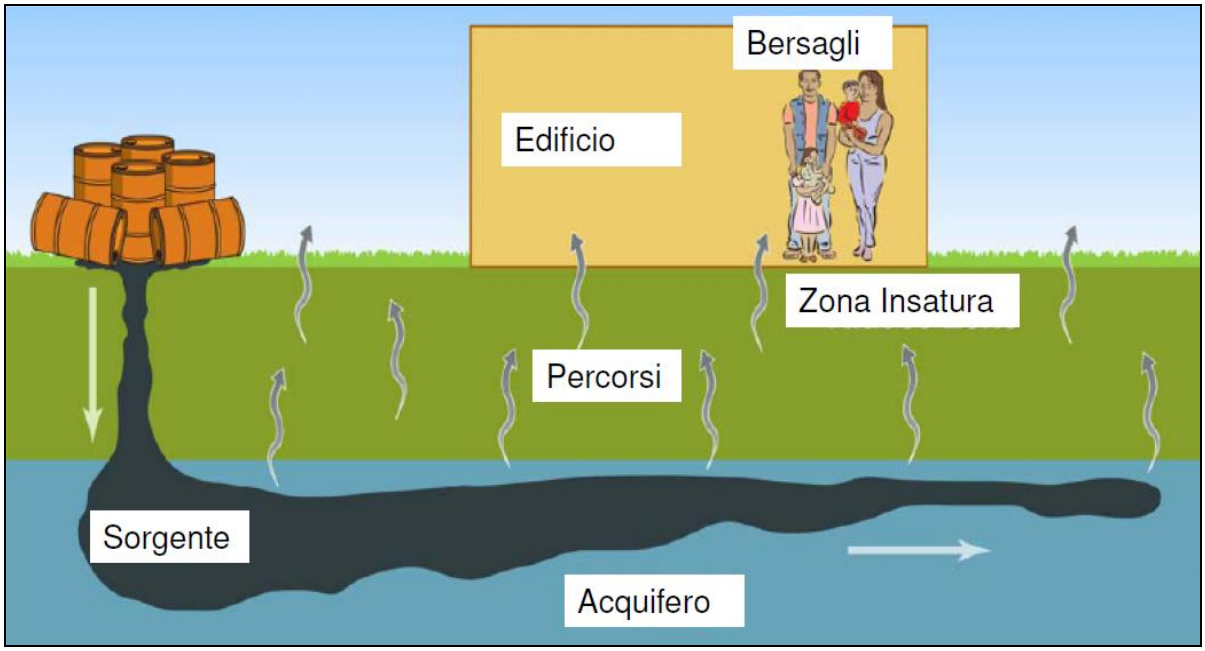


Figura 1.3: schema del Modello Concettuale di un Sito Potenzialmente Contaminato e/o Contaminato.

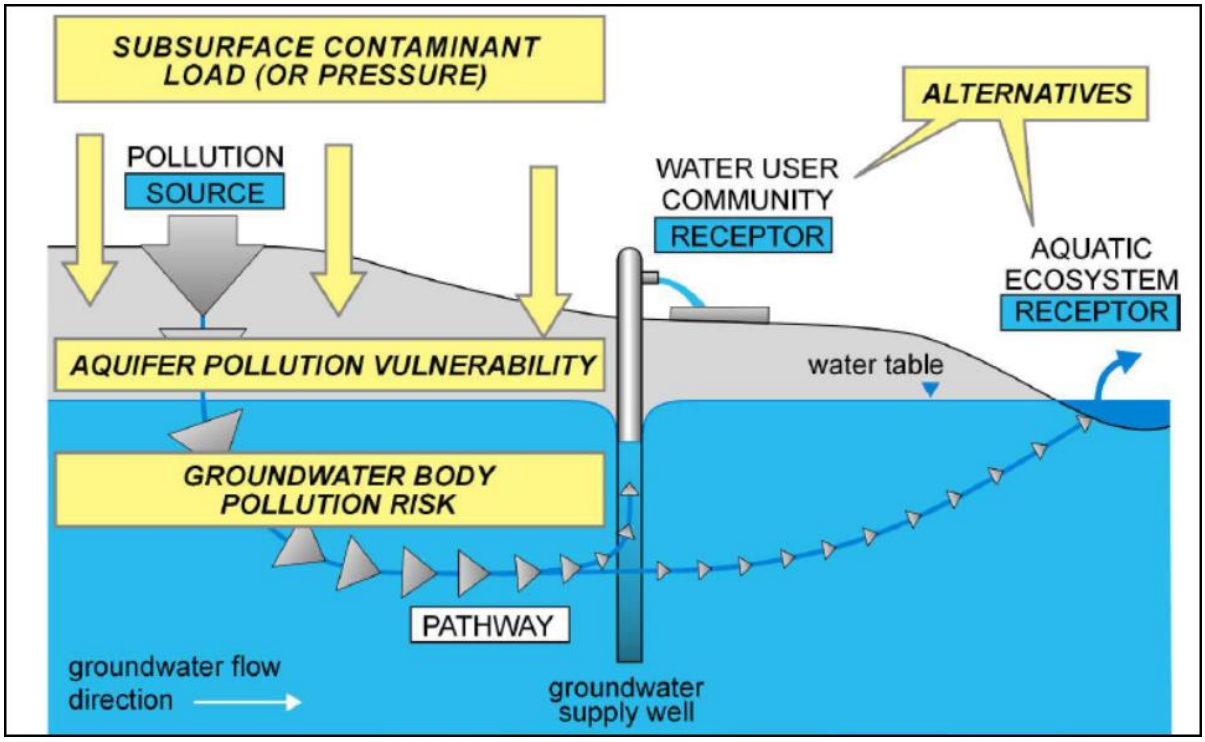


Figura 1.4: schema concettuale dell'AdR applicata alle acque di falda.

In tale procedura il termine "rischio di inquinamento delle acque sotterranee" viene inteso come la reale o potenziale conseguenza sulla salute di specifici recettori, che potrebbero essere una comunità che utilizza le acque sotterranee e/o un ecosistema acquatico dipendente da esse, determinata da forme di inquinamento provenienti da una specifica area sorgente attraverso un percorso (*pathway*) nel sottosuolo (Cfr. Figura 1.4) (Fonte: *"Groundwater risk assessment-*

Technical report on groundwater risk assessment issues as discussedat the workshop of 28th January 2004" - Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive) (2000/60/EC).

In Italia, al fine di determinare gli obiettivi di bonifica delle acque di falda nella formulazione dell'AdR assume fondamentale rilevanza la scelta del punto di conformità. In tale ottica va comunque rilevato che le procedure di determinazione del rischio, pur esistendo da circa 50 anni, solo recentemente sono diventate una componente rilevante in termini di valutazione ambientale. Laddove molto è stato fatto sia in termini di identificazioni dei rischi connessi alla presenza di alcuni materiali, che di determinazione di situazioni potenzialmente pericolose, al fine di condurre le azioni per ridurre al minimo i possibili rischi, restano in piedi numerose problematiche riguardo le stime di esposizione sviluppate dagli agenti pericolosi e la scelta dei recettori. In particolare per ciò che riguarda le procedure utilizzate per l'elaborazione dell'ERA, che rappresenta il *target* finale di questo progetto e che saranno compiutamente analizzate nel paragrafo successivo, esse sono ad oggi ancora lontane da una compiuta standardizzazione. In tale ambito allo scopo di sviluppare caratterizzazioni di rischio scientificamente valide per determinate sostanze chimiche, dovranno esserne acquisite ulteriori informazioni scientifiche in maniera mirata, al fine di stabilire la loro pericolosità sugli *habitat* naturali, in aree diverse e a potenziale danno per specie e popolazioni differenti. Un notevole sforzo deve essere applicato anche per caratterizzare ed individuare correttamente le popolazioni maggiormente rappresentative esposte a specifici prodotti chimici, rilasciati da differenti sorgenti di contaminazione. Si rende infatti necessario compiere precisi adattamenti a ciascuna realtà locale al fine di poter rapportare e sovrapporre correttamente le caratterizzazioni così sviluppate, al fine di standardizzarle uniformemente. Le attuali tendenze della comunità scientifica internazionale, sono comunque quelle di tentare di definire l'ERA per i siti contaminati basandosi su uno schema generale comune. (Fonte: Atti del Convegno Nazionale di Torino del 13 maggio 2004 sull'utilizzo di indicatori biologici, www.isprambiente.gov.it).

ERA, principali linee guida e stato dell'arte

Le ERA non hanno ancora conosciuto una effettiva uniformità reciproca e le modalità di applicazione sono ancora in fase di evoluzione. Essa è comunque utilizzata da alcune decine di anni nel continente nord americano, in particolare in USA e Canada ed anche in Europa Settentrionale. In ambito internazionale i documenti di riferimento principali sono:

- ✓ 1998, US EPA*, "Guidelines for Ecological Risk Assessment"*;

- ✓ 2003, Linee guida AdR Commissione Europea (Parte II – Valutazione di rischio ambientale), *"Technical Guidance Document on Risk Assessment"*;
- ✓ 2007 , Valori guida olandesi : *"Guidance for the derivation of environmental risk limits within the framework of International and national environmental quality standards for substances in the Netherlands"*;
- ✓ 2009, Valori guida ecologici Canada: *"Regional Strategic Environmental Assessment in Canada Principles and Guidance"*.

Applicazione dell'ERA in Italia

Per quanto riguarda l'Italia, pur in assenza di uno specifico recepimento della Direttiva Comunitaria da parte della normativa vigente, con il D.M. 471/99, primo testo ambientale che regolamentava le bonifiche nel nostro paese, pur non fornendo indicazioni circa le modalità di conduzione dell'ERA, già imponeva delle valutazioni non solo mirate alla salute umana, ma anche all'ambiente. Per i suoli l'impiego dell'ERA è stato successivamente normato, seppur genericamente, attraverso la procedura di analisi di rischio (Rif. D.lgs.152/06) (Allegato I alla parte IV). Ad oggi l'unico testo di riferimento è il Documento ANPA (ora ISPRA) *"Analisi di Rischio ecologico per il risanamento dei siti contaminati"*, Manuali e Linee Guida 11/2002. In particolare il Dipartimento Rischio Tecnologico e Naturale dell'ANPA con la collaborazione del Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università Cà Foscari di Venezia, presentò un'approfondita analisi dei modelli di ERA in uso presso vari paesi Europei, unitamente ad una nuova proposta operativa adattata alla realtà ambientale italiana e alla normativa allora vigente.
L'applicazione dell'ERA in Italia è stata contestualizzata quasi esclusivamente nei siti contaminati, in quanto strettamente connessa agli aspetti sanitari e alla protezione delle risorse idriche. (Fonte: dagli Atti del Convegno Nazionale di Torino del 13 maggio 2004 sull'utilizzo di indicatori biologici, www.isprambiente.gov.it). Si segnalano infine l'applicazione dell'ERA in alcuni studi propedeutici alla bonifica dei Siti di Interesse Nazionale (Porto Marghera, Trieste, ACNA di Cengio) e il caso studio del fiume Bormida, effettuato dall'Università del Piemonte orientale "Amedeo Avogadro" (www.isprambiente.gov.it).

CAPITOLO 2 - INDAGINE GEOLOGICA E DATI DI LETTERATURA

2.1. *SCREENING* INIZIALE CIRCA LA PRESENZA NATURALE DI METALLI E METALLOIDI NELLE MATRICI AMBIENTALI

Introduzione e prime valutazioni circa la presenza naturale dei metalli nei suoli

Ai fini di effettuare una corretta valutazione preliminare circa la potenziale presenza naturale di metalli/metalloidi nelle matrici ambientali della Regione Marche, nonché di introdurre correttamente alcune tematiche di seguito trattate, si richiamano le seguenti definizioni:

- ✓ **Contenuto di fondo naturale pedo-geochimico (ISO 19258)**: concentrazione di sostanze nei suoli, risultante da processi naturali geologici e pedologici, senza interferenze antropiche.
- ✓ **Metallo nativo**, è ogni metallo che viene trovato in natura nella sua forma metallica, sia nativo o puro singolarmente che sotto forma di lega, composto o minerale.
- ✓ **Elementi Calcofili, s**econdo la classificazione geochimica di V.U. Goldschmidt, elementi chimici presenti nella crosta terrestre in concentrazioni particolari (ammassi, filoni ecc.) e presenti sotto forma di accessori nelle rocce ignee. Tipici calcofili. sono: selenio, tellurio, rame, zinco, cadmio, piombo, arsenico, antimonio, bismuto, argento, mercurio, gallio, tallio.
- ✓ **Elementi siderofili:** sono rappresentati da metalli di transizione che possiedono elevata densità e tendono a legarsi con ferro e nichel metallico sia allo stato solido sia in quello fuso (manganese, carbonio, fosforo, oro, molibdeno, berillio, vanadio, cromo VI, ecc.)

Da un punto di vista strettamente chimico, va segnalato che oltre 80 elementi sono definiti metalli, con la maggior parte di essi estremamente rari, scarsamente presenti in natura e conseguentemente quasi mai determinati nelle indagini ambientali. Pertanto la rosa degli elementi prescelti sono stati individuati in base alla loro valenza ambientale e statistica.

Attraverso dati geologici, geochimici e di letteratura, nonché indagini ambientali eseguite in rocce sedimentarie aventi caratteristiche analoghe alle aree investigate si provvede all'individuazione dell'origine naturale dei metalli. Per gli elementi oggetto di studio saranno individuate le associazioni chimiche, mineralogiche e la loro genesi ed ambiente tipico di deposizione, con i valori di concentrazione *standard* presenti nelle rocce della crosta terrestre. Saranno inoltre riportati i dati relativi a studi internazionali e nazionali sui VDFN. Oltre alle *facies* alluvionali recenti, che costituiscono la quasi totalità dei siti oggetto del presente studio, verranno trattati alcuni casi relativi alle argille e alle acque della Formazione Gessoso Solfifera. I dati raccolti sono stati inseriti in una matrice di *screening* (Rif. tabella 22) per una valutazione preliminare sulla potenziale presenza dei metalli nei litotipi alluvionali. Le informazioni circa le fonti letterarie in questo capitolo, salvo quelle espressamente citate, provengono da elaborazioni e ricerche condotte dallo scrivente per le quali si rimanda alla bibliografia in appendice.

Origine naturale dei metalli pesanti nelle acque

Per ciò che è attinente alle acque di falda e in quelle superficiali, le potenziali fonti di origine naturale che possono liberare i metalli pesanti sono le seguenti:

- ✓ Litogenica da alterazione, derivante dall'alterazione chimica, dall'erosione fisica e il conseguente trasporto il cui contenuto dipende essenzialmente dai processi chimico-fisici di interazione tra l'acqua e la roccia che consistono principalmente in una reazione di ossidoriduzione e idrolisi. La loro genesi può essere riconducibile sia a processi vulcanici, (generalmente in ambiente idrotermale come sottoprodotto nei solfuri per ossidazione dei minerali di piombo), sia al metamorfismo di contatto sia a vari tipi di ambiente sedimentario (alterazione geochimica dei solfuri, bauxiti, giacimenti di carbone contente depositi quali petrolio greggio, argilliti petrolifere e sabbie bituminose, rocce evaporitiche).
- ✓ Sovrasfruttamento degli acquiferi profondi, che in alcune aree produce la risalita di acque salate altrimenti confinate in profondità all'interno di sedimenti marini, la salinizzazione dell'acqua dolce e la rimobilizzazione di alcuni elementi.
- ✓ Diffusione naturale aerea, tramite *aerosol* marini e polveri continentali e un contributo modesto da parte delle polveri vulcaniche.

Va rilevato che la presenza naturale di un elemento metallico in concentrazioni di rilievo nella matrice solida sede della falda acquifera, non implica automaticamente il suo rilascio nella fase liquida, ma rappresenta solo un elemento a supporto dell'origine naturale dello stesso nelle acque. Inoltre in questa fase, non vengono considerati gli apporti antropici e per tale ragione dati di letteratura e casi studio pertinenti ai VDFN per le acque riguarderanno pochi elementi il cui numero tenderà ad aumentare nella successiva sezione dedicata alle attività antropiche.

2.2. GEOLOGIA E GEOCHIMICA DEI METALLI OGGETTO DI STUDIO

L'indagine geochimica riguarda unicamente le formazioni sedimentarie pertanto saranno omessi i dati geologici relativi a rocce ignee, metamorfiche e di alterazione mineralogiche (bauxiti, cappellaccio sedimentario). I dati dei singoli analiti metallici acquisiti dalla caratterizzazione di cinque differenti aree per le tre matrici ambientali, risultano eterogenei. I dati disponibili si riferiscono a studi effettuati per la caratterizzazione ambientale di cinque aree e interessano tre matrici ambientali (suolo, acque superficiali, acque sotterranee). Questi dati sono molto eterogenei; in alcuni casi sono disponibili unicamente per i suoli o viceversa solo per le acque superficiali e/o sotterranee, mentre in altri sono stati determinati in tutte le matrici ambientali. Gli elementi risultati rappresentativi per la ricerca sono i seguenti: Alluminio, Arsenico, Bario, Berillio, Boro, Cadmio, Cobalto, Cromo, Ferro, Litio, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo,

Rame, Selenio, Stagno, Tallio, Vanadio e Zinco. Di seguito per ognuno dei summenzionati analiti, viene effettuata una valutazione sulla loro potenziale presenza naturale nelle litologie delle aree caratterizzate e nelle formazioni dei due casi studio citati.

Alluminio

Esiste un enorme mole di dati di letteratura relativa a questo elemento, in virtù della sua diffusione che lo colloca come terzo elemento più abbondante (8%) nella crosta terrestre, rammentando che nei vecchi testi di geologia il termine SIAL (composto da SI-licio + AL-luminio) indicava lo strato superiore della crosta terrestre. Per tale motivo è stato ritenuto opportuno trattare unicamente informazioni di natura geochimica funzionali allo studio. Per valutare la distribuzione e la presenza dell'elemento in ambiente sedimentario, si deve tener conto in primo luogo della diffusa presenza nel suolo di minerali argillosi. Tra questi si annoverano i seguenti: illite $K_{0.65}Al_{2.0}$ $[Al_{0.65}Si_{3.35}O_{10}]$ $(OH)_2$, caolinite $Al_2Si_2O_5$ (OH_4), montmorillonite $(Na,Ca)_{0,3}$ $(Al,Mg)_2$ $Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot n(H_2O)$, glauconite (K,Na) $(Fe^{+++},Al,Mg)_2$ $(Si,Al)_4O_{10}$ $(OH)_2$, vermiculite $(Mg,Fe^{++},Al)_3$ $(Al,Si)_4O_{10}$ $(OH)_2 \cdot 4(H_2O)$, più altri minerali del gruppo della smectite. La loro deposizione nel dominio umbro-marchigiano è dovuta principalmente dal trasporto di materiali a granulometria fine in sospensione nelle acque e successiva litificazione in ambiente marino, che in passato hanno colmato il Bacino Marchigiano Interno e in misura maggiore il Bacino Marchigiano Esterno. Subordinatamente in bacini di dimensioni ridotte la trasformazione diagenetica, può anche essere riconducibile a fenomeni singolari di precipitazione chimica misti di tipo clastico-chimici o di transizione lago-mare, come le "marne fetide", le *facies* gessarenitiche e le Argille a Colombacci, con le ultime due poste al tetto della Formazione Gessoso-Solfifera. I minerali argillosi sono silicati idrati, aventi struttura lamellare e costituiti in prevalenza da ossidi/idrossidi di ferro e alluminio, ossidi di magnesio, ossidi di potassio che hanno la capacità, come la materia organica, di adsorbire altri metalli pesanti (De Vivo et al., 2004). Diversi autori hanno posto in evidenza la relazione esistente tra il contenuto di allumina (Al_2O_3) e le concentrazioni totali di Cromo, Nichel, Rame, Zinco, Piombo e Vanadio nei campioni di suolo, confermato anche dal caso studio dell'Appennino Molisano (vedi paragrafo 5). Nei suoli con un grado di alterazione moderato e alto, oltre ad un accumulo di minerali di neoformazione come i minerali argillosi e ossidi e idrossidi di ferro e alluminio, si riscontrano anche accumuli di altri minerali in tracce, stabili all'interno del profilo dei suoli e resistenti ai processi di eluviazione. Vista la preponderanza di materiali fini presenti nelle *facies* torbiditiche plio-pleistoceniche e nelle alluvioni recenti delle Marche, da un punto di vista mineralogico assumono particolare rilevanza i fillosilicati tipici delle formazioni arenacee e marnoso-arenacei, tra cui il quarzo, l'ortoclasio e le miche presenti però nelle frazioni più

grossolane. Da un punto di vista geochimico, vista la presenza in tracce di numerosi metalli in associazione con l'alluminio, uno dei minerali più importanti è la Mica, formula chimica generale $X_2Y_{4-6}Z_8O_{20}(OH, F)_4$, dove X rappresenta Potassio, Sodio, Calcio o meno comunemente Bario, Rubidio o Cesio, Y Alluminio, Magnesio, Ferro o meno comunemente Manganese, Cromo, Titanio, Litio, ecc., Z principalmente Silicio, Alluminio ma anche Fe^{3+} o Titanio. L'Alluminio nei suoli presenta *range* di concentrazione variabili dell'ordine delle migliaia di mg/Kg nei calcari, sino ad elevati valori superiori agli 80.000 mg/kg nelle formazioni argillose; tuttavia, a causa della sua bassa solubilità, si ritrova solo in piccole quantità nelle acque di falda. La concentrazione nelle acque in suoli neutri presenta valori compresi tra 5 μg/l e 300-400 μg/l. La mobilità degli idrossidi d'Alluminio inizia ad aumentare a pH inferiori a 5.5, mentre quando la soluzione tellurica ha un pH di 4.4 i valori si aggirano intorno a 5700 μg/l. In acque acide di miniera, con pH<4.0, si possono raggiungere concentrazioni fino a 60.000 μg/l.

Arsenico

Premesso che trattasi prevalentemente di un elemento di genesi vulcanica, la sua presenza nelle alluvioni può essere connessa a fenomeni idrotermali o al sovrasfruttamento degli acquiferi profondi, mentre nelle formazioni dolomitiche e per i travertini, deriverebbe da deposizioni di tipo meteogenico che lo hanno segregato nella frazione carbonatica. Può essere potenzialmente presente nella formazione Gessoso Solfifera marchigiana, visto che è stato rinvenuto in traccia nelle *facies* eteropiche messiniane della Vena del Gesso in Emilia Romagna e nelle formazioni evaporitiche in Sicilia. Alcune pubblicazioni rilevano che i minerali tipici di questo ambiente, (zolfo nativo, calcite, gesso, anidrite, salgemma, silvie, carnallite e solfuri vari), possono contenere vari metalli pesanti tra cui l'arsenico. Sempre in associazioni alle tipiche *facies* evaporitiche, l'arsenico potrebbe essere rinvenuto in marne fetide sedimentatesi in ambienti anossici, con diatomee, quarzo e minerali di rame. Valori tipici di concentrazione nelle rocce sedimentarie, salvo i casi particolari di mineralizzazioni sopra citati, di norma sono comprese nel *range* tra 0,1-10 mg/kg. Per quanto riguarda il comportamento dell'arsenico nel suolo, essendo quest'ultimo un mezzo anisotropo, presenta concentrazioni variabili; essendo inoltre poco mobile nei terreni funziona come barriera geochimica naturale, inibendone da un lato la percolazione attraverso le acque di drenaggio, dall'altro favorendone l'accumulo al suo interno. Le più alte concentrazioni dell'elemento si rinvengono nei suoli ricchi di carbonio organico, dove tende ad accumularsi nelle porzioni superficiali di terreno. Alcuni studi evidenziano maggiore capacità di rilascio nei terreni sabbiosi rispetto a quelli argillosi. In condizioni aerobiche, l'arsenico presente sotto forma di arseniato (AsO_4^-), oltre che alla sostanza organica si lega ai minerali argillosi, agli ossidi e idrossidi di ferro, all'alluminio e al manganese. Rispetto ad altri metalli pesanti,

l'arsenico rivela un comportamento differente in relazione alle variazioni di pH. In suoli acidi, dove è presente in forma di arseniati di ferro e alluminio, si verifica un aumento della sua concentrazione in soluzione con un massimo di pH pari a 5,5, a causa della presenza di ferro e alluminio che lo bloccano, rendendolo altamente insolubile e poco disponibile per le piante. Viceversa nei suoli a pH neutro e basico, dove esso è presente in forma di arseniati di calcio, aumenta la sua mobilità in proporzione all'aumento di pH, a causa del dissolvimento di arseniati di ferro e alluminio e della scarsa capacità del calcio in terreni alcalini di insolubizzarlo. Un altro parametro chimico-fisico rilevante per il comportamento dell'arsenico è il potenziale *redox*, che può condizionarne la solubilità in due modi differenti: modificando lo stato di ossidazione dell'arsenico (da V a III), o quello del ferro (da III a II). In ambiente riducente entrambi i processi portano ad un aumento di solubilità, anche di circa 4-10 volte, che incrementa proporzionalmente la quota di arsenico in soluzione a scapito di un aumento della tossicità. I dati di letteratura indicano valori tipici di arsenico nelle acque generalmente inferiori ai 100 μg/l.

Bario

Il bario è presente in natura principalmente sotto forma di solfato, minerale principale è la Barite ($BaSO_4$) e subordinatamente sotto forma di carbonato di bario ($CaSO_4$); esso si rinviene in vene e cavità di sostituzione nei calcari e nelle dolomie, associato a minerali metalliferi, calcite e quarzo. Può comparire anche in depositi chimici di sorgenti termali e in depositi chimici dei diaspri ferro-manganesici. Le argille variegate o scagliose presenti in tutto l'Appennino centro-meridionale, tendono a suddividersi in piccole scaglie, nelle quali si trova la Barite in associazione con la Calcite ($CaCO_3$) e la Pirite (FeS_2). I valori medi di concentrazione nei suoli sono dell'ordine delle decine di migliaia di mg/Kg, mentre nelle acque di norma risultano inferiori ai 100 μg/l, anche se in ambienti termali le acque che ne possono contenere anche 10.000 μg/l e più. Il solfato di bario è di per sé poco solubile, poiché viene adsorbito da ossidi ed idrossidi metallici, ma la presenza di alcuni anioni usualmente presenti nell'acqua, (ossidrili, cloruri carbonati, solfati, nitrati e fosfati) possono aumentarne notevolmente la solubilità.

Berillio

La sua presenza in natura è estremamente rara, i suoi minerali principali sono tipici della fase pneumatolitica-pegmatitica di raffreddamento del magma. Seppur la sua potenziale presenza in formazioni sedimentarie usualmente è connessa ad attività antropico-industriali, descritte nella sezione del testo dedicata, l'elemento è presente in minerali feldspatici sotto forma di ossido e idrossido e può essere assorbito dalle argille a bassi valori di pH. Il Berillio ha grande affinità con la materia organica e pertanto è suscettibile di significativi arricchimenti (Kabata Pendias et

al., 2011 *"Trace elements in soils and plants"*, CRC Press). Il *range* medio dei valori nelle rocce sedimentarie è usualmente compreso tra 1 e 10 mg/kg, mentre la concentrazione degli ioni Be2+ nell'acqua di falda è mediamente compresa tra 0,001μg/l e 1,0 μg/l.

Boro

Per ciò che concerne le formazioni sedimentarie il boro si trova presente nelle magnesiti, nelle dolomie e nelle formazioni evaporitiche, con valori medi di 90 mg/kg nelle arenarie e circa 190 mg/kg nelle argille, dove è presente sotto forma di minerale residuale come la Tormalina ($NaFe_3$ $(Al,Fe)_6$ $[(OH,F)_4$ $(BO_3)_2$ $Si_6O_{18}]$); subordinatamente in quantità minori l'elemento si rinviene in miche ed anfiboli, (G. Chiesa, 2002). In termini di rilevanza è frequentemente presente in acque di origine idrotermali, in corrispondenza della lisciviazione di acque salate provenienti da formazioni evaporitiche, di sedimenti anossici (*black shales*, marne fetide, ecc.) e in acque caratterizzate da fenomeni di intrusione marina. Le concentrazioni medie del metallo nelle formazioni sedimentarie può variare dai 16 mg/kg dei calcari ai 196 mg/kg delle arenarie (G. Chiesa, 2002). In alcune acque idrotermali il boro può assumere concentrazioni dell'ordine delle centinaia di migliaia di μg/l, mentre i valori *standard* delle acque di falda, dove l'elemento si trova sotto forma di acido ortoborico (H_3BO_3), raramente sono superiori ai 1000 μg/l.

Cadmio

Il cadmio può essere principalmente trovato nella crosta terrestre in quantità fortemente dipendenti dalla composizione delle rocce madri. Nelle rocce sedimentarie, sembra essere maggiormente concentrato nei depositi argillosi e scistosi formatesi in ambienti riducenti, ma spesso viene rinvenuto in aree oggetto di attività estrattive. Il cadmio nelle rocce sedimentarie si trova quasi sempre sotto forma di solfuro, spesso è associato a minerali di zinco e piombo in modeste concentrazioni inferiori al mg/Kg, anche se nelle rocce di origine carbonatica può assumere una variabilità molto elevata. Nella maggior parte dei suoli il cadmio è associato con la fase solida per più del 99% e con meno dell'1% in soluzione, dove può essere presente sotto forma di cationi liberi e idratati o come specie complessate con leganti organici presenti nei suoli salini. Può combinarsi anche a colloidi organici e inorganici i quali, sebbene non siano considerati come parti della soluzione del suolo, per la loro intima associazione con questa possono influenzarne il comportamento. I fattori più importanti che controllano la mobilità dello ione cadmio sono il pH e l'ossidoriduzione. Alcuni studi hanno evidenziato che i terreni acidificati aumentano l'assorbimento del cadmio da parte delle piante. La quota di cadmio trattenuta dal terreno si triplica per ogni aumento di punto del pH all'interno di valori compresi tra 4 e 7,7 sia in terreni sabbiosi che limosi, mentre con valori di pH prossimi ad 8 non sono

presenti le quote solubili e scambiali e solitamente all'aumentare del pH diminuisce la quota trattenuta dalle piante. L'adsorbimento è considerato un altro fattore principale che governa la distribuzione dell'elemento tra le fasi solide del suolo e la soluzione circolante. In particolare il cadmio viene adsorbito dagli ossidi metallici di ferro e manganese che posseggono gruppi ossidrili e dai i materiali argillosi, i quali hanno una carica permanente di superficie. Inoltre va sottolineato che il cadmio viene fortemente adsorbito anche dalla materia organica del terreno. Per ciò che riguarda i suoli il suo valore medio è generalmente inferiore di un ordine di grandezza al mg/kg, mentre nelle acque, i valori sono mediamente al di sotto dei 2 μg/l.

Cromo

Il cromo di origine naturale è rinvenuto in prevalenza nella cromite ($FeCr_2O_4$) e in alcuni silicati, anfiboli e pirosseni, in sostituzione di Fe e Al. Di conseguenza nel contesto geologico regionale la presenza dell'elemento, nelle formazioni sedimentarie marchigiane, può originarsi essenzialmente da fenomeni di alterazione e smantellamento di unità geologiche alloctone affioranti nell'Appennino, seguiti dal conseguente trasporto e deposizione di sedimenti contenenti l'elemento in associazione con altri metalli. Nel suolo spesso si trova in forma insolubile all'interno degli ossidi e ossidrossidi di Ferro, ma può essere mobilizzato in ambiente tramite la lisciviazione delle argille. Il valore medio di Cromo nei suoli del mondo è pari a 65 mg/kg, con un *range* di concentrazione delle rocce sedimentarie estremamente variabile, con valori prossimi all'unità di mg/kg per i calcari, delle decine di mg/Kg per le argille, sino alle centinaia di mg/kg per le arenarie, proprio in virtù della diagenesi di questo litotipo. Nel suolo è presente come ione Cr3+ in strutture minerali o ossidi misti di ferro e cromo; a pH 5,5 risulta completamente precipitato e i suoi composti sono considerati molto stabili. Analogamente con pH a 8,5-9,5 in virtù della sua scarsa mobilità, la solubilità del cromo è molto ridotta e, di conseguenza, nelle acque non contaminate la concentrazione di Cromo è molto bassa con valori variabili da 0,1 a 0,5 μg/l. Per ciò che riguarda la presenza in ambiente del Cromo esavalente, uno dei contaminati più tossici e nocivi, va rilevato che è quasi totalmente derivato da attività umane. In natura si rinviene solo in condizioni estreme: valori anomali di temperatura, luce UV, presenza di forti ossidanti o radicali. Il composto può essere mobilizzato con il progressivo aumento dell'acidità e dell'alcalinità.

Ferro

Vista la sua diffusa presenza in natura, grazie alla lisciviazione delle formazioni contenenti minerali ricchi dell'elemento, si trova in soluzione nelle acque sotterranee, anche ad elevate concentrazioni, sotto forma di bicarbonato oppure legato a sostanze organiche. I dati di

letteratura indicano che la concentrazione di ferro nei suoli argillosi presenta valori medi pari a circa 38.000 mg/kg; nelle arenarie circa 18.000 mg/kg, che si riducono ulteriormente di un ordine di grandezza nei litotipi ghiaiosi. Nelle formazioni sedimentarie si trova generalmente sotto varie forme: bivalente (Pirite FeS_2 e Siderite $FeCO_3$), bivalente-trivalente (glauconite (K,Na) Fe^{3+},Al,Mg)$_2$(Si,Al)$_4O_{10}(OH)_2$), in ossidrossidi come la goethite ($Fe^{+3}O(OH)$) e secondariamente trivalente come ossido e idrossido ($Fe(OH)_3$), che tendono a trasformarsi in idrossido ferrico (FeO(OH)) ed in Ematite Fe_2O_3. L'elemento è inoltre presente nei minerali scuri abbondantemente diffusi nelle formazioni silicoclastiche, (pirosseni, anfiboli, miche, biotite, magnetite e olivina). Può essere rinvenuto ad elevate concentrazioni anche nelle cosiddette rocce ferrifere, aventi contenuto in ossidi o silicati di ferro > 15%. Ambienti deposizionali sedimentari particolarmente rilevanti per il contenuto di ferro, sono gli *hardground*, depositi di mare profondo tipici dei fondali oceanici e/o localizzati nei rilievi sottomarini (*seamount*) e nei suoli lateritici. In questo particolare ambiente deposizionale, oltre ad essere associato con il manganese, si ritrova in associazione con altri metalli quali cobalto, nichel, rame, cromo, vanadio e zinco. Il ferro si trova disciolto nell'acqua sotto forma Fe2+, in scarsità di anidride carbonica prevale sotto forma di idrossido, mentre in presenza di solfati il composto dominante è il solfato ferroso $FeSO_4$. Un ruolo determinante circa la solubilità dell'elemento in acqua viene giocato dal pH, che con valori bassi intorno a 5 si può presentare in concentrazioni elevate; con le acque aventi pH intorno a 7 presenta valori più contenuti e si trova sotto forma di idrossido o di complessi organici. Sempre per le acque va inoltre segnalata la rilevanza dovuta alla presenza o meno di ossigeno disciolto, dovuta in particolare dall'azione dei batteri e dei relativi effetti collaterali che possono contribuire sia all'ossidazione del ferro, in presenza di ossigeno, sia alla sua riduzione in scarsità di ossigeno. La sua concentrazione media nelle acque è dell'ordine dei 300 μg/l, che può aumentare in presenza di composti organici.

Litio

Seppur la genesi dei minerali di litio sia di natura prettamente pneumatolitica, significative concentrazioni dell'elemento si rinvengono in formazioni evaporitiche e subordinatamente anche in alcuni minerali argillosi. Spesso viene rinvenuto in presenza di fosfati, dove nel reticolo cristallino può sostituire il magnesio in virtù del medesimo raggio ionico. Il metallo viene liberato in ambiente tramite il *wheathering* delle rocce che lo contengono, tendendo a rimanere in soluzione in quanto la sua capacità di adsorbimento e molto piccola (G. Chiesa, 2002). Il litio generalmente caratterizza acque termominerali che hanno un percorso lento e profondo, dove si possono rilevare concentrazioni superiori ai 5.000 μg/l, mentre in acque superficiali si ritrova in quantità minime, (R. Chetoni, 2000).

Manganese

Il manganese che nei suoli assume una concentrazione media di 500 mg/kg, è un elemento essenziale per la nutrizione di piante e animali, con la sua disponibilità nel suolo controllata principalmente dalle condizioni ossido-riduttive (G. Corti, S. Cocco, A. Agnelli, G. Brecciaroli, 2015). I valori di concentrazioni nei suoli sedimentari sono dell'ordine delle centinaia di mg/kg, leggermente maggiori nei depositi carbonatici rispetto alle formazioni argillose ed arenacee, ed ancora più elevate nei sopra citati *hardgrounds* e filoni ferro manganesiferi, che ne rappresentano le principali fonti di sfruttamento minerario. Analogamente al ferro con il quale presenta numerose affinità, usualmente si rinviene sotto forma di ossidi o di ossidi bi-tri-valenti, ed anch'esso può essere ossidato e ridotto mediante l'azione catalitica di determinati organismi. Nelle acque superficiali a pH neutro, si presenta sotto forma bivalente, mentre in presenza di elevati valori di Eh, si può verificare un aumento delle concentrazioni sino a 1-10 mg/l, con valori che rimangono stabili anche in caso di ulteriore aumento del pH. In acque ben ossigenate la forbice del *range* di valori è piuttosto ampia (1-600 μg/l), che come per il ferro, può aumentare in presenza significativa di sostanza organica, in particolare dei composti azotati.

Mercurio

Nelle rocce sedimentarie l'elemento presenta di norma concentrazioni abbastanza contenute ed è scarsamente presente se non in rari minerali, tra cui il più diffuso è il cinabro (Hg S). VDFN nei suoli sono di difficile determinazione a causa della sovrapposizione con fenomeni di inquinamento, ma in genere la concentrazione dell'elemento in superficie non eccede il valore di 0,4 mg/kg. La distribuzione di mercurio e dei suoi ioni derivati nei suoli dipende dal pH e dal potenziale *redox*. Tutti i cationi del mercurio sono adsorbiti dai minerali argillosi, ossidi e materia organica; l'adsorbimento aumenta parallelamente al pH. In terreni alcalini, lo ione mercurico precipita con idrossidi e carbonati per formare una fase solida stabile, mentre con pH più bassi può combinarsi con i cloruri, formando $HgCl_2$ e disciogliersi in acqua sotto forma di idrossido e cloruro, con valori dell'ordine del μg/l. In condizioni moderatamente riducenti, tutti i composti del mercurio inorganici possono essere degradati alla sua forma elementare etile o metile, che sono quelle più tossiche dal momento che sono fortemente volatili e solubili in acqua. In alcune acque contaminate sono stati rilevati valori 30 μg/l, anche se i livelli di mercurio in acqua potabile sono molto bassi, dell'ordine di 0,0002 mg/l. In merito ad un potenziale arricchimento dell'elemento in acque e suoli, va rilevato che la capacità di volatilizzazione dell'elemento è inversamente legata alla capacità di adsorbimento del suolo.

Nichel

Il nichel è presente in forma elementare soltanto nelle meteoriti, seppur presente essenzialmente in formazioni residuali come le lateriti, nei solfuri di origine magmatica e nelle rocce ultrabasiche contenenti olivine e serpentini. Combinato con altri elementi è piuttosto diffuso sulla crosta terrestre, con una distribuzione che segue quasi pedissequamente l'andamento del Ferro e del Cobalto. Durante i processi di degradazione meteorica il nichel viene mobilizzato, per poi precipitare insieme ad ossidi di ferro e manganese. Seppur da un punto di vista geochimico viene classificato come elemento siderofilo, avendo proprietà calcofile forma associazioni mineralogiche con lo zolfo e il rame, dove l'elemento è presente in tracce in solfuri come pirite e calcopirite. Nelle rocce sedimentarie il nichel presenta bassi valori di concentrazione, dell'ordine delle unità e decine di mg/kg, ed è contenuto prevalentemente nei silicati ferromagnesiaci, in ossidi primari di ferro, in ossidi idrati di ferro e manganese e nelle argille. L'indagine ha evidenziato che, se da un lato la presenza di sostanza organica è in grado di sottrarre nichel dalla frazione carbonatica e dagli ossidi di ferro e manganese, la fragilità del legame nichel-sostanza organica aumenta la mobilità del metallo. È un elemento essenziale per le piante (De Vivo et al., 2004), ma per quanto riguarda un eventuale contributo di specie vegetali, a differenza dello zinco la concentrazione nei suoli sembra escluderne apporti specifici. Molti sali di nichel sono solubili in acqua, con la solubilità dell'elemento che aumenta in corrispondenza di riduzione del pH, in particolare con valori inferiori a 6 (Alloway,1995). I valori di nichel in acque incontaminate, come per il rame, sono dell'ordine dei 10-20 µg/L. Molti sali di nichel sono solubili in acqua e la sua relativa stabilità in ambiente acquoso gli consente di essere trasportato per lunghe distanze.

Piombo

Il piombo allo stato nativo esiste, ma è piuttosto raro. In genere viene trovato associato allo zinco, all'argento e principalmente al rame, essendo estratto insieme a questi metalli. Il piombo si trova in piccole quantità nelle forme di galena (solfuro di piombo, PbS) che ne contiene l'86,6%, cerussite (carbonato di piombo, $PbCO_3$) e l'anglesite (solfato di piombo, $PbSO_4$). Il piombo nelle rocce sedimentarie è presente nei sedimenti argillosi (da 10 a 40 mg/kg), in misura minore in sedimenti calcarei (da 0,1 a 10 mg/Kg). La sua distribuzione dipende dalla presenza nei sedimenti di minerali primari come feldspati, miche e solfuri, da minerali argillosi e materia organica. Le rocce sedimentarie con la più alta concentrazione di Pb sono le argilliti nere. L'elemento presenta una spiccata calcofilia e a seguito di processi di erosione superficiale, è in grado di legarsi a carbonati, argille, sostanza organica, ossidi di ferro e manganese presenti nei suoli. La sua affinità con il calcio e in genere con gli elementi del gruppo 2 come potassio, bario

e stronzio, gli consente inoltre di sostituire tali elementi sia nei minerali che all'interno del suolo. La solubilità del piombo è inversamente proporzionale ai valori di pH, che a valori elevati precipita come carbonato, fosfato e idrossido, mentre a valori di pH bassi viene debolmente solubilizzato. Tali caratteristiche rendono il Pb uno dei metalli meno mobili in assoluto, il che fa si che presenti concentrazioni naturali molto basse. La presenza di piombo nei suoli si concentra negli orizzonti superficiali, favorita dall'accumulo di sostanza organica, che, come vedremo in seguito, rappresenta il principale serbatoio dell'elemento in terreni inquinati. Il contenuto di piombo nell'acqua in assenza di contaminazione è compreso tra 1 e 10 µg/L.

Rame

Il rame è un elemento relativamente comune nella crosta terrestre e da un punto di vista mineralogico può presentarsi sotto forma sia di metallo nativo, che di cuprite (Cu_2O), malachite ($Cu_2(CO_3)$ $(OH)_2$), calcopirite ($CuFeS_2$), malachite ($Cu_2(CO_3)$ $(OH)_2$), pirite (FeS_2) e/o altri minerali contenenti zolfo. Il rame è un elemento fortemente calcofilo, ma può formare sia solfuri che ossidi, inoltre è fortemente concentrato, con altri elementi calcofili, in corrispondenza di fenomeni idrotermali. Nelle rocce sedimentarie, grazie al contributo preponderante della pirite e della calcopirite, si trova un po' dovunque: nei calcari mesozoici, nelle arenarie e nei *flysch* arenacei, nelle marne e nelle argille (R. Chetoni, 2000). In tale contesto geologico la presenza di rame indica che il principale meccanismo di rimozione del metallo dalle acque marine è stata, nel corso delle ere terrestri, la sedimentazione delle argille e della sostanza organica. I valori più bassi sono in genere rinvenuti nei suoli calcarei e ghiaiosi, lievemente maggiori nelle argille e ancora più elevati, (10-100 mg/Kg), nelle arenarie; concentrazioni superiori a 100 mg/kg di norma sono considerate anomale. Nel suolo si trova legato ai complessi organici, adsorbito alle argille o sugli ossidi e idrossidi di Ferro, Manganese e Alluminio o contenuto nel reticolo cristallino dei minerali. I minerali di rame sono piuttosto attaccabili dai processi di alterazione, e seppur poco mobili, tendono a rilasciare ioni rameici specialmente in ambienti acidi. La presenza costante di rame nei suoli, unitamente alla sua spiccata tendenza a legarsi con altri metalli, indica l'influenza di due fattori che determinano la sua concentrazione iniziale: il materiale parentale e i processi di formazione del suolo. Il principale meccanismo di fissazione del rame del suolo è l'adsorbimento, poiché la maggior parte dei minerali sono in grado di adsorbire il rame in soluzione (ossidi di ferro e manganese, carbonati, fosfati), con spesso presenti ponti ossigeno tra l'elemento e il metallo legato. Un ruolo determinante viene giocato anche dai legami instaurati dall'elemento con la sostanza organica. Si stima che un solo grammo di acidi umici possa chelare anche oltre 100 mg di rame, il che spiega il bioaccumulo negli orizzonti superficiali dei suoli laddove la sostanza organica è più abbondante. Nei suoli di ambienti riducenti la sua

solubilità è controllata dalla sedimentazione dei solfuri, in ambienti ossidanti il Cu è solubile a pH<6, mentre con pH superiori è controllata dalla precipitazione di ossidi, idrossidi, carbonati e solfati. Nelle acque minerali il rame è normalmente assente o presente in tracce, attinto in prevalenza da soluzioni di solfuri misti, calcopirite e malachite, presenti allo stato colloidale.

Selenio

Le rocce caratterizzate dalla maggior presenza di selenio sono gli scisti dell'età carbonifera, triassica, giurassica, cretacea e terziaria che ricoprono tre quarti della superficie della terra e danno luogo alla maggior parte dei terreni coltivabili. Subordinatamente è presente nei minerali di genesi idrotermale, insieme a solfuri e altri metalli pesanti come ferro, argento, rame, piombo, mercurio e nichel. In genere è presente in elevata concentrazione nelle marne e nei materiali carbonatici originatisi in condizioni riducenti, ma elevati valori si trovano anche nelle rocce fosfatiche, sebbene secondo alcuni autori non vi sia correlazione tra i valori di fosfati e di Selenio. Nel suolo il contenuto dell'elemento dipende da quello del materiale di partenza, usualmente varia tra 0,2 e 2 mg/kg, ma sono noti suoli con valori naturali molto più elevati, che possono giungere sino a 1000 mg/kg. La mobilità in ambiente dipende dallo stato di ossidazione, aumentando in maniera proporzionale, in particolare nei suoli alcalini ben drenati è facilmente disponibile sotto forma di sali, mentre in condizioni riducenti o con pH neutro è presente con forme meno mobili. La solubilità aumenta anche in suoli con pH molto acido (Alloway, 1995). Di solito il selenio nelle acque si trova in concentrazioni di pochi µg/L, per quanto in alcuni casi particolari si possono avere localmente valori maggiori (G. Chiesa, 2002).

Stagno

Lo Stagno si rinviene in natura tramite i suoi minerali più diffusi, Cassiterite (SnO_2) e Stannite (Cu_2FeSnS_4). Nelle *facies* sedimentarie, argille e calcari, presenta concentrazioni da 4 a 6 mg/kg, nelle arenarie intorno al mg/kg, mentre nelle formazioni torbose può raggiungere anche 300 mg/kg. La mobilità dell'elemento nel suolo dipende dal pH, ma rispetto ad altri metalli è poco mobile. Esso si trova prevalentemente legato alla sostanza organica, sia in forma solubile che insolubile, e, in misura minore nel reticolo cristallino dei minerali argillosi. I composti dello stagno, data la loro relativa scarsa solubilità in acqua, possono essere assorbiti dai sedimenti. Lo stagno elementare, come la maggior parte dei suoi composti, sono insolubili in acqua e solitamente nelle acque i valori rilevati sono inferiori al 1 µg/L.

Tallio

Il tallio è un metallo piuttosto abbondante nella crosta terrestre, con una concentrazione stimata di circa 0,7 mg/kg ed è quasi sempre associato a sali di potassio, in argille e fanghi, mentre in

traccia è presenti nei solfuri minerali del rame, del piombo e dello zinco e subordinatamente nei calcari marnosi e nei noduli di manganese. Il tallio e i suoi composti sono molto tossici, vanno pertanto maneggiati con estrema cura. La sua tossicità deriva dalla capacità di sostituirsi ai cationi dei metalli alcalini presenti nell'organismo, principalmente sodio e potassio. Il tallio è parzialmente solubile in acqua e di conseguenza può essere disperso nella falda freatica se i terreni costituenti l'acquifero ne contengono grandi quantità, ma in genere i livelli nell'acqua sono molto bassi (< 1µg/L). L'elemento può anche disperdersi in ambiente attraverso assorbimento su fango.

Vanadio

Il vanadio è un elemento raro in natura. I principali minerali del vanadio sono la vanadinite [$Pb_5(VO_4)3Cl$], la patronite (VS_4), e la carnotite [$K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H2O$], ma nessuno di essi viene estratto e generalmente si ricava come sottoprodotto di altri minerali. Il contenuto di vanadio nei suoli varia considerevolmente (circa 3-310 mg/Kg), in funzione della roccia madre che lo origina. Le più alte concentrazioni in formazioni sedimentarie, in genere si rilevano nelle argille e negli scisti. Come per altri metalli pesanti, l'elemento rappresenta un buon indicatore di presenza di materiale a granulometria fine. Il coefficiente di correlazione tra V e Al_2O_3 è pari a circa 0,81 e testimonia l'alta affinità di questo metallo per la frazione allumosilicatica del sedimento, di conseguenza un suo accumulo nelle tessiture più fini. Sempre in ambiente sedimentario, si rinviene per alterazione geochimica dei solfuri, in argilliti e sabbie bituminose, in ambiente idrotermale, come sottoprodotto nei solfuri per ossidazioni ed anche nelle rocce fosfatiche, dove sono stati trovati livelli di concentrazione pari a circa 6000 mg/Kg. I composti del vanadio sono uniformemente distribuiti negli orizzonti del suolo, ma come per gli altri metalli, i livelli più elevati si rinvengono negli orizzonti superficiali, probabilmente a causa delle piante che incorporano l'elemento nei loro processi di crescita. Anche se il suo comportamento nel suolo non è ancora ben definito, l'elemento tende ad essere adsorbito dai terreni. Secondo alcuni autori la sua presenza nel suolo sembra connessa alla presenza di ossidi di Ferro, in misura minore risulta adsorbito nei minerali argillosi o legato in forma cationica alla sostanza organica (De Vivo et AA.VV., 2004). La mobilità è ridotta in ambiente alcalino mentre in condizioni non alcaline (con pH compresi tra 5,0 e 8,0) e in ambienti riducenti, può spostarsi lungo il profilo del terreno tendendo a combinarsi facilmente con altre specie chimiche. La concentrazione nelle acque varia ampiamente in dipendenza dalle aree geografiche e conseguentemente dalle formazioni geologiche ivi presenti, con un *range* variabile da circa 0,2 µg/L a più di 100 µg/L.

Zinco

La presenza di zinco naturale è prevalentemente riconducibile a processi di alterazione residuale

dei minerali presenti nei cappellacci sedimentari, che esulano dalla presente trattazione, ma l'elemento è fortemente presente anche in altre rocce sedimentarie, in quanto la diffusione dell'elemento è controllata dall'abbondanza in natura dei silicati ferromagnesiaci, dalla magnetite, dei minerali argillosi e dei solfuri. Le rocce carbonatiche ne contengono mediamente 50 mg/Kg circa, così come le sabbie quarzoso-feldspatiche; maggiori quantità si trovano nelle arenarie (70-100 mg/Kg) e nelle argilliti (50-190 mg/Kg). Alti livelli di Zinco sono presenti in minerali oolitici di Ferro, in noduli ferromagnesiaci e anche nelle mineralizzazioni a solfuri, in associazione con Ferro, Piombo tipiche di aree minerarie ma potenzialmente presente anche in bacini di sedimentazione anossici caratterizzati da scarsi valori di ossigeno. Lo Zinco è un microelemento essenziale per la vita essendo indispensabile nella formazione di diversi enzimi. Le piante superiori lo assorbono tramite le radici, a profondità variabili, restituendolo in ambiente per la ricaduta di parte o della totalità della pianta stessa e/o al termine del ciclo vitale o produttivo. Per tale motivo i campioni di suolo superficiali spesso presentano un relativo arricchimento dell'elemento in superficie, processo noto come *plantpumping*. I successivi processi di ridistribuzione dell'elemento dipendono dalla sua solubilità, dal trasporto fisico operato dalla fauna presente nel terreno e dal dilavamento delle particelle minerali. La mobilizzazione dello zinco è favorita da condizioni di basso pH e ambiente ossidante, che similmente al rame, lo rendono piuttosto mobile rispetto ad altri metalli, nonostante la sua concentrazione nella soluzione circolante all'interno del terreno sia molto bassa (Alloway, 1995). Anche se nei suoli lo zinco forma facilmente complessi con la sostanza organica e con i carbonati, il che ne genera un accumulo negli orizzonti superficiali, sembra che l'associazione a idrossidi di Ferro e Alluminio nelle argille sia predominante. Un ulteriore fattore da considerare è la proporzionalità inversa tra solubilità e biodisponibilità dello zinco. Alcuni autori affermano che suoli acidi, sabbiosi e poveri in sostanza organica siano quelli che più ne favoriscono la mobilizzazione. Le concentrazioni dello zinco in acqua sono generalmente basse, con valori medi compresi tra 0,001 a 1 mg/L.

2.3. DATI DI LETTERATURA E CONCENTRAZIONI STANDARD PER I SUOLI

Valori di concentrazione tipici nelle rocce

A compendio e integrazione di quanto riportato precedentemente, nelle Tabelle 2.1-2.4 si riportano informazioni di carattere geochimico provenienti dai dati di letteratura o acquisite con indagini ambientali. Inoltre si riportano i valori di concentrazione naturali tipici dei metalli nei vari tipi di rocce, allo scopo di fornire un'indicazione di massima circa l'ordine di grandezza dei loro valori nella matrice suolo-sottosuolo, in previsione del successivo studio dei VDFN.

Element	Shales	Sandstones	Carbonates	Element	Shales	Sandstones	Carbonates
Barium[(a)]	600	10–100	10	Nickel	80	2	20
Lithium[(a)]	60	15	5	Lead	20	7	9
Rubidium[(a)]	140	60	3	Scandium	15	1	1
Strontium[(a)]	400	20	610	Thorium	12	1.7	1.7
Bromine	5	1	6.2	Titanium	4,600	1,500	400
Cerium	70	92	11.5	Uranium	3.5	0.5	2.2
Chlorine	180	10	150	Vanadium	130	20	20
Chromium	100	35	11	Yttrium	35	40	30
Cobalt	20	0.3	0.1	Zinc	90	16	20
Copper	50	1–10	4	Zirconium	180	220	19
Fluorine	600	270	330	Arsenic[(b)]	10	1	1
Gallium	25	12	4	Boron[(b)]	100	35	20
Germanium	1.5	0.8	0.2	Molybdenum[(b)]	2	0.2	0.4
Iodine	2	1.7	1.2	Phosphorus[(b)]	750	170	400
Manganese	850	10–100	1,100	Selenium[(b)]	0.6	0.1	0.1

Source: Krauskopf and Bird (1995, Table 20-5).
(a) Ionic potential <2.5.
(b) Ionic potential >9.5.

Tabella 2.1: Concentrazioni medie di elementi metallici in argilliti, arenarie e rocce carbonatiche, (u.m. in mg/kg), fonte Guidance for Environmental Background Analysis Volume II: Sediment.

Analita	Rocce Ignee	Argille	Arenarie	Calcari	Analita	Rocce Ignee	Argille	Arenarie	Calcari
Silicio	285000	359000	33900	33900	Litio	32,2	15	45,2	5,16
Alluminio	79500	32100	80100	8970	Cobalto	23	0,328	8,06	0,123
Ferro	42200	18600	38800	8190	Gallio	18,5	5,87	22,8	2,69
Calcio	36200	22400	22500	272000	Piombo	15,6	13,5	80	16,5
Sodio	28100	3870	4850	393	Torio	11,4	3,94	13,1	2,01
Potassio	25700	13200	24900	2390	Boro	7,5	90	194	16
Magnesio	17600	8100	16400	45300	Cesio	4,3	2,15	6,2	0,77
Fosforo	1100	539	733	281	Berillio	3,65	0,258	2,13	0,175
Manganese	937	392	575	842	Uranio	2,75	1,01	4,49	2,2
Fluoro	715	220	560	112	Stagno	2,49	0,115	4,12	0,166
Bario	595	193	250	30,1	Bromo	2,37	1,0	4,3	6,6
Zolfo	410	945	1850	4550	Arsenico	1,75	1,0	9,0	1,75
Stronzio	368	28,2	290	617	Wolframio	1,42	1,56	1,92	0,561
Carbonio	320	13800	15300	113500	Germanio	1,39	0,881	1,32	0,363
Cloro	305	15	170	305	Molibdeno	1,25	0,50	4,25	0,75
Cromo	198	120	423	7,1	Iodio	0,45	3,75	4,4	1,59
Rubidio	166	197	243	46	Mercurio	0,328	0,0574	0,272	0,0456
Vanadio	149	20,3	101	12,6	Cadmio	0,192	0,0199	0,183	0,00476
Rame	97,4	15,4	44,7	4,4	Argento	0,151	0,122	0,271	0,189
Nichel	93,8	2,6	29,4	12,8	Selenio	0,05	0,525	0,60	0,315
Zinco	80	16,3	130	15,6	Oro	0,00357	0,00457	0,00345	0,00179
Azoto	46		600						

Tabella 2.2: Concentrazioni medie di metalli nelle rocce, (u.m.) mg Kg-1, Idrogeochimica di G. Chiesa, 2002.

	Rocce ignee			*Rocce sedimentarie*		
	graniti	*mafiche*	*ultramafiche*	*calcari*	*arenarie*	*argilliti*
Cd	0.09-0.2	0.13-0.2	0.12	0.028	0.05	0.2
Co	1	35-50	110-150	0.1-4	0.3	19-20
Cr	4	200	2000-2980	10-11	35	90-100
Cu	10-13	90-100	10-42	5.5-15	30	39-50
Hg	0.08	0.01-0.008	0.004	0.05-0.16	0.03-0.29	0.18-0.5
Mn	400-500	1500-2200	1040-1300	620-1100	4-60	850
Ni	0.5	150	2000	7-12	2-9	68-70
Pb	20-24	3-5	0.1-14	5.7-7	8-10	20-23
Sn	3-3.5	1-1.5	0.5	0.5-4	0.5	4-6
Zn	45-52	100	50-58	20-25	16-30	100-120

Tabella 2.3: valori tipici di metalli pesanti nelle rocce, (u.m. in mg Kg-1), fonte Levinson (1974) e Alloway (1990).

Resistenza all'alterazione	Minerale		Elementi in traccia che possono essere ospitati nel reticolo cristallino
	Nome	Formula cristallochimica	
Bassa	Olivina	$(Mg,Fe)_2[SiO_4]$	Ni, Co, Mn, Li, Cu, Mo
	Orneblenda	$(Na,K)_{0-1}Ca_2(Mg,Fe^{+2},Fe^{+3},Al)_5[Si_{6-7},Al_{2-1},O_{22}](OH,F)_2$	Ni, Co, Mn, Sc, Li, V, Zn, Cu
	Augite	$(Ca,Na,Mg,Fe^{+2},Mn,Fe^{+3},Al,Ti)_2$ $[(Si,Al)_2O_6]$	Ga
	Biotite	$K_2(Mg,Fe^{+2})_{6-4}(Fe^{+3},Al,Ti,)_{0-2}$ $[Si_{6-5},Al_{2-3},O_{20}](OH,F)_4$	Ni, Co, Mn, Sc, Li, V, Zn, Pb, Cu, Ga.
	Apatite	$Ca_5(PO_4)_3(OH,F,Cl)$	Rb,Li, Ba,Ni,Co,Sc,As, Bi, Sb,Mn, V, Zn, Cu, Ga
	Anortite	$CaAl_2Si_2O_8$	Ga
	Andesite	$(1-x)CaAl_2Si_2O_8$ *(x) $NaAlSi_3O_8$	Terre rare, Pb, Sr, Cd, Zn
	Oligoclasio	$(1-x)CaAl_2Si_2O_8$ * $(x)NaAlSi_3O_8$	Sr, Cu, Ga, Mn
Media	Albite	$NaAlSi_3O_8$	Cu, Ga
	Granato	$(Mg,Fe,Mn,Ca)_3(Al,Fe,Cr,Ti)_2Si_3O_{12}$	Mn, Cr, Ga
	Ortoclasio	$(K,Na)[AlSi_3O_8]$	Rb, Ba, Sr, Pb, Cu, Ga
	Musovite	$K_2Al_4[Si_6Al_2O_{20}](OH,F)_4$	F, Rb, Ba, Sr, Ga, V
	Titanite	$CaTi[SiO_4](O,OH,F)$	Terre rare, V, Sn
	Ilmenite	$FeTiO_3$	Co, Ni, Cr, V
	Magnetite	$(Fe^{+2})(Fe^{+3})_2O_4$	Zn, Co, Ni, Cr, V
	Tormalina	$Na(Mg,Fe,Mn,Li,Al)_3Al_6[Si_6O_{18}](BO_3)(OH,F)$	Li, F, Ga
Alta	Zircone	$Zr[SiO_4]$	Hf, U, Th, Terre rare
	Quarzo		***

Tabella 2.4: Resistenza all'alterazione ed elementi in traccia dei più comuni minerali costituenti le rocce della crosta terrestre ed il loro contenuto di metalli pesanti, (fonte L. Gallini, 2001).

2.4. STUDIO DEI VDFN: CASI STUDIO E PARAMETRICI STATISTICI

Come si evince dalle tabelle di cui sopra, i valori tipici dei metalli/metalloidi spesso presentano concentrazioni totali anomale; per tale ragione è disponibile una vasta letteratura sull'argomento. Anche in Italia per motivazioni di carattere ambientale-sanitario connesse alla bonifica di siti contaminati, per alcuni analiti che superano i limiti di legge, sono stati eseguiti studi finalizzati

alla determinazione di VDFN e riguardanti la loro presenza antropica in ambiente. Per i suoli, sono stati oggetto di studio vari metalli (arsenico, cadmio, cromo, nichel, piombo, rame, vanadio, ecc.), sia in relazione alla loro diffusa presenza in natura, sia al loro vasto utilizzo nelle pratiche agricole e industriali. Le Tabelle 2.5÷2.7 riportano in sintesi i risultati delle elaborazioni statistiche derivate dai studi sui VDFN, effettuate nel nostro Paese in formazioni sedimentarie.

	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb
Media	151,62	101,83	36,37	84,87	18,67
Mediana	147,90	95,45	37,00	85,40	17,55
Deviazione Standard	32,61	24,05	8,25	13,45	5,53
Minimo	97	60	13	52	8
Massimo	239	167	62	125	39
5 %	110	71	24	64	11
10 %	114	76	25	69	12
25 %	126	84	31	75	15
50 %	148	96	37	85	18
75 %	169	118	41	94	22
90 %	197	138	46	101	25
95 %	221	148	51	107	27

Tabella 2.5: carta pedogeochimica 1:50.000 foglio 181 Parma nord, parametri statistici dei dati XRF (u.m. in mg/kg) nei campioni prelevati a 90-100 cm di profondità. fonte: Note illustrative della Carta pedogeochimica al foglio 181 scala 1:50.000 Parma Nord. AA.VV. Regione Emila Romagna- Università di Bologna).

	Sb	Cd	Co	Cr	Hg	Ni	Pb
LIMITI 471 Col. A mg/Kg	10	2	20	150	1	120	100
Valore medio	1.9	0.3	11.8	51.7	0.1	23.8	41.4
90° percentile	2.6	0.5	14.4	63.8	0.2	31.0	66.6
	Se	**Tl**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Mo**	**Al**
LIMITI 471 Col. A mg/Kg	3	1	120				
Valore medio	0.1	0.5	35.4	34500	612	0.4	42200
90° percentile	0.2	0.6	50.8	44000	948	0.6	53700

	As	Sn	Be	Zn	V
LIMITI 471/99 Col. A mg/kg	20	1	2	150	90
Media ± dev.st.	**27.4 ± 11.0**	**4.6 ± 2.1**	1.7 ± 0.5	111 ± 34	66 ± 18
90° percentile	**39.5**	**6.3**	**2.1**	**152**	83

Tabella 2.6: Suoli entroterra veneziano Confronto tra i limiti D.M. 471/1999, precedente normativa sulle bonifiche ambientali abrogata dal D. Lgs. 152/06 e valori medi della categoria suoli untouched – intatti, (u.m. in mg/Kg) fonte: Determinazione del Livello di fondo di metalli pesanti nei suoi dell'entroterra veneziano. ARPAV – 2002).

	Sb	As	Be	Cd	Co	Cr	Hg	Ni	Pb	Cu	Se	Sn	V	Zn
Tagliamento (T)	nd	14*	nd	0,62*	12*	67*	0,09*	42*	33*	44*	nd	nd	nd	86*
Piave (P)	1	13	1,7	0,64	15	61	0,26	52	36	186	0,5	4,0	87	113
Brenta (B)	2,4	45	2,3	0,95	16	64	0,67	38	54	110	0,31	7,8	96	144
Conoidi pedemontane (C)	0,8*	23	1,6*	0,86	16	76	0,26	56	45	114	0,40*	3,4*	81*	110
Colline su conglomerati (CCG)	1,20	22	1,8	1,00	30	100	0,20	69	50	120	0,61	3,5	130	115
Colline su marne (CMA)	0,78	15	2,1	0,90	34	120	0,15	100	52	220	0,96	5,0	87	160
Prealpi su calcari duri (MCA)	2,20	27	3,3	3,40	39	159	0,32	109	126	76	1,31	4,5	170	245
Prealpi su calcari marnosi (MCM)	1,83	15	2,7	1,50	35	173	0,29	131	81	93	0,65	5,6	140	190

Tabella 2.7: VDFN dei metalli determinati nelle unità fisiografiche della provincia di Treviso, (u.m. in mg/Kg) fonte: Metalli e metalloidi della provincia di Treviso. AA.VV. Provincia di Treviso – ARPAV. 2011).

Nelle acque di falda gli analiti che spesso superano i valori di soglia di contaminazione previsti dal D. Lgs. 152/06 sono il Ferro e il Manganese (CSC Fe 200µg/l, Mn 50µg/l). La presenza dei due elementi nelle acque di falda in elevate concentrazioni naturali, è ampiamente diffusa e documentata in numerosi studi realizzati nel nostro Paese. Qualche dato: nella Pianura Padana le falde più profonde contengono ferro e manganese, ma anche solfuri, che ne richiedono un trattamento di deferrizzazione-demanganizzazione. La qualità dell'acqua potabile dell'acquedotto di Pavia contiene in media 380 µg/l di Manganese, valore massimo 2640 µg/l, e 150 µg/l di Ferro (dati Laboratorio Chimico Provinciale del 22/06/1978, analisi effettuate in 22 pozzi).

In misura minore altri studi sui VDFN per le acque sotterranee in Italia, sono stati intrapresi in relazione ad elevati tenori e superamenti delle CSC a carico di altri metalli (Alluminio, Arsenico, Nichel, Zinco), di Sali Inorganici (Solfati, Cloruri) e di Composti Azotati. La Tabella 2.8 mostra gli esiti delle determinazioni dei VDFN per alcuni metalli nelle acque di falda di alcuni SIN. Nella Tabella 2.9 sono riportati parametri statistici di alcuni metalli, ricavati da studi sulle acque di falda svolti nell'area di Portoviro e Caverziere (RO).

Metallo	Fondo
Alluminio	260 300 µg/l
Ferro	680 720 µg/l
Manganese	610 625 µg/l

Fonte del limite	Condizioni	Mn µg/L	Fe µg/L
Circa il 97,7% dei valori di fondo	Cl^-<100 mg/L	300	5000
	Cl^->100 mg/L	1000	20000

Tabella 2.8: risultati della determinazione dei VDFN per i metalli nel SIN di Tito-Val Basento (sn) e nel SIN Laguna di Grado e Marano (dx); fonte dati ISPRA.

	N validi	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Percentili			Dev. St.	Errore Standard	Asim-metria	Curtosi
						25°	90°	95°				
As	15	14,133	4	2*	72	-	40,40	59,4	21,25	5,49	2,07	3,75
Fe	15	2165,93	791	20*	10020	440	5500	7486	2791,37	720,73	1,99	3,88
Mn	15	597,40	626	23	1061	444	980	1014	290,57	75,03	-0,19	-0,28
Cl	15	2505,58	162	36,2	10993	73,5	8888	9586	3857,64	996,04	1,45	0,58
SO_4	15	367,67	244	3	1199	76,6	823	943	361,40	93,31	1,05	0,25
Ni	15	4,5	-	5*	13	-	9	11	3,22	0,83	1,78	2,66

Tabella 2.9: dati relativi al documento "Determinazione dei valori di fondo naturale nei suoli e nelle acque sotterranee dell'area interessata dalla costruzione del metanodotto parametri statistici di metalli e composti inorganici presenti nelle acque sotterranee dell'area Portoviro–Cavarzere", AA. VV. 2012.

Va segnalato che i dati di letteratura evidenziano superamenti dei valori di CSC a carico di ferro e manganese anche nelle Marche. Nelle acque potabili di alcuni comuni della provincia di Pesaro, sono stati rilevati livelli di manganese intorno a 10 mg/l, dovuti alla natura idrogeologica del terreno (Riganti, 2003). In ambito nazionale anche per le acque di falda del SIN di Falconara Marittima e l'ex-SIN, ora Regionale, del Basso Bacino del Chienti, le indagini eseguite hanno fatto registrare concentrazioni elevate e superamenti delle CSC per ferro e manganese, anche in aree esterne a quelle contaminate e a monte idrogeologico di queste. Per tale motivo il MATTM, titolare di entrambi i procedimenti di bonifica, in CdS ha testualmente deliberato quanto segue:

SIN di Falconara Marittima (link: http://www.bonifiche.minambiente.it/.)

- ✓ *"Per quanto riguarda poi i superamenti per i parametri, Mn, Fe, la Direzione Qualità della Vita richiede ad ARPAM la determinazione, sulla base dello stato di conoscenza dell'idrogeologia e dell'idrochimica, dei valori di fondo naturale nelle acque di falda per il sito di bonifica di interesse nazionale di Falconara Marittima"*, CDS del 08/11/05.
- ✓ Con nota prot. 3279/SRS/391 del 10/02/06, acquisita dal MATT al prot. n. 3397/QdV/DI del 17/02/06, ARPAM aveva trasmesso il Piano di indagine finalizzato alla determinazione dei VDFN nei suoli e nelle acque di falda.
- ✓ La CDS decisoria del 07/03/06 deliberò di approvare il Piano di indagine finalizzato alla determinazione dei VDFN nei suoli e nelle acque di falda, a condizione che l'ubicazione finale dei sondaggi fosse effettuata alla presenza di tecnici del Comune.
- ✓ L'Accordo di Programma del 20/07/ 2010 sottoscritto tra il MATTM, la Regione Marche, la Provincia di Ancona, il Comune di Falconara Marittima e l'Autorità Portuale di Ancona, prevede il campionamento ed analisi di tutte le matrici ambientali necessari alla determinazione dei VDFN nei suoli e nelle acque di falda.
- ✓ Con nota prot. n. 703540 del 12/10/12, la Regione Marche ha trasmesso al MATTM la Revisione del Piano di caratterizzazione per la determinazione dei VDFN dei suoli e delle acque di falda del SIN di Falconara Marittima, predisposto dall'ARPAM.

SIN Basso Bacino del Chienti (link: http://www.bonifiche.minambiente.it/.)

Come per il SIN di Falconara Marittima, per l'ex SIN del Chienti le CdS il MATTM deliberarono a più riprese di richiedere agli Enti preposti, (ARPAM e ISPRA), la determinazione dei VDFN per Ferro e Manganese, rilevati in elevate concentrazioni. A oggi lo studio sui VDFN per Falconara è ancora in fase di esecuzione, mentre l'indagine per il Chienti è stata avviata nel 2012 e dovrebbe essere stata conclusa, seppur non riportata in alcun sito *internet*.

2.5. FORMAZIONI SEDIMENTARIE SEDE DI ANOMALIE GEOCHIMICHE

Nella sezione introduttiva del capitolo I e nei precedenti casi studio, è stato ampiamente documentato che le caratterizzazioni ambientali e studi sui VDFN per i metalli sono nella quasi totalità dei casi propedeutici alla bonifica dei siti contaminati. Ciò comporta che la maggior parte dei dati acquisiti si riferiscono ad aree industriali ubicate nelle fasce pianeggianti esterne, e/o per ovvi motivi logistici, in aree logisticamente attrezzate e/o in corrispondenza della costa. Di conseguenza le *facies* investigate risultano per lo più le formazioni alluvionali recenti. In ambienti deposizionali (mare profondo, anossici, evaporitici) la ricerca ha evidenziato possibili valori anomali per molti elementi metallici in presenza di materiale fine, oppure di venuta a giorno di acque cariche di provenienti da acquiferi profondi, o dalla azione di lisciviazione e

dilavamento operata dalle acque. Di seguito saranno illustrati i risultati della caratterizzazione ambientale di alcune Formazioni di rilevanza regionale, poste esternamente alle aree in esame e che presentano spiccate analogie e peculiarità simili con quelle investigate, poiché caratterizzate da processi sedimentari simili e svolti in aree contigue. I dati esaminati riguardano, i suoli delle Formazioni argillose e le acque termali investigate in corrispondenza della presenza della Formazione Gessoso Solfifera, per le motivazioni di seguito addotte:

- ✓ Formazioni argillose; seppur i dati di caratterizzazione acquisiti per le elaborazioni statistiche coinvolgano spesso anche litologie fini (argille limose, limi argillosi, limi sabbiosi), generalmente, se non a fondo foro delle perforazioni, le argille sono scarsamente investigate. Le palesi motivazioni risiedono nel fatto che rappresentano un livello idraulico di separazione, impedendo di fatto la veicolazione della contaminazione dall'alto verso il basso. Difatti, nell'ambito di una buona pratica di esecuzione dei sondaggi ambientali, difficilmente tali formazioni vengono perforate, salvo situazioni particolari e con tutte le precauzioni del caso, proprio al fine di evitare fenomeni di *cross-contamination* dall'alto verso il basso. Esse rappresentano inoltre le superfici ideali dove intestare pozzi e piezometri di monitoraggio, propedeutici al monitoraggio delle acque di falda e ad eventuali interventi di messa in sicurezza/ bonifica dei siti contaminati. Se a questo poi si aggiunge l'innata capacità di convogliare numerose specie di metalli/metalloidi nel loro reticolo cristallino, con la potenziale capacità di rilasciarli in quantità elevate in ambiente, l'importanza di acquisire informazioni aggiuntive in tal senso assume una valenza ancora maggiore.
- ✓ Formazione gessoso solfifera: in particolare si farà riferimento alle acque che la intercettano o in aree limitrofe ad essa, che spesso dando origine ad anomale concentrazioni di composti metallici, ioni e Sali, i quali spesso superano i limiti normativi vigenti. Ciò oltre a comportare i noti problemi di natura giuridica ai fini della bonifica, in virtù del loro chimismo particolare possono provocare problemi tecnici nella realizzazione di impianti di trattamento delle acque. Di qui la stringente necessità, soprattutto nelle Marche, di affrontare la questione in ambito scientifico. Da un punto di vista geologico va poi detto che alcuni campioni scelti per lo studio dei VDFN, sono stati proprio prelevati in corrispondenza di questa unità o in aree limitrofe ad essa e quindi suscettibili di arricchimento di metalli.

Le concentrazioni dei composti metallici riscontrate in questi particolari ambienti, proprio perché rinvenuti in *facies* usualmente "aliene" alle caratterizzazioni ambientali *standard*, come avremo modo di vedere, si discostano rispetto ai loro valori tipici. Inoltre risulta determinante stabilirne l'origine naturale o antropica, visto che possono rappresentare potenziali serbatoi di immissione di metalli nelle aree oggetto di studio. I dati ambientali saranno poi confrontati con quelli dei

campionamenti effettuati nelle corrispettive formazioni delle aree di studio, acquisiti per la ricerca ma non utilizzati per le elaborazioni, in quanto inferiori ad un numero statistico rappresentativo (>30 campioni in conformità alle Linee Guida APAT/ISS 2006).

Formazioni plio-pleistoceniche del Bacino Molisano Interno

L'area del "Bacino Molisano Interno" è costituita da sedimenti di ambiente in mare aperto relativamente profondo; analogamente al Bacino Marchigiano Esterno è posta in posizione antistante ad una Dorsale in una zona di scarpata, l'Avanfossa Adriatica colmatasi con depositi torbiditici. I sedimenti tipici di questa area sono le argille Varicolori, presenti nella maggior parte dell'Appennino centro-meridionale sotto varie denominazioni (Unità Sicilidi, Argille Variegate, Argille Scagliose). Tali formazioni presentano caratteristiche simili alle *facies* plio-pleistoceniche ampiamente diffuse nelle Marche, essendo costituite in prevalenza da argille, argille marnose e marne argillose bioturbate e siltose. In concordanza litostratigrafica e superiormente ad esse, sono presenti *facies* clastico-evaporitiche, con sedimenti provenienti dallo smembramento degli adiacenti rilievi collinari gessosi.

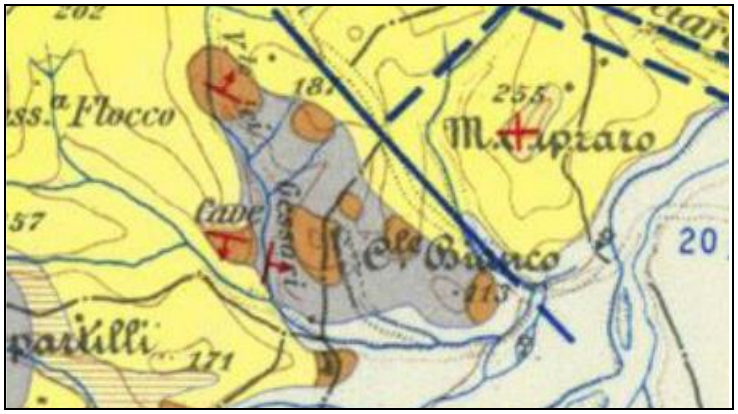


Figura 2.1: Bacino molisano interno, in grigio Argille, Marne e Argille marnose del Paleogene, in nocciola formazione Gessoso Solfifera. Fonte: http://193.206.192.231/carta_geologica_italia/tavoletta.php?foglio=154.

Sulla base di quanto riportato dalla cartografia ISPRA (Foglio 1:100.000) e dalla documentazione relativa alla caratterizzazione e bonifica del sito (fonte dati MATTM) dal basso verso l'alto si può individuare la seguente successione litostratigrafica tipo:

- ✓ Argille Varicolori membro inferiore *(AVB)*: argille fogliettate rosse, violacee, verdastre, grigie con sottili livelli di arenaria bruna e con intercalazioni di calcari grigi, calcari microdetritici, calcari marnosi, livelli manganesiferi, livelli e lenti di selci policrome.
- ✓ Argille Varicolori *(AVT)*: marne compatte ed argille marnose talora fogliettate, rosse, grigie, verdastre, con intercalazioni di banchi calcarei e con lenti e livelli di selce da nera a rossa.
- ✓ *Facies* clastico evaporitica *(AG)*: argille sabbiose grigie fogliettate e marne grigie compatte, con arenarie più o meno cementate e abbondante microfauna, talvolta intercalate da argille sabbiose giallastre azoiche e gesso per lo più sotto forma di grossi cristalli.

Allo scopo di individuare valori tipici dei metalli in queste unità, è stata effettuata un'elaborazione "statistica descrittiva" (indici di tendenza centrale e *box-plot*) per Cromo totale, Vanadio e Zinco, con *data set* statisticamente rappresentativo (n° campioni >30): i risultati sono riportati in Tabella 2.12. I dati degli altri metalli (arsenico, cadmio, mercurio, piombo, rame e selenio), con n<30 campioni, non rappresentativi ma funzionali ad un confronto con quelli di analoghe formazioni presenti nelle aree oggetto di studio, si riportano in Tabella 2.13. Sono esclusi dalle elaborazioni i campioni prelevati entro il primo metro di perforazione, poiché potenziali ricettori di apporti antropici e sede di copertura vegetale.

CROMO TOTALE (CSC D. Lgs. 152/06 a 150 mg/kg, B 800 mg/kg)	AVB (46)	AVT (60)	AG (54)
1 PERCENTILE O 25 PERCENTILE	55,14	50,67	58,96
MINIMO	39,37	40,96	41,18
MEDIA	64,69	56,98	63,83
2 PERCENTILE, MEDIANA O 50 PERCENTILE	59,30	57,40	62,31
MASSIMO	105,80	79,50	100,10
3 PERCENTILE, O 75 PERCENTILE	73,10	60,97	69,73
VANADIO (CSC D. Lgs. 152/06 a 90 mg/kg, B 250 mg/kg)	**AVB (46)**	**AVT (60)**	**AG (54)**
1 PERCENTILE O 25 PERCENTILE	74,39	73,53	75,60
MINIMO	62,59	50,52	59,80
MEDIA	77,96	80,38	80,11
2 PERCENTILE, MEDIANA O 50 PERCENTILE	80,47	81,11	81,20
MASSIMO	87,90	111,90	108,60
3 PERCENTILE, O 75 PERCENTILE	81,70	85,97	84,66
ZINCO (CSC D. Lgs. 152/06 a 150 mg/kg, B 1500 mg/kg)	**AVB (46)**	**AVT (60)**	**AG (54)**
1 PERCENTILE O 25 PERCENTILE	80,74	73,66	80,43
MINIMO	65,93	55,76	52,30
MEDIA	86,41	80,75	86,80
2 PERCENTILE, MEDIANA O 50 PERCENTILE	85,34	81,12	89,61
MASSIMO	105,90	113,00	108,70
3 PERCENTILE, O 75 PERCENTILE	93,98	87,89	95,98

Tabella 2.12: parametri statistici per cromo totale, vanadio e zinco. CSC D.Lgs. 152/06: A suoli a destinazione d'uso residenziale, B a destinazione d'uso industriale, tra parentesi il numero dei campioni processati.

Valori di concentrazione per metalli/metalloidi formazioni del Bacino Molisano Interno											
Arsenico		Mercurio		Nichel		Piombo		Rame		Selenio	
2,59	2,74	<0,5	<0,5	70,99	66,09	15,96	12,70	63,68	61,78	<0,5	0,53
3,22	3,53	<0,5	<0,5	55,88	49,40	13,87	14,68	48,17	36,78	<0,5	0,68
2,43	2,51	<0,5	1,33	62,65	46,62	15,55	11,94	57,04	40,58	<0,5	0,73
1,70	2,37	<0,5	0,65	112,20	48,64	13,80	42,42	56,04	46,51	<0,5	<0,5
8,75	1,70	0,91	<0,5	55,84	75,16	11,67	10,78	121,80	37,77	0,82	0,72
2,55	2,86	<0,5	0,83	48,82	44,80	11,36	11,43	46,56	37,14	<0,5	0,95
2,56	3,51	<0,5	<0,5	31,76	33,01	8,59	11,38	26,71	27,00	0,53	<0,5
1,33	9,13	<0,5	<0,5	50,77	68,66	10,53	15,97	74,50	76,37	1,28	1,10
1,57	1,85	<0,5	<0,5	41,18	43,14	10,45	11,40	44,71	44,45	<0,5	<0,5
4,95	7,29	<0,5	<0,5	29,11	48,22	13,98	10,18	75,70	24,25	<0,5	<0,5
2,17	<0,5	<0,5	<0,5	38,03	67,88	11,41	17,95	33,61	73,28	0,81	<0,5
2,56	<0,5	<0,5	<0,5	38,33	52,79	11,60	14,17	38,07	53,74	0,74	<0,5
2,13	<0,5	<0,5	<0,5	44,17	58,26	11,97	12,90	40,67	54,01	0,56	<0,5

Tabella 2.13: valori di concentrazione altri metalli, (unità di misura in mg/kg).

Valori dei metalli acquisiti nel Bacino Marchigiano Esterno

Ai fini di un mero confronto con i dati dell'area molisana interna, avente peculiarità geologiche simili alle aree oggetto di studio, la Tabella 2.14 riporta i dati della caratterizzazione di un'area industriale ubicata nel Bacino Marchigiano Interno per alcuni metalli. I sondaggi intercettano formazioni marnose mioceniche, eteropiche e limitrofe a quelle che saranno utilizzate per il fondo naturale. Seppur i campioni sono limitati ad un numero di sei, i dati risultano in linea con i precedenti del Bacino Molisano per la maggior parte dei composti metallici.

Parametro	U. M.	A	B	C1/3 mt	C1/6 mt	C2/3 mt	C2/6 mt	C3/3 mt	C3/6 mt
Alluminio	mg/kg	/	/	30310	40060	14200	12400	18980	18780
Arsenico	mg/kg	20	50	7,9	12,6	15,6	9,3	11,3	8,4
Berillio	mg/kg	2	10	1,2	1,8	1,0	0,8	1,1	1,0
Cadmio	mg/kg	2	15	< 0,2	0,3	0,3	< 0,2	0,2	< 0,2
Cobalto	mg/kg	20	250	11,3	18,4	18,6	12,6	15,68	11,8
Cromo VI	mg/kg	2	15	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cromo totale	mg/kg	150	800	82,7	126,2	55,7	49,0	69,3	63,2
Mercurio	mg/kg	1	5	0,9	0,2	0,4	0,2	0,3	< 0,1
Nichel	mg/kg	120	500	50,1	85,7	74,9	55,2	74,3	50,9
Piombo	mg/kg	100	1000	13,3	23,8	33,7	15,2	20,4	14,2
Rame	mg/kg	120	600	33	46	41	33	42	32
Selenio	mg/kg	3	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Stagno	mg/kg	1	350	0,9	2,8	3,3	0,4	1,4	0,6
Tallio	mg/kg	1	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Vanadio	mg/kg	90	250	75,2	102,7	34	31	46,0	48
Zinco	mg/kg	150	1500	77,1	139,6	128,1	77,1	110,9	81,4
Ferro	mg/kg	/	/	22840	36190	30350	22100	28050	22050

Tabella 2.14: risultati analitici metalli/metalloidi in argille marnose del Bacino Marchigiano Interno.

Dati idrochimici e chimico-fisici di acque sulfuree delle facies evaporitiche appenniniche

Si definiscono sulfuree quelle acque che contengono almeno l mg/l di idrogeno solforato (H_2S), il cosiddetto grado solfidrometrico, che a seconda della sua concentrazione vengono a loro volta classificate in tre sottocategorie: Sulfuree deboli (tra 1 e 10 mg/l di H_2S), Sulfuree medie (tra 10 e 100 mg/l di H_2S) e Sulfuree forti (oltre 100 mg/l di H_2S). Nelle rocce sedimentarie esse trovano origine dall'interazione dell'acqua meteorica con terreni gessosi, in presenza di solfobatteri. L' H_2S tende a volatilizzare una volta all'aperto e la sua persistenza in acqua dipende da almeno due fattori: la temperatura alla sorgente e il valore del pH, che risulta maggiormente stabile per valori acidi e dissociato (H^+ e HS^-) in condizioni di alcalinità. In Tabella 2.15 si riportano i dati idrochimici e chimico-fisici relativi a prelievi eseguiti presso sorgenti termali, in aree dell'Appennino Centrale interessate dalla presenza di formazioni gessoso-evaporitiche.

Analisi chimica	u.m.	Terme di Caramanico (PE)			Terme di Macerata Feltria (PU) - Sorgente Certalto	
		Acqua Solfurea "La Salute"	Acqua Solfurea "Gisella"	Acqua Oligominerale "Pisciarello "	ott-10	dic-14
Temperatura alla sorgente	C°	10,5	11,5	11,2	12,6	12,8
pH		6,35	6,88	7,45	6,65	6.,9
Grado Solfidrimetrico		137	70		53,4	43,8
Anidride carbonica libera alla sorgente	mg/l	187	117	13,6	190	198,38
Na (sodio)	mg/l	8	8,4	9,16	130	124,70
K (potassio)	mg/l	2	2,4	5,91	13	12,09
Li (litio)	mg/l	0,02	0,03	2,2	0,15	0,12
Ca (calcio)	mg/l	615	648	79,1	620	621,01
Mg (magnesio)	mg/l	24	19	2,58	158,8	150,68
Sr (stronzio)	mg/l	11	7,9	0,04	10	9,57
Fe (ferro)	mg/l	0,1	0,1	0,06	0,09	0,0577
F (fluoro)	mg/l	2,8	2,5	0,07	1	1,00
Cl (cloro)	mg/l	6,3	6,7	8,6	125	115,0
HCO3 (bicarbonati)	mg/l	384	366	225,77	587,3	601,95
SO4 (solfati)	mg/l	1350	1230	19,5	1750	1750,85
Residuo fisso a 180°	mg/l	2300	2390	243	3260	3120,88
Conduttività a 10°	uS/cm	nd	nd	360	nd	nd
Conduttività a 20°	uS/cm	2180	2150	nd	3320	3217
Alcalinità totale	mg/l	nd	nd	185	nd	nd
Ossigeno disciolto	mg/l	nd	nd	7,54	nd	nd
Azoto e gas rari	mg/l	nd	nd	52,5	nd	nd
Ossidabilità sec. Kubel	mg/l	nd	nd	nd	2,6	2,55
Silice:	mg/l	nd	nd	nd	23	19,15
Azoto ammoniacale:	mg/l	nd	nd	nd	4,5	4,51
Fosforo totale:	mg/l	nd	nd	nd	tr mg/L	tr
Nitrati:	mg/l NO^{3-}	nd	nd	nd	assenti	1,13
Nitriti:	mg/l NO^{-2}	nd	nd	nd	assenti	Assenti

Tabella 2.15: risultati analitici di acque prelevate presso alcune sorgenti termali dell'Appennino.

Dati idrochimici e chimico-fisici di facies clastico-evaporitiche del Bacino delle Laga

Per le motivazioni precedentemente addotte riguardo le formazioni argillose molisane, la Tabella 2.16 reca i risultati analitici per alcuni parametri delle acque sulfuree provenienti da sorgenti termali ubicate in località Acquasanta Terme, dove affiorano terreni clastico-evaporitici afferenti alla Formazione della Laga (dati Arpa Marche Dipartimento di Ascoli Piceno).

Sorgente	Data prelievo	Carica microbica a 20°	Carica microbica a 37°	Steptococchi fecali	Conduttività	Cloruri	Solfati	Calcio	Fluoruri	Azoto NH_4	Boro	Alcalinità totale HCO_3
Cratere Orsini	29-ago-12	53	55	330								
Cratere Orsini	29-ago-12	59	68	380	5650	1520	650	384	2,2	4,5		480
Cratere Orsini	29-ago-12				5680	1580	630	328	2,4	4,5		480
Pozzetto n. 2	19-feb-14	0	0		6600	1567	1035	648	2,25	4,7	5	720
Pozzetto n. 2	18-mar-15	0	1		6690	1648	1014	528	3	4,7		780
Pozzetto n. 2	13-mar-12	0	0	0	6500	1720	1180	520	2,34	6		780
Pozzetto n. 2	14-mar-13	28	0	0	6600	1660	1050	584	2,79			840
Pozzetto n. 2	08-mag-12	0	0	0	6550	1770	1100	544	2,55	5,1		780
Pozzetto n. 2	02-mag-13	27	0	0	6630	1695	1080	616	3	5,7	5	
Pozzetto n. 2	18-giu-15	0	1		6670	1660	1060	464	3,12	4,4		780
Pozzetto n. 2	11-giu-14	0	0		6620	1704	1095	592	2,7	3,6		780
Pozzetto n. 2	22-set-14	0	0		6590	22460	13960	592	4	4,2	4,9	720
Pozzetto n. 2	19-set-12	1	1	0	6470	1750	1150	520	2,5	5,46		870
Pozzetto n. 2	01-dic-15	18	0		6690	1926	1117	561,1	3			915,2
Pozzetto n. 2	28-ott-13	0	0		6650	1575	1025	608	3,15	4,5	4,4	780
Pozzetto n. 2	17-dic-12	0	0	0	6510	1675	1020	520	3	5,7		810

Tabella 2.16: risultati analitici di alcune sorgenti sulfuree ubicate in località Acquasanta Terme.

2.6. VALUTAZIONI RIGUARDO LA POTENZIALE PRESENZA DI METALLI E METALLOIDI NEL DOMINIO UMBRO-MARCHIGIANO

Considerazioni conclusive sull'indagine geochimica condotta

I risultati dell'indagine geologica e geochimica condotta propedeuticamente alla successiva elaborazione dei VDFN, ha evidenziato quanto segue.

- ✓ Seppur le anomalie geochimiche a carico dei metalli siano in termini di entità e rilevanza decisamente superiori nei suoli di origine vulcanica e metamorfica rispetto alle rocce sedimentarie (Rif. Paragrafi 3 e 4), i dati di letteratura, unitamente ai lavori sui VDFN svolti in Italia, rivelano che anche in queste *facies* possono sussistere elevate concentrazioni di metalli in ambiente sedimentario, talvolta eccedendo anche le CSC del D.lgs. 152/2006.
- ✓ L'*excursus* bibliografico sui 19 metalli/metalloidi preposti allo studio dei VDFN, ha rivelato che molti di essi tendono ad aggregarsi assieme all'Alluminio e al Ferro nelle litologie più fini (Cromo, Nichel, Rame, Zinco, Piombo e Vanadio), variando i valori di concentrazione e talvolta sostituendosi reciprocamente l'uno con l'altro. Vista la preponderante presenza di argille e limi nelle aree bacinali della Regione Marche, ma anche di formazioni marnose

tipiche di aree collinari e pedemontane, tutte investigate nelle aree di studio, i summenzionati analiti rivestiranno un ruolo determinante in chiave di *marker* statistici principali nelle prossime elaborazioni dei VDFN.

- ✓ Il caso studio del bacino Molisano rivela che siamo sicuramente in presenza di valori di fondo naturale per cromo, vanadio e zinco (rif. Tabella 13 e Figura 1), vista l'omogeneità e uniformità dei parametri statistici con la maggior parte dei valori, quasi tutti dello stesso ordine di grandezza, variabili di poche unità di ppm e distribuiti in una sottile forbice. Il confronto dei dati afferenti a quest'area con quelli delle corrispettive formazioni del Bacino Marchigiano Interno, seppur limitati, mostrano una sostanziale concordanza di valori e possono di conseguenza rappresentare una buona base di partenza funzionale allo studio.
- ✓ I dati di letteratura, unitamente alle indagini di caratterizzazione condotte nella Marche, hanno evidenziato, così come nella maggior parte del territorio nazionale, la criticità ambientale connessa alla presenza in falda di elevati tenori di metalli, *in primis* ferro e manganese, spesso eccedenti i valori normativi. Seppur nella maggior parte dei paesi comunitari non sono normati o non considerati nella valutazione del rischio, poiché in ambito regionale rappresentano un potenziale problema di natura ambientale-sanitario, si ritiene importante contestualizzarne i dati in caso di anomalie nei loro valori. Così come evidenziato in precedenza, il transito e la lisciviazione delle rocce ad opera delle acque sotterranee, la loro venuta a giorno da acquiferi profondi e condizioni particolari del chimismo della falda acquifera, possono condizionarne in negativo i valori.
- ✓ Un altro ambiente deposizionale di particolare interesse geologico è rappresentato dalla formazione Gesso Solfifera, sede di anomalie geochimiche dovute a sedimentazioni avvenute in ambienti caratterizzati da variazioni dei parametri chimici e chimico-fisici delle acque e oggetto di mineralizzazioni singolari. In conseguenza di tali fattori risultano potenziale sede di accumulo di metalli, altrimenti presenti in tracce in altre litotipi sedimentari (piombo, arsenico, vanadio, selenio, boro, bario, mercurio, ecc.). Queste informazioni risultano funzionali all'interpretazione dei dati utilizzati per il fondo, poiché, come vedremo in seguito, sia i campioni di terreno che i prelievi effettuati in alcune sorgenti e/o pozzi, potrebbero interagire con le formazioni evaporitiche della Gessoso Solfifera e delle Anidriti del Burano.

Matrice di screening per gli analiti oggetto di studio nelle litologie sedimentarie

Le ricerche effettuate hanno condotto alla realizzazione di una matrice di *screening*, riportata nella successiva Tabella 2.17, che può rappresentare un utile strumento per la verifica della potenziale presenza di singoli metalli nelle litologie oggetto di studio dei VDFN.

Matrice di screening per gli elementi metallici potenzialmente presenti nelle litologie sedimentarie												
elemento/ unità, litologia	Suoli Fortemente calcarei			Suoli Debolmente calcarei			Sabbie			Ghiaie		
	TR	LV	HV	TR	LV	HV	TR	LV	HV	TR	LV	HV
Alluminio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Arsenico	X			X				X		X		
Bario		X			X			X	X	X		
Berillio	X			X			X			X		
Boro	X			X					X	X		
Cadmio	X			X				X		X		
Cromo	X			X				X		X		
Ferro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Litio	X			X					X	X		
Manganese	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mercurio	X			X						X		
Nichel		X			X			X			X	
Piombo		X			X		X			X		
Rame	X			X					X	X		
Selenio		X			X		X			X		
Stagno		X			X		X				X	
Tallio	X			X			X			X		
Vanadio	X			X				X		X		
Zinco		X			X				X		X	

Matrice di screening per gli elementi metallici potenzialmente presenti nelle litologie sedimentarie (segue)												
elemento/ unità, litologia	Limi sabbiosi			Limi argillosi			Argille limose			Gessoso Solfifera		
	TR	LV	HV	TR	LV	HV	TR	LV	HV	TR	LV	HV
Alluminio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Arsenico		X			X			X				X
Bario			X		X			X				X
Berillio	X				X			X		X		
Boro			X		X			X				X
Cadmio		X				X			X			X
Cromo		X				X			X	X		
Ferro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Litio			X		X			X				X
Manganese	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mercurio												X
Nichel			X			X			X			X
Piombo		X			X			X				X
Rame			X			X			X			X
Selenio	X			X			X					X
Stagno	X				X		X				X	
Tallio	X				X			X			X	
Vanadio			X			X			X			X
Zinco			X			X			X			X

Tabella 2.17: matrice di screening circa la potenziale presenza di metalli/metalloidi nei litotipi/Formazioni nelle facies alluvionali. LEGENDA: TR= presente in tracce, LV bassi valori <CSC, HV valori significativi talvolta anche >CSC.

CAPITOLO 3 - SUOLO: ELABORAZIONI STATISTICHE

3.1. CRITERI OPERATIVI E SCHEMA DI LAVORO

Per lo studio dei VDFN è stato utilizzato un approccio metodologico combinato di tipo geologico-statistico (Gałuszka e AA.VV., Linee Guida ISPRA-ISS, ecc.) che prevede la valutazione di campioni prelevati in zone incontaminate e l'elaborazione statistica dei risultati analitici. In questo *screening* iniziale saranno effettuate tutte quelle operazioni funzionali alla scelta, definizione e rappresentazione statistica (rapporto delle concentrazioni, distribuzioni, *box-plot*) dei dati di caratterizzazione, per ogni singolo elemento investigato e statisticamente idoneo alla determinazione dei VDFN. Per le elaborazioni sono stati presi in considerazione i risultati della caratterizzazione ambientale dei suoli, svolta nei seguenti 5 domini geologici (Figura 3.1):

- ✓ Bacino Umbro (BU), caratterizzato dalla presenza di *facies* silico-clastiche turbiditiche di mare profondo (Formazione Marnoso-Arenacea). I campioni di suolo sono stati prelevati prevalentemente nei depositi continentali quaternari di fondo valle.
- ✓ Dorsale Umbro-Marchigiana (DUM), dove affiora la successione calcarea mesozoica a partire dal Calcare Massiccio sino alla Scaglia Cinerea, più i depositi alluvionali recenti di fondo valle. I prelievi includono sia i litotipi carbonatici che le alluvioni.
- ✓ Bacino Marchigiano Interno (BMI), in cui sono state investigate le *facies* alluvionali e eluvio-colluviali di bacino, afferenti alle formazioni denominate Sintema di Matelica e del Musone. Da un punto di vista geochimico va segnalata la vicinanza della formazione gessoso solfifera che borda i fianchi delle anticlinali dove è incassato il BMI stesso.
- ✓ Dorsale Marchigiana (DM), in cui i prelievi sono stati effettuati sia nelle alluvioni afferenti al Sintema di Matelica, sia all'interno della successione carbonatica mesozoica, in una zona ubicata a ridosso del Bacino Marchigiano Esterno e in taluni punti limitrofa al contatto tettonico tra le due provincie fisiografiche menzionate.
- ✓ Bacino Marchigiano Esterno (BME), i campioni prelevati riguardano i litotipi del Sintema di Matelica e del Sintema del Musone, ma l'ambiente deposizionale è differente dal BMI, sia in termini di sedimentazione che di possibile interazione con trasgressioni marine.

La scelta di tali aree per lo studio dei VDFN dei metalli è stata effettuata per le seguenti ragioni:

- ✓ disponibilità dei dati di caratterizzazione ambientale;
- ✓ numero di dati scientificamente rappresentativo (n° campioni >30), in conformità a quanto proposto dal Protocollo APAT-ISS del 2006;
- ✓ dati rappresentativi di vari domini sedimentari e classi granulometriche;
- ✓ assenza di contaminazione nei suoli da composti di origine antropica (Idrocarburi, BTX'S, IPA, Clorobenzeni, Organo Alogenati, Diossine, Furani, Fitofarmaci, ecc.).

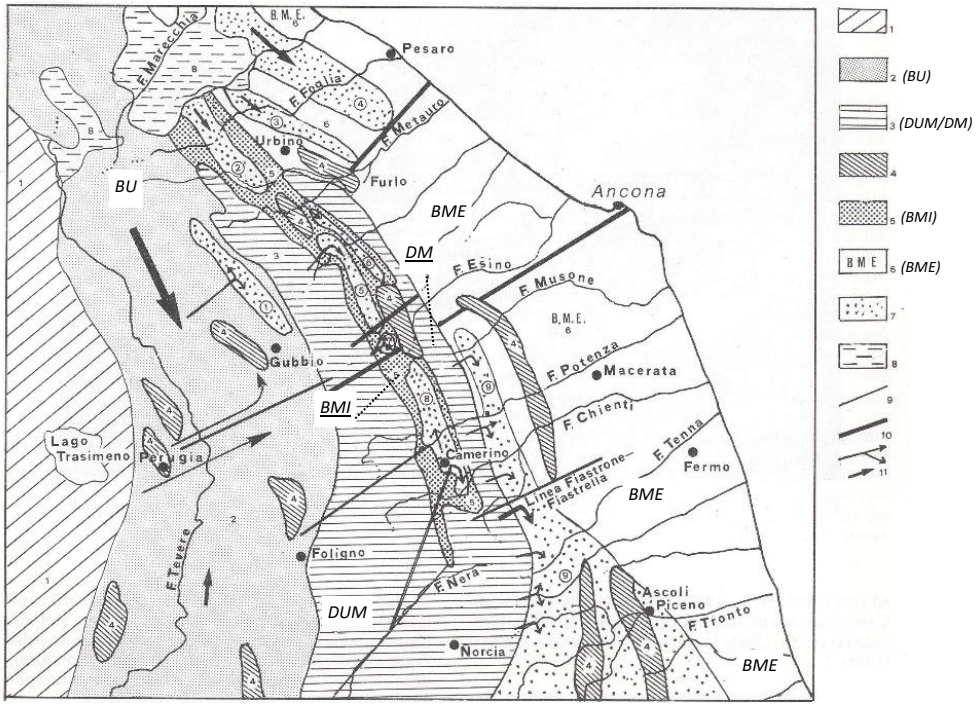


Figura 3.1: domini geologici oggetto di acquisizione dati di caratterizzazione ambientale. Legenda: Bacino Umbro (BU), Dorsale Umbro-Marchigiana (DUM), Bacino Marchigiano Interno (BMI), Dorsale Marchigiana (DM e Bacino Marchigiano Esterno (BME); (1) Bacino toscano, (4) Dorsali minori, (7) Bacini minori, (8) Coltre della Val Marecchia (da Cantalamessa et alii, 1986; modificata).

I criteri adottati per la selezione dei campioni di suolo nei cinque domini geologici da sottoporre ad elaborazione statistica sono i seguenti:

- ✓ non sono stati utilizzati campioni prelevati all'interno dell'acquifero, in quanto gli analiti in esame potrebbero essere soggetti a migrazione;
- ✓ non sono stati ritenuti idonei i campioni prelevati entro il primo metro di perforazione, per i seguenti motivi:
  - elevato impatto delle attività antropiche (es. attività agricole);
  - presenza anche parziale di terreno di riporto;
  - eterogeneità della matrice;
  - presenza di materiale vegetale;
  - effetti di ricaduta al suolo dei metalli e metalloidi che spesso tendono a concentrarsi nella porzione superficiale di terreno.

I dati del sottosuolo relativi ai quattro domini geologici delle aree interne (BU, DUM, BMI e DM) sono stati acquisiti previa richiesta ufficiale dalla Quadrilatero Marche Umbria S.p.A., una società pubblica di progetto senza scopo di lucro controllata dall'Anas. I sondaggi sono propedeutici al completamento e adeguamento di due arterie stradali, l'asse Perugia-Ancona che include le Strade Statali SS76 e SS318, più la Pedemontana Fabriano-Muccia/Sfercia. Per ciò che riguarda il BME, i dati ambientali sono quelli relativi alle indagini di caratterizzazione dei

suoli, presso aree ubicate all'interno del SIN del Basso Bacino del Chienti, acquisiti dal sito del Ministero dell'Ambiente e richiesti alla società di consulenza ambientale S.E.A. Sas Servizi Per L'Ecologia e L'Ambiente. Va segnalato che nell'eventualità che il presente lavoro venga pubblicato, i dati sensibili verranno resi pubblici solo previo consenso dei soggetti interessati entro i limiti stabiliti dalla normativa vigente.

Come accade spesso quando si utilizzano dati esistenti, le analisi chimiche acquisite dalle due fonti non sono omogenei, poiché la caratterizzazione ambientale per la realizzazione di grandi opere viarie e le indagini finalizzate alla bonifica di siti contaminati, si propongono obiettivi differenti. Pertanto, non tutti gli analiti sono disponibili in entrambe le indagini effettuate. Per manganese, selenio e vanadio, il cui numero di determinazioni analitiche è risultato inferiore alle 30 unità, si è proceduto comunque ad una valutazione dei parametri statistici per le sole GSL del BME, in previsione della loro comparazione con i dati ecotossicologici e antropici. La scelta dei campioni idonei alla determinazione dei VDFN per i suoli, è stata effettuata sulla base della granulometria rilevata nei singoli campioni, in relazione alla loro differente capacità di adsorbire ioni metallici, così come osservato nel Capitolo precedente. I dati utilizzati per l'indagine sono di n° 252 campioni, afferenti alle seguenti 4 tipi di sedimenti: ghiaie, sabbie limose, limi sabbiosi e argille limose. Va rilevato preliminarmente che i campioni prelevati nei domini BU, DUM, BMI, DM, in virtù delle loro litologie sono stati riuniti in un unico gruppo denominato DA (Domini Appenninici). Nei citati domini il numero di campioni processati per litologie, è il seguente:

- ✓ Suolo-sottosuolo (DA): n°33 campioni di sabbie a matrice limoso/argillosa (SL) e n°39 limi a matrice sabbioso-argillosa (LS), per i quali è stata effettuata la determinazione della percentuale granulometrica di sabbie, limi e argille.
- ✓ Suolo sottosuolo (BME): n°43 ghiaie (GSL) a matrice sabbioso-limosa e/o limoso sabbiosa, n°60 sabbie (SL) a matrice limosa e/o argillosa, 39 limi argilloso-sabbiosi (LA) e 40 argille limose (AL). Purtroppo in questi sondaggi non è stata determinata la granulometria; la cernita dei dati è stata pertanto effettuata dal confronto con le stratigrafie e lo scheletro, definito dal DM 13/09/1999 come l'aliquota di campione grezzo superiore ai 2 mm.

3.2. *SCREENING* DEI DATI E VALUTAZIONI STATISTICHE PRELIMINARI

In questo paragrafo sono riportate le valutazioni preliminari effettuate per la determinazione effettiva dei VDFN. In prima battuta verranno esaminati i rapporti reciproci tra gli ioni principali (Alluminio, Ferro, Cromo totale, Nichel, Rame e Zinco) in quanto componenti principali dei minerali presenti nelle formazioni sedimentarie. I valori sono da considerare attendibili considerata la notevole disponibilità di dati, con pochi valori inferiori al limite di rilevabilità. Verranno inoltre calcolati i descrittori statistici principali (classi di frequenza, media moda,

mediana, percentili) allo scopo di predisporre in maniera corretta i *data set* per il fondo naturale. Una volta acquisite queste informazioni verrà effettuato un confronto con i valori *standard* di letteratura e con le CSC del D.Lgs. 152/06, in previsione dello studio antropico e dell'elaborazione dell'ERA. Tale procedura è necessaria ai fini della verifica della rispondenza alla realtà dei dati utilizzati, nonché della bontà dello *screening* effettuato. Altri lavori sui VDFN per i suoli hanno rivelato che, una sostanziale concordanza e omogeneità del dato statistico e dei rapporti reciproci di concentrazione tra analiti, rappresenta un elemento diagnostico fondamentale a suffragio della veridicità scientifica sulla loro origine naturale.

Infine, seppur solo in corrispondenza di alcune litologie, in prevalenza di materiali fini e nelle aree dei DA dove il metodo analitico adottato è stato molto più accurato, è stato possibile costruire un *set* di dati statisticamente rappresentativo per Arsenico, Berillio, Piombo e Vanadio. Per questi ultimi sono stati calcolati unicamente i descrittori statistici sopra elencati.

Valori di concentrazione delle classi granulometriche e rapporti tra Alluminio e Ferro

Il Ferro e l'Alluminio, oltre a presentare le concentrazioni più elevate nei suoli, anche di 3-4 ordini di grandezza superiori, rispetto agli altri elementi metallici, sono altresì parte costituente e preponderante della maggior parte dei minerali delle rocce sedimentarie. A questo si aggiunge la loro capacità intrinseca di combinarsi con altri ioni metallici. Per tali ragioni si stato ritenuto opportuno elaborare preliminarmente i dati relativi a questi due *marker* principali al fine di verificarne il comportamento in funzione delle litologie investigate.

Nelle seguenti Figure 3.2÷3.5 se ne riportano le distribuzioni statistiche nei 4 litotipi investigati nel BME, premettendo che nei DA non sono stati determinati.

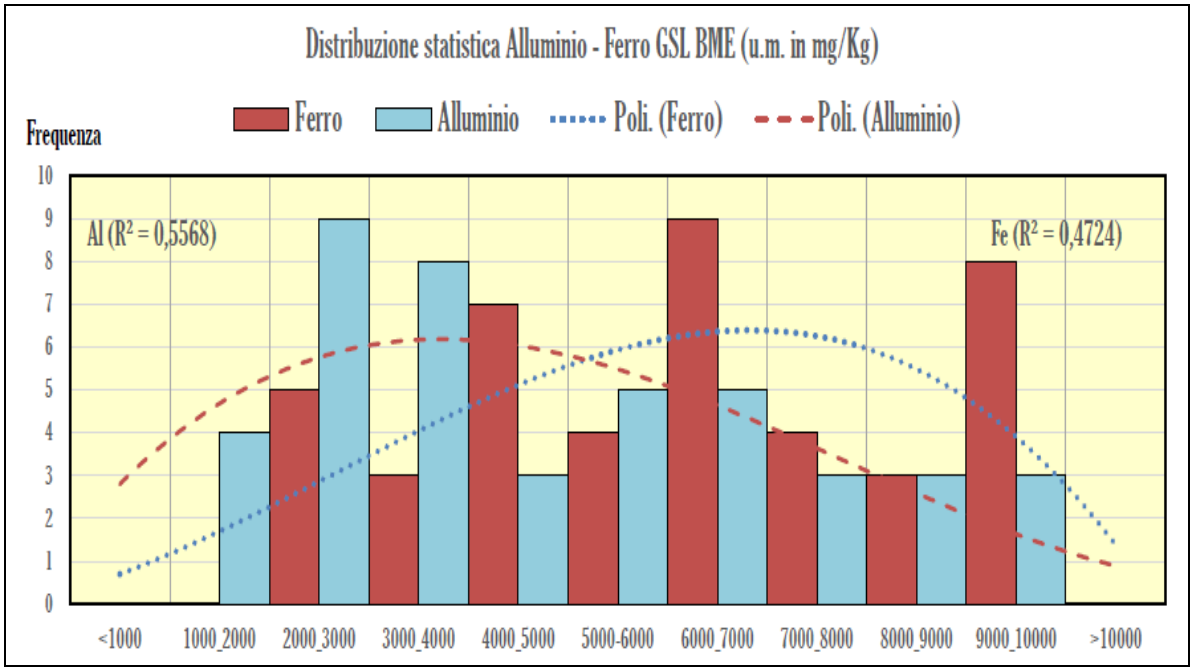


Figura 3.2: valori e linee di tendenza per il ferro e alluminio nelle ghiaie sabbioso limose del BME.

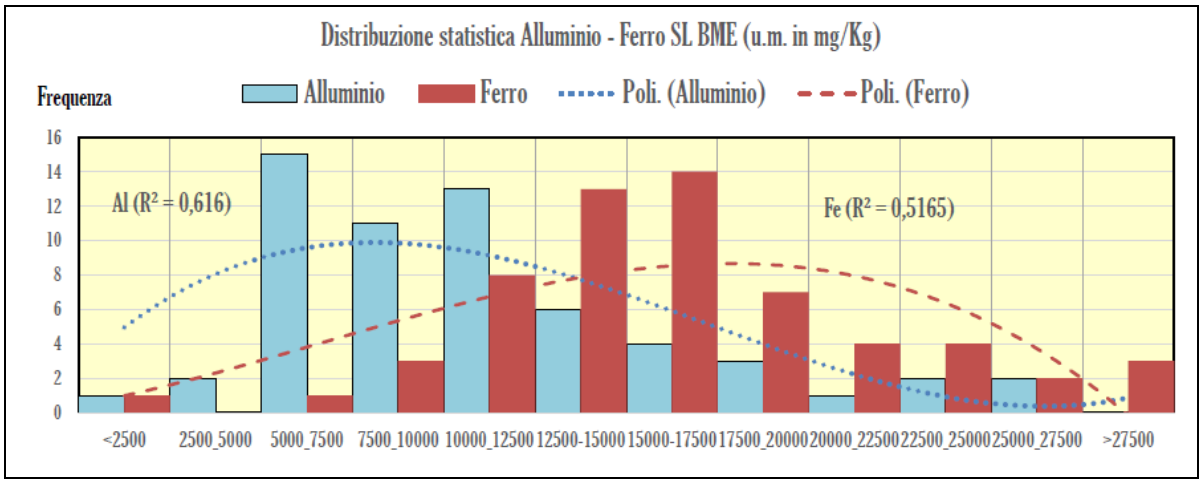


Figura 3.3: valori e linee di tendenza per il ferro e alluminio nelle sabbie limose del BME.

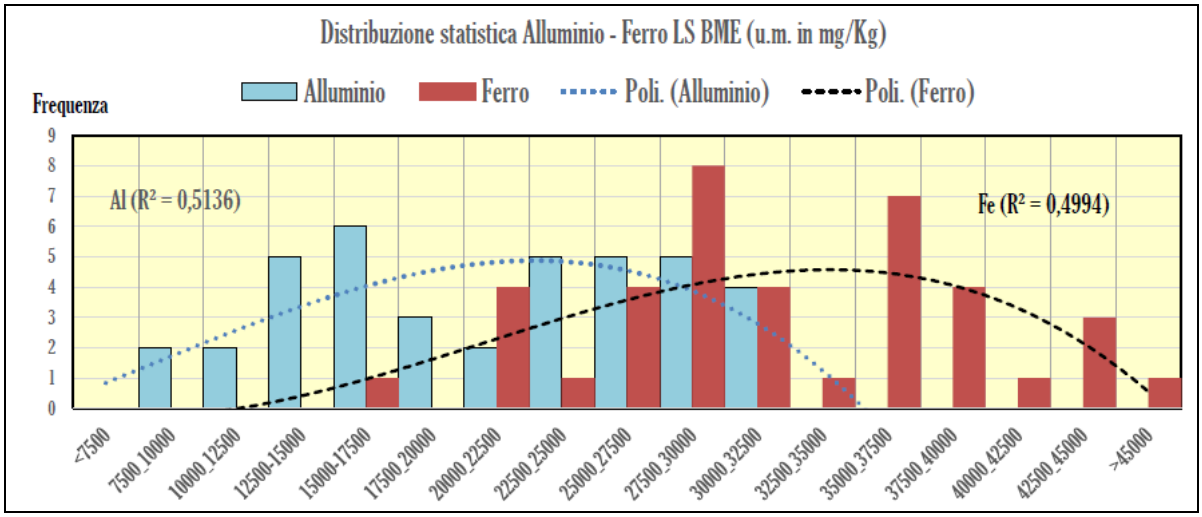


Figura 3.4: valori e linee di tendenza per il ferro e alluminio nei limi sabbiosi del BME.

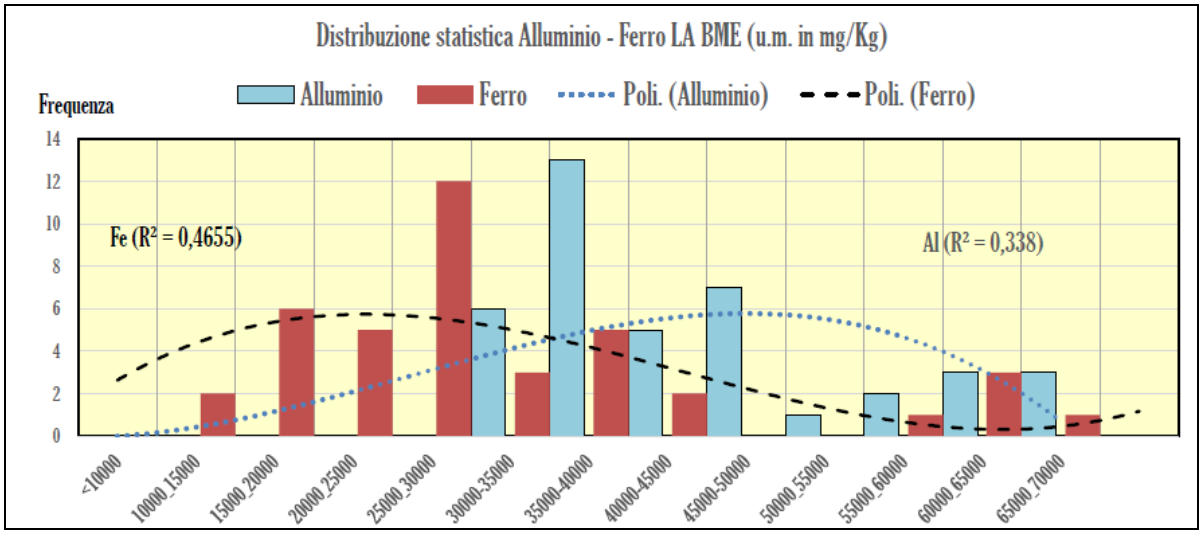


Figura 3.5: valori e linee di tendenza per il ferro e alluminio nei limi argillosi del BME

Come si evince dai grafici precedenti, le distribuzioni dei due analiti risultano asimmetriche. Per GLS, SL e LS l'Alluminio presenta un'asimmetria negativa caratterizzata da un flesso allungato verso sinistra, mentre in speculare controtendenza negli stessi campioni, il Ferro ne presenta una

positiva avendo la coda allungata verso destra. Per i LA avviene l'opposto, ossia Ferro con asimmetria negativa e Alluminio positiva, con valori di quest'ultimo superiori al Ferro. I coefficienti di determinazione R^2 per l'Alluminio sono compresi tra 0,6160 e 0,4665, mentre per il ferro i valori sono compresi 0,5165 e 0,338 rilevato nei LA, che tranne quest'ultimo, seppur non ottimali in termini di correlazione, rappresentano valori relativamente elevati. Per ciò che concerne le loro linee di tendenza, queste si incrociano quasi sistematicamente al centro del grafico, intorno al valore medio di distribuzione. Da questa prima disamina si può concludere che i due analiti sono reciprocamente complementari, ossia quando si riduce il Ferro l'Alluminio aumenta, passando da materiali grossolani a fini e viceversa, evidenziando una correlazione negativa così come testimoniato da valori e linee di tendenza dei grafici delle Figure 3.6 e 3.7.

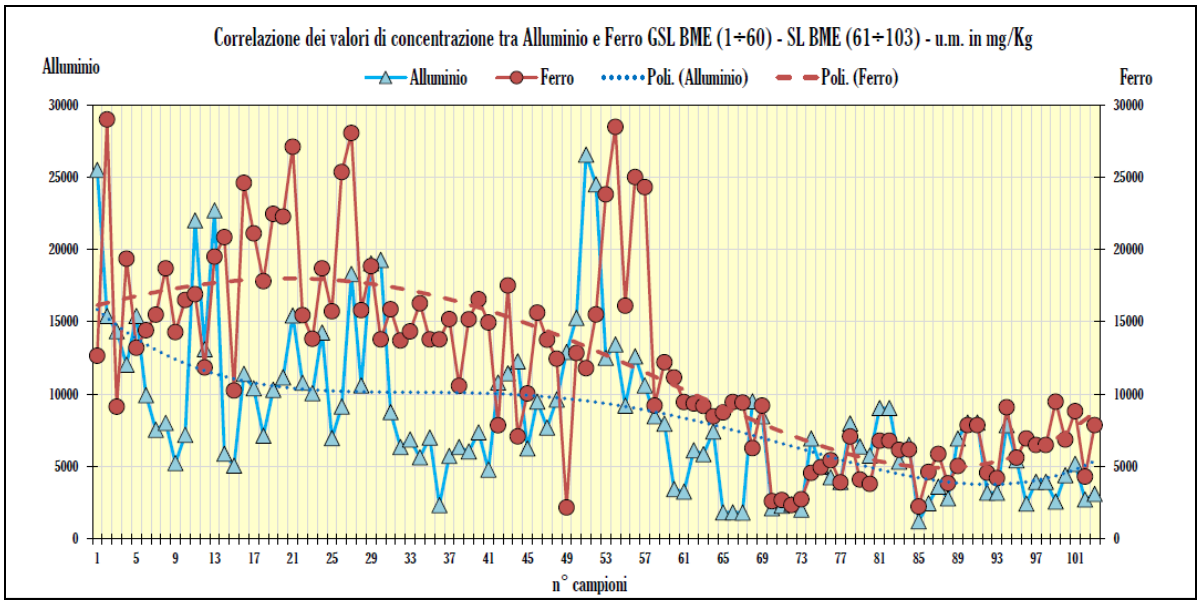


Figura 3.6: correlazione tra valori di concentrazione di Alluminio e Ferro GSL e SL del BME.

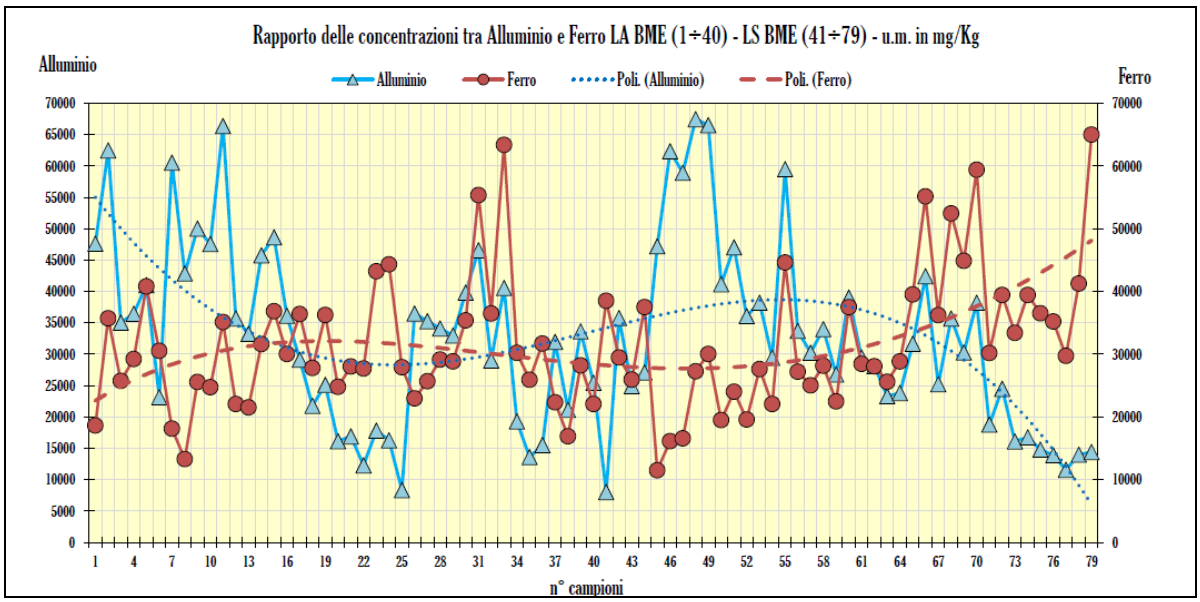


Figura 3.7: correlazione tra valori di concentrazione di Alluminio e Ferro LS e LA del BME.

Rapporti di concentrazione tra i principali elementi metallici

I grafici delle Figure 3.8-3.11 riportano i rapporti di concentrazione tra i principali elementi metallici preposti per la determinazione dei VDFN.

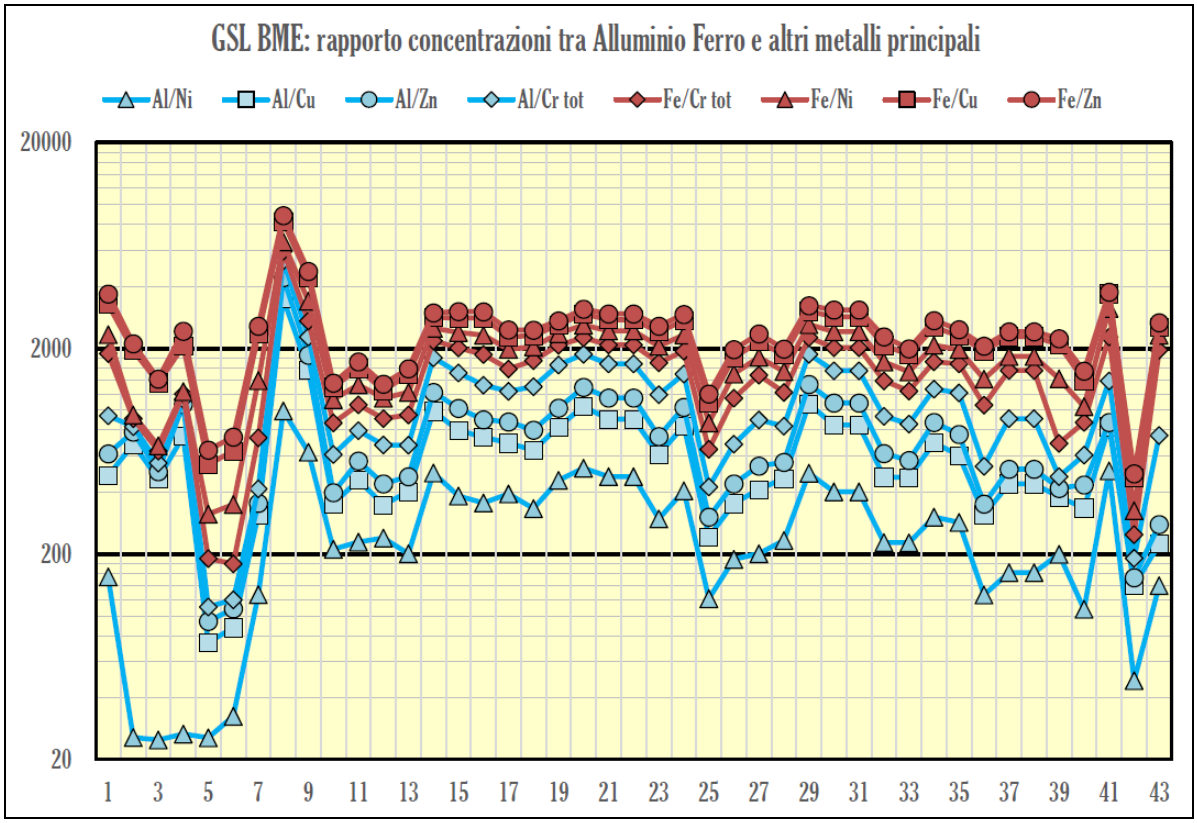


Figura 3.8: rapporto delle concentrazioni tra Alluminio, Ferro e altri metalli GSL del BME.

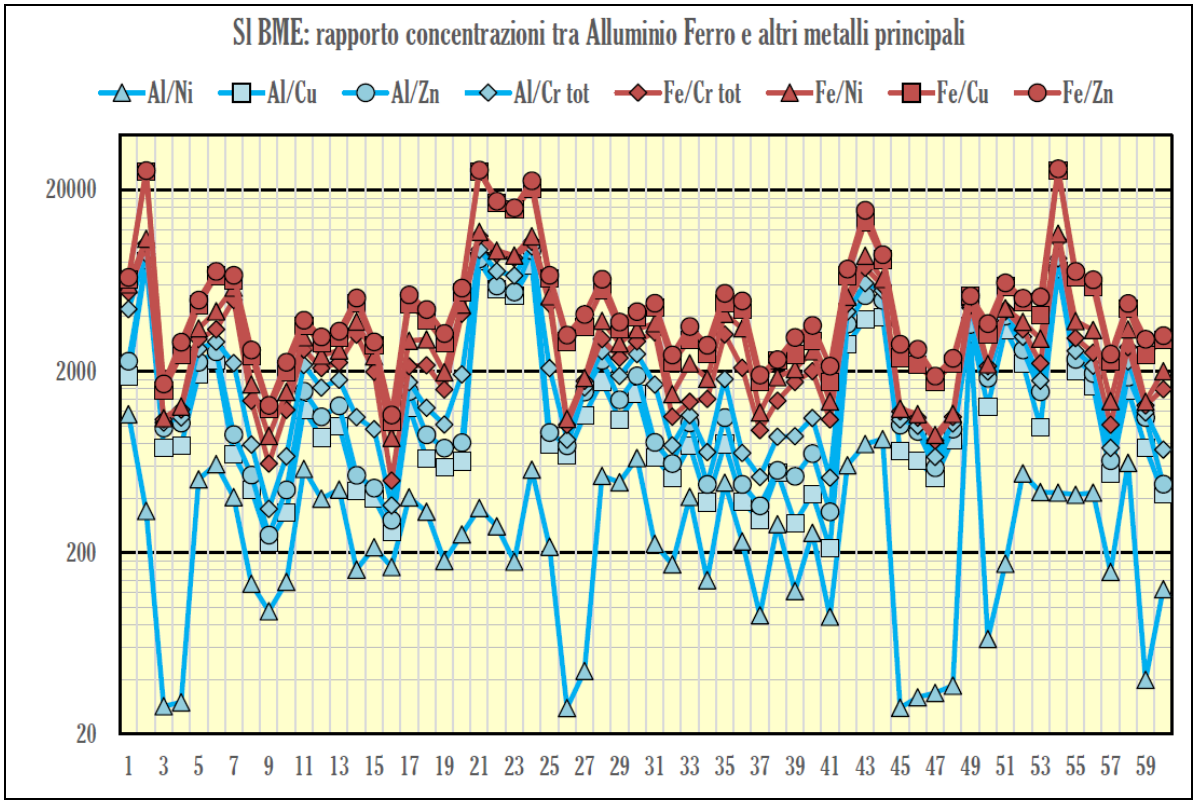


Figura 3.9: rapporto delle concentrazioni tra Alluminio, Ferro e altri metalli SL del BME.

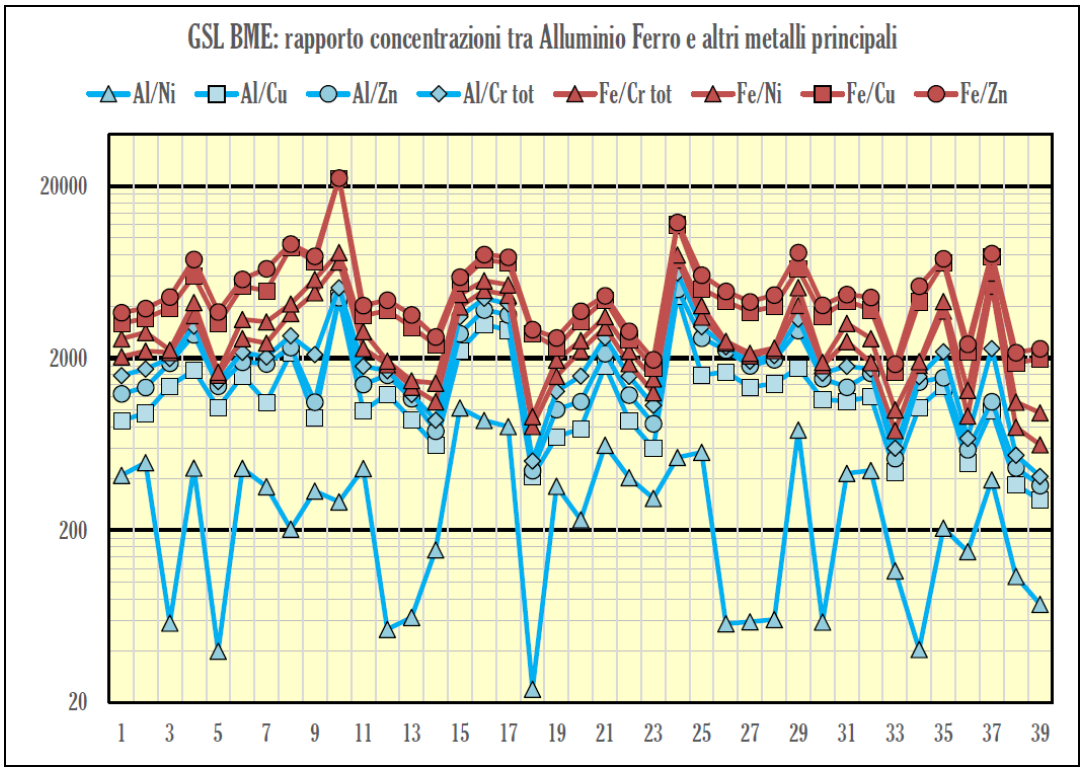


Figura 3.10: rapporto delle concentrazioni tra Alluminio, Ferro e altri metalli SL del BME.

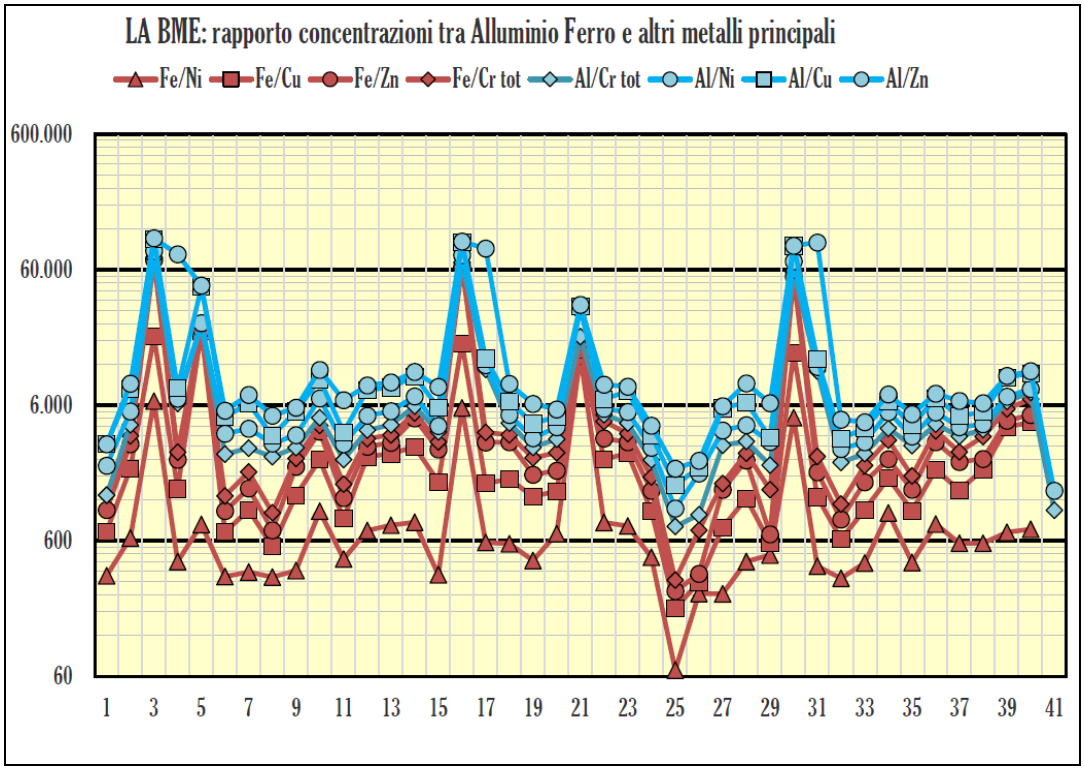


Figura 3.11: rapporto delle concentrazioni tra Alluminio, Ferro e altri metalli LA del BME.

Le elaborazioni grafiche per le quattro tipologie di matrice del BME hanno evidenziato una sostanziale omogeneità dei rapporti di concentrazione dei diversi analiti, i quali risultano essere decisamente ben correlati reciprocamente, anche quando la forbice dei rapporti di concentrazione

tra il ferro, l'alluminio e gli altri aumenta o si riduce drasticamente. In conseguenza di ciò l'analisi statistica può quindi essere applicata ai dati di concentrazione di ciascun di questi elementi, che da un punto di vista geologico risultano quindi indiziari di una genesi comune.

Distribuzioni statistiche dei composti metallici principali per classi granulometriche

Analogamente a quanto effettuato nel precedente paragrafo 2.1 per ferro e alluminio, nei grafici nelle Figure 3.12÷3.15 sono riportate le classi di frequenza di Cromo totale, Nichel, Rame e Piombo, allo scopo di verificare il loro "comportamento" nelle sei litologie esaminate.

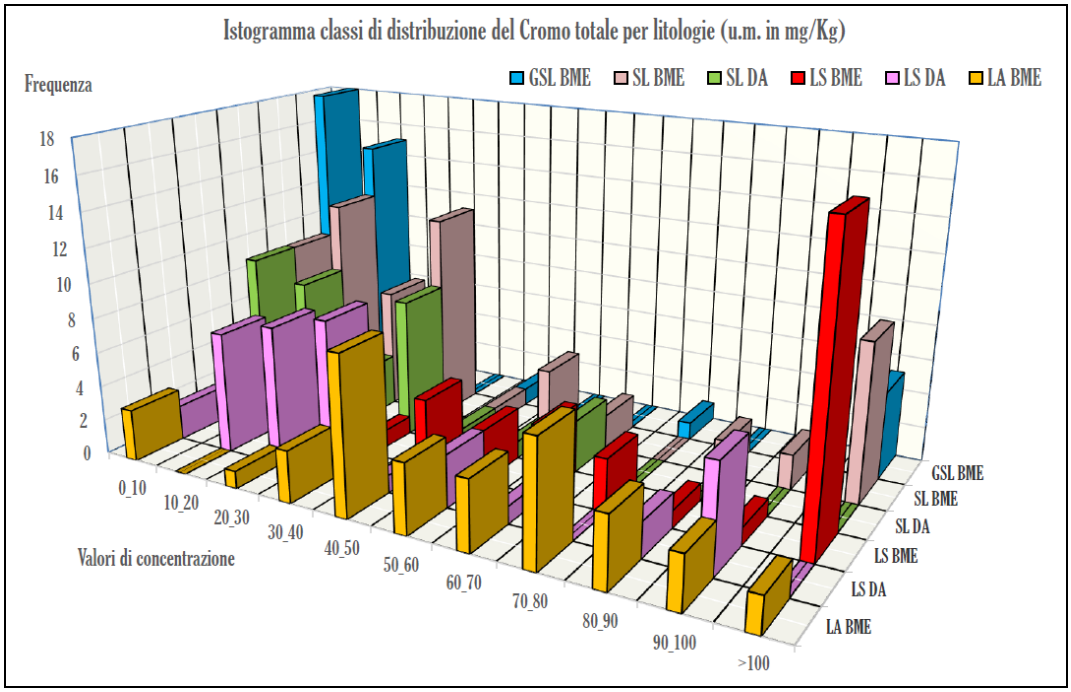


Figura 3.12: distribuzioni statistiche del Cromo totale per litologie.

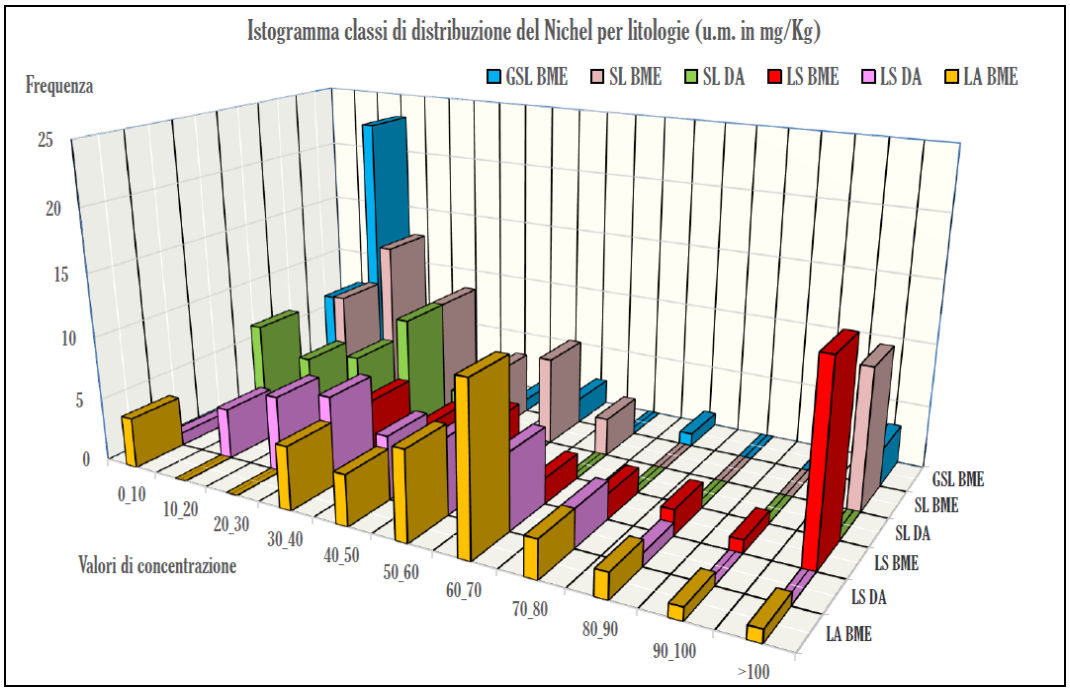


Figura 3.13: distribuzioni statistiche del Nichel per litologie.

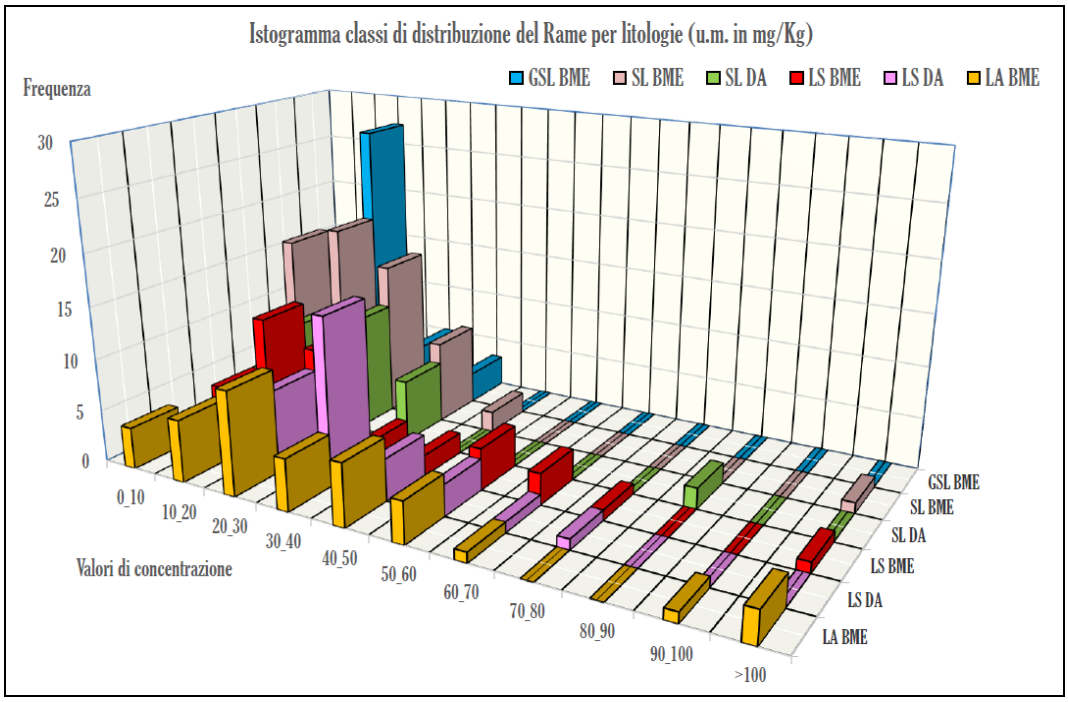


Figura 3.14: distribuzioni statistiche del Rame per litologie.

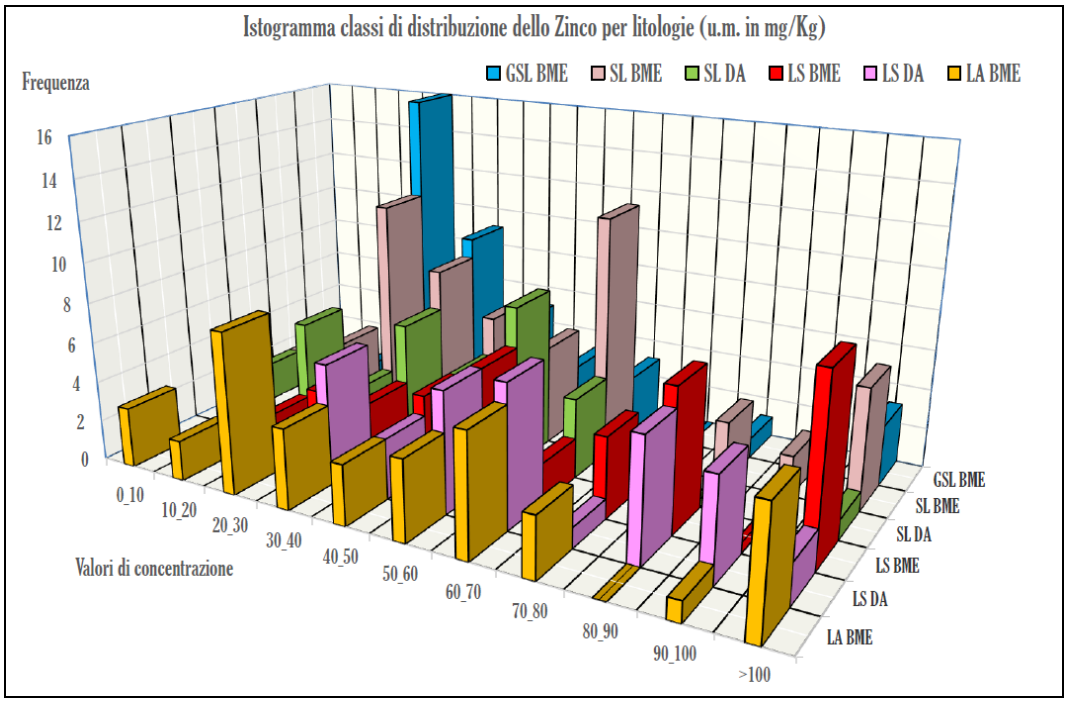


Figura 3.15: distribuzioni statistiche dello Zinco per litologie.

A differenza di quanto effettuato per il ferro e l'alluminio, per questi quattro analiti si hanno a disposizione anche i dati relativi ai DA. Da un punto di vista dell'inquadramento geologico a scala regionale, va rilevato che i DA sono ubicati immediatamente a monte dell'area preposta per l'indagine ecologica e l'elaborazione dell'ERA, mentre il BME, in una valle contigua a quest'ultima con caratteristiche geologiche analoghe. Una prima chiave di lettura interessante è quella della valutazione del comportamento di questi elementi, in special modo le variazioni dei valori rilevati in litologie simili, ma con campioni prelevati in ambienti diversi. Per lo studio sui

VDFN, si hanno infatti a disposizione campioni di suolo di entrambi i domini, che seppur sono collocati in ambienti deposizionali differenti possono essere ragionevolmente contestualizzati. I suoli dei DA derivano dall'erosione dei calcarei mesozoici dell'adiacente catena appennina, quindi, seppur con alcune riserve, possiamo pressoché considerarli di natura prettamente carbonatica, in quanto oggetto di un trasporto limitato visto che la loro area sorgente è pressoché limitrofa. La caratterizzazione dei 72 campioni di suolo dei DA (Cfr. Allegato B) conferma infatti un elevato tenore di calcare totale, con 28 di essi che presentandone un valore da 300 g/kg sino a 550 g/kg, vengono definiti in letteratura suoli calcarei e fortemente calcarei, mentre 30 di essi, con valori da 10 a 300 g/Kg, sono considerati da lievemente a mediamente calcarei. Pertanto, in attinenza con la storia geologica e la sedimentologia del Bacino Umbro-Marchigiano, i litotipi sedimentari dei DA di massima si possono assumere come potenziali aree sorgenti di molti dei metalli oggetto della ricerca, seppur con alcuni distinguo e approfondimenti che esulano dalla presente ricerca. Nei DA i valori di concentrazione degli analiti oggetto di studio, sono omogenei e condensati in un ristretto intervallo di valori, tra il limite analitico di rilevabilità strumentale e 100 mg/Kg, con le distribuzioni più elevate, ad eccezione del nichel, che si attestano su valori medi di 50-60 mg/Kg e con pochi di essi superiori ai 100 mg/kg (Cromo totale, Nichel e Zinco). Per ciò che concerne invece i litotipi del BME, l'ambiente deposizionale è di tipo silico-clastico, terrigeno marino più profondo. Nel BME le concentrazioni dei metalli, ad eccezione del rame con le massime distribuzioni intorno a 20/30 mg/kg, assumono valori più elevati ed eterogenei. In particolare nelle SL e nei LS, Cromo totale, Nichel e Zinco oltre a superare sistematicamente il valore>100 mg/Kg, spesso ne assumono il valore massimo di distribuzione. Come confermato dai dati di letteratura (Cfr. Capitolo 2), la presenza di questi elementi nei litotipi sedimentari marchigiani nel contesto geologico regionale, spesso in simbiosi e con valori elevati, deriva da fenomeni di alterazione e smantellamento di unità geologiche alloctone affioranti nell'Appennino. In conclusione, seppur si verifichi la presenza preponderante di valori superiori di un ordine di grandezza rispetto alla loro media, questi non possono essere considerati *outlier*, intesi come valori non rappresentativi dell'insieme, poiché come palesemente appurato esistono stretti rapporti di correlazione reciproca. Ulteriori osservazione e scelte saranno formulate nel successivo capitolo dedicato alla ricerca dei VDFN.

Descrittori statistici per i metalli oggetto di elaborazione statistica

In Allegato A si riporta l'elenco dei dati utilizzati per la determinazione dei VDFN, impostato per domini geologici e litologie, l'anagrafica dei punti investigati, comprensiva delle loro coordinate geografiche ed ubicazione. Per i metalli investigati, sono stati calcolati i principali descrittori statistici (Allegato B) in cui risultati sono sintetizzati in Tabella 3.1.

DESCRITTORI STATISTICI/LITOLOGIA	Alluminio				Ferro				Cromo totale (CSC D.Lgs. 152/06 Col. A=150 mg/kg e B= 800 mg/Kg)					
	G BME	SL BME	LS BME	LA BME	G BME	SL BME	LS BME	LA BME	G BME	SL BME	LS BME	LA BME	SL DA	LS DA
25° PERCENTILE	2642	7089	15800	35750	4416	13110	26829	22717	10,00	16,42	53,50	43,60	8,18	20,45
MINIMO	1211	2330	8020	32972	2217	2160	16888	11500	5,00	5,70	10,00	5,00	1,41	6,23
MEDIA	4786	11091	21175	44304	6213	16326	32451	30600	28,05	51,18	118,67	62,73	24,62	41,86
MEDIANA	4251	10176	21780	40783	6260	15490	30220	28172	12,00	31,80	86,80	60,05	19,50	35,00
MASSIMO	9490	26550	31960	67468	9465	28974	65000	63367	159,92	215,00	301,27	215,44	63,50	96,10
75° PERCENTILE	6707	13181	26911	47882	8154	18966	36998	35475	18,50	59,90	186,00	78,40	35,50	55,75
SD	2407	5478	6844	10708	2269	5565	8743	12491	38,08	52,06	84,35	34,58	18,55	29,17
CV	2378	5432	6756	10573	2243	5518	8630	12334	37,63	51,61	85,16	34,15	18,27	28,79

DESCRITTORI STATISTICI/LITOLOGIA	Nichel (CSC D.Lgs. 152/06 Col. A=120 mg/kg e B= 500 mg/Kg)						Rame (CSC D.Lgs. 152/06 Col. A=120 mg/kg e B= 600 mg/Kg)						Berillio (CSC D.Lgs. 152/06 Col. A=2 e B= 20 mg/Kg)	
	G BME	SL BME	LS BME	LA BME	SL DA	LS DA	G BME	SL BME	LS BME	LA BME	SL DA	LS DA	SL DA	LS DA
25° PERCENTILE	12,45	24,25	47,55	43,00	12,20	27,70	11,50	9,94	16,37	19,38	15,20	23,35	0,50	0,50
MINIMO	9,56	10,10	24,30	4,00	3,24	8,11	3,81	2,00	2,00	2,00	3,41	10,90	0,50	0,50
MEDIA	35,78	83,16	151,16	56,48	25,14	44,05	16,15	20,35	30,57	46,78	24,86	33,80	1,57	0,94
MEDIANA	16,00	38,60	71,70	59,10	28,30	43,20	14,20	17,50	25,00	29,90	21,30	33,00	0,50	0,64
MASSIMO	279,00	504,00	521,00	171,85	48,40	80,50	37,51	122,82	90,90	313,00	81,80	75,40	29,60	2,04
75° PERCENTILE	23,05	58,35	205,69	67,30	33,50	60,80	18,00	27,10	44,82	49,03	27,70	39,00	0,69	1,23
SD	61,29	112,08	154,96	29,04	13,77	20,01	7,28	17,77	20,84	62,40	17,32	13,79	5,05	0,55
CV	60,57	110,71	152,96	28,68	13,56	19,75	7,20	17,62	20,57	61,62	17,05	13,61	4,97	0,55

DESCRITTORI STATISTICI/LITOLOGIA	Litio		Arsenico (CSC D.Lgs. 152/06 Col. A=20 mg/kg e B= 50 mg/Kg)		Piombo (CSC D.Lgs. 152/06 Col. A=100 mg/kg e B= 1000 mg/Kg)				Zinco (CSC D.Lgs. 152/06 Col. A=150 mg/kg e B= 1500 mg/Kg)					
	SL DA	LS DA	LA BME	SL DA	LS DA	LA BME	SL DA	LS DA	G BME	SL BME	LS BME	LA BME	SL DA	LS DA
25° PERCENTILE	2,05	4,33	1,00	0,76	1,34	10,00	6,48	9,00	26,50	29,61	47,05	24,98	26,40	42,05
MINIMO	0,81	0,50	1,00	0,50	0,50	10,00	1,09	2,71	10,00	8,50	16,43	0,50	6,44	16,70
MEDIA	10,61	15,78	3,53	1,65	2,74	19,92	13,51	12,15	46,14	63,94	82,86	66,79	43,50	63,81
MEDIANA	8,61	9,66	2,25	0,98	2,19	10,50	8,92	10,40	34,00	50,50	71,10	48,10	43,20	62,50
MASSIMO	32,80	46,10	35,24	9,51	9,74	96,00	90,40	43,60	204,00	430,50	250,00	352,00	107,00	144,00
75° PERCENTILE	15,30	30,00	2,50	1,75	3,19	16,05	12,50	13,10	49,75	65,78	89,25	68,60	55,30	83,05
SD	9,23	13,38	5,86	1,97	2,27	20,30	16,50	7,68	37,03	65,65	55,54	73,82	22,04	27,36
CV	9,09	13,20	5,79	1,94	2,24	20,05	16,25	7,58	36,60	65,10	54,82	72,89	21,70	27,00

Tabella 3.1:principali descrittori statistici per i metalli ritenuti funzionali alla determinazione dei VDFN .

Come si evince dalla Tabella 1 è stato possibile calcolare i descrittori statistici solo per alcuni elementi e per alcuni di loro solo in determinate *facies* alluvionali, ritenendoli idonei se il 50% di essi è superiore ai limiti di rilevabilità analitico strumentale ed assumendone gli stessi valori. Per altri analiti dove la quasi totalità dei valori di concentrazione corrisponde al limite stesso di rilevabilità, non è stata effettuata nessuna elaborazione, poiché ritenuta statisticamente non rappresentativa. In totale sono stati processati i seguenti analiti per litologia (tra parentesi): Alluminio (4), Arsenico (3), Berillio (2), Cromo totale (6), Ferro (4), Litio (2), Nichel (6), Piombo (3), Rame (6) e Zinco (6). I dati statistici sono stati elaborati graficamente tramite *box plot*, i quali oltre a descrivere la distribuzione di un campione tramite semplici indici di dispersione, sono in grado di evidenziare la simmetria dei valori e l'eventuale presenza di valori anomali e/o fuori scala (*outlier*) (vedi Allegato B).

In sintesi lo *screening* statistico preliminare per i principali metalli, ha evidenziato quanto segue:

- ✓ Le concentrazioni di metalli/metalloidi, rilevate nei terreni nelle aree del BME e nel DA utilizzate per lo studio dei VDFN (Tabella 3.2) presentano, nella maggior parte dei casi, valori simili ai *range* e ai valori medi di ampiezza tipici delle rocce madri. Inoltre solo sporadicamente esse superano i valori limite previsti dalla normativa vigente per i suoli a destinazione d'uso agricola e nessuna eccedenza per le aree industriali.

Analita/litotipo	CSC A*	CSC B*	SL DA	LS DA	GSL BME	SL BME	LS BME	LA BME	Argille^	Calcari^	Arenarie^
Alluminio	*nn*	*nn*	nd	nd	4786	11091	21175	44304	32100	80100	8970
Arsenico	*20*	*50*	1,65	2,74	nrs	nrs	nrs	3,53	1	9	1,75
Berillio	*2*	*20*	1,57	0,94	nrs	nrs	nrs	nrs	0,258	2,13	0,175
Cromo totale	*150*	*800*	24,62	41,86	28,05	51,18	118,67	62,73	120	423	7,1
Ferro	*nn*	*nn*	nd	nd	6213	16326	32451	30600	18600	38800	8190
Litio	*nn*	*nn*	10,61	15,78	nrs	nrs	nrs	nrs	15	45,2	5,16
Nichel	*120*	*500*	25,14	44,05	35,78	83,16	151,16	56,48	2,6	29,4	12,8
Piombo	*100*	*1000*	13,51	12,15	nrs	nrs	nrs	19,92	13,5	80	16,5
Rame	*120*	*600*	24,86	33,80	16,15	20,35	30,57	47,93	15,4	44,7	4,4
Zinco	*150*	*1500*	43,50	63,81	46,14	63,94	82,86	66,79	16,3	130	15,6

*Tabella 3.2: confronto tra limiti normativi, valori medi dei metalli e dati di letteratura. Legenda: nn= non normati, Nd= non determinati, nrs= non statisticamente rappresentativi, * CSC riferita al D. Lgs. 152/06 con A= suoli a destinazione d'uso residenziale e B industriale, ^ dati da testo Idrogeochimica di G. Chiesa, 2002.*

- ✓ I descrittori statistici indicano una distribuzione di valori uniformi, per la maggior parte condensati nello stesso *range* di grandezza, con una forbice sottile tra il 75° percentile e il 25° percentile. Inoltre i valori massimi rientrano per lo più nello stesso ordine di grandezza delle CSC e dei valori di media e mediana, in corrispondenza dei quali, analogamente a Ferro e Alluminio, avviene un decremento delle concentrazioni per alcuni elementi in favore dell'aumento in altri.

- ✓ Lo scostamento dei valori di media e mediana, è stato rilevato principalmente per quegli analiti dove i valori assunti sono corrispondenti al limite di rilevabilità analitico-strumentale
- ✓ In merito alle concentrazioni dei metalli rinvenute nelle litologie investigate, come era lecito aspettarsi, aumentano di valore in corrispondenza dei materiali più fini, in particolare nei LS in maniera preponderante per alcuni di essi, Ferro, Cromo totale e Nichel e subordinatamente per Rame e Zinco, e nei LA per altri (Alluminio e Litio). Altri analiti presentano invece valori simili in tutti i litotipi (Arsenico, Berillio e Piombo) indipendentemente dalla granulometria, forse perché elementi di eminente genesi magmatica e/o idrotermale. Per ciò che concerne invece il "comportamento" delle SL e dei LS investigate nei due differenti domini DA e BME, seppur con scostamenti non rilevanti, hanno fatto registrare valori superiori nel BME rispetto alle *facies* calcaree dei DA.
- ✓ Per ognuna delle matrici considerate si conferma infine una sostanziale omogeneità dei valori statistici dei diversi analiti, con particolare riferimento a quelli presenti in valori significativi nei materiali fini (Al, Fe, Cr tot, Ni, Cu, Zn), ma anche gli elementi in traccia (As, Pb) risultano comunque essere mediamente ben correlati.

Valori di concentrazione rilevati per altri analiti con numero insufficiente di dati

Come accennato nel paragrafo introduttivo, purtroppo manganese, selenio e vanadio sono stati determinati solo in n° 28 campioni di GSL del BME, che rappresentano un numero al di sotto di quello rappresentativo di 30, proposto dal più volte citato protocollo ISPRA-ISS. Ad ogni modo, in previsione dell'indagine antropica e del confronto con i dati ecotossicologici, in Tabella 3.3 si riportano i descrittori statistici principali per i metalli in oggetto.

GSL BME: Elaborazione statistica dati analitici Manganese, Selenio e Vanadio (u.m. in mg/Kg)							
Campione	Manganese	Selenio	Vanadio	n° campioni	Manganese	Selenio	Vanadio
1	417	1,4	< 10	21	520	2,5	19
2	427	1,7	< 10	22	520	2,5	19
3	470	1,9	< 10	23	418	1,1	< 10
4	380	2,12	< 10	24	391	1,2	< 10
5	423	1,9	13	25	495	1,58	14
6	736	1,8	< 10	26	395	2,53	12
7	367	1,6	< 10	25° PERCENTILE	388,00	1,50	12,25
8	362	2	< 10	CSC A-B	nn	3-15	90-250
9	764	3,4	17	Descrittori statistici			
10	338	1,4	12	MINIMO	310	1,1	10,0
11	310	1,8	11	MEDIA	447,85	1,83	14,71
12	458	1,7	19	MEDIANA	420,50	1,80	13,50
13	458	1,7	19	MASSIMO	764	3,4	19,0
14	512	1,8	13	75° PERCENTILE	482,75	1,90	18,50
15	461	1,4	13	SD	105,95	0,49	3,27
16	334	< 1	< 10	VARIANZA POP.V.	10794,36	0,35	59,15
17	487	1,9	< 10	CV. POP.V	103,90	0,59	7,69
18	404	1,5	10	VARIANZA.V.	11226,14	0,36	61,51
19	410	1,5	< 10	CV C.	105,95	0,49	3,27
20	387	1,8	15	CV P.	103,90	0,48	3,15

Tabella 3.3: parametri statistici delle GSL nel BME per Manganese, Selenio Vanadio.

3.3. DETERMINAZIONE DEI *RANGE* DEI VDFN NEI TERRENI

Ai fini della definizione dei *range* dei valori di fondo dei terreni è stata effettuata l'analisi delle popolazioni dei dati classificati nei seguenti gruppi:

- ✓ Bacino Marchigiano Esterno (BME) - popolazioni relative alle seguenti classi sedimentologiche rappresentative: Ghiaie, Sabbie Limose, Limi sabbiosi e Limi argillosi.
- ✓ Depositi Appenninici (DA) - popolazioni relative alle seguenti classi sedimentologiche rappresentative: Sabbie Limose, Limi sabbiosi

L'analisi delle popolazioni è stata effettuata mediante il software ProUCL 5.0 dell'USEPA che consente di effettuare l'analisi della distribuzione statistica dei dati (Godness of Fit) e, in base alla distribuzione che meglio si accorda al *dataset*, la determinazione degli indicatori sia della tendenza centrale dei dati (Upper Confidence Limit al 95% della media) sia delle code della distribuzione (Upper Prediction Limit e Upper Simultaneous Limit).

L'analisi della distribuzione statistica e delle tendenze centrali (calcolo dell'UCL 95 della media) può essere utile capire se i dati in esame possono appartenere alla stessa popolazione e in che *range* aspettarsi il valore atteso di ciascun parametro per ogni formazione/litologia indagata.

L'analisi delle code della distribuzione (limiti superiori della distribuzione) consente di determinare i *range* entro cui è lecito aspettarsi il valore di fondo di ciascun parametro per ogni formazione/litologia indagata.

Analisi della distribuzione e stima della tendenza centrale nei suoli (calcolo dell'UCL 95 della media)

Sono stati indagati dapprima gli analiti (Cromo Totale, Nichel, Rame e Zinco) che sono stati determinati in tutte le formazioni/litologie indagate. Tale analisi può dare informazioni utili sul grado di correlazione tra gli elementi presenti nelle diverse litologie e sull'eventuale concentrazione degli elementi in alcune tipologie particolari di terreno.

Nei depositi del Bacino Marchigiano Esterno, per quel che concerne la distribuzione di Cromo Totale, Nichel, Rame e Zinco nei terreni, si osserva in generale che i dati presentano andamenti non simmetrici (prevalenza di distribuzioni lognormali/gamma) oppure non è stato possibile identificare una particolare distribuzione dei dati (andamenti non parametrici); solo il Cromo Totale nei depositi più fini (limi argillosi) presenta una distribuzione normale. I materiali più grossolani (ghiaie e sabbie limose) presentano distribuzioni molto simili di questi elementi sebbene un arricchimento all'aumentare della componente fine della matrice (incremento dell'UCL 95 della media). I materiali più fini invece non presentano distribuzioni confrontabili degli analiti comuni. Rame e Zinco presentano un incremento di concentrazione (aumento dell'UCL) all'aumentare della frazione fine, per Cromo Totale e Nichel si registra una tendenza

inversa, ovvero una diminuzione dell'UCL all'incrementarsi della frazione fine.
I risultati di tali elaborazioni sono riportati nella Tabella 3.4.

Parametro	Bacino Marchigiano Esterno					
	Ghiaie		Sabbie Limose		Limi sabbiosi	
	UCL	Distribuzione	UCL	Distribuzione	UCL	Distribuzione
Cromo Tot.	53,36	Non param.	68,38	Lognormale	150,7	Gamma/Logn.
Nichel	76,52	Non param.	146,8	Non param.	259,3	Approx.Logn.
Rame	18,1	Gamma/Logn.	24,36	Gamma/Logn.	37,31	Gamma/Logn.
Zinco	70,75	Approx Logn.	76,2	Lognormale	99,16	Gamma/Logn.
Parametro	Bacino Marchigiano Esterno		Domini Appenninici			
	Limi argillosi		Sabbie Limose		Limi sabbiosi	
	UCL	Distribuzione	UCL	Distribuzione	UCL	Distribuzione
Cromo Tot.	71,95	Normale	30,09	Normale	51,55	Gamma/Logn.
Nichel	76,5	Non param.	29,2	Normale	49,45	Normale
Rame	91,75	Non param.	30,61	Gamma/Logn.	37,52	Normale
Zinco	117,7	Non param.	50	Normale	71,2	Normale

Tabella 3.4: distribuzioni statistiche degli analiti comuni a tutte le formazioni e/o litologie (u.m.mg/Kg.)

Nei Depositi Appenninici Cromo Totale, Nichel, Rame e Zinco presentano quasi sempre andamenti simmetrici ad eccezione del Cromo Totale nei depositi più fini (limi sabbiosi). In questo caso invece si registra un arricchimento di tali metalli nel passaggio da frazioni granulometriche più grossolane a quelle più fini. Per quel che concerne gli altri analiti indagati occorre distinguere tra l'andamento di Alluminio e Ferro e quello degli altri elementi (Arsenico, Berillio, Litio, Piombo). Nella successiva Tabella 3.5 sono riportati i risultati dell'analisi per gli analiti non comuni a tutte i domini geologici/classi granulometriche investigate.

Parametro	Bacino Marchigiano Esterno					
	Ghiaie		Sabbie Limose		Limi sabbiosi	
	UCL	Distribuzione	UCL	Distribuzione	UCL	Distribuzione
Alluminio	5403	Normale	12324	Gamma/Logn.	23023	Normale
Ferro	6795	Normale	17527	Normale	34811	Normale
Arsenico						
Berillio						
Litio						
Piombo						
Parametro	Bacino Marchigiano Esterno		Domini Appenninici			
	Limi argillosi		Sabbie Limose		Limi sabbiosi	
	UCL	Distribuzione	UCL	Distribuzione	UCL	Distribuzione
Alluminio	47200	Non param.				
Ferro	34195	Gamma/Logn.				
Arsenico	7,57	Non param.	3,15	Approx.Logn.	3,42	Gamma/Logn.
Berillio			5,41	Non param.	1,32	Non param.
Litio			14,63	Gamma	20,75	Gamma/Logn.
Piombo	33,92	Non param.	26,03	Approx.Logn.	17,51	Approx.Logn.

Tabella 3.5: distribuzioni statistiche degli analiti comuni a tutte le formazioni e/o litologie (u.m.mg/Kg).

Alluminio e Ferro sono stati indagati solo nelle formazioni del Bacino Marchigiano Esterno ed essendo elementi pressoché ubiquitari nella crosta terrestre presentano valori molto elevati e

distribuiti tendenzialmente in maniera simmetrica, ad eccezione dei limi argillosi. Tale comportamento è fortemente indicativo per il fondo naturale.

Viceversa per Arsenico, Berillio, Litio e Piombo (indagati sia nelle formazioni del Bacino Marchigiano Esterno sia nei Depositi Appenninici) presentano distribuzioni non simmetriche o non è stato possibile identificarne una distribuzione. In questi ultimi elementi si registrano distribuzioni diverse nelle formazioni del Bacino Marchigiano Esterno e nei Depositi Appenninici, ma è possibile che l'assenza di correlazione sia dovuta alle diverse granulometrie indagate. Nei Depositi Appenninici non è possibile stabilire se vi sia arricchimento con l'aumentare della frazione fine anche perché il *range* di valori degli UCL non risultano elevati.

Stima della tendenza della coda della distribuzione (calcolo dell'*Upper Prediction Limit* e dell'*Upper Simultaneous Limit*)

Per quel che concerne la valutazione delle code della distribuzione dei dati, che possono essere utilizzate per la determinazione dei valori di fondo, il software Pro UCL prevede la valutazione di diversi indicatori statistici che danno la stima del massimo valore atteso di concentrazione legato ad una particolare distribuzione di dati. Si tratta in particolare di valori soglia *(limits*) che si ritiene non possano essere superati con un valore di confidenza del 95%. Sono stati scelti come potenziali indicatori del fondo *l'Upper Prediction Limit* (UPL) e l'*Upper Simultaneous Level*. L'*Upper Prediction Limit* è la soglia che, applicata al prossimo numero specificato (k) di eventi di campionamento futuri relativi alla stessa popolazione di dati del campione, non prevede il proprio superamento. L'*Upper Simultaneous Limit* è la soglia più alta che non consente il proprio superamento in alcun campionamento futuro della stessa popolazione di dati del campione.

In base alle definizioni date, è chiaro che l'UPL prevede la possibilità di superamento del valore di fondo se si effettuano campionamenti superiori al numero k specificato (di *default* pari a 5). Viceversa l'USL non prevede il superamento del valore di fondo qualsiasi sia il numero di campionamenti futuri. Pertanto l'UPL rappresenta una stima conservativa (più bassa) del valore di fondo, mentre l'USL rappresenta una stima più ampia (in generale anche maggiore del valore massimo riscontrato) ed è appropriata quando si è sufficientemente sicuri che il *dataset* considerato includa esclusivamente valori associabili al fondo e non presenti potenziali valori anomali legati a fenomeni di contaminazione antropica locale. In conclusione è ragionevole supporre che il valore del fondo sia compreso tra UPL ed USL.

Nelle successive Tabelle 3.6 e 3.7 sono indicati i valori di UPL e USL per le litologie rappresentative del BME e DA; anche in questo caso l'analisi ha prima riguardato gli analiti comuni a tutte le granulometrie investigate (Cromo Totale, Nichel, Rame e Zinco) e poi estesa agli altri (Alluminio, Ferro, Arsenico, Berillio, Litio e Piombo).

Dominio-Litologia-Parametro	BME								DA			
	GHIAIE		SABBIE LIMOSE		LIMI SABBIOSI		LIMI ARGILLOSI		SABBIE LIMOSE		LIMI SABBIOSI	
	UPL	Distribuzione	UPL	Distribuzione	UPL	Distribuzione	UPL	Distribuzione	UPL	Distribuzione	UPL	Distribuzione
Cromo Tot.	122,4	Non param.	162,3	Lognormale	324	Gamma/Logn.	121,7	Normale	56,52	Normale	104,9	Gamma/Logn.
Nichel	238,2	Non param.	402	Non param.	486,1	Approx.Logn.	90,99	Non param.	48,82	Normale	78,22	Normale
Rame	29,32	Gamma/Logn.	54,76	Gamma/Logn.	74,42	Gamma/Logn.	279	Non param.	58,23	Gamma/Logn.	57,35	Normale
	101,7	Approx Logn.	164,3	Lognormale	186,8	Gamma/Logn.	313,9	Non param.	81,4	Normale	110,5	Normale
Alluminio	8880	Normale	21458	Gamma/Logn.	32861	Normale	66502	Non param.				
Ferro	10074	Normale	25703	Normale	47378	Normale	53893	Gamma/Logn.				
Arsenico							11,7	Non param.	4,2	Approx.Logn.	7,06	Gamma/Logn.
Berillio									10,83	Non param.	2,01	Non param.
Litio									34,15	Gamma	48,07	Gamma/Logn.
Piombo							81,12	Non param.	39,77	Approx.Logn.	26,88	Approx.Logn.
Parametro	USL	Distribuzione	USL	Distribuzione	USL	Distribuzione	USL	Distribuzione	USL	Distribuzione	USL	Distribuzione
Cromo Tot.	156,2	Non param.	574,5	Lognormale	615,6	Gamma/Logn.	161,9	Normale	76,32	Normale	191,8	Gamma/Logn.
Nichel	274,6	Non param.	504	Non param.	1465	Approx.Logn.	171,8	Non param.	63,52	Normale	101,2	Normale
Rame	44,07	Gamma/Logn.	117,9	Gamma/Logn.	133,4	Gamma/Logn.	313	Non param.	97,61	Gamma/Logn.	73,21	Normale
Zinco	203,2	Approx Logn.	438,8	Lognormale	319,2	Gamma/Logn.	352	Non param.	104,9	Normale	142	Normale
Alluminio	11758	Normale	35661	Gamma/Logn.	40729	Normale	67468	Non param.				
Ferro	12788	Normale	33170	Normale	57429	Normale	78391	Gamma/Logn.				
Arsenico							35,24	Non param.	9,31	Approx.Logn.	13,23	Gamma/Logn.
Berillio									29,6	Non param.	2,04	Non param.
Litio									70,01	Gamma	100,7	Gamma/Logn.
Piombo							96	Non param.	99,11	Approx.Logn.	50,82	Approx.Logn.

Tabella 3.6: valori di UPL e USL degli analiti metallici per le litologie rappresentative del BME e DA.

Individuazione dei *range* dei VDFN

Sulla base delle elaborazioni statistiche effettuate sono state determinati i *range* entro cui ci si aspetta di trovare i valori di fondo per gli analiti considerati. Tenendo presente che non è stato possibile stabilire con certezza una correlazione tra le diverse formazioni/frazioni granulometriche, tali *range* sono stati definiti per ciascuna classe/popolazione individuata nel dominio geologico considerato (tabelle 3.7 e 3.8).

Parametro	Bacino Marchigiano esterno (BME)							
	Ghiaie		Sabbie Limose		Limi sabbiosi		Limi argillosi	
	UPL	USL	UPL	USL	UPL	USL	UPL	USL
Cromo Tot.	122,4	156,2	162,3	574,5	324	615,6	121,7	161,9
Nichel	238,2	274,6	402	504	486,1	1465	90,99	171,8
Rame	29,32	44,07	54,76	117,9	74,42	133,4	279	313
Zinco	101,7	203,2	164,3	438,8	186,8	319,2	313,9	352
Alluminio	8880	11758	21458	35661	32861	40729	66502	67468
Ferro	10074	12788	25703	33170	47378	57429	53893	78391
Arsenico							11,7	35,24
Piombo							81,12	96

Tabella 3.7: Range VDFM suoli BME.

Parametro	Domini Appenninici (DA)			
	Sabbie Limose		Limi sabbiosi	
	UPL	USL	UPL	USL
Cromo Tot.	56,52	76,32	104,9	191,8
Nichel	48,82	63,52	78,22	101,2
Rame	58,23	97,61	57,35	73,21
Zinco	81,4	104,9	110,5	142
Arsenico	4,2	9,31	7,06	13,23
Berillio	10,83	29,6	2,01	2,04
Litio	34,15	70,01	48,07	100,7
Piombo	39,77	99,11	26,88	50,82

Tabella 3.8 Range valori fondo suoli DA

Occorre infine evidenziare che i valori superiori ai *range* individuati rappresentano estremi decisamente elevati, in molti casi molto superiori dei valori massimi del *dataset*, che possono essere considerati accettabili solo se si esclude la presenza di potenziali fonti di contaminazione puntuali. Pertanto occorrerebbe un approfondimento delle indagini al fine di validare le assunzioni alla base dei *range* identificati.

CAPITOLO 4 - ACQUE SOTTERRANEE: ELABORAZIONI STATISTICHE

4.1. CRITERI OPERATIVI E SCHEMA DI LAVORO

Per l'analisi statistica propedeutica allo studio dei VDFN delle acque sotterranee, sono stati utilizzati i dati dei seguenti domini geologici: Bacino Umbro (BU), Dorsale Umbro-Marchigiana (DUM), Bacino Marchigiano Interno (BMI), Dorsale Marchigiana (DM). Se per il suolo-sottosuolo, una volta eliminati i campioni suscettibili di contaminazione antropica, i dati analitici risultano praticamente intonsi in virtù delle mancate interazioni con agenti e/o fenomeni esterni che ne alterano la composizione chimica, per le acque sotterranee, rappresentando esse un sistema dinamico, i dati risultano esposti a potenziali interferenze. Per tale ragione la procedura di approccio nella costituzione dei *data set* da utilizzare per i VDFN delle acque sotterranee risulta generalmente più complessa ed elaborata rispetto a quella dei terreni.

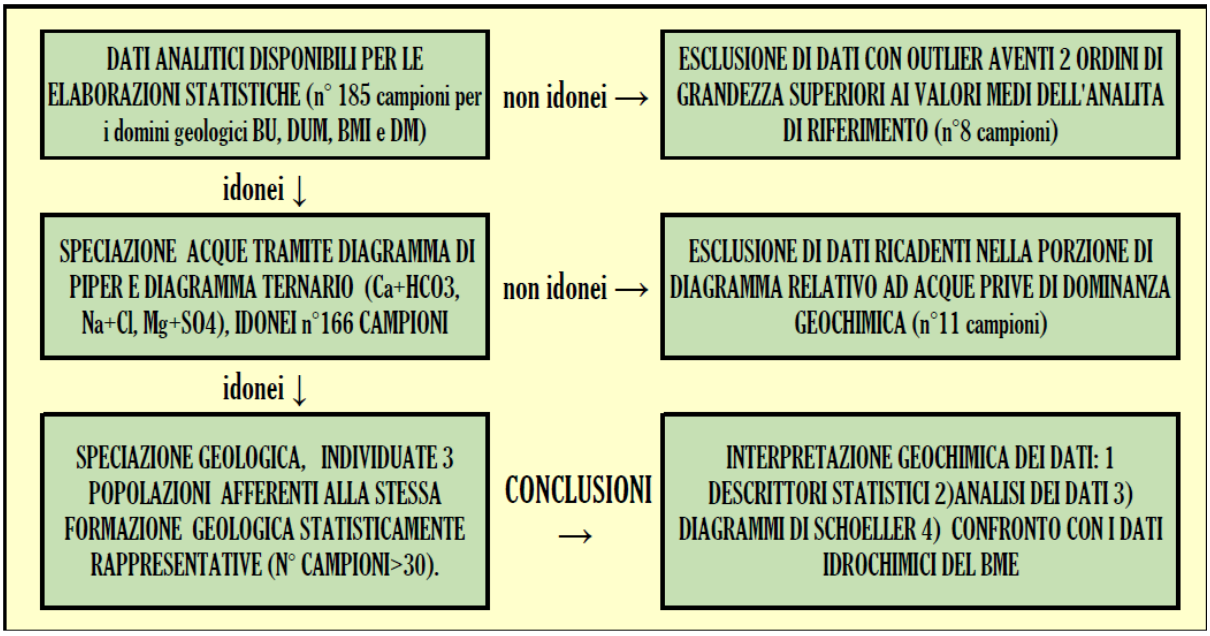


Figura 4.1: schema adottato per la selezione dei dati funzionali all'elaborazione dei VDFN.

L'obiettivo di questa fase della ricerca è stato quello di raggruppare i dati delle acque di falda in popolazioni statistiche omogenee e rappresentative al fine di ottimizzarne la selezione. Prima della costituzione dei *data set* sono stati eliminati gli *outlier* relativi ai campioni aventi valori superiori di 2 ordini di grandezza rispetto alle concentrazioni medie dell'elemento di riferimento. Successivamente le acque sotterranee sono state classificate in base ai modelli *standard* di rappresentazioni grafiche per definirne la specie idrochimica. Dopo avere effettuato una classificazione base delle acque tramite la Durezza e il Residuo fisso, si è proceduto a realizzare il Diagramma di Piper per i domini geologici considerati. Per realizzare tali diagrammi, sono stati utilizzati i valori di concentrazione degli ioni principali (Ca, og, Na+K, Cl+F, SO_4, HCO_3+CO_3) e, laddove non disponibili, è stato necessario creare i diagrammi ternari (Ca+HCO_3, NaCl e $MgSO_4$).

I campioni ricadenti in categorie d'acque differenti e/o prive di dominanza geochimica in entrambe i tipi di classificazione, le quali mostravano risultati pressoché identici, sono stati esclusi dalla trattazione statistica. Alla fine 166 campioni sono risultati della medesima *facies* idrochimica, quella bicarbonato-calcica. Sulla scorta di analoghi lavori sui VDFN compiuti per le acque sotterranee, si sono scelti i dati in base alle peculiarità geologiche, raggruppando i dati delle acque della stessa specie idrochimica nella medesima Formazione geologica e/o successione. Ciò ha consentito di individuare n°3 popolazioni statistiche rappresentative (numero di campioni >30) relativi alle seguenti formazioni: Depositi alluvionali quaternari del Bacino umbro (DQBU), Serie Carbonatica Umbro Marchigiana (SCUM) e Sintema di Matelica (SM). Per i campioni afferenti alle formazioni Marnoso-arenacea, Bisciaro-Schlier e Sintema del Musone, il numero di dati è risultato statisticamente insufficiente ai fini di un'elaborazione statistica. Nelle tre *facies* geologiche individuate, per i metalli sono stati sviluppati i descrittori statistici principali e individuate le anomalie, in termini di concentrazione e di superamenti delle CSC ai sensi del D.Lgs 152/06.

L'esame dei dati per i metalli presenti nelle acque sotterranee, sia dei pozzi che delle sorgenti, rispetto ai suoli ha rivelato marcate anomalie, sia per una maggiore ampiezza del *range* di valori, sia per i numerosi campioni con valori superiori ai limiti previsti dalla normativa vigente. Nei campioni della medesima *facies* geologica, sono state rilevate differenze sostanziali degli ioni principali (Mg, Na, Cl e SO_4), valori elevati di conducibilità elettrica e concomitante aumento di solidi disciolti e metalli. In tale meccanismo sembrano avere ruolo determinante i livelli piezometrici dei pozzi, le portate delle sorgenti e la stagionalità dei prelievi in quanto l'aumento dei valori dei metalli e della loro conducibilità elettrica spesso avviene nei periodi di massima piovosità.

Per una corretta interpretazione dei dati nei tre differenti scenari geologici, è risultato fondamentale la loro contestualizzazione geochimica, attraverso un confronto incrociato con altri analiti e parametri idrogeologici, tenendo in considerazione la variabilità stagionale. Infine, è stata condotta un'ulteriore classificazione idrochimica tramite i diagrammi di Scholler. I risultati di questa nuova classificazione, oltre ad individuare 5 compagini chimicamente affini denominate GRUPPO 1÷5, rivelano che alcuni campioni prelevati nello stesso punto in periodi differenti, soprattutto per le sorgenti, mostrano differenti valori degli ioni principali e di quelli metallici.

I dati idrochimici del BME prelevati all'interno del SIN della Bassa Val di Chienti, oltre che risultare privi di alcuni degli ioni principali funzionali alla classificazione idrochimica, presentano una falda fortemente compromessa dall'inquinamento diffuso da organo alogenati e,

pertanto, non ritenuti idonei per la determinazione del fondo naturale. Per i pochi punti contaminati, viste le affinità geologiche di questa area con quella preposta allo studio ecologico, con i pochi dati a disposizione sono stati effettuati diagrammi ternari (vedi Allegato C per l'anagrafica e posizione dei punti di campionamento, Allegato D dati idrochimici e elaborazioni grafiche).

4.2. CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE - CERNITA DATI

Classificazioni di base: Durezza e Residuo fisso

Residuo fisso e Durezza rappresentano due tra le caratteristiche fondamentali ai fini della classificazione delle acque, i risultati nelle Tabelle 4.1 e 4.2).

DUREZZA	BMI	BU	DM	DUM	n° campioni	% sul totale
0 < °F < 7 molto dolci	0	0	2	0	2	1,08
7 < °F < 14 dolci	0	0	0	0	0	0,00
14 < °F < 22 mediamente dure	0	0	0	0	0	0,00
– 22 < °F < 32 abbastanza dure	0	7	6	3	17	8,65
– 32 < °F < 54 dure	3	16	41	20	80	43,24
– 54 < °F molto dure	6	66	9	6	87	47,03
Totale	9	89	58	29	186	100,00

Tabella 4.1: risultati della classificazione delle acque tramite il parametro durezza, nei 4 domini geologici. [P. Celico "Prospezioni idrogeologiche" vol. 1].

RESIDUO FISSO	BMI	BU	DM	DUM	n° campioni	% sul totale
Acque minimamente mineralizzate <50 mg/L	0	0	0	0	0	0,00
Acque oligominerali 50 < mg/L< 500	9	38	48	26	122	70,35
Acque minerali 500< mg/L< 1500	0	50	0	0	50	29,07
Acquericche di Sali minerali >1500 mg/L	0	1	0	0	1	0,58
Totale	9	89	48	26	173	100,00

Tabella 4.2: risultati della classificazione delle acque tramite il residuo fisso, nei 4 domini geologici. [P. Celico "Prospezioni idrogeologiche" vol. 1].

Per ciò che concerne il BU i valori di residuo fisso indicano un elevato tenore di sali disciolti in 50 degli 89 campioni processati, mentre per i rimanenti i valori sono in linea con quelli degli altri domini, con valori compresi tra 50 e 500 mg/l, afferenti ad acque leggermente mineralizzate. Come logico aspettarsi in presenza di una successione di natura calcarea, i valori di durezza risultano estremamente elevati con circa il 43% di acque dure e addirittura oltre il 46% molto dure, con valori maggiori di 54°F.

Diagrammi di Piper effettuato per domini geologici

Nelle Figure 4.2÷4.6 sono riportati i grafici relativi alla classificazione delle acque, eseguita mediante *piper-plot* e diagrammi ternari per i quattro domini geologici, evidenziando mediante etichetta, i campioni esclusi dall'elaborazione statistica a causa del differente chimismo.

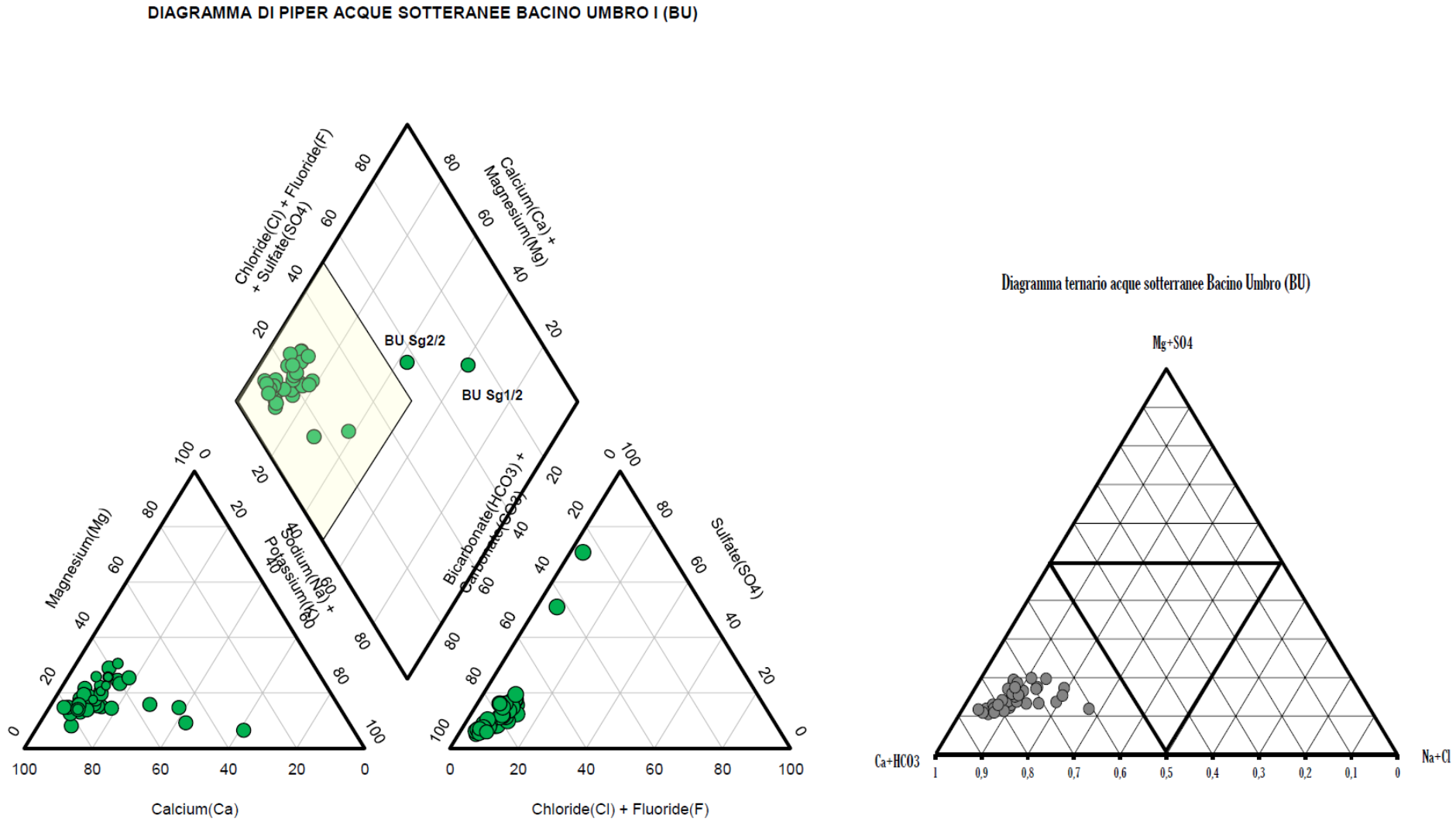


Figura 4.2: Bacino Umbro (BU), classificazione acque sotterranee tramite Diagramma di Piper e diagramma ternario.

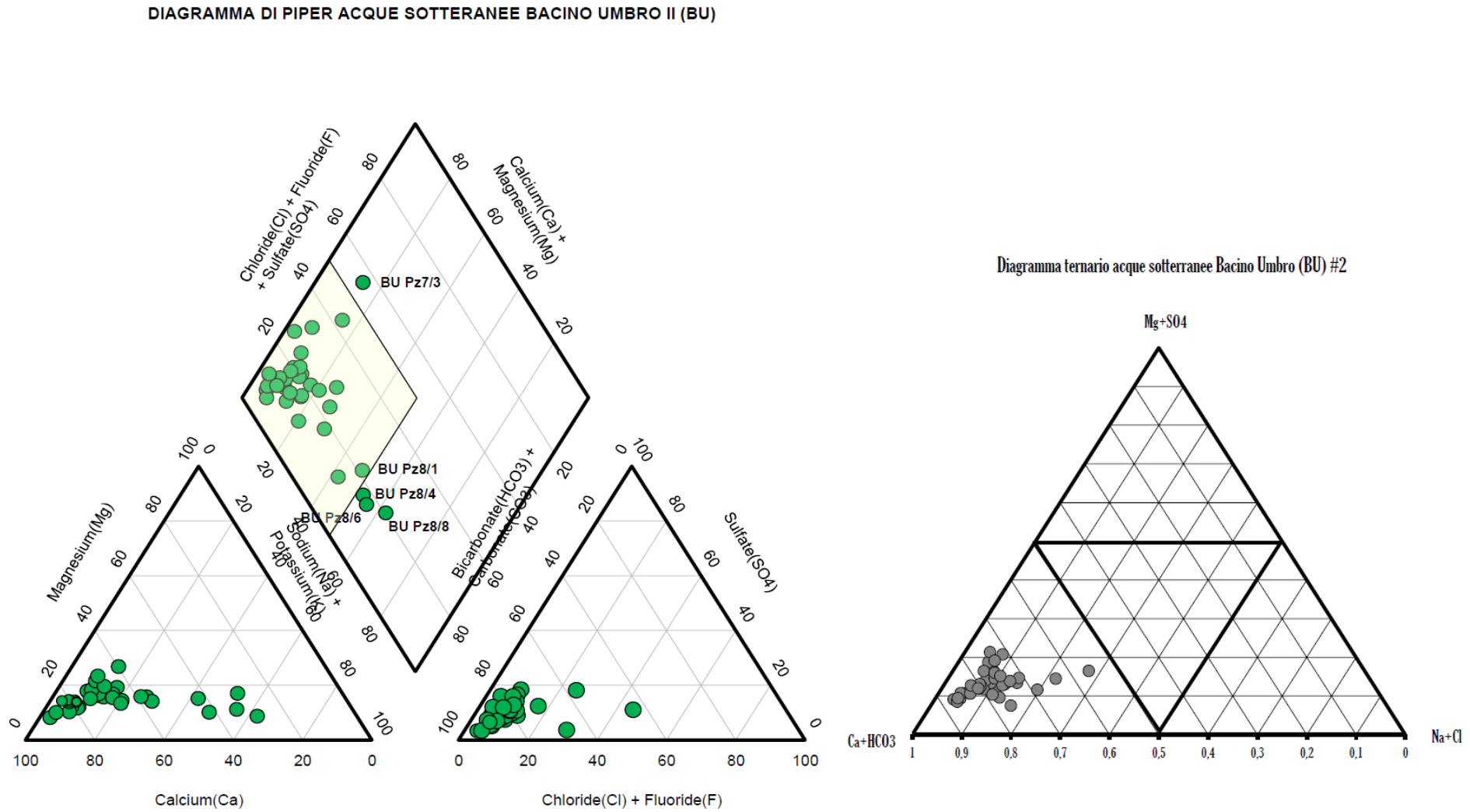


Figura 4.3: Bacino Umbro (BU) segue, classificazione acque sotterranee tramite Diagramma di Piper e diagramma ternario.

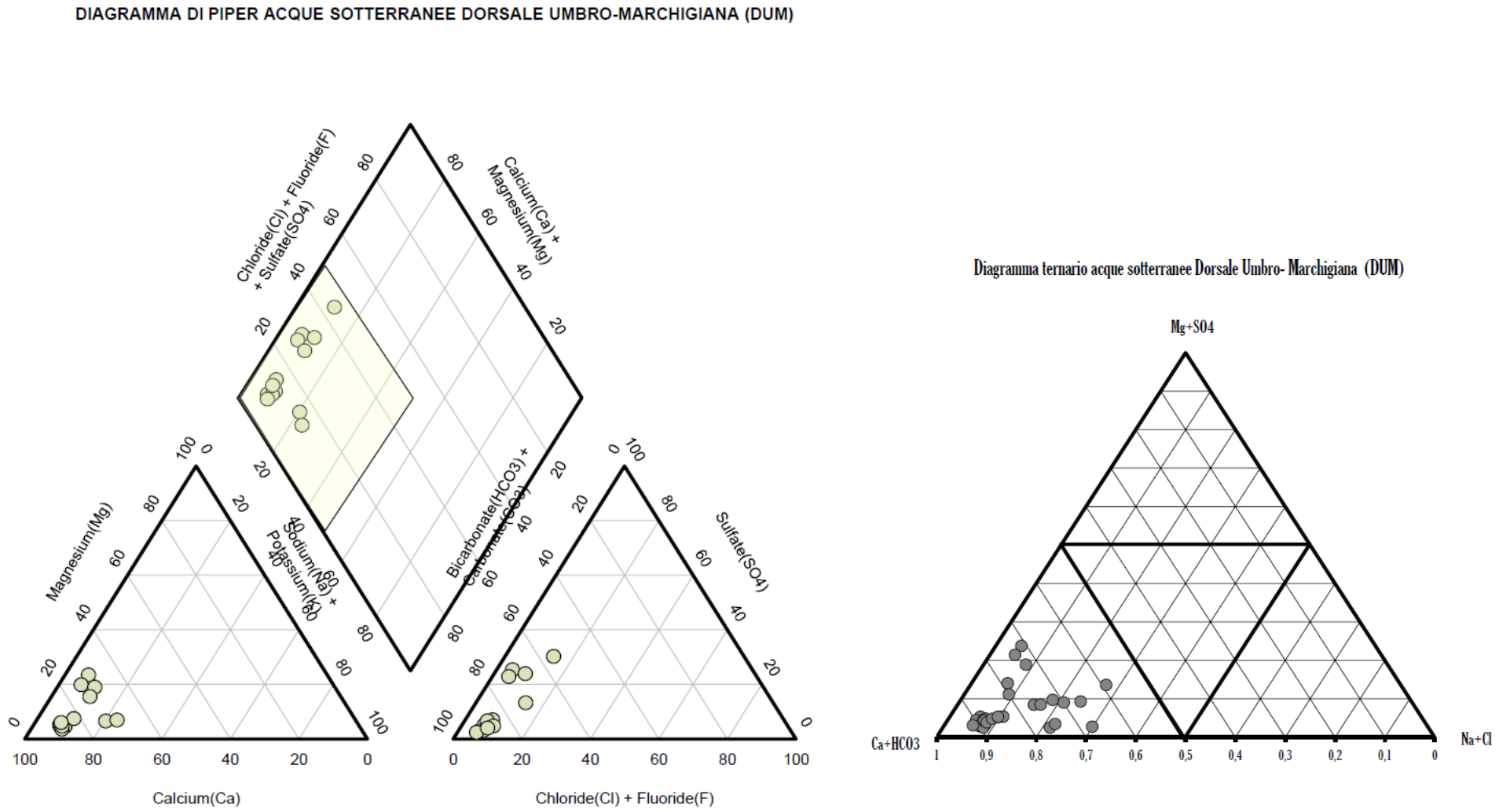


Figura 4.4: Dorsale Umbro-Marchigiana (DUM), classificazione acque sotterranee tramite Diagramma di Piper e diagramma ternario.

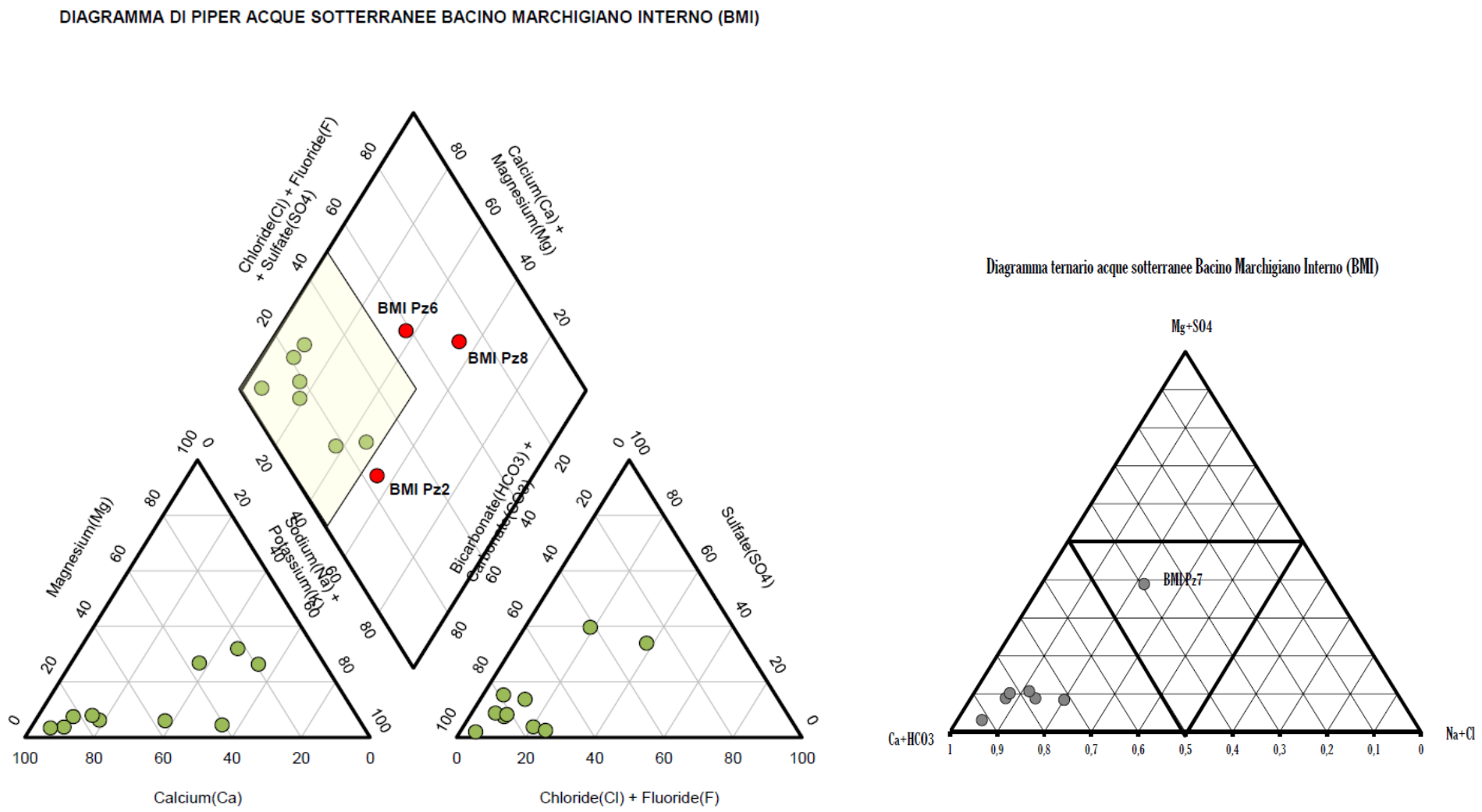


Figura 4.5: Bacino Marchigiano Interno Umbro (BMI), classificazione acque sotterranee tramite Diagramma di Piper e diagramma ternario.

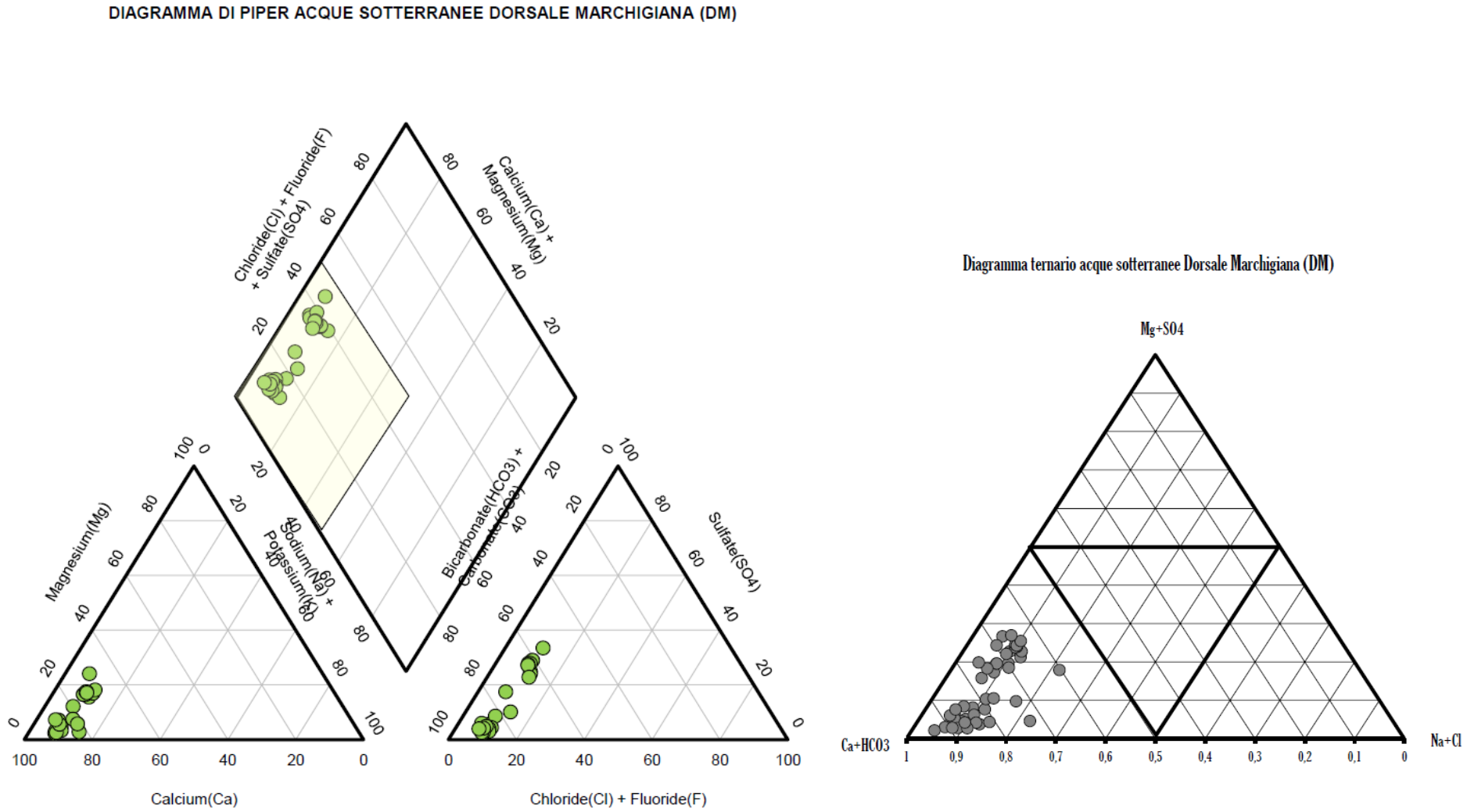


Figura 4.6: Dorsale Marchigiana (DM), classificazione acque sotterranee tramite Diagramma di Piper e diagramma ternario

Come per i suoli, sono stati di *default* esclusi tutti i campioni nei quali, seppur in traccia, erano presenti contaminanti di origine antropica. A monte della realizzazione dei *piper-plot* sono stati esaminati tutti i dati dei 185 campioni disponibili, dai quali ne sono stati eliminati 8 (6 per lo zinco e 2 per il manganese) in quanto presentavano valori di concentrazione maggiori di due ordini di grandezza rispetto ai loro valori medi. Le elaborazioni grafiche delle precedenti figure hanno evidenziato quanto di seguito riportato.

- ✓ Sono stati processati con il diagramma di Piper 122 campioni dei rimanenti 177, escludendo quelli di cui non erano stati determinati i fluoruri. Dal confronto dei grafici sopra riportati con il diagramma di classificazione di Figura 4.7, si evince che le acque sotterranee in esame ricadono in netta prevalenza nella specie idrochimica bicarbonato-calcica in tutti i domini geologici. Tale *facies* è contraddistinta da una netta prevalenza del contenuto di HCO_3+CO_3 e Ca rispetto agli altri ioni, tipica di acque sotterranee fresche poco profonde, originatesi per attraversamento di rocce calcaree i cui sali derivano dall'aggressione della componente calcarea da parte della CO_2 disciolta.

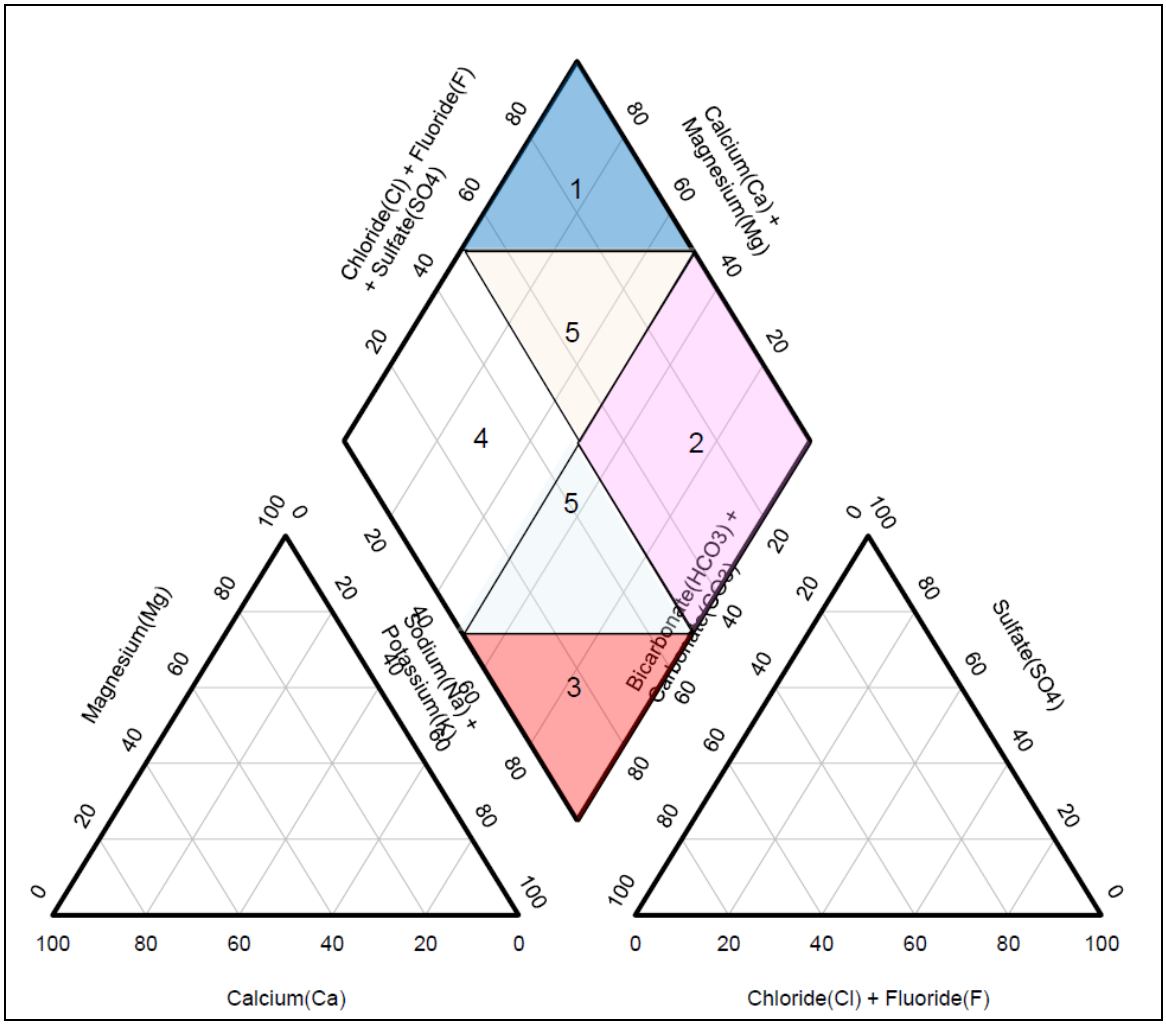


Figura 4.7: classificazione acque sotterranee tramite diagramma di Piper. LEGENDA: 1 facies solfato-clorurato alcalina terrosa, 2 facies solfato-clorurato alcalina, 3 facies bicarbonato alcalina, 4 facies bicarbonato alcalina terrosa, 5 acque miste prive di dominanza geochimica

- ✓ I campioni etichettati nei precedenti grafici dei domini BU e BMI, ricadono in altre *facies* e pertanto sono stati esclusi dalle elaborazioni statistiche in quanto aventi differente chimismo. Per alcuni di essi (BMI Pz6, BMI Pz8, BU Pz3), la discrepanza geochimica potrebbe essere stata determinata con le *facies* clastico evaporitiche, soprattutto per i campioni ad alto tenore di cloruri e solfati. Altri campioni che ricadono nella categoria mista verso la *facies* bicarbonato alcalina (BU Pz1-4-6-8, BMI Pz2), hanno fatto registrare elevati valori di sodio e/o potassio, probabilmente determinati dalla lisciviazione di rocce alcaline come alluminosilicati e feldspati.
- ✓ Con i dati dei 55 campioni non processati con i *piper plot* sono stati elaborati i diagrammi ternari ($Ca+HC0_3$ - NaCl - $MgSO_4$). I risultati sono perfettamente in linea con quelli dei *piper-plot*, confermando la quasi totalità dei campioni a dominanza bicarbonatica-calcica. Sulla base di queste elaborazioni, è stato eliminato un ulteriore campione privo di dominanza geochimica, il BMI Pz7.
- ✓ Le acque sotterranee degli acquiferi dei complessi idrogeologici delle dorsali calcaree, soprattutto quelle ubicate nel versante umbro, sono generalmente caratterizzate da tenori elevati di solfati e tenori molto bassi di Cl e Na (CONVERSINI & TAZIOLI, 1993 e 1994).
- ✓ Per le acque dei punti di prelievo nel DM di sorgenti limitrofe ai punti investigati, i dati di letteratura riportano che alti tenori in solfati e altri elementi sarebbero da collegare ad una circolazione idrica che arriva a lambire la base del Calcare Massiccio e le sottostanti Anidriti di Burano". (Nanni, Vivalda, 2009; Capaccioni et alii, 2001).
- ✓ Dopo questa ulteriore selezione, 166 campioni sono risultati idonei all'elaborazione statistica in quanto appartenenti alla medesima specie idrochimica.

4.3. *SET* STATISTICO E ANALISI DEI DATI

Omogeneizzazione e organizzazione dei dati per unita e/o formazione litostratigrafica

Il *data set* è stato realizzato da campioni appartenenti sia all'identica specie idrochimica, sia afferenti ad una medesima *facies* e/o formazione geologica al fine di individuare popolazioni statistiche omogenee e rappresentative. Una mappatura accurata dei punti campionati, ha consentito di collocarli nelle seguenti formazioni geologiche statisticamente rappresentative:

- ✓ Depositi continentali quaternari del BU (DCBU): depositi alluvionali costituiti in prevalenza da sedimenti sabbioso-ghiaiosi e subordinatamente da materiali più fini. Questa formazione, tipica del fondovalle del Fiume Chiascio, deriva principalmente dallo smantellamento della adiacente formazione Marnoso-Arenacea posta in adiacenza sui rilievi collinari.
- ✓ Serie carbonatica Umbro-Marchigiana (SCUM): calcari micritici alternati a interstrati

pelitici e a marne calcaree sottilmente stratificate. In questa *facies*, vista l'omogeneità dei valori, sono stati accorpati i dati delle acque sotterranee di acquiferi intestati nella successione mesozoica, dove purtroppo è stato possibile solo risalire alla formazione affiorante a piano campagna. Per una valutazione più precisa andrebbe effettuato uno studio idrogeologico di dettaglio estraneo alla presente ricerca.

- ✓ Sintema di Matelica (SM): che include i due sub-litotipi, Alluvioni terrazzate e Depositi di versante, costituiti da ghiaie prevalentemente calcaree con matrice sabbiosa, alternate a sabbie e silt. Questi ultimi litotipi, affioranti lungo l'asta fluviale dell'Esino, oltre ad essere oggetto di determinazione dei VDFN, rappresentano di fatto un *blank* idrochimico dell'area di studio, poiché ubicati in contiguità e immediatamente a monte idrogeologico della stessa

Analogamente ai suoli, ai fini della creazione del *set* statistico sono stati considerati anche i valori uguali ai limiti di rilevabilità.

Distribuzione statistiche dei composti metallici principali per unità litostratigrafica

Nei grafici nelle Figure 4.8÷4.10 sono riportate le classi di frequenza per i metalli principali Alluminio, Arsenico, Ferro, Manganese, Nichel, Piombo, Rame e Zinco. Va rilevato che per Cadmio, Cromo VI e Cromo totale, oltre il 90% dei valori sono uguali al limite di rilevabilità analitico strumentale.

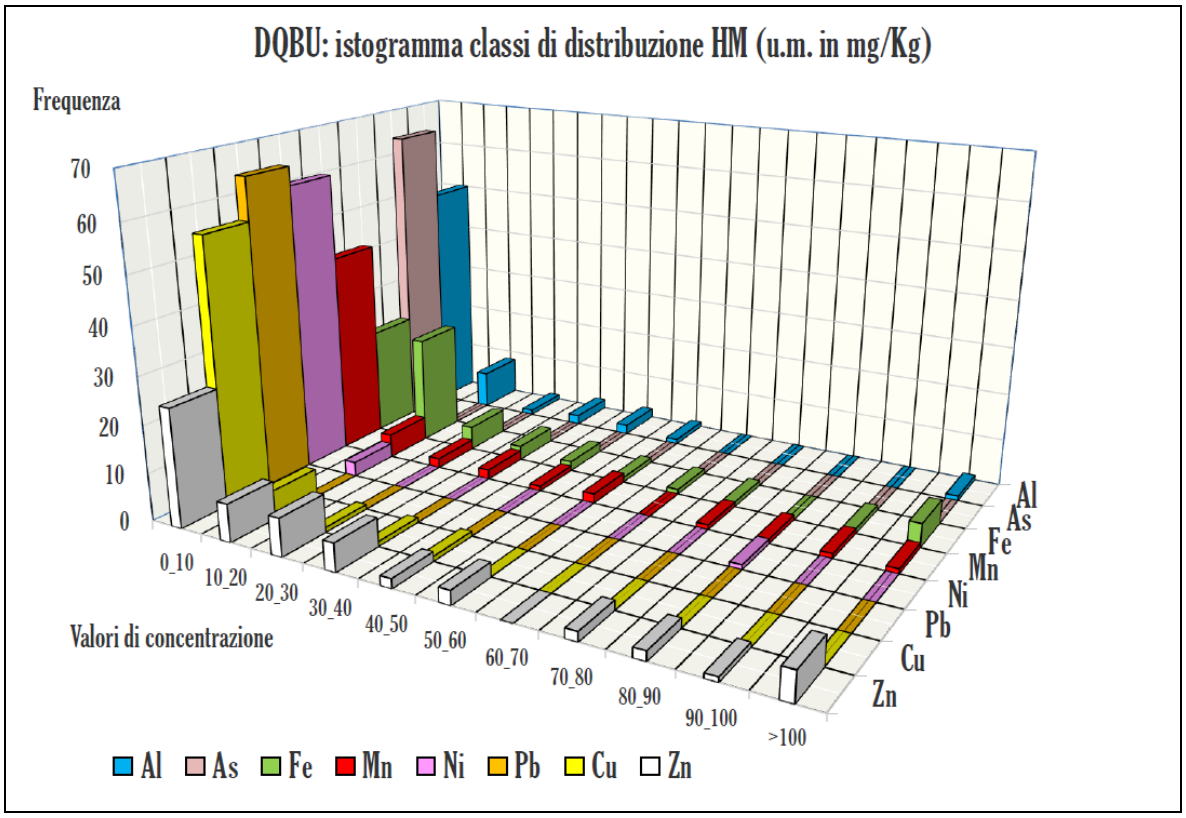


Figura 4.8: distribuzioni statistiche dei principali elementi metallici nei DQBU.

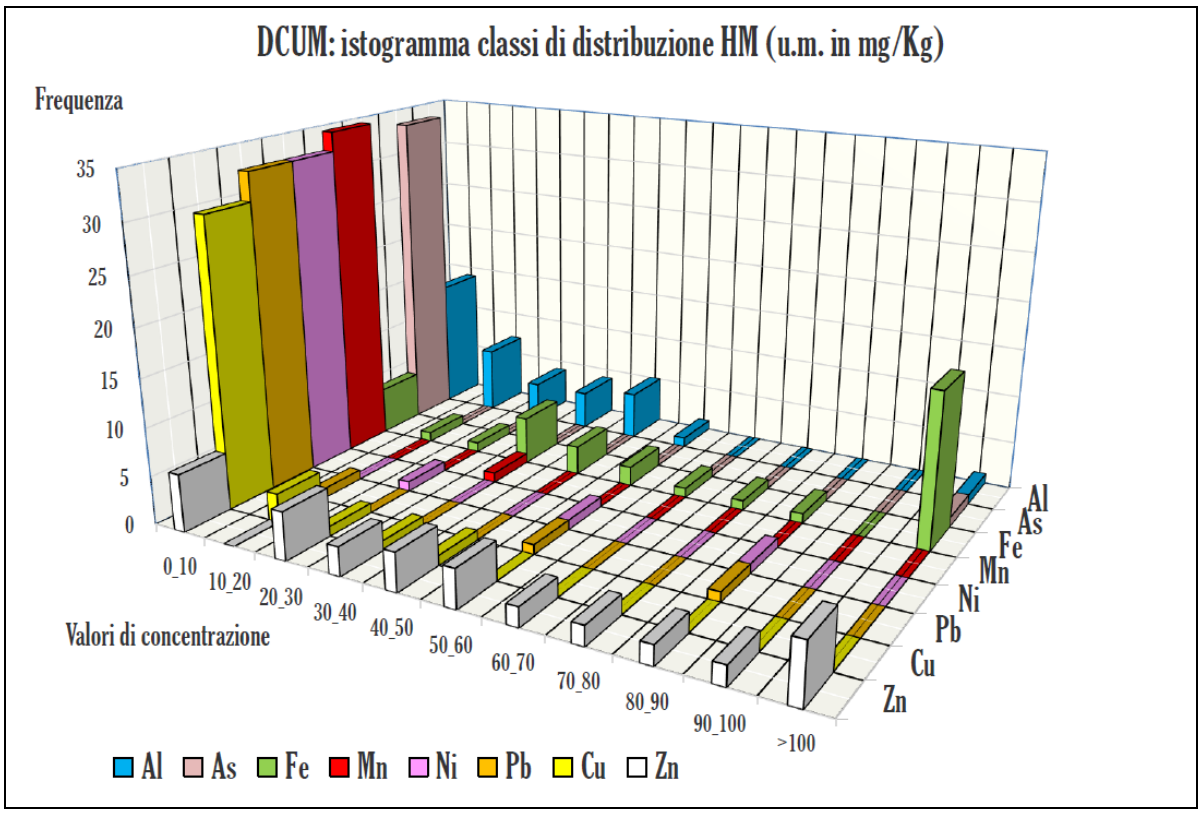


Figura 4.9: distribuzioni statistiche dei principali elementi metallici nei DCUM.

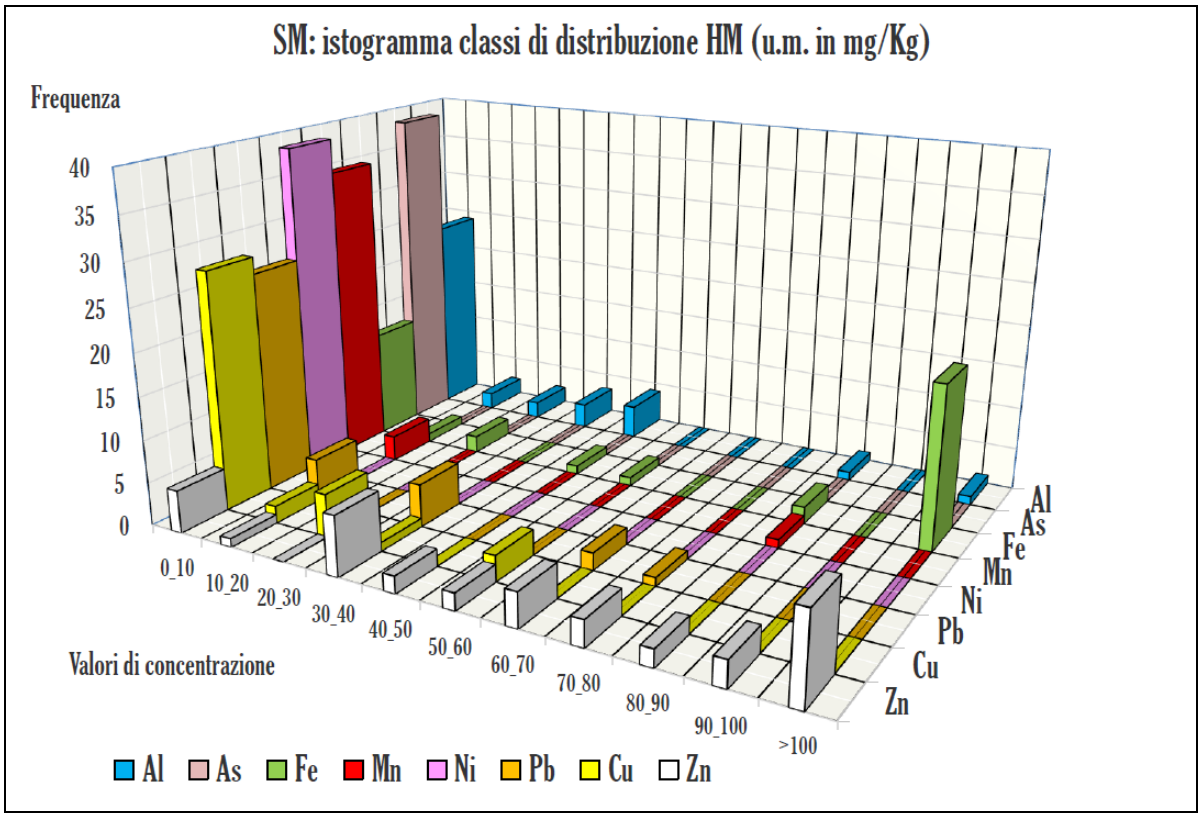


Figura 4.10: distribuzioni statistiche dei principali elementi metallici nel SM.

I metalli esaminati, in linea con quanto riportato dai dati di letteratura, hanno fatto riscontrare alcune eccedenze dei limiti previsti dal D.lgs. 152/06 e s.m.i. nelle acque sotterranee per Ferro, Manganese, Piombo e marginalmente per Nichel, Alluminio e Arsenico (Cfr. Tabella 4.3).

LITOTIPO/ FORMAZIONE	Analita	Data Prelievo	Alluminio	Arsenico	Ferro	Manganese	Mercurio	Nichel
	CSC DLgs. 152/06		200	10	200	50		20
	ID/U. Mis.		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		µg/l
DQBU	BU Pz10/2	giu-15	< 10	< 2,5	238	54,2	0,145	< 2,5
	BU Pz10/4	dic-15	< 10	< 2,5	59,2	356	< 0,03	3,68
	BU Pz11/1	nov-12	< 3,1	4,5	< 5	89,3	< 0,03	4,86
	BU Pz11/5	giu-15	< 10	< 2,5	23	57,9	< 0,03	< 2,5
	BU Pz11/6	set-15	14,1	< 2,5	143	508	< 0,03	82,8
	BU Pz11/7	dic-15	< 10	< 2,5	79,1	186	< 0,03	< 2,5
	BU Pz12/5	dic-15	< 10	< 2,5	28,6	125	< 0,03	< 2,5
	BU Pz14/8	set-15	445	< 2,5	302	47,5	< 0,03	3,22
	BU Pz2/3	lug-14	< 3,1	< 0,7	< 5	79	< 0,03	4,8
	BU Pz4/4	set-14	< 3,1	< 0,7	< 5	99	< 0,03	1,44
	BU Pz7/6	giu-15	<10	< 2,5	<20	572	< 0,03	< 2,5
	BU Pz7/7	set-15	35,8	< 2,5	273	314	< 0,03	2,61
	BU Pz7/8	dic-15	28,8	< 2,5	28,9	114	< 0,03	< 2,5
DCUM	DM Sg2/3	mar-12	60	0,53	208	8,7	< 0,03	4,4
	DM Sg2/8	mag-15	<1	<0,5	267	<1	< 0,03	<1
	DUM Pz1/2	mar-16	<1	11,4	305	<1	< 0,03	<1
	DUM Sg1/4	giu-12	26	0,67	66	7,7	< 0,03	56
	DUM Sg1/5	dic-12	43	< 0,5	123	< 5	0,24	< 2
	DUM Sg2/4	giu-12	25	0,65	54	8,1	< 0,03	82
	DUM Sg2/5	dic-12	48	< 0,5	142	< 5	1,4	2,6
	DUM Sg2/6	giu-15	<1	0,0	292	<1	< 0,03	<1
	DUM Sg2/8	mar-16	<1	< 0.5	215	<1	< 0,03	<1
	DUM Sg3/4	giu-12	448	1,2	249	37	< 0,03	4,5
SM	DM Pz3/1	apr-14		< 0,7	< 5	5,08		1,51
	DM Pz3/2	ago-14	< 3,1	< 0,7	< 5	< 0,4		3,72
	DM Pz4/1	apr-14		< 0,7	< 5	2,47		< 1,1
	DM Pz4/2	ago-14	< 3,1	< 0,7	< 5	0,812		5,18
	DM S1a/2	lug-12	85	< 0,5	255	12		9,9
	DM S1a/3	nov-14	9	2,75	<1	<1		1,6
	DM S1a/4	mag-15	<1	<0,5	249	<1		<1
	DM S1a/5	giu-15	<1	<0,5	330	<1		<1
	DM S1b/2	lug-12	27	< 0,5	123	15		< 2
	DM S1b/4	mag-15	<1	<0,5	266	<1		<1
	DM S1b/5	giu-15	<1	<0,5	263	84		<1
	DM S1c/2	lug-12	28	< 0,5	80	< 5		< 2
	DM S1c/3	nov-14	1	3,6	7	<1		1,2
	DM S1c/4	mag-15	<1	<0,5	229	<1		<1
	DM S1c/5	giu-15	<1	<0,5	247	<1		<1
	DM S1d/2	mag-15	<1	<0,5	288	<1		<1
	DM S1e/2	mag-15	<1	<0,5	265	<1		<1
	DM S1f/1	ott-11	18	< 0,5	51	6,2		< 2
	DM S1f/2	mag-15	<1	<0,5	299	<1		<1
	DM Sg1/4	giu-12	235	0,73	42	< 5		< 2
	DM Sg1/8	mag-15	<1	<0,5	258	<1		<1

Tabella 4.3: superamenti dei valori di CSC per i metalli/metalloidi nelle tre facies geologiche.

Le distribuzioni della maggior parte dei composti metallici risultano inferiori a 10 µg/l, con valori spesso analoghi ai limiti di rilevabilità analitico strumentale. Le principali anomalie in termine di valori di concentrazioni nei tre litotipi esaminati, riguardano in prevalenza il

manganese e subordinatamente il Ferro per il DQBU, il Ferro, il Piombo e sporadicamente gli altri metalli per DCUM e SM. Come evidenziato nella tabella relativa ai risultati analitici completi di tutti i campioni prelevati (Cfr. Allegato D), per Cadmio, Cromo Vi e Cromo totale i valori risultano nella stragrande maggioranza dei casi inferiori al limite di rilevabilità strumentale e molto inferiori alle CSC di riferimento. Si conclude quindi che i VDFN per questi analiti, in tutti e tre i domini geologici, rientrano comunque al di sotto della CSC.

Distribuzione statistica dei parametri chimico-fisici delle acque sotterranee

In previsione di un confronto incrociato con i dati analitici dei metalli, funzionale alle valutazioni conclusive, sono state effettuate le elaborazioni statistiche dei parametri chimico-fisici delle tre formazioni geologiche investigate (Tabella 4.4).

LITOLOGIA	DESCRITTORI STATISTICI	Residuo fisso a 180°C	Potenziale Redox	Ossigeno disciolto	pH	Conducibilità elettrica
		mg/l	mV	mg/l	unità di pH	µS/sec
DQBU	25° PERCENTILE	404	43	3,33	7,00	628
	MINIMO	169	-113	0,90	5,00	259
	MEDIA	523	74	5,33	6,98	718
	MEDIANA	519	70	6,14	7,20	725
	MASSIMO	891	730	10,10	8,90	1292
	75° PERCENTILE	660	94	6,52	7,40	805
SCUM	25° PERCENTILE	223	101	7,74	7,50	409
	MINIMO	171	50	4,29	6,99	263
	MEDIA	269	162	8,48	7,69	460
	MEDIANA	261	177	8,31	7,80	450
	MASSIMO	489	250	11,44	8,16	787
	75° PERCENTILE	300	214	9,31	7,90	499
SM	25° PERCENTILE	277	99	6,34	7,48	477
	MINIMO	239	43	4,43	6,90	380
	MEDIA	312	138	7,49	7,63	522
	MEDIANA	301	125	7,54	7,60	523
	MASSIMO	449	380	10,10	8,40	744
	75° PERCENTILE	336	170	8,61	7,81	572

Tabella 4.4: descrittori statistici dei parametri chimico-fisici nei tre litotipi in esame.

L'esame dei dati riportati indicano che le acque sotterranee del DQBU, sono caratterizzate da un elevato tenore di sali minerali, in prevalenza HCO_3+CO_3 e Ca, che comportano alti valori di durezza, residuo fisso e conducibilità elettrica. In questa *facies* geologica si rilevano inoltre bassi valori di Ossigeno disciolto, unitamente a valori di *redox*, in alcuni casi anche negativi, che indicano una scarsa circolazione idrica tipica di acquiferi di modesto spessore e poco produttivi, talvolta in condizioni parzialmente anossiche. Il valore medio di pH si attesta intorno alle 7 unità. Per i DCUM, rispetto alla precedente formazione, si rileva una qualità delle acque notevolmente migliorata, marcata da valori Ossigeno disciolto e *redox* decisamente più elevati; i valori di residuo fisso indicano la presenza di acque leggermente mineralizzate. Per il SM la qualità delle acque è ancora buona, anche se i valori di Ossigeno disciolto e *redox* sono lievemente inferiori a quelli delle *facies* calcaree precedenti, caratterizzate da valori di pH simili (7,60~7.80).

Diagrammi di Schoeller

Il diagramma di Schoeller, sempre utilizzando gli ioni principali, consente di classificare le acque tramite una correlazione tra le loro concentrazioni; vengono raffigurate graficamente in scala logaritmica e unite reciprocamente tramite il *trend* della spezzata che ne evidenzia il loro rapporto caratteristico. In questi tipi di diagrammi, due o più campioni, il cui andamento nella loro rappresentazione grafica appare similare, corrisponde ad una omogeneità dei loro rapporti di concentrazione. Come visto in precedenza gli ioni HCO3+CO3 e Ca sono quelli predominanti in termini di valori, mentre ciò che varia sono gli altri ioni (Mg, Na+K, Cl, SO_4). Seppur tutti appartenenti alla medesima *facies* idrochimica, la comparazione dei diagrammi (Cfr. Allegato D) ha rilevato un andamento similare di massima in cinque differenti modalità, che ha condotto all'individuazione di altrettanti Gruppi. Fatti salvi i valori preponderanti di Calcio e Bicarbonato, i 5 Gruppi presentano i seguenti rapporti ionici: Gruppo 1: Mg>Na+K> Cl-SO4, Gruppo 2: SO4>Mg>Na+K-Cl, Gruppo 3: Na+K> Mg, Cl, SO4, Gruppo 4: Na+K>Mg>Cl-SO4, Gruppo 5: Cl>Na+K>Mg-SO4 (Vedi figura 4.11÷4.14).

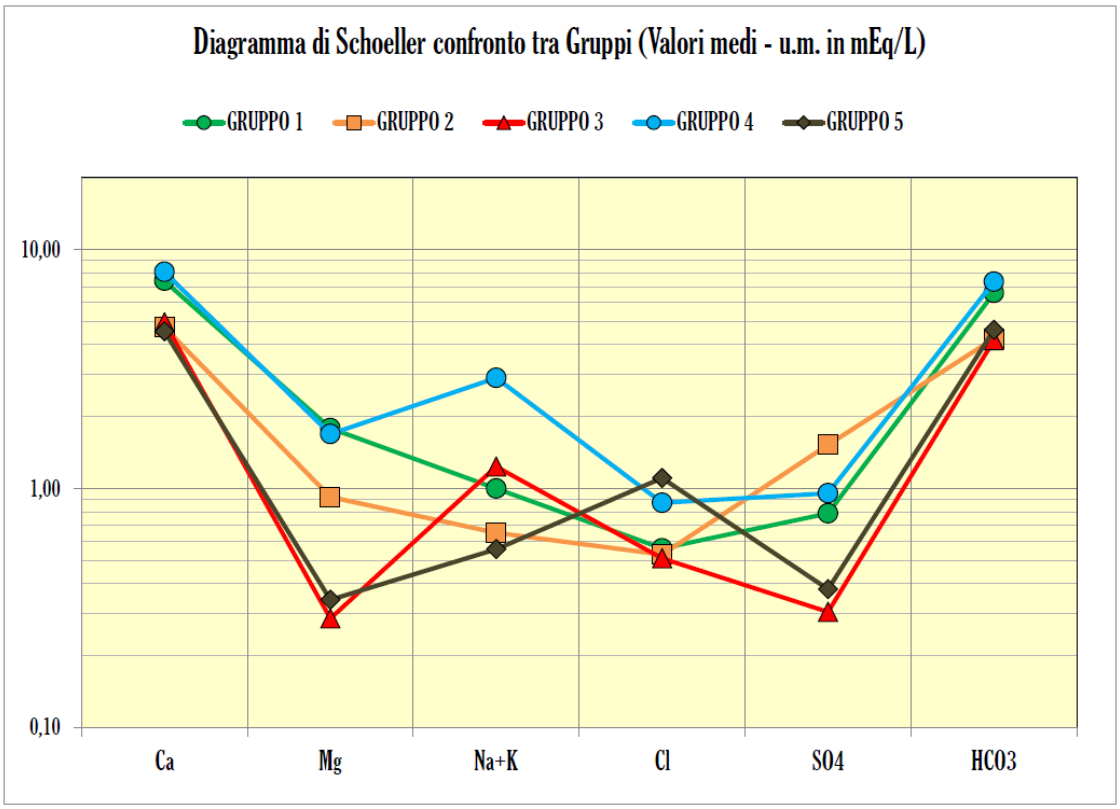


Figura 4.11: Diagramma di Schoeller andamento Gruppi 1÷5.

L'esame dei diagrammi ha inoltre rilevato che nello stesso punto di prelievo possono variare i rapporti tra gli ioni principali. A tale proposito è stato opportuno esaminare il *trend* temporale di tre sorgenti intestate in altrettante *facies* geologiche: il pozzo BU Pz2 situato nei DQBU, la sorgente DM Sg1 Del SM e la sorgente DM Sg2 afferente ai DCUM (Vedi Figure 4.12÷4.14).

Ione/ID	BU Pz2/1	BU Pz2/2	BU Pz2/3	BU Pz2/4	BU Pz2/5	BU Pz2/6	BU Pz2/7	BU Pz2/8	BU Pz2/9
Data prelievo	nov-12	mar-12	lug-14	set-14	dic-14	mar-15	giu-15	set-15	dic-15
Ca	5,59	11,18	10,38	11,13	6,04	5,09	4,74	10,23	7,39
Mg	1,38	2,71	2,55	1,89	2,47	1,97	2,14	2,06	1,65
Na+K	0,70	1,82	1,68	1,42	1,51	1,38	1,51	1,12	1,29
Cl	0,56	0,90	1,04	1,02	1,13	1,02	0,87	0,90	0,85
SO_4	0,66	1,19	1,42	1,27	0,96	1,10	1,15	1,10	1,08
HCO_3	7,30	7,00	7,00	7,70	7,50	7,40	6,30	7,30	7,50

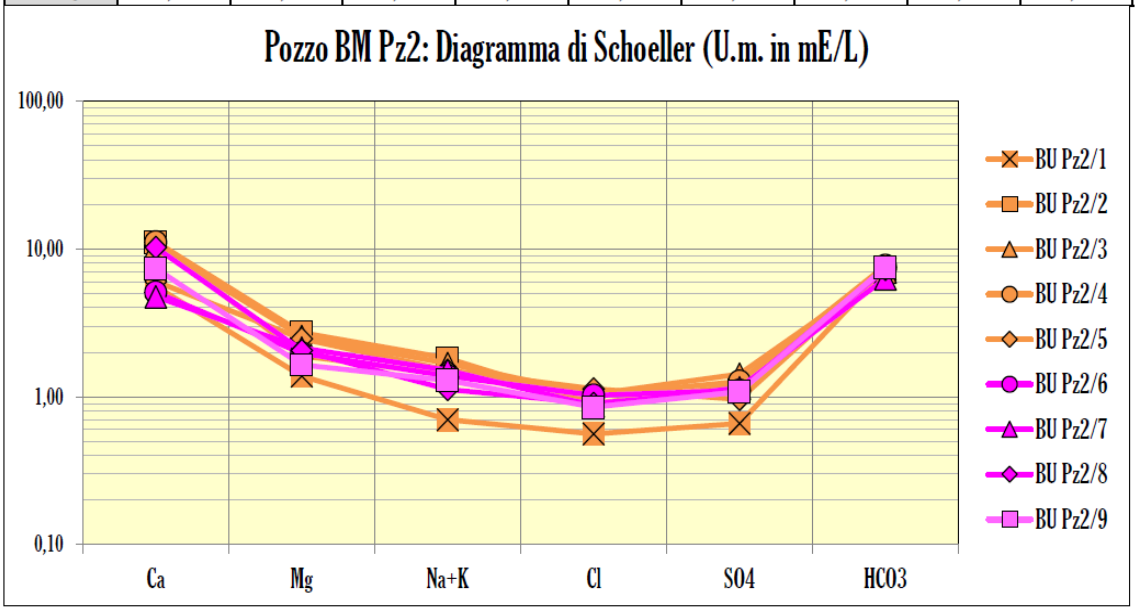


Figura 4.12: Diagramma di Schoeller pozzo BU Pz2 (DQBU).

Ione/ID	DM Sg2/1	DM Sg2/2	DM Sg2/3	DM Sg2/4	DM Sg2/5	DM Sg2/6	DM Sg2/7	DM Sg2/8	DM Sg2/9
Data prelievo	giu-11	set-11	mar-12	giu-12	set-12	dic-12	nov-14	mag-15	dic-15
Portata (L/sec)	0,43	0,83	1,65	4,17	2,36	3,23	nd	nd	nd
Ca	3,84	3,79	3,89	4,44	4,24	6,19	0,55	3,69	4,47
Mg	0,16	0,12	0,99	0,10	0,45	1,07	0,12	0,12	0,17
Na+K	0,39	0,46	0,36	0,07	0,33	0,37	0,30	0,32	0,38
Cl	0,34	0,37	0,54	0,42	0,39	0,28	0,25	0,45	0,36
SO_4	0,23	0,17	1,27	0,12	0,42	1,64	0,2	0,17	0,21
HCO_3	5,5	5,4	5,3	5	5,6	4,1	1,8	1,9	2,7

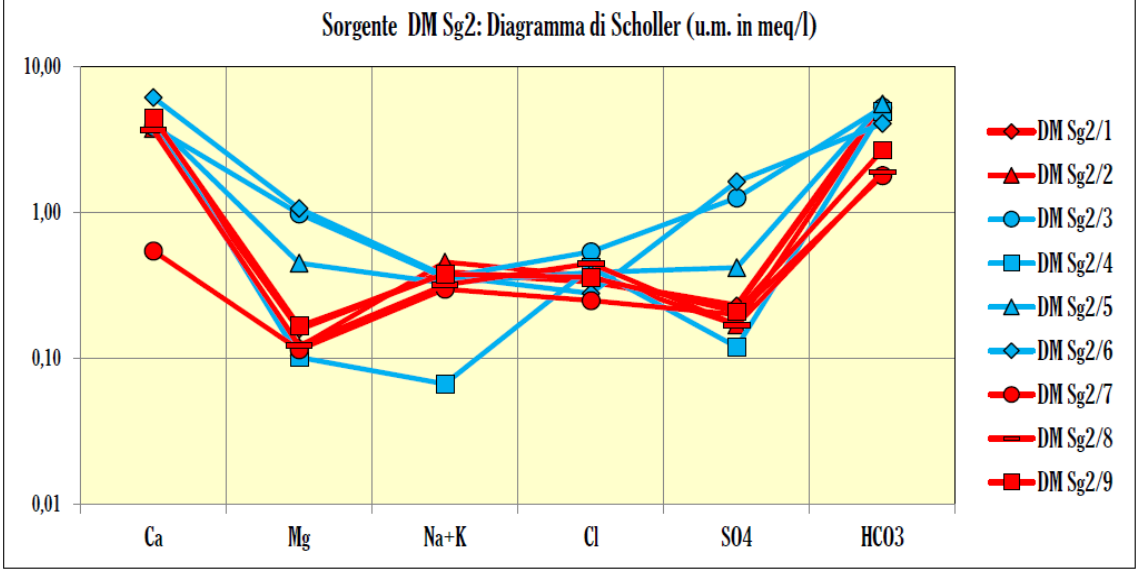


Figura 4.13: Diagramma di Schoeller sorgente DM Sg2 (DCUM).

Ione/ID	DM Sg1/1	DM Sg1/2	DM Sg1/3	DM Sg1/4	DM Sg1/5	DM Sg1/6	DM Sg1/7	DM Sg1/8	DM Sg1/9
Data prelievo	giu-11	set-11	mar-12	giu-12	set-12	dic-12	nov-14	mag-15	dic-15
Portata (L/sec)	2343	1100	1400	1100	1100	1100	nd	nd	nd
Ca	4,44	4,54	4,29	4,84	4,34	5,59	4,49	4,79	4,54
Mg	1,07	0,17	1,07	0,17	0,42	0,27	0,29	1,15	1,07
Na+K	0,57	0,62	0,68	0,69	0,60	0,68	0,64	0,63	0,61
Cl	0,68	0,68	0,55	0,82	0,71	0,62	0,59	0,59	0,55
SO_4	2	0,27	1,76	0,21	0,81	0,29	0,75	1,77	1,76
HCO_3	3,8	4,3	6,1	6,9	5	5,8	3,1	3,1	2,6

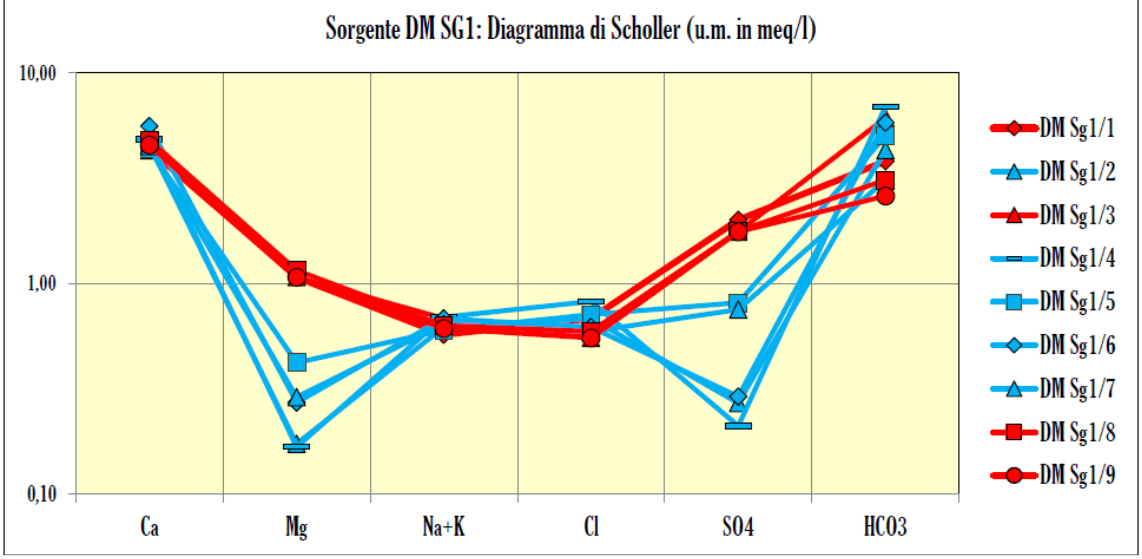


Figura 4.14: Diagramma di Schoeller sorgente DM Sg1 (SM).

Per ciò che riguarda il Pozzo BU Pz2, come per la maggior parte dei punti d'acqua terebrati nel DQBU, i rapporti di concentrazione sono omogenei e il *trend* della spezzata indica che tutti i prelievi effettuati ricadono nel Gruppo 1, in cui lo ione predominante è il Magnesio. Le acque sotterranee dei domini geologici investigati, confermano quanto evidenziato da precedenti lavori svolti. Per i complessi idrogeologici delle dorsali calcaree, soprattutto quelle ubicate nel versante umbro, sono generalmente caratterizzate da tenori elevati di solfati e tenori molto bassi di Cl e Na (Conversini & Tazioli, 1993 e 1994).

Dai diagrammi di cui sopra si evince che in uno stesso punto di prelievo esistono variazioni dei rapporti di concentrazione nel tempo, che si traducono nell'esistenza di più gruppi morfologici di Schoeller. Nella sorgente DMSg1, 4 dei 9 prelievi effettuati afferiscono al Gruppo 2, distinto da una predominanza dei solfati rispetto agli altri ioni, mentre i rimanenti 5 risultano a dominanza dei cloruri (Gruppo 5). Per ciò che concerne invece la sorgente DMSg2, i gruppi individuati sono addirittura tre, con 4 campioni del Gruppo 3 a dominanza sodio-potassica (DM Sg2/1-2-7-8-9), 2 del Gruppo 2 con elevati tenori di solfati (DM Sg2/3-6) e gli altri 2, in virtù di elevati valori di cloruri, al Gruppo 5. Per entrambe questi ultimi due contesti, sembrerebbero giocare un ruolo determinante le portate di emungimento, in quanto il loro aumento sembra determinare un incremento dei solfati (DM Sg1/1, DM Sg1/4. DM Sg2/3 e DM Sg2/6). I dati di letteratura indicano possibili arricchimenti di Mg, Na e SO_4 nelle acque sorgive alimentate dagli acquiferi

della Maiolica o della Scaglia, in aree intensamente tettonizzate o in zone prossime ai Sovrascorrimenti. Esempi di sorgenti con queste peculiarità si rinvengono nell'area di Frasassi e della Gola della Rossa (Nanni, Vivalda, 2009), proprio dove è la sorgente DM Sg2.

Per le acque della sorgente DM Sg1, come rivelano vari autori, i dati idrochimici di sorgenti limitrofe ai punti investigati presentano alti tenori di solfati, magnesio e cloruri potenzialmente collegati ad una circolazione idrica che arriva a lambire la base del Calcare Massiccio e le sottostanti Anidriti di Burano. Gli arricchimenti in cloruri possono derivare anche da apporti di acque salate presenti nei depositi pliocenici e messiniani sul fronte del sovrascorrimento che porta a contatto tali depositi con i carbonati della dorsale marchigiana" (Nanni, Vivalda, 2009).

Considerazioni sui composti organici presenti nelle acque sotterranee

Per ciò che riguarda la maggior parte dei composti organici (azoto ammoniacale, azoto nitroso, carbonio organico, tensioattivi e fosfati), i dati idrochimici delle acque sotterranee nei tre litotipi investigati non hanno fatto riscontrare criticità di sorta. Da rilevare è la presenza di nitrati, anche in elevate concentrazioni nei punti di prelievo dei DQBU, mentre per gli altri due litotipi presentano valori di norma intorno ai 2 mg/l. Da rilevare infine la presenza di Escherichia coli, Coliformi fecali e totali, in prevalenza nei DQBE, anche se sono mediamente diffusi negli altri due acquiferi, spesso in corrispondenza di elevati tenori di manganese, bassi valori di ossigeno disciolto e falde acquifere superficiali (Vedi Allegato D).

4.4. CONCLUSIONI CIRCA LA PRESENZA DI VALORI ANOMALI DEI METALLI NELLE ACQUE SOTTERRANEE

Contesto geochimico delle tre formazioni in esame

Per ciò che riguarda il DQBU, elevati valori di manganese con alcune eccedenze delle CSC sono stati registrati in concomitanza di basse concentrazioni di ossigeno disciolto e potenziale *redox*, quest'ultimo talvolta negativo, per lo più in acquiferi superficiali caratterizzati da modeste profondità. Come segnalato in precedenza, a tale fenomeno si associano elevati valori di nitrati, elementi sintomatici di una limitata mobilità e di scarsa ossigenazione e/o ricambio delle acque. Allo scopo di verificare se l'aumento di sostanza organica sia determinato da fonti antropiche, è stata effettuata una verifica incrociata dei valori dei nitrati con i batteri presenti nei campionamenti effettuati (Coliformi totali, Coliformi fecali e Escherichia coli). I risultati non hanno mostrato correlazioni significative, come, ad esempio, nel BU Pz1/2 dove a fronte di 61 mg/L di nitrati non è stata rilevata presenza di batteri. Viceversa in molti punti d'acqua dove il valore del composto azotato è inferiore ai 5 mg/l, sono stati rinvenuti microorganismi con valori di centinaia e migliaia di UFC/ml (unità formanti colonie su millilitro). Una volta conclamata la mancanza di rapporti tra i succitati parametri organici e l'assenza di composti antropici, il

fenomeno non sembrerebbe prodotto da attività umane bensì connesso alla dissoluzione naturale di acidi umici. Quest'ultimi possono essere presenti in ambiente, a seguito della degradazione microbica della sostanza organica legata alla matrice minerale di sedimenti, diagenizzatisi in ambiente anossico. In tale contesto geologico va ricordato che la Formazione Marnoso-Arenacea, presente diffusamente nell'area, a partire dagli anni 50' è stata oggetto di numerose prospezioni petrolifere, in quanto potenziale serbatoio di idrocarburi (fonte: ISPRA dati dei pozzi censiti ai sensi della Legge 464-84). Le acque sotterranee del DQBU rispetto agli altri due domini, presentano elevati valori di durezza e residuo fisso essendo ricchi di sali in soluzione, prevalentemente bicarbonato e subordinatamente magnesio, probabilmente legati alla dissoluzione del cemento carbonatico presente nelle arenarie silicee. Infine i superamenti di CSC di alluminio (445 μg/l) e ferro (302 μg/l) del BU Pz14/8, risultano alieni dal resto dei dati analitici dell'area; inoltre, come visto in precedenza, i bassi valori di pH (<5,5) condizionano negativamente il comportamento dei metalli e spesso indicano un potenziale impatto antropico.

Valori anomali con alcuni superamenti delle CSC, soprattutto a carico di Ferro e Piombo, sono stati invece rilevati nei punti di prelievo del DCUM, soggiacenti a formazioni calcaree, calcareo marnose o marnoso calcaree, spesso suscettibili di mineralizzazioni a scala locale. Ad esempio in corrispondenza della porzione superiore della formazione della Maiolica, spesso è presente un orizzonte costituito in parte da argilliti nere con un elevato contenuto di sostanza organica, potenziale sede di mineralizzazioni a solfuri e accumulo di metalli. Inoltre nella medesima formazione spesso si rinvengono noduli di pirite. Da non trascurare infine la presenza di elementi metallici nei minerali argillosi di origine autigena, formatosi all'interno del bacino di sedimentazione per effetto della diagenesi o per precipitazione da fluidi idrotermali. Per ciò che concerne le acque del SM, secondo alcuni autori (Nanni, Vivalda, 2009) i valori elevati di alcuni ioni principali sono dovuti al transito delle acque sotterranee nelle *facies* evaporitiche messiniane e delle anidridi soggiacenti il Calcare Massiccio. Per le sorgenti il fenomeno assume dimensioni più rilevanti in concomitanza di periodi caratterizzati da portate di esercizio più elevate. Per tale ragione la marcata presenza di Ferro e Piombo nei pozzi e nelle sorgenti di quest'area, potrebbe essere riconducibile ad interazioni con suoli oggetto di mineralizzazioni termali, tipiche delle formazioni gessose. Sempre per quanto riguarda la DCUM e il SM, oltre ad una riduzione dei nitrati di circa un ordine di grandezza rispetto al DQBU, va segnalato che le formazioni in posto, nonostante la loro natura prettamente carbonatica, sono molto più resistenti all'attacco delle acque, come testimoniato dalla riduzione dei valori di durezza e di solidi disciolti. Altresì nei campioni prelevati nel SM la lisciviazione delle acque sotterranee a scapito di formazioni gessose, molto più alterabili dei calcari, hanno probabilmente condotto all'aumento dei solfati.

Valutazioni riguardo le elaborazioni statistiche effettuate

Le distribuzioni della maggior parte dei composti metallici risultano inferiori a 10 μg/l, con valori spesso corrispondenti ai limiti di rilevabilità analitico strumentale. Le principali anomalie in termine di valori di concentrazioni nei tre litotipi esaminati, riguardano in prevalenza il manganese e subordinatamente il Ferro per il DQBU, il Ferro, il Piombo e sporadicamente gli altri metalli per DCUM e SM. Come evidenziato nella tabella relativa ai risultati analitici completi di tutti i campioni prelevati (Cfr. Allegato D), per Cadmio, Cromo Vi e Cromo totale i valori risultano nella stragrande maggioranza dei casi minori al limite di rilevabilità strumentale, in ogni caso molto inferiori alle CSC di riferimento. Se per i DQBU le anomalie di valori del manganese trovano corrispondenza in condizione di scarsa circolazione idrica e acque poco ossigenate, gli alti valori di metalli presenti nelle altre due formazioni riconducono ad uno scenario geochimico completamente differente.

Nel DCUM e il SM i valori di Ferro, Piombo e subordinatamente di altri metalli, la cui origine naturale appare avallata dall'assenza di contaminazione antropica ed organica, presentano numerose eccedenze delle CSC, come mostrato in tabella 4.3. Oltre alla marcata asimmetria dei dati, le distribuzioni statistiche dei grafici delle Figure 4.9 e 4.10, risultano non parametriche e pertanto non è possibile effettuare una corretta interpretazione statistica dei dati. In ogni caso seppur questi analiti metallici siano probabilmente idonei ad uno studio sui VDFN per tutti e tre i domini geologici, le anomalie geochimiche andrebbero verificate con l'esecuzione di ulteriori campagne idrochimiche di monitoraggio. Non va inoltre dimenticato che i dati acquisiti per questo studio, tra l'altro non molti poiché di poco superiori ai 30 campioni *standard*, sono relativi ad indagini ambientali volte alla verifica dell'inquinamento delle matrici ambientali. Quindi in ogni caso andrebbero condotte campagne di monitoraggio stagionali cadenzate. I monitoraggi effettuati dalla Quadrilatero S.p.A. sono stati condotti in relazione alle fasi cantieristiche, *ante operam* e dopo lavori a potenziale impatto ambientale. A ciò si aggiunge, la necessità stringente di effettuare uno studio idrogeologico di dettaglio che *in primis* individui in maniera compiuta l'esatta collocazione della formazione geologica che ospita l'acquifero, allo scopo di giustificare eventuali anomalie geochimiche. In tale contesto, va rimarcato che i termini calcarei del DCUM che ospitano le acque sotterranee includono varie unita litostratigrafiche della successione umbro-marchigiana (Maiolica, Scaglie, ecc.).

Seppur non siano stati definiti i VDFN per le acque sotterranee, le analisi dei dati suffragate da informazioni di precedenti lavori, sono importanti indizi sintomatici della presenza di corpi idrici sotterranei caratterizzati dall'assenza di alterazioni antropogeniche. Valori di concentrazione eccedenti le distribuzioni statistiche, oltreché i valori di CSC, potrebbero essere riconducibili a

cause naturali. Queste considerazioni di carattere geologico, indicano abbondanza di formazioni naturali ricche dell'elemento con le quali interagiscono le acque sotterranee, oltre alla contemporanea presenza di tenori rilevanti di più elementi metallici. Nonostante la forbice dei valori sia ampia, da un punto di vista scientifico si ritengono attendibili, salvo poche eccezioni, tutti i valori selezionati e utilizzati per l'indagine statistica. Per il confronto dei dati finalizzati alla formulazione dell'ERA, per ogni singolo analita metallico verranno utilizzati i valori UPL corrispondenti ai limiti di rilevabilità strumentale, mentre per l'USL il suo valore massimo.

Valori tipici di metalli e altri parametri nel BME

I dati delle acque sotterranee del BME sono stati acquisiti ai fini della caratterizzazione dell'ex SIN del Basso Bacino del Chienti, di conseguenza il *set* analitico non è funzionale ad uno studio sui VDFN; inoltre non è ancora disponibile il lavoro sul fondo delle acque sotterranee svolto da ARPA Marche. Seppur non sia possibile effettuare una caratterizzazione idrochimica compiuta, l'esame dei dati è utile sia in quanto l'area presenta peculiarità geologiche analoghe a quelle della Bassa Vallesina, sia per la ragione che sono a disposizione dati idrochimici e stratigrafie, che consentono di formulare opportune valutazioni. Gli acquiferi intestati in analoghe formazioni del BMI e DM analizzati in precedenza, presentano inoltre caratteristiche idrochimiche dissimili in conseguenza di condizioni sedimentologiche differenti delle formazioni in posto, depositatesi in aree più esterne del bacino. Sulla base dei dati disponibili è stato comunque possibile costruire il diagramma ternario SO_4, Cl e Ca, di Figura 4.15.

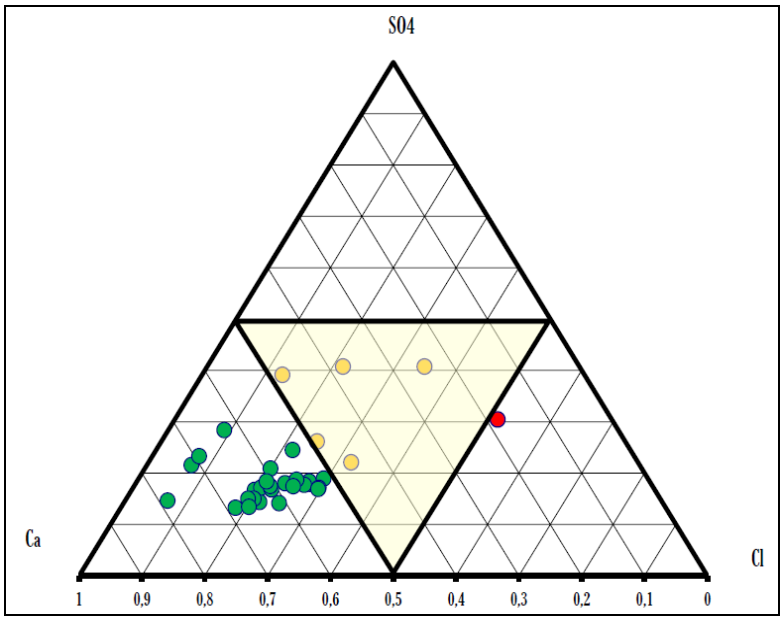


Figura 4.15: elaborazione dati BME per le acque sotterranee, diagramma ternario ioni principali.

Il diagramma di cui sopra rivela una preponderanza dello ione calcio nella maggior parte dei campioni analizzati, mentre altri prelievi, in virtù dell'aumento di cloruri e solfati, si collocano per lo più nella fascia intermedia delle acque prive di dominanza geochimica. Lo *step* successivo

di approfondimento è stato quello di porre in relazione i dati idrochimici con la geologia locale. Le *facies* geologiche del Basso del Bacino del Chienti dove sono intestati i piezometri oggetto di campionamento, la cui ubicazione è riportata nell'Allegato A, sono le seguenti:

- ✓ Sintema del Musone - Depositi alluvionali terrazzati MUSbn (Olocene), affioranti anche nel BMI; punti d'acqua investigati BME_BR_PZ01÷28.
- ✓ Sintema di Matelica - Depositi alluvionali terrazzati MTIbn (Pleistocene Superiore), presenti diffusamente anche nella Bassa Vallesina; punti d'acqua investigati BME_IG_PZ01÷05.

I dati idrochimici dei piezometri, riportati integralmente in Allegato D, rivelano che ferro, manganese, parametri chimico-fisici e sali inorganici nei 2 contesti geologici assumono valori differenti. Le concentrazioni del ferro nei punti di prelievo soggiacenti il Sintema del Musone, in 7 dei n°29 campioni esaminati sono minori di 100 μg/L, mentre nei restanti 22 comprese tra 100-200 μg/L. Per il manganese le concentrazioni risultano per la maggior parte inferiori ai 2 μg/L, con un massimo di 25,2 μg/L. Si rilevano inoltre elevati valori di conducibilità elettrica, media ~ 1400 μs/cm e massimo 3400 μs/cm e la Durezza che presenta un valore medio di 26.1 °F

Nei piezometri ubicati nel Sintema di Matelica si verifica un aumento generalizzato dei valori per alcuni analiti, marcato da alcuni superamenti dei valori limite particolarmente rilevanti per ferro e nitrati, parallelamente all'aumento di manganese, durezza, tutti superiori ai 50 °F, e subordinatamente di altri metalli (Nichel e Cromo totale). Altri dati rilevanti sono l'ancora più elevata conducibilità elettrica, con valori tutti maggiori ai 2700 μs/cm prossimi a quelli delle acque salmastre, unitamente ad un aumento generalizzato di cloruri e solfati. L'esame delle stratigrafie, seppur le 2 unità siano similari, rivela che i piezometri ubicati nella prima delle 2 unità intercettano in prevalenza limi sabbiosi e/o argillosi e ghiaie, mentre nel secondo sintema si rileva un aumento della matrice sabbiosa e la presenza di livelli di sostanza organica nei sedimenti. In previsione di uno studio idrogeologico volto all'approfondimento dello studio sui VDFN per le acque, la difformità di valori degli analiti correlate alla geologia locale andrà tenuta in debita considerazione, poiché anche minime variazioni delle classi granulometriche delle formazioni in posto sembrano giocare un ruolo determinante nel chimismo delle acque; in aree ancora più esterne verso mare, non va inoltre sottovalutata la presenza di facies trasgressive marine. L'elevato contenuto di nitrati, che non evidenzia rapporti significativi tra ossigeno disciolto e manganese, potrebbe essere sintomatico di una presenza diffusa del composto nel territorio derivante da attività agricole vastamente diffuse lungo la piana del Chienti, seppur la caratterizzazione delle matrici ambientali non abbia fatto rilevare contaminazione di natura antropica. Anche questo aspetto, visto che il fenomeno rappresenta una delle principali criticità ambientali dei fiumi marchigiani, sarà approfondito nei capitoli successivi.

CAPITOLO 5 - STUDIO ANTROPICO E VALORI TIPICI DEI METALLI

5.1. ORIGINE ANTROPICA DEI METALLI/METALLOIDI IN AMBIENTE

Principali sorgenti di contaminazione antropica

Al fine di introdurre correttamente alcune tematiche trattate in questa fase, si ricorda che il **Contenuto antropizzato (ISO 19258)** è definito come la concentrazione di una sostanza nei suoli derivata sia dal contenuto naturale pedo-geochimico sia dalla moderata immissione diffusa nel suolo proveniente da una sorgente mobile, da una sorgente estesa o da più sorgenti. Le principali fonti di apporto antropico in ambiente per metalli/metalloidi sono:

- ✓ Antropogenica antica conseguente all'attività estrattiva: lo sfruttamento secolare dei giacimenti e dei depositi estrattivi, compresi la rifusione e/o trasformazione dei minerali contenenti questi elementi e l'arrostimento delle scorie, a cui si aggiunge l'accumulo non protetto di sterile e inerti prodotti dall'attività mineraria, che può verosimilmente aumentare la dispersione in ambiente di questi elementi.
- ✓ Antropogenica recente dovuta all'Industria chimica e farmaceutica: i metalli sono estratti con processi chimici e termici dai minerali e utilizzati in virtù delle loro proprietà. Sono largamente utilizzati nell'industria chimica e in campo farmaceutico.
- ✓ Diffusione antropica per via aerea: gli elementi sono immessi in atmosfera in ingenti quantità tramite processi industriali e/o combustione di petrolio grezzo, gasolio, benzina, oli, carbone e lignite, o dalla pulizia delle caldaie.
- ✓ Stoccaggio di rifiuti chimici e tossico-nocivi: alcuni siti industriali hanno incrementato l'inquinamento da metalli pesanti dei terreni e delle acque tramite una non corretta gestione dei rifiuti derivanti dalla propria attività produttiva.
- ✓ Origine Antropica agricola: erbicidi, fungicidi, insetticidi, rodenticidi, veleni e antiparassitari zootecnici contenenti metalli pesanti molto utilizzati sia in passato sia oggi, per via della loro tossicità, sono soggetti a grosse limitazioni se non anche in alcuni casi al divieto dall'utilizzo, come ad esempio arsenico e piombo.
- ✓ Origine Antropica in ambiente urbano: diffusione aerea generata da traffico veicolare, da combustioni e dagli impianti di riscaldamento.

Per quanto riguarda le acque, gli apporti antropici di metalli nelle acque sotterranee generalmente si riferiscono ad apporti provenienti da percolazione in falda attraverso i terreni sovrastanti l'acquifero. Per la valutazione degli impatti antropici nelle matrici ambientali, sono sati considerati i seguenti elementi: Alluminio, Arsenico, Bario, Berillio, Boro, Cadmio, Cobalto, Cromo Totale e Cromo VI, Ferro e Manganese, Litio, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Stagno, Tallio, Vanadio e Zinco. Per essi sono state analizzate le diverse fonti di potenziale

contaminazione al fine di formulare ipotesi circa la possibile origine antropica dell'inquinamento funzionali all'elaborazione dell'ERA.

Indicatori ambientali e classificazione delle sorgenti antropiche

Allo scopo di fornire informazioni di carattere ambientale in maniera chiara e immediata per gli utilizzatori, e in maniera omogenea tra i vari paesi, dalla fine degli anni 90' sono stati introdotti gli indicatori ambientali dall'European Environment Agency (Agenzia Europea dell'Ambiente – AEA). Essi rappresentano ormai a livello internazionale uno tra gli strumenti maggiormente usati per descrivere le realtà oggetto d'indagine, i diversi fenomeni ambientali e le relazioni tra le cause antropiche e l'ambiente stesso. In ambito nazionale va segnalato che, il D.P.C.M. del 27/12/1988 già schematizzava e semplificava la trattazione di un generico sistema ambientale, in cui le componenti erano definite come sistemi complessi caratterizzati da un vasto numero di parametri che ne descrivevano gli effetti.

La contaminazione locale del suolo nel 2011 è stata stimata, tramite un censimento espletato dall'AEA, in 2,5 milioni di siti potenzialmente contaminati di cui solo il 45% circa è stato identificato. Dei 342.000 siti contaminati censiti, circa un terzo sono già stati identificati e di questi circa il 15%, sono stati bonificati. Tuttavia, esistono differenze sostanziali nella definizione di sito contaminato nei diversi paesi dell'Unione. Dei 30 sui 39 monitorati dall'EEA, Italia compresa, eccezione fatta per i SIN, il procedimento amministrativo è gestito dalle Regioni le quali hanno a loro disposizione gli inventari dei siti potenzialmente contaminati comprensivi di informazioni sulle attività inquinanti.

Nel complesso, i settori produttivi contribuiscono maggiormente alla contaminazione del suolo locale rispetto ai settori dei servizi. In alcuni paesi le attività minerarie sono importanti fonti di contaminazione del suolo; in Italia in termini di rilevanza si segnalano i due SIN del Sulcis Inglesiente e la miniera di amianto di Balangero (TO). Nel settore della produzione, le industrie che producono metalli sono considerate più inquinanti, mentre le industrie tessili, di cuoio, legno e carta contribuiscono in misura minore alla contaminazione del suolo locale. I punti vendita carburante sono le fonti di contaminazione più frequenti per il settore terziario. In Italia ne sono stati censiti circa 22.900, molti di più rispetto a quelli degli altri Paesi europei, per i quali tuttavia risulta difficile conoscere l'effettiva consistenza (fonte: https://www.alvolante.it). La rilevanza ambientale in termini di apporto della contaminazione in ambiente, può essere considerata similare per le matrici suolo e acque. I contaminanti più frequenti, oltre ai metalli pesanti, sono oli minerali, solventi clorurati e subordinatamente fenoli e cianuri, i quali apportano un contributo complessivo trascurabile alla contaminazione totale. La Figura 5.1 mostra una ripartizione delle principali fonti antropiche che causano la contaminazione del suolo in Europa,

espressi in percentuale rispetto al numero totale di fonti identificate. Le suddivisioni sono basate sulla media dei 22 paesi che hanno fornito i loro dati ambientali.

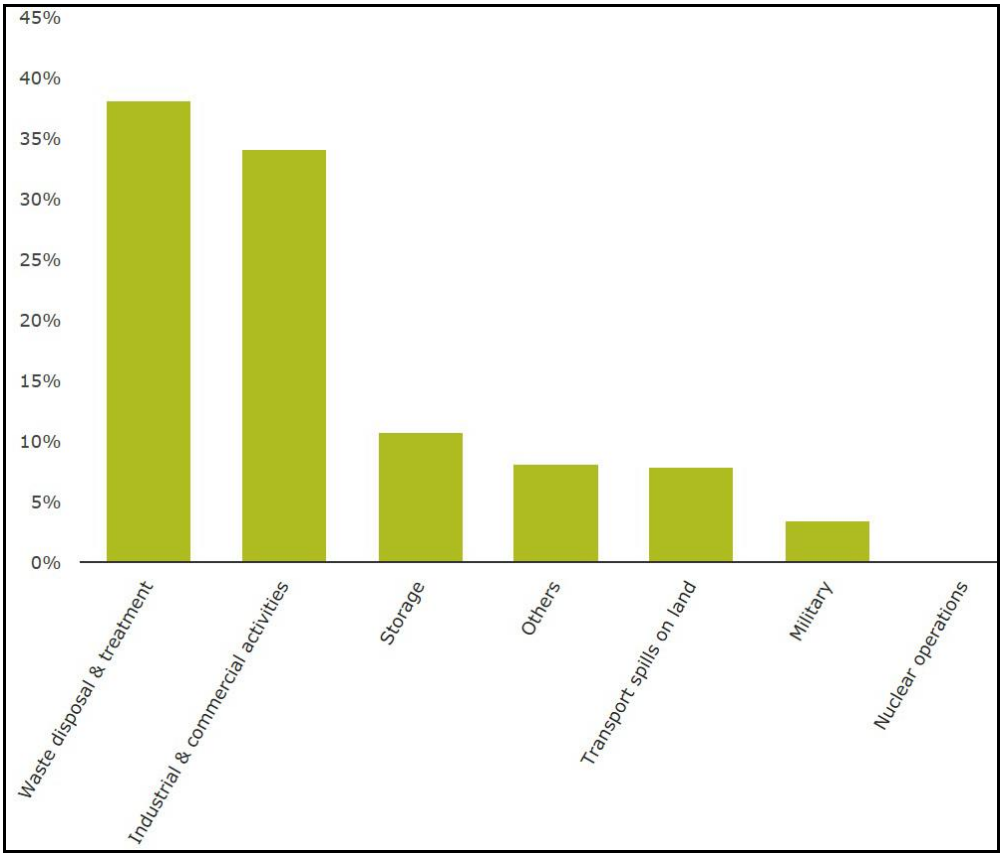


Figura 5.1: Principali fonti di contaminazione antropica presenti in Europa espresse in percentuale. LEGENDA: Waste disposal & treatment: trattamento e smaltimento dei rifiuti, Industrial and commercial activities: servizi industriali e commerciali, estrazione e produzione di petrolio e centrali elettriche, Military: operazioni militari e aree colpite dalla guerra, Storage: immagazzinamento, stoccaggio, estrazione e deposito di olio, immagazzinamento chimico obsoleto, stoccaggio di letame, altri tipi di deposito, Transports spills on land: fuoriuscite di petrolio e altre fuoriuscite di sostanze pericolose, Others: campi di tiro, siti agricoli (depositi di fertilizzanti e fertilizzanti minerali, aziende agricole ecc.), impianti di trattamento delle acque reflue, ecc.. fonte: www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/progress-in-management-of-contaminated-sites-3/assessment.

A supporto dello studio antropico e in relazione alle attività potenzialmente rilevanti in ambiente degli analiti metallici, per ognuno di essi sono state elaborate schede sintetiche (Rif. Paragrafo 2) in osservanza di uno degli indicatori proposti dall'EEA, il "Progress in management of Contaminated Sites" (fonte: //www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/progress-in-management-of-contaminated-sites-3/assessment).

Come per i VDFN è stata realizzata una matrice di *screening*; con le informazioni raccolte e schedate nel paragrafo 2; ad ogni elemento è stato assegnato un punteggio in funzione della sua presenza in ambiente legata alle attività dell'indicatore medesimo. Analogamente al capitolo 2, dedicato all'origine naturale dei metalli, le informazioni riportate nelle schede provengono da ricerche condotte dallo scrivente per le quali si rimanda alla bibliografia in appendice.

5.2. METALLI: UTILIZZO E/O PRESENZA IN ATTIVITA PRODUTTIVE

Alluminio

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Presenza massiccia in virtù dell'elevato utilizzo.
2	Rifiuti industriali	
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Linee elettriche.
	3.2 Industria del petrolio	Macchinari e linee elettriche
	3.3 Chimica	Macchinari e linee elettriche.
	3.4 Siderurgia	Produzione di macchinari, produzione di un elevatissimo numero di leghe.
	3.5 Elettronica	Linee elettriche.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Costruzioni (finestre, porte, strutture per facciate continue, rivestimenti metallici, in lamiera scatolata).
	3.7 Tessile e pellame	Macchinari e linee elettriche.
	3.8 Legno e carta	Imballaggi (lattine, pellicola d'alluminio, ecc.)
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	Beni di consumo durevoli (elettrodomestici, attrezzi da cucina, pentole, ecc.), nella farina bianca e nei formaggi non bio, nel lievito chimico per dolci.
	3.10 Altro (settore della produzione)	Macchinari e linee elettriche, beni di consumo durevoli (elettrodomestici, attrezzi da cucina), contenitore di cibi e bibite. Industria ottica, (cannocchiali e binocoli portatili), nei laser per la produzione di luce coerente, nelle attrezzature agricole.
	3.11 Punti vendita carburante	Macchinari e linee elettriche.
	3.12 Officine e riparazioni auto	Presenza massiccia in virtù dell'elevato utilizzo.
	3.13 Lavanderie a secco	Macchinari e linee elettriche.
	3.14 Tipografie e stamperie	Macchinari e linee elettriche.
	3.15 Altro (settore dei servizi)	Trasporti, utilizzato in quasi ogni tipo di mezzo di trasporto.
4	Attività minerarie ed estrattive	Giacimenti di bauxite.
5	Estrazione idrocarburi	Macchinari e linee elettriche.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Macchinari.
7	Siti militari	Armi da fuoco e parti di esse, bossoli. Leghe di alluminio e altri metalli sono utilizzate per parti di velivoli ad alte prestazioni.
8	Stoccaggio idrocarburi	*Bulk* e recipienti per oli minerali e idrocarburi.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	*Bulk* e recipienti.
10	Altre tipologie di stoccaggio	Macchinari e linee elettriche.
11	Sversamento Idrocarburi	
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	Scarichi e rifiuti provenienti dalle lavorazioni del minerale; altri composti possono costituirne una sorgente antropica indiretta.
13	Siti nucleari	Macchinari e linee elettriche.
14	Altro	Spesso aggiunto ai prodotti per l'igiene e i bagnoschiuma e in numerosi altri impieghi.

Arsenico

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Presenza, in virtù degli elevati impieghi in passato in agricoltura, sia nei processi industriali che nel particolato atmosferico.
2	Rifiuti industriali	
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Presente sotto forma di prodotto di combustione.
	3.2 Industria del petrolio	Presente naturalmente negli idrocarburi.
	3.3 Chimica	Utilizzato in passato per il trattamento di sifilide, malattie alla pelle e per azione antianemica, anabolizzante e ricostituente, e in odontoiatria. Agricoltura (Erbicidi, fungicidi, insetticidi, rodenticidi, veleni e antiparassitari zootecnici), utilizzato in passato come promotore di crescita per suini e avicoli.
	3.4 Siderurgia	In piccole quantità, ha la proprietà di conferire durezza e resistenza termica alle leghe (produzione di acciaio, ottone e piombo).
	3.5 Elettronica	Presente in: celle fotovoltaiche, circuiti integrati, componenti per microonde, diodi, laser, lettori DVD, radar automobilistici, pannelli fotovoltaici e nei LED.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Utilizzo di grandi quantità nell'industria vetraria per eliminare il colore verde causato alla presenza di impurezze determinate dai composti del ferro.
	3.7 Tessile e pellame	Un suo minerale, l'orpimento, trova impiego in conceria.
	3.8 Legno e carta	Utilizzato in passato come conservante del legno per strutture portanti e rivestimenti esterni di edifici in legno, dove c'era il pericolo di marcescenza o di attacchi di insetti.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	Usato nei mangimi, come promotore di crescita per suini e avicoli.
	3.10 Altro (settore della produzione)	
	3.11 Punti vendita carburante	Presente naturalmente negli idrocarburi.
	3.12 Officine e riparazioni auto	Utilizzato come componente per diodi, lettori DVD, radar automobilistici.
	3.13 Lavanderie a secco	
	3.14 Tipografie e stamperie	
	3.15 Altro (settore dei servizi)	
4	Attività minerarie ed estrattive	Presente diffusamente in forma naturale.
5	Estrazione idrocarburi	Presenti naturalmente negli idrocarburi.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Presente sotto forma di prodotto di combustione.
7	Siti militari	Utilizzato nella preparazione dei gas tossici militari (lewisite e l'adamsite), durante la prima guerra mondiale; insieme al piombo, è utilizzato per la fabbricazione di leghe adatte per i pallini da caccia
8	Stoccaggio idrocarburi	Presenti naturalmente negli idrocarburi.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	
11	Sversamento Idrocarburi	Presenti naturalmente negli idrocarburi.
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	Sversamento fanghi acidi connessi ad attività minerarie.
13	Siti nucleari	Estrazione selettiva di rifiuti nucleari.
14	Altro	Diffusamente utilizzato in agricoltura in passato.

Bario

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Elevate quantità di bario si rilevano nelle discariche di rifiuti urbani e centrali termoelettriche.
2	Rifiuti industriali	Tra le lavorazioni industriali che richiedono l'uso del bario, c'è la lavorazione della carta da macero soprattutto sotto forma di solfati o carbonati, rilasciato in ambiente da emissioni.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Utilizzato come additivo nei combustibili.
	3.2 Industria del petrolio	I composti del bario sono usati dalle industrie di gas e petrolio come lubrificante per le perforazioni e per appesantire i fluidi di trivellazione.
	3.3 Chimica	I composti di bario sono utilizzati per la gomma, nell'industria farmaceutica come mezzo di contrasto per gli esami medici. Nei laboratori chimici per saggi e determinazioni analitiche. E' utilizzato come derattizzante, antiparassitario.
	3.4 Siderurgia	
	3.5 Elettronica	Utilizzato per lampade fluorescenti, le cui impurità creano fosforescenza dopo l'esposizione alla luce.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	I composti di bario sono usati per fare vetro, vernici, mattoni, piastrelle.
	3.7 Tessile e pellame	Il litopone che contiene solfato di bario e solfuro di zinco viene utilizzato come pigmento.
	3.8 Legno e carta	Presente nella carta e nel legno.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	
	3.10 Altro (settore della produzione)	Il litopone viene utilizzato anche per l'industria cosmetica.
	3.11 Punti vendita carburante	
	3.12 Officine e riparazioni auto	Produzione di candele per motori a scoppio, lampade fluorescenti e tubi a vuoto, come magnete in alcuni tipi di altoparlanti.
	3.13 Lavanderie a secco	
	3.14 Tipografie e stamperie	Presente nella carta da macero.
	3.15 Altro (settore dei servizi)	
4	Attività minerarie ed estrattive	Utilizzato per le perforazioni.
5	Estrazione idrocarburi	Utilizzato per le perforazioni.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Presente nelle emissioni in atmosfera.
7	Siti militari	I clorati ed i nitrati di bario conferiscono ai fuochi d'artificio un colore verde.
8	Stoccaggio idrocarburi	Utilizzato come additivo nei combustibili.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	
11	Sversamento Idrocarburi	Utilizzato come additivo nei combustibili.
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	
13	Siti nucleari	Potrebbe esistere in forma radioattiva connesso ad attività estrattive (fluorite), anche se è un caso piuttosto raro in natura.
14	Altro	E' utilizzato per i tubi a vuoto dei televisori.

Berillio

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Inceneritori, gas di scarico, varie tipologie di rifiuti dove l'elemento è presente sotto forma di lega (manufatti, casalinghi, lampade e materiale elettrico).
2	Rifiuti industriali	Centrali a carbone, siti di produzione di energia e industria siderurgica, sotto forma di emissioni.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Sotto forma di emissioni da combustioni.
	3.2 Industria del petrolio	
	3.3 Chimica	Sottili fogli di berillio vengono usati negli strumenti diagnostici a raggi X per filtrare la luce visibile.
	3.4 Siderurgia	E' usato come agente legante nella produzione di rame-berillio spesso applicate nell'industria della difesa e aerospaziale. In lega con il bronzo, viene utilizzato per produrre utensili antiscintilla. Costruzione di giroscopi, parti di computer molle per orologeria e strumenti di precisione.
	3.5 Elettronica	Le leghe rame-berillio sono usate per gli elettrodi a saldatura, per lampade e riproduzione di circuiti stampati microscopici. Visto che è un ottimo conduttore di calore, con elevata forza e durezza, un alto punto di fusione, spesso è usato come isolante elettrico.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	
	3.7 Tessile e pellame	
	3.8 Legno e carta	
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	
	3.10 Altro (settore della produzione)	
	3.11 Punti vendita carburante	
	3.12 Officine e riparazioni auto	Apparecchi HI-FI, membrane dei twettew, altoparlanti.
	3.13 Lavanderie a secco	
	3.14 Tipografie e stamperie	Nel campo della litografia a raggi X, il berillio viene usato per la riproduzione di circuiti stampati microscopici.
	3.15 Altro (settore dei servizi)	
4	Attività minerarie ed estrattive	
5	Estrazione idrocarburi	
6	Stazioni e/o linee elettriche	
7	Siti militari	Aerei supersonici, missili, veicoli spaziali e satelliti per telecomunicazioni.
8	Stoccaggio idrocarburi	
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	
11	Sversamento Idrocarburi	
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	
13	Siti nucleari	Usato nei reattori come moderatore e riflettore di neutroni.
14	Altro	

Boro

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Infiltrazione di fertilizzanti o derivante da discariche o condutture di reflui trattati.
2	Rifiuti industriali	La contaminazione da boro è in prevalenza di origine naturale e in via secondaria dovuta a siti agricoli (concimi) e industriali (emissioni).
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Sotto forma di emissioni da combustioni.
	3.2 Industria del petrolio	
	3.3 Chimica	Il teraborato di sodio decaidrato o borace è usato in grandi quantità nella produzione di candeggiante. In medicina, soluzione diluita, come blando antisettico per uso esterno. Sensore di carboidrati e coniugati. Fertilizzanti per uso agricolo, alghicidi, erbicidi e insetticidi.
	3.4 Siderurgia	Costruzione di crogioli, camicie di camere di combustione, componenti refrattari ad elevate sollecitazioni termiche
	3.5 Elettronica	Drogaggio di semiconduttori.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Composti di boro sono usati estensivamente nella sintesi organica e nella manifattura di vetri borosilicati e vetroresine.
	3.7 Tessile e pellame	L'acido borico è un composto importante usato nei prodotti dell'industria tessile e come conservante del cuoio.
	3.8 Legno e carta	Come conservante del legno in quanto poco tossico.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	Alcuni composti del boro sono presenti nelle confezioni per gli alimenti, specialmente per margarina e pesci.
	3.10 Altro (settore della produzione)	
	3.11 Punti vendita carburante	
	3.12 Officine e riparazioni auto	
	3.13 Lavanderie a secco	Agente sbiancante una volta ampiamente usato e tuttora presente nei detersivi e nei prodotti sbiancanti.
	3.14 Tipografie e stamperie	
	3.15 Altro (settore dei servizi)	
4	Attività minerarie ed estrattive	
5	Estrazione idrocarburi	
6	Stazioni e/o linee elettriche	
7	Siti militari	Il boro amorfo è usato nei fuochi d'artificio e filamenti del minerale sono utilizzati nelle strutture aerospaziali avanzate.
8	Stoccaggio idrocarburi	
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	
11	Sversamento Idrocarburi	
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	
13	Siti nucleari	Il boro-10 è un assorbitore di neutroni utilizzato nel controllo dei reattori nucleari come i PWR, e come schermo contro la radiazione neutronica e nel rilevamento dei neutroni.
14	Altro	

Cadmio

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Materiale elettrico, leghe, da inceneritori di pneumatici, acque di fogna, linee di adduzione galvanizzate e/o in plastica nera.
2	Rifiuti industriali	Dall'estrazione mineraria, dal raffinamento dello zinco e dalla combustione del carbone e dai fertilizzanti ad alto tenore di fosfati.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Presente sotto forma di prodotto di combustione.
	3.2 Industria del petrolio	Presenti naturalmente negli idrocarburi.
	3.3 Chimica	Utilizzato come farmaco astringente e in protesi dentali.
	3.4 Siderurgia	Principalmente utilizzato per la cadmiatura dei metalli (acciaio, ferro, bronzo, rame, ecc.), un trattamento metallurgico effettuato su superfici metalliche, a scopo protettivo. Leghe metalliche bassofondenti e per saldatura ad alta resistenza all'usura.
	3.5 Elettronica	Il cadmio, che resiste all'attacco degli alcali, si usa per ricambi elettrici data la facilità con la quale viene saldato. E' impiegato come componente nelle pile al nichel-cadmio e nelle batterie elettriche. Alcuni composti sono usati per produrre i fosfori blu e verdi dei televisori a colori. Costruzione di celle fotovoltaiche.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	I sali di cadmio trovano impiego in campo fotografico e nella fabbricazione di vetri e porcellane.
	3.7 Tessile e pellame	Utilizzato in impianti per trattamento conce e fibre tessili.
	3.8 Legno e carta	Utilizzato in impianti per la preparazione di pasta per carte.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	Presente nelle bevande a base di cola o caffè istantaneo e nei cibi raffinati.
	3.10 Altro (settore della produzione)	Con i sali di cadmio si fabbricano gomme e vernici fluorescenti.
	3.11 Punti vendita carburante	Olio dei motori e scarichi d'automobile.
	3.12 Officine e riparazioni auto	Viene largamente utilizzato nell'industria automobilistica. In lega con lo zinco per la fabbricazione di cuscinetti e nella saldatura.
	3.13 Lavanderie a secco	
	3.14 Tipografie e stamperie	Come componente accessorio negli impianti della carta.
	3.15 Altro (settore dei servizi)	Come pigmento (solfuro e seleniuro), che fornisce coloranti gialli e rossi per smalti e lacche, usati nell'industria dei trasporti.
4	Attività minerarie ed estrattive	Presente come componente secondario in vari minerali.
5	Estrazione idrocarburi	Presente naturalmente negli idrocarburi.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Presente nelle emissioni in atmosfera.
7	Siti militari	I sali di cadmio sono impiegati nella fabbricazione di fuochi artificiali. Materiali per aviazione. Leghe di cadmio e altri metalli sono utilizzate per parti di velivoli ad alte prestazioni.
8	Stoccaggio idrocarburi	Presenti naturalmente negli idrocarburi.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	Olio dei motori.
10	Altre tipologie di stoccaggio	Batterie e pile.
11	Sversamento Idrocarburi	Presente naturalmente negli idrocarburi.
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	
13	Siti nucleari	Viene impiegato nelle barre di controllo di certi reattori nucleari.
14	Altro	Sigarette, combustioni ed emissioni.

Cromo

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Da inceneritori municipali, dalle emissioni provenienti da tutti i tipi di combustione, dal traffico.
2	Rifiuti industriali	Dalle attività industriali che lo utilizzano nei processi produttivi, dalle centrali elettriche a carbone, industrie del ferro e dell'acciaio e dai cementifici. Il cromo esavalente, molto tossico, è rilasciato in ambiente in seguito ad attività come la cromatura dei metalli, la conservazione del legno, la produzione di pigmenti.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Presente sotto forma di prodotto di combustione.
	3.2 Industria del petrolio	
	3.3 Chimica	Il dicromato di potassio è un reagente chimico ed è anche un agente titolante. Presente in alcuni concimi.
	3.4 Siderurgia	Come costituente per leghe resistenti al calore, alla corrosione a scopo protettivo (acciaio inox), nelle leghe per resistenze elettriche, nella cromatura e nell'alluminio anodizzato.
	3.5 Elettronica	Diffusamente utilizzato per l'industria galvanica. Secondariamente in tecniche litografiche di microelettronica.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	La cromite si utilizza per gli impasti e l'infornamento dei mattoni. La miscela cromica è usata nella pulitura della vetreria di laboratorio. Come pigmento, i suoi sali colorano il vetro verde smeraldo o rosso ed è usato per produrre i rubini sintetici.
	3.7 Tessile e pellame	Il cromo VI è usato diffusamente come catalizzatore nelle tinture, conciature, annerimento del cuoio, come mordenzante per tinture per stoffa.
	3.8 Legno e carta	Utilizzato per la conservazione del legno.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	Utilizzato per la pulizia dei pellami e inertizzazione di organici.
	3.10 Altro (settore della produzione)	E' usato per la fabbricazione di nastri magnetici e per la produzione di nastri e vernici come lucidante per metalli.
	3.11 Punti vendita carburante	
	3.12 Officine e riparazioni auto	Componenti cromati in motociclette ed automobili.
	3.13 Lavanderie a secco	
	3.14 Tipografie e stamperie	
	3.15 Altro (settore dei servizi)	Presenza connessa a traffico veicolare sotto forma di emissioni.
4	Attività minerarie ed estrattive	
5	Estrazione idrocarburi	
6	Stazioni e/o linee elettriche	Presente nelle emissioni in atmosfera.
7	Siti militari	
8	Stoccaggio idrocarburi	
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	Sversamenti connessi all'industria galvanica e alle concerie.
10	Altre tipologie di stoccaggio	
11	Sversamento Idrocarburi	
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	Sversamenti connessi all'industria galvanica e alle concerie.
13	Siti nucleari	
14	Altro	

Ferro

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Metallo più utilizzato e quindi vastamente diffuso.
2	Rifiuti industriali	Da emissioni industriale e in concomitanza ad inquinamento di acque di falda e suoli (idrocarburi, solventi, ecc.).
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Largamente utilizzato per macchinari e apparecchiature.
	3.2 Industria del petrolio	Fenomeni d'inquinamento da idrocarburi possono costituire una sorgente antropica indiretta di ferro.
	3.3 Chimica	Numerosi impieghi in medicina, agente nei trattamenti delle acque.
	3.4 Siderurgia	Costituisce il 95% del metallo prodotto nel mondo. L'acciaio è la lega migliore del ferro nota. Alcuni dei composti del ferro includono: ghisa, ferro di getto, acciaio al carbonio, ferro modellato, acciai legati, ossidi di ferro. Scorie industriali.
	3.5 Elettronica	Come componente, per la costruzione di semiconduttori.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Nell'industria ceramica per produrre effetti decorativi superficiali. E' usato come abrasivo per vetri, metalli preziosi e diamanti
	3.7 Tessile e pellame	Come mordente in tintoria e nella preparazione di pigmenti.
	3.8 Legno e carta	Carpenteria a supporto di Imballaggi, conservante del legno.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	Macchinari e linee elettriche, beni di consumo durevoli (elettrodomestici, attrezzi da cucina), contenitore di cibi e bibite.
	3.10 Altro (settore della produzione)	Prodotti complementari all'edilizia per gli elementi portanti degli edifici e per armare cemento e calcestruzzo. Nella carpenteria, recinzioni per cancelli (pedonali, carrai, elettrificati e non), parapetti per terrazzi, parapetti per rampe scale, griglie, basculanti, ecc.. Materiale da costruzione per navi e scafi. Utensili da cucina. Contenitori alimentari.
	3.11 Punti vendita carburante	Fenomeni d'inquinamento da idrocarburi possono costituire una sorgente antropica indiretta di ferro.
	3.12 Officine e riparazioni auto	Largamente utilizzato nell'industria automobilistica, negli utensili, nell'impiantistica, nelle apparecchiature e nei manufatti.
	3.13 Lavanderie a secco	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
	3.14 Tipografie e stamperie	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
	3.15 Altro (settore dei servizi)	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
4	Attività minerarie ed estrattive	Come minerale principale, accessorio, scorie di lavorazione.
5	Estrazione idrocarburi	Fenomeni d'inquinamento da idrocarburi possono costituire una sorgente antropica indiretta di ferro.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
7	Siti militari	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
8	Stoccaggio idrocarburi	Serbatoi, separatori, *bulk*, utensili, ecc.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	Serbatoi, separatori, *bulk*, utensili, ecc.
10	Altre tipologie di stoccaggio	Serbatoi, separatori, *bulk*, utensili, ecc.
11	Sversamento Idrocarburi	Connesso ad inquinamento da idrocarburi.
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	Possono costituire una sorgente antropica indiretta di ferro.
13	Siti nucleari	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
14	Altro	In numerosi altri impieghi.

Litio

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Smaltimento improprio di batterie e accumulatori, per la maggior parte dispositivi portatili.
2	Rifiuti industriali	Emissione di gas tossici da batterie al litio.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	
	3.2 Industria del petrolio	Viene impiegato come additivo nel petrolio e per la produzione di lubrificanti con oli minerali.
	3.3 Chimica	Per produrre alcuni farmaci per il trattamento di disturbi psichici, nella sintesi organica, in applicazioni biochimiche e per precipitare RNA da estratti cellulari. In ottica per applicazioni (UV, VUV, IR).
	3.4 Siderurgia	Viene utilizzato come rivestimento per forni e come composto (con silice e altri materiali) bassofondente e in alcuni processi della produzione di alluminio, come fondenti per le saldature.
	3.5 Elettronica	Il carbonato di litio viene usato nelle batterie e nelle pile ecologiche e ricaricabili, nella produzione di catodi per batterie e nei sensori al biossido di carbonio (fotoionizzatori).
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Composti di litio sono presenti nelle ceramiche, in particolare nella glassa di porcellana.
	3.7 Tessile e pellame	
	3.8 Legno e carta	
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	
	3.10 Altro (settore della produzione)	Stabilizzante nel settore dei cosmetici, in salamoie concentrate per impianti industriali di condizionamento dell'aria, lubrificante.
	3.11 Punti vendita carburante	Batterie, additivo nel petrolio e lubrificanti con oli minerali.
	3.12 Officine e riparazioni auto	Batterie, additivo nel petrolio e lubrificanti con oli minerali.
	3.13 Lavanderie a secco	
	3.14 Tipografie e stamperie	
	3.15 Altro (settore dei servizi)	
4	Attività minerarie ed estrattive	Additivo del petrolio e lubrificante.
5	Estrazione idrocarburi	
6	Stazioni e/o linee elettriche	
7	Siti militari	Leghe di litio e altri metalli sono utilizzate per realizzare parti di velivoli ad alte prestazioni, litio metallico e idruri complessi come additivi ad alta energia per i propellenti dei razzi. Come coloranti pirotecnici per i fuochi d'artificio.
8	Stoccaggio idrocarburi	Additivo del petrolio e lubrificante.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	Batterie e pile.
11	Sversamento Idrocarburi	Additivo nel petrolio e lubrificanti con oli minerali
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	
13	Siti nucleari	Vasto utilizzo: per la produzione di trizio, carburante di fusione e come fonte di particelle alfa..
14	Altro	

Manganese

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Come composto volatile nella polvere e nei fumi, da scarichi industriali (batterie, bio-acidi, vernici, metodi di trattamento del legno) e per sostituzione chimica con i derivati del piombo, dilavamento suoli e acque dei fertilizzanti chimici agricoli.
2	Rifiuti industriali	
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	
	3.2 Industria del petrolio	Un suo composto organico l'MMT (metilciclo-pentadienil manganese tricarbonile) viene utilizzato come antidetonante.
	3.3 Chimica	Il permanganato di potassio è usato come disinfettante in chimica e in medicina, come catalizzatore in alcune reazioni chimiche. Utilizzato come fertilizzante e nei mangimi per animali.
	3.4 Siderurgia	Il manganese è essenziale nella produzione di ferro e acciaio (80-90% della produzione). E' componente chiave per l'acciaio inox, per alcune leghe di alluminio e lamiere.
	3.5 Elettronica	Il diossido di manganese è stato usato nei primi tipi di pile e batterie a secco. In lega con il rame in applicazioni specifiche correlate all'industria elettronica e nella produzione di circuiti televisivi.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Si usa per decolorare il vetro, per togliere la tinta verdastra conferitagli dalle impurità di ferro; in concentrazioni molto alte dona al vetro un colore violetto. L'ossido del manganese è utilizzato nella ceramica; è un pigmento marrone che si usa per le terre naturali (es: terra di Siena, terra di Siena bruciata).
	3.7 Tessile e pellame	Come pigmento.
	3.8 Legno e carta	Come pigmento nella pittura.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	Come catalizzatore nella produzione di sapori artificiali come la vaniglia, la lamiera come foglio per alimenti e/o contenitori.
	3.10 Altro (settore della produzione)	Come elemento in lega con l'alluminio è utilizzato per componenti di cucine, coperture, radiatori per automobili, lattine per bibite. In lega con il rame: applicazioni come *controller* di temperatura per veicoli, piccole componenti per l'industria orologiaia. Lubrificante.
	3.11 Punti vendita carburante	
	3.12 Officine e riparazioni auto	Radiatori per automobili, batterie, utensili di vario tipo.
	3.13 Lavanderie a secco	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
	3.14 Tipografie e stamperie	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
	3.15 Altro (settore dei servizi)	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
4	Attività minerarie ed estrattive	Presente in quantità elevate in presenza di zolfo.
5	Estrazione idrocarburi	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
7	Siti militari	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
8	Stoccaggio idrocarburi	Viene utilizzato come antidetonante
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	Contenitori, scatolame, coperture.
11	Sversamento Idrocarburi	Possono costituire una sorgente antropica indiretta di manganese.
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	Possono costituire una sorgente antropica indiretta di manganese.
13	Siti nucleari	Utilizzati alcuni composti come la ferrite.
14	Altro	In numerosi altri impieghi.

Mercurio

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Stoccaggio incontrollato, può anche essere disperso sotto forma di emissioni nei laboratori chimici e di tecnica odontoiatrica.
2	Rifiuti industriali	Presente a seguito di combustione di carbone fossile, in alcuni processi industriali che fanno uso dell'elemento e dei suoi composti (industria chimica, cementifici, raffinazione del petrolio), rilasci in acqua.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Presente sotto forma di prodotto di combustione.
	3.2 Industria del petrolio	Presente naturalmente negli idrocarburi.
	3.3 Chimica	Viene usato come elettrodo liquido nella fabbricazione di idrossido di sodio e cloro (elettrolisi di brine) e nella catalisi industriale. In medicina a scopi purgativi, nei farmaci e con altri metalli per realizzare le otturazioni dentali. Il solfato mercurico è usato come catalizzatore in chimica organica. In passato usato come insetticida, nel veleno per topi, in erbicidi e come disinfettante.
	3.4 Siderurgia	
	3.5 Elettronica	E' usato in ingranaggi elettrici, come interruttori e raddrizzatori nelle batterie, interruttori, elettrodi, pile e in passato per l'illuminazione fluorescente. Il Calomelano (cloruro di mercurio) è utilizzato come campione in misure elettrochimiche
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Come elemento in traccia in pigmenti e coloranti.
	3.7 Tessile e pellame	Come elemento in traccia in pigmenti e coloranti.
	3.8 Legno e carta	Presente negli scarichi dell'industria cartiera. In passato come pigmento pittorico.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	
	3.10 Altro (settore della produzione)	In passato è stato largamente usato per costruire barometri, manometri termometri e nei telescopi a specchio liquido.
	3.11 Punti vendita carburante	
	3.12 Officine e riparazioni auto	
	3.13 Lavanderie a secco	
	3.14 Tipografie e stamperie	
	3.15 Altro (settore dei servizi)	
4	Attività minerarie ed estrattive	Può essere rinvenuto in siti adibiti all'estrazione dell'elemento stesso e dell'oro, subordinatamente, come minerale accessorio.
5	Estrazione idrocarburi	Presenti naturalmente negli idrocarburi.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Presente nelle emissioni in atmosfera.
7	Siti militari	Il mercurio fulminato è usato come detonatore per esplosivi e inneschi per cartucce.
8	Stoccaggio idrocarburi	Presenti naturalmente negli idrocarburi.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	
11	Sversamento Idrocarburi	Presente naturalmente negli idrocarburi
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	
13	Siti nucleari	Utilizzato come liquido di raffreddamento in alcuni tipi di centrale.
14	Altro	

Nichel

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Presente negli inceneritori di rifiuti e nei rifiuti contenenti leghe di vario tipo.
2	Rifiuti industriali	E' rilasciato nell'aria dalle centrali elettriche e, subordinatamente in ambiente dalle raffinerie e da processi di combustione.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Fonte di accumulo di idrogeno (celle al pentanichel di lantanio) assicurano ingenti forniture di energia elettrica.
	3.2 Industria del petrolio	Presente naturalmente negli idrocarburi.
	3.3 Chimica	Utilizzato in crogiuoli per laboratori chimici, come catalizzatore nelle reazioni d'idrogenazione, a scopi medici (in odontoiatria); celle al pentanichel di lantanio sono utilizzati per accumulare idrogeno in ospedali e laboratori.),
	3.4 Siderurgia	L'uso principale del nichel è la preparazione delle leghe, *in primis* acciaio inossidabile, e superleghe (componenti operanti ad alta temperatura e ad intensi sforzi). Usato anche in altri acciai, conio di monete, prodotti per fonderia e placcature. Leghe di nichel si usano sia per i magneti sia per schermare campi magnetici.
	3.5 Elettronica	Batterie ricaricabili, (al nichel-idruro metallico e nichel-cadmio). Industria galvanica (rivestimenti superficiali in nichel), le leghe di nichel a memoria di forma, come il nitinol, in robotica. Usato con il cadmio per coppia redox Ni/Cd (accumulatori), condensatori.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Per la pigmentazione di ceramiche, porcellane e vetri, si utilizza soprattutto ossido di nichel (colorazione grigio fumo).
	3.7 Tessile e pellame	Come elemento in traccia in pigmenti e coloranti.
	3.8 Legno e carta	Colorante della carta e oggetti in legno.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	Vasto utilizzo in attrezzature da ristorazione, stoviglie e coltelleria in acciaio o leghe di nichel, contenitori di cibo e bevande, come materia prima nei prodotti organici.
	3.10 Altro (settore della produzione)	I cupronichel si usano in impianti di dissalazione e altro.
	3.11 Punti vendita carburante	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
	3.12 Officine e riparazioni auto	Leghe utilizzate per componenti di veicoli e nautica.
	3.13 Lavanderie a secco	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
	3.14 Tipografie e stamperie	Leghe costituenti impiantistica, apparecchiature e manufatti.
	3.15 Altro (settore dei servizi)	Industria dei trasporti, acciai inossidabili presenti in molte leghe.
4	Attività minerarie ed estrattive	Come minerale accessorio di altri metalli e carbone.
5	Estrazione idrocarburi	Presente naturalmente negli idrocarburi.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Presente nelle emissioni in atmosfera.
7	Siti militari	Leghe dell'elemento si sfruttano nell'industria aeronautica e spaziale
8	Stoccaggio idrocarburi	Presenti naturalmente negli idrocarburi.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	Batterie, accumulatori e una vasta gamma di componenti.
10	Altre tipologie di stoccaggio	Componenti sottoforma di lega per recipienti e contenitori.
11	Sversamento Idrocarburi	Presente naturalmente negli idrocarburi.
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	Sversamenti connessi all'industria galvanica.
13	Siti nucleari	Sistemi di energia nucleare, molle, condotti e altri componenti.
14	Altro	Industria dei cosmetici e in agricoltura.

Piombo

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Presente in discariche incontrollate per la presenza di batterie e vernici, sia in tubazioni di adduzione dell'acqua risalenti all'epoca romana, sia in quelle più recenti. In passato i gas di scarico dei veicoli a benzina hanno contribuito a creare seri problemi di *smog*.
2	Rifiuti industriali	Derivante principalmente dalle emissioni industriale, in passato anche dalle fonderie.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Presente sotto forma di prodotto di combustione.
	3.2 Industria del petrolio	Presenza naturale, il piombo tetraetile in passato era usato come additivo antidetonante contenuto nella benzina.
	3.3 Chimica	Era presente negli apparecchi per i raggi X. Il piombo monossido è usato per la preparazione di insetticidi e antiparassitari.
	3.4 Siderurgia	Leghe contenenti un'alta percentuale di piombo sono utilizzate nella saldatura, per i caratteri da stampa, per gli ingranaggi.
	3.5 Elettronica	In passato era il maggiore costituente delle batterie ad acido di piombo ampiamente usate nei veicoli e come rivestimento di cavi elettrici, tubi, serbatoi e come elettrodo nei processi di elettrolisi.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	E' usato come elemento colorante nei vetri ceramici
	3.7 Tessile e pellame	Come elemento in traccia in pigmenti e coloranti.
	3.8 Legno e carta	Leghe contenenti un'alta percentuale di piombo sono utilizzate per i caratteri da stampa.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	In passato era largamente usato per verniciare lavastoviglie e recipienti, sotto forma di acetato come dolcificante.
	3.10 Altro (settore della produzione)	Composti di piombo sono presenti in vernici, prodotti antiruggine, negli smalti, nei pigmenti e come mordente nei coloranti.
	3.11 Punti vendita carburante	Possibile presenza in ambiente di piombo tetraetile.
	3.12 Officine e riparazioni auto	Costituente delle batterie ad acido di piombo usate nei veicoli.
	3.13 Lavanderie a secco	
	3.14 Tipografie e stamperie	In passato presente sotto forma di lega nei caratteri di stampa.
	3.15 Altro (settore dei servizi)	In passato presente nelle emissioni diffuse dal traffico veicolare.
4	Attività minerarie ed estrattive	In era pre-industriale erano tra principali cause di emissione di piombo nell'aria. Come minerale accessorio e/o nelle scorie.
5	Estrazione idrocarburi	Presente negli idrocarburi.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Presente nelle emissioni in atmosfera da fenomeni di combustione.
7	Siti militari	E' usato come elemento colorante nei proiettili. Utilizzato in passato nelle munizioni.
8	Stoccaggio idrocarburi	Presente negli idrocarburi e sotto forma di piombo tetraetile.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	In passato presente sotto forma di recipienti, anche per alimenti e bevande.
11	Sversamento Idrocarburi	Presente negli idrocarburi e sotto forma di piombo tetraetile.
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	Sversamento da batterie e accumulatori.
13	Siti nucleari	Impiegato come sostanza schermante per i materiali radioattivi, nei contenitori schermati per trasporto degli isotopi.
14	Altro	

Rame

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Derivante principalmente da attività agricole e dalle leghe.
2	Rifiuti industriali	Presente in molte lavorazioni industriali connesse alla produzione di leghe.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Presente sotto forma di prodotto di combustione.
	3.2 Industria del petrolio	Presente nelle tubazioni di gas e combustibili liquidi.
	3.3 Chimica	I suoi composti, come la soluzione di Fehling, si usano in chimica e negli ospedali come superficie batteriostatica. Il solfato di rame, si usa come fungicida in agricoltura e per depurare l'acqua.
	3.4 Siderurgia	Utilizzato diffusamente per leghe metalliche, più di 400, bronzo (con alluminio, nichel, berillio e stagno), ottone (rame-zinco), esplosivistica (rame-stagno-zinco). Per il conio delle monete.
	3.5 Elettronica	La maggior parte del rame è usato per materiale elettrico, fili e cavi elettrici, negli avvolgimenti di elettromagneti, motori elettrici e *relè* elettromeccanici, nella manifattura dei circuiti stampati. Nei materiali superconduttori ad alta temperatura.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	In edilizia: lastre e nastri per tetti, facciate, gronde, pluviali, ecc. Tubazioni per il trasporto d'acqua, gas, combustibili liquidi, fluidi refrigeranti per gli scambiatori di calore, panelli solari e radianti. Come parte di ceramiche e in forma di sali per colorare il vetro.
	3.7 Tessile e pellame	Come elemento in traccia in pigmenti e coloranti.
	3.8 Legno e carta	Scultura e supporto pittorico.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	Per fare padelle, pentole, coltelli, cucchiai, contenitori e recipienti vinicoli, per il rivestimento interno delle lattine.
	3.10 Altro (settore della produzione)	Per i strumenti musicali, valvole termoioniche, tubi a raggi catodici, magnetron, guide d'onda per apparati radio e radar a microonde.
	3.11 Punti vendita carburante	Connesso alla presenza di apparecchiature e veicoli.
	3.12 Officine e riparazioni auto	Un'automobile può contenere, dai 15 ai 28 kg di rame, che si trovano soprattutto nei cavi e nelle apparecchiature elettriche.
	3.13 Lavanderie a secco	Come componenti e utensili.
	3.14 Tipografie e stamperie	Utilizzato come stampo di caratteri mobili.
	3.15 Altro (settore dei servizi)	Come componenti e utensili nell'industria dei trasporti.
4	Attività minerarie ed estrattive	Miniere medio piccole, sono presenti su tutto il territorio italiano.
5	Estrazione idrocarburi	Presente nelle tubazioni di gas e combustibili liquidi.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Presente in numerose applicazioni e rilasciato da emissioni.
7	Siti militari	Leghe di rame-stagno-zinco utilizzate per fare pistole e cannoni, note come metallo da pistola.
8	Stoccaggio idrocarburi	Presente nelle tubazioni di gas e combustibili liquidi.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	Componenti sottoforma di lega per recipienti e contenitori.
11	Sversamento Idrocarburi	
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	
13	Siti nucleari	Come componente di impianti elettrici e sottoforma di lega.
14	Altro	In numerosi altri impieghi.

Selenio

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Derivante dall'incenerimento dei rifiuti domestici e dall'utilizzo di fertilizzanti, da impianti di trattamento delle acque reflue.
2	Rifiuti industriali	Estrazione e dalla raffinazione di alcuni metalli ad esso associati, ignizione di combustibili fossili, soprattutto carbone.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	
	3.2 Industria del petrolio	Utilizzati come inibitori di ossidazione per oli lubrificanti e come additivi alla catalisi ossidativa per idrocarburi.
	3.3 Chimica	Nell'industria farmaceutica. Veniva usato nei primi del '900 come pesticida nel controllo dei parassiti delle piante; è ancora in uso come spray nel controllo di parassiti delle piante ornamentali.
	3.4 Siderurgia	Come lega metallica nelle piastre di piombo e nella produzione dell'acciaio inossidabile
	3.5 Elettronica	Grazie alle sue proprietà è largamente impiegato in elettronica, nelle fotocellule e nelle celle fotovoltaiche, esposimetri e pile solari; veniva usato nei diodi sino agli anni settanta.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Utilizzato nell'industria vetraria come colorante e decolorante.
	3.7 Tessile e pellame	
	3.8 Legno e carta	Era vastamente utilizzato in passato come pigmento sotto forma di solfoseleniuro di cadmio.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	La selenite di sodio è utilizzata per l'alimentazione degli animali e per supplementi alimentari.
	3.10 Altro (settore della produzione)	Utilizzato nell'industria delle materie plastiche.
	3.11 Punti vendita carburante	Presente nella gomma vulcanizzata, in oli lubrificanti ed anche usato in accumulatori al piombo.
	3.12 Officine e riparazioni auto	Presente nella gomma vulcanizzata per migliorare la resistenza all'abrasione, e negli oli lubrificanti.
	3.13 Lavanderie a secco	
	3.14 Tipografie e stamperie	Applicazioni nella fotocopiatura, in xerografia e nella tonalità delle fotografie per estendere la gamma tonale delle immagini.
	3.15 Altro (settore dei servizi)	
4	Attività minerarie ed estrattive	Presente nei combustibili fossili.
5	Estrazione idrocarburi	Presente in oli lubrificanti.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Elevato utilizzo nell'elettronica.
7	Siti militari	
8	Stoccaggio idrocarburi	Presente in oli lubrificanti.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	Presente in oli lubrificanti.
11	Sversamento Idrocarburi	
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	
13	Siti nucleari	
14	Altro	

Stagno

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Presente in leghe molto comuni, ceramiche, vetri, materiale elettrico, lattine e contenitori a scopo alimentare, antiparassitari.
2	Rifiuti industriali	Presente in molte lavorazioni industriali connesse alla produzione di leghe.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	
	3.2 Industria del petrolio	
	3.3 Chimica	In odontoiatria per amalgami dentali e nell'industria chimica e nei laboratori come catalizzatore. E' usato come antiparassitario, antimuffe e insetticida. Come stabilizzante della plastica e PVC.
	3.4 Siderurgia	Diffusamente utilizzato in lega con altri metalli, saldatore per connessioni di tubi, metallo per campane (ottone), metallo *babbit*, leghe *die casting*, peltri, lamiere (banda stagnata).
	3.5 Elettronica	La lega di niobio-stagno è usata per i magneti superconduttori e nei circuiti elettrici, nella costruzione dei sensori del gas.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Realizzazione dei vetri delle finestre, vengono fatti galleggiare sopra una massa di stagno fuso. Rivestimento conduttivo per pannelli luminosi e frangivento antighiaccio. Viene usato come opacizzante in smalti ceramici, come colore ceramico.
	3.7 Tessile e pellame	Il cloruro di stagno è usato come mordente per le stampe in calico, tessuti costituiti in prevalenza da cotone grezzo.
	3.8 Legno e carta	Vernici antivegetative per il legno, utilizzate anche nella nautica come rivestimento protettivo delle imbarcazioni.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	I contenitori d'acciaio placcati con lo stagno sono ampiamente utilizzati per la conservazione degli alimenti. In passato la carta stagnola era utilizzata per l'imballaggio di droghe e alimenti.
	3.10 Altro (settore della produzione)	
	3.11 Punti vendita carburante	
	3.12 Officine e riparazioni auto	Usata per le superfici di contatto dei cuscinetti a strisciamento, per il supporto di alberi meccanici in rotazione.
	3.13 Lavanderie a secco	Utilizzato nelle stampe in calico e in industria tessile.
	3.14 Tipografie e stamperie	Utilizzato nelle stampe in calico e in industria tessile.
	3.15 Altro (settore dei servizi)	
4	Attività minerarie ed estrattive	
5	Estrazione idrocarburi	
6	Stazioni e/o linee elettriche	Presente nelle leghe, nei circuiti elettrici e nei magneti.
7	Siti militari	Alcune leghe sono utilizzate nell'industria aerospaziale.
8	Stoccaggio idrocarburi	
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	In lega con altri metalli come rivestimento per contenitori.
11	Sversamento Idrocarburi	
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	
13	Siti nucleari	
14	Altro	

Tallio

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Derivante da scarichi fognari, da topicidi, insetticidi e insieme ad altri composti metallici.
2	Rifiuti industriali	Le principali sorgenti di contaminazione sono connesse ai siti minerari abbandonati, subordinatamente all'agricoltura, alle centrali a carbone ed alle emissioni gassose dei cementifici.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Utilizzato nella generazione e trasmissione di corrente elettrica.
	3.2 Industria del petrolio	
	3.3 Chimica	Il tallio radioattivo è usato a fini diagnostici in medicina nucleare e trattamento delle infezioni della pelle e in passato come antipidocchi. I sali di tallio solubili, altamente tossici, sono stati storicamente utilizzati in topicidi e insetticidi.
	3.4 Siderurgia	Utilizzato nello sviluppo di materiali superconduttori ad alta temperatura
	3.5 Elettronica	Sotto forma di solfuro è utilizzato in alcuni tipi di fotocellule e nella produzione di materiali semiconduttori. E' usato per produrre parti ottiche per luce infrarossa, produzione di liquidi a elevata densità per la separazione dei minerali e come emettitore di luce verde per lampade ad alogenuri metallici.
	3.7 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Insieme con lo zolfo, il selenio e l'arsenico trova impiego nella realizzazione di vetri ad alta densità e basso punto di fusione e per produrre vetri ad alto indice di rifrazione.
	3.7 Tessile e pellame	
	3.8 Legno e carta	Sotto forma di ferrocianuro di potassio (blu di Prussia), utilizzato in passato come colorante.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	
	3.10 Altro (settore della produzione)	
	3.11 Punti vendita carburante	
	3.12 Officine e riparazioni auto	
	3.13 Lavanderie a secco	
	3.14 Tipografie e stamperie	
	3.15 Altro (settore dei servizi)	
4	Attività minerarie ed estrattive	Coesiste come elemento accessorio con altri metalli pesanti nelle aree prospicienti alle miniere (rame, zinco, zolfo).
5	Estrazione idrocarburi	
6	Stazioni e/o linee elettriche	
7	Siti militari	
8	Stoccaggio idrocarburi	
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	
11	Sversamento Idrocarburi	
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	
13	Siti nucleari	Utilizzato per la risonanza magnetica nucleare e per la rilevazione di radiazioni X e le radiazioni gamma.
14	Altro	

Vanadio

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Emissioni di combustibile da veicoli e impianti di riscaldamento.
2	Rifiuti industriali	Emissioni dovute alla combustione di petrolio grezzo, gasolio, benzina, oli, carbone e lignite, da raffinerie e impianti siderurgici.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Presente sotto forma di prodotto di combustione.
	3.2 Industria del petrolio	Presente negli idrocarburi e utilizzato nella desolforazione del gas e del petrolio.
	3.3 Chimica	Usato come catalizzatore per molteplici attività, per la produzione di acido solforico e anidride maleica.
	3.4 Siderurgia	Utilizzato diffusamente in molteplici leghe con altri metalli, come additivo nella produzione di acciai, in ingranaggi, per utensili d'acciaio e per altri vari componenti. Come catalizzatore in vari processi industriali.
	3.5 Elettronica	Nastri di gallio-vanadio sono contenuti in magneti superconduttori, altri composti sono utilizzati come conduttori elettrolitici e nelle batterie elettrochimiche.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Usato come catalizzatore nelle ceramiche, come additivo per cristalli che filtrano le radiazioni UV, come pigmento inorganico.
	3.7 Tessile e pellame	Usato nell'industria conciaria e dei coloranti.
	3.8 Legno e carta	Utilizzato come catalizzatore per fissare alcuni colori.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	Il vanadilsolfato è utilizzato come integratore dietetico per aumentare i livelli di insulina.
	3.10 Altro (settore della produzione)	Il pentossido di vanadio è vastamente utilizzato come materia prima per la produzione di vanadio metallico e per tutti gli altri composti base dell'elemento. Viene usato in alcuni processi industriali, nelle soluzioni per lo sviluppo di pellicole fotografiche e come agente riducente e come essiccante per vari tipi di vernici
	3.11 Punti vendita carburante	Connesso alla presenza di leghe e presente negli idrocarburi.
	3.12 Officine e riparazioni auto	Presente in leghe utilizzate come componenti dei motori, alberi a gomito, ingranaggi, molle a elica cilindrica e meccanismi di trasmissione.
	3.13 Lavanderie a secco	
	3.14 Tipografie e stamperie	
	3.15 Altro (settore dei servizi)	Presenza connessa a traffico veicolare sotto forma di emissioni.
4	Attività minerarie ed estrattive	Presente come minerale accessorio nelle argille.
5	Estrazione idrocarburi	Presente negli idrocarburi e utilizzato nelle fasi di processo.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Presente nelle emissioni in atmosfera.
7	Siti militari	Utilizzato nelle applicazioni aeronautiche nei motori *jet*, nelle coperture dei missili, negli alloggiamenti dei motori a propulsione.
8	Stoccaggio idrocarburi	Presente negli idrocarburi e utilizzato nelle fasi di processo.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	
11	Sversamento Idrocarburi	Presente negli idrocarburi e utilizzato nelle fasi di processo.
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	
13	Siti nucleari	In applicazioni legate alla produzione di energia nucleare.
14	Altro	Utilizzato in ottica nella fabbricazione di lenti e vetri antiattinici.

Zinco

ID	origine da attività potenzialmente inquinanti	
1	Rifiuti urbani	Deriva da: usura pneumatici, olio motore, grassi, corrosione dei *guard-rail*.
2	Rifiuti industriali	Immissione in atmosfera dall'industria metallurgica (trattamento di minerali non ferrosi) e uso di combustibili fossili. Nei suoli agricoli, da fanghi di depurazione ed effluenti d'allevamento.
3	Attività industriali e commerciali	
	3.1 Produzione energia	Presente sotto forma di prodotto di combustione.
	3.2 Industria del petrolio	Presente negli idrocarburi.
	3.3 Chimica	Utilizzato come catalizzatore nella produzione della gomma, in chimica organica, gli organozincati in numerose applicazioni per la sintesi di molecole. Si usa a scopo medico per raffreddore, irritazioni cutanee, cura di alcuni problemi gengivali, vista, ecc. I suoi apporti colmano deficienze nelle colture e accelerano il metabolismo degli animali negli allevamenti intensivi.
	3.4 Siderurgia	Si usa in leghe come l'ottone, il nichel-argento, varie leghe per saldatura, metallo per macchine da scrivere, argento tedesco, ecc.
	3.5 Elettronica	Lo zinco metallico è usato principalmente per la galvanizzazione del ferro e dell'acciaio, per piastre negative e contenitori in determinate batterie elettriche, nelle protezioni catodiche.
	3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo	Come pigmento nelle ceramiche, per orologi e altri oggetti.
	3.7 Tessile e pellame	Come materiale ignifugo nelle industrie tessili.
	3.8 Legno e carta	Come pigmento nella carta da fotocopie e da parati, inchiostri da stampa. Il cloruro di zinco è usato come conservante del legno.
	3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici	Integratori alimentari costituite da tavolette di zinco antiossidanti contro l'invecchiamento prematuro della pelle e dei muscoli.
	3.10 Altro (settore della produzione)	L'ossido di zinco si usa come pigmento bianco nei colori, nelle vernici ad acqua e come attivatore nell'industria della gomma. In edilizia per tetti e grondaie di edifici, nell'industria cosmetica.
	3.11 Punti vendita carburante	Presente negli idrocarburi.
	3.12 Officine e riparazioni auto	Una famiglia di leghe di zinco (zama) è usata nella pressofusione nell'industria automobilistica per produrre parti di autoveicoli.
	3.13 Lavanderie a secco	
	3.14 Tipografie e stamperie	Presente come pigmento di carta e inchiostri.
	3.15 Altro (settore dei servizi)	Presenza connessa a traffico veicolare sotto forma di emissioni.
4	Attività minerarie ed estrattive	Presente come minerale accessorio in varie f*acies*.
5	Estrazione idrocarburi	Presente negli idrocarburi.
6	Stazioni e/o linee elettriche	Presente nelle emissioni in atmosfera.
7	Siti militari	Presente nell'utensileria, manufatti e prodotti idrocarburici.
8	Stoccaggio idrocarburi	Presente negli idrocarburi.
9	Stoccaggio altre sostanze chimiche pericolose	
10	Altre tipologie di stoccaggio	Presente nei serbatoi zincati per lo stoccaggio di prodotti vari.
11	Sversamento Idrocarburi	Presente negli idrocarburi.
12	Sversamento altre sostanze chimiche pericolose	Possono costituire una sorgente antropica indiretta di ferro.
13	Siti nucleari	Nelle leghe di nichel per componenti accessori e impianti.
14	Altro	Presente in numerosi altri impieghi.

Matrice di screening relativa alla potenziale presenza di metalli da fonti antropiche

Sulla base delle informazioni raccolte, in via sperimentale e in accordo con le valutazioni delle classi di rischio utilizzate nelle indagini ambientali, in Tabella 5.1 viene proposto, per i metalli investigati, un indice numerico di valutazione della loro potenziale presenza in ambiente. Tale indice per ciascun analita è stato calcolato tramite la somma dei singoli punteggi delle attività industriali e commerciali, sempre in accordo a quanto proposto dall'indicatore EEA (attività 1, 2, 3.1÷3.15, 4÷14). I criteri di assegnazione dei punteggi, per gli analiti oggetto di studio, sono:

- ✓ 0 punti, quando non fa parte di alcun processo produttivo;
- ✓ 1 punto, nel caso in cui esso sia un componente accessorio e/o utilizzato limitatamente;
- ✓ 2 punti, nella situazione in cui ne sia fatto un uso massiccio, anche storico, e in diversi campi di applicazione relativi allo stesso processo produttivo; ai metalli che seppur siano sottoforma di componenti accessori negli idrocarburi o presenti nelle emissioni, da un punto di vista ambientale risultano più tossici di altri e/o con limiti normativi più restrittivi (ad esempio Arsenico, Cromo e Piombo rispetto a Cadmio, Rame e Zinco);
- ✓ ai siti di stoccaggio e trattamento rifiuti (attività 1 e 2), sono assegnati di *default* 2 punti, in quanto potrebbero essere diffusamente presenti tutti i composti oggetto della ricerca.

Il punteggio massimo attribuibile è di 56 punti.

Sulla base di una valutazione matematica basata su una media aritmetica tra valori massimi e minimi attribuibili, sono state formulate le seguenti valutazioni:

- da 0 a 28 punti: il metallo è scarsamente utilizzato nelle attività antropiche e solo in determinati settori, e/o come elemento accessorio per specifiche lavorazioni;
- da 29 a 42 punti: utilizzo diffuso per specifiche lavorazioni, mentre in altre sorgenti antropiche è in qualità di componente accessorio, se non completamente assente;
- punteggio superiore ai 42 punti: l'analita è vastamente utilizzato nei processi produttivi principali e la sua presenza in ambiente può essere riconducibile a quasi tutte le attività antropiche proposte dall'indicatore EEA.

Per ciò che concerne gli apporti in ambiente dei singoli metalli del settore dei servizi (3.15 Altro), viene considerato solo il traffico veicolare. Esulano tutte quelle attività commerciali ad esso afferenti, in quanto l'apporto puntuale in ambiente dei contaminanti in esame non può essere stimato a priori e qualsiasi valutazione dovrebbe essere suffragata da dati ambientali relativi all'area investigata. Vengono pertanto escluse le seguenti attività: servizi commerciali, assicurativi e bancari, turismo, ristorazione, *facility management*, servizi avanzati fornitura e vendita di attrezzature, macchinari e beni di vario tipo, ecc.

INDICE NUMERICO DI VALUTAZIONE DELLA POTENZIALE PRESENZA ANTROPICA PER I METALLI INVESTIGATI																												
elemento/tipo di sorgente antropica (indicatore EEA)	1 Rifiuti urbani	2 Rifiuti industriali	3.1 Produzione energia	3.2 Industria del petrolio	3.3 Chimica	3.4 Siderurgia	3.5 Elettronica, i	3.6 Lavorazione di vetro, e inerti	3.7 Tessile e pellame	3.8 Legno e carta	3.9 Industria agroalimentare	3.10 Altro (settori produttivi)	3.11 Punti vendita carburante	3.12 Officine e riparazioni auto	3.13 Lavanderie a secco	3.14 Tipografie e stamperie	3.15 Altro (settore dei servizi)	4. Attività minerarie ed estrattive	5. Estrazione idrocarburi	6. Stazioni e/o linee elettriche	7. Siti militari	8. Stoccaggio idrocarburi	9. Stoccaggio sost. pericolose	10. Altre tipologie di stoccaggio	11. Sversamento Idrocarburi	12. Sversamento sost. pericolose	13. Siti nucleari	14. Altro	TOTALE
Alluminio	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	**54**
Arsenico	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	0	2	1	0	0	0	2	2	2	2	2	0	0	2	2	1	2	**39**
Bario	2	2	1	2	2	0	1	2	1	1	0	1	0	1	0	1	0	2	2	1	1	1	0	0	1	0	1	1	**27**
Berillio	2	2	1	0	1	2	2	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	**19**
Boro	2	2	1	0	2	2	1	2	2	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	**23**
Cadmio	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	0	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	0	1	0	**39**
Cromo e Cromo VI	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2	**33**
Ferro	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	**56**
Litio	2	2	0	1	2	2	2	1	0	0	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	2	2	0	2	0	2	0	0	**28**
Manganese	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	2	2	2	2	2	**53**
Mercurio	2	2	2	2	2	0	2	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	0	0	2	0	2	0	**32**
Nichel	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	**52**
Piombo	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	0	1	2	2	2	2	**49**
Rame	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	0	2	0	0	2	2	**47**
Selenio	2	2	2	2	2	1	2	1	0	2	2	1	2	2	0	2	0	2	2	2	0	2	0	2	0	0	0	0	**35**
Stagno	2	2	0	0	2	2	2	2	1	2	2	0	0	2	2	2	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	**27**
Tallio	2	2	2	0	2	1	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	**19**
Vanadio	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	0	0	2	1	2	2	2	2	0	0	2	0	2	1	**42**
Zinco	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	1	2	2	2	1	0	2	1	2	2	2	**48**

Tabella 5.1: indice numerico di valutazione della potenziale presenza antropica per i metalli investigati.

5.3. DATI DI LETTERATURA E CASI STUDIO

A compendio di quanto riportato nelle schede di cui sopra, si riportano alcune informazioni riguardanti l'origine della presenza antropica degli elementi in esame, unitamente a valori di concentrazione tipici acquisiti da dati di letteratura, indagini ambientali e pubblicazioni su studi antropici svolti sia all'estero che in Italia.

Metalli-metalloidi e processi industriali - Valori anomali

Processi industriali	*As*	*Be*	*Cd*	*Co*	*Cr*	*Cu*	*Fe*	*Hg*	*Mn*	*Mo*	*Ni*	*Pb*	*Sb*	*Se*	*Sn*	*Ti*	*Tl*	*V*	*Zn*
Leghe	X		X	X	X	X			X		X	X	X			X			X
Batterie		X						X	X		X	X		X					X
Ceramica e vetro	X			X							X	X		X		X	X		
Prodotti chimici, farmaceutici, odontoiatria	X		X		X	X		X		X		X	X	X	X			X	X
Vernici (anticorrosivi)			X		X					X		X			X				X
Apparecchiature elettriche	X					X		X					X						
Fertilizzanti	X		X		X	X		X	X		X	X							X
Produzione elettricità da fonti fossili	X		X					X				X	X	X					
Miniere, fonderie e metallurgia	X	X	X		X	X		X	X		X	X	X	X		X	X	X	X
Reattori nucleari		X	X																
Vernici e pigmenti	X		X	X	X	X			X		X	X	X	X		X			X
Raffinerie	X			X	X	X					X	X						X	X
Plastica			X									X							X
Cartiere					X	X		X			X	X							
Gomma														X					X
Concerie e tessile	X				X	X													

Tabella 5.2: Processi industriali che possono introdurre direttamente o indirettamente metalli pesanti in ambiente. Fonte: Testo di Geochimica Ambientale (De Vivo B., Lima A., Siegel F.R.).

Agenti inquinanti	Principali fonti di emissione
Particolato	Consumo della pavimentazione, deposizione atmosferica, manutenzione stradale
Azoto e fosforo	Deposizione atmosferica, fertilizzanti utilizzati sul bordo della strada
Piombo	Gas di scarico, consumo freni, oli lubrificanti, grassi, consumo cuscinetti
Zinco	Usura dei pneumatici, olio motore, grassi, corrosione dei guard-rail
Ferro	Usura della parti meccaniche dei veicoli, corrosione delle carrozzerie, strutture in ferro sulle strade (pannelli, guard-rail, segnaletica)
Rame	Usura freni, carrozzeria veicoli, usura della parti meccaniche, insetticidi e anticrittogamici
Cadmio	Usura pneumatici
Cromo	Carrozzeria veicoli, consumo freni e frizione
Nichel	Combustione a diesel, oli lubrificanti, carrozzerie, asfalto ,consumo freni
Manganese	Usura parti meccaniche
Sodio, calcio, cloro	Prodotti antigelo
Zolfo	Benzine, prodotti antigelo
Petrolio	Perdite dai motori,asfalti e bitume
Bromo	Gas di scarico dei motori
Gomma	Consumo pneumatici
Amianto	Consumo freni e frizione

Tabella 5.3: Agenti inquinanti di infrastrutture viarie e loro fonti di emissione. Fonte: Qualità e controllo delle acque di dilavamento di infrastrutture viarie, S. Papiri e S. Todeschini.

Sorgente t/a	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Carburanti	31	***	***	92	1330	74300	***
Produzione di leghe non ferrose	2156	***	8471	***	140	28022	54920
Produzione di leghe ferrose	58	15400	1710	10770	340	14660	10250
Impianti di riscaldamento	155	1580	2038	1378	7467	1652	1824
Centrali elettriche	101	1196	1377	1011	4580	1138	1316
Miniere	1	***	192	275	1640	1090	460
Inceneritori di rifiuti	84	53	260	114	10	804	5880
Cementifici	15	663	***	***	***	746	***
Fertilizzanti fosfatici	27	***	77	***	77	6	230
Totale	2628	18892	14125	13640	15584	122418	74880

Tabella 5.4. principali emissioni in Europa, (u.m. t/a). Fonte tesi L. Gallini "Comportamento chimico e mobilità d'alcuni metalli pesanti in un'area circostante una fonderia" a sua volta tratta da Lev I. – Minzi r., 1989.

Elemento	Carbone (u.m. in mg/Kg)			Lignite
	Normale	Bituminoso	Suh-hituminoso	
Ba	150	947	2277	6917
Mn	100	145	309	543
Sr	100	794	3855	931
F	80	8,8	1,4	20
B	50	36	50	500
Zn	39	20	15	14
V	20	256	73	94
Cu	19	132	45	75
Pb	16	15	3,1	12
As	15	82	2,3	34
Cr	15	172	50	43
Ni	15	11	1,8	13
Co	7	35	6,3	8
Se	4,1	5,7	1,2	4,4
Mo	3	33	8,4	19
Cd	1,3	0,3	0,3	0,3
Sb	1,1	2,2	0,8	2,6
Cs	0,4	10	3,1	3,1
Hg	0,18	0,1	0,04	0,1

Tabella 5.5: concentrazioni medie dei metalli pesanti delle ceneri di alcuni combustibili fossili. Fonte: tesi L. Gallini "Comportamento chimico e mobilità d'alcuni metalli pesanti in un'area circostante una fonderia" a sua volta tratta da Adriano D.C., 1986.

	Domain	% area of England	Samples	Mean	Minimum	25th percentile	Median	75th percentile	Maximum	Skewness coefficient
As	Principal	97	41,509	16	<0.5	10.6	14.1	18.6	1008	18
	Ironstone	1	437	73	4.1	27.8	45	83.4	555	3
	Mineralisation	2	187	181	6.9	27.8	45.6	105.5	15,110	13
BaP	Principal	96	165	0.14	<DL	0.02	0.06	0.15	1.44	4
	Urban	4	13	0.67	0.07	0.30	0.52	1.00	1.56	1
Cd	Principal	89	4418	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	20	17
	Urban	4	9308	0.9	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	165	33
	Chalk South	5	265	1	0.3	0.5	0.9	1.4	5.6	2
	Min_Gp1	1	224	4.5	<0.5	2	3	5	48	4
	Min_Gp2	<1	95	0.9	0.3	0.3	0.5	0.9	13	6
Cu	Principal	95	34,504	27	<1	14.3	19.8	27.7	5326	41
	Urban	4	7475	74	1.2	30.3	47.5	79.7	4577	14
	Mineralisation	1	153	92	3	30.4	47.4	77.6	2766	10
Hg	Principal	96	1134	0.34	<0.07	0.07	0.12	0.23	31	15
	Urban	4	512	0.55	<0.07	0.18	0.33	0.65	9.6	5
Ni	Principal	99	41,768	25.3	1	16.6	23.4	31.7	506	5
	Basic	<1	23	60.9	20.5	33.4	62.5	80.9	107	0
	Ultrabasic	<1	4	213	25.4	48.2	199	393	430	0
	Ironstone (Ni)	<1	117	78.9	4.1	42.3	69.4	112	182	1
	Peak district	<1	221	44.5	5.9	22.4	34.2	51.2	384	4
Pb	Principal	94	34,257	72	3	31	41	66	10,000	22
	Urban	4	7529	276	2	89	166	322	10,000	8
	Mineralised	2	347	665	35	151	290	638	10,196	5

Tabella 5.6: Elenco dei contaminanti e relativi descrittori statistici rilevati nei campioni di top-soil (u.m. in mg/kg). Fonte: "Methodology for the determination of normal background concentrations of contaminants in English soil.

	Liquami zootecnici	Compost	Fertilizzanti fosfatici	Fertilizanti azotati
Cr	40-600	1.8-40	66-245	3.2-19
Mn	60-3900	—	40-2000	—
Co	1-260	—	1-12	5.4-12
Ni	6-5300	0.9-279	7-38	7-34
Cu	50-8000	13-3580	1-300	—
Zn	91-49000	82-5894	50-1450	1-42
Cd	1-3410	0.01-100	0.1-190	0.05-8.5
Hg	0.1-55	0.09-21	0.01-2	0.3-2.9
Pb	2-7000	1.3-2240	4-1000	2-120

Tabella 5.7: Concentrazioni tipiche di metalli pesanti nei principali ammendanti organici (u.m. in mg Kg-1). Fonti: Alloway (1990), Ross (1994), Kabata Pendias (2000).

Orizzonte superficiale	Cu	Ni	Pb	Zn	Cd	Mn	Cd > 0
Conteggio	1456	1456	1456	1456	1456	1456	1064
Media	34,7	45,9	50	89,9	0,55	555	0,75
Errore standard	1,1	1,68	4,74	2,95	0,03	8,82	0,04
Mediana	24,4	28,9	31,6	77,4	0,2	514	0,4
Moda	19,4	20,4	22,8	104,8	0	424	0,2
Deviazione standard	41,9	64	180,7	112,6	1,24	336	1,4
Varianza campionaria	1755,3	4095,6	32660,2	12680,6	1,55	113226	1,96
Curtosi	95,14	176,96	710,4	268,58	550,96	26,78	457,33
Asimmetria	8,02	10,91	25,06	14,31	19,2	3,01	17,96
Intervallo	671,6	1221,6	5639,8	2721,2	37,69	4937	37,67
Minimo	0,4	0,4	0,2	6,8	0	2	0,02
Massimo	672	1222	5640	2728	37,69	4939	37,69
Livello di confidenza (95,0%)	2,15	3,29	9,29	5,79	0,06	17,3	0,08
Orizzonte profondo	**Cu**	**Ni**	**Pb**	**Zn**	**Cd**	**Mn**	**Cd > 0**
Conteggio	981	981	981	981	981	981	807
Media	19,3	48,2	17,4	57,2	0,55	506	0,67
Errore standard	0,36	1,62	0,51	2,1	0,03	12,65	0,03
Mediana	17,4	33,8	15,1	51,2	0,2	418	0,37
Moda	18	19,8	0,2	32,2	0	248	0,2
Deviazione standard	11,4	50,9	16,1	64,4	0,84	396	0,89
Varianza campionaria	130,3	2589	257,6	4146,6	0,71	156983	0,79
Curtosi	4,6	41,63	83,75	311,65	13,8	12,5	12,02
Asimmetria	1,65	4,94	6,31	15,64	3,23	2,81	3,04
Intervallo	90,8	684	284,8	1473,4	7	3441	6,97
Minimo	2,4	2	0,2	3,6	0	14	0,03
Massimo	93,2	686	285	1477	7	3455	7
Livello di confidenza (95,0%)	0,72	3,19	1,0	4,03	0,05	24,82	0,06

Campioni che superano i limiti fissati

Orizzonte superficiale (n = 1456)		Cu		Ni		Pb		Zn		Cd	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
DM 471/99	Uso Cat. A	37	2,5	72	5,0	75	5,2	64	4,4	53	3,6
DM 471/99	Uso Cat. B	2	0,1	3	0,2	3	0,2	2	0,1	1	0,1
Orizzonte profondo (n = 981)		**Cu**		**Ni**		**Pb**		**Zn**		**Cd**	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
DM 471/99	Uso Cat. A	0	0,0	57	5,8	4	0,4	9	0,9	41	4.2
DM 471/99	Uso Cat. B	0	0.0	2	0.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Tabella 5.8: "Analisi del contenuto in rame e altri metalli nei suoli agricoli lombardi", in alto descrittori statistici principali, in basso il numero e la percentuale dei campioni che superano le CLA del D.M. 471/99.

Manganese – mg/L (CSC 0,05 mg/L)											
Falda Gruppo		N Valori	LRmin	LRmax	Min	Max	N Punti	Media	%ND	CV	LogCV
Bianchi	Falda superficiale	5			0,08	0,496	5	2,78E-01	0	0,71	0,5252
Dati SIN	Falda superficiale	132	0,003	0,003	0,003	4,21	96	6,09E-01	1	1,08	1,23
	Falde intermedie	3			0,482	0,984	3	6,77E-01	0	0,4	0,85
	Falda Confinata	6			0,097	0,789	5	3,96E-01	0	0,75	0,79
Ferro – mg/L (CSC 0,2 mg/L)											
Falda Gruppo		N Valori	LRmin	LRmax	Min	Max	N Punti	Media	%ND	CV	LogCV
Bianchi	Falda superficiale	5			0,022	1,85	5	4,80E-01	0	1,6	0,93
Dati SIN	Falda superficiale	131	0,01	0,01	0,007	42	96	1,77E+00	5	2,9	1,72
	Falde intermedie	3			0,296	0,522	3	4,28E-01	0	0,27	0,34
	Falda Confinata	6			0,006	4,65	5	6,74E-01	0	1,77	1,18
Solfati – mg/L (CSC 250 mg/L)											
Falda Gruppo		N Valori	LRmin	LRmax	Min	Max	N Punti	Media	%ND	CV	LogCV
Bianchi	Falda superficiale	5			30,2	2.82,2	5	1,73E+02	20	0,61	0,19
Dati SIN	Falda superficiale	85	2	100	1,6	2170	75	3,26E+02	4	1,32	0,34
	Falde intermedie	3	20	20	20	1.59,9	3	8,61E+01	33	0,82	0,25
	Falda Confinata	2			25,8	2.16,3	2	1,21E+02	0	1,11	0,35
Cloruri – mg/L											
Falda Gruppo		N Valori	LRmin	LRmax	Min	Max	N Punti	Media	%ND	CV	LogCV
Bianchi	Falda superficiale	4			40,9	99,1	4	6,95E+01	0	0,41	0,1
Dati SIN	Falda superficiale	90			12,3	24495	80	3,38E+03	0	1,5	0,26
	Falde intermedie	3			1894	6242	3	3,87E+03	0	0,57	0,07
	Falda Confinata	2			516	3317	2	1,92E+03	0	1,03	0,18
Ammonio – mg/L											
Falda Gruppo		N Valori	LRmin	LRmax	Min	Max	N Punti	Media	%ND	CV	LogCV
Bianchi	Falda superficiale	5	0,05	0,05	0,05	56	5	1,96E-01	60	1,15	0,53
Dati SIN	Falda superficiale	51	0,05	0,05	0,05	614	49	8,38E+00	2	1,34	1,04
	Falde intermedie	3			0,74	1.416	3	6,06E+00	0	1,18	1,25

Tabella 5.9: descrittori statistici principali determinati nella "Definizione dei Valori di Fondo per alcuni parametri nelle Acque Sotterranee nei Siti di Interesse Nazionale di Massa Carrara, Livorno e Piombino, studio a cura di ARPAT.

	medio	*min*	*max*	D.Lgs.152/99 C_{limite}
SST (mg/l)	153	54	542	80
COD (mg/l)	248	71	485	160
pH	6.20	4.87	8.26	5.5-9.5
pH_{medio}	6.24	5.94	6.50	
$Cond_{medio}$ (mS/cm)	0.32	0.22	0.47	-
HC_{tot} (mg/l)	3.0	0.4	8.5	5
Cu_d (µg/l)	25.6	8.4	52.6	100
Cu_p (µg/l)	972.3	11.7	5533.0	-
Pb_d (µg/l)	26.4	22.2	32.1	200
Pb_p (µg/l)	528.1	42.4	1461.6	-
Zn_d (µg/l)	393.4	103.6	1208.7	500
Zn_p (µg/l)	3824.5	81.9	16372.5	-
Hg_d (µg/l)	1.2	0.4	2.0	5
Hg_p (µg/l)	1.9	0.4	6.4	-

Tabella 5.10: Valori statistici delle acque di dilavamento connesse ad eventi meteorici, confronto tra parametri monitorati in aree industriali e limiti di emissione allo scarico in acque superficiali, (frazione disciolta – pedice "d"; frazione aggregata – pedice "p"). Fonte: iLStudio – Via Solito 85, Taranto Appunti di studio1.

Parametri	Unità misura	Media Percolato	Media Piezometri esterni
pH	unità di pH	8.2	7.4
Conducibilità a 20°C	µS/cm	18857	9793
COD	mg/L	5630	81.75
Azoto ammoniacale (NH4+)	mg/L	2320	8.5
Nitriti (NO_2)	µg/L	30	102.75
Azoto nitrico (N)	mg/L	1.5	0.4
Cloruri (Cl-)	mg/L	2421	2459
Solfati (SO_4)	mg/L	369	1970,5
Cianuri liberi (CN)	µg/L	10	10
Arsenico (As)	µg/L	200	5.5
Rame (Cu)	µg/L	41.3	5.1
Piombo (Pb)	µg/L	19.3	5
Cadmio (Cd)	µg/L	0.5	0.5
Manganese (Mn)	µg/L	360.3	602.9
Mercurio (Hg)	µg/L	0.5	0.5
Nichel (Ni)	µg/L	387.3	20.4
Zinco (Zn)	µg/L	449.3	17.1
Cromo VI (Cr)	µg/L	2	2
Cromo totale (Cr)	µg/L	2712.7	5
Stagno (Sn)	µg/L	876.7	5
Selenio Se)	µg/L	5	5
Ferro (Fe)	µg/L	6997.7	58.1
Boro (B)	µg/L	11151	2574
Molibdeno (Mo)	µg/L	6.5	10.6
Vanadio (V)	µg/L	183.5	5
Bario (Ba)	µg/L	897.5	100.4
Magnesio (Mg)	mg/L	106.2	327.2
Calcio (Ca)	mg/L	92.2	398
Sodio (Na)	mg/L	2081.5	1842.6
Potassio (K)	mg/L	1054.5	76.2

Tabella 5.11: "Monitoraggio chimico e isotopico delle acque sotterranee della Discarica "Tre Monti – Imola", (ARPA Emilia Romagna, AA.VV. 2017), caratterizzazione chimica del percolato.

DLgs 152/2006	Punto di prelievo				Uscita galleria	Uscita galleria	Pozzo Le Vene	Pozzo Le Vene
TIT.5 Allegato 5	Data				07/05/2007	25/09/2007	05/06/2007	25/09/2007
Tab.2	Prot				**1850**	**5624**	**2515**	**5628**
Acque sotterranee	**Elemento**	**Num Atom**	**Sigla**	**U.M.**	**RIB**	**RIB**	**P284**	**P284**
200	Allumino	13	Al	µg/L	75200	45160	33	26
5	Antimonio	51	Sb	µg/L	10	6	<0,5	1,3
10	Argento	47	Ag	µg/L	<0,1	<0,1	0,3	<0,1
10	Arsenico	33	As	µg/L	220	290	5,3	1,5
4	Berillio	4	Be	µg/L	1,5	3	<0,1	<0,1
5	Cadmio	48	Cd	µg/L	26	14	0,6	<0,1
50	Cobalto	27	Co	µg/L	215	120	<0,5	0,5
50	Cromo Tot	24	Cr	µg/L	44	22	<1	1,5
5	CromoVI	24	Cr^{6+}	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	1,4
200	Ferro	26	Fe	µg/L	507900	384200	570	40
50	Manganese	25	Mn	µg/L	17000	14670	6	2,2
1	Mercurio	80	Hg	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	Nichel	28	Ni	µg/L	180	152	5,5	9,1
10	Piombo	82	Pb	µg/L	300	200	1,4	1,4
1000	Rame	29	Cu	µg/L	1200	573	2,2	4,5
10	Selenio	34	Se	µg/L	1,5	2,1	<0,5	1,1
2	Tallio	81	Tl	µg/L	2,2	1,7	0,11	0,12
3000	Zinco	30	Zn	µg/L	18550	15570	80	61

Tabella 5.12: Fonte "Determinazione delle concentrazioni elementari nelle acque del sistema Merse-Campiano, (ARPA Toscana Dipartimento di Grosseto, AA. VV. 2007), parametri relativi alle acque sotterranee in uscita dalla miniera di Campiano.

5.4. CONCLUSIONI RIGUARDO LA PRESENZA DI METALLI IN AMBIENTE ORIGINATA DA SORGENTI ANTROPICHE

L'indagine condotta sulla presenza dei metalli in ambiente, in relazione alla presenza di sorgenti antropiche, in sintesi ha evidenziato quanto segue.

- ✓ Se i casi studio dei VDFN rivelavano che solo alcuni dei metalli studiati presentano eccedenze dei valori di CSC previsti dal D. Lgs. 152/06, in particolare per le acque di falda, lo studio antropico mostra che la maggior parte di essi, anche quelli presenti naturalmente in traccia, possono essere presenti in ambiente ad elevate concentrazioni. I punteggi più elevati calcolati nella matrice di *screening* di Tabella 5.1, sono stati riscontrati per Alluminio (54), Ferro (56), Manganese (53), Nichel (52), Piombo (49), Zinco (48) e Rame (47), impiegati diffusamente in tutte le attività potenzialmente inquinanti prese in considerazione dall'indicatore dell'EEA. In lieve subordine vanno citati il Vanadio (42), l'Arsenico (39), il Cadmio (39), il Selenio (35), Cromo e Cromo VI (33) e il Mercurio (32), alcuni dei quali largamente utilizzati in passato e ora soggetti a limitazioni d'uso in virtù della loro elevata tossicità, ma tuttora presenti in accessori per l'industria elettronica, come mordenti e pigmenti in tessile e pellami, vetro e ceramiche.
- ✓ L'entità dei valori di contaminazione da metalli/metalloidi per i suoli riportati nelle tabelle del precedente paragrafo 3.1, possono superare anche di vari ordini di grandezza le CSC previsti dal D.Lgs. 152/2006 e raggiungere valori dell'ordine delle migliaia di mg/kg. Ciò riguarda indistintamente i suoli ubicati in corrispondenza di distretti industriali, nei quali l'apporto di metalli deriva principalmente da emissioni e combustioni determinate da attività produttive, sia in aree suscettibili d'intenso sfruttamento agricolo.
- ✓ Se i rilievi delle acque sotterranee svolti nei SIN per la determinazione dei VDFN mostrano tipici superamenti delle CSC a carico di ferro, manganese, alluminio e composti inorganici, i monitoraggi delle acque di dilavamento in aree industriali di Tabella 5.9, se confrontati con i limiti di emissione allo scarico in acque superficiali dal D. Lgs. 152/99, rivelano che possono verificarsi eccedenze anche per altri analiti (cadmio, piombo, zinco e mercurio). In condizioni di estrema compromissione della falda acquifera, come in presenza di percolato e in aree minerarie, le concentrazioni della maggior parte dei metalli/metalloidi e inorganici possono far registrare superamenti anche di vari ordini di grandezza rispetto ai limiti previsti dalle normative vigenti (Rif. Tabelle 5.10 e 5.11, del precedente paragrafo 3.1).
- ✓ La ricerca effettuata è finalizzata allo studio ecologico della Bassa Vallesina, in quanto fornisce gli strumenti preposti alla valutazione dell'origine ed entità della potenziale contaminazione delle matrici ambientali, in relazione alle attività produttive ivi presenti.

CAPITOLO 6 - LA BASSA VALLESINA

6.1. LA BASSA VALLE DELL'ESINO: STATO DELL'ARTE

L'area oggetto di studio è la Bassa Valle del Fiume Esino (Vallesina) che si estende per circa 210 Km^2. A nord e sud è delimitata dallo spartiacque fluviale, ad est dalla dorsale calcarea della gola della Rossa, ubicata nel Comune di Serra San Quirico e ad ovest dalla linea di costa presso la foce dell'Esino in località Rocca Priora nel Comune di Falconara Marittima (Cfr. Figura 6.1).

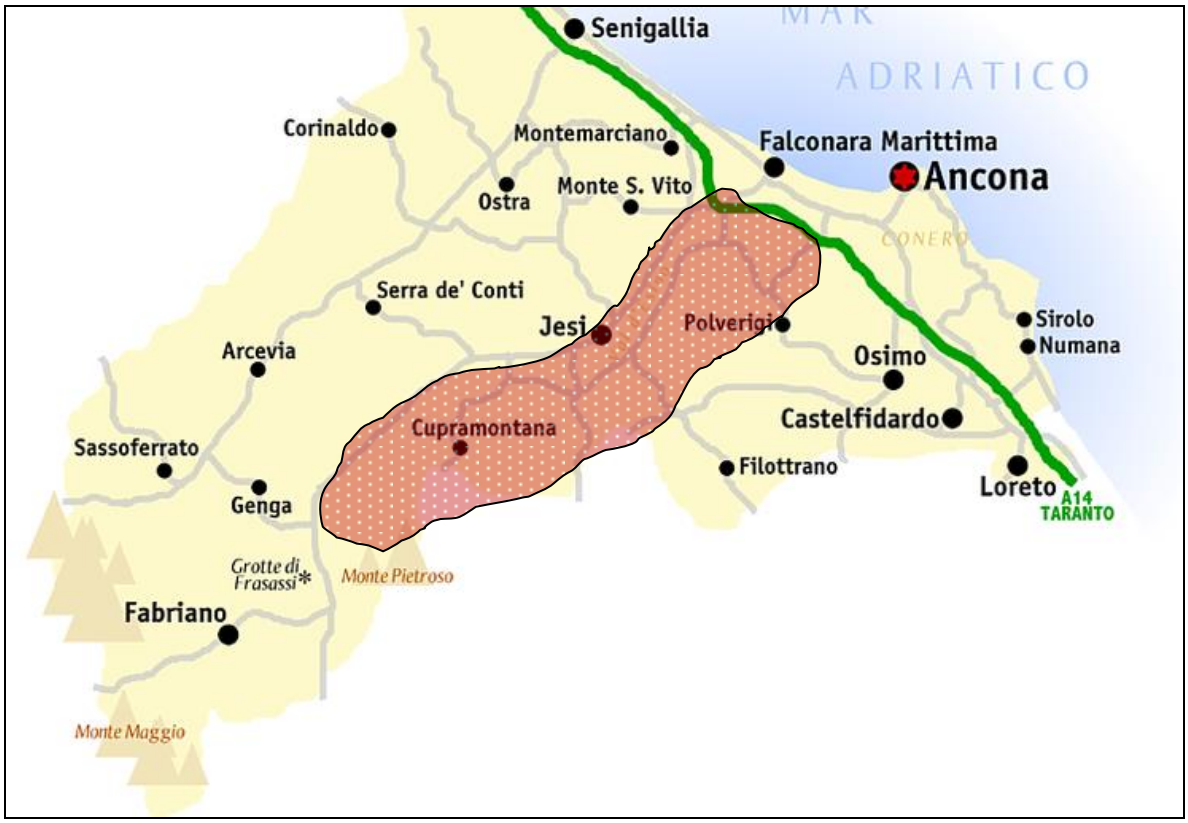


Figura 6.1: Individuazione dell'area di studio su scala provinciale (riquadro in rosso). Fonte: link https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/30/Ancona_mappa.png/740px-Ancona_mappa.png.

In questo paragrafo saranno approfonditi tutti gli aspetti ambientali relativi all'area d'interesse, in particolar modo quelli connessi alla tipologia di siti produttivi presenti nel territorio industriale, compresi quelli dismessi. Tutte le aziende a potenziale impatto antropico classificate mediante l'indicatore EEA, sono state oggetto di un censimento mirato a mettere in relazione le attività produttive con il rischio di rilascio di composti metallici nell'ambiente. La rilevazione è stata effettuata sulla base di fonti bibliografiche e di sopralluoghi *in situ*. Le criticità ambientali del territorio riguardano *in primis* i siti contaminati ricadenti nel perimetro del SIN di Falconara Marittima e inclusi nell'AERCA ("area ad elevato rischio di crisi ambientale") e in subordine le attività produttive di maggior rilievo.

Sono state inoltre prese in considerazione e discusse notizie concernenti incidenti ambientali, unitamente a informazioni riguardo i processi produttivi nelle aree industriali oggi dismesse, ma in passato di importanza vitale per l'economia locale.

Aree industriali contaminate: SIN di Falconara Marittima e l'AERCA

Il Sito di Interesse Nazionale (SIN) di "Falconara Marittima" viene istituito con la legge 179 del 31/07/2002 pubblicata nella Gazzetta Ufficiale N. 189 del 13/08/2002. La perimetrazione è stata in seguito definita con Decreto MATTM del 26/02/2003 - Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Falconara Marittima, pubblicato in Gazzetta Ufficiale N. 83 del 27/05/2003.

Il SIN di Falconara Marittima è posto nella pianura alluvionale in prossimità della foce del fiume Esino e include anche l'area marina prospiciente che si estende dalla Raffineria Api all'ex Montedison, per una superficie globale di circa 1200 ha. Queste aree compromesse da inquinamento ambientale, ricadono anche nella porzione di territorio dichiarata come AERCA ("area ad elevato rischio di crisi ambientale"), istituita tramite Deliberazione Amministrativa del Consiglio Regionale delle Marche n. 305 del 01/03/2000. Come si evince dalla planimetria di Figura 6.2, l'AERCA oltre alle zone ricadenti all'interno del SIN di Falconara Marittima, includono altri poli industriali inclusi nel Piano di bonifica Regionale ed ubicati nell'area di studio, Chiaravalle, Camerata Picena, Jesi, Agugliano, Monsano e Monte San Vito. Da un punto di vista amministrativo si rammenta che le leggi regionali n. 6 del 06/04/2004 e n. 21 del 12/10/2004 hanno fornito il quadro giuridico-amministrativo seguito dal Piano di Risanamento dell'AERCA, approvato con Delibera del Consiglio regionale n. 172/2005.

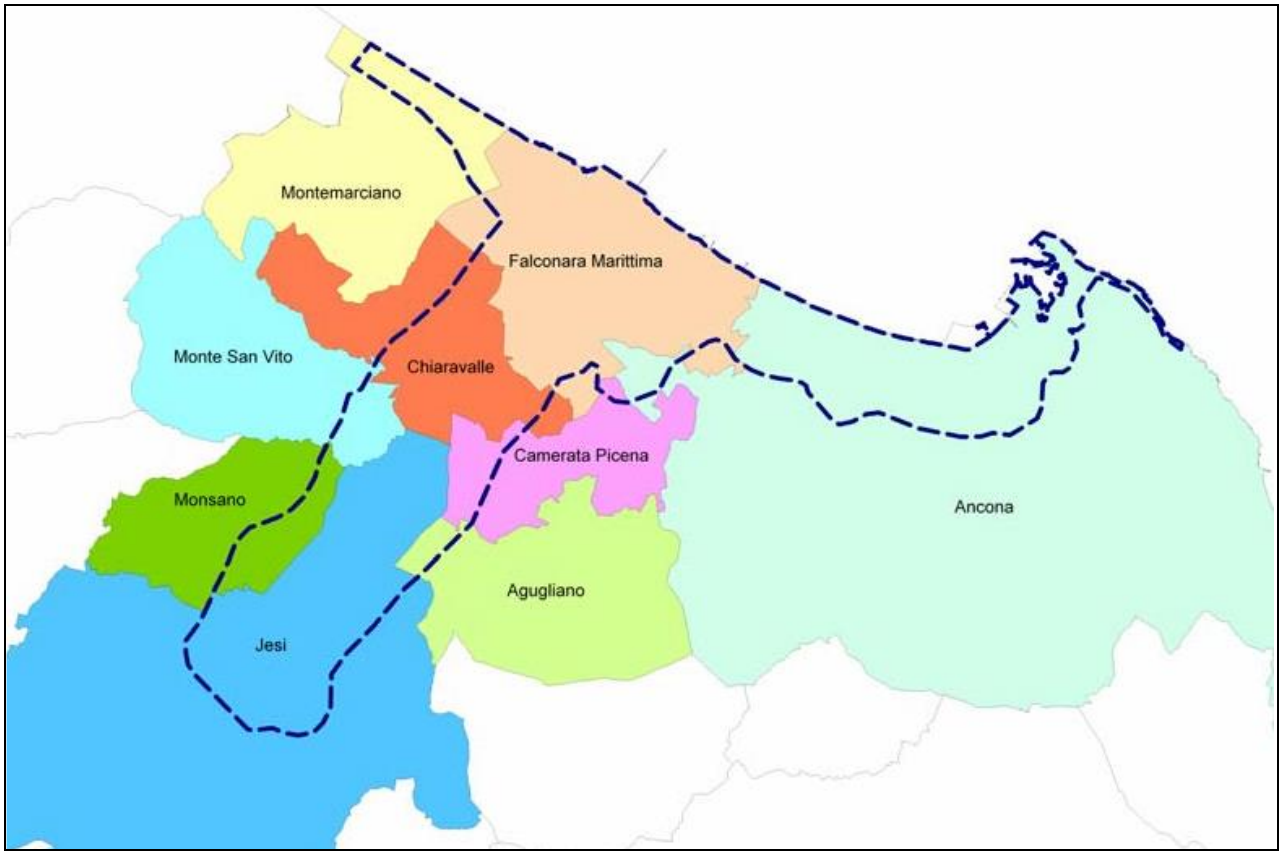


Figura 6.2: Comuni appartenenti all'AERCA. Fonte Relazione della IV Commissione permanente Regione Marche Seduta del 25 gennaio 2005.

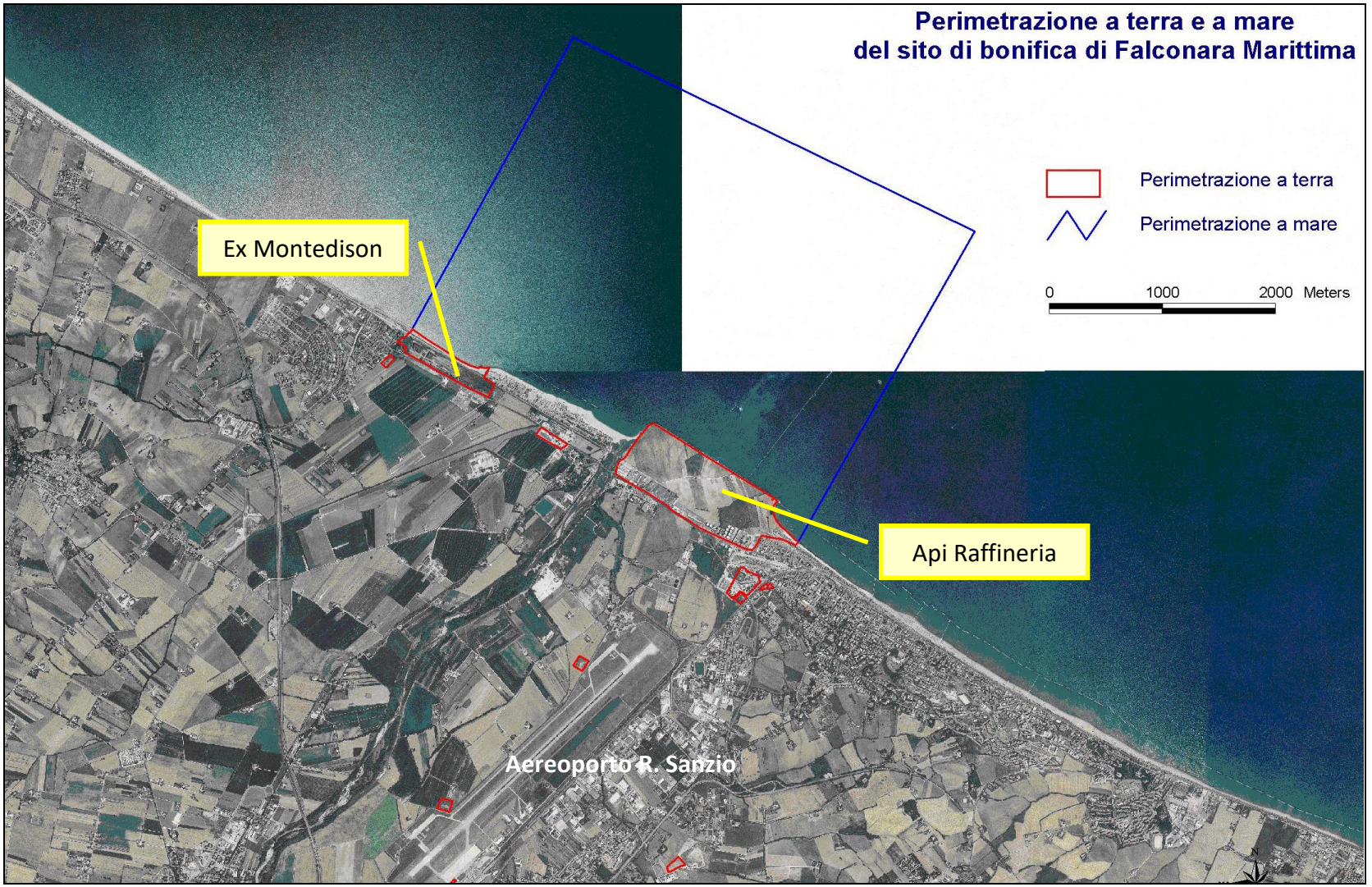


Figura 6.3: planimetria del SIN di Falconara Marittima. Fonte http://www.arpa.marche.it

I siti contaminati in cui sono stati superati i valori di CSC previsti dal D.Lgs. 152/06, compresi quelli in cui è stata realizzata la bonifica, sono inseriti nell'anagrafe dei siti contaminati di interesse pubblico, gestita dalla Regione Marche e aggiornata al 31/12/2016 con Decreto n. 49/CRB del 18/05/2017. Il Decreto n. 78/CRB del 26/06/2017, oltre ad aggiornare la valutazione del rischio dei sopra citati siti, fornisce una graduatoria ottenuta dall'applicazione dell'Analisi di Rischio svolta da ARPAM. Nella successiva Tabella 6.1 si riporta l'elenco dei siti da bonificare, compresi quelli valutati tramite l'ADR, ricadenti all'interno dell'area oggetto di studio.

ID SITO	DENOMINAZIONE SITO	COMUNE
4201400006	AREA CONTAMINATA DA SOLVENTI CLORURATI COMUNE DI CHIARAVALLE	CHIARAVALLE
4201800003	FM_EX ENICHEM (EX MONTEDISON)	FALCONARA MARITTIMA
4201800004	FM_API - RAFFINERIA -	FALCONARA MARITTIMA
4201800007	FM_AERDORICA SPA PADIGLIONE NUOVI ARRIVI	FALCONARA MARITTIMA
4201800010	CAMPO SPORTIVO PARROCCHIA SANTA MARIA DELLA NEVE E SAN ROCCO DI MARINA DI MONTEMARCIANO	FALCONARA MARITTIMA
4201800014	FM_EX INDUSTRIA CHIMICA BITUMI CASALI - DEAR	FALCONARA MARITTIMA
4201800015	FM_EX VIBROCEMENTI ADRIATICA SRL	FALCONARA MARITTIMA
4201800020	FM_RFI ATTIGUE EX MONTEDISON	FALCONARA MARITTIMA
4201800021	FM_AERDORICA DEPOSITO SW	FALCONARA MARITTIMA
4201800022	FM_AERDORICA DEPOSITO NE	FALCONARA MARITTIMA
4201800023	FM_ARL PETROLBITUMI SRL	FALCONARA MARITTIMA
4201800024	FM_MEDIOLISING SPA (CAVA GOLA DELLA ROSSA) EX LIQUIGAS	FALCONARA MARITTIMA
4201800030	FM_EX AREA ANTONELLI	FALCONARA MARITTIMA
4201800035	FM_ICI INIZIATIVA COSTRUZIONI INDUSTRIALI SRL	FALCONARA MARITTIMA
4201800036	FM_FINECO LEASING SPA (EX ADRIATICA PETROLI SPA)	FALCONARA MARITTIMA
4202100002	EX GALVANICA - VIA DEGLI ARTIGIANI -	JESI
4202100003	EX GALVANICA - VIA Marche 6c	JESI
4202100008	DISTRIBUTORE DI CARBURANTE AGIP N°57073	JESI
4202100016	ERIDANIA SADAM (EX ZUCCHERIFICIO)	JESI
4202500001	EX RCD	MONSANO
4202700003	DEPOSITO MONTEMARCIANO GAS	MONTEMARCIANO
4203000002	DITTA SIPE SPA	MONTE SAN VITO

Tabella 6.1: anagrafe dei siti contaminati ricadenti nell'area di studio, con evidenziati quelli oggetto dell'AD. Fonte: http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Ambiente/Rifiuti-e-inquinamento/Siti-contaminati.

In linea generale va segnalato che le tipologie di inquinanti che interessano le matrici ambientali dei principali siti contaminati, sono rappresentate per lo più da composti idrocarburici (C>12, C<12, IPA, BTX'S), i loro additivi (ETBE MTBE), i metalli pesanti (Cromo VI, Piombo, Rame, Arsenico, Mercurio, Alluminio, Ferro, Manganese, Nichel e Zinco) e i Composti Organo Alogenati (in prevalenza Tricloroetilene e Tetracloroetilene) (fonti http://www.regione.marche.it e Piano regionale per la bonifica delle aree inquinate a cura della Regione Marche).

Informazioni riguardo all'inquinamento presente nell'area di studio

Se nei siti ricadenti all'interno del SIN di Falconara Marittima e nell'AERCA lo scenario ambientale è noto in virtù delle indagini effettuate e delle criticità imputabili alle loro produzioni attuali e pregresse, in aree esterne ad esse e in quelle più interne verso monte la situazione non è altrettanto ben definita. In particolare, riguardo la contaminazione della matrice suolo e sottosuolo, se si escludono alcune aree oggetto di caratterizzazione ambientale, ci sono poche informazioni riguardo la potenziale presenza e tipologia di contaminazione.

Per quanto riguarda invece le conoscenze sullo stato d'inquinamento delle acque superficiali e di quelle sotterranee degli acquiferi delle piane alluvionali, esistono vari dati relativi ai monitoraggi idrochimici, oggi eseguiti dall'ARPAM e in precedenza dalle Unità Sanitarie Locali regionali. In particolare, le indagini eseguite sulle acque superficiali del bacino del fiume Esino ne evidenziano la marcata compromissione in termini di qualità. Ciò è in parte dovuto all'inquinamento determinato dagli scarichi urbani e dai reflui, soprattutto in passato quando essi spesso non erano oggetto di trattamento, unitamente all'apporto in ambiente di fertilizzanti azotati derivanti da attività agricola e zootecnica. Pertanto una prima emergenza ambientale, già nota da tempo, è legata alla presenza di nitrati in concentrazioni elevate, talora sensibilmente superiori agli *standard* di potabilità, arealmente molto esteso nella pianura dell'Esino e in altri alvei fluviali (Crescenti *et alii* 1978; Coltorti *et alii*, 1987, Garzonio & Nanni, 1989, Nanni, *et alli*, 1991). Analogamente alla contaminazione dei siti in procedimento di bonifica, va segnalata la presenza nelle acque superficiali di metalli in concentrazioni significative (Ferro, Piombo, Cromo, Manganese, Rame, e Cadmio) derivanti dall'attività produttiva dei distretti industriali e dall'agricoltura (principi attivi delle classi degli antiparassitari ed erbicidi). A questi si aggiunge l'inquinamento batteriologico a loro connesso, rinvenuto lungo la valle dell'Esino, specie a Jesi, Monsano e Chiaravalle. Nella media e bassa valle dell'Esino i parametri batteriologici mettono in evidenza un crescente deterioramento della qualità delle acque da Serra San Quirico verso mare, confermato anche dagli aumenti delle concentrazioni in ferro, alluminio, cloruri, azoto nitrico, dalla conducibilità elettrica, oltre che dal COD. I rilievi delle acque sotterranee eseguiti da ARPAM e riportati in Tabella 6.2, confermano il peggioramento della qualità dei corpi idrici da monte a valle, qualità che va da "buona" sino a "scadente" nei pozzi ubicati più a valle e a ridosso delle aree antropizzate.

Sulla base di evidenze visive emerse dai sopralluoghi effettuati, sono emersi altri aspetti antropici di rilievo. In primo luogo quello connesso alla deframmentazione dell'*habitat* naturale, rappresentato dalle cave di inerti dislocate lungo l'Esino, in particolare tra Moie e la foce dell'Esino, di norma intestate all'interno dell'area golenale. L'estrazione dei materiali sotto il

livello di falda ha prodotto numerosi laghi, alcuni estesi più di un ettaro, aumentando notevolmente il rischio di inquinamento della falda freatica, soprattutto se si considera l'abbandono incontrollato di inerti e macchinari nelle aree cantiere limitrofe ad esse.

Classificazione chimica acque sotterranee Bacino dell'Esino Anno 2009									
Comune	Località	CE (µS/cm)	cloruri (mg/l)	manganese (µg/l)	ferro (µg/l)	nitrati (mg/l)	solfati (mg/l)	ione ammonio (mg/l)	classif. Chimica
Serra San Quirico	Fontecorona	415,50	16,20	0,00	3,00	12,05	9,30	0,00	2
Serra San Quirico	Via Serralta 9/B	600,50	22,90	0,00	44,00	23,80	106,65	0,00	2
Mergo	Angeli di Mergo - S. Elena	928,00	52,15	0,00	24,05	14,65	68,70	0,00	2
Castelplanio	Macine	788,00	35,00	0,00	5,75	39,45	54,25	0,00	3
Castelbellino	Via Molino 15/b-Pianello	803,00	50,80	3,00	122,15	17,30	68,80	0,00	2
Jesi	Via Spina n.3	977,00	38,10	0,00	8,20	76,40	67,85	0,00	4
Jesi	Via Piandelmedico n.24	945,00	66,30	0,00	3,70	38,05	74,00	0,00	3
Jesi	Roncaglia - Via della Barchetta 1	949,50	53,50	0,00	4,20	62,00	84,80	0,00	4
Monsano	Via S. Ubaldo n.53	1164,00	56,15	1,00	20,15	55,90	96,70	0,00	4
Chiaravalle	via S. Bernardo,53/a	1338,00	114,70	0,00	7,60	151,70	97,30	0,00	4
Agugliano	Molino	1025,00	67,95	0,00	7,30	17,50	104,80	0,00	4
Falconara	Aereoporto di Falconara	752,00	60,10	0,00	200,10	19,85	68,40	0,00	4
Falconara	Rocca Priora	682,50	47,40	0,00	8,05	14,95	58,50	0,00	2

Tabella 6.2: monitoraggi ARPAM delle acque sotterranee ai sensi del D.Lgs. 152/99: 2 buono, 3 sufficiente e 4 scadente. Fonte: relazione sul monitoraggio delle acque sotterranee della Regione Marche anno 2009.

Vanno inoltre segnalate le infrastrutture a loro connesse, strade e altre opere situate in prossimità dell'alveo che hanno provocato notevoli e nocive deframmentazioni della vegetazione arborea e dell'*habitat* naturale. Un secondo aspetto emerso dai sopralluoghi in campo, riguarda il degrado di alcune aree dismesse collocate all'interno dei distretti industriali, oggi in stato di totale abbandono. In alcuni piazzali e aree un tempo adibite a pratiche agricole, oltre a immobili abbandonati e capannoni incompiuti, giacciono inerti, materiali ferrosi, plastica, macchinari e manufatti di vario tipo. A ciò si aggiunge la contaminazione puntuale prodotta da privati che impiegano pozzi non più utilizzati a scopo idropotabile, conferendovi anche composti organici, materie plastiche, inerti e prodotti chimici altamente inquinanti come i solventi (fonte *"Ambiente Fisico delle Marche"*, Regione Marche., AA.VV. 1991, Selca s.r.l.).

Oltre alle numerose attività estrattive, un altro elemento perturbante in termini ambientali ma che può apparire secondario, è la conformazione fisica attuale del fiume, plasmata quasi completamente dall'intervento dell'uomo. Ciò a seguito di opere di canalizzazione e regimazione

delle acque per scopi energetici e per l'irrigazione, la costruzione di dighe, briglie e altre opere atte a frenare l'erosione, il taglio incontrollato di alberi nell'alveo e lungo le rive. Non ultima, una situazione idrologica compromessa dagli emungimenti perpetrati a danno dei corsi d'acqua. Infatti, diverse aziende ubicate lungo le piane alluvionali, per fini produttivi sottraggono costantemente ingenti quantitativi di acqua ai bacini, cui si sommano anche i prelievi per fini agricoli, che a differenza di quelli industriali, non restituiscono immediatamente l'acqua ai ricettori superficiali incidendo fortemente sui bilanci idrici.

Riguardo la contaminazione legata alle emissioni atmosferiche in relazione ad un potenziale apporto di metalli nelle matrici ambientali tramite fenomeni di *fall-out* atmosferico, così come indicato nel piano dell'AERCA, essi sono dovuti principalmente da processi di produzione industriale, subordinatamente da traffico veicolare e dal riscaldamento domestico. A tale proposito non è stato possibile acquisire eventuali dati ambientali puntuali, laddove disponibili.

Attività a potenziale impatto ambientale: centrali, scarichi, depuratori e discariche

Nell'area oggetto di studio insistono a poca distanza tra di loro, tre tra i principali siti di produzione energetica delle Marche, ossia la Centrale Turbogas del Consorzio Jesi Energia, la Centrale Turbogas IGCC di API Energia S.p.A. ora riconvertita a impianto a metano e la Centrale ENEL di Camerata Picena. A questi si aggiungono le quattro centrali di biogas di Camerata Picena, Castelbellino, Agugliano e Chiaravalle.

I principali scarichi presenti lungo l'Esino e oggetto di monitoraggio da parte degli Enti locali sono i seguenti: Depuratore di Jesi, Depuratore della ditta SEA, Scarichi dell'E.T.I (Ente Tabacchi Italiani), Depuratore della Ditta Bufarini S.r.l., Discarica di Falconara, Depuratore "Vallechiara" di Falconara, Scarichi API Raffineria, Azienda Agraria 2000 e Azienda Agraria Rocca Priora. I risultati dei monitoraggi dei corpi idrici in prossimità di questi punti, in osservanza a quanto previsto del D.Lgs. 152/99, hanno evidenziato un elevato contenuto di nitrati e, in alcuni luoghi, presenza di Escherichiacoli e Coliformi Totali. Una menzione a parte riguarda API Raffineria, che a seguito del rinvenimento di MTBE (antidetonante delle benzine) nelle acque dei fossi che attraversano lo stabilimento, a partire dal 2000 ha proceduto all'isolamento degli stessi attraverso l'intubamento dei fossi (fonti Relazione della IV Commissione permanente Regione Marche Seduta del 25/01/2005 e Piano regionale per la bonifica delle aree inquinate a cura della Regione Marche). Gli impianti di depurazione di acque reflue presenti nell'area sono 4: l'impianto di Falconara Marittima (11 milioni m^3 annui), l'impianto di Jesi (7 milioni m^3 annui) che serve i Comuni di Jesi, Monsano, Agugliano e Polverigi, quelli interconnessi di Castelbellino (1,3 milioni m^3 annui) che serve i comuni di Castelbellino, Cupramontana, Serra San Quirico, San Paolo di Jesi, Monte Roberto e quello di

Moie di Maiolati (0,43 milioni m^3 annui). Per ciò che riguarda altri siti di potenziale rilevanza ambientale, va menzionata la discarica Sogenus di Moie, attiva sin dal 1989 e in procedimento di AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale), che si occupa della raccolta e trasporto di rifiuti urbani differenziati, indifferenziati, rifiuti solidi urbani, di rifiuti speciali non pericolosi e di alcune categorie di pericolosi, servendo ben 12 comuni. Inizialmente la discarica era estesa per 1,5 ha, mentre oggi interessa 31 ha includendo al suo interno i seguenti impianti: n.4 vasche di smaltimento rifiuti, un impianto di recupero del biogas, un impianto di trattamento dei rifiuti speciali e un impianto di compostaggio.

Luoghi e siti oggetto di incidenti ambientali e altre aree con accertata contaminazione

Uno degli incidenti ambientali più rilevanti avvenuti lungo la Valle dell'Esino riguarda la ex RCD, poi SIMA Industrie del Gruppo Venturi, ubicata nella zona industriale di Monsano, ora dismessa, che un tempo si occupava di trattamenti galvanici. A partire dagli anni 70 si è verificato uno sversamento di Cromo VI, protrattosi per circa 30 anni, il quale oltre alla falda acquifera ha contaminato anche il suolo per un'areale stimato di circa 15.520 m^3. Nel 2003 è stato compiuto un primo intervento di MISE dell'area inquinata. In seguito le indagini eseguite nel 2006 accertarono l'inquinamento dei pozzi a valle idrogeologica del sito verso il mare, probabilmente fino a Marina di Montemarciano. Il progetto di bonifica è stato articolato in tre tranche: *pump and treat* con una barriera idraulica costituita da otto nuovi pozzi, rimozione dei fanghi inquinati da Cromo VI presenti nelle vasche tramite ossidazione chimica delle acque, posa in opera di trincea, pozzo impermeabile e trattamento delle acque contaminate di una sorgente della limitrofa Via Puglia. Sulla base delle informazioni disponibili sembra che il *trend* di contaminazione appaia in regressione (fonti http://www.regione.marche.it e Piano regionale per la bonifica delle aree inquinate a cura della Regione Marche).

L'inquinamento da Cromo VI riguarda anche altre due ditte jesine inserite nell'anagrafe dei siti contaminati di Tabella 6.1, la ex galvanica di Via degli Artigiani e la ex galvanica di Via Marche.

La Caserma Saracini, posta a monte idrogeologico della Raffineria Api di Falconara Marittima, è stata per 50 anni il Centro Reclutamento Reclute dell'84° Battaglione di Fanteria "Venezia" ed ha rappresentato, sino alla chiusura nel novembre del 2000, un rilevante introito economico per tutta l'area limitrofa. La caserma, oggi dismessa, è rimasta completamente abbandonata e dall'esterno delle aree recintate è possibile intravedere manufatti sparsi di vario tipo (materiali inerti, corpi metallici, macchinari, suppellettili, ecc.). Alcuni sondaggi eseguiti dal Comune di Falconara Marittima in aree adiacenti ad essa, hanno riscontrato superamenti dei valori di CSC in falda per IPA, Idrocarburi C>12 e C<12 e Stagno. In tre punti d'acqua investigati, di cui un

pozzo privato all'esterno dell'area militare, i monitoraggi hanno evidenziato due superamenti delle CSC per il parametro Idrocarburi totali (n-esano) e per vari metalli (Ferro, Alluminio, Manganese). Sulla base di notizie recenti, (http://www.anconatoday.it/cronaca/falconara-inquinamento-saracini.html, https://www.cronacheancona.it/2017/06/20 e http://www.comitati-cittadini.org/2017/08) dette analisi saranno consegnate ad una Commissione parlamentare d'inchiesta che si occuperà di eventuali attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti e su potenziali reati ambientali ad esse correlate.

Uno sversamento di digestato avvenuto presso la centrale biogas di Castelbellino in data 21/08/2016, sembrerebbe avere interessato l'Esino dal territorio comunale di Maiolati Spontini sino ai pressi della foce (fonte https://terrenostremarche.wordpress.com/2016/09/12/260/). Il digestato è un materiale semisolido contenente quantità variabili di sostanza secca, il quale possiede proprietà ammendanti simili a un contaminante organico, oltre a contenuti rilevanti di azoto, fosforo e potassio. Un incidente analogo nel novembre 2014 è stato rilevato dal Nucleo Forestale di Ancona, che aveva individuato uno sversamento di rifiuti liquidi nel fosso dei Pratacci, affluente di destra idrografica del Fiume Esino, rifiuti provenienti dalle vasche di stoccaggio del digestato dell'impianto di biogas di Agugliano (fonte http://www.anconatoday.it). Le succitate centrali di biogas di Castelbellino, Agugliano e in aggiunta quella di Camerata Picena, nel luglio 2014 sono state poste sotto sequestro dalla Procura di Ancona per aver superato i limiti stabiliti per le emissioni di carbonio organico totale. Inoltre sembrerebbero sussistere ulteriori problemi ambientali connessi all'alimentazione di questi impianti che utilizzano in prevalenza mais, sorgo e barbabietole, i quali, se sottoposti a dosi massicce di fertilizzanti e di pesticidi, potrebbero inquinare suoli e acque superficiali e sotterranee, nonché impoverire i terreni accelerando i fenomeni di erosione superficiale (fonte http://ifg.uniurb.it).

Nell'ex discarica di Chiaravalle a cielo aperto di località Galoppo, a partire dal 2009 sino al 2016, anno in cui si è proceduto alla copertura, è stata accertata la presenza di percolato prodotto dall'infiltrazione di acqua piovana nel suolo. Non si hanno notizie riguardo eventuali infiltrazioni di percolato nei corpi idrici superficiali e sotterranei, né di eventuale estensione della contaminazione dei suoli all'esterno del sito (fonte http://www.centropagina.it/jesi).

L'ex discarica a cielo aperto RSU di Ripa Bianca, oggi oasi ambientale protetta, alla fine degli anni '80 è stata bonificata dal Comune di Jesi mediante *capping* dei terreni calanchivi sovrastanti, comprensivo di un sistema di raccolta e smaltimento delle acque prodotte dai rifiuti. Durante il mese di agosto del 2005 si è verificata una ingente moria di pesci avvenuta nelle vicinanze della riserva forse causata da un evento puntuale e connesso ad un *hot-spot* di contaminazione. Nel 2010 un inquinante proveniente dalla zona industriale di Jesi, arrivato

all'oasi attraverso uno scarico, ha ucciso circa una tonnellata di pesci (fonti: www.riservaripabianca.it e http://www.scuolasavoianews.it/cronaca/296).

In tempi più recenti, nel gennaio 2018, è avvenuto uno sversamento di liquami causati da un malfunzionamento dell'impianto di depurazione di un azienda della zona industriale di Jesi (fonte https://www.cronacheancona.it).

Siti e aree industriali dismesse

L'ex zuccherificio SADAM (Società Anonima Distilleria Marchigiana) di Jesi, occupava una superficie di circa 42 ha. Iniziò la produzione nel 1941 e cessò la sua attività nel gennaio 2008. All'interno del sito, oggi abbandonato e oggetto di travagliate vicende riguardanti la sua riqualificazione, sono presenti i seguenti manufatti e strutture: palazzine, uffici, l'area delle ex vasche di lavorazione, piazzali e una casa colonica ospitante il *Jcube*, un polo del Gruppo Maccaferri che raccoglie 15 aziende attive in settori come *biotech*, energia e *food* e il FabLab, centro di ricerca e formazione per la stampa in 3D. Per ciò che riguarda gli aspetti ambientali, durante il periodo in cui il sito era in produzione, la portata dello scarico dei reflui era stimata in circa 0,6 m^3/sec, con un elevato contenuto di Coliformi Totali dovuto al carico organico. Le emissioni inquinanti di NOx rilevate in prossimità dell'impianto, erano di circa 0,6 t/giorno (https://www.slideshare.net/ProgettoRENA/saveria-teston-audis, http://www.qdmnotizie.it/jesi Relazione della IV Commissione permanente Regione Marche Seduta del 25/01/2005, e https://www.economyup.it).

Così come testimoniato dai numerosi manufatti e stabilimenti di archeologia industriale ristrutturati e sottoposti a vincolo dal MiBAC (Ministero per i Beni e le Attività Culturali), le attività industriali della città di Jesi sono state avviate circa due secoli fa, tanto da guadagnarsi ai giorni nostri l'appellativo di "Piccola Milano". L'inizio delle attività industriali del distretto jesino si può collocare già alla fine del '700, a quel tempo costituite da pochi molini, frantoi e fabbriche di laterizi. Il settore produttivo si sviluppò compiutamente nel secolo successivo, quando oltre alle attività connesse all'agricoltura, venne introdotto l'allevamento organico del baco da seta con le bigattiere e la coltivazione del gelso. Questo allevamento, ben sviluppato, diventò ben presto una delle attività caratteristiche del settore produttivo tessile jesino, che alla fine dell'800 constava di 19 filande per la seta e la Società dei Cascami di seta (cascamificio). L'attività continuò per tutto il secolo scorso, sino all'inizio degli anni '70. Un altro polo industriale di rilievo di quel periodo era rappresentato dalle Vecchie Cartiere e dalla Fabbrica degli Zuccheri, che in seguito si trasformò nell'industria chimica delle Saffa, adibita alla produzione dei fiammiferi. Va segnalato che la maggior parte di queste aziende, per fini produttivi, attingevano acqua dall'adiacente canale Vallato Pallavicino. Alla fine della seconda

guerra mondiale il settore manufatturiero jesino mutò radicalmente in metalmeccanico: costruzione di macchine agricole, movimento terra, macchine olearie ed enologiche, (F.lli Pieralisi, La SIMA, Guerri, Gherardi). Subordinatamente in tale periodo merita una menzione anche il settore alimentare, con due aziende rilevanti in termini di produzione e occupazione di personale: la Sadam e l'Italim (industria conserviera), più il mobilificio BMB, il principale opificio cittadino impegnato nella produzione di sale e soggiorni. Oggi l'area prospiciente al Pallavicino, compresi i vecchi stabilimenti produttivi sedi un tempo delle principali aziende jesine, è stata riqualificata ed è diventata un centro residenziale e commerciale; il canale invece è stato quasi interamente coperto e impermeabilizzato tramite tomboli e coperture in calcestruzzo.

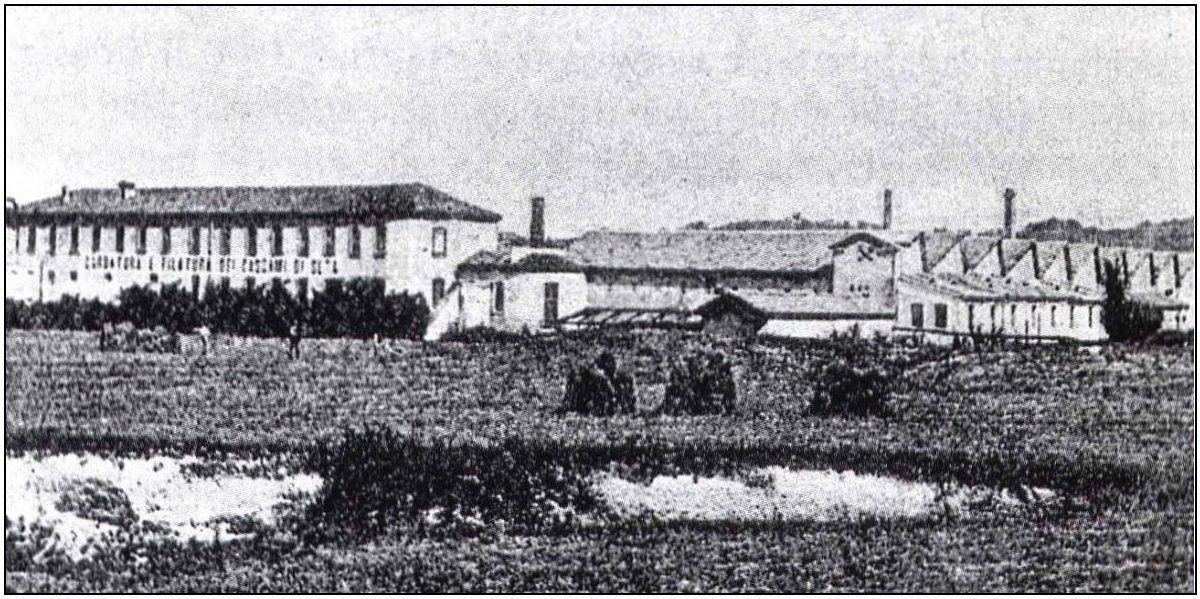


Figura 6.4: foto storica cascamificio di Jesi, Link http://piccolabibliotecajesina.it/photo/C/Cascamificio_005.jpg .

Per ciò che riguarda l'area industriale ZIPA, estesa circa 23,4 ha, che oggi rappresenta uno dei distretti industriali più importanti della regione, oltre alla sua rilevanza ambientale, va rammentato che dal 1914 al 1963 era adibita ad aeroporto. Durante la seconda guerra mondiale nell'area insisteva la Savoia Marchetti, uno stabilimento per la costruzione di aeroplani, che nel 1943 fu bombardato e successivamente distrutto dai tedeschi in ritirata.

Altri siti a potenziale impatto ambientale elevato

La manifattura tabacchi di Chiaravalle, costruita a partire dal 1759 sui resti di un antico mulino dei monaci benedettini in posizione adiacente al vallato di irrigazione, nel 1860 entra a far parte delle Manifatture Tabacchi e nel 1927 nell'allora costituita Amministrazione Monopoli di Stato. L'azienda che nel tempo ha prodotto tabacco da fiuto, sigari, sigarette e trinciati, ha vissuto il periodo di massimo splendore durante il secolo scorso. Nel 1959 occupava circa 1100 lavoratori, mentre oggi, dopo anni caratterizzati da una flessione della produzione e da varie vicende giudiziarie, se ne profila la chiusura (fonte http://www.centropagina.it).

Dalla cava Gola della Rossa, in adiacenza all'abitato di Serra San Quirico, sin dal lontano 1897 si estrae calcare massiccio puro al 98%; con la sua attività ha contribuito ad alterare e deturpare pesantemente l'area da un punto di vista paesaggistico ed ambientale. Seppur il materiale estratto, in virtù della sua purezza, possa ritenersi quasi privo di ferro e di altri metalli, la presenza d'impianti di frantumazione e macinazione, unitamente all'attività secolare della cava, presentano un potenziale impatto ambientale elevato.

Altri siti a potenziale impatto ambientale, sono per lo più ubicati nei distretti industriali dei principali centri abitati dislocati lungo la Vallesina, alcuni in adiacenza alle aree del SIN di Falconara Marittima e ricadenti all'interno dell'AERCA. La tabella 6.3 riporta i dati anagrafici generali delle principali aree industriali con la stima dell'estensione (effettuata tramite *google earth)* e comprensiva di edifici, parcheggi e piazzali presenti all'interno di ognuna di esse.

ID area industriale	Località	Estensione (kmq)
Zona industriale Jesi Est e Zipa	Jesi	3,02
Zona industriale Jesi ovest e area urbana	Jesi	Non definibile
Zona industriale CIAF	Falconara Marittima - Castelferretti	1,44
Zona industriale Sant'Ubaldo & Via Marche	Monsano	1,43
Centro industriale Ponte Magno - Scappia 2000 - Terrone	Cupramontana - Monte Roberto	0,48
Zona industriale Piane	Camerata Picena	0,42
Zona industriale Scorceletti - Pantiere	Maiolati Spontini - Moie - Castelbellino	0,37
Zona industriale Piagge	Castelplanio	0,29
Zona industriale Via Che Guevara	Chiaravalle	0,25
Zona industriale Via del Lavoro	Monte san Vito (località Borghetto)	0,23
Zona industriale Via del Lavoro	Montemarciano (località Gabella)	0,21
Zona industriale Serralta	Serra San Quirico	0,20
Zona industriale La Chiusa	Agugliano	0,19
Zona industriale Via Massimo D'Antona	Chiaravalle	0,08
Zona industriale Borgo Loreto	Castelplanio	0,06
Zona industriale Mergo - Rosora	Mergo, Angeli di Mergo e Angeli di Rosora	Non definibile

Tabella 6.3: dati generali circa principali aree industriali presenti nella bassa Vallesina.

Principali infrastrutture presenti nella Bassa Vallesina

Tra le principali infrastrutture presenti nell'area in esame si segnalano le seguenti:

Aeroporto "Raffaello Sanzio" (circa 2,16 kmq), inteso come sistema costituito da un insieme di 3 attività interconnesse e dipendenti: funzioni esercitate nello scalo dall'Ente gestore (L'Aerdorica S.p.A.), attività dei fornitori di servizi allo scalo, attività dei vettori del trasporto aereo.

Strada Statale SS76, una superstrada a doppia carreggiata con due corsie per senso di marcia separate da spartitraffico, che si estende parallelamente all'alveo del fiume Esino dal Km 35,6 di Serra San Quirico, sino al Km 74,4 presso la località Rocca Priora dove interseca la SS16.

Strada provinciale SP76 (ex SS76) antecedentemente alla costruzione della nuova superstrada SS76 realizzata intorno agli anni 70', ha costituito l'asse viario principale della Bassa Vallesina dall'entroterra a mare sin dall'epoca romana. Con i suoi circa 40 km di lunghezza che attraversano i principali centri abitati rappresenta ancora un importante arteria del traffico locale. Lungo le varie "Via Roma" si sono sviluppate e sono tuttora presenti un cospicuo numero di aziende afferenti a vari distretti produttivi industriali, unitamente a numerose officine e punti vendita carburante.

Autostrada A14, che taglia longitudinalmente lo spartiacque della bassa Vallesina per circa 8 km quasi in corrispondenza della foce dell'Esino, da Marina di Montemarciano a Castelferretti.

Interporto delle Marche che presenta una superficie di circa 0,5 kmq interamente urbanizzata, è raccordato alla linea ferroviaria Orte-Falconara ed è attrezzato di uno svincolo dedicato alla adiacente SS76, che consente il transito e l'ingresso diretto degli automezzi. All'interno dell'infrastruttura operano alcune delle principali aziende del settore trasporti e distribuzione che ne utilizzano piazzali, capannoni e uffici, più un piazzale *terminal-container* e un magazzino esteso di circa 1,5 ha.

Strada Statale SS16, che dall'abitato di Marina di Montemarciano si dirama sino in corrispondenza del perimetro sud della raffineria Api, nel tratto denominato Falconara - Pontelungo verso Ancona dove riceve la SS76, per un totale di circa 6,5 km, mentre la ex SS16, ora dismessa, prosegue lungo la Via Flaminia in direzione del centro abitato di Falconara.

Linea ferroviaria Orte – Falconara, nella prima parte del tracciato ha un binario singolo (Serra San Quirico Km 243+967- Stazione di Montecarotto-Castelbellino Km 258+430), mentre per il rimanente tratto sino al Km 285+429 di Falconara Marittima, dove interseca la linea Bologna - Ancona al Km 195+299, è a doppio binario. Si segnala che lungo il tratto che va da Mergo (km 252 circa) alla Stazione di Montecarotto-Castelbellino sono in fase di esecuzione i lavori di raddoppio della linea, che hanno comportato ingenti sbancamenti e movimentazioni dei terreni nelle aree adiacenti l'Esino, nonché alcuni suoi interventi di sistemazione. Tali fattori saranno tenuti in debita considerazione, ai fini di una corretta valutazione del suo impatto antropico.

Linea ferroviaria Ancona-Bologna, costituita da doppio binario e che nell'area investigata si estende parallelamente alla linea di costa dal km 190+562 di Marina di Montemarciano, al Km 195+299 della Stazione di Falconara Marittima. Vale la pena segnalare che la linea attraversa i principali siti del SIN di Falconara Marittima, Api Raffineria e la ex Montedison, dove la tratta ferroviaria che attraversa lo stabilimento è stata inclusa nella perimetrazione del SIN, e in passato oggetto di caratterizzazione (link: http://www.bonifiche.minambiente.it/).

Nella planimetria di Figura 6.5, le principali infrastrutture presenti nella Bassa Vallesina.



Figura 6.5: principali infrastrutture della bassa Vallesina. Fonte http://marche.portale-infrastrutture.it.

6.2. BASSA VALLESINA: CENSIMENTO DELLE ATTIVITA' ANTROPICHE

Considerazioni preliminari riguardo il censimento svolto

Si ritiene necessario esporre le modalità con cui è stato effettuato il censimento delle tipologie di aziende presenti nell' area di studio prima di esporre i risultati dello stesso.

- ✓ Il censimento non vuole e non può essere esaustivo di tutte le attività presenti nell'area, poiché per motivi connessi a recessioni economiche o altre cause, alcune aziende potrebbero avere cessato le proprie attività oppure averle modificate, ad esempio portando la propria attività produttiva altrove. In questa fase di *screening* preliminare, si vuole unicamente porre in risalto la potenziale presenza di metalli/metalloidi nelle matrici ambientali dell'area in relazione alle attività antropiche presenti nel territorio investigato, sia attuali che pregresse.
- ✓ Non sono state considerate le aziende con processi produttivi e/o prodotti finiti, considerati non pericolosi per l'ambiente. Sono state invece prese in considerazione attività che, malgrado non siano interessate da processi produttivi, hanno stoccati al proprio interno prodotti potenzialmente nocivi per l'ambiente (idrocarburi, prodotti chimici, materie plastiche, sostanze organiche, ecc.).

- ✓ Dalla rilevazione è stato escluso il settore dei servizi (3.15 Altro) poiché non sono disponibili dati atti a quantificare il loro apporto in ambiente.
- ✓ In conformità al *format* dell'EEA, vengono inoltre esclusi dal rilevamento le seguenti attività potenzialmente inquinanti: estrazione idrocarburi (5) e siti nucleari (13) (in quanto non presenti nell'area investigata), stazioni e linee elettriche (6) (che analogamente al settore dei servizi sono vastamente diffuse ma il cui impatto ambientale puntuale è di difficile attribuzione), siti di stoccaggio di sostanze pericolose per l'ambiente (8, 9, 10). Per quest'ultima tipologia, sono stati censiti solo i siti relativi all'industria del petrolio e ai PV carburanti (3.2 e 3.11), poiché la loro rilevazione appare assai problematica, in quanto la maggior parte delle aziende possiede autonomamente *bulk* e recipienti adibiti allo stoccaggio di prodotti che utilizzano nei loro processi produttivi.
- ✓ Le attività agricole, che risultano, come visto, tra le attività più rilevanti della Bassa Vallesina in termini di impatto ambientale vista la diffusa contaminazione delle acque superficiali e sotterranee, sono state suddivise in varie tipologie in base ai settori proposti dagli indicatori dell'EEA. I siti produttivi di macchine agricole, trattori e diseoleatori sono stati inseriti nel settore siderurgico-metalmeccanico (3.4). Le aziende agricole che producono vino, formaggi, ortofrutticoltura e generi alimentari, gli allevamenti di animali da cortile e bestiame, sono stati inseriti nella categoria Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici (3.9). Le aziende agricole del settore vivaistico e giardinaggio, i consorzi agricoli, i siti di produzione e stoccaggio di mangimi, granaglie e prodotti zootecnici sono stati inseriti nella categoria 3.10 settore produzione in quanto utilizzano varie tipologie di prodotti e manufatti.
- ✓ Aziende oggetto di più processi produttivi vengono inserite in più tipologie contemplate dagli indicatori EEA, mentre alcune proprietà sono occupate da più soggetti.
- ✓ I siti dismessi contaminati e quelli privi di informazioni ambientali, unitamente alla Caserma Saracini, unico sito militare dell'area, vengono inseriti nella voce Altro.

In Allegato E è riportata l'anagrafica dei siti censiti; in Allegato F le planimetrie relative alle singole tipologie di attività proposte dall'indicatore EEA; in Allegato G la documentazione fotografica acquisita dagli accertamenti in campo svolti a compendio del censimento.

Risultati del censimento

- ✓ Il censimento ha consentito di individuare 895 attività produttive, compresi i siti contaminati del SIN di Falconara, quelli regionali e i siti dismessi più importanti, con la maggior parte delle aziende ubicate nelle zone industriali dedicate. La maggior parte delle attività produttive (oltre il 62% del totale) sono concentrate nella fascia più esterna della Bassa

Vallesina all'interno dei territori comunali di Jesi, Chiaravalle e Falconara Marittima – Castelferretti (vedi Figura 6.6).

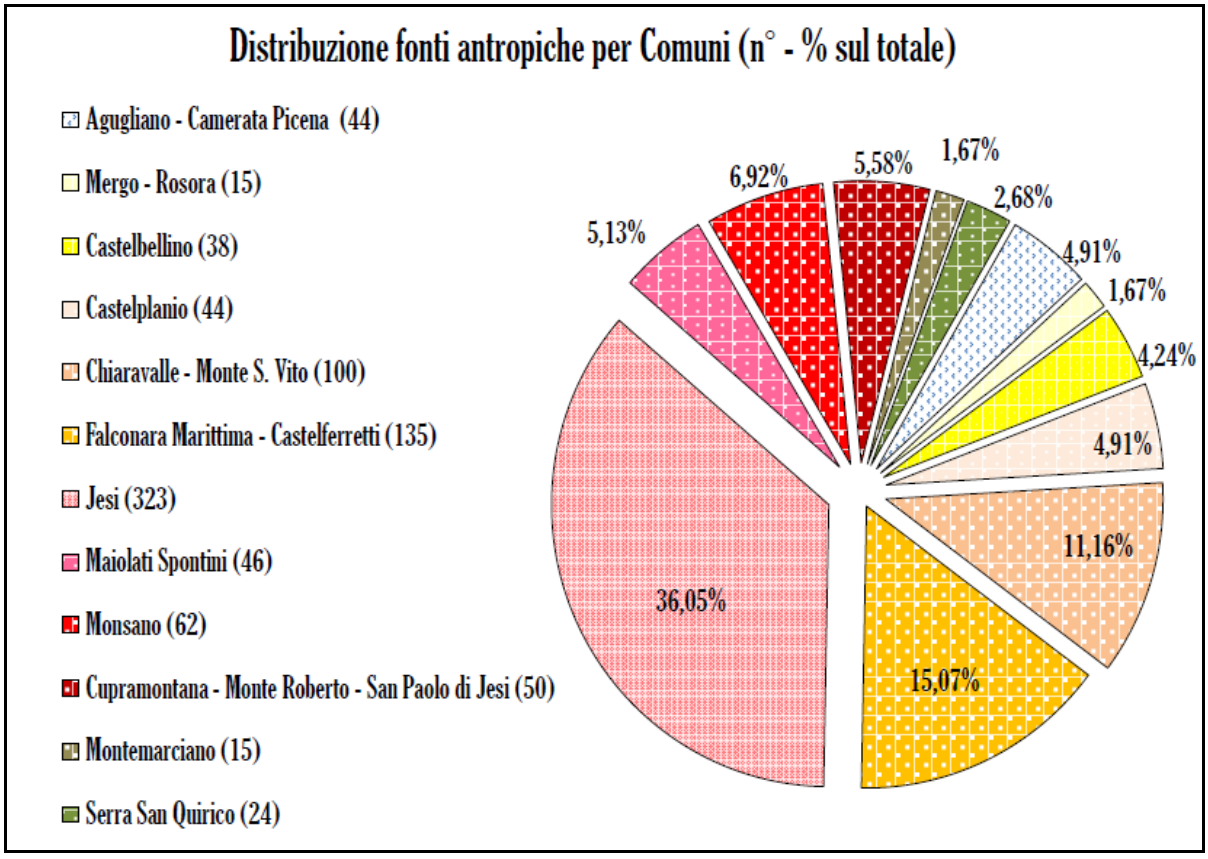


Figura 6.6: ripartizione percentuale nel territorio, per Comuni, di attività a potenziale impatto ambientale.

Per ciò che riguarda il numero delle singole tipologie di attività presenti nell'area di studio, si rimanda all'elaborazione grafica di Figura 6.7.

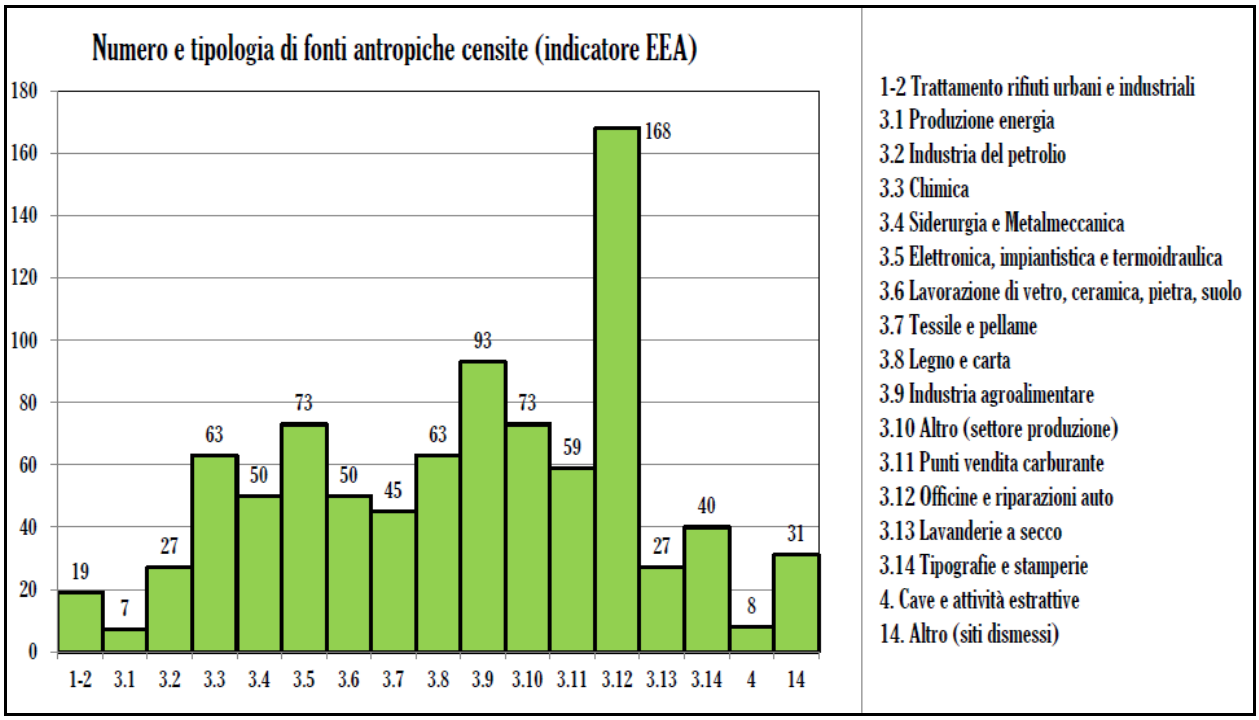


Figura 6.7: classificazioni fonti antropiche presenti nell'area di studio mediante l'indicatore proposto dall'EEA.

- ✓ In merito alle singole attività dell'indicatore, in relazione al loro numero, distribuzione, tipologia e localizzazione nel territorio si evidenzia quanto segue:
  - 1.2 Trattamento rifiuti urbani e industriali: oltre al principale sito di stoccaggio rifiuti rappresentato dalla Sogenus ((Rif. Paragrafo 4.3), altri poli di raccolta variamente distribuiti nel territorio sono gestiti dalla Multiservizi S.p.A., società pubblica, e da alcuni privati principalmente nei territori comunali di Jesi e Falconara Marittima.
  - 3.1 Produzione energia: oltre ai 2 poli principali, la Edison S.p.A e Api Raffineria, sono state individuate 5 centrali a biogas.
  - 3.2 Industria del petrolio: la maggior parte delle aziende della tipologia Gas compressi e liquefatti - produzione e ingrosso sono ubicate nella zona industriale di Falconara-Castelferretti in posizione limitrofa alla Raffineria, le altre in prevalenza a Jesi.
  - 3.3 Chimica: il settore chimico in senso stretto è rappresentato da pochissime aziende. Infatti la tipologia produttiva predominante è lo stampaggio e lavorazione di materie plastiche e gomma, ben rappresentata da oltre 50 aziende per lo più localizzate nell'entroterra (Jesi, Castelplanio, Maiolati Spontini, Monte Roberto, Cupramontana).
  - 3.4 Siderurgia e Metalmeccanica: cosi come evidenziato nel precedente paragrafo 4.5, a partire dall'immediato dopoguerra, il settore metalmeccanico jesino divenne l'asse portante dell'economia locale. Ancora oggi tale attività produttiva rappresenta circa la metà delle 50 aziende ubicate tra Jesi e Monsano e le restanti risultano distribuite per lo più nell'*hinterland* jesino.
  - 3.5 Elettronica, impiantistica e termoidraulica: le 73 aziende sono variamente localizzate sul territorio in maniera proporzionale alle dimensioni degli indotti industriali.
  - 3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo: valgono le considerazioni espresse al precedente punto 3.5.
  - 3.7 Tessile e pellame: seppur in recessione, il settore tessile della Vallesina consta ancora di 45 aziende censite, per lo più Abbigliamento - produzione e ingrosso, variamente distribuite nel territorio.
  - 3.8 Legno e carta: valgono le considerazioni espresse al precedente punto 3.5.
  - 3.9 Industria agroalimentare: rappresenta uno dei settori produttivi maggiormente presente essendo costituito da oltre 90 aziende (produzione di vino, olio, ortofrutticoltura, allevamento di animali, lavorazione di carne, salumi, formaggi, cibi tipici, ecc.).
  - 3.10 Altro (settore produzione): include altre 57 aziende connesse all'agricoltura, (Consorzi agricoli, produzione e stoccaggio di prodotti zootecnici e vivaistica), la Manifattura tabacchi di Chiaravalle, più alcuni colorifici e fabbriche di cucine e cappe.

- 3.11 Punti vendita carburante: valgono le considerazioni espresse al punto 3.5.
- 3.12 Officine e riparazioni auto: per le 169 attività individuate valgono le considerazioni espresse al punto 3.5. Occorre sottolineare come un consistente numero di aziende (circa una trentina) sono ancora una volta connesse al settore agricolo occupandosi di produzione, commercio e riparazione di trattori e macchine agricole.
- 3.13 Lavanderie a secco: a differenza della maggior parte dei paesi europei dove sono diffuse le *laundromat self service*, nell'area in esame, come del resto in tutta Italia, esistono poche lavanderie (circa 30) delle quali solo 2 industriali e ubicate per lo più nell'*hinterland* jesino.
- 3.14 Tipografie e stamperie: le tipografie e le aziende che si occupano di arti grafiche, in contiguità con le cartiere di Fabriano, sono situate per lo più nell'abitato di Jesi, con piccoli nuclei isolati sparsi a Camerata Picena, Moie di Maiolati, Chiaravalle e Falconara.
- 4. Cave e attività estrattive: va premesso che oltre alle cave principali della Gola della Rossa e la cava Mancini di Castelbellino, sono state inserite nel censimento altri siti adibiti ad attività estrattiva, alcuni dei quali ancora operativi mentre altri in stato di recente abbandono, dove giacciono cumuli di inerti e attrezzature in disuso.
- 14. Altro (siti dismessi): in questa tipologia di aziende sono stati inseriti sia i siti contaminati, in prevalenza impattati da idrocarburi che gravitano per lo più nei pressi della Raffineria Api e facenti parte in passato dell'indotto petrolifero, sia i siti dismessi, con particolare rilevanza ai vecchi distretti industriali jesini, dei quali non si hanno a disposizione dati ambientali e altre informazioni.

CAPITOLO 7 - INTRODUZIONE ALL‘ERA

7.1. LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO ECOLOGICO

Analisi di rischio: introduzione e fondamenti base

La presente sezione consiste nello studio ecologico dell'area prescelta, volto all'acquisizione di informazioni e dei dati (numerici, chimici, geologici, climatici, biologici, eco tossicologici, ecc.) funzionali alla successiva formulazione dell'ERA. Al tal fine, si ritiene utile introdurre preliminarmente alcuni concetti basilari relativi all'Analisi di Rischio.

Analisi di Rischio Sanitario AdR (D. Lgs 152/06 e s.m.i.): strumento di supporto per la gestione della bonifica dei siti contaminati che consente di valutare, in via quantitativa, i rischi per la salute umana connessi alla presenza di sostanze inquinanti nelle matrici ambientali suolo, acque ed aria. Da un punto di vista applicativo consiste in una serie di algoritmi e modelli analitici, riferiti a *standard* internazionalmente riconosciuti, applicati a tali matrici al fine di determinare possibili scenari futuri.

Rischio, definito dalla norma comunitaria EN 1050/1996, come una funzione dell'ampiezza del possibile danno che può risultare dal pericolo considerato e della probabilità di accadimento di quel danno, a sua volta funzione della frequenza e durata dell'esposizione, della probabilità di accadimento dell'evento pericoloso e della possibilità di evitare o limitare il danno. Può essere espresso sia come una frequenza in un determinato periodo di tempo o sotto forma di probabilità, ossia che l'evento si verifichi a seguito di una particolare azione. Il rischio è costituito da tre fattori: la sorgente di contaminazione (pericolo), i percorsi di migrazione degli inquinanti attraverso le matrici ambientali, ed i bersagli o recettori della potenziale contaminazione nel sito o nel suo intorno.

Rischio accettabile, in un contesto di ERA si può definire come il livello di rischio che un ecosistema può tollerare in una situazione di pericolo.

Sorgente di contaminazione, in un contesto di ERA rappresenta ciò che può potenzialmente creare conseguenze avverse indesiderate all'ambiente, quest'ultime connesse alle caratteristiche intrinseche di una sostanza o di una situazione in grado di arrecare danni all'ecosistema.

Il percorso di esposizione è la via di migrazione mediante la quale il potenziale bersaglio entra in contatto con le sostanze inquinanti; si verifica un'esposizione diretta se le vie di esposizione coincidono con la sorgente di contaminazione. Le vie di esposizione usualmente considerate nell'elaborazioni delle AdR, al fine di introdurre i parametri nei calcoli, sono il suolo superficiale (compreso tra p.c. e 1 metro di profondità) e il suolo profondo (compreso fra la base del precedente e la massima profondità indagata e l'aria *outdoor*) dove si possono verificare evaporazioni di sostanze inquinanti provenienti dai livelli più superficiali.

Bersagli o recettori, sono gli elementi dell'ecosistema che possono subire conseguenze negative in caso di esposizione ad un determinato pericolo, nel nostro caso dovuto a un'esposizione indiretta in quanto il contatto del recettore con la sostanza inquinante avviene a seguito della migrazione dello stesso e ad una determinata distanza dalla sorgente di contaminazione. Le modalità di esposizione attraverso le quali può avvenire il contatto tra l'inquinante e il bersaglio variano in funzione delle vie di esposizione che possono essere: ingestione di acqua, ingestione di suolo, contatto dermico e inalazione di vapori e particolato.

Modello Concettuale del Sito (MCS), definito come l'insieme dei meccanismi di trasporto, le vie di esposizione e i bersagli previsti in sede di AdR e che si basa sull'individuazione e parametrizzazione dei tre summenzionati elementi principali: la sorgente di contaminazione, i percorsi di migrazione ed i bersagli sensibili recettori della contaminazione.

Sostanze non cancerogene: sono rappresentate da quei composti che hanno una soglia al di sotto della quale non vi sono effetti negativi per la salute, caratterizzate da una Dose di non effetto (*Reference Dose*) la cui stima dell'esposizione media giornaliera non produce effetti avversi apprezzabili sull'organismo durante il corso della vita.

Sostanze cancerogene: detti analiti non hanno un valore soglia, presentano effetti negativi anche alle basse dosi e sono definiti dalla Potenza cancerogena (*Slope Factor*) che rappresenta la probabilità di casi incrementali di tumore nella vita per unità di dose.

Banche dati eco tossicologiche, sono dei *data base* dove, per numerose sostanze contaminanti, vengono forniti i parametri tossicologici e chimico-fisici per l'applicazione della procedura di AdR. In Italia si fa riferimento alla banca dati messa a punto da ISS e INAIL (ex ISPESL). Per la presente ricerca, previa verifica della compatibilità dei ricettori ambientali con l'area di studio, si utilizzeranno i valori della banca dati tossicologica del *Los Alamos Laboratory*.

Principali Definizioni e keywords in ambito ERA

Allo scopo di rendere maggiormente fruibile la lettura di questa sezione, si reiterano le principali fasi operative e definizioni inerenti all'ERA precedentemente citate nel Capitolo I.

1a fase: Formulazione del Problema FP, in questa fase si stabiliscono gli obiettivi dell'analisi, la ricognizione e valutazione dei dati esistenti, la caratterizzazione ecologica del sito. l'identificazione dei ROI e delle COI, la scelta delle aree soggette a valutazione, la determinazione di un modello concettuale del sito e la formulazione del progetto di analisi per la fase successiva.

2° fase: Fase di analisi (FA), che tramite un MCS rappresenta la valutazione dell'esposizione e degli effetti ecologici correlati, consentendo di individuare i livelli di esposizione teorica per recettori ecologici tipici dei diversi livelli trofici nelle aree oggetto di indagine.

3° fase: Fase di caratterizzazione del rischio (CR), terza ed ultima fase dell'ERA dove si effettuerà una stima della probabilità che avvengano gli effetti ecologici avversi definiti nella FP, confrontando i profili definiti nella FA.

Recettori ecologici di rilievo (ROI): specie animali e vegetali potenzialmente presenti nell'*habitat* naturale, ritenute rappresentative sulla base della loro sensibilità ed esposizione alla contaminazione.

Sostanze chimiche di rilievo (COI): nell'ambito del presente studio metalli/metalloidi, poi estese per la conduzione dell'ERA anche a Idrocarburi, Nitrati e Solventi Alogenati.

Obiettivi della valutazione di rischio ecologico

L'obiettivo della valutazione è quello di monitorare e verificare il potenziale stato di contaminazione da metalli/metalloidi nell'area in esame allo scopo di:

- ✓ derivare i modelli concettuali del sito con riferimento agli ecosistemi terrestre e acquatico;
- ✓ misurare/stimare i livelli di esposizione ambientale ai composti di interesse;
- ✓ misurare/ stimare i livelli di effetto ecologico;
- ✓ definire i livelli soglia di effetto;
- ✓ stimare il rischio associato;
- ✓ definire i livelli di incertezza dell'analisi di rischio;
- ✓ individuare le criticità ambientali connesse ad attività antropiche e il relativo quadro conoscitivo.

Metodologie e procedure standard di applicazione dell'ERA

L'analisi di rischio ecologico (ERA) è un "processo sistematico per organizzare ed analizzare dati, informazioni, assunzioni ed incertezze; il tutto finalizzato alla stima ed alla valutazione della probabilità che si manifestino effetti avversi sull'ecosistema analizzato" (Suter, 1993).

L'ERA è stata sviluppata all'interno di un contesto di gestione del rischio come strumento di supporto alle decisioni (US-EPA, 1998), quindi presenta alcune caratteristiche quali l'interattività del processo, la possibilità di confrontare e di dare priorità ai diversi rischi, ed infine la possibilità di unire sia aspetti scientifici sia esigenze gestionali nella scelta degli interventi per il risanamento dei siti contaminati. Durante tale processo, l'ERA verifica la pericolosità dei fattori di *stress* individuati nelle fasi preliminari e scarta quelli che non sono abbastanza rilevanti per produrre impatti significativi. In altri termini, i risultati dell'ERA possono essere utilizzati per dimostrare la gravità dell'impatto potenzialmente indotto dalla presenza di contaminanti nelle matrici ambientali. Tale risultato è cruciale per poter indirizzare le operazioni di bonifica e ripristino dei

suoli contaminati verso interventi selettivi e mirati a risolvere le situazioni più gravose, trascurando i casi meno urgenti.

L'ERA parte dalla constatazione di un problema ambientale, punto cruciale per poter esprimere delle prime ipotesi e tentare di tracciare un primo modello concettuale riguardo ai meccanismi di causa-effetto che conducono ai danni verificati sul campo.

Nel caso oggetto di studio, l'elemento principale della formulazione del problema riguarda la presenza di metalli pesanti correlata ad attività sia industriali sia agricole, o ad inquinamento proveniente da fonti diffuse che, oltre a superare i limiti disciplinati dalla normativa vigente, potrebbero superare anche le soglie previste per la flora e la fauna ivi presente. In assenza di una specifica codifica da parte della normativa italiana relativamente ai criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi di rischio ecologico, l'ERA è stata sviluppata secondo le tre fasi che compongono il Quadro per la Valutazione di Rischio Ecologico dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti (USEPA) (*Framework for Ecological Risk Assessment*, USEPA, 1992a). Il *framework* di analisi di rischio ecologico per l'area oggetto della valutazione è stato sviluppato secondo livelli successivi di approfondimento e recepisce le procedure operanti a livello internazionale (Figura 7.1).

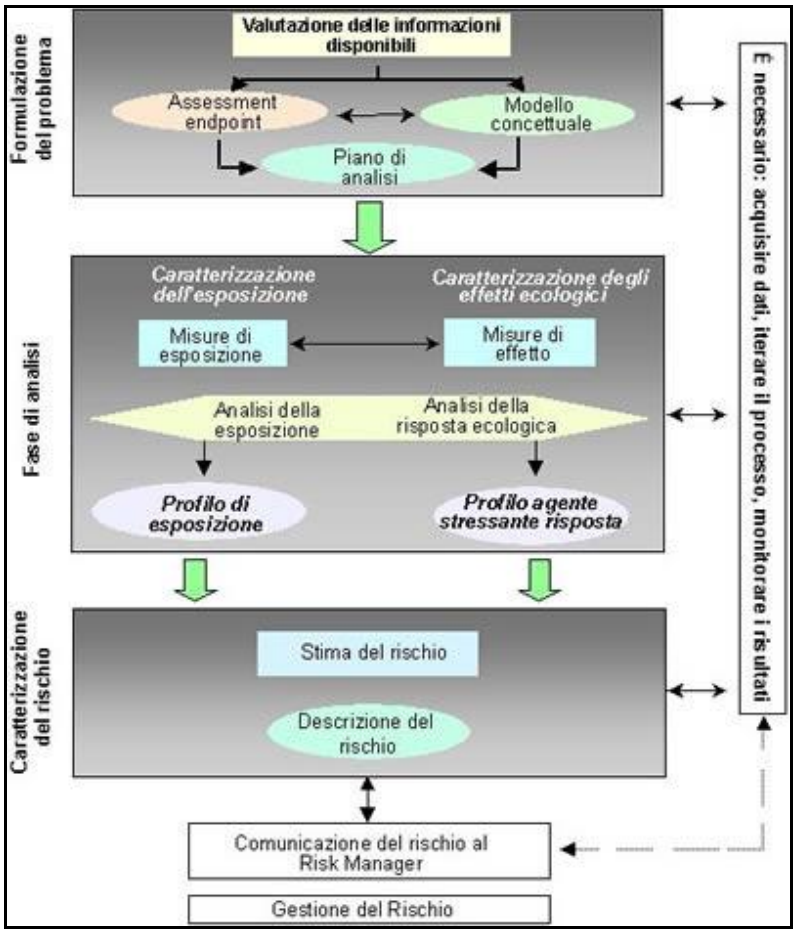


Figura 7.1: schema di elaborazione dell'ERA.

Nella prima fase della formulazione del problema (FP), si stabiliscono gli obiettivi dell'analisi, costruendo il modello concettuale e predisponendo il piano di analisi su cui verrà sviluppata la fase successiva. Nella procedura di valutazione del rischio ecologico applicata alle aree interessate dalla contaminazione da metalli/metalloidi, la fase di formulazione del problema è correlata alla potenziale pericolosità di tali analiti per la salute delle specie vegetali e, conseguentemente degli animali e degli esseri umani. La formulazione del problema ha rappresentato la fase più importante nella pianificazione della valutazione di rischio ecologico. Nella fase FP sono state comprese la ricognizione e la valutazione dei dati esistenti, la caratterizzazione ecologica del sito, l'identificazione dei recettori ecologici di rilievo (ROI) e delle sostanze chimiche di rilievo (COI), la scelta dei punti e delle aree soggette a valutazione e la formulazione del progetto di analisi.

Acquisizione dati e schema della ricerca

In questo capitolo sono stati approntati i primi due dei tre step procedurali utilizzati per l'applicazione della procedura di ERA, ossia la formulazione del problema (FP) e la fase di analisi (FA), quest'ultima comprensiva della raccolta dati. Ai fini della realizzazione dello studio ecologico applicato alla Bassa Vallesina, sono stati acquisiti i seguenti dati e informazioni:

- ✓ Inquadramento ambientale: inquadramento corografico e identificazione dell'area oggetto della valutazione, inquadramento meteo climatico, inquadramento geomorfologico, geologico e idrogeologico, destinazione di uso del suolo e inquadramento eco sistemico.
- ✓ Sorgenti di potenziale contaminazione: attività industriali pregresse e attuali nei distretti industriali, eventuale presenza di discariche, attività agricole e zootecniche, analisi della presenza di pozzi e prelievi di acque sotterranee, precedentemente analizzate nel Capitolo 6 dedicato allo studio antropico della Bassa Vallesina.
- ✓ Dati del monitoraggio delle matrici ambientali interessate dalla contaminazione: non essendo disponibili i dati relativi alle matrici suolo, attraverso una tabella di *screening* e il censimento delle attività antropiche è stata effettuata una stima probabilistica della presenza dei metalli nel comparto ambientale. Per le acque sono disponibili i risultati dei monitoraggi delle acque sotterranee dei piezometri in ingresso al sito Api Raffineria, mentre non sono utilizzabili elementi delle matrici vegetali e alimentari.
- ✓ Analisi di rischio ecologico - Formulazione del problema (FP): valutazione dei dati ambientali disponibili, caratterizzazione ecologica del sito, identificazione delle caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche ed effetti ambientali dei metalli/metalloidi oggetto della ricerca (COI - *Chemical of interest*) e identificazione dei recettori ecologici di rilievo (ROI - *Receptors of interest*), quest'ultimi così suddivisi:

- Specie vegetali maggiormente diffuse e di elevato interesse naturalistico.
- Fauna tipica del territorio e specie di elevato interesse naturalistico
- Invertebrati e odonati.

Tutte le informazioni di carattere ambientale sono riportate nei successivi paragrafi 7.3÷7.4, mentre le proprietà chimico fisiche e tossicologiche relative ai metalli studiati saranno discusse nel successivo Capitolo 8. Va altresì rilevato che l'acquisizione di queste ultime non ha consentito la definizione di un MCS dell'area di studio, in quanto sussistono fattori di incertezza dovuti alla scarsità di dati ambientali e di conseguenza l'utilizzo dei soli dati di letteratura e/o di *default* non risulta sufficiente. Ad ogni modo come vedremo in seguito, con i pochi elementi disponibili e l'ausilio del censimento delle attività antropiche, è stato altresì definito un MCS (Cfr. Capitolo 9) propedeutico ad una campagna di indagini ambientali, in previsione del completamento dello studio ecologico approntato mediante questa ricerca.

7.2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

L'esame degli aspetti normativi è indispensabile per individuare criteri e metodologie di approccio che devono essere adottati nella valutazione dello stato di contaminazione di un sito. In questo capitolo si forniranno le indicazioni normative da considerare nella progettazione ed esecuzione di un'analisi di rischio (D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152).

Così come evidenziato nel Capitolo I, la legislazione relativa ai siti contaminati è in continuo aggiornamento e modifica: il D.M. 471/99 "*Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati"*, è stato sostituito dal Titolo V "Bonifica di siti contaminati" della Parte Quarta del D.Lgs 152/06, anch'esso in corso di riformulazione. Il D.Lgs 152/06 modifica profondamente non solo il ruolo che l'analisi di rischio sanitario-ambientale riveste all'interno del procedimento di bonifica rispetto a quanto previsto dal DM 471/99, ma introduce numerose variazioni dell'impostazione dell'intero procedimento, a partire dalla definizione di sito contaminato e dei casi in cui non diventa necessario effettuare interventi correttivi per la riduzione della contaminazione a livello delle diverse matrici ambientali. Tali revisioni si riflettono sui principi che regolano l'esecuzione dell'AdR e quindi sui risultati ottenibili. Il D. Lgs. n. 152, anche detto "testo unico ambientale", è un *corpus* normativo di 318 articoli chiamato a semplificare, razionalizzare, coordinare e rendere più chiara la legislazione ambientale in sei settori chiave suddivisi in 5 capitoli:

- ✓ procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC);
- ✓ difesa del suolo, lotta alla desertificazione, tutela delle acque dall'inquinamento e gestione delle risorse idriche;

- ✓ gestione dei rifiuti e bonifiche;
- ✓ tutela dell'aria e riduzione delle emissioni in atmosfera;
- ✓ danno ambientale.

Quattro i profili strategici adottati per la redazione del Testo Unico:

1. recepimento delle direttive comunitarie ancora non entrate nella legislazione italiana nei settori oggetto della delega;
2. accorpamento delle disposizioni concernenti settori omogenei di disciplina, in modo da ridurre le ripetizioni;
3. integrazione nei vari disposti normativi disseminati in testi eterogenei, riducendo così la stratificazione normativa generatasi per effetto delle innumerevoli norme che si sono susseguite nel tempo, predisponendo una serie di articolati aggiornati e coordinati;
4. abrogazione espressa delle disposizioni non più in vigore.

A questo riguardo, benché sia noto come la semplificazione normativa non dipenda unicamente dalla quantità delle disposizioni formalmente in vigore, il risultato dell'opera di riordino ha portato all'abrogazione di cinque leggi, dieci disposizioni di legge, due decreti legislativi, quattro D.P.R., tre D.P.C.M. ed otto decreti ministeriali, cui sono da aggiungere le disposizioni già abrogate e di cui viene confermata l'abrogazione da parte dei decreti delegati.

Il nuovo testo unico contiene anche le norme regolamentari (limiti di emissione, limiti allo scarico, *standard* per le bonifiche ecc.). Sono fatte salve molte delle norme tecniche regolamentari, soprattutto nella sezione rifiuti, in vigore fino all'intervenire di nuovi decreti.

Negli allegati al titolo V del D.Lgs 152/2006 si riportano:

- ✓ Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica (all. 1)
- ✓ Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati (all. 2)
- ✓ Criteri generali per la selezione e l'esecuzione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale, di messa in sicurezza, nonché per l'individuazione delle migliori tecniche d'intervento (all. 3)
- ✓ Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti (all. 5)

Come già introdotto, in tema di bonifiche dei siti contaminati, la disciplina che ne deriva è decisamente innovativa rispetto a quella di cui all'abrogato DM 471/1999. I limiti tabellari definiti dal D.M. 471/99 sono diventati le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC). Infatti, rispetto al D.M. 471/99, viene introdotto un elemento innovativo nel modo di trattare un sito contaminato attraverso l'adozione di due criteri di soglia per la determinazione delle

condizioni specifiche di pericolosità del sito e quindi della definizione del potenziale intervento. Il D. Lgs. 152/2006 definisce infatti:

- ✓ CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione): livelli di contaminazione delle matrici ambientali al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'ADR;
- ✓ CSR (Concentrazioni Soglia di Rischio): livelli di contaminazione delle matrici ambientali da determinare caso per caso con la procedura di analisi di rischio sito-specifica e sulla base del piano di caratterizzazione, il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica.

Dalla semplice verifica del superamento dei valori di soglia tabellare di una sostanza inquinante previsto dal D.M. 471/99, si passa alla verifica dei potenziali effetti generati da tale condizione, in relazione al tipo di sostanza e alle condizioni peculiari del sito nel suo complesso. Questo approccio è quindi basato sulla verifica delle condizioni di rischio associate alla presenza, in concentrazioni superiori a quelle di soglia, del contaminante nel terreno introducendo un nuovo concetto di soglia, definito come Concentrazione soglia di Contaminazione (CSC) che rappresenta un valore specifico, superato il quale, risulta necessario ricorrere alla caratterizzazione del sito e alla analisi di rischio sito specifica.

Secondo l'art. 240 del D.Lgs. 152/06 viene definito contaminato "*un sito nel quale i valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR), determinati con l'applicazione della procedura di analisi di rischio di cui all'Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, risultano superati"*. Va rilevato che la 471/99 rispetto alla normativa vigente contemplava la bonifica di un sito in caso dei superamenti delle CLA (Concentrazioni Limite Ammissibili). Quindi la principale novità introdotta dalla CSC è quella di far sì che il superamento di detto valore tabellare da parte di una sostanza non sia più condizione sufficiente per procedere alla bonifica, ma determini l'avvio di una procedura di valutazione basata sui criteri dell'analisi di rischio (*Risk Assessment*). Il D.M. 471/99 prevedeva invece che fosse necessario effettuare l'analisi di rischio nei casi in cui il progetto preliminare avesse dimostrato l'impossibilità di riportare i valori di concentrazione delle sostanze entro i limiti accettabili, verificando quindi il rischio associato alla permanenza di concentrazioni residue a seguito degli interventi di bonifica con misure di sicurezza e di messa in sicurezza permanente.

Le CSC introdotte dal D.Lgs. 152/06 rappresentano quindi i livelli di concentrazione oltre i quali il sito è potenzialmente contaminato ed è quindi necessario procedere con l'analisi di rischio per la determinazione dei valori della Concentrazione soglia di Rischio (CSR, non tabellari) coi quali confrontare le concentrazioni rilevate; nel caso in cui le concentrazioni risultano superiori alle CSR il sito risulta contaminato, ma se le concentrazioni risultano inferiori, il sito è da considerare non contaminato e valutata in sede istituzionale (Conferenza dei servizi, tavoli

tecnici, ecc.) l'opportunità di prescrivere un programma di monitoraggio. Nel precedente Capitolo I sono stati riportati i valori di CSC previsti dalle normative italiane relativamente ai agli analiti oggetto di studio (tabella 1.1).

Per un ipotetica area oggetto di studio, il limite di confronto considerato per metalli e metalloidi rappresenta il termine più prescrittivo fissato dal D.Lgs. 152/06 ma, nel caso delle aree agricole, tali limiti potrebbero anche non avere significato. Infatti, per dette aree, il D.Lgs.152/06 non indica valori tabellari di soglia bensì stabilisce che i limiti dovranno essere definiti con successivo decreto dei Ministeri dell'Ambiente e dell'Agricoltura.

Si rammenta che ai fini della determinazione dei VDFN, le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui all'art. 240 comma 1 lettera b del D. Lgs. n. 152/06, sono definite come "*i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica, come individuati nell'Allegato 5 alla parte quarta del citato decreto. Nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati*".

Se per alcuni metalli è stato possibile determinare un *range* dei VDFN (Cfr. Capitoli III e IV), per quanto concerne i composti afferenti agli Organoalogenati, agli IPA e ai Fitofarmaci il VDFN può essere assunto dal valore zero, visto che la loro presenza in ambiente è riconducibile esclusivamente ad attività antropiche. Per Idrocarburi generici, la cui presenza naturale potrebbe essere riconducibile a situazioni particolari di sedimentazione, bacini caratterizzati da scarsa o nulla presenza di ossigeno e in corrispondenza di materia organica in decomposizione, i dati acquisiti ed utilizzati per la determinazione dei VDFN hanno fatto riscontrare concentrazioni al di sotto del limite di rilevabilità analitico strumentale in tutti i sondaggi svolti, di conseguenza anche per loro può essere assunto lo zero come VDFN.

Un ulteriore elemento innovativo è la stessa definizione di Bonifica che viene configurata come "interventi atti ad isolare in modo definitivo le fonti inquinanti o a ridurre le concentrazioni degli inquinanti nel suolo e nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori di concentrazione soglia di rischio" quelli cioè individuati dall'AdR, già introdotto nella bonifica con misure di sicurezza dal precedente D.M. 471/99. Per la Caratterizzazione dei siti contaminati, il D. Lgs. 152/2006 prevede:

- ✓ la ricostruzione storica delle attività svolte in quel sito;
- ✓ il modello concettuale preliminare;
- ✓ l'esecuzione del piano di indagini;

- ✓ l’elaborazione dei risultati e rappresentazione dello stato di contaminazione del suolo;
- ✓ l’elaborazione del modello concettuale definitivo;
- ✓ l’identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabili sui quali impostare gli interventi di messa in sicurezza/bonifica che si rendessero necessari a seguito dell’ADR.

Il D. Lgs. 152/06 prevede novità nelle procedure autorizzative e negli allegati tecnici.

In materia di acque, il decreto, che recepisce la Direttiva 2000/60/CEE, rappresenta un vero testo unico sulla tutela qualitativa e quantitativa delle acque dall’inquinamento (D.lgs. 152/99, D.M. 367/03) e sull'organizzazione del servizio idrico integrato (legge Galli).

Relativamente alla disciplina degli scarichi, il primo aspetto che va esaminato è quello relativo ai valori limite di emissione. Rispetto all’articolo 1 del 152/1999, l’articolo 73 TU conferma in gran parte le finalità della norma del 1999, ossia:

- ✓ prevenire e ridurre l’inquinamento;
- ✓ attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- ✓ conseguire il miglioramento dello stato delle acque;
- ✓ predisporre adeguate protezioni delle acque destinate a particolari usi (in particolare quelle per il consumo umano);
- ✓ perseguire usi sostenibili e durevoli, anche attraverso l’impiego di tecniche di riciclo e reimpiego, delle risorse idriche, con priorità assoluta per quelle potabili;
- ✓ mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

L’articolo 73 del D. Lgs. 152/06, modificato dal D. Lgs 4/2008, aggiunge i seguenti obiettivi (le lettere e) ed f) sono di recepimento di quanto previsto dalla direttiva quadro 2000/60):

e) mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità contribuendo quindi a:

- ✓ garantire una fornitura sufficiente di acque superficiali e sotterranee di buona qualità per un utilizzo idrico sostenibile, equilibrato ed equo;
- ✓ ridurre in modo significativo l’inquinamento delle acque sotterranee;
- ✓ proteggere le acque territoriali e marine e realizzare gli obiettivi degli accordi internazionali in materia, compresi quelli miranti a impedire ed eliminare l’inquinamento dell’ambiente marino, allo scopo di arrestare o eliminare gradualmente gli scarichi, le emissioni e le perdite di sostanze pericolose prioritarie al fine ultimo di pervenire a concentrazioni, nell’ambiente marino, vicine ai valori del fondo naturale per le sostanze presenti in natura e vicine allo zero per le sostanze sintetiche antropogeniche;

f) impedire un ulteriore deterioramento, proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici e degli ecosistemi terrestri e delle zone umide direttamente dipendenti dagli ecosistemi acquatici sotto il profilo del fabbisogno idrico.

Sotto il profilo degli strumenti, rispetto all'articolo 1 del D.Lgs. 152/1999 la novità più rilevante riguarda, le misure per raggiungere l'obiettivo di cui alla lettera e) comma 1 articolo 73 TU, la lettera h) comma 2 articolo 73 TU, ossia "*l'adozione delle misure volte al controllo degli scarichi e delle emissioni nelle acque superficiali secondo un approccio combinato*".

Vengono poi mantenuti gli obiettivi stabiliti già con il D. Lgs. 152/1999 ossia:

a) l'individuazione di obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione dei corpi idrici;
b) la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi nell'ambito di ciascun bacino idrografico ed un adeguato sistema di controlli e di sanzioni;
c) il rispetto dei valori limite agli scarichi fissati dallo Stato, nonché la definizione di valori limite in relazione agli obiettivi di qualità del corpo recettore;
d) l'adeguamento dei sistemi di fognatura, collettamento e depurazione degli scarichi idrici, nell'ambito del servizio idrico integrato di cui alla legge 5 gennaio 1994, n. 36;
e) l'individuazione di misure per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento nelle zone vulnerabili e nelle aree sensibili;
f) l'individuazione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche.

A tal proposito, l'art. 101 del D.lgs. n. 152/2006, che riguarda i criteri generali della disciplina degli scarichi, prevede quanto segue.

- ✓ comma 1: «tutti gli scarichi sono disciplinati in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e devono comunque rispettare i valori limite di emissione previsti nell'allegato 5 alla Parte Terza del presente decreto»,
- ✓ comma 2: «le regioni, nell'esercizio della loro autonomia, tenendo conto dei carichi massimi ammissibili e delle migliori tecniche disponibili, definiscono i valori limite di emissione, [ovviamente] diversi da quelli di cui all'allegato 5 alla parte terza del presente decreto», subito di seguito però precisando i casi in cui le Regioni non possono adottare valori limite meno restrittivi di quelli fissati nelle varie tabelle dell'allegato 5 alla Parte Terza del decreto.

L'allegato 5 alla Parte Terza del D.lgs. n. 152/2006 è articolato in quattro paragrafi:

- ✓ paragrafo 1: Scarichi in corpi d'acqua superficiali;
- ✓ paragrafo 2: Scarichi sul suolo;
- ✓ paragrafo 3: Indicazioni generali;

- ✓ paragrafo 4: Metodi di campionamento ed analisi.

Il paragrafo 1 è a sua volta suddiviso in due sottoparagrafi che riguardano rispettivamente:

- ✓ gli scarichi in corpi idrici superficiali di «acque reflue urbane», o, più precisamente, «gli scarichi provenienti da impianti di trattamento delle acque reflue urbane»;
- ✓ gli scarichi in corpi idrici superficiali di «acque reflue industriali», essendo considerate tali quelle di qualsiasi tipo scaricate da edifici o installazioni in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse qualitativamente dalle acque reflue domestiche, nonché dalle acque meteoriche di dilavamento.

Nella tabella 1/A all'allegato 1 - Parte terza vengono riportati i parametri di base da controllare per la valutazione dello stato chimico dei corpi idrici superficiali, inoltre l'allegato 5 alla Parte Terza del D.lgs. n. 152/2006 è corredato da sette tabelle:

- ✓ tabelle 1 e 2, facenti parete del paragrafo 1, sottoparagrafo 1.1, ed attinenti unicamente le acque reflue urbane;
- ✓ tabella 3, contenente i «valori limite di emissione [di acque reflue industriali] in acque superficiali e in fognatura»;
- ✓ tabella 3/A, contenente alcuni particolari «limiti di emissione per unità di prodotto riferiti a specifici cicli produttivi»;
- ✓ tabella 4, contenente i «limiti di emissione per le acque reflue urbane e industriali che recapitano sul suolo»;
- ✓ tabella 5, contenente l'elenco delle «sostanze per le quali non possono essere adottati limiti meno restrittivi di quelli indicati in tabella 3, per lo scarico in acque superficiali e per lo scarico in fognatura, o in tabella 4, per lo scarico sul suolo»;
- ✓ tabella 6, che attiene alla classificazione degli scarichi e non alla determinazione dei relativi valori limite di emissione («peso vivo medio annuo corrispondente ad una produzione di 340 kg di azoto, al netto delle perdite di rimozione e stoccaggio, da considerare ai fini dell'assimilazione alle acque reflue domestiche»).

Gli scarichi di acque reflue industriali recapitanti in acque superficiali debbono rispettare:

- ✓ i limiti della tab. 3 dell'all. 5 alla parte terza (oppure quelli stabiliti dalla Regione ai sensi dell'art. 101 comma 2 D.lgs. n. 152/2006);
- ✓ anche i limiti della tab. 3/A dell'all. 5 alla parte terza (di norma espressi in massa per unità di prodotto o di materia prima) per i cicli produttivi ivi previsti e per i quali, nella medesima tabella o nelle relative note, risulti effettivamente fissato o comunque determinabile un valore limite di emissione.

Gli scarichi di acque reflue industriali in reti fognarie debbono invece rispettare le norme tecniche, le prescrizioni regolamentari ed i valori limite adottati dall'Autorità d'ambito, ferma restando l'inderogabilità dei valori-limite di emissione di cui alla tabella 3/A dell'allegato 5 alla Parte Terza (ove ne ricorrano i presupposti, l'obbligatorietà e l'inderogabilità) e, alla tab. 3 dell'all. 5 alla Parte Terza, per le sostanze di cui alla nota 2 della tab. 5 del medesimo allegato (art. 107, comma 1 D.lgs. n. 152/2006). Per gli scarichi sul suolo di acque reflue urbane e industriali, ammissibili solo qualora sia stata accertata l'impossibilità tecnica o l'eccessiva onerosità a fronte dei benefici ambientali conseguibili, a recapitare in corpi idrici superficiali, debbono essere rispettati i limiti della tab. 4 dell'all. 5 alla Parte Terza del D.lgs. n. 152/2006 (salvo che e fin tanto che la Regione non abbia fissato appositi criteri e valori limite di emissione ai sensi dell'art. 101, comma 2). È comunque vietato lo scarico sul suolo di acque reflue urbane o industriali contenenti le sostanze elencate al punto 2.1 dell'all. 5 alla Parte Terza. Tali sostanze si intendono assenti quando sono in concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità delle metodiche di analisi vigenti.

Premesso che:

- ✓ l'autorità competente per il controllo è autorizzata ad effettuare tutte le ispezioni, accertamenti e prelievi che ritenga necessari per verificare le condizioni che danno luogo alla formazione degli scarichi ed il rispetto dei limiti di emissione e delle prescrizioni dell'autorizzazione (artt. 101, comma 4, e 129, comma 1);
- ✓ tutti gli scarichi, ad eccezione di quelli domestici e di quelli ad essi assimilati, devono essere resi accessibili per il campionamento da parte dell'autorità competente per il controllo nel punto assunto a riferimento per il campionamento (art. 101, comma 3 del D.lgs. n. 152/2006);
- ✓ il campionamento degli scarichi di norma va effettuata subito a monte del punto di immissione nel ricettore (ancora art. 101, comma 3);
- ✓ per gli scarichi di acque industriali contenenti le sostanze della tab. 5 dell'all. 5 alla Parte Terza del D.lgs. n. 152/2006, il punto di misurazione è fissato, per le attività soggette al d.lgs. 18 febbraio 2005, n. 59, secondo quanto previsto dall'autorizzazione integrata ambientale (AIA);
- ✓ per le altre attività, subito dopo l'uscita dallo stabilimento o dall'impianto di trattamento (art. 108, comma 5 del D.lgs. n. 152/2006).

Per ciò che riguarda le determinazioni analitiche finalizzate al controllo di conformità dei limiti prescritti, si prevedono per gli scarichi di acque reflue industriali un campione medio prelevato nell'arco di 3 ore, mentre per gli scarichi delle acque reflue urbane a campioni medi ponderati

nell'arco di 24 ore. Il D.lgs. 4/2008 modificando il D.lgs. 152/2006 ha posto un primo momento di chiusura del lungo *iter* di entrata in vigore del nuovo TU ambiente. La parte III del D.lgs. 152/2006, come modificato dal D.lgs. 4/2008, disciplina la gestione e tutela della risorsa idrica, in particolare nella sezione II (tutela delle acque dall'inquinamento) e nella sezione III (gestione delle risorse idriche).

7.3. INQUADRAMENTO AMBIENTALE DELL'AREA DI STUDIO

Inquadramento corografico

La Bassa Vallesina si estende nel Bacino marchigiano Esterno e così come per la maggior parte delle valli fluviali del versante adriatico, presenta un orientamento preferenziale in direzione NE-SW. Il Fiume Esino nasce dal monte Cafaggio in provincia di Macerata e sfocia nel mare Adriático, in località Fiumesino nel Comune di Falconara Marittima, dopo un percorso di 85 km che interessa un bacino imbrifero totale esteso per 1.203 kmq.

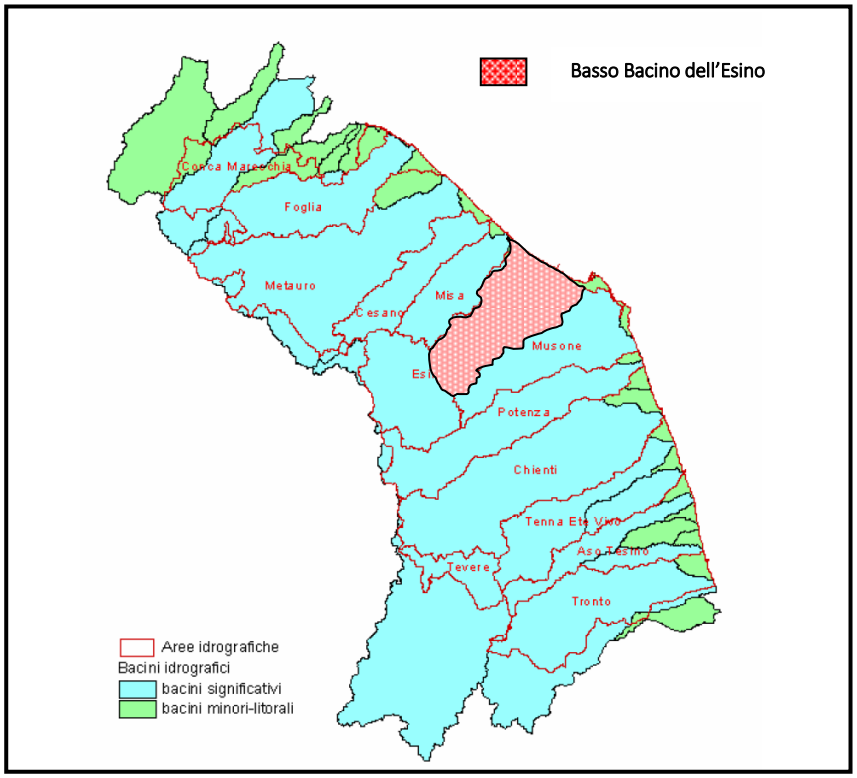


Figura 7.2: Inquadramento regionale del Basso bacino imbrifero dell'Esino, planimetria acquisita dal Piano di tutela acque Relazione di sintesi: link http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Ambiente/Tutela-delle-acque/PTA.

Il Basso bacino dell'Esino si sviluppa a partire dall'uscita del fiume dalla Gola della Rossa in corrispondenza della dorsale calcarea Marchigiana, dove è delimitato dal Monte Murano (882 m s.l.m.) a nord e dal Monte Revellone (840 m s.l.m.) a sud. In questo primo tratto l'alveo fluviale presenta una larghezza di pochi metri, poi mano a mano che si procede verso la costa il fiume rallenta la sua corsa e allarga notevolmente il proprio letto che aumenta considerevolmente

rispetto al percorso montano: a 18 km dalla foce esso è di 20-30 m e sale a 30-50 m tra 13 e 3 km dalla foce. Lungo il tratto finale dell'Esino la valle si amplia e il bacino è delimitato da spartiacque costituiti da rilievi collinari, orientati parallelamente al Fiume e disposti perpendicolarmente alla linea di costa a quote sempre più inferiori, dove in prossimità della foce presenta un ampio alveo anastomizzato, caratterizzato in prevalenza da alluvioni ghiaiose incise da canali che originano numerosi isolotti. Per ciò che concerne la pendenza dell'asse fluviale principale, nel tratto montano è di circa il 3,7%, mentre in quello medio ed inferiore presenta valori compresi tra 0,72% e 0,35% (TAZIOLI & al, 1988).

L'Esino riceve le acque di vari tributari, tra i quali, in termini di rilevanza, spiccano il torrente Esinante tra i Comuni di Serra San Quirico e Cupramontana, il torrente Cesóla e il Fosso della Granita vicino Jesi, il torrente Triponzio nei pressi di Chiaravalle e il Fosso dei Pratacci che attraversa il Comune di Agugliano e lambisce l'abitato di Camerata Picena.

Per ciò che riguarda l'uso del suolo la categoria prevalente è rappresentata dai seminativi irrigui e non, generalmente a carattere intensivo e in colture orticole confinate ai margini dell'urbanizzato e a volte comprendenti qualche albero da frutto. Come più volte rilevato, occupano una notevole estensione le aree urbanizzate, che oltre agli impianti zootecnici, le aree industriali o commerciali, l'aeroporto Raffaello Sanzio, l'interporto di Jesi includono anche le case coloniche e le relative pertinenze, l'impianto di trattamento di materiale inerte a NW dell'area in esame. Un'altra porzione del territorio è rappresentata dall'alveo del Fiume Esino, dai corpi idrici superficiali, torrenti, fossi, laghi prodotti da attività estrattive abbandonate e specchi d'acqua artificiali costruiti per uso agricolo.

L'area ricade per alcuni tratti all'interno di una zona soggetta a Vincolo Paesaggistico ai sensi dell'art. 136 del D.Lgs. n. 42/2004 (D.M. 31 luglio 1985 - Dichiarazione di notevole interesse pubblico della valle del Fiume Esino). L'area in esame rientra nelle aree C (Vall'Esina – Staffolo) individuate all'art. 20 del Piano Paesistico Ambientale Vigente (PPAR), approvato con D.A.C.R. n. 197 del 3 novembre 1989. In particolar modo queste aree esprimono la qualità diffusa del paesaggio regionale nelle molteplici forme che lo caratterizzano: torri, case coloniche, ville, alberature, pievi, archeologia produttiva, fornaci, borghi e nuclei, paesaggio agrario storico, emergenze naturalistiche. La Bassa Vallesina rientra tra le aree di alta percettività visuale relative alle vie di comunicazione ferroviarie, autostradali e stradali di maggiore intensità di traffico.

Inquadramento meteoclimatico

I fattori che influenzano il clima della regione sono la latitudine (42°- 44° Nord), l'elevata influenza del mare Adriatico (semichiuso e poco profondo), l'orientamento della costa, la presenza della dorsale marchigiana, la breve distanza tra quest'ultima e il mare e il gradiente altitudinale. La

temperatura media annua è compresa fra le isoterme di 10°C e 15°C, con un'escursione media annua, per le stesse zone altimetriche, che oscilla tra 5°C e 13°C. La media estiva è di 21-26 °C, mentre quella invernale è di 3-8 °C. Le precipitazioni medie oscillano tra 700 e 800 mm, con un valore medio di 1000 mm rilevato nella parte più elevata della regione. La distribuzione spaziale delle precipitazioni è irregolare e si colloca tra i 600 mm/annui della costa, ai circa 1400 mm/annui delle aree Appenniniche. La frequenza media delle precipitazioni è di 100-105 giorni piovosi, con sostanziali differenze tra l'area costiera (70-75 giorni) e quella appenninica (~120 giorni). Le precipitazioni nevose sono saltuarie nell'area costiera, mentre nella fascia appenninica sono costantemente presenti ogni inverno (Zucaro e Arzeni, 2009) (fonte "Carta ittica delle Marche" acquisita al link: http://www.provincia.pu.it/fileadmin/grpmnt/1229/Carta_Ittica_Marche_DGR.pdf). Nel 2002 il Centro di Ecologia e Climatologia dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata (OGSM), su richiesta della Regione Marche, ha realizzato lo studio "Campo medio della precipitazione annuale e stagionale sulle Marche per il periodo 1950-2000" per approfondire le conoscenze della distribuzione della precipitazione sul territorio marchigiano e la caratterizzazione climatica regionale. Secondo la classificazione di Koppen-Geiger il bacino idrografico dell'Esino, può essere suddiviso in due sub-aree climatiche differenti: la fascia basso collinare, valliva e costiera, caratterizzata da un clima di tipo C1 (da umido a subarido) e un area climatica montana e pedemontana di tipo C2 (da umida a sub-umida) (fonte documento "*Contratto di Fiume Esino - Quadro conoscitivo - Analisi conoscitiva preliminare integrata sugli aspetti ambientali e sociali ed economici del territorio"*, acquisito al *link*: http://www.comune.jesi.an.it/opencms/multimedia/jesiit/documents/1507889846243_Relazione__Conoscitiva-Esino_Fin.pdf). Un'altra tipologia di classificazione è quella effettuata mediante l'applicazione di specifici indici fitoclimatici (Rivas, Martinez 2005), che contempla l'esistenza di un ampio macrobioclima mediterraneo a cui corrispondono, sulla base della quantità di precipitazione, tipologie di vegetazione molto diverse, che possono variare da boschi chiusi sempreverdi o decidui, a boschi aperti, arbusteti, semideserti, deserti o iperdeserti. In tale contesto assume rilevanza l'indicatore denominato Ombrotermico estivo (IOV), che viene calcolato tramite la seguente equazione IOV= P(lug+ago) / T(lug+ago), dove P = precipitazioni medie mensili, T = temperatura media mensile, il quale consente una discriminazione tra una regione mediterranea dove IOV ≤ 2 e temperata con IOV > 2.

La Figura 7.3 riporta i risultati della classificazione bioclimatica delle stazioni meteo della Provincia di Ancona effettuata mediante l'applicazione degli indici di Rivas-Martinez (2005), con le stazioni di Ancona Falconara e Jesi ricadenti nell'area oggetto di studio evidenziate in rosso (Fonte: *"Natura e paesaggi del territorio anconetano", Biondi e AA.VV. 2008).*

Stazione	Quota (m)	Periodo di osservazione T	Periodo di osservazione P	Macrobioclima	Variante	Bioclima	Termotipo	Ombrotipo
Ancona	17	1060-1982	1952-1982	Mediterraneo		Pluviostagionale oceanico	Mesomediterraneo superiore	Subumido inferiore
Ancona Falconara	12	1984-1994	1954-1994	Mediterraneo		Pluviostagionale oceanico	Mesomediterraneo superiore	Subumido inferiore
Ancona Torrette	3	1921-1956	1921-1956	Mediterraneo		Pluviostagionale oceanico	Mesomediterraneo superiore	Subumido superiore
Arcevia	535	1921-1932	1921-1932	Temperato	Submediterranea	Temperato continentale	Mesotemperato inferiore	Umido inferiore
Fabriano	357	1921-1966	1921-1966	Temperato	Submediterranea	Temperato oceanico	Mesotemperato superiore	Umido inferiore
Jesi	96	1921-1958	1921-1958	Temperato	Submediterranea	Temperato oceanico	Mesotemperato inferiore	Umido inferiore
Osimo	100	1921-1941	1921-1941	Temperato	Submediterranea	Temperato oceanico	Mesotemperato inferiore	Umido inferiore

Figura 7.3: classificazione climatica mediante indici di Rivas-Martinez (2005).

Dati meteoclimatici

Per ciò che riguarda l'area oggetto di studio si riportano i dati relativi a varie campagne meteo climatiche svolte a partire dal secolo scorso e afferenti a differenti periodi. Una prima indagine fu condotta utilizzando i dati del Servizio Idrologico del Ministero dei Lavori Pubblici, riferita ad un periodo di 50 anni di osservazioni (1923-1972) della Stazione di Jesi (M. Baldoni & E. Biondi 1993) che hanno riscontrato i seguenti dati: media delle precipitazioni annue di 972,9 mm; il mese più piovoso è dicembre (115,1 mm) mentre quello con minori precipitazioni è luglio (44,5 mm); la temperatura media annua è di 14,4°C; il mese più freddo è gennaio (4,4°C), quello più caldo è luglio (22,4°C). Per ciò che concerne il bilancio idrico, lo studio evidenzia un periodo di *deficit* idrico nei mesi di luglio e agosto, che può estendersi in parte anche nei mesi di giugno e settembre, con la ricostituzione delle riserve idriche che si completa nel mese di ottobre.

La relazione "*Contratto di Fiume Esino - Quadro conoscitivo - Analisi conoscitiva preliminare integrata sugli aspetti ambientali e sociali ed economici del territorio"*, a cura del Comune di Jesi, reca dati meteo-climatici e valutazioni circa variazioni climatiche dedotte dall'analisi delle serie storiche aggiornate a periodi più recenti. Da esse si evincono due principali anomalie connesse a variazioni climatiche: una prima che consiste in un aumento delle temperature, a cui corrisponde una maggiore piovosità (vedi Figure 7.4÷7.6).

Codice OGSM	Stazione	Media (mm) annuale	Media (mm) primaverile	Media (mm) estiva	Media (mm) autunnale	Media (mm) invernale
6	Ancona (Torrette)	759,9	172,6	153,5	236,3	198,6
7	Apiro	1137,8	284,8	245,2	310,4	298,1
8	Arcevia	945,8	238,8	190,7	267,7	249,4
21	Campodiegoli	1263,1	310,5	244,8	363,0	347,0
31	Cupramontana	970,9	240,6	202,7	275,6	252,3
34	Fabriano	949,9	229,3	201,6	269,5	251,5
35	Falconara	800,9	188,2	174,9	232,4	202,0
46	Jesi	801,4	197,4	167,7	225,2	211,6
52	Moie	868,5	208,1	185,5	248,3	227,5
90	Sassoferrato	1057,4	259,6	212,7	310,7	276,0

Figura 7.4: dati pluviometrici relativi al bacino del Fiume Esino periodo 1950-1989, fonte Centro di Ecologia e Climatologia Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata, 2002.

Parametro	Descrizione
Temperatura media	14,3°C, +0,7°C rispetto al 1981-2010.
Temperatura media mensile	Febbraio: 9,2°C, +3,7°C rispetto al 1981-2010; *terzo valore record per il mese di febbraio dal 1961.* Ottobre: 13,6°C, -1°C rispetto al 1981-2010.
Temperature media stagionale	Inverno: 7,6°C, +2,1°C rispetto al 1981-2010; *quarto valore record per l'inverno dal 1961.* *Nessuna stagione più fredda della norma.*
Precipitazione totale	896mm, +97% rispetto al 1981-2010.
Precipitazione totale mensile	Marzo: 125mm, +60mm rispetto al 1981-2010; *ottavo valore record per il mese di marzo dal 1961.* Dicembre: 4mm, -88mm rispetto al 1981-2010; *secondo record negativo assoluto per il mese di dicembre dal 1961.*
Precipitazione totale stagionale	Primavera: 289mm, +97mm rispetto al 1981-2010; *nono valore record per la stagione primaverile dal 1961.* Inverno: 147mm, -45mm rispetto dal 1981-2010.

Figura 7.5: quadro di sintesi delle variazioni climatiche, fonte Regione Marche analisi clima 2016.

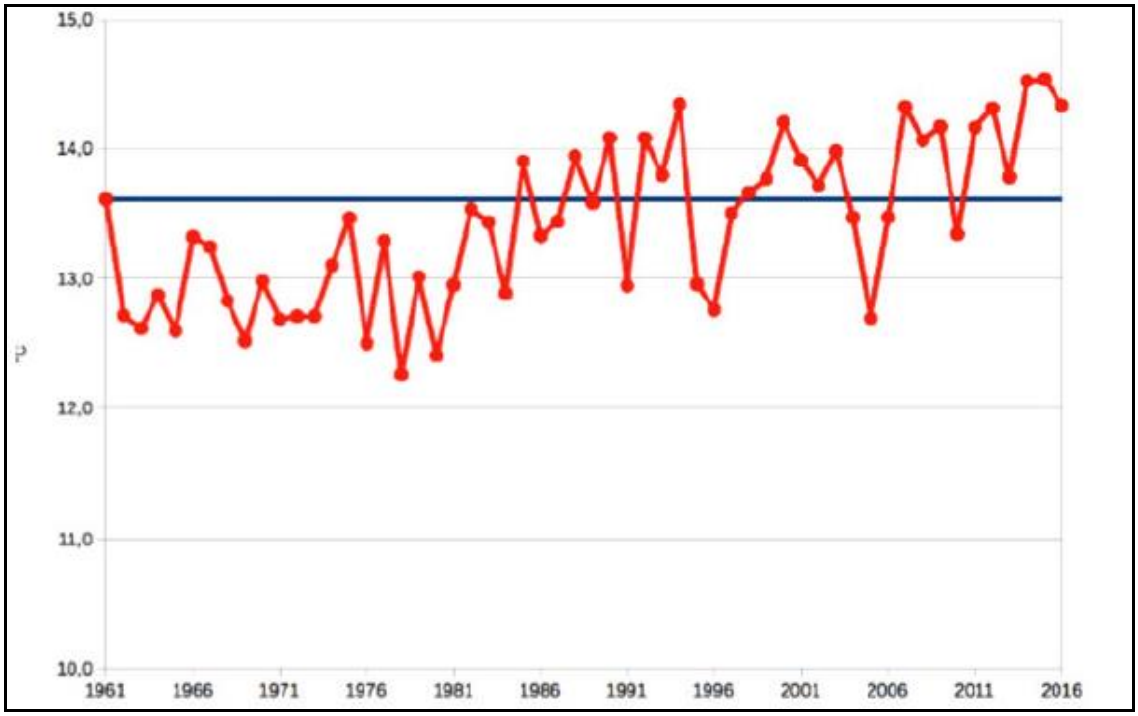


Figura 7.6: la linea rossa indica la temperatura media annua 1961-2016, la linea blu indica la media 1981- 2010, (fonte: Regione Marche Analisi clima 2016).

In merito alle questioni inerenti alle variazioni climatiche, seppur in tempi recenti si sia verificato un aumento della piovosità vale la pena segnalare la crisi idrica verificatasi durante il periodo settembre 2006–febbraio 2007, la quale ha interessato l'intera Italia centro-settentrionale e ha determinato la dichiarazione dello stato di emergenza con DPCM del 04/05/2007 (Piano Tutela delle acque – Regione Marche 2007).

La Figura 7.7 reca i dati meteorologici della Stazione meteo di Falconara (1961-1990), del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare che seppur suscettibili di variazioni stagionali e annuali, risulta in linea con i dati della serie storiche di cui sopra.

ANCONA FALCONARA (1961-1990)	Mesi												Stagioni				Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Inv	Pri	Est	Aut	
T. max. media (°C)	8,5	10,1	13,4	16,9	21,6	25,1	28,0	27,6	24,4	19,5	14,0	10,1	9,6	17,3	26,9	19,3	18,3
T. min. media (°C)	0,8	1,9	3,7	6,5	10,5	14,2	16,4	16,6	13,9	9,8	5,6	2,3	1,7	6,9	15,7	9,8	8,5
T. max. assoluta (°C)	22,3 (1979)	20,6 (1990)	24,6 (1990)	27,4 (1962)	31,1 (1983)	36,4 (1961)	40,8 (1968)	37,6 (1962)	36,0 (1962)	28,0 (1961)	26,9 (1963)	23,0 (1989)	23,0	31,1	40,8	36,0	40,8
T. min. assoluta (°C)	-15,4 (1987)	-13,2 (1963)	-12,2 (1971)	-2,1 (1970)	0,0 (1970)	6,0 (1962)	8,6 (1971)	9,1 (1969)	4,7 (1971)	0,1 (1971)	-5,3 (1973)	-8,0 (1962)	-15,4	-12,2	6,0	-5,3	-15,4
Nuvolosità (okta al giorno)	5,4	5,3	4,6	4,5	4,1	3,5	2,2	2,6	3,0	3,8	5,0	5,3	5,3	4,4	2,8	3,9	4,1
Precipitazioni (mm)	51,3	53,3	66,4	54,4	60,0	55,4	52,1	83,6	73,4	72,0	79,5	73,6	178,2	182,8	191,1	224,9	777,0
Giorni di pioggia	8	8	9	8	7	6	5	7	7	7	9	9	25	24	18	23	90
Umidità relativa media (%)	82	81	76	75	74	71	70	70	75	79	83	82	81,7	75	70,3	79	76,5
Eliofania assoluta (ore al giorno)	2,9	3,4	5,1	5,9	8,2	9,1	10,1	10,0	7,9	5,0	2,8	2,4	2,9	6,4	9,7	5,2	6,1
Radiazione solare globale media (centesimi di MJ/m²)	447	774	1 236	1 794	2 290	2 469	2 592	2 217	1 661	1 060	564	402	1 623	5 320	7 278	3 285	17 506
Pressione a 0 metri s.l.m. (hPa)	1 016	1 016	1 014	1 013	1 014	1 015	1 015	1 015	1 017	1 018	1 018	1 017	1 016,3	1 013,7	1 015	1 017,7	1 015,7
Vento (direzione-m/s)	NW 3,5	NW 3,7	N 3,9	NE 3,9	NE 3,4	NE 3,5	NE 3,4	NE 3,4	NE 3,3	N 3,4	NW 3,4	NW 3,7	3,6	3,7	3,4	3,4	3,5

Figura 7.7: dati meteo Aeronautica Militare 1961-1990, fonte link http://www.bonifiche.minambiente.it/.).

7.4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Si premette che la presente sezione geologica dedicata all'area di studio, salvo riferimenti bibliografici espressamente citati, nei contenuti e nelle osservazioni fa riferimento alla seguente tesi di laurea inedita in Geologia Regionale dal titolo: *"Le litofacies mio-plioceniche affioranti nella zona dei Castelli di Jesi a sud del Fiume Esino"*, di G. Pirani anno accademico 1997-1998.

Inquadramento geologico regionale e tettonica

La Bassa Vallesina si colloca nel settore centrale anconetano del Bacino Marchigiano Esterno, in cui le strutture tettoniche regionali del sistema a *thrust* umbro-marchigiano presentano un andamento di massima caratterizzato da pieghe e faglie orientate NW-SE, talora dislocate da faglie NE-SW (Nanni, Coltorti, 1986). Da un punto di vista litostratigrafico, al di sopra delle sequenze pelagiche affiorano depositi marini silico-clastici di età mio-plio-pleistocenica che rappresentano il riempimento di bacini di avanfossa e/o di *piggy-back* che si sono impostati ed evoluti nel corso della strutturazione sequenziale della catena. Le formazioni abbracciano un arco di tempo che va dal Burdigalliano superiore (età di deposizione dello Schlier), passando per le facies arenacee del Pliocene Inferiore delle aree più esterne verso la foce dell'Esino, sino ai termini delle Alluvioni recenti e attuali, presenti nelle anse e nelle golene dell'Esino.

Per ciò che concerne il limite tra la zona marchigiana esterna e l'Appennino calcareo umbro-marchigiano, rappresentato a scala regionale dal sovrascorrimento dei Monti Sibillini, nell'area di studio esso è costituito dalle anticlinali del Monte San Vicino (1480 m), Monte Revellone (841 m) e Monte Murano (826 m). I termini oligomiocenici affioranti lungo il fianco orientale di

queste strutture, sono genericamente in contatto tettonico per faglia diretta o faglia estensionale con quelli della successione messiniano-pliocenica. In località Poggio San Vicino, il contatto tettonico avviene tra la Scaglia Cinerea e le Argille a Colombacci.

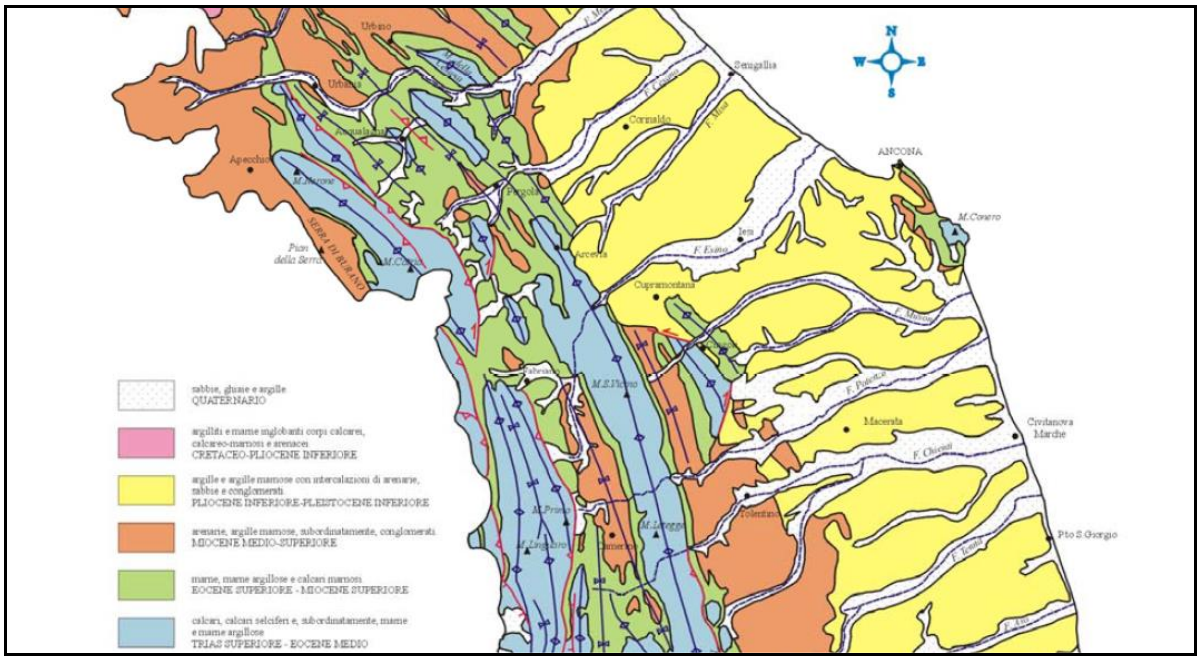


Figura 7.8: inquadramento geologico dell'area, sito www.va.minambiente.it/File/Documento/58378.

Proseguendo verso nord nelle località Domo, S. Elia, Serra San Quirico e Trivio i terreni del complesso calcareo-mesozoico sono a contatto con le formazioni più recenti, costituite in prevalenza dai depositi silicoclastici argillosi del Pliocene inferiore. Il bacino della Bassa Vallesina confina a sud con l'estremità settentrionale del bacino della Laga, ivi rappresentato dalle arenarie torbiditiche del membro pre e post evaporitico (Colognola). Le principali strutture tettoniche presenti sono le seguenti:

- una monoclinale immergente a NE dove affiorano tutti i termini basali della successione pliocenica (Rotorscio, Sasso, Castellaro);
- un anticlinale con orientamento NO-SE (struttura di Cingoli-Cupramontana-Staffolo-Rosora), dove affiorano i sedimenti dello Schlier e sui fianchi le formazioni messiniane sono a contatto con i sedimenti del pliocene superiore;
- l'anticlinale Serra dei Conti-Montecarotto-Moie allungata in direzione appenninica, caratterizzata dalla presenza di *facies* argillose afferenti al Pliocene inferiore;
- anticlinali minori di Agugliano e Falconara Marittima, orientate circa NO-SE e caratterizzate da alternanze di sabbia ed argille marnose ascrivibili al Pliocene Inferiore.

Tra le principali linee tettoniche presenti nella Bassa Vallesina, vanno citate:

1. Linea dell'Esino: fasce di faglie orientate A NE, che permettono di considerare la Vallesina a monte di Moie come una valle di linea di faglia.

2. Linea Castelbellino-Moie-Montecarotto, faglia NO, che interessa i terreni pliocenici.
3. Linea Moie-Pantiere, sistema di faglie e fratture EO che interessano le alluvioni terrazzate.
4. Linea della Bassa Vallesina, sistema di faglie NE, rinvenute dai pressi di Jesi sino al mare.
5. Linea del Torrente Granita, del Torrente Triponzio e del Torrente Rubiano, sistema di faglie e/o fratture NO, presenti a valle di Jesi dove guidano le erosioni lungo le valli della sinistra idrografica del fiume, interessano sia terrazzi fluviali che sedimenti del Pleistocene marino.
6. Linea del Fosso delle Pratacce, del Fosso Cannetacci e del Fossatello, che rappresentano delle linee di incisione del fondovalle vallivo dei succitati corsi d'acqua.

Per ciò che concerne la piana alluvionale dell'Esino, il substrato è rappresentato dalle argille azzurre del Pliocene medio debolmente marnose, costituite da lenticelle e straterelli millimetrici di sabbia siltosa negli interstrati. Questa formazione è ricoperta da spessori variabili di coltre eluviale intercettata a profondità crescenti, sia in senso trasversale (verso il fiume Esino) sia in senso longitudinale (nel senso della valle fluviale). I dati di letteratura indicano profondità variabili dell'ordine del metro in adiacenza ai rilievi collinari, dove esse affiorano, mentre la profondità di reperimento del substrato verso il Mare Adriatico risulta variabile. Si passa dai circa 10-20m della zona di Jesi, sino ai circa 40m rinvenuti nei sondaggi eseguiti da Api Raffineria presso la foce dell'Esino, dove probabilmente sussistono fenomeni di collasso e progradazione della piattaforma verso mare. Al di sopra di essa poggiano i sedimenti trasgressivi del pliocene superiore e del pleistocene, raggruppate in dieci unità informali riunite in cinque cicli trasgressivi-regressivi (Colalongo, et. Al, 1979, Nanni, 1981). Le alluvioni, caratterizzate da materiali ghiaiosi a granulometria grossolana, contenenti, o alternati, a livelli limo-sabbiosi ed argillosi a granulometria fine e finissima, sono legate alla variazione del regime idrico del corso d'acqua ed alla migrazione dei vari sub-ambienti fluviali (Stronati, Baleani, 2017). Un brusco incremento del sollevamento che si è manifestato alla fine del Pleistocene Inferiore, ha prodotto incrementi dei rilievi e rapidi approfondimenti dei sistemi idrografici. Sinergicamente le linee tettoniche trasversali impostate sul reticolo idrografico, ne hanno condizionato l'attuale assetto morfostrutturale, controllato l'evoluzione del reticolo idrografico e lo sviluppo delle valli fluviali.

Inquadramento morfologico: aree collinari e forme morfologiche principali

Per ciò che concerne le aree collinari, strutture tettoniche principali, esse mostrano un andamento tipico, presentando un fianco occidentale molto rigido ed uno orientale molto meno acclive. Sono caratterizzate da pendenze blande che conferiscono al paesaggio un assetto monoclinalico. Così come nel resto della regione, domina un motivo a "gradinata ribassante", in cui i termini della successione si trovano a quote topografiche sempre meno elevate man mano che si procede da Sud verso Nord. Al contatto con i depositi alluvionali si verificano brusche variazioni di

pendenza. A causa delle scadenti proprietà dei materiali, i dissesti interessano molti versanti: in particolare sono diffuse le aree interessate dai corpi di frana per scorrimento, dove sono in atto movimenti che comportano uno spostamento per taglio lungo su una o più superfici, oppure entro un livello abbastanza sottile. Tali movimenti si instaurano al passaggio tra strati a diversa composizione litologica, argille marnose/arenarie, gessi/argille marnose e calcari marnosi e/o marne, oppure al contatto tra il substrato e la coltre detritica.

Si rilevano anche numerose aree interessate da movimenti superficiali, in cui si verificano movimenti di *creep* e soliflusso generalizzato e da deformazioni plastiche, nonché alluvionamento spesso unito a ruscellamento sia superficiale che concentrato.



Figura 7.9: paesaggio collinare marchigiano, sullo sfondo, dietro la casa rurale, tipiche forme erosive superficiali

I fenomeni sono connessi a due fattori concomitanti: litologia prevalentemente argillosa e mancanza di vegetazione unita ad arature profonde. L'elemento scatenante è l'acqua che favorisce l'ammollimento e la liquefazione dei sedimenti argillosi, che provocano la saturazione del terreno e l'erosione al piede di versanti da parte dei corsi d'acqua, con l'istaurarsi di vene idriche in strati sabbiosi ed arenacei intercalati agli strati argillosi. Conseguentemente a ciò gli strati sabbiosi fungono da superfici di scivolamento per gli strati argillosi, in virtù delle diverse caratteristiche meccaniche che li contraddistinguono. La direzione dei movimenti è generalmente quella di massima pendenza verso corsi d'acqua e compluvi, soggetti ad erosione di fondo e quindi atti a creare scalzamenti al piede e richiamo di materiali lungo le pendici. Il movimento

può interessare la parte più superficiale del terreno (suoli, coltri di copertura superficiali): in questo caso si parla soliflusso quando il fenomeno di erosione è meno evidente e denota un comportamento plastico del terreno. Nel caso in cui il movimento è più profondo, si parla di "deformazione plastica", distinguibile in diverse zone per l'evidente forma morfologia accidentata dei terreni. Tali movimenti, qualunque sia la loro entità, si verificano anche su versanti a pendenza debole e si manifestano in presenza di sforzi di taglio di entità limitata ma che agiscono con costanza per un periodo di tempo.

Altre forme rilevate nella fascia collinare sono le aree e le scarpate di erosione torrentizia e selettiva, orli di scarpate di erosione instauratesi al contatto fra sedimenti a diversa erodibilità e soprattutto estese aree calanchive in corrispondenza di litotipi argillosi e marnosi del Pliocene Inferiore. Quest'ultime affiorano sia nelle vallecole dei tributari dell'Esino (Fosso Mergaoni, Fosso Cotone, Fosso Venelle), ma anche lungo la Bassa Vallesina (Staffolo-Coste di Staffolo, Gangalia, Ripa Bianca ecc.).

Inquadramento morfologico: Depositi fluviali

Nel territorio si riconoscono quattro ordini principali di terrazzi alluvionali (I, Il, III, IV ordine) posti a varie altezze sul fondovalle probabilmente sedimentatisi in ambiente freddo, vista la presenza al loro interno di forme singenetiche di crioturbazione (nei primi tre ordini) e dalle frequenti interdigitazioni con depositi stratificati di versante riferibili al clima periglaciale. I terrazzi più frequenti sono quelli del III e IV ordine e alcuni ristretti lembi del Il ordine, peraltro quasi completamente erosi. Ciò è dovuto, oltre che a fenomeni erosivi, anche alla concomitanza di eventi tettonici che hanno portato ad un "basculamento" della pianura alluvionale verso NE. L'unico terrazzo del I ordine presente nella zona affiora nei pressi della località Sasso (Case Ferretti), lungo la sponda destra idrografica dell'Esino. In alcuni tratti delle fasce di raccordo fra versanti collinari e le alluvioni fluviali, l'estensione della superficie dei terrazzi è ridotta a causa di estese coperture colluviali che li hanno obliterati.

In sintesi i 4 ordini di terrazzo presentano le seguenti caratteristiche:

- Terrazzi del I° ordine, la loro messa in posto viene attribuita ad una fase di glaciazione del Pleistocene Medio e/o Inferiore. Sono principalmente costituiti da ciottoli derivanti dalla Scaglia Rossa e subordinatamente da altri litotipi. Affiorano in lembi arealmente modesti e presentano paleosuoli fersiallitici in superficie, spesso sono stati troncati da fenomeni erosivi che li hanno ridotti a sottili livelli ciottolosi. I depositi alluvionali del I ordine affiorano a quote che variano dai 50 ai 200 metri sul fondovalle.
- Terrazzi del Il° ordine, in base a considerazioni pedostratigrafiche e paleontologiche sono stati riferiti al Pleistocene e sono costituiti in prevalenza da ghiaie grossolane sciolte a

matrice sabbiosa o poco addensate, granulometria dei clasti intorno ai 2 - 2,5 cm. I ciottoli sono per la maggior parte calcarei e subordinatamente selciferi. Tali terrazzi hanno spessori di 20 - 30 metri circa e sono posti a 30 - 60 metri dall'alveo attuale.

- Terrazzi del III° ordine, sulla base di datazioni radiometriche sono attribuibili al Pleistocene superiore (Wurm) e si presentano in lembi abbastanza estesi a 10 - 30 metri sul fondovalle. Sono costituiti da livelli di ghiaie a granulometria medio-fine, le dimensioni dei clasti si aggirano intorno ai 1 - 2 cm, caratterizzate da abbondante matrice limo-sabbiosa ed intercalati da lenti argilloso-limose. I ciottoli sono in gran parte di natura carbonatica (calcare massiccio e maiolica), abbastanza diffusa è la selce.
- Terrazzi del IV° ordine, sono quelli più recenti e più vicini all'attuale letto del fiume, oltre agli unici deposti in un periodo interglaciale, ossia nell'Olocene. La granulometria si presenta eterogenea (da pochi millimetri a 7 - 8 cm.), la matrice argilloso-limosa è assente o molto scarsa, mentre la natura delle ghiaie è calcarea e calcareo-marnosa. I depositi di questo terrazzamento sono stati messi in posto soprattutto in epoca storica, come conseguenza degli estesi disboscamenti effettuati per approvvigionamento di legname, per pascolo o per fini agricoli. Tra questi ultimi in termini di rilevanza, poiché insistono su alcuni dei siti produttivi censiti, si segnalano i seguenti: Terrazzo Colonia Giovacchini (sito ad est della località Monte San Vito), Terrazzo di Colonia Montani (ubicato tra Jesi e Chiaravalle), Terrazzo di Colle Ulivo (esteso tra Moie e Montemarciano), Terrazzo di Jesi Stazione (i cui lembi si rinvengono sino a Chiaravalle) e il Terrazzo di Chiusa Pallavicino (affiorante tra Moie e Chiaravalle) (Fonte bibliografica "*La bassa valle dell'Esino: Geomorfologia, Idrogeologia e Neotettonica"*, Coltorti e Nanni 1986).

Inquadramento idrogeologico

Le alluvioni attuali e recenti sono presenti lungo la piana alluvionale dell'Esino e in minor estensione nelle anse e nelle golene dell'Esino e degli altri corsi d'acqua; esse sono e sono state oggetto di continue modificazioni ad opera delle esondazioni e dall'erosione fluviale. Nella parte alta della pianura, tra Serra San Quirico e Jesi, predominano i litotipi ghiaiosi, presenti anche in superficie, mentre le *facies* limoso-argillose o limoso-sabbiose risultano quasi ovunque poco spesse. In questa zona è presente una falda con caratteristiche di monostrato. Nella pianura intermedia tra Jesi e Chiaravalle, a causa dei fenomeni di asimmetria tipici delle valli intestate nell'Avanfossa Adriatica, lo spessore del materasso alluvionale varia dai 15 ai 35m in sinistra idrografica. Nella destra idrografica, dove il fiume tende ad erodere maggiormente, lo spessore dell'acquifero risulta molto più limitato e dai 12,00-15,00m ai 5,00-6,00m. In questa fascia predominano i corpi ghiaiosi, talora intercalati con lenti di depositi fini che possono originare

falde multistrato a carattere locale, anche se molti autori considerano ancora l'acquifero come un grande monostrato. Per quanto concerne invece la piana alluvionale dell'Esino nella fascia prossimale più esterna, sono ancora presenti spessi corpi ghiaiosi, che tendono comunque a ridursi verso la costa. A questi frequentemente si intercalano ampie e spesse lenti limoso-argillose e limoso-sabbiose, le quali inibiscono il contatto idraulico verticale tra le ghiaie, laddove probabilmente siamo in presenza di un acquifero multistrato.

Il volume dei depositi alluvionali risulta essere di circa 2.000 x 10^6 m^3, di cui circa 1400 x 10^6 m^3 relativi alla parte bagnata, mentre il bacino idrografico della Bassa Vallesina presenta un'estensione di circa 210 kmq. Nei depositi ghiaiosi del fiume Esino prove di portata e prove con traccianti artificiali in condizioni di moto perturbato, hanno fornito valori di trasmissività variabili da 1.7 x 10-2 a 2.5 x 10-2 m2/sec, porosità dinamica di circa 7 % e velocità effettiva, in condizioni di moto perturbato, di 0.5 m/min. Prove in moto non perturbato, condotte con metodologie geofisiche, hanno fornito velocità di circa 2.2 m/h (GARZONIO & NANNI, 1989).

Le acque di falda dell'alveo e subalveo dell'Esino rientrano in prevalenza nella tipologia chimica delle *facies* bicarbonatiche-calciche, tranne che in alcune situazioni locali dove ricadono nel gruppo delle cloruro-sodiche e calcico-cloruriche. I valori di conducibilità elettrica variano dai 500 agli 800 μS/cm, il gradiente idraulico medio è di circa 0,03, mentre le oscillazioni freatiche medie annuali varia da 1 a 2 m. I minimi livelli della piezometrica si rilevano generalmente nei mesi autunnali (ottobre-novembre) e primaverili (marzo, aprile e maggio), in corrispondenza dei massimi delle precipitazioni. Gli acquiferi risentono dell'effetto delle precipitazioni con un ritardo di circa 1-2 mesi, con sensibili differenze tra la parte alta e bassa della pianura.

7.5. CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DEL SITO

La caratterizzazione ecologica del sito si prefigge lo scopo di identificare recettori potenziali, vie di esposizione e le diverse comunità ecologiche presenti nelle aree esposte all'emergenza. Come più volte accennato nei capitoli precedenti, l'originario ambiente naturale della Bassa Vallesina è stato sostituito da un'intensa attività agricola e da altre attività antropiche, mentre resta ben poco del primitivo patrimonio forestale, rappresentato da limitate formazioni boschive residuali. Altre aree occupate da vegetazione arborea spontanea sono quelle poste in corrispondenza dei corsi d'acqua, in particolare quelle ubicate lungo la fascia golenale del fiume Esino dove si sviluppa la vegetazione ripariale. Allo scopo di individuare le specie più rappresentative ai fini dell'elaborazione dell'ERA, la scelta dei ricettori ecologici di rilievo (ROI) include tutti e quattro gli ambienti presenti nel territorio (aree collinari, paesaggio agrario, piane alluvionali e aree costiere), più le specie vegetali antropiche e la fauna non autoctona.

Identificazione dei recettori ecologici di rilievo (ROI - Receptors of Interest)

I 3 criteri principali solitamente utilizzati per determinare gli "organismi chiave" all'interno della rete trofica sono:

- ✓ le comunità residenti o le specie esposte alle maggiori concentrazioni chimiche nelle matrici ambientali di interesse, suolo e acque superficiali, anche se i dati di *input* sono di quelle sotterranee, vista la reciproca marcata interazione;
- ✓ specie o gruppi funzionali considerati essenziali o indicativi del normale funzionamento dell'ecosistema interessato;
- ✓ le specie minacciate.

Altri fattori di rilievo sono l'importanza commerciale o ricreativa delle specie, il livello trofico degli organismi, le abitudini alimentari delle specie, la disponibilità di dati tossicologici riguardanti la storia biologica delle specie, la loro abbondanza e l'interesse che queste rappresentano per le popolazioni.

Ai fini del presente studio ecologico, sono stati selezionati tutti i principali ROI presenti nella Bassa Vallesina, poiché il data base contenente i dati ecotossicologici sviluppato in USA include per la maggior parte specie viventi in differenti *habitat* naturali, di conseguenza ciò restringe notevolmente lo spettro di informazioni funzionali alla conduzione dell'ERA. I ROI di seguito elencati (nome comune e nome scientifico), includono specie afferenti agli ecosistemi terrestre e acquatico e si intendono come rappresentativi tra le specie potenzialmente esposte a fattori di stress chimici e naturali.

Specie vegetali maggiormente diffuse e di elevato interesse naturalistico

- ✓ Vegetali naturali (Aree collinari e paesaggio agrario): quercia (quercus), roverella (Quercus pubescens), cerro (Quercus cerris), prugnolo spinoso (Prunus spinosa), biancospino (Crataegus monogyna), acero dei campi (Acer campestre), ginestra odorosa (Spartium junceum L.), astro spillo d'oro (Galatella Lynosiris), parapholidetum strigosa.
- ✓ Vegetali naturali (piane alluvionali): salice rosso (Salix purpurea), salice bianco (Salix alba), pioppo nero (Populus nigra), pioppo bianco (Populus alba), roverella (Quercus pubescens), canna domestica (Arundo donax), luppolo (Hemolus lupulus), vilucchio (Convolvolus cneorum), vite selvatica (Vitis silvestris), vitalba (Clematis vitalba), robinia (Robinia pseudoacacia), albero del paradiso (Ailanthus altisssima), pioppo cipressino (Populus pyramidalis Roz), gelso (Morus alba).
- ✓ Vegetali (aree costiere e guazzi): Crucianella latifoglia (Crucianella latifolia), Broteroa (Cardopatum corymbosum), Tamerice alpina (Myricaria germanica), Poligono marittimo (Polygonum maritimum), Euforbia di Terracina (Euphorbia terracina), Santolina delle

spiaggie (Otanthus maritimus), Lisca marittima (Bolboschoenusmaritimus), Clematide viticella (Clematis viticella), Ranuncolo con foglie d'Ofioglosso (Ranunculus ophioglossifolius), Ranuncolo a foglie capillari (Ranunculus trichophyllus), Ranuncolo vellutato (Ranunculus velutinus), Tamerice di Dalmazia (Tamarix dalmatica), Ruppia marittima o erba da chiozzi (Ruppia maritima), Giunco comune (Juncus compressus), Charetum vulgaris, Potametum pectinati, Brignolo ovato (Crypsis schoenoides), Sphenopo (Ruppietum maritimae), Calta palustre (Caltha palustris), Eleocharitetum palustris, Musonaccio (Juncetum bufonii).

- ✓ Vegetali (aree ripariali): canna domestica (Arundo donax), Salicetum albae, Stiancia o schiancia (Typha latifolia), Typhateum latifoliae, Erba di cristallo (riccia fluitantis), Sedano d'acqua (Helosciadium nodiflorum), Artemisia (Saponario artemisia), Gallo Aparines, Saponario-Salicetum purpureae, Anthemidetum arvensis.
- ✓ Vegetali (acque dolci e alvei fluviali): Mestolaccia Ranuncoloides (Baldellia ranuncoloides), forbicina lineare (Bidens aurea), Euforbia villosa (Euphorbia hirsuta), Corrigiola verticillata (Illecebrum verticillatum), Cannuccia d'acqua (Phragmites australis), Lische (Typha latifolia e Typha. angustifolia), Lisca lacustre (Schoenoplectus lacustris), Giunchetto minore (Holoschoenus romanus), Lisca del Tabernemontano (Schoenoplectus tabernaemontani), Salcerella (Lythrum salicaria), Mestolaccia (Alisma plantago-aquatica), Vilucchio (Calystegia sepium), Lenticchie d'acqua (Lemna minor e L. gibba), Amaranto comune (Amaranthus retroflexus), Forbicina peduncolata (Bidens frondosa), Saeppola canadese (Conyza canadensis), Cespica annua (Erigeron annuus), Girasole del Canada (Helianthus tuberosus) e il Sorgo di Aleppo (Sorghum halepense), Brasca increspata o Lattuga d'acqua (Potamogeton crispus), Zannichellia delle paludi (Zannichellia palustris), Crescione anfibio (Rorippa amphibia), Zigolo ferrugineo (Cyperus glomeratus), Crescione d'acqua (Nasturtium officinale), Bidenti-Polygone.
- ✓ Vegetali antropiche di utilizzo agricolo (principali): grano o frumento (Triticum), girasole (Helianthus annuus), mais (Zea mays), sorgo (Sorghum bicolor), barbabietola (Beta vulgaris), vite (Vitis vinifera), ulivo (Olea europaea), erba medica (Medicago sativa).

Fauna tipica del territorio e specie di elevato interesse naturalistico

- ✓ Uccelli (aree pedemontana): Aquila reale (Aquila chrysaetos), Zigolo muciatto (Emberiza cia), Falco Lanario (Falco biarmicus), Falco pellegrino (Falco peregrinus), Gheppio (Falco tinnunculus), Gufo reale (Bubo bubo), Rondone alpino (Apus melba), Taccola (Corvus monedula), Codirosso spazzacamino (Phoenicurus ochrurus), Codirossone (Monticola saxatilis), Passero solitario (Monticola solitarius), Picchio muraiolo (Thichodroma muraria).

- ✓ Uccelli (aree agricole, boschive e fluviali) : Gazza (Pica pica), Cornacchia grigia (Corvus cornix), Upupa (Upupa epops), Albanella minore (Circus pygargus), Civetta (Athene noctua), Barbagianni (Tyto alba), Poiana (Buteo buteo), Starna (Perdix perdix), Usignolo (Luscinia megarhynchos), Passero comune (Passer domesticus), Scricciolo (Troglodytes troglodytes), Rigogolo (Oriolus oriolus), Averla piccola (Lanius collurio) Lodolaio (Falco subbuteo), Colombaccio (Columba palumbus), Cinciarella (Parus caeruleus), Allocco (Strix aluco), Picchio verde (Picus viridis), Pettirosso (Erithacus rubecola), Usignolo (Luscinia megarhynchos), Capinera (Sylvia atricapilla), Ballerina gialla (Motacilla cinerea), Merlo acquaiolo (Cinclus cinclus), Torcicollo (Jynx torquilla), Canapino (Hipolais poliglotta), Pigliamosche (Muscicapa striata), Rampichino (Certhia brachydactyla), Fringuello (Fringilla coelebs), Verzellino (Serinus serinus), Verdone (Carduelis chloris), Zigolo nero (Emberiza cirlus), Codirosso (Phoenicurus phoenicurus), Merlo (Turdus merula), Fagiano comune (Phasianus colchicus), Tordo Bottaccio (Turdus philomelos), Cormorano (Phalacrocorax carbo), Airone guardabuoi (Bubulcus ibis), Airone bianco maggiore (Casmerodius albus), Airone cenerino (Ardea cinerea), Airone rosso (Ardea purpurea), Cicogna nera (Ciconia nigra), Falco pecchiaiolo (Pernis apivorus), Falco di palude (Circus aeruginosus), Germano reale (Anas platyrhynchos,) Gallinella d'acqua (Gallinula chloropus), Cavaliere d'Italia (Himantopus himantopus), Oca selvatica (Anser anser), Pavone blu (Pavo cristatus), Piccione selvatico (Columba livia), Rondine comune (Hirundinidae).
- ✓ Mammiferi: Lupo (Canis lupus), Capriolo (Capreolus capreolus), Cinghiale (Sus scrofa), Volpe (Vulpes vulpes), Riccio comune (Erinaceus europaeus), Faina (Martes foina), Tasso comune (Meles meles), Istrice (Hystrix cristata), Topo campagnolo (Microtus arvalis), Arvicola del Savi (Microtus savii), Pipistrello comune (Chiroptera) Topo selvatico (Apodemus sylvaticus), Mustiolo (Suncus etruscus), Ratto grigio (Rattus norvegicus), Toporagno appenninico (Sorex samniticus), Talpa romana (Talpa romana), Lepre (lepus), Scoiattolo comune (Sciurus vulgaris).
- ✓ Allevamenti zootecnici (specie principali): Coniglio domestico (Oryctolagus cuniculus), Pollo (Gallus gallus domesticus), Tacchino (Meleagris), Faraona (Numida meleagris), Anatra domestica (Anas platyrhynchos domesticus), Oca italiana, Piccione domestico (Columba livia domestica), Maiale (Sus scrofa domesticus), Capra domestica (Capra aegagrus hircus), Pecora (Ovis aries), Bovino (Bos taurus), Bufalo mediterraneo (Bubalus bubalis), Struzzo (Struthio camelus).
- ✓ Anfibi e Rettili: Ramarro occidentale (Lacerta bilineata), Luscengola (Chalcides chalcides) Vipera di Orsini (Vipera ursinii), Geotritone italiano (Speleomantes italicus), Salamandrina

dagli occhiali (Salamandrina perspicillata), Cervone (Elaphe quatuorlineata), Biacco (Coluber viridiflavus), Ululone appenninico (Bombina pachypus), Rana appenninica (Rana italica), Tritone italiano (Lissotriton italicus), Lucertola campestre (Podarcis sicula), Biscia dal collare (Natrix natrix), Saettone (Zamenis longissima), Orbettino (Anguis fragilis).

- ✓ Fauna ittica fluviale: Lampreda padana (Lethenteron zanandreai), Alborella (Alburnus arborella), Anguilla (Anguilla anguilla), Barbo comune (Barbus plebejus), Barbo canino (Barbus caninus), Barbo europeo (Barbus barbus), Carassio dorato (Carassius auratus), Carpa (Cyprinus carpio), Cavedano (Squalius cephalus), Cobite fluviale (Cobitis taenia), Gambero di fiume (Austropotamobius pallipes), Gambusia (Gambusia affinis), Ghiozzo (Gobiidae- famiglia), Gobione (Gobio gobio), Lasca (Protochondrostoma genei), Lucioperca (Sander lucioperca), Persico reale (Perca fluviatilis), Persico sole (Lepomis gibbosus), Cebacek o Pseudorasbora, Rovella (Rutilus rubilio), Salmerino di fonte (Salvelinus fontinalis), Sanguinerola (Phoxinus phoxinus), Savetta (Chondrostoma soetta), Scazzone (Cottus gobio), Tinca (Tinca tinca), Triotto (Rutilus aula), Trota fario (Salmo trutta fario), Trota iridea (Oncorhynchus mykiss Walbaum), Vairone (Telestes muticellus).
- ✓ Specie alloctone (introdotte per azione diretta intenzionale od accidentale dell'uomo): Nutria (Myocastor coypus), Gambero della Lousiana (Procambarus clarkii), Testuggine palustre dalle orecchie rosse (Trachemys scripta elegans),

Invertebrati e Odonati

- ✓ Invertebrati (aree agricole e collinari): Ninfa del corbezzolo (Charaxes jasius), Coleottero (Erodius siculus), Coleottero stafilinide (Leptusa italica), Lucanide (Lucanus tetraodon), Elateride (Elater ferrugineus), Cerambicide (Rhamnusium bicolor), Straziomide (Pachygaster atra), Eterottero acquatico (Micronecta minuscula), Arganiella pescei, Speocyclops italicus, Niphargus stefanellii, Lombrico (Lumbricus)
- ✓ Invertebrati (aree costiere): Orchestia mediterranea, Platorchestia platensis, Talitrus, Parallelomorphus laevigatus, Eurynebria complanata, Brachemys peragalloi, coleottero meliride (Brachemys peragalloi).
- ✓ Odonati: Splendente culviola (Calopteryx haemorrhoidalis), Splendente comune (Calopteryx splendens), Invernina comune (Sympecma fusca), Verdina maggiore (Calcolestes viridis), Zampalarga comune (Platycnemis pennipes), Codazzurra comune (Ischnura elegans), Azzurrina comune (Coenagrion puella), Dragone verdeazzurro (Aeshna cyanea), Imperatore comune (Anax imperator), Gonfo forcipato (Onynchogomphus forcipatus unguiculatus), Libellula panciapiatta (Libellula depressa), Frecciarossa (Crocothemis erytraea), Cardinale venerosse (Sympetrum fonscolombei), Cardinale striato (Sympetrum striolatum).

Identificazione delle sostanze chimiche di rilievo (COI - Chemicals of Interest) e impostazione della successiva fase di CR

Le sostanze chimiche di rilievo (COI), compatibilmente con la loro presenza sulla banca dati ecotossicologica, sono i composti metallici individuati nei Capitoli II e V. Sarà verificata e quantificata, laddove possibile, l'entità del danno ecologico potenzialmente indotto dagli analiti studiati a danno dei ROI. La caratterizzazione del rischio (CR), sarà espletata tramite la comparazione tra i valori della banca dati tossicologica (software ECORISK_R3.3.MDB del Los Alamos Laboratory) dei ROI ivi contenuti, con quelle presenti nell'area di studio, allo scopo di scegliere quelle maggiormente rappresentative. L'ERA, in relazione ai dati disponibili, è stata applicata alle matrici suolo, sedimenti, acque superficiali e sotterranee della Bassa Vallesina, in un territorio che si estende dalla Gola della Rossa, ubicata nel Comune di Serra San Quirico, sino alla foce dell'Esino in adiacenza alla Raffineria Api di Falconara Marittima.

Per la fase di CR i valori di input dei metalli presenti nella matrice suolo-sottosuolo e sedimenti, con i quali è stato effettuato il confronto con i dati ecotossicologici dei ROI, sono stati selezionati gli USL dei VDFN, in quanto essendo i valori massimi rilevati rappresentano il *worst case* scenario (Cfr. Capitolo IX e Allegato H). Per gli analiti i cui dati non hanno consentito l'elaborazione del fondo, in quanto statisticamente non rappresentativi, sono stati presi i valori massimi registrati nei monitoraggi ambientali. La scelta dei dati relativi alle acque, sia superficiali che sotterranee, riguardano due aree distinte entrambe ubicate nell'area di studio e in adiacenza all'alveo del Fiume Esino. Una prima posta immediatamente a monte idrogeologico e idrologico della maggior parte delle circa 900 siti industriali presenti nel territorio, i cui punti di prelievo sono intestati nel Sintema di Matelica, a ridosso dell'abitato di Serra San Quirico. Qui i valori dei metalli in acqua, seppur ne siano stati rilevati superamenti delle CSC, possono essere ritenuti a tutti gli effetti dei blank chimici, vista l'assenza di contaminazione da composti antropici. Per gentile concessione di Api Raffineria S.P.A., sono stati inoltre messi a disposizione i risultati dei monitoraggi delle acque sotterranee dei piezometri in ingresso al sito, con relativi trend, che rappresentano il recapito finale delle acque prospicienti all'Esino e di alcuni tributari, il Fosso Castellaraccia e il Fosso Caserme. Si premette che i dati idrochimici delle acque relativi a piezometri in ingresso ad Api Raffineria, da loro terebrati e monitorati, sono ubicati nei piazzali posti a monte idrogeologico delle aree dove avvengono i processi produttivi dello stabilimento petrolchimico. Per tale ragione ogni eventuale presenza di contaminazione, esula da fenomeni di stagnazione locale e/o contaminazione vista l'estrema produttività degli acquiferi prevalentemente ghiaiosi a ridosso dell'Esino, e pertanto non può essere riconducibile ai processi produttivi del sito. Questi punti di prelievo sono costituiti da

coppie di clusters, adibiti sia al monitoraggio di una falda superficiale, il cui livello piezometrico si raccorda con quello dei corsi d'acqua superficiali, sia di un acquifero profondo intestato nel substrato delle argille plio-pleistoceniche, posto a profondità variabili di circa 15-25m da p.c. Pertanto in virtù della marcata interazione e processi di ricarica stagionali reciproci tra ricettori idrici superficiali e acque sotterranee, la valutazione del rischio nei piezometri superficiali è stata considerata correlabile alle acque superficiali.

L'analisi dell'ERA nella Bassa Vallesina, è stata successivamente ampliata anche a zone con matrici ambientali risultate contaminate, sia per i metalli sia per altri contaminanti (solventi clorurati, idrocarburi e nitrati), allo scopo di verificare l'esistenza di potenziali pericoli per i ROI anche in presenza di inquinamento ed eventuali interazioni e sinergie tra i composti inquinanti.

CAPITOLO 8 - AMBIENTE E ECOTOSSICOLOGIA DEI METALLI

8.1. ECOTOSSICOLOGIA DEI METALLI

Il rischio ecologico può essere espresso come il rapporto tra una concentrazione del contaminante al punto di esposizione (PEC - *Predicted Effect Concentration*) e una concentrazione di riferimento (PNEC – *Predicted Predicted Not Effect Concentration*) al di sopra della quale possono accadere effetti avversi nell'organismo esposto. Le linee guida "*Method for inventories of contaminated site*" dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente svedese, riportano i criteri per la valutazione del rischio redatti dalla KEMI (*Swedish National Chemicals Inspectorate*) relative ad alcune sostanze chimiche, prodotti e miscele, tra cui gli elementi metallici funzionali allo studio (Cfr. Figura 8.1).

Hazard classification of certain chemical substances, products and mixtures			
Slightly hazardous	Moderately hazardous	Very hazardous	Extremely hazardous
Iron	Aluminium	Cobalt*	Arsenic*
Calcium	Scrap metal	Copper*	Lead*
Magnesium	Acetone	Chromium* (if Cr VI is not present)	Cadmium*
Manganese	Aliphatic hydrocarbons	Nickel*	Mercury*
Paper	Wood fibre	Vanadium*	Chromium (VI)*
Wood	Tree bark	Ammonia	Sodium (metal)
	Zinc*	Aromatic hydrocarbons*	Benzene*
		Phenol*	Cyanide*
		Formaldehyde	Creosote*,**
		Glycol	Coal tar
		Concentrated acid	PAH*
		Concentrated bases	Dioxins*
		Solvents	Chlorobenzenes*
		Styrene	Chlorophenols*
		Petroleum ash	Chlorinated solvents
		Petroleum products	Organochlorine
		Aviation fuel	compounds
		Heating oil	PCB*
		Waste oil	Tetrachloroethylene*
		Lubrication oil	Trichloroethane*
		Hydrogen peroxide	Trichloroethylene*
		Paints and dyes	Pesticides
		Cutting oil	
		Petrol	
		Diesel oil	
		Wood tar	
** Swedish EPA generic guideline levels available*			
***aged creosote with high content of polycyclic aromatic hydrocarbons*			

Figura 8.1: Classificazione del rischio per sostanza contaminanti e nocive all'ambiente

In riferimento alla Figura 8.1, le 4 classi di rischio sul potenziale pericolo che un composto possa arrecare danni all'ambiente sono state modulate in ordine crescente come di seguito riportato:

- ✓ Leggermente pericoloso, composto moderatamente dannoso per la salute.
- ✓ Moderatamente pericoloso, composto nocivo per la salute, irritante, nocivo per l'ambiente.
- ✓ Molto pericoloso, composto tossico, corrosivo, nocivo per l'ambiente.
- ✓ Estremamente pericoloso, composto molto tossico, che non può essere trattato commercialmente e/o in fase di graduale eliminazione.

In termini di potenziale rischio ambientale, i metalli, concentrandosi lungo la catena alimentare, rivestono un ruolo di primaria importanza, con alcuni di essi come ferro, rame, selenio e zinco, addirittura essenziali per il metabolismo di alcuni organismi. Il crescente loro apporto in ambiente, con concentrazioni sempre più elevate, dovuto ad attività antropiche, rischiano di renderli pericolosi favorendo il loro bioaccumulo negli organismi. Il bioaccumolo si verifica ogni volta che i metalli sono assimilati ed immagazzinati negli esseri viventi più velocemente di quanto non siano decomposti, metabolizzati o espulsi. A seconda del tipo di analita e dei suoi valori di concentrazione in ambiente, gli effetti nocivi possono essere a breve e lungo termine e, nei casi peggiori, possono causare danni ai reni, al sistema nervoso, al sistema immunitario e talvolta avere effetti cancerogeni.

Per tali ragioni, è stato ritenuto opportuno effettuare una breve ricerca sulla tossicità degli elementi metallici, e laddove possibile, fornire dati ecotossicologici acuti o cronici per alcune specie di riferimento. Così come per la parte relativa al fondo naturale (Cfr. Capitolo 2) e all'origine antropica (Cfr. Capitolo 5) dei metalli, in questo capitolo sono stati raccolti dati di letteratura relativi al loro effetto in ambiente e negli organismi. Gli elementi analizzati in questa sezione sono: Alluminio, Arsenico, Bario, Berillio, Boro, Cadmio, Cobalto, Cromo, Ferro, Litio, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Stagno, Tallio, Vanadio e Zinco. Così come per le precedenti trattazioni relative alla presenza naturale e all'origine antropica dei metalli, per i riferimenti letterari e le citazioni utilizzate si rimanda alla bibliografia in appendice.

8.2. HM: EFFETTI DEI METALLI NELL'AMBIENTE, IN HABITAT NATURALI E NEGLI ORGANISMI

Alluminio

Il solo stato di ossidazione permesso nei sistemi biologici è +3, la cui funzione biologica però non è stata mai ben definita; ciò suggerisce che lo ione non possieda proprietà compatibili con i normali processi degli esseri viventi. Per questo motivo, a dispetto della sua abbondanza, risulta presente in quantità minima negli organismi viventi ed è normalmente escluso dai normali processi biologici. Nonostante la sua elevata presenza nei suoli (molti terreni ne contengono dal 3% al 10%) il suo contenuto nelle piante, nei cereali, nelle acque dei laghi e dei fiumi è relativamente basso, probabilmente a causa della sua naturale scarsa solubilità.

L'alluminio può accumularsi in piante e causare problemi di salute per gli animali che se ne nutrono. Gli effetti dell'elemento emergono soprattutto in quegli ambienti dove sussistono problemi d'acidificazione. Infatti le concentrazioni di alluminio sembrano essere più alte nei laghi acidificati. In questi laghi il numero di pesci e di anfibi, diminuiscono a causa delle reazioni degli ioni alluminio con le proteine nelle branchie dei pesci e negli embrioni delle rane.

Alte concentrazioni di alluminio causano non soltanto effetti sui pesci, ma anche sugli uccelli e su tutti gli altri animali che di essi si nutrono, nonché sugli animali contaminati anche attraverso inalazione. Gli uccelli che mangiano pesce contaminato deporranno uova dal guscio assottigliato da cui nasceranno pulcini sotto peso. Gli animali che respirano alluminio attraverso l'aria, potranno avere problemi ai polmoni, con perdita di peso e diminuzione dell'attività. Un altro effetto negativo per l'ambiente è che gli ioni dell'alluminio possono reagire con i fosfati rendendoli meno disponibili per gli organismi acquatici. Alte concentrazioni di alluminio possono essere presenti non soltanto in laghi acidificati e nell'aria, ma anche nelle acque sotterranee soggiacenti terreni acidificati. Ci sono prove scientifiche circa la capacità dell'alluminio di danneggiare le radici degli alberi quando sono intestate in acque freatiche.

Arsenico

L'arsenico per le piante non rappresenta una necessità nutrizionale, ma alcuni studi hanno rilevato che, pur non sia stato chiaramente definito il suo ruolo fisiologico, per alcuni organismi, in quantità molto piccole, può avere effetti benefici sul metabolismo. Le piante assorbono abbastanza facilmente l'arsenico presente negli alimenti. Le specie vegetali con maggiore capacità di assorbimento sono le leguminose, in particolar modo la soia, il pisello e il riso. Le concentrazioni di pericoloso arsenico inorganico, che possono essere presenti in valori significativi nelle acque superficiali, aumentano le probabilità di alterazione del materiale genetico dei pesci che lo ingeriscono attraverso le piante di cui si nutrono. Alcune ricerche indicano che il maggior fattore che contribuisce alle assunzioni dell'elemento con la dieta, è la categoria dei prodotti ittici. Fortunatamente negli organismi marini, tra il 90% ed il 99% dell'arsenico totale è costituito dall'elemento in forma organica, principalmente arsenobetaina, che non venendo assunto dal tratto intestinale dell'uomo, è da considerare di scarso interesse tossicologico. In pochi casi si ha biomagnificazione ai vari livelli della catena trofica, con elevata contaminazione di crostacei e molluschi e relativamente bassa di pesci. I pesci piatti presentano tenori più elevati di arsenico rispetto agli altri pesci, che ne assorbono quantitativi 10-20 volte inferiori; tale variabilità è legata alla loro differente alimentazione. Per tale ragione i policheti, che costituiscono una parte importante dell'alimentazione dei pesci piatti, presentano livelli di arsenico molto variabili. Gli uccelli a loro volta possono assorbirlo alimentandosi di pesci, che a loro volta ne contengono quantità già elevate, con il serio rischio di morte per avvelenamento.

Bario

Elevate quantità di bario possono essere trovate in terreni ed alimenti, come noci, alghe, pesci e alcune piante. Il suo elevato utilizzo nell'industria contribuisce in maniera rilevante al rilascio dell'elemento in ambiente; di conseguenza le sue concentrazioni in aria, acqua e nel terreno

possono essere superiori alle concentrazioni naturali. Quando i pesci ed altri organismi acquatici assorbono i composti del bario, esso si accumula nei loro corpi. I composti di bario rimangono solitamente sulla superfice del terreno o nei sedimenti dei terreni acquatici in maniera persistente. Il bario, presente in natura nella maggior parte dei suoli a bassi livelli di concentrazione, può aumentare notevolmente in presenza di contaminazione indotta da rifiuti pericolosi.

Berillio

Il berillio, che può essere presente nell'ambiente in piccole quantità, può passare in forma solubile nelle piante che vi crescono al di sopra in quantità variabili tra 1 e 10 ppb (parti per miliardo), che rappresenta un valore troppo basso per interessare gli animali che si cibano di esse. Il berillio esiste in aria sottoforma di particelle di polvere molto piccole, rilasciato da emissioni industriali, mentre entra nei canali navigabili durante la lisciviazione di terreni e tramite gli scarichi idrici nei ricettori superficiali. L'elemento è generalmente presente nei sedimenti fini, non scendendo in profondità né dissolvendosi nella falda acquifera. Inoltre altri composti chimici tendono a reagire con esso rendendolo insolubile, riducendo pertanto i danni che può causare agli organismi viventi. Di norma non si accumula nel corpo dei pesci. Il berillio può essere presente in alcuni tipi di frutta e verdura, come fagioli nani e pere, e quindi assimilato dagli animali che se ne nutrono; tuttavia generalmente esso viene espulso rapidamente attraverso urina e feci. *Test* di laboratorio hanno indicato che il berillio può causare cancro e mutazioni di DNA negli animali, anche se questa ipotesi non è stata ancora pienamente appurata.

Boro

Il boro è un elemento che si presenta in ambiente principalmente attraverso il processo naturale di rilascio in aria, terreno ed acqua provocato dall'erosione. L'esposizione al boro attraverso aria e acqua potabile non si verifica molto facilmente. Le piante assorbono il boro dal terreno e, attraverso gli animali che si nutrono di esse, può finire nel ciclo alimentare. Il boro può essere trovato nei tessuti animali, ma non tende ad accumularsi. Quando gli animali assorbono grandi quantità di boro in un periodo di tempo relativamente lungo, attraverso cibo o acqua potabile, gli organi riproduttivi maschili ne vengono influenzati. Se esposti durante la gravidanza la prole potrebbe soffrire di difetti di nascita o sviluppo ritardato, mentre la sua inalazione potrebbe provocare irritazioni nasali.

Cadmio

Il cadmio è presente negli alimenti in concentrazioni estremamente variabili, con livelli riscontrati compresi nell'intervallo 0,005-01 ppm di peso fresco, mentre valori più elevati sono stati riscontrati in alcuni cibi particolari, come ad esempio rane e ostriche. Come riportano molti

autori, esiste una correlazione lineare significativa tra contenuto dell'elemento nel vegetale e nel suolo, che indica un suo forte accumulo nella biomassa vegetale che a sua volta può determinare forti decrementi della fotosintesi. L'assorbimento del cadmio da parte delle piante, può condurne alla morte anche a concentrazioni molto basse, provocando ricadute negative anche sui suoli. Difatti quando le concentrazioni di cadmio nel terreno sono elevate, possono influenzare i processi dei microrganismi del terreno e minacciare l'intero ecosistema del suolo. In questi casi è fortemente assorbito dalla materia organica nel terreno e risulta estremamente pericoloso, poiché, analogamente all'alluminio, nei terreni acidificati, aumenta l'assorbimento da parte delle piante e la conseguente disponibilità nella catena trofica. L'assimilabilità dell'elemento ingerito con l'alimentazione nei mammiferi è modesta, solo 1-2% per il ratto, 0,5-3% per la scimmia e 16% per le vacche. Tra gli effetti sanitari dell'intossicazione da Cadmio vi è la diminuzione della fertilità maschile, non solo per gli esseri umani, ma anche per gli organismi animali. Altre specie che assimilano cadmio talora sono soggetti a pressione elevata, problemi al fegato e danni al sistema cerebrale e nervoso.

Il cadmio può accumularsi nei loro corpi soprattutto in presenza di un'alimentazione vegetariana variegata; per questo le mucche possono avere grandi quantità di cadmio nei loro reni. I vermi di terra ed altri organismi essenziali per il terreno, sono estremamente suscettibili all'avvelenamento da cadmio. Negli ecosistemi acquatici il cadmio può bio-accumularsi in mitili, ostriche, gamberi, aragoste e pesci, anche se la loro predisposizione all'elemento può variare notevolmente fra gli organismi acquatici. Organismi da acqua salata sono più resistenti all'avvelenamento da cadmio, rispetto a quelli che vivono in acque dolci.

Cromo & Cromo VI

Il cromo è un metallo essenziale anche per gli animali, rivestendo un ruolo importante nel metabolismo dell'insulina come fattore di tolleranza al glucosio (GTF) e, una volta assorbito e legato nei tessuti biologici, il cromo si ritrova nella forma trivalente. Il cromo metallico e i composti del cromo trivalente non sono normalmente considerati pericolosi per l'ambiente e la salute degli organismi, ma i composti del cromo esavalente (cromati e bicromati) sono molto tossici se ingeriti o inalati. La dose letale di composti di cromo esavalente è, per esempio, nel caso del bicromato d'ammonio, per somministrazione orale LD50 <190 (Cr^{6+}) ppm nel ratto; LD50 rappresenta la dose somministrata, in una volta sola, in grado di uccidere il 50% di una popolazione. L'elemento è classificato come cancerogeno per quasi tutti gli organismi viventi e si sospetta fortemente che i sopra citati composti di cromo producano anomalie o malformazioni nell'embrione. Come visto nel Capitolo 5, solo in casi di bassi valori di pH e di particolari litologie, il Cromo VI è presente in natura, mentre molti composti dell'elemento sono stati e sono

tuttora usati in colori, vernici e nella concia del cuoio; è altresì rinvenuto nei terreni e nelle falde acquifere dei siti industriali abbandonati. La maggior parte del cromo in aria si deposita e finisce nell'acqua o nei suoli, dove è coprecipitato o assorbito dai minerali dei sedimenti fini e diventa quasi immobile, minimizzando il rischio di veicolazione in basso verso la falda freatica, dove solo una piccola parte si dissolve. Il cromo sembra accumularsi nel corpo dei pesci, ma ad alte concentrazioni dovute alla deposizione di prodotti metallici in acque superficiali, può danneggiare le branchie dei pesci che nuotano in prossimità del punto di scarico. Negli animali il bicromato di potassio può causare problemi respiratori, una capacità più bassa di combattere le malattie, problemi di nascita, sterilità e formazione di tumori.

Ferro

Il ferro oltre ad essere un elemento essenziale per gli esseri umani, essendo un composto nutritivo e rivestendo un ruolo importante nei processi naturali, risulta fondamentale anche per la maggior parte delle altre forme di vita compresi i microorganismi. Il ferro è presente in ambiente principalmente sotto forma di ione idrossido $Fe(OH)_2$ in condizioni acide e neutre, ricche di ossigeno. In condizioni parzialmente anossiche, connesse a bassi valori di ossigeno e di potenziale *redox* tendente allo zero, si presenta generalmente in forma di composto binario ($FeCl_2$ cloruro di ferro, Fe_2S_3, solfuro di ferro, ecc.). Il ferro fa parte di molti complessi di chelazione organici e inorganici generalmente solubili in acqua, che spesso svolgono un ruolo importante in natura, come ad esempio l'emoglobina, un agente colorante rosso presente nel sangue che lega e rilascia ossigeno nei processi respiratori. Pur non essendo pericoloso per la vita acquatica, salvo condizioni di chimismo particolare, risulta essenziale per il legame dell'azoto e la riduzione del nitrato. Altresì può essere un fattore limitante per gli organismi acquatici negli strati superficiali e anche per la crescita del fitoplancton. Per quanto concerne le forme di vita marine, la maggior parte delle alghe ne contiene tra 20 e 200 ppm (parti per milione), alcune alghe brune ne possono accumulare sino a 4000 ppm; il pesce di mare ne contiene circa 10-90 ppm e il tessuto di ostriche racchiude circa 195 ppm dell'elemento, con i valori di concentrazioni espressi sotto forma di residuo secco.

Per ciò che riguarda le forme di vita di superficie, le piante verdi utilizzano il ferro per i processi di trasformazione dell'energia. Gli organismi vegetali impiegati come alimenti per animali possono contenere fino a 1000 ppm di ferro, mentre molto inferiori le quantità per quelli destinati al consumo umano. Generalmente le piante contengono tra 20 e 300 ppm di ferro, sempre sotto forma di massa secca, e se i licheni possono contenerne sino al 5,5% per altri organismi può essere dannosa l'assunzione di concentrazioni comprese tra 5 e 200 ppm. La capacità di assorbimento delle piante varia fortemente e non dipende solo dalle concentrazioni di

ferro nel terreno, ma anche dai valori di pH, dalle concentrazioni di fosfato e dalla competizione tra ferro e altri metalli pesanti. Quando i terreni contengono poco ferro idrosolubile, le piante possono avere problemi di crescita, anche in situazioni in cui ne sono presenti quantità sufficienti, ma in condizioni di pH elevato che ne riduce il contenuto conducendolo alla precipitazione. Vale la pena segnalare che alcuni composti di ferro possono causare un impatto ambientale molto più grave rispetto all'elemento stesso. Valori di LD50 note per i ratti sono presenti nei seguenti composti: 1872 ppm nel ferro acetil acetonato $Fe(C_5H_7O_2)_3$, 984 ppm nel cloruro di ferro $FeCl_2$ e 5 ppm nel ferro penta carbonilico $Fe(CO)_5$.

Litio

A causa della sua elevata reattività, l'elemento non si trova in ambiente allo stato metallico ma si presenta sempre legato ad altri elementi o composti. La presenza di piccole quantità di litio è stata riscontrata in numerose specie di piante, negli animali inferiori, nei tessuti dei Mammiferi, in alcuni organi dei pesci. Nei Mammiferi il litio ha una capacità di espulsione dal sistema renale più elevata di quella del sodio, per cui la sua somministrazione facilita l'eliminazione dell'acqua. Gli organismi marini tendono al bioaccumulo di litio più di quelli terrestri. Il significato biologico di questo elemento ad oggi è tuttavia ancora poco conosciuto non essendo noto se esso abbia un ruolo fisiologico e/o provochi danni collaterali ad uno qualsiasi di questi organismi.

Manganese

Nelle piante gli ioni del manganese sono trasportati alle foglie dopo l'assorbimento dal terreno, processo che può determinare disturbi di crescita delle piante, anche in caso di assorbimento scarso, in quanto tale elemento interferisce nei meccanismi di scissione dell'acqua in idrogeno e ossigeno. Oltre a fenomeni connessi alla sua carenza, può causare sintomi di tossicità nelle piante, ad esempio in condizione di pH acido. Concentrazioni altamente tossiche dell'elemento nei suoli possono causare gonfiamento delle pareti delle cellule, appassimento di rami e comparsa di chiazze marroni sulle foglie; d'altro canto anche una sua carenza potrebbe causare questi effetti. Tra le concentrazioni tossiche e le concentrazioni che causano carenza, è stato individuato un piccolo *range* di concentrazioni ottimali per lo sviluppo delle piante. Il cibo costituisce la maggiore fonte di assunzione dell'elemento per molti organismi, con i livelli più alti che si riscontrano nel riso e nel frumento. Per ciò che riguarda gli organismi, diatomee, molluschi e spugne accumulano manganese; i pesci possono averne fino a 5 ppm e mammiferi fino a 3 ppm di nei loro tessuti, sebbene ne contengano normalmente circa 1 ppm. Come rilevato in precedenza (Cfr. Capitolo 2) composti dell'elemento esistono naturalmente nell'ambiente. Per gli animali costituisce un componente essenziale di oltre trentasei enzimi usati per il metabolismo di carboidrati, proteine e grassi. Gli organismi che assumono scarso manganese

possono avere problemi di sviluppo, di formazione ossea e di riproduzione. Per alcune specie animali invece la dose mortale è abbastanza bassa, il che significa che hanno poche probabilità di sopravvivere anche assumendone piccole dosi che superano quella essenziale. Composti dell'elemento possono causare problemi a polmoni, fegato e vasi sanguigni, diminuzione della pressione sanguigna, problemi di sviluppo dei feti animali e danni al cervello. Quando l'assorbimento del manganese avviene attraverso la pelle può causare tremito e problemi di coordinazione. Prove di laboratorio con le cavie hanno indicato che un grave avvelenamento potrebbe essere in grado di causare lo sviluppo di tumore negli animali.

Mercurio

Il mercurio è un composto che può essere trovato naturalmente nell'ambiente, anche se non in maniera diffusa, sia in forma metallica che sotto forma di sali di mercurio o in composti organici del mercurio; tuttavia il maggior contributo è originato dalle attività umane. Il mercurio non si trova naturalmente nelle derrate alimentari, ma può diffondersi nelle specie vegetali, compresi gli alimenti, in quanto introdotto nella catena alimentare da organismi più piccoli come ad esempio dai pesci. La concentrazione di mercurio nei pesci solitamente supera notevolmente la concentrazione nell'acqua in cui vivono, così come anche i prodotti di allevamento del bestiame possono contenere elevate quantità di mercurio. Il mercurio non è solitamente trovato nei prodotti vegetali, ma vi si può rinvenire qualora in agricoltura vengono spruzzati prodotti contenenti mercurio. Il mercurio nei suoli può accumularsi in fanghi, e le acque superficiali acide ne possono contenere quantità significative. Quando i valori di pH sono fra 5 e 7, le concentrazioni del mercurio nell'acqua aumentano a causa della mobilitazione del mercurio nel terreno. Una volta che il mercurio raggiunge le acque superficiali o il terreno, i microrganismi possono convertirlo in mercurio metilico, una sostanza che può essere assorbita rapidamente dalla maggior parte degli organismi ed è nota per causare danni al sistema nervoso. I pesci sono organismi che assorbono quotidianamente elevate quantità di mercurio metilico dalle acque superficiali, di conseguenza l'elemento si inserisce nella catena alimentare di cui essi fanno parte. Gli effetti del mercurio sugli animali sono danni ai reni, stati di ulcerosi dello stomaco, danneggiamento degli intestini, problemi riproduttivi ed alterazione del DNA.

Nichel

La maggior parte dei composti di nichel che sono liberati nell'ambiente, sono assorbiti dai minerali o dalle particelle del terreno, per poi diventare usualmente immobili. Tuttavia, nei terreni silicei il nichel può diventare più mobile percolando nelle acque freatiche. Elevate concentrazioni di nichel nei suoli, specie in terreni sabbiosi, possono danneggiare visibilmente le piante, mentre in acque di superficie possono diminuire i tassi di crescita delle alghe. Alcuni

microrganismi possono soffrire di declino di crescita dovuto alla presenza di nichel, ma, trascorso un certo periodo, ne sviluppano solitamente resistenza. Per gli animali il nichel è un alimento essenziale in piccole quantità, ma che diviene pericoloso se si superano i limiti massimi di tollerabilità. Ciò può causare vari tipi di cancro, soprattutto negli animali che vivono nei pressi di raffinerie e poli industriali chimici. L'assunzione dell'elemento con la dieta risulta quanto mai scarsa: concentrazioni variabili tra 0 e 2,59 ppm sono state osservate per alcuni vegetali e tra 0,3-1,7 ppm per alcuni organismi marini. A differenza dell'uomo, per molte specie animali il nichel è considerato un elemento essenziale, e la maggior parte di esso si ritrova nel sangue, nei muscoli, nel grasso, nelle ossa e nei tessuti connettivali; altri organi di accumulo sono il fegato e i reni. Il nichel non è noto per accumularsi in piante o in animali, di conseguenza non si può bioingrandire nel ciclo alimentare.

Piombo

Analogamente al mercurio, la maggior parte del piombo che si trova in ambiente è prodotto da attività umane e il suo rilascio in ambiente, oltre che per il *fall-out* atmosferico delle emissioni, può essere determinato dalla corrosione di tubature di piombo negli impianti di distribuzione dell'acqua e dalla corrosione delle vernici al piombo. Così come per la maggior parte dei metalli il piombo non può essere distrutto, ma soltanto convertito in altre forme. Indagini condotte sul comportamento del Pb nei suoli, ne indicano un comportamento variabile in funzione delle loro caratteristiche geologiche, essendo controllata dalla solubilità dei minerali presenti. Alcuni autori (Davies B.E., (1992) e Adriano D.C. (1986)) hanno effettuato numerose ricerche riguardo la biodisponibilità dell'elemento nei suoli, rivelando che esiste una correlazione lineare tra la concentrazione dell'elemento nel suolo e quella nel vegetale. Secondo Baes C.F et al. (1984), la concentrazione del Piombo negli organi vegetativi e quiescenti delle piante è in media rispettivamente il 4,5% ed il 0,9% della concentrazione dell'elemento nel suolo. Quando raggiunge alte concentrazioni, viene immobilizzato dalla suberificazione dell'epidermide radicale, mentre la capacità di assimilarlo negli organismi varia da specie a specie e risente della fase vegetativa. Altri studi hanno dimostrato che il piombo assorbito dal suolo viene confinato in misura maggiore nelle radici (fatta eccezione per poche piante erbacee), una piccola parte si accumula nelle foglie e i germogli, mentre una frazione ancora inferiore raggiunge gli animali attraverso il foraggio. Il Piombo blocca la respirazione mitocondriale e altera il trasporto di elettroni nella fotosintesi: in altri termini inibisce il metabolismo vegetale. Le funzioni del terreno sono disturbate dalla sua presenza, in particolar modo in aree limitrofe alle strade principali e dei terreni coltivabili, dove può essere presente anche in concentrazioni elevate. Anche gli organismi terrestri possono soffrire di avvelenamento da piombo, la cui assunzione

può essere modificata da due ulteriori fattori indiretti che ne variano fortemente la disponibilità: il deposito di inquinanti come particolato atmosferico sulle parti esterne dei vegetali e i periodi di inattività o di crescita attiva degli stessi dovuti alle variazioni stagionali. Il piombo è un elemento chimico particolarmente pericoloso poiché si accumula nei corpi di organismi acquatici e terrestri, entrando nell'intera catena alimentare. Effetti sulla salute dei crostacei possono avvenire anche con sole piccole concentrazioni, arrivando a disturbare le funzioni metaboliche del fitoplancton con il solo suo intervento. Quest'ultimo rappresenta una delle principali fonti di produzione di ossigeno nel mare e molti organismi marini superiori se ne nutrono. L'esposizione di un pesce d'acqua dolce a parecchie concentrazioni sub-letali (5 ppm) di nitrato di piombo per un periodo di 30 giorni, ha rivelato un accumulo significativo nel sangue e nei tessuti. Inoltre il medesimo *test* effettuato durante la fase preparatoria al ciclo riproduttivo annuale, ha evidenziato una riduzione dei livelli totali di lipidi, fosfolipidi e di colesterolo nel tessuto delle ovaie e del fegato. Altre ricerche hanno indicato che il piombo bioaccumulato presenta una specifica distribuzione negli organi, con livelli elevati nel sangue, in reni, branchie, fegato, cervello e una quantità relativamente inferiore nei tessuti muscolari e nelle ovaie. Gli uccelli acquatici sono il gruppo più affetto da contaminazione cronica da piombo degli ecosistemi acquatici. Quelli che riescono ad evitare di essere uccisi o feriti dai cacciatori, possono subire avvelenamento da piombo dovuto all'ingestione mentre si alimentano di pesce. Molti altri uccelli acquatici soffrono degli effetti sub-letali, rendendoli vulnerabili alla malattia ed alla predazione. Gli effetti fisiologici avversi includono anemia, paralisi e danneggiamento del sistema nervoso, del fegato e dei reni.

Rame

Il rame è una sostanza molto comune presente naturalmente in ambiente, con la maggior parte dei suoi composti; sono incorporati e/o adsorbiti nelle fasi mineralogiche di neoformazione, nei composti colloidali, nella fase amorfa e nella sostanza organica dei suoli, in particolare nei sedimenti. Il destino dei metalli, una volta inglobati, dipende strettamente dalla stabilità delle fasi, dalla loro capacità di scambio ionico, ecc. A causa della sua scarsa mobilità difficilmente entra nelle acque sotterranee, mentre in quelle superficiali può compiere grandi distanze, sospeso sulle particelle di fango o come ioni liberi. Il rame, come la maggior parte dei metalli, in virtù dell'elevata biodisponibilità, di accumulo residuale o di fenomeni di mobilizzazione può accumularsi in piante ed animali. Sui terreni ricchi di rame soltanto un numero limitato di piante ha possibilità di sopravvivere e, seppur ancora utilizzato in agricoltura, può costituire un pericolo alle produzioni dei terreni coltivabili. Il rame può condizionare la produttività dei terreni in funzione della sua acidità e della presenza e decomposizione di materia organica attraverso il suo

influsso negativo sull'attività dei microrganismi e dei vermi. Quando i terreni coltivabili ne sono inquinati, anche gli animali ne assorbono concentrazioni dannose per la loro salute, soprattutto gli ovini, manifestando i suoi effetti anche in concentrazioni ragionevolmente basse. Altri animali particolarmente sensibili al metallo sono i ruminanti, che dimostrano sintomi di intossicazione già con 8-10 ppm di rame nel foraggio. Il suino e suidi in genere sopportano meglio di altre specie l'assunzione cronica dell'elemento e per osservare sintomi di tossicosi benigna, bisogna superare la dose di 400 ppm. Anche se composti solubili di rame costituiscono un serio rischio per l'ambiente, principalmente connesso a pratiche agricole, rispetto ad altri metalli, è stato considerato meno pericoloso dalla Commissione europea e dagli esperti degli Stati Membri, in virtù degli elevati valori di soglia di tossicità nelle matrici ambientali.

Selenio

Il selenio è un elemento molto diffuso anche se non uniformemente. Quando non reagisce con l'ossigeno rimane abbastanza immobile, diminuendo il rischio di assimilazione per gli organismi. I livelli di ossigeno e l'acidità presenti nel terreno, derivanti da attività umane come processi industriali ed agricoli, tendono ad aumentarne le forme mobili. La sua quantità presente in un suolo e soprattutto la sua disponibilità, dipende essenzialmente dalla forma chimica in cui è presente, influenzando l'accumulo dell'elemento da parte delle piante. Il pH ed il potenziale *redox* del suolo ne influenzano la disponibilità; in condizioni acide tende a legarsi fortemente alle particelle di argilla ed ai complessi del ferro, mentre nei suoli fortemente alcalini, essendo debolmente adsorbito dai colloidi del suolo, è prontamente disponibile per l'assorbimento da parte delle piante. In questo modo, alcune piante possono essere definite indicatori primari di selenio per la loro abilità nell'accumulare questo elemento. Molti composti di selenio sono tossici e capaci di uccidere gli animali da laboratorio in singole piccole dosi, come 1,5-6 ppm. Alcuni studi evidenziano come il suo accumulo nei tessuti del corpo degli organismi, viene poi trasmesso a specie superiori tramite la catena alimentare. Solitamente il bioingrandimento del selenio inizia quando gli animali si nutrono delle piante che ne hanno assorbito grandi quantità. Vista la sua presenza naturale nelle acque superficiali, tende ad essere molto alto negli organismi acquatici. Quando gli animali ne accumulano concentrazioni estremamente elevate, possono avere problemi riproduttivi e difetti di nascita. In combinazione con altri elementi, però, il selenio può impedire o alleviare gli effetti tossici derivanti dall'avvelenamento da arsenico, cadmio, mercurio, platino e argento.

Stagno

L'ossido di stagno è insolubile e molto resistente alla corrosione; quindi la sua quantità presente in terreni e nella matrice acque è estremamente bassa. Lo stagno, sotto forma metallica, non è

molto tossico per nessun organismo, mentre la forma più tossica è quella organica. I componenti organici dello stagno possono mantenersi nell'ambiente per un lungo periodo di tempo, essendo molto persistenti e poco biodegradabili. I microrganismi hanno molta difficoltà a scindere questi composti nei casi in cui essi si sono accumulati nelle acque residuali presenti nei terreni da molti anni favorendone l'aumento nella forma organica. Lo stagno organico può diffondersi attraverso i sistemi idrici una volta adsorbito sulle particelle di fango ed è in grado di provocare ingenti danni agli ecosistemi acquatici in quanto molto tossiche per funghi, alghe e fitoplancton, organismi fondamentali nell'ecosistema acquatico dove, oltre a fornire ossigeno, sono parte importante del ciclo alimentare. Lo stagno organico è anche noto per disturbare lo sviluppo, la riproduzione, i sistemi enzimatici e l'alimentazione degli organismi acquatici. Esistono molti tipi differenti di complessi organici dello stagno aventi tossicità estremamente diversificate: ad esempio il tributilstagno è il più tossico per pesci e funghi, mentre il trifenilstagno è molto più nocivo per il fitoplancton. L'esposizione avviene principalmente nello strato superiore dell'acqua, dove i composti di stagno organico tendono ad accumularsi.

Tallio

Il tallio è parzialmente solubile in acqua e di conseguenza può essere disperso in falda; se i terreni ne contengono grandi quantità e rilasciato in ambiente tramite assorbimento nel fango. Si è riscontrata una certa mobilità del tallio all'interno dei terreni; inoltre è notorio che i suoi composti sono tossici e devono essere maneggiati con cura. Il tallio è molto nocivo per i topi (e per questo motivo è utilizzato come veleno) ed ha inoltre effetti negativi sulle piante, ad esempio fa cambiare colore alle foglie e ne disturba lo sviluppo. I mammiferi, come i conigli, sono sensibili agli effetti tossici del tallio quanto gli esseri umani.

Vanadio

Nella maggior parte dei terreni sono presenti quantità variabili di vanadio, essendo tale elemento assunto dalle piante in livelli che ne riflettono la relativa disponibilità in ambiente. Da un punto di vista biologico esso è un componente essenziale di alcuni enzimi, specialmente il nitrogenasi del vanadio, usato da alcuni microorganismi, e in grado di fissare l'azoto. Il vanadio può essere trovato nell'ambiente in alghe, piante, invertebrati, pesci ed in molte altre specie. L'elemento si accumula notevolmente in granchi e mitili, che possono avere concentrazioni di circa 105 - 106 volte più elevate di quelle rilevate nell'acqua di mare. Il vanadio causa l'inibizione di certi enzimi negli animali e, a cascata, provoca notevoli effetti neurologici; può inoltre causare disturbi di respirazione, paralisi ed effetti negativi su fegato e reni. Le prove di laboratorio con animali cavia, hanno dimostrato che il vanadio può causare danni al sistema riproduttivo degli animali maschili e accumularsi nella placenta femminile. Il vanadio in alcuni casi può causare

l'alterazione del DNA, ma non può causare il cancro negli animali. Sebbene ci siano stati progressi nelle conoscenze sugli effetti e sul ruolo biologico del metallo negli organismi animali, ci sono poche informazioni sull'esposizione, sui danni al metabolismo e sulle concentrazioni nei tessuti, in virtù di difficoltà analitiche nella determinazione a piccole concentrazioni.

Zinco

Lo zinco si presenta naturalmente in aria, acqua e nel terreno, ma i suoi valori stanno aumentando in maniera esponenziale a causa delle attività antropiche. Per quanto riguarda le piante, specialmente per quelle ad alto fusto, lo zinco rappresenta un fattore di crescita e il suo accumulo può modificare il ciclo biogeochimico dell'elemento. Inoltre in qualità di micro-nutriente, svolge l'importante funzione biochimica di potenziatore di molti enzimi. Lo zinco è una sostanza molto comune che si trova in natura contenuto in molte specie vegetali, anche di interesse alimentare. In virtù del vasto utilizzo in agricoltura, grandi quantità di zinco possono essere rinvenute nei suoli di fattorie, con il serio rischio che gli animali possano assorbire concentrazioni dannose per la loro salute. Lo zinco solubile in acqua presente nel terreno può contaminare l'acqua freatica. Inoltre a causa dello scarico degli impianti industriali e delle acque reflue non adeguatamente depurate, se ne possono rinvenire elevate quantità in soluzione e nei sedimenti depositati; ciò causa il suo accumulo nel corpo di alcuni pesci, quando essi vivono in canali navigabili che ne sono contaminati, con la relativa bioamplificazione nel ciclo alimentare.

CAPITOLO 9: FORMULAZIONE DELL’ERA

9.1. ERA: CONFRONTO TRA VDFN E LIVELLI DI ESPOSIZIONE DEI ROI

Criteri operativi adottati per l'elaborazione dell'ERA

L'elaborazione dell'ERA è stata effettuata tramite il *software* ECORISK_R3.3.MDB del Los Alamos Laboratory, una guida contenente una banca dati tossicologica e altri dati di laboratorio necessari per la valutazione del rischio ecologico. I componenti chiave per il calcolo dell'ERA sono i livelli di *screening* ecologico (ESL) sviluppati per ogni sostanza chimica e recettore. In questo *database* sono stati calcolati gli ESL per la valutazione del rischio, in maniera tale che se un sito contaminato presenta concentrazioni di una sostanza chimica al di sopra dell'ESL, si può assumere che essa comporti un potenziale rischio per l'ambiente e i suoi ricettori. Le ESL che sono state sviluppate in ogni matrice ambientale esaminata (suolo, sedimento o acqua), non tengono conto dell'azione cumulativa di più sostanze contaminanti. Per ciò che concerne i dati ecotossicologici di riferimento, il *software* tiene conto dell'incertezza relativa all'identificazione delle sostanze potenzialmente pericolose, basandosi su due livelli di *screening* ecologico. Il primo, in cui i composti non hanno effetto sui ricettori (NO ESL) e un secondo, a basso impatto ecologico (LOW-ESL), in cui si cominciano a rilevare gli effetti avversi. Va rilevato che per il loro calcolo, sono stati tenuti in debita considerazione i fattori di bioconcentrazione e bioaccumulo di tutte le sostanze chimiche di tutti i recettori contenuti nel *database*.

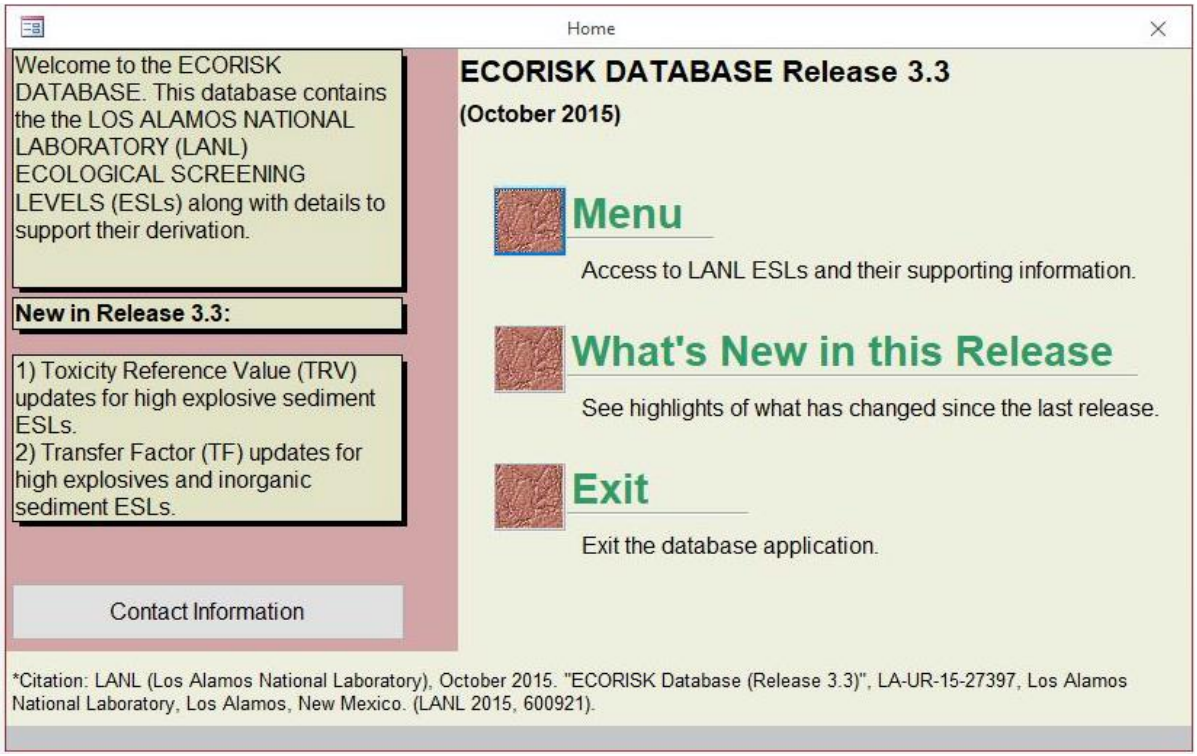


Figura 9.1: schermata del software ECORISK_R3.3.MDB del Los Alamos Laboratory.

A monte dell'estrapolazione e utilizzo dei dati ecotossicologici per l'ERA, è stata effettuata una scrematura delle specie animali e vegetali contenuti nella banca dati del *software*, individuando

quelle più rappresentative presenti nell'area di studio. Come accennato in precedenza l'ERA verrà effettuata, tramite il confronto dei due livelli ESL, dei dati ambientali delle matrici suolo-sottosuolo, acque sotterranee e acque superficiali (VDFN e dati antropici).

Scelta dei recettori ecologici di rilievo (ROI - Receptors of Interest)

Dall'esame della banca dati sono state individuati i ricettori riportati in Tabella 9.1. Oltre alle specie faunistiche similari, sono stati ritenuti idonei al confronto anche le specie genericamente raggruppate sotto le denominazioni Organismi di comunità acquatiche e piante autotrofe.

ROI presente nella banca dati ECORISK_R3.3.MDB	ROI compatibile con le specie presenti nell'area di studio
Aquatic community organisms - sediment	Organismi di comunità acquatiche
Generic plant (Terrestrial autotroph - producer)	Piante autotrofe (generiche)
American kestrel (Avian top carnivore)	Aquila reale (Aquila chrysaetos)
American kestrel (insectivore / carnivore)	Gheppio (Falco tinnunculus)
American robin (Avian herbivore)	Tordo Bottaccio (Turdus philomelos)
American robin (Avian insectivore)	Pettirosso (Erithacus rubecola)
Deer mouse (Mammalian omnivore)	Topo campagnolo (Microtus arvalis)
Earthworm (Soil-dwelling invertebrate)	Lombrico (Lumbricus)
Occult little brown myotis bat (Mammalian aerial insectivore)	Pipistrello comune (Chiroptera)
Red fox (Mammalian top carnivore)	Volpe (Vulpes vulpes)
Violet-green Swallow (Avian aerial insectivore)	Rondine comune (Hirundinidae)

Tabella 9.1: specie della Bassa Vallesina compatibili con quelle presenti nella banca dati ECORISK_R3.3.MDB

Dati relativi alle sostanze chimiche di rilievo (COI - Chemicals of Interest)

I dati ambientali confrontati con i due livelli ESL sono riportati nella tabella 9.2 per i suoli, nella tabella 9.3 per le acque (superficiali e sotterranee).

MATRICE SUOLO SOTTOSUOLO DATI DI INPUT PER ELABORAZIONE ERA (u.m. in mg/Kg)												
Parametri oggetto di studio dei VDFN	Bacino Marchigiano esterno (BME)								Domini Appenninici (DA)			
	Ghiaie		Sabbie Limose		Limi sabbiosi		Limi argillosi		Sabbie Limose		Limi sabbiosi	
	UPL	USL	UPL	USL	UPL	USL	UPL	USL	UPL	USL	UPL	USL
Alluminio	8880	11758	21458	35661	32861	40729	66502	67468				
Arsenico							11,7	35,24	4,2	9,31	7,06	13,23
Berillio									10,83	29,6	2,01	2,04
Litio									34,15	70,01	48,07	100,7
Cromo Tot.	122,4	156,2	162,3	574,5	324	615,6	121,7	161,9	56,52	76,32	104,9	191,8
Ferro	10074	12788	25703	33170	47378	57429	53893	78391				
Nichel	238,2	274,6	402	504	486,1	1465	90,99	171,8	48,82	63,52	78,22	101,2
Piombo							81,12	96	39,77	99,11	26,88	50,82
Rame	29,32	44,07	54,76	117,9	74,42	133,4	279	313	58,23	97,61	57,35	73,21
Zinco	101,7	203,2	164,3	438,8	186,8	319,2	313,9	352	81,4	104,9	110,5	142
Parametri con numero di campioni <30	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Berillio	0,25	2,3	0,02	0,66	0,02	2,49	0,7	2,6				
Cadmio									0,5	0,843	0,5	1,66
Manganese	310	764	471	840	344		2,6					
Mercurio	0,02	2,5	0,02	0,17	0,02	0,01	0,02		0,5	0,604	0,5	3,77
Selenio	0,2	3,4	0,2	3,2	0,2	1,7	0,2					
Stagno	10	80	10	80	10	80	80					
Tallio	0,1	0,5	0,1	1	0,1	0,23	0,2	0,7				
Vanadio	89	10	20	61	20	104,1	20	164,3				

Tabella 9.2: dati di input ERA matrice suolo-sottosuolo.

MATRICE ACQUE SOTTERRANEE DATI DI INPUT PER ELABORAZIONE ERA (u.m. in µg/l)										
Area prelievo	ID/ANALITA	Alluminio	Arsenico	Bario	Boro	Cadmio	Cromo (VI)	Cromo totale	Ferro	Manganese
Serra San Quirico	MINIMO	235,0	5,13			0,5	2,1	7,8	330,0	84,0
	MASSIMO	1,0	0,5			0,1	0,0025	0,5	1,0	1,0
ingresso API	MINIMO	104,0	1,3			0,1		0,5	167,0	143,0
	MASSIMO	2,0	0,1			0,1		0,1	5,0	0,1
Area prelievo	ID/ANALITA	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Selenio	Stagno	Tallio	Vanadio	Zinco
Serra San Quirico	MINIMO	0,21	9,9	74,5	60,0					399,0
	MASSIMO	0,03	1,1	1,0	4,0					2,0
ingresso API	MINIMO	0,2	3,4	0,6	1,7	1,9	0,8	0,1	0,5	26,8
	MASSIMO	0,1	0,6	0,1	0,1	0,7	0,1	0,1	0,1	1,7

MATRICE ACQUE SUPERFICIALI DATI DI INPUT PER ELABORAZIONE ERA (u.m. in µg/l)										
Area prelievo	ID/ANALITA	Alluminio	Arsenico	Bario	Boro	Cadmio	Cromo (VI)	Cromo totale	Ferro	Manganese
Serra San Quirico	MINIMO		0,70	45,0	167,0	0,1	0,5	0,0025	5,0	0,4
	MASSIMO		5,1	172,0	1000,0	1	0,6	0,0025	245,0	1
ingresso API	MINIMO	105,0	1,6			0,1		1,7	153,0	5,0
	MASSIMO	0,1	0,1			0,1		0,3	5,0	0,1
Area prelievo	ID/ANALITA	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Selenio	Stagno	Tallio	Vanadio	Zinco
Serra San Quirico	MINIMO	0,03	1,1	0,8	1,0	1,0				5,7
	MASSIMO	0,03	1,3	3,7	38,0	2,1				118,0
ingresso API	MINIMO	0,1	3,7	3,1	4,2	1,5	0,3	0,1	0,5	25,0
	MASSIMO	0,1	0,2	0,1	0,1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,5

Tabella 9.3: dati di input ERA matrice acque sotterranee e acque superficiali.

Risultati elaborazione ERA in presenza di VDFN

Per ciò che riguarda i suoli il confronto tra i VDFN - valori massimi e i livelli ESL a basso impatto ambientale, ha evidenziato un potenziale rischio di minimi effetti avversi per alcuni ROI da parte di alcuni metalli (per i dettagli sui parametri idrochimici e i risultati del confronto analitico dei valori si rimanda all'Allegato H). La validità di questi risultati andrebbe trattata con le debite cautele, visto che per il confronto sono stati utilizzati l'*Upper Simultaneous Limit* (USL), la soglia più alta per la definizione dei VDFN, e i valori *max* per gli altri analiti, con un numero di campioni statisticamente non rappresentativo. Le elaborazioni statistiche dei dati relativi ai suoli dei DA e del BME, hanno evidenziato che le distribuzioni presentano andamenti non simmetrici, in cui la maggior parte dei metalli, fatta eccezione per lo zinco, hanno la maggior parte dei valori al di sotto del limite di rilevabilità analitico con sporadici picchi di valori superiori, anche di un ordine di grandezza, rispetto alla loro media. Seppur il confronto con i dati di letteratura, "giustifichino" da un punto di vista geochimico la presenza di questi *hot-spots*, le determinazioni analitiche rivelano che si tratta di fenomeni puntuali e circoscritti ad ambiti areali e di profondità molto ristretti. Ad ogni modo l'ERA ha rivelato che i potenziali effetti avversi in ambiente coinvolgono gli organismi di comunità acquatiche, piccoli volatili e roditori principalmente ad opera di Arsenico, Cromo totale, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio e Vanadio. Gli USL e i massimi valori che hanno superato i livelli ESL, rientrano comunque nello stesso ordine di grandezza. Per l'alluminio l'applicazione del *software* ECORISK_R3.3.MDB ha indicato un rischio di esposizione minimo per i ROI in presenza di

valori di pH inferiori a 5,5. Per le acque, sia superficiali che sotterranee, il potenziale rischio di esposizione minimo apparirebbe molto più moderato, poiché i metalli dei campioni utilizzati per il confronto mostrano valori abbastanza contenuti; ciò si verifica anche nei piezometri in ingresso alla raffineria che rappresentano il recapito finale delle acque della Bassa Vallesina prima di sfociare in mare. Anche in questo caso, come per i suoli, il confronto tra ESL e valori massimi rivelano valori dello stesso ordine di grandezza, con i potenziali effetti avversi di Bario, Boro, Rame, Piombo e Zinco che riguardando esclusivamente organismi di comunità acquatiche.

9.2. ERA E VALORI DI ESPOSIZIONE IN PRESENZA DI CONTAMINAZIONE

Dati dei monitoraggi e contaminazione antropica della Bassa Vallesina

Come visto in precedenza, il confronto tra VDFN, valori massimi di USL, con i livelli ecotossicologici minimi ESL, ha rivelato un potenziale rischio indotto dalla presenza di metalli/metalloidi in ambiente, specie per i suoli della bassa Vallesina, i cui dati ambientali noti sono scarsi e riguardano per lo più i siti contaminati in procedimento di bonifica. Seppur la formulazione dell'ERA per la matrice acque abbia fornito risultati tutto sommato confortanti, ben altra valenza assumono i rilievi eseguiti dagli Enti preposti che hanno rivelato contaminazione da metalli e da altri contaminanti quali idrocarburi, solventi e composti organici. Nelle Tabelle 9.4÷9.8 si riportano gli esiti di alcuni monitoraggi ambientali svolti nella bassa Vallesina, caratterizzati dalla presenza di contaminazione dei comparti ambientali.

Stato chimico

Codice corpo idrico	Stato chimico corpo idrico	Codice stazione	Stato chimico stazione	Parametro con superamento	Unità di misura	Valore medio
IT11C_AV_ESI	CATTIVO	AN-06105	CATTIVO	Tetrachloroethylene	µg/l	1,3
		AN-07052	BUONO			
		AN-07055	BUONO			
		AN-07077	BUONO			
		AN-07112	BUONO			
		AN-07169	BUONO			
		AN-07247	BUONO			
		AN-07261	BUONO			
		AN-07262	CATTIVO	Tetrachloroethylene	µg/l	2,7
		AN-12059	CATTIVO	Trichloromethane	µg/l	0,2
				Cromo totale	µg/l	2172
				Tetrachloroethylene	µg/l	16,7
				Cromo VI	µg/l	2121
		AN-12066	BUONO			
		AN-12067	CATTIVO	Nitrati	mg/l	164
		AN-12068	CATTIVO	Nitrati	mg/l	129
		AN-12074	CATTIVO	Nitrati	mg/l	211
		AN-12075	CATTIVO	Nitrati	mg/l	55
		AN-12083	CATTIVO	Nitrati	mg/l	75
		AN-12088	CATTIVO	Tetrachloroethylene	µg/l	2,6
		AN-12114	BUONO			
		MC-06129	BUONO			
		MC-07193	BUONO			

Tabella 9.4: Dati monitoraggio acque sotterranee Bassa Vallesina 2013-2015, la stazione AN-12059 è relativa ad un pozzo ubicato in località Monsano non distante dalla ex-RCD; fonte Analisi conoscitiva preliminare integrata sugli aspetti ambientali e sociali ed economici del territorio, a cura del Comune di Jesi.

Sondaggio	Contaminante	Limite max CSC All 5, Tab.1, Col. A D.Lgs. 152/2006 mg/kg s.s.	Valore mg/kg s.s.
S2	Idrocarburi pesanti C>12	50	592-1457-1490
S2	Benzo (a) Antracene 0	0,5	5
S2	Benzo (a) Pirene 0,1	0,1	2,93
S2	Benzo (b) Fluorantene	0,5	5,07
S2	Benzo (g,h,i,)Perilene	0,1	5,03
S2	Benzo (b) Fluorantene	0,5	3,49
S2	Indenopirene	0,1	3,38
S2	Pirene	5	7,47
S2	Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34)	10	26,2
S3	Idrocarburi pesanti C>12	50	325-439-73
S4	Idrocarburi pesanti C>12	50	87-150-742
S7	Stagno	1	6,1

Tabella 9.5: dati caratterizzazione ambientale matrice suolo-sottosuolo ex Caserma Saracini di Falconara Marittima, fonte http://www.comitati-cittadini.org/wp-content/uploads/2016/05/20160511-ok-presentazione-x-audizione-def-last.pdf.

Piezometri	Contaminante	Limite max CSC All 5, Tab. 2, D.Lgs. 152/2006 µ□g/l	Valore µg/l
PZ1	Alluminio	200	1100
PZ1	Ferro	200	1644
PZ1	Manganese	50	347
PZ2	Idrocarburi totali	350	1732
PZ2	Alluminio	200	325,8
PZ2	Ferro	200	471
PZ2	Manganese	50	300
PZ3	Idrocarburi totali	350	2359
PZ3	Manganese	50	1355

Tabella 9.6: dati caratterizzazione ambientale matrice acque sotterranee ex Caserma Saracini di Falconara Marittima, fonte http://www.comitati-cittadini.org/wp-content/uploads/2016/05/20160511-ok-presentazione-x-audizione-def-last.pdf.

PIEZOMETRI IN INGRESSO ALLA RAFFINERIA: FALDA SUPERFICIALE - VALORI DI CONTAMINAZIONE ANTROPICA									
ID	analita	nitrati (mg/l)	cloroformio (µg/l)	11_dicloroetilene (µg/l)	12_dicloropropano (µg/l)	tricloroetilene (µg/l)	tetracloroetilene (µg/l)	esaclorobutadiene (µg/l)	som_organoalog (µg/l)
	CSC/prelievo	*50**	*0,15*	*0,05*	*0,15*	*1,5*	*1,1*	*0,15*	*10*
P201	1° sem 2014	37,6	0,03	<0,005	<0,01	<0,1	1,7	0,02	1,8
P301	1° sem 2014	23,7	<0,01	<0,005	<0,01	<0,1	2,6	<0,01	2,6
P402	1° sem 2014	26,1	<0,01	<0,005	<0,01	<0,1	9,3	<0,01	9,3
P501	1° sem 2014	23,5	<0,01	<0,005	<0,01	0,1	3,8	<0,01	3,9
P700	1° sem 2014	24,7	<0,01	<0,005	<0,01	<0,1	1,8	<0,01	1,8
P201	2° sem 2014	47,3	<0,01	<0,005	<0,01	<0,1	2	<0,01	2
P301	2° sem 2014	39,3	<0,01	<0,005	<0,01	<0,1	2,2	<0,01	2,2
P402	2° sem 2014	49,4	<0,01	<0,005	<0,01	<0,1	9,3	<0,01	9,3
P501	2° sem 2014	37,5	<0,01	0,02	0,02	<0,1	3,8	<0,01	3,8
P700	2° sem 2014	19	<0,01	<0,005	<0,01	<0,1	1,4	<0,01	1,4
P201	1° sem 2015	34,6	< 0,01	< 0,005	< 0,01	< 0,1	1,3	< 0,01	1,3
P301	1° sem 2015	26,6	< 0,01	< 0,005	< 0,01	< 0,1	2	< 0,01	2
P402	1° sem 2015	39,9	< 0,01	< 0,005	< 0,01	< 0,1	8,2	< 0,01	8,2
P501	1° sem 2015	27,4	< 0,01	< 0,005	< 0,01	< 0,1	2,9	< 0,01	2,9
P700	1° sem 2015	26,6	< 0,01	< 0,005	< 0,01	< 0,1	2,3	< 0,01	2,3
P201	2° sem 2015	35,3	<0,01	<0,005	<0,01	<0,1	1,9	<0,01	1,9
P301	2° sem 2015	20,7	<0,01	<0,005	<0,01	0,2	2,3	<0,01	2,5
P402	2° sem 2015	41,7	0,04	<0,005	<0,01	<0,1	8,7	<0,01	8,7
P501	2° sem 2015	16,4	<0,01	<0,005	<0,01	<0,1	4,1	<0,01	4,1
P700	2° sem 2015	22,7	0,04	<0,005	<0,01	<0,1	1,5	<0,01	1,5

*Tabella 9.7: dati delle acque di falda relativi ai piezometri superficiali in ingresso alla Raffineria Api, in giallo i contaminanti antropici presenti in traccia e in arancio i superamenti delle CSC del D.Lgs. 152/06. * Valore limite dei nitrati direttive «acque sotterranee» (2006/118/CE) e «acque potabili» (98/83/CE).*

PIEZOMETRI IN INGRESSO ALLA RAFFINERIA API: FALDA PROFONDA - VALORI DI CONTAMINAZIONE ANTROPICA									
ID	analita	nitrati (mg/l)	cloroformio (µg/l)	tricloroetilene (µg/l)	tetracloroetilene (µg/l)	esaclorobutadiene (µg/l)	benzene (µg/l)	som_organoalog (µg/l)	idrocarburi tot. (n-esano) (µg/l)
	CSC/prelievo	*50**	*0,15*	*1,5*	*1,1*	*0,15*	*1*	*10*	*350*
D201	1° sem 2014	39,8	<0,01	<0,1	2	<0,01	0,1	2	<30
D301	1° sem 2014	29,9	<0,01	<0,1	2,6	<0,01	0,1	2,6	<30
D402	1° sem 2014	23,7	<0,01	<0,1	8,4	<0,01	<0,1	8,4	<30
D501	1° sem 2014	21,4	<0,01	<0,1	3,1	<0,01	<0,1	3,1	44
D700	1° sem 2014	16,6	<0,01	<0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,1	<30
D201	2° sem 2014	50,2	<0,01	<0,1	1,9	<0,01	<0,1	1,9	<30
D301	2° sem 2014	50,0	<0,01	<0,1	2,6	<0,01	<0,1	2,6	<30
D402	2° sem 2014	48,3	<0,01	<0,1	8	<0,01	<0,1	8	<30
D501	2° sem 2014	32,4	<0,01	<0,1	2,8	<0,01	<0,1	2,8	<30
D700	2° sem 2014	19,9	<0,01	<0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,1	<30
D201	1° sem 2015	39,6	<0,01	<0,1	2	<0,01	<0,1	2	<30
D301	1° sem 2015	40,1	<0,01	<0,1	3,9	<0,01	<0,1	3,9	<30
D402	1° sem 2015	38,7	0,11	<0,1	8	<0,01	<0,1	8,1	<30
D501	1° sem 2015	25,6	<0,01	<0,1	3,8	<0,01	<0,1	3,8	<30
D700	1° sem 2015	17,8	0,04	<0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,1	<30
D201	2° sem 2015	37,7	0,03	< 0,1	1,8	0,02	< 0,1	1,9	< 30
D301	2° sem 2015	37,8	< 0,01	< 0,1	3,0	< 0,01	< 0,1	3	< 30
D402	2° sem 2015	35,2	< 0,01	0,1	8,3	< 0,01	< 0,1	8,4	< 30
D501	2° sem 2015	13,9	< 0,01	< 0,1	2,5	< 0,01	< 0,1	2,5	< 30
D700	2° sem 2015	16,7	< 0,01	< 0,1	0,1	< 0,01	< 0,1	0,1	< 30

Tabella 9.8: dati delle acque di falda relativi ai piezometri profondi in ingresso alla Raffineria Api, in giallo i contaminanti antropici presenti in traccia e in arancio i superamenti delle CSC del D.Lgs. 152/06.

Oltre ai noti superamenti nelle acque sotterranee delle CSC per ferro e manganese e all'*hot-spot* di Cromo totale Cromo VI nella zona di Monsano, i dati di cui sopra confermano la contaminazione di altri composti di origine antropica. Se l'inquinamento da nitrati in falda è una problematica ambientale nota e studiata da vari autori (Nanni, Coltorti, Tazioli), appare allarmante la contaminazione diffusa da Tetracloroetilene, ma anche la presenza in tracce di altri alogenati, rilevata in prossimità della foce dell'Esino. Per ciò che riguarda invece la contaminazione da idrocarburi, oltre ai siti oggetto di bonifica e all'ex Caserma Saracini, poco si sa del loro impatto sulle matrici ambientali all'esterno di essi. Un dato interessante riguarda la presenza di elevati valori di C>12, concentrazione pari a 450 mg/kg e di PCB in tracce, nei sedimenti campionati in prossimità della località Chiusa di Agugliano (fonte *"Relazioni sulle acque superficiali interne 2006"* a cura di ARPA Marche).

In relazione alla necessita di valutare il potenziale rischio dei ROI in scenari contaminati, è stato ritenuto utile confrontare i dati tabellari, non solo per i metalli ma anche per gli altri composti di origine antropica, con livelli ESL laddove disponibili e con i dati ecotossicologici acquisiti da varie fonti.

Formulazione dell'ERA in presenza di matrici ambientali contaminate

L'elaborazione dell'ERA in presenza di matrici ambientali contaminate nella Bassa Vallesina, ha fatto riscontrare potenziali rischi avversi in ambiente per le comunità acquatiche, oltre che per i

Metalli, anche per Solventi Alogenati, Nitrati e Idrocarburi. Se per Ferro e Manganese le concentrazioni eccedenti le CSC emersi nei monitoraggi sono, come per i VDFN, compresi tra i NO ESL e i LOW ESL, i valori di Cromo totale e Cromo VI rilevati nella stazione AN 12059 di Monsano, connessi agli sversamenti pluriannuali dell'industria galvanica SIMA Ex-RCD degli anni 70', appaiono allarmanti. I monitoraggi svolti tra il 2013-2015 (Cfr. Tabella 9.4), mostrano a distanza di anni dall'incidente, valori di due ordini di grandezza superiori alle CSC e ai livelli di ESL per ricettori di comunità acquatiche; inoltre non è nota l'estensione areale di questi analiti negli acquiferi posti a valle idrogeologica della sorgente di contaminazione.

Un altro aspetto ambientale rilevante, riguarda la presenza diffusa di Tetracloroetilene presso la foce dell'Esino in ingresso alla Raffineria Api (Cfr. Tabelle 9.7 e 9.8), caratterizzato da superamenti sistematici delle CSC con una distribuzione delle concentrazioni quasi stratificata, oltre modo persistente nel tempo, negli acquiferi sia superficiali che profondi e con potenziali rischi avversi per le comunità acquatiche. I ricettori idrici, tra i quali il fiume stesso e il mare, costituiscono il recapito finale di un inquinamento diffuso in destra idrografica dell'Esino, che, in relazione alla morfologia e all'idrogeologia dell'area, è probabilmente dovuta alle attività svolte nelle aree contaminate ricadenti nel perimetro del SIN di Falconara, nonché nelle adiacenti aree industriali di Falconara e Castelferretti.

Sempre attiguamente e a monte idrogeologico della Raffineria Api, cosi come già evidenziato in precedenza, si rilevano criticità ambientali connesse alla presenza di metalli e idrocarburi delle matrici ambientali nella ex caserma Saracini, ora dismessa e in stato di totale abbandono. I dati della caratterizzazione dei suoli ha evidenziato superamenti di IPA e Idrocarburi C>12 nei suoli, e Idrocarburi Totali (n-esano) nelle acque. Gli IPA, oltre a registrare superamenti superiori alle CSC, hanno valori superiori ai ESL non solo nocivi per le comunità acquatiche, ma anche per piccoli uccelli (pettirosso, tordo bottaccio).

Il *software* ECORISK_R3.3.MDB non contiene valori di ESL per il parametro HC totali (n-esano) nelle acque, di conseguenza non è stato possibile effettuarne un confronto con i valori di contaminazione. Ad ogni modo i valori di 1732 µg/l e 2351 µg/l di n-esano rilevati in 2 pozzi ed eccedenti circa 5-6 volte le CSC, appaiono preoccupanti, poiché le schede di sicurezza dell'analita indicano un valore LC 50 nelle acque (dose letale per oltre il 50% della popolazione di cavie) dello stesso ordine di grandezza pari a 4000 µg/l (fonte https://www.bodanchimica.it/SCHEDA%20SICUREZZA/ITCH0023.HTM).

Infine un altro aspetto ecologico che a prima vista non sembrerebbe così allarmante, riguarda l'entità della ben nota contaminazione dei nitrati, con superamenti del valore limite di 50 mg/l in vari pozzi lungo la Vallesina (Cfr. Tabella 9.4 e Allegato H). Basandosi su dati di letteratura

(Piovani 2017) un livello di 80 mg/l litri è ritenuto accettabile per la vita dei pesci, ma i dati ecotossicologici mostrano in molti punti di prelievo valori decisamente superiori a quest'ultimo e di conseguenza potenzialmente nocivi per l'ambiente.

L'elaborazione dell'ERA, congiuntamente ai numerosi superamenti delle CSC sopra descritti, sono la testimonianza di un preoccupante scenario ambientale tipico di alcune aree, in relazione all'adiacenza di bersagli sensibili quali fossi, aree ripariali, aree golenali dell'Esino e sedimenti.

Un altro elemento di rilievo emerso dai dati ambientali processati è la presenza simultanea di elevate concentrazioni di metalli in concomitanza a contaminanti antropici quali idrocarburi, solventi e composti organici. In previsione dei necessari approfondimenti degli aspetti ecologici della Bassa Vallesina, di seguito verrà effettuato un breve *excursus* sulla presenza e origine dei succitati composti in ambiente, sia allo scopo di verificare potenziali interazioni tra i metalli, sia di porre questi elementi in relazione alle attività antropiche ivi presenti.

9.3. ORIGINE DELLA CONTAMINAZIONE ANTROPICA DA ALTRE SORGENTI

Solventi clorurati

I solventi clorurati rappresentano una delle principali forme d'inquinamento delle acque sotterranee, di origine esclusivamente antropica attribuibile al loro impiego su vasta scala e in vari comparti del settore industriale, come si può evincere dalla Tabella 9.9.

Composto	Principali usi
Tetracloroetliene	lavaggio a secco; sgrassante per metalli; solvente per cere,grassi,oli, lubrificanti, gomme; fabbricazione di tinture e sverniciatori; preparazione di fluorocarbonio e acido tricloroacetico; vermifugo; sintesi organica
Tricloroetilene	lavaggio a secco, sgrassante per metalli e partielettroniche; solvente per estrarre grassi, oli e lubrificanti; solvente per plastiche; rimuovere la caffeina dal caffè; liquido per refrigeratori e pompe dicalore; pesticidi; diluente per pitture e adesivi; tessiture; industria aerospaziale (lavaggio dell'ossigeno liquido); anestetico; medicinale; sintesi organica
1,1-Dicloroetilene	Fibre sintetiche e adesivi; intermediario nella sintesi di polivinilidenfluoruro (PVDF); produzione dei contenitori per alimenti e resine.
1,2-Dicloroetilene	Solventi per grassi,fenoli,canfora,etc; profumi; solvente a basse temperature per sostanze sensibili come la caffeina; refrigerante; sintesi organica
Cloruro di viniile (PVC)	Produzione del PVC, produzione di altrisolventi clorurati; adesivi per plastiche; refrigeranti

Figura 9.9: utilizzo dei principali di solventi clorurati; fonte "Inquinamento diffuso e puntuale da organoclorurati nelle acque sotterranee: approcci di caratterizzazione e gestione degli interventi, (G. P. Beretta, 2015).

In virtù della scarsa mobilità, in quanto poco solubili in acqua, e visto il loro elevato peso specifico, circa 1,3-1,5 volte quello dell'acqua, questi composti tendono a separarsi da essa e stratificarsi sul fondo degli acquiferi, sino a formare prodotto sottonatante o DNALP (*Dense Non Aqueous Phase Liquid*) risultando quindi poco degradabili e persistenti nell'ambiente idrico sotterraneo. Basti pensare che rappresentano una delle principali criticità ambientali presenti in

molti SIN (Porto Torres, Massa Carrara, Manfredonia, Napoli Orientale, Grado e Marano, ecc., link: http://www.bonifiche.minambiente.it/.), compreso l'ex SIN della Bassa Val di Chienti.

Contaminazione antropica da idrocarburi

I dati utilizzati per i VDFN hanno evidenziato valori di concentrazione al di sotto dei limiti di rilevabilità analitica-strumentale per tutti i composti idrocarburici (BTX'S, IPA e HC totali), di cui si esclude a priori la presenza naturale. Oltre che dai siti di stoccaggio e produzione di prodotti idrocarburici e dai punti vendita carburanti, l'origine antropica di questi composti in ambiente può essere riconducibile alle seguenti fonti: utilizzo di combustibili fossili, emissioni degli autoveicoli (benzina e diesel), emissioni industriali da fonderie, impianti siderurgici, cementifici, impianti termici e centrali termoelettriche alimentate da combustibili solidi e liquidi pesanti, combustione incompleta degli idrocarburi, evaporazione di solventi e carburanti, altre attività industriali (cokerie, trattamento del carbon fossile, produzione e lavorazione della grafite).

Contaminazione da fertilizzanti azotati

La presenza in ambiente dei composti azotati, *in primis* dei nitrati, è ascrivibile a varie cause: utilizzo dei fertilizzanti sintetici e organici, scarichi civili, zootecnici e industriali, discariche, deposizione atmosferica, materia organica presente nel suolo (Figura 9.2).

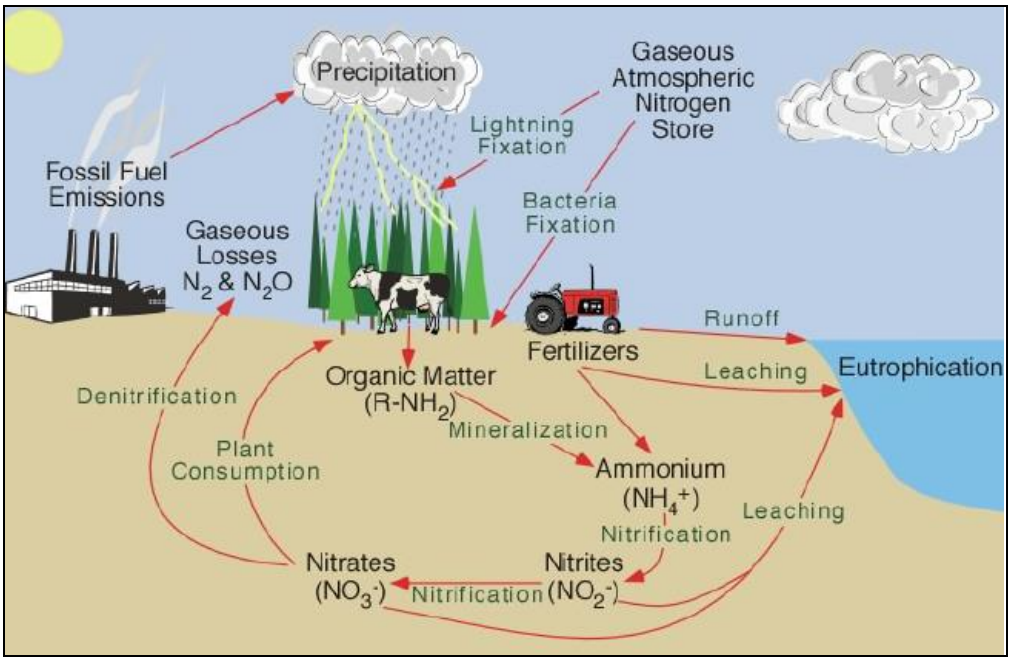


Figura 9.2: origine dei nitrati in ambiente; fonte "Origine dei nitrati delle acque" N. Calace, M. Guerra ISPRA.

Le informazioni e valutazioni di seguito riportate sono state formulate in base a un'indagine ambientale svolta dallo scrivente tra il 1999 e il 2000 nell'adiacente Valle del Musone, che presenta peculiarità geologiche e analogie con l'area di studio. La contaminazione delle risorse idropotabili da ammendanti organici nella Vallesina è stata evidenziata ormai da diverso tempo,

ed è imputabile principalmente all'intensificazione delle attività antropiche agricole con un aumento nel tempo di fertilizzanti azotati riversati nei terreni. Le criticità principali avvengono in genere nei periodi invernali (dicembre, gennaio e febbraio) a seguito di abbondanti piogge dopo i periodi di fertilizzazione. Infatti, è pratica abituale lasciare i campi incolti e scoperti a fine estate e di concimare al momento delle semine autunnali. Ciò favorisce il dilavamento e ruscellamento dei suoli e la successiva percolazione nel sottosuolo e in falda dei composti azotati. Di norma, in adiacenza all'alveo fluviale, i suoli sono costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie a elevata permeabilità, la circolazione idrica è più rapida e contestualmente avviene una rimozione più veloce degli inquinanti. Altresì in corrispondenza di aree più distanti dal fiume e nei rilievi collinari, caratterizzati da terreni costituiti da particelle più fini e meno permeabili, sussiste una capacità di trattenimento più elevata di acque contaminate, con concentrazioni maggiori e tempi crescenti di residenza in falda e rilascio in ambiente. Nei dati utilizzati per I VDFN le concentrazioni dei composti azotati hanno fatto rilevare, salvo sporadiche eccezioni, valori al di sotto delle centinaia di mg/l e valor medio compreso tra l'unità e le decine di mg/l. Si rammenta che le direttive «acque sotterranee» (2006/118/CE), «acque potabili» (98/83/CE) e il D. Lgs. 152/99 fissano il valore limite di nitrati a 50 mg/l.

9.4. INDICAZIONI EMERSE DALL'ERA

I monitoraggi delle matrici ambientali contaminate presso l'area di studio confermano i dati di letteratura, con superamenti di composti metallici spesso in concomitanza della presenza di elevati valori di solventi alogenati, nitrati e idrocarburi. Sulla base di un confronto effettuato tra processi produttivi che utilizzano tali elementi e l'origine antropica dei metalli contestualizzata nell'area di studio, sono emerse le seguenti valutazioni.

- ✓ Solventi alogenati: il loro utilizzo su vasta scala in diversi comparti del settore industriale, (pulizia di parti meccaniche ed elettroniche, di vestiti e pellame, nell'industria chimico-farmaceutica) coinvolgono inevitabilmente elementi metallici, i quali possono essere rilasciati in ambiente tramite abrasione e/o di derivazione da processi chimici. Le profondi modificazioni dell'assetto industriale avvenute nel dopoguerra nell'area di studio, che hanno visto un incrementato su vasta scala delle attività produttive del settore metalmeccanico, unitamente a quelle dell'industria tessile molto fiorente fino agli 70', probabilmente costituiscono l'origine della loro presenza in ambiente a causa delle pessime procedure allora utilizzate. Inoltre attualmente, più del 50% delle aziende presenti *in loco* (industrie chimiche, siderurgiche e meccaniche, officine di riparazioni auto, carrozzerie e punti vendita carburante, industrie del tessile e pellame, industrie elettroniche e dedite alle lavorazioni di

inerti) utilizzano comunemente questi composti nei processi produttivi, e quindi ancora oggi potenzialmente impattanti e pericolosi per l'ambiente.

- ✓ Idrocarburi (generici): come visto in precedenza (Cfr. Capitolo 5), molti elementi metallici sono presenti in forma naturale in ambiente in quanto o presenti negli idrocarburi (Arsenico, Cadmio, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo, Vanadio, ecc.), o utilizzati a vario titolo nell'industria petrolifera (Bario, Litio e Manganese). Nella Bassa Vallesina, oltre ai siti dismessi, in termini di potenziale sorgente di contaminazione, vanno annoverati alcuni siti contaminati ricadenti nel perimetro del SIN di Falconara, 59 punti vendita carburante e circa una trentina di aziende di produzione di prodotti petroliferi edotti dal censimento, senza contare i rivenditori e le officine e aziende di vario tipo che ne fanno utilizzo nei loro processi produttivi.
- ✓ Nitrati: nei cosiddetti ammendanti o nei concimi in generale, in associazione ai composti azotati e altre sostanze organiche in qualità di macroelementi principali, sono presenti anche elementi metallici sotto forma di macroelementi secondari (ferro e magnesio) e di microelementi (Boro, Manganese, Rame e Zinco). Benché le attività antropiche agricole siano state inserite nel censimento, per consentire uno studio esaustivo circa il loro impatto nell'area in esame in relazione ai metalli, andrebbero considerati altri fattori, quali i *trend* storici dei monitoraggi eseguiti nelle acque superficiali e sotterranee, le notizie storiche, la mappatura delle aree agricole con il tipo di colture a esse afferenti e dei sotto servizi relativi a scarichi di reflui urbani e industriali di sostanze organiche, ecc. Va da sé che oltre all'indisponibilità dei dati analitici, la mappatura territoriale richiederebbe un lavoro importante che esula dalla ricerca e la cui fattibilità dovrebbe comunque essere verificata.

Sulla base di queste valutazioni, ai fini del completamento della ricerca svolta appare necessario acquisire ulteriori informazioni riguardo i *marker* di contaminazione tipici della Bassa Vallesina, alfine di valutare il loro apporto in ambiente determinato da attività antropiche. Ciò oltre a consentirne una mappatura puntuale, renderebbe possibile verifiche su eventuali correlazioni e interazioni tra composti antropici e i metalli oggetto di studio.

Indistintamente quasi tutti i contaminanti, metalli e non, presentano potenziali fattori di rischio a danno dei ROI. Una campagna di indagine approfondita potrebbe consentire di individuare le sorgenti di contaminazione, attive e pregresse, e se la contaminazione delle matrici ambientali individuata consista in *hot-spot* isolati e circoscritti ad esse, oppure sia riconducibile ad una contaminazione molto più ampia e diffusa sul territorio. Il tutto, oltre a fornire un quadro ambientale completo del territorio, consentirebbe di stabilire un indice di priorità degli interventi di bonifica e risanamento ambientale più urgenti da effettuare.

CAPITOLO 10: PROPOSTA DI INDAGINE AMBIENTALE

10.1. PROPOSTA DI INDAGINE AMBIENTALE

I risultati del confronto tra VDFN e valori dell'ERA, unitamente alle indicazioni fornite dallo *screening* dei dati di letteratura per i metalli e dal censimento effettuato, gettano le basi per la pianificazione di una campagna di indagini ambientali. In sede di tale pianificazione, vista la limitata disponibilità di dati per le matrici ambientali, in via sistematica ma allo stesso tempo sperimentale, si è proceduto alla costruzione di un modello concettuale MCS dell'area di studio. Tramite i punteggi assegnati nella matrice di *screening* (Cfr. Capitolo 5 Tabella 5.1) e le informazioni raccolte dal censimento antropico, è stata effettuata una stima probabilistica della presenza dei metalli in 5 macroaree, in relazione alle attività produttive in esse presenti. Va rilevato che, a differenza di altre Regioni come Lombardia, Toscana, Veneto ed Emilia Romagna dove sono stati svolti studi e mappature geochimiche e/o antropiche su scala regionale, nelle Marche ben poco è stato realizzato

In previsione di un futuro studio ecologico di dettaglio, ulteriori indagini consentirebbero una valutazione più approfondita dell'inquinamento attraverso il confronto tra i VDFN, i dati ERA e i nuovi dati acquisiti, tramite specifici indicatori [Fattore di arricchimento (fA) e Fattore di contaminazione (fC)], corredati da cartografie tematiche (vedi Figura 10.1).

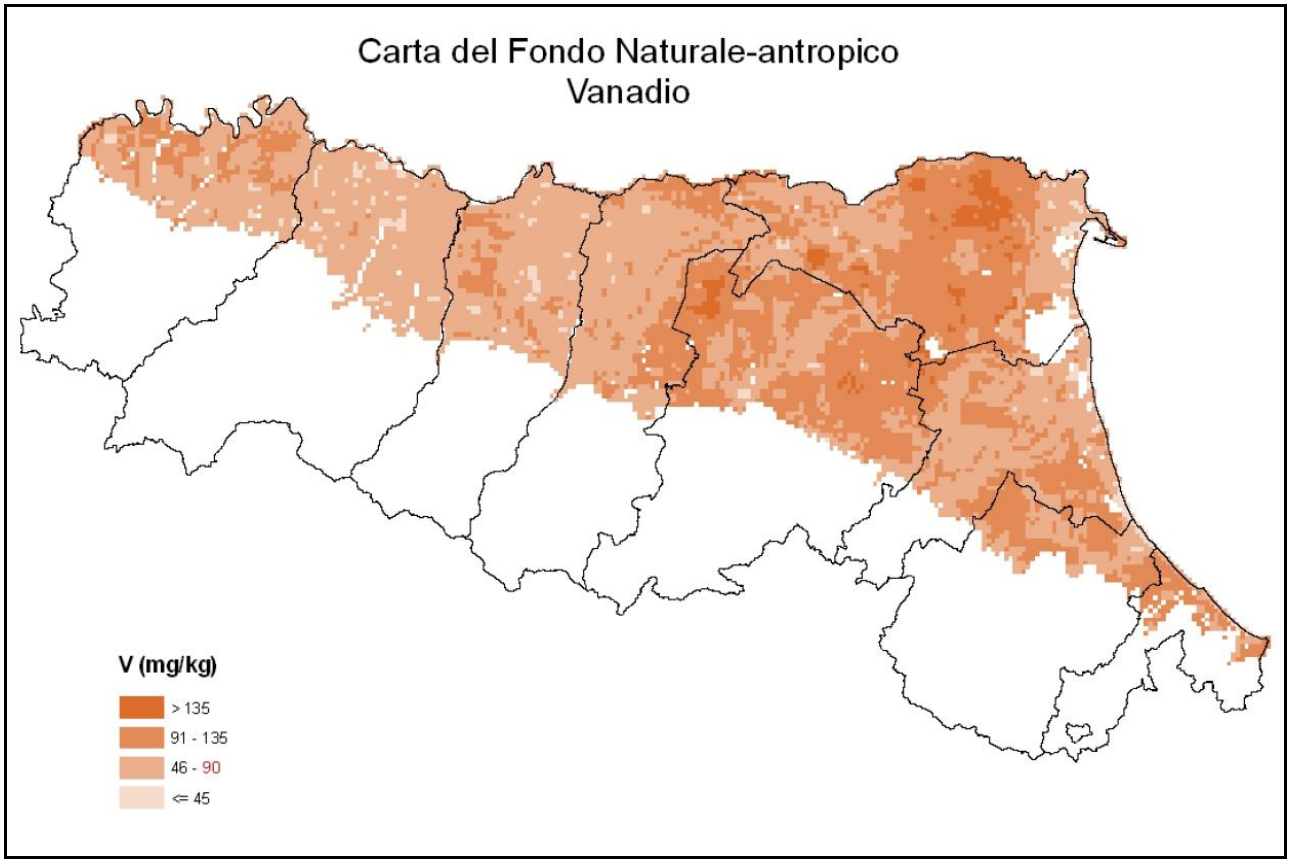


Figura 10.1: Carta del contenuto naturale – antropico di Vanadio presente nella pianura emiliano-romagnola. Fonte ttps://webbook.arpae.it/export/shared/immagini/SUOLO/Metalli/Su_V_Fondo-NatAntr_Mappa-Rer_2013.jpg

10.2. MCS DELLA BASSA VALLESINA

Definizione delle potenziali sorgenti di contaminazione

Come più volte rilevato in questa ricerca, seppur i monitoraggi degli Enti locali e altre ricerche condotte sul territorio testimonino la presenza di contaminazione delle matrici ambientali, pochi sono in realtà i dati specifici disponibili. Per tale ragione le potenziali sorgenti di contaminazione da metalli sono state definite su base statistica. Vista l'estensione del territorio e viste le sue differenti peculiarità geologiche, climatiche e antropiche, l'area della Bassa Vallesina è stata suddivisa in 5 macroaree di seguito esplicitate (Cfr. Figura 10.2).

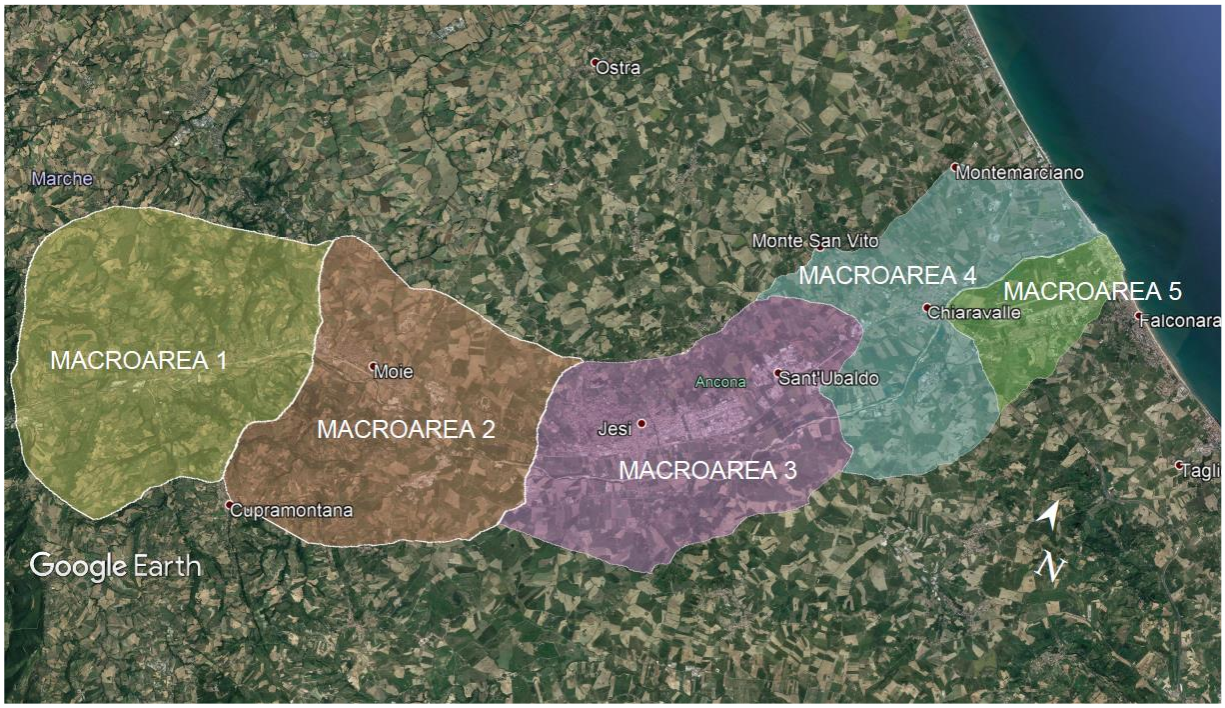


Figura 10.2: planimetria con l'ubicazione delle Macroaree.

- ✓ Macroarea 1: che interessa i Comuni di Serra San Quirico, Mergo, Rosora e Castelplanio, dove sono presenti meno del 10% delle attività censite, oltre il 20% delle quali a vocazione prettamente agricola e di conseguenza con un impatto antropico inferiore rispetto alle altre.
- ✓ Macroarea 2: che coinvolge i Comuni di Maiolati, Castelbellino, Monteroberto, San Paolo di Jesi, dove, oltre ad aziende agricole e officine, sono presenti piccoli distretti industriali in cui insistono numerose fabbriche adibite allo stampaggio di materie plastiche e gomma.
- ✓ Macroarea 3: comprende i distretti industriali di Jesi e Monsano; costituisce di fatto la più importante tra le macroaree in termini di numero di aziende (compresi i principali siti industriali dismessi) caratterizzata inoltre, come visto in precedenza, da una elevata rilevanza ambientale in quanto in passato vi si sono verificati incidenti.
- ✓ Macroarea 4: che racchiude i Comuni di Monte San Vito, Chiaravalle, Agugliano e Camerata Picena; in questa macroarea c'è una riduzione delle attività agricole rispetto alle

aree più interne e una ripartizione quasi omogenea delle altre attività con una preponderanza di tipografie-stamperie rispetto agli altri settori individuati, sia in numero che in percentuale.

- ✓ Macroarea 5: soggiacente nei Comuni di Falconara Marittima e Marina di Montemarciano; da un punto di vista ambientale insieme alla Macroarea 3 è la più importante, non solo per il numero di aziende presenti, ma soprattutto per la presenza del SIN di Falconara Marittima.

In ciascuno di questi 5 settori sono stati assegnati ai metalli una serie di punteggi specifici, basati su due elementi principali: la loro potenziale presenza in ambiente connessa al tipo di attività produttiva, mediante l'utilizzo dell'indicatore EEA, e i dati del censimento eseguito. I punteggi assegnati nella matrice di *screening* (0, 1 e 2) ad ognuno degli analiti investigati (Cfr. Tabella 5.1 capitolo 5), sono stati moltiplicati per il numero delle aziende censite in ciascuna macroarea di ogni tipologia produttiva dell'indicatore. Per ciascuna macroarea, il punteggio ottenuto per ogni singolo metallo, ottenuto dal valore della matrice di *screening* moltiplicato per il numero dei siti produttivi EE.AA., sono stati poi tramutati in percentuale per ogni singola attività ivi presente. Tale valore rappresenta una stima della probabile presenza dei metalli studiati nei comparti ambientali, in relazione alle attività antropiche di ognuna delle 5 macroaree. I risultati in Tabella 10.1; per i dettagli sulla procedura di calcolo si rimanda all'Allegato I.

Punteggi VSP totale per settori (totale e in % sul punteggio massimo conseguibile)										
Macroaree	Macroarea 1	Macroarea 2	Macroarea 3	Macroarea 4	Macroarea 5	Macroarea 1	Macroarea 2	Macroarea 3	Macroarea 4	Macroarea 5
Alluminio	168	266	770	288	300	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Arsenico	123	205	561	209	242	73,21	77,07	72,86	72,57	80,67
Bario	72	136	343	138	144	42,86	51,13	44,55	47,92	48,00
Berillio	68	115	346	125	111	40,48	43,23	44,94	43,40	37,00
Boro	68	115	346	125	111	40,48	43,23	44,94	43,40	37,00
Cadmio	125	211	605	223	220	74,40	79,32	78,57	77,43	73,33
Cromo e Cromo VI	144	240	638	220	226	85,71	90,23	82,86	76,39	75,33
Ferro	168	266	770	288	300	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Litio	95	170	510	174	185	56,55	63,91	66,23	60,42	61,67
Manganese	168	266	770	288	300	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Mercurio	69	127	312	139	143	41,07	47,74	40,52	48,26	47,67
Nichel	159	249	725	267	276	94,64	93,61	94,16	92,71	92,00
Piombo	147	239	712	260	285	87,50	89,85	92,47	90,28	95,00
Rame	167	264	762	286	286	99,40	99,25	98,96	99,31	95,33
Selenio	131	210	627	227	250	77,98	78,95	81,43	78,82	83,33
Stagno	143	230	637	222	208	85,12	86,47	82,73	77,08	69,33
Tallio	65	128	281	119	95	38,69	48,12	36,49	41,32	31,67
Vanadio	134	227	630	224	248	79,76	85,34	81,82	77,78	82,67
Zinco	158	255	736	270	284	94,05	95,86	95,58	93,75	94,67

Tabella 10.1: punteggi e percentuali sulla probabile presenza di metalli in ogni macroarea; in giallo si evidenziano le percentuali comprese tra il 50% e il 75%, in arancio quelle superiori al 75%.

Sulla base della percentuale ottenuta per ognuno dei metalli è stata predisposta una valutazione del rischio sulla loro potenziale presenza in ambiente così strutturata:

- ✓ Percentuali ≤ 50%, l'elemento non entra in alcun processo produttivo, oppure è un componente accessorio e/o utilizzato limitatamente.
- ✓ Percentuali comprese tra il 50% e il 75%, utilizzo diffuso per specifiche lavorazioni e spesso utilizzato in varie attività antropiche in qualità di componente accessorio; di conseguenza potrebbe aumentare la sua probabilità di presenza in ambiente.
- ✓ Percentuali >75%, il metallo è ampiamente utilizzato nei processi produttivi principali e la sua presenza in ambiente può essere riconducibile a quasi tutte le attività antropiche, con la concreta probabilità che i VSP in ambiente abbino lo stesso valore o superino le CSC.

In linea con i punteggi assegnati nella matrice di *screening*, la potenziale presenza in ambiente di Alluminio, Ferro e Manganese (punteggio della matrice di *screening* = 2), visto il loro massiccio utilizzo in ogni tipo di attività produttiva, è statisticamente certa e con la rilevante possibilità di trovarli in concentrazioni elevate. Altri metalli che presentano percentuali elevate (1<punteggio matrice di *screening*<2) sono il Cromo, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Stagno, Vanadio e Zinco, impiegati sia nel comparto agricolo (ammendanti, concimi, ecc.), sia in officine meccaniche, le due tipologie di aziende più rappresentate nel territorio. Per quanto concerne l'Arsenico e il Cadmio la loro presenza in ambiente, seppur superiore al 50% è leggermente ridotta rispetto ai metalli citati in precedenza, variando nei singoli settori in funzione delle attività produttive presenti. Ad esempio le percentuali più elevate di Arsenico si presentano nelle macroaree 2 e 5 rispetto alle altre; nel primo caso potrebbe dipendere dalla presenza di attività agricole intensive storiche, a cui si sommano industrie chimiche e del tessile/pellame, nel secondo per la presenza di numerose aziende dedite alla produzione dei prodotti petroliferi, nei quali l'analita è presente come elemento naturale. Per gli altri elementi (punteggio matrice di screening<1 e dato statistico >50%) la presenza in ambiente è poco diffusa e quasi esclusivamente riconducibile a specifiche lavorazioni. I dati probabilistici della valutazione del rischio, mostrano una corrispondenza con le indagini ambientali condotte nella bassa Vallesina. Difatti i metalli la cui potenziale presenza è preponderante in percentuali elevate, sono gli stessi indicati dai monitoraggi eseguiti nell'area e dai dati di letteratura (Cromo VI, Piombo, Rame, Arsenico, Mercurio, Alluminio, Ferro, Manganese, Nichel e Zinco), nelle macroaree 3 e 5 dove si sono verificati incidenti ambientali e/o insistono siti contaminati.

Pertanto, la definizione delle potenziali sorgenti di contaminazione assume valenza realistica, in quanto la presenza in ambiente dei metalli è di fatto riconducibile al loro utilizzo nelle attività antropiche del territorio.

Definizione dei bersagli sensibili (targets) e strategia di campionamento

Per ciò che concerne i percorsi di migrazione, per le acque sono stati assunti i ricettori idrici superficiali e profondi, il cui campo di moto è similare, migrando tendenzialmente nelle zone a quote topografiche inferiori e, successivamente, nella fascia più esterna, verso mare. Una volta individuate le potenziali sorgenti e relativi percorsi per le cinque macroaree, sulla base dei dati geologici, geomorfologici, degli incidenti rilevanti e dei dati ambientali in possesso, sono stati individuati i principali obiettivi (*targets*) per i seguenti ricettori ambientali: suoli, acque superficiali e acque sotterranee.

I *targets* da investigare, in previsione di uno studio antropico dell'area, sono stati determinati secondo i seguenti criteri.

- ✓ I risultati dello studio preliminare sui VDFN e il censimento delle sorgenti antropiche, hanno evidenziato una distribuzione di queste ultime in corrispondenza dei distretti industriali e subordinatamente nei centri urbani, in corrispondenza delle principali arterie stradali. Pertanto eventuali indagini ambientali dovrebbero focalizzarsi in queste aree potenzialmente critiche, dove andrebbe prelevato un campione a monte idrologico, più altri in funzione della loro estensione all'interno di esse e soprattutto a valle idrologica. Ciò risulterebbe funzionale alla valutazione dell'eventuale apporto in ambiente di metalli, determinato dalla tipologia delle singole attività produttive ivi presenti.
- ✓ Altri obiettivi rilevanti potrebbero essere rappresentati da:
    - le aree esterne ai siti risultati contaminati;
    - altri siti, sia produttivi che dismessi, contaminati e/o oggetto di incidenti rilevanti;
    - le aree degradate e abbandonate, caratterizzate dalla presenza di inerti e rifiuti vari.
- ✓ Si propone inoltre di caratterizzare le aree adiacenti ai vecchi siti industriali ormai dismessi, dove si sa poco o nulla dell'impatto ambientale connesso all'attività produttiva pregressa.
- ✓ Ovviamente le aree da investigare potrebbero variare in sede di campionamento effettivo in relazione alla fattibilità dello stesso, basti pensare alle aree antropizzate, cementificate e con i corsi d'acqua intubati e/o non accessibili. Pertanto la scelta dei punti di prelievo potrà variare durante la fase operativa, in particolare per le acque sotterranee, legata alla presenza o meno di pozzi disponibili e aventi idonei requisiti atti al campionamento. Gli eventuali punti di prelievo sostitutivi, individuati in campo in relazione alla presenza e diffusione delle fonti antropiche censite, dovranno in ogni caso essere rappresentativi dei *targets* sensibili individuati tramite i criteri precedentemente descritti.
- ✓ I dati relativi a tutti i punti di prelievo, potranno essere raccolti in apposite schede anagrafiche, corredate da informazioni generali (ubicazione, coordinate geografiche,

Comune di appartenenza, dati sul prelievo effettuato, caratteristiche organolettiche del campione, ecc.) e da documentazione fotografica (Allegato K).

- ✓ Per suoli, acque superficiali e sotterranee, ai fini della rappresentatività statistica, si prevede il prelievo di almeno n°30 campioni in ognuna delle matrici investigate, conformemente ai protocolli ISPRA.
- ✓ Per ciò che riguarda le acque superficiali, oltre ai punti di prelievo posti in corrispondenza idrologica dei principali distretti industriali e centri urbani, si propone di analizzare anche quelle aree interessate quasi esclusivamente da agricoltura intensiva e scarsa o nulla antropizzazione. Tali indagini sarebbero utili in relazione alla presenza diffusa di composti organici nei corsi d'acqua e dagli sversamenti pregressi di digestato, le quali riguarderanno ii tributari dell'Esino (Torrente Granita, Torrente Esinante, Fosso dei Pratacci, Fosso Triponzio, Torrente Cesola, ecc.).
- ✓ La scelta di prelevare acque superficiali invece di acque sotterranee in determinate aree, è legata a vari fattori tra i quali la disponibilità dei pozzi campionabili, la loro efficienza idraulica e non ultima la morfologia del territorio. Vista l'estrema vicinanza al Fiume Esino, come evidenziato in numerose pubblicazioni, i livelli di acque superficiali e sotterranee spesso si raccordano, essendo in parte riconducibili allo stesso sistema drenante.
- ✓ Sempre per ciò che concerne le acque superficiali, si potrebbero prelevare alcuni campioni nei laghi di cava dislocati in adiacenza del Fiume Esino, in quanto potenziali oggetti di scarichi incontrollati di sostanze contaminanti, nonché sede di possibili discariche abusive.
- ✓ Per ciò che riguarda invece le acque sotterranee, andrebbe effettuata una cernita di un numero di pozzi che soddisfino i requisiti di idoneità al campionamento, colonna d'acqua rappresentativa ed efficienza idraulica. Poiché la maggior parte dei pozzi sono stati terebrati in maniera artigianale, laddove possibile andrebbe effettuata una verifica idraulica speditiva consistente in un emungimento con pompa a basso flusso. In altre situazioni dove le condizioni tecniche non lo consentono (prevalenza di un battente d'acqua elevato o mancanza di *utilities* per connettere la strumentazione) si potrebbe procedere al rilievo fluidi e della profondità dell'opera congiuntamente alla raccolta di informazioni sulla sua efficienza fornite dal proprietario e/o dall'utilizzatore della stessa.
- ✓ Compatibilmente con l'accessibilità a determinate aree e al funzionamento dei pozzi, requisito fondamentale ai fini della rappresentatività idrochimica dei tre comparti da esaminare, da un punto di vista di rappresentatività statistica, andrebbero prelevati almeno 30 campioni per ognuno di essi. Per le acque, in generale, sarebbe utile procedere con più campagne di monitoraggio, espletate in varie stagionalità e negli stessi punti di prelievo.

- ✓ Informazioni sui *targets* individuati, scheda anagrafica, motivazioni addotte nella loro scelta funzionale al campionamento, ubicazione nell'area di studio, sono riportati in Allegato J.

10.3. SPECIFICHE TECNICHE DI CAMPIONAMENTO

Campionamento dei suoli

Le modalità di campionamento dei suoli è quello proposto nel documento ISPRA (già APAT) *"Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati"*. Esso prevede il prelievo di campioni nel terreno superficiale in corrispondenza di suoli limosi e argillosi, in quanto favoriscono l'adsorbimento di contaminanti, in particolar modo dei metalli. Inoltre il campionamento di queste classi granulometriche consentirebbero di avere informazioni su quelle matrice indicata genericamente come "sedimenti", i cui campionamenti, in linea con le linee guida ISPRA, prevedono l'acquisizione dei materiali più fini con granulometria inferiore ai 2mm (siltiti e argilliti). Laddove fosse necessario, nei casi in cui lo strato più superficiale fosse costituito da elementi estranei alla matrice (vegetazione, sassi, materiali di scarto, ecc.) esso dovrà essere rimosso. Per il prelievo di suolo si prevede l'utilizzo di utensili manuali, palette o spatole, con il campione che verrà conservato in un vaso ermetico della capacita di 1 Kg. Le operazioni di conferimento nel recipiente destinato alle analisi di laboratorio, avverrà all'interno di un telo di protezione in PVC atossico per evitare contatti con terreno, cemento e/o asfalto. Al termine delle operazioni tra un prelievo e l'altro tutte le attrezzature utilizzate saranno pulite e decontaminate.

Attrezzature previste per il campionamento delle acque

Compatibilmente con l'ubicazione dei punti di prelievo, la logistica, la presenza di *utilities* preposte al funzionamento e alla possibilità di alimentazione elettrica delle attrezzature utilizzate per il prelievo delle acque, si propone la seguente strumentazione:

- ✓ Pompa autoadescante monofase a 220 V modello Pedrollo PK Sm 60, avente una prevalenza massima pari a circa 10 m da p.c. e munita di una valvola di regolazione in linea di mandata, la quale consentirebbe la regolazione della portata di emungimento sino a un flusso idoneo al campionamento, massimo 3-5 litri/minuto. L'alimentazione della pompa avverrà attraverso il collegamento ad una presa e/o un quadro elettrico, o, in loro mancanza, ad un motogeneratore. In merito alla raccorderia utilizzata sia in aspirazione che in mandata, bocche entrambe del diametro di 1", sarà utilizzata una tubazione in *rilsan* atossico da sostituire e smaltire al termine di ogni campionamento. La pompa tra un prelievo e l'altro sarà invece decontaminata tramite acqua bidistillata. Con la medesima pompa saranno eseguiti i *test* idraulici ai fini della verifica di efficienza dei pozzi per i quali non si ha a disposizione alcuna informazione riguardo il loro funzionamento.



Figura 10.3: Pompa autoadescante monofase a 220 V modello Pedrollo PK Sm 60

- ✓ Pompa autoadescante di tipo *whale* modello Marco UP2 a 12 V, con portata massima pari a circa 5 lit/min, prevalenza massima 1-7 m da p.c., innesti in aspirazione e mandata per tubi aventi Ø 12 mm interno, alimentata tramite l'accendisigari della vettura e/o tramite una batteria portatile a 12 V. Come la pompa autoadescante utilizzata per i prelievi, anch'essa è munita di una valvola per la regolazione del flusso. Le tubazioni utilizzate saranno sempre in *rilsan* monouso e dovranno seguire le stesse procedure di decontaminazione.



Figura 10.4: Pompa autoadescante modello Marco UP2 a 12 V.

- ✓ Campionatore Bailer monouso, da utilizzare in quelle circostanze dove non è possibile attingere alimentazione dalle succitate pompe o nei casi di elevata prevalenza o in tutte quelle situazioni logisticamente problematiche (distanza e incomodità della sorgente di prelievo, presenza di vegetazione, inacessibilità, ecc.).

Durante l'esecuzione delle operazioni di campionamento e di eventuali prove di pompaggio, è inoltre previsto l'utilizzo delle seguenti attrezzature:

- ✓ Freatimetro, per la misura della soggiacenza definita come profondità espressa in metri, del livello della falda acquifera rispetto alla superficie topografica sul livello medio mare.
- ✓ Bindella metrica, utilizzata per la verifica della profondità dell'opera e necessaria alla verifica dell'altezza della colonna d'acqua.
- ✓ Acqua bidistillata per le procedure di decontaminazione delle attrezzature.
- ✓ Guanti in lattice monouso e teli in PVC atossico.
- ✓ Raccorderia in *rilsan* per l'aspirazione e la mandata delle pompe.

Procedure di campionamento delle acque sotterranee

Se per i prelievi delle acque superficiali le operazioni di campionamento appaiano più lineari poiché gli impedimenti potrebbero essere esclusivamente di natura logistica, le operazioni di campo relative al prelievo dei campioni di acqua sotterranee necessitano di alcune valutazioni preliminari. Tali attività riguardano sia le caratteristiche idrogeologiche, sia la funzionalità e le caratteristiche costruttive dei punti di prelievo, al fine di compierne una corretta scelta che sia rappresentativa dello stato ambientale delle acque sotterranee soggiacenti l'area in esame.

L'idrografia della Vallesina è caratterizzata dall'incisione dei rilievi della fascia collinare ad opera del fiume, risultando fortemente condizionata dalla tettonica locale. Ciò fa si che in alcuni punti si rilevi un'asimmetria morfologica del *pattern* fluviale che comporta fenomeni di erosione spondale, concentrati prevalentemente lungo la sua destra idrografica e che coinvolgono la base dei versanti collinari, spesso oggetto di dissesti idrogeologici. Per tale ragione in queste fasce ristrette è stata quasi obbligatoria la scelta di procedere al campionamento delle acque superficiali dei tributari dell'Esino, in quanto dette zone non sono coperte da punti di monitoraggio delle acque sotterranee sia per le dimensioni esigue, sia per i dissesti in atto.

Inoltre la maggioranza dei punti di prelievo delle acque sotterranee ricadono per lo più in corrispondenza della piana alluvionale dell'Esino, se non in alcuni punti all'interno della fascia ripariale del fiume stesso, creando stretti rapporti di interconnessione tra falda e acque superficiali. La falda acquifera, che usualmente presenta un livello idrografico leggermente superiore rispetto al Fiume e ai tributari superficiali, drena verso questi ultimi alimentandoli, salvo in presenza di determinate condizioni geologiche al contorno o in caso di piena, dove i

ruoli si ribaltano e le acque superficiali possono divenire infiltranti. Rispetto alle grandi pianure alluvionali come la Pianura Padana o la Pianura Pontina, nella Vallesina il livello piezometrico della falda e la quota delle acque superficiali, in virtù delle brevi distanze reciproche, salvo eventi particolari o in condizioni meteo eccezionali, spesso tendono a raccordarsi. Ciò ha consentito di effettuare una correlazione areale tra i dati analitici delle acque superficiali e quelle sotterranee. L'inquadramento geologico dell'area di studio, evidenzia la presenza di un substrato impermeabile rappresentato dalle argille azzurre plio-pleistoceniche, rinvenute sia a profondità di pochi metri sino ad un massimo di circa 20-25m, sia, in taluni casi, affioranti nei versanti sud della Vallesina (coste di Staffolo, Ripa Bianca, Crete di Gangalìa, ecc.). Per tale ragione da un punto di vista idrogeologico si può asserire che siamo in presenza di una falda superficiale monostrato, caratterizzata da elevata conducibilità idraulica vista la presenza predominante di sedimenti ghiaiosi, come confermato dalle numerose attività estrattive presenti e passate dislocate lungo l'alveo dell'Esino. Va però rilevato che la circolazione idrica sotterranea in alcune aree presenta caratteristiche più complesse, trattandosi di acquiferi multistrato a bassa permeabilità e/o caratterizzati da laminazioni d'acqua (temporanee) all'interno del materiale di riporto. Inoltre, altre complicanze in termini di rappresentatività idrogeologica potrebbero sorgere, a causa della diffusa antropizzazione (presenza di terreni di riporto, asfalto, platee e fondazioni in calcestruzzo, ecc.), nonché dalle caratteristiche costruttive e dall'efficienza idraulica delle opere di captazione delle acque sotterranee.

Ai fini di un'attenta disamina delle caratteristiche idrogeologiche e geochimiche, in previsione di una campagna di monitoraggio delle acque sotterranee il più rappresentativa possibile del loro chimismo, si rendono necessarie una serie di valutazioni preliminari (analisi delle carte idrogeologiche, stagionalità del prelievo, oscillazione del livello saturo/insaturo, rilevazione del livello freatimetrico, ecc.), unitamente alla necessità di acquisire i dati idrochimici nel più breve periodo di tempo, possibilmente in assenza di precipitazioni, al fine di minimizzare sia le oscillazioni del livello della piezometrica che la diluizione delle sostanze contaminanti, nonché vista la probabile presenza e natura di alcuni contaminanti organici, eseguire i prelievi a distanza di almeno 15-20 giorni dall'ultimo evento meteorico significativo. Oltre al summenzionato *screening* preliminare, in tutte quelle situazioni in cui mancano informazioni significative circa la funzionalità dei punti di prelievo, da un punto di vista prettamente operativo, si ritiene opportuno procedere ad una serie di verifiche *in situ* attraverso un censimento consistente nella raccolta dati dei pozzi e, dove è fattibile, eseguirne un campionamento. A tale proposito non va dimenticato che la maggior parte di questi pozzi si trovano in proprietà private. Tali operazioni consistono nella verifica dello stato delle opere, misura della soggiacenza, rilievo della

profondità dell'opera e verifica dei criteri di campionabilità accennati in precedenza (colonna d'acqua rappresentativa e efficienza idraulica). In merito alla verifica dell'idoneità dei sopra citati requisiti di campionabilità, le operazioni in campo saranno così consequenzialmente svolte:
Colonna d'acqua rappresentativa: sulla base delle proprie esperienze pregresse e sulle base di informazioni fornite dalla letteratura, per soddisfare i requisiti del primo criterio lo spessore della colonna d'acqua dovrà essere maggiore o uguale a 2 metri.
La verifica di efficienza idraulica consisterà essenzialmente in un *test* idraulico a bassa portata di emungimento eseguito con la pompa autoadescante (Qmax=10-12 lit/min), in cui in ogni singolo pozzo/piezometro viene verificato l'abbassamento del livello piezometrico in funzione del tempo. Ai fini della rappresentatività idraulica, in caso di esiguo abbassamento della falda unitamente ad una ricarica veloce, il pozzo verrà ritenuto idoneo al campionamento, mentre in caso di svuotamento e lenta ricarica verrà ritenuto inabile al campionamento.
Questa fase preliminare ai campionamenti prevede in dettaglio le attività di seguito descritte:

- ✓ Rilievo dello *stick-up*, (distanza da piano campagna a boccapozzo), allo scopo di individuare la corretta soggiacenza della falda riferita al livello medio mare, che a seconda se sia ubicato al di sopra o sotto il piano campagna può assumere valori negativi o positivi.
- ✓ Rilievo della quota fondo pozzo.
- ✓ Altezza della colonna d'acqua, calcolabile dopo i rilievi eseguiti ai due punti precedenti.
- ✓ Verifica dello stato delle opere (eventuali danneggiamenti, stato della copertura e della camera interna, presenza di pompe di emungimento, ecc).
- ✓ Verifica dell'efficienza idraulica (laddove non sussistano o non siano reperibili informazioni riguardo la funzionalità dell'opera).
- ✓ Descrizioni delle caratteristiche e struttura dei manufatti.

I campionamenti seguiranno le seguenti modalità operative:

- ✓ Spurgo: nei pozzi provvisti di pompe e/o sistemi di emungimento delle acque, sarà effettuato con la strumentazione presente *in loco* sino alla chiarificazione e fuoriuscita di acque prive di particolato e/o sedimenti. Nei punti d'acqua privi di strumentazione il tubo di aspirazione della pompa sarà mosso lungo tutta la colonna d'acqua, posizionandolo ad una distanza di sicurezza di almeno un metro sopra la quota di fondo del pozzo, alfine di evitare l'aspirazione di particelle fini, che potrebbero compromettere il funzionamento delle pompe. L'operazione di spurgo sarà protratta sino alla fuoriuscita di acque prive di particolato, ad una portata compresa tra i 5 e i 12 lit/min. In entrambe i casi le operazioni saranno coadiuvate dal rilievo fluidi, all'inizio e alla fine delle operazioni, per verificare se il raggiungimento del livello statico iniziale avvenga entro limiti accettabili (≈ 0,50-1,00 m).

- ✓ Il campionamento avverrà ove possibile ad un'aliquota di profondità di circa 1 m sotto il livello di falda, ad una portata di circa 3-5 litri/minuto. I dati raccolti, sia quelli del censimento e delle verifiche in campo, sia delle operazioni di spurgo e campionamento, comprensivi di documentazione fotografica e coordinate geografiche, saranno raccolti in un'apposita scheda anagrafica per ogni pozzo/piezometro monitorato (Allegato K).

Set analitico proposto

Il *set* di campionamento proposto, sarà concertato con il laboratorio di analisi sulla base della strumentazione disponibile. Compatibilmente con le risorse economiche disponibili sarà valutata la possibilità di ampliare la lista degli analiti da determinare, il numero dei campioni e se possibile, per le acque, effettuare più prelievi nello stesso punto in differenti stagioni. Il *set* analitico proposto per i terreni è riportato nella Tabella 10. 2.

Parametri principali		Parametri principali	
pH	unità pH	Rame	mg/Kg
Scheletro	g/kg	Selenio	mg/kg
Umidità relativa	g/kg terra fine	Stagno	mg/kg
Conducibilità	mS/cm	Tallio	mg/kg
Azoto totale	g/kg	Vanadio	mg/kg
Azoto assimilabile	mg/kg	Zinco	mg/kg
Sostanza Organica	%	Altri parametri	
Fosforo assimilabile	P. mg/kg	Sommatoria organici aromatici	mg/kg
Potassio assimilabile	mg/kg	Clorometano	mg/kg
Capacità di scambio cationico	meq/100 g	Diclorometano	mg/kg
Sabbia fine	%	Triclorometano	mg/kg
Sabbia grossa	%	Cloruro di Vinile	mg/kg
Limo fine	%	1,2-Dicloroetano	mg/kg
Limo grosso	%	1,1-Dicloroetilene	mg/kg
Argilla	%	1,2-Dicloropropano	mg/kg
Alluminio	mg/kg	1,1,2-Tricloroetano	mg/kg
Arsenico	mg/kg	Tricloroetilene	mg/kg
Bario	mg/kg	1,2,3-Tricloropropano	mg/kg
Berillio	mg/kg	1,1,2,2-Tetracloroetano	mg/kg
Boro	mg/kg	Tetracloroetilene (PCE)	mg/kg
Cadmio	mg/kg	1,1-Dicloroetano	mg/kg
Cromo totale	mg/kg	1,2-Dicloeroetilene	mg/kg
Cromo VI	mg/kg	1,1,1-Tricloroetano	mg/kg
Ferro	mg/kg	Idrocarburi Leggeri C< 12	mg/kg
Litio	mg/kg	Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg
Manganese	mg/kg	Sommatoria IPA	mg/kg
Mercurio	mg/kg	PCB	mg/kg
Nichel	mg/kg	Fenoli	mg/kg
Piombo	mg/kg	Fitofarmaci totali	mg/kg

Tabella 10.2: set analitico proposto per l'indagine ambientale delle matrici suolo-sottosuolo e sedimenti

Il *set* analitico per le acque, univoco sia per i corpi idrici superficiali sia per la falda sotterranea proprio in relazione agli stretti rapporti di interconnessione reciproci tipici dell'area investigata, è riportato in Tabella 10.3.

Metalli/Metalloidi		Tensioattivi anionici	mg/l
Alluminio	µg/l	Conta di Coliformi Fecali	ufc/100 ml
Arsenico	µg/l	Conta di Coliformi Totali	MPN/100ml
Bario	µg/l	**Parametri chimico-fisici**	
Berillio	µg/l	Temperatura	°C
Boro	µg/l	Conducibilità elettrica	µs/cm
Cadmio	µg/l	Durezza Totale	mg/lt di CaCO3
Cromo (VI)	µg/l	Ossigeno disciolto	mg/l
Cromo totale	µg/l	pH	unità di pH
Ferro	µg/l	Potenziale Redox	mV
Litio	µg/l	BOD5 (come O2)	mg/l
Manganese	µg/l	COD	mg/l
Mercurio	µg/l	Carbonio Organico totale	mg/l
Nichel	µg/l	Solidi sospesi totali	mg/l
Piombo	µg/l	**Altri parametri**	
Rame	µg/l	Benzene	µg/L
Selenio	µg/l	Etilbenzene	µg/L
Stagno	µg/l	Stirene	µg/L
Tallio	µg/l	Toluene	µg/L
Vanadio	µg/l	p-Xilene	µg/L
Zinco	µg/l	Somm. policiclici aromatici	µg/L
Altri parametri di base		Clorometano	µg/L
Calcio	mg/l	Triclorometano	µg/L
Magnesio	mg/l	Cloruro di vinile	µg/L
Sodio	mg/l	1,1-Dicloroetilene	µg/L
Potassio	mg/l	Tricloroetilene	µg/L
Cianuri	µg/lt	Tetracloroetene	µg/L
Cloruri	mg/lt	Sommatoria organoalogenati	µg/L
Fluoruri	mg/l	1,2-Dicloroetilene	µg/L
Fosfati	mg/l	1,2-Dicloropropano	µg/L
Solfati	mg/l	1,1,2-Tricloroetano	µg/L
Azoto ammoniacale (come NH4)	mg/l	Idrocarburi totali (n-esano)	µg/L
Azoto nitrico (come N)	mg/l	MTBE (Metilterzbutiletere)	µg/L
Azoto nitroso (come N)	mg/l	ETBE (Etilterzbutiletere)	µg/L
Conta di Streptococchi fecali (Enterococchi)	ufc/100 ml	Sommatoria fitofarmaci	µg/L

Tabella 10.3: set analitico proposto per l'indagine ambientale delle matrici acque superficiali e acque sotterranee.

CAPITOLO 11: CONCLUSIONI

11.1. CONSIDERAZIONI FINALI RIGUARDO LA RICERCA SVOLTA

Metalli: risultati dell'indagine geochimica e studio dei VDFN per i suoli

L'indagine geochimica condotta per i metalli presenti nelle rocce sedimentarie di aree limitrofe e/o con caratteristiche analoghe alle formazioni alluvionali del dominio umbro-marchigiano, compresa l'area preposta allo studio ecologico, permette di fare le seguenti considerazioni:

- ✓ Seppur le anomalie geochimiche per questi elementi siano in termini di entità e rilevanza decisamente superiori nei suoli di origine vulcanica e metamorfica, i dati di letteratura unitamente agli studi sui VDFN svolti in Italia, rivelano che talvolta possono sussisterne elevate concentrazioni anche in ambiente sedimentario.
- ✓ I valori di concentrazione *standard* nei suoli, salvo anomalie geochimiche particolari e in presenza e/o vicinanza di argilliti e formazioni evaporitiche, risultano quasi sempre al di sotto dei valori limite di CSC contemplati dalla normativa vigente (testo unico ambientale D.Lgs. 152/06), anche nei terreni a destinazione d'uso verde residenziale.
- ✓ L'*excursus* bibliografico sui 19 metalli/metalloidi preposti allo studio dei VDFN, confluito in una matrice di *screening* funzionale alla loro potenziale presenza nei suoli, ha rivelato che molti di essi (Cr tot, Ni, Cu, Zn, Pb e V) tendono ad aggregarsi ad Al e Fe nei sedimenti più fini, variando le concentrazioni e talvolta sostituendosi reciprocamente l'uno con l'altro.

L'esame preliminare dei dati preposti allo studio sui VDFN ha fornito i seguenti risultati:

- ✓ Le concentrazioni di metalli/metalloidi nei suoli dei domini geologici umbro-marchigiani utilizzati per lo studio dei VDFN, presentano nella maggior parte dei casi valori simili ai *range* e ai valori medi di ampiezza tipici delle rocce madri, in linea con i dati di letteratura. Quest'ultimi solo sporadicamente superano le CSC per i suoli a destinazione d'uso agricola; nessuna eccedenza è stata invece riscontrata per quelle previste nelle aree industriali.
- ✓ I descrittori statistici per i metalli principali in termine di concentrazioni (Al, Fe, Cr tot, Ni, Cu, Zn) indicano una distribuzione di valori uniformi, per la maggior parte condensati nello stesso *range* di grandezza, con una forbice sottile tra il 75° percentile e il 25° percentile. Inoltre i valori massimi rientrano per lo più nello stesso ordine di grandezza delle CSC e dei valori di media e mediana, in corrispondenza dei quali avviene un decremento delle concentrazioni per alcuni elementi, in favore dell'aumento in altri, specie tra Fe e Al.
- ✓ I valori più elevati sono stati riscontrati nei materiali più fini, in particolare nei limi sabbiosi specie per Fe, Cr tot e Ni, subordinatamente per Cu, Pb e Zn, e nei limi argillosi, Al e Li. As e Be presentano invece bassi valori, spesso al di sotto dei limiti di rilevabilità analitico-

strumentale in tutte le classi granulometriche investigate, probabilmente a causa della genesi in prevalenza magmatica e/o idrotermale dei loro minerali principali.

- ✓ Per le analisi delle popolazioni, sono stati presi in considerazione i seguenti domini geologici: Bacino Marchigiano Esterno (BME), classi sedimentologiche Ghiaie, Sabbie Limose, Limi sabbiosi e Limi argillosi;
- ✓ Depositi Appenninici (DA), che include campioni prelevati dai seguenti domini: Dorsale Marchigiana, Dorsale Umbro-Marchigiana, Bacino Marchigiano Interno e Bacino Umbro, classi sedimentologiche Sabbie Limose, Limi sabbiosi.

L'elaborazione statistica è stata effettuata mediante il software ProUCL 5.0 dell'US EPA. Lo studio dei VDFN per i metalli processati, quelli i cui dati erano disponibili e statisticamente rappresentativi, ha fornito i seguenti esiti:

- ✓ Cr tot, Ni, Cu, Zn: nel BME i dati presentano andamenti non simmetrici, in prevalenza distribuzioni lognormali/gamma e/o non parametriche, eccetto il Cr tot con andamento normale, non sussistono particolari scarti di valore per tali analiti nelle varie classi granulometriche. Nei DA essi presentano quasi sempre andamenti simmetrici, arricchendosi nel passaggio da frazioni granulometriche più grossolane a quelle più fini.
- ✓ Al, Fe: investigati solo nel BME, presentano valori molto elevati, distribuiti tendenzialmente in maniera simmetrica in cui spicca una correlazione negativa reciproca tra i due analiti.
- ✓ As, Be, Li, e Pb: indagati in maniera difforme nei 2 domini geologici e per classi granulometriche differenti, presentano distribuzioni non simmetriche e talvolta non è stato possibile identificare una distribuzione compiuta.
- ✓ I valori di VDFN dei sopracitati metalli, considerato che non è stato possibile stabilire con certezza una correlazione tra le diverse formazioni/frazioni granulometriche potenziali, ricadono in un *range* di valori compreso tra gli indicatori scelti per l'elaborazione statistica l'Upper Prediction Limit (UPL) e L'Upper Simultaneous Limit (USL). Quest'ultimo valore talora è eccedente ma ricade nello stesso ordine di grandezza delle CSC a destinazione d'uso verde-residenziale (Cfr. tabelle 3.7 e 3.8 Capitolo 3).
- ✓ *Outlier* e valori elevati, anche superiori ai valori massimi del *dataset* analizzato, possono ritenersi accettabili solo se si esclude la presenza di potenziali fonti di contaminazione puntuali. Occorrerebbe comunque un approfondimento delle indagini, al fine di validare le assunzioni alla base dei *range* identificati.

Metalli: esiti dell'indagine geochimica e studio dei VDFN per le acque sotterranee

Di seguito i risultati dell'indagine geochimica eseguita per le acque sotterranee.

- ✓ Le saltuarie eccedenze dei valori di CSC sia a carico sia dei metalli, *in primis* Fe e Mn e in sottordine Al, As, Ni e Zn, sia di Sali inorganici, Solfati, Cloruri e Composti Azotati, è un fenomeno diffuso ormai noto su scala nazionale e oggetto di numerosi studi e ricerche.
- ✓ In particolare gli elementi che più spesso superano i valori di CSC sono il Fe e il Mn, la cui presenza ad elevate concentrazioni naturali, oltreché ampiamente documentato in numerosi studi e indagini condotte nelle Marche, è oggetto di studio sui VDFN degli acquiferi nelle 2 principali aree in corso di bonifica ambientale della regione, il SIN (Sito di Interesse Nazionale) di Falconara Marittima e l'ex SIN del Basso Bacino del Chienti.
- ✓ Il transito e la lisciviazione delle rocce ad opera delle acque sotterranee, la loro venuta a giorno da acquiferi profondi e condizioni particolari di chimismo in presenza di formazioni evaporitiche e argille, non solo risultano potenziale sede di accumulo dei metalli più diffusi, ma anche di ulteriori usualmente presenti in traccia (Pb, As, V, Se, B, Ba, Hg, ecc.).
- ✓ Per lo studio dei VDFN delle acque sotterranee, sono stati utilizzati i dati acquisiti da indagini svolte nei Depositi Appenninici (DA), nel Bacino Umbro (BU), nella Dorsale Umbro-Marchigiana (DUM), nel Bacino Marchigiano Interno (BMI) e nella Dorsale Marchigiana (DM). E' stata inoltre eseguita la disamina di alcuni dati idrochimici acquisiti dalla caratterizzazione dell'Ex SIN del Chienti, in affinità e contiguità geologica (BME) con l'area oggetto di studio ecologico. Tutti i risultati sono sintetizzati di seguito.
- ✓ Le acque sotterranee campionate rivelano una netta prevalenza nella specie idrochimica bicarbonato-calcica in tutti i domini geologici, elevati tenori di HCO_3+CO_3 e Ca rispetto agli altri ioni, tipica di acque sotterranee fresche poco profonde, originatesi per attraversamento di rocce calcaree i cui sali derivano dalla loro aggressione da parte della CO_2 disciolta.
- ✓ 166 campioni sono risultati idonei all'elaborazione statistica in quanto appartenenti alla medesima specie idrochimica, afferenti a 3 unità litostratigrafiche, Depositi continentali quaternari del Bacino Umbro (DBQU), Serie carbonatica Umbro-Marchigiana (SCUM) e Sintema di Matelica(SM) aventi un numero di campioni statisticamente rappresentativo (>30). Alcuni campioni ricadenti nella categoria intermedia di acque prive di dominanza geochimica sono stati esclusi dalla trattazione statistica in quanto appartenenti a differenti contesti idrochimici, per altre formazioni (Bisciaro, Schlier) i dati risultano insufficienti.
- ✓ Elevati valori di Mn culminanti in alcune eccedenze delle CSC, spesso si rilevano in concomitanza di basse concentrazioni di ossigeno disciolto e potenziale redox, quest'ultimo talvolta negativo, per lo più in acquiferi superficiali caratterizzati da modeste profondità e in particolare nelle acque sotterranee del DBQU.

- ✓ Valori anomali rilevati nelle acque sotterranee con alcuni superamenti delle CSC, soprattutto a carico di Ferro, Piombo spesso in associazione con i Solfati e, subordinatamente per altri metalli, rilevati sia nelle acque sotterranee che nelle sorgenti della SCUM e del SM, possono essere ascritti alle seguenti cause:
  - elevato contenuto di sostanza organica, potenziale sede di mineralizzazioni a solfuri e accumulo di metalli;
  - presenza di elementi metallici nei minerali argillosi di origine autigena, formatosi all'interno del bacino di sedimentazione per effetto della diagenesi o per precipitazione da fluidi idrotermali;
  - transito o adiacenza delle acque sotterranee nelle *facies* evaporitiche messiniane e delle anidridi di Burano soggiacenti il Calcare Massiccio;
  - acque sorgive alimentate dagli acquiferi delle formazioni calcaree mesozoiche, in aree intensamente tettonizzate o in zone limitrofe a sovrascorrimenti.
- ✓ Seppur i dati siano probabilmente rispondenti a VDFN, le anomalie geochimiche eccedenti le distribuzioni statistiche e talora superiori alle CSC potrebbero essere riconducibili a cause naturali, così come suffragato dai dati di letteratura. In ogni caso andrebbero verificate, con l'esecuzione di ulteriori campagne di monitoraggio, eseguite anche a cadenza stagionale negli stessi punti, coadiuvate da uno studio idrogeologico di dettaglio.
- ✓ L'analisi dei dati idrochimici del BME mostrano variazioni dei valori di metalli, sali inorganici solfati e parametri chimico-fisici dipendenti dalle litologie attraversate dagli acquiferi; altresì si rilevano elevati tenori di nitrati in assenza di altri contaminanti.
- ✓ Tutti questi fattori dovranno essere considerati nell'eventualità di approfondimenti e della prosecuzione dello studio sui VDFN.

Origine antropica dei metalli e inquadramento ambientale della Bassa Vallesina

Le ricerche bibliografiche riguardo l'origine antropica dei metalli, sono state contestualizzate in schede tramite l'indicatore ambientale "Progress in management of Contaminated Sites" dell'Agenzia Ambientale Europea (EEA), che, analogamente all'indagine sulla loro genesi naturale, ha consentito di costruire una matrice di *screening* per valutare la potenziale presenza dovuta a cause antropiche. In sintesi si riportano i risultati.

- ✓ Sulla base delle attività potenzialmente inquinanti prese in considerazione dall'indicatore dell'EEA, i metalli impiegati diffusamente sono Al, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn e Cu, e, in lieve subordine V, As, Cd, Se, Cr tot, Cr VI e Hg, taluni di essi largamente utilizzati in passato e ora soggetti a limitazioni d'uso per la loro elevata tossicità ma tuttora presenti in accessori per l'industria elettronica, mordenti e pigmenti in tessile e pellami, vetro e ceramiche.

- ✓ A differenza dei valori naturali, i metalli nelle matrici ambientali suolo e acque in presenza di sorgenti antropiche rivelano che, in virtù dei loro molteplici utilizzi, sono talvolta presenti ad elevate concentrazioni anche dell'ordine delle migliaia di mg/kg. Tale fenomeno si riscontra principalmente nei suoli ubicati in adiacenza a discariche, distretti industriali, dove l'apporto deriva principalmente da emissioni e combustioni delle attività produttive, ma anche in siti minerari attivi e dismessi e in aree oggetto di agricoltura intensiva.
- ✓ Lavori e studi svolti per lo studio dei VDFN delle acque sotterranee rivelano che possono verificarsi eccedenze delle CSC, oltre che per Fe e Mn, anche per altri analiti (Cd, Pb, Zn, Hg, As, ecc.). In condizioni di estrema compromissione della falda acquifera, come in presenza di percolato e in aree minerarie, si possono superare i valori delle CSC anche di vari ordini di grandezza.

Le attività produttive dell'EEA sono state contestualizzate nella Bassa Vallesina, mediante un censimento condotto tramite sopralluoghi e ricerche bibliografiche. In sintesi i risultati:

- ✓ La scelta di quest'area è stata motivata dalla presenza di siti contaminati oggetto di bonifica, tra cui il SIN di Falconara Marittima, di una trentina di siti dismessi un tempo fulcro dell'economia locale, dall'accadimento di incidenti industriali rilevanti, per l'inquinamento delle acque sotterranee e in virtù degli scarsi dati ambientali riguardo lo stato dei suoli, tutti aspetti che necessitano di approfondimento.
- ✓ Tra gli oltre 900 siti censiti, compresi anche quelli dismessi e gli storici, spiccano le officine e il settore metalmeccanico, il settore agroalimentare, la chimica (principalmente costruzione stampi di materie plastiche), l'elettronica e in subordine l'industria del tessile e dei pellami.
- ✓ Dati ambientali e informazioni sulla Bassa Vallesina, oltre che per i metalli, rivelano criticità connesse a contaminanti di altro tipo quali nitrati, idrocarburi, solventi alogenati. Resta da comprendere se tali fenomeni siano isolati e circoscritti ai siti di bonifica, oppure riconducibili ad una contaminazione più ampia e diffusa nel territorio.

Ecotossicologia dei metalli ed elaborazione dell'ERA

Preliminarmente sono state scelte le specie animali e vegetali presenti nell'area di studio affini a quelle contenute nella banca dati tossicologica software ECORISK_R3.3.MDB del Los Alamos Laboratory, allo scopo di individuarne le più idonee e rappresentative per l'elaborazione dell'ERA. L'elaborazione dell'ERA è stata effettuata tramite il confronto tra VDFN e i livelli di esposizione (ESL) dei ricettori ambientali (ROI), contenuti nel data base. Quest'ultima è stata successivamente applicata in presenza di contaminazione delle matrici ambientali nell'area di studio, tramite i dati dei monitoraggi eseguiti nell'area. In sintesi i risultati:

- ✓ Fe, Cu, Se, Zi, pur rivestendo un ruolo di primaria importanza per la catena alimentare, risultando addirittura essenziali per il metabolismo di alcuni organismi, a seguito del loro crescente apporto in ambiente dovuto ad attività antropiche con concentrazioni sempre più elevate, possono favorire il loro bioaccumulo negli organismi. I metalli più pericolosi in virtù della loro tossicità sono As, Cd, Pb, Hg e Cr VI.
- ✓ Per i suoli il confronto tra i VDFN (valori massimi di USL), livelli di *screening* ecologico (ESL) a basso impatto ambientale, ha evidenziato un potenziale rischio di minimi effetti avversi in ambiente, per i seguenti ricettori ambientali di rilievo (ROI): organismi acquatici, piccoli volatili e roditori, ad opera di As, Cr totale, Hg, Ni, Pb, Cu, Se e V.
- ✓ Per le acque, sia superficiali che sotterranee della Bassa Vallesina, il confronto tra ESL, acque a monte idrogeologico (località Serra San Quirico) e acque in ingresso alla Raffineria API di Falconara Marittima, recapito finale di destra idrografica dell'Esino prima di sfociare in mare, mostrano un potenziale rischio di esposizione minimo da metalli. I valori di ESL e di USL come per i suoli sono dello stesso ordine di grandezza e i potenziali effetti avversi di Ba, B, Cu, Pb e Zn, riguardando esclusivamente organismi di comunità acquatiche.
- ✓ Il confronto con i ESL e dati tossicologici rilevati in aree suscettibili di contaminazione passiva, zone della Vallesina prospicienti a distretti industriali e nei pozzi limitrofi ad aree agricole, è stato condotto sia per i metalli sia per altri contaminanti marker ambientali dell'area di studio (solventi clorurati, idrocarburi e nitrati). I risultati rivelano un potenziale pericolo per i ROI per tutti i composti, in prevalenza organismi delle comunità acquatiche e subordinatamente per piccoli uccelli e pesci.
- ✓ L'applicazione dell'ERA nella Bassa Vallesina palesa la necessità di uno studio antropico approfondito dell'area, da espletarsi tramite una caratterizzazione di acque e suoli, allo scopo di definire lo stato della contaminazione e dei bersagli sensibili (fossi, aree agricole ripariali, aree golenali dell'Esino, sedimenti) dei quali si hanno scarse informazioni.

Definizione del Modello concettuale dell'area e proposta di indagine ambientale

- ✓ E' stata effettuata una valutazione del rischio allo scopo di definire il modello concettuale del sito (MCS) e individuare i ricettori ambientali (*targets*) suscettibili di potenziale contaminazione passiva. Ai fini della valutazione del rischio circa la probabilità di rinvenire metalli in ambiente, l'area della Bassa Vallesina è stata suddivisa in 5 macroaree. In ciascuna di esse, a seguito del censimento effettuato, sono stati assegnati ai metalli un punteggio basato sul tipo di attività produttiva e la loro presenza sul territorio. I dati probabilistici della valutazione del rischio, mostrano una corrispondenza con le indagini

ambientali condotte nella bassa Vallesina, in virtù della potenziale presenza di metalli (Cr VI, Pb, Cu, As, Hg, Al, Fe, Mn, Ni e Zn) nelle stesse aree oggetto di contaminazione.

- ✓ Sulla base dei dati geologici, geomorfologici, degli incidenti rilevanti e dei dati ambientali in possesso, sono stati individuati i *targets* per le seguenti matrici ambientali: suoli, acque superficiali e acque sotterranee. I *targets* sono stati determinati secondo i seguenti criteri: risultati del censimento delle sorgenti antropiche nell'area di studio, definizione del MCS, posizione in aree esterne e adiacenti ai siti risultati contaminati, sia produttivi che dismessi, ai siti oggetto di incidenti rilevanti, alle aree degradate oggetto di abbandono di rifiuti.
- ✓ Sono state predisposte le specifiche tecniche per la caratterizzazione ambientale delle matrici suolo, acque sotterranee e superficiali che oltre ai metalli include anche la determinazione dei composti antropici.

11.2. PROSPETTIVE DI INTERVENTI FUTURI

Uno degli obiettivi finali della ricerca è quello di gettare le basi per il completamento dello studio ecologico della Bassa Vallesina, a cui mancherebbe un ulteriore *step* conoscitivo, ossia l'acquisizione di ulteriori dati ambientali. A tale scopo, le indicazioni fornite dallo studio dei VDFN, dallo *screening* dei dati di letteratura per i metalli, dal censimento effettuato, dall'elaborazione dell'ERA, e non ultimo la definizione del MCS, consentirebbero di pianificare una campagna di indagini ambientali. Oltre ai metalli investigati sarebbe utile la determinazione di Idrocarburi, Solventi e Sostanze Organiche in quanto *marker* di contaminazione dell'area di studio e in virtù del fatto che la loro presenza in ambiente è spesso associata ai metalli. In tale maniera il lavoro svolto convergerebbe verso una valutazione dell'inquinamento da composti metallici, e non solo, della Bassa Vallesina, basata sul confronto tra VDFN, valori dell'ERA e i risultati di una caratterizzazione che stimi il loro apporto antropico e consenta valutazioni circa l'origine della contaminazione in ambiente. Inoltre un confronto dei valori scaturiti dai 3 livelli di indagine, consentirebbe di stabilire criteri di priorità operativi preposti al risanamento ambientale, qualora necessario, basati sulle seguenti classi di rischio:

- ➢ <u>Aree a rischio basso o nullo</u>, caratterizzate da scarsa antropizzazione nelle quali i dati acquisiti sono similari ai VDFN e inferiori ai valori di ESL dell'ERA, dove sussisterebbe un pericolo nullo per l'ambiente e l'unica potenziale criticità deriverebbe da una contaminazione passiva proveniente da zone esterne e/o da incidenti ambientali.
- ➢ <u>Aree a medio rischio di inquinamento</u>, laddove i dati acquisiti sono superiori ai VDFN e prossimi e/o superiori ai valori di ESL dell'ERA in cui sussiste un potenziale pericolo per i ricettori ambientali. Da un punto di vista prettamente operativo, queste zone andrebbero tenute sotto controllo attraverso una serie di monitoraggi periodici.

- Aree a potenziale rischio di inquinamento grave, nelle quali i valori delle matrici ambientali investigate, ai fini dell'apporto antropico degli elementi derivante da attività umane, superano in maniera rilevante quelli determinati con i VDFN e gli ESL dell'ERA e che pertanto potrebbero necessitare con urgenza di interventi di risanamento ambientale.

Va inoltre rilevato che da anni nel settore ambientale rimangono aperte le annose questioni connesse all'assegnazione di valori limite o CSC per i sedimenti e le aree agricole, che a tutt'oggi, sono ancora prive di un valore che consenta di definire correttamente gli obiettivi di bonifica. Lo stesso D.Lgs. 152/2006, in riferimento alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, non contempla valori limite per questi comparti ambientali, per i quali, allo scopo di definire la necessità o meno di interventi di bonifica e/o risanamento, si prendono spesso erroneamente a riferimento le CSC previste dalla destinazione d'uso verde – residenziale.
Per tale ragione l'obiettivo finale di questa ricerca è quello di aprire nuovi scenari mirati alla definizione di valori limite cautelativi per i ricettori ambientali, modulati sui valori di VDFN e sui livelli di esposizione dell'ERA definiti a scala sito-specifica, da confrontare in seguito con i dati acquisiti dall'approfondimento dello studio ecologico della Bassa Vallesina.

Bibliografia

Geochimica – Studi sui valori di fondo naturale

F. ADANI, M. NEGRI, F. TAMBONE, G. MOLASCHI, P. GENEVINI, B. SCAGLIA (2002) "I metalli nell'ambiente", Hoepli editore.

B.J. ALLOWAY (1990) "Heavy metals in soil ", Publisher: Glasgow : Blackie ; New York : Halsted Press, 1990.

APAT (ora ISPRA) , ISS (2006) "Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli /metalloidi nei suoli dei siti di interesse nazionale", http://www.isprambiente.gov.it/files/temi/tec-valori-di-fondo.pdf.

ARPA VENETO, COMUNE DI VENEZIA, PROVINCIA DI VENEZIA (1999) "Determinazione del livello di fondo di metalli pesanti nei suoli dell'entroterra veneziano", http://www.arpa.veneto.it/arpav/chi-e-arpav/file-e-allegati/dap-venezia/suolo/rel15_metalli_suolo_venezia.PDF/view.

ARPA VENETO, REGIONE VENETO (2010) "Valori di fondo di metalli e metalloidi nei suoli del Veneto", http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/file-e-allegati/documenti/metalli-pesanti/Metalli_metalloidi_suoli_Veneto.pdf.

ARPA VENETO, PROVINCIA DI TREVISO (2011) "Metalli e metalloidi nei suoli della provincia di Treviso - Determinazione dei valori di concentrazione caratteristici", http://ecologia.provincia.treviso.it/Engine/RAServeFile.php/f/doc_documentazioni/Metalli_e_metalloidi_nei_suoli.pdf.

C. BAIRD (1997) "Chimica Ambientale", Zanichelli editore.

M. BARBIERI (1981) "Problemi connessi con la geochimica dei minerali detritici e di alcuni minerali di neoformazione entro i sedimenti: significato della presenza in essi di particolari elementi chimici", Rendiconti Società italiana di Mineralogia e Petrologia, 37 (2), 1981: pp 881-912.

E. BARTOLUCCI, M. BUSSETTINI, N. CALACE, L. D'APRILE, M. FRATINI, M. GUERRA, L. MARANGIO, G. PIRANI, A. VECCHIO (2009) "Protocollo per la definizione dei Valori di Fondo per le Sostanze Inorganiche nelle Acque Sotterranee", IV CONGRESSO NAZIONALE AIGA (Associazione Italiana Ingegneria) Perugia 6-7 febbraio 2012, pubblicato nel Giornale di Geologia Applicata Volume 14 supplemento B – Anno 2012.

G.BECCARIS, N. DOTTI, V.PUCCI (2007) "Proposta di metodologia per la determinazione del fondo naturale ed esempio applicativo", https://docplayer.it/28947664-Proposta-di-metodologia-per-la-determinazione-del-fondo-naturale-ed-esempio-applicativo.html.

G. BIANCHINI (2014) "Elaborazione dei dati geochimici e cenni di statistica", slides http://m.docente.unife.it/gianluca.bianchini/georisorse/elaborazione%20statistica%20dei%20dati%20geochimici%202014.pdf

P. BUCCI, S, CARROZZINO, A. GRILLI CICILIONI, M. IOZZELLI, F. MANTELLI, A. SALUTINI (2002) "Presenza di arsenico nelle acque distribuite al consumo umano in Toscana", Atti del 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee per il III millennio. Parma13/15 ottobre1999, in: Quaderni di geologia applicata, Vol. 2, pp. 271-281, Pitagora Editrice.

M.R. CAVE, C.C. JOHNSON, E.L. ANDER, B. PALUMBO-ROE (2012), "Methodology for the determination of normal background concentrations of contaminants in English soil", Science of The Total Environment Volumes 454–455, 1 June 2013, Pages 604-618.

R. CHETONI (2000) "Acque minerali e termali – Idrogeologia e opere di captazione gestione della risorsa idrica", ", Edizioni Geo-Graph.

G. CHIESA (2002) "Idrogeochimica", Edizioni Geo-Graph.

R. CIDU (2016), "Schede guida su argomenti del Corso di Geochimica", Secondo Anno Laurea Triennale in Scienze Geologiche A.A. 2016-2017", http://people.unica.it/rosacidu/files/2016/09/schede-Geochimica-2016.pdf.

R. CIDU (2017) "Appunti al corso di Idrogeochimica", Università di Cagliari Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, http://people.unica.it/rosacidu/files/2016/11/Appunti-Idrogeochimica-2017.pdf.

A. COBELO, GARCIA, R. PREGO (2003), "Heavy metal sedimentary record in a Galician Ria (NW Spain): background values and recent contamination", Article in Marine Pollution Bulletin 46(10):1253-62 · October 2003.

G. CORTI, S. COCCO, A. AGNELLI, G. BRECCIAROLI (2015) "Silicio, alluminio, ferro, e manganese. Contenuto totale e frazionamento chimico".

E. DE STEFANIS (2007) "Studio del fondo naturale relativo ai metalli pesanti nelle acque sotterranee", Dottorato di ricerca in Scienze e Alta Tecnologia Ciclo XXIII – slides, Università di Torino.

B. DE VIVO, A. UMA, F. SIEGEL (2004) "Geochimica ambientale – metalli potenzialmente tossici", Liguori editore.

J.I. DREVER (1997) "The geochemistry of natural waters – Surface and gruondwater environments", Upper Saddle River, N.J. : Prentice Hall.

THE EUROPEAN COMMISSION PROVIDES GUIDANCE DOCUMENTS (2012) "Common implementation strategy for the water framework Directive (2000/60/EC)", Guidance document n°18 – Guidance on groundwater status and trend assessment – Technical Report -2009- 026, https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/76543005-ce9e-4b3c-9191-3c3f97b90ab1.

A. GALUSZKA (2006) "A review of geochemical background concepts and an example using data from Poland", Article in Environmental Geology 52(5):861-870 · May 2007.

A. GALUSZKA, Z. M. MIGASZEWSKI (2011) "Geochemical background an environmental prospective", Mineralogical Society of Poland, http://www.mineralogia.pl/dokumenty/007_018_Galuszka.pdf.

P. GIANDON, A. GARLATO, F. RAGAZZI (2017) "Valori di fondo di metalli e metalloidi nei suoli del Veneto", ARS n. 127 - ottobre / dicembre 2010 http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/file-e-allegati/documenti/metalli-pesanti/Valori_di_fondo_di_metalli_e_metalloidi_suoli_Veneto.pdf/view.

INTERNATIONAL STANDARD ISO 19258 (2018) "Soil quality — Guidance on the determination of background values", second edition 2018/08, https://www.sis.se/api/document/preview/80005990/.

A.A. LEVINSON (1974) "Introduction to exploration geochemestry", Applied Publishing, Calgary.

G. I. LUMSDEN (1994) "Geology and the Environment in Western Europe: : A Coordinated Statement by The Western European Geological Survey ", The Editorial Board of the Directors of the Western European Geological Surveys (Editor).

C. MARINI, M.F. MELIS (1981) "Le mineralizzazioni stratiformi a solfuri misti della serie paleozoica del Fluminese (Sardegna sud-occidentale). nota l", RENDICONTI Società italiana di Mineralogia e Petrologia, 37 (1), 1981: pp 541-555.

J. MATSCHULLAT (2000) "Arsenic in the geosphere - a review", Science of The Total Environment Volume 249, Issues 1–3, 17 April 2000, Pages 297-312.

C. MOSTOSI, C. NEBBIAI (2009) "Atlante di chimica", Hoepli editore.

M. NARDIN, L. VERONESE (1994) "Il campo geotermico di Comano (fluidi a bassa entalpia) –15 anni di ricerca del Servizio Geologico dalla Provincia di Trento", I quaderni del Servizio Geologico della Provincia autonoma di Trento http://www.protezionecivile.tn.it/binary/pat_protezione_civile/pubblicazioni/COMANO_TERME.1374136116.pdf.

B. NISI, A. BUCCIANTI, B. RACO, R. BATTAGLINI (2015) "Analysis of complex regional databases and their support in the identification of background/baseline compositional facies in groundwater investigation: developments and application examples", Journal of Geochemical Exploration 164 (2016) 3–17.

G. PIRANI, A. VECCHIO, (2009) "Determinazione dei Valori di Fondo Naturale dei terreni per metalli e metalloidi nel Sito di Interesse Nazionale della Valle Del Sacco", slides Corso di Formazione Siti contaminati: Caratterizzazione, Bonifica e Analisi di Rischio 23-24 giugno 2009 a cura di ISPRA, http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003900/3987-c2738-m2-u3-p2.pdf.

D. PITEA, A. L. DE CESARIS, G. MARCHETTI (1998) "Criteri per la valutazione della qualità dei suoli", Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Milano.

P. PRANDI (2011) "I metalli pesanti", https://docplayer.it/16530308-I-metalli-pesanti-dr-pietro-prandi.html.

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, COMUNE DI LEVICO TERME (2007) "Mappatura ambientale del contenuto in metalli del terreno al fine della definizione del fondo naturale in parte del territorio comunale di Levico Terme", slides http://www.bonifiche.provincia.tn.it/binary/pat_bonifiche/presentazioni/Definizione_fondo_naturale_Comune_Levico_Terme.1229596700.pdf.

PROVINCIA DI MILANO, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO (2003) "Linee guida per la determinazione dei valori del fondo naturale nell'ambito della bonifica dei siti contaminati", https://docplayer.it/384954-Linee-guida-per-la-determinazione-dei-valori-del-fondo-naturale-nell-ambito-della-bonifica-dei-siti-contaminati.html.

REGIONE EMILIA ROMAGNA, UNIVERSITÀ DI BOLOGNA, SERVIZIO GEOLOGICO SISMICO E DEI SUOLI (2006) "Note illustrative della carta pedogeochimica della Pianura Padana alla scala 1:250.000", http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/pdf/webgis-suoli/CARTA_PEDOGEOCHIMICA.pdf.

C. REIMANN, J. MATSCHULLAT, R. OTTESTEIN (1999) "Geochemical background – can we calculate it?", Research article, Environmental Geology July 2000, Volume 39, Issue 9, pp 990–1000 December 2005.

C. REIMANN, R. G. GARRETT (2005) "Geochemical background—concept and reality", Article in Science of The Total Environment 350(1-3):12-27.

C. REIMANN, P. FILZMOSER, R. G. GARRETT (2005) "Background and threshold: critical comparison of methods of determination", Article in Science of The Total Environment 346(1-3):1-16 · July 2005.

M. SINGH, A. A. ANSARI, G. MÜLLER, I. B. SINGH (1996) "Heavy metals in freshly deposited sediments of the Gomati River (a tributary of the Ganga River): effects of human activities". Environmental Geology February 1997, Volume 29, Issue 3–4, pp 246–252. |

H.T. SHACKLETTE, J. G. BOERNGEN (1984) "Element Concentrations in Soils and Other Surficial Materials of the Conterminous United States", U.S. Geological Survey professional paper 1270.

U.S. EPA (1995) "Determination of Background Concentrations of Inorganics in Soils and Sediments at Hazardous Waste Sites", https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/determine_background_concentrations.pdf.

U.S. EPA (1997) "Guidelines for the Assessment and Management of Groundwater Contamination", https://www.epa.nsw.gov.au/~/media/EPA/Corporate%20Site/resources/clm/groundwaterguidelines07144.ashx.

U.S. EPA (2004) "Pro UCL Version 3.0 User Guide", https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-03/documents/proucl_v3.0_user.pdf.

U.S. EPA Guidelines (2008) "Site contamination — Determination of background concentrations", https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/determine_background_concentrations.pdf.

C. ZHANGA, O. SELINUSB, U, J. SCHEDINB (1998) "Statistical analyses for heavy metal contents in till and root samples in an area of southeastern Sweden", The Science of the Total Environment 212 1998. 217]232.

Studi sui valori di fondo antropico – Inquinamento – Bonifiche dei siti contaminati

L. A. ADJERO, E. A. AYALOGBU, C. O. AZUWUIKE, T. I. NDUBUISI EZEJIOFOR, A. N. EZEJIOFOR, E. U. EZEJI, L. A. NWAOGU, K. O. NGWOGU, C. E. IHEJIRIKA, C. O. UJOWUNDU, A. C. UDEBUANI (2013) "Environmental metals pollutants load of a densely populated and heavily industrialized commercial city of Aba, Nigeria", Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences 5 (1), 1-11.

APAT (ora ISPRA) (2006) "Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati", http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003400/3458-manuale-2006-43.pdf/.

APAT (ora ISPRA) (2004) "Qualità acque sotterranee", http://www.isprambiente.gov.it/files/acqua/qualita-delle-acque-sotterranee.pdf.

ARPA FRIULI VENEZIA GIULIA (2007) "Sito Inquinato di Interesse Nazionale Laguna di Grado e Marano: valutazione dell'origine antropica o naturale della presenza di Ferro e Manganese nelle acque sotterranee", http://www.arpa.fvg.it/export/sites/default/tema/suolo/pubblicazioni/Relazione_Valori_Fondo_acque_Fe_Mn_2007.pdf.

ARPA EMILIA ROMAGNA - Sezione di Piacenza. (2002) "Caratteristiche qualitative e quantitative degli acquiferi della Provincia di Piacenza", https://www.arpae.it/Piacenza/download/acquesott.pdf.

ARPA EMILIA ROMAGNA (2006) "La ricerca di microinquinanti organici e metalli nel territorio di Reggio Emilia", Rivista N. 4 luglio-agosto 2006.

ARPA EMILIA ROMAGNA (2017) “Monitoraggio chimico e isotopico delle acque sotterranee della Discarica “Tre Monti – Imola”, https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/bologna/discarica-tre-monti/RelazioneMonitoraggioIsotopico_Discarica_TreMonti.pdf.

ARPA TOSCANA DIPARTIMENTO DI GROSSETO (2007) “Determinazione delle concentrazioni elementari nelle acque del sistema Merse-Campiano”, http://www.regione.toscana.it/documents/10180/70952/Relazione+sulla+Determinazione+delle+concentrazioni+elementari+nelle+acque+del+sistema+Merse+Campiano/b59eefce-3db1-455a-8896-5a57a7d1a09c;version=1.0.

ARPAT Dipartimento provinciale di Grosseto –Regione Toscana (2014) “Definizione dei Valori di Fondo per alcuni parametri nelle Acque Sotterranee dei Siti in Bonifica della Pianura di Scarlino, Grosseto (2003 – 2012)”.

G.P. BERETTA (1992) “Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee”, Pitagora editore.

N. CALACE, L. D’APRILE, G. PIRANI (2006) “Studio sui valori di concentrazione dell’arsenico nei suoli ad uso residenziale”, http://www.isprambiente.gov.it/files/temi/tec-arsenico-porto-marghera-nov-06.pdf.

E. CAPRI, M. TREVISAN (2002) “I metalli pesanti di origine agricola nei suoli e nelle acque sotterranee”, Pitagora editore.

T CHIRENJE, R. LITTELL, L. Q. MA, M. SZULCZEWSKI (2003), “Arsenic Distribution in Florida Urban Soils: Comparison between Gainesville and Miami”, Journal of Environ Quality 2003 Jan-Feb;32(1):109-19.

G. CIANCETTI, L. GERBERT-GAILLARD, G. F. PELOSO, G. PILLA, E. SACCHI, G. M. ZUPPI (2005) “Origine e distribuzione dei nitrati in falda nella Pianura Padana occidentale (Province di Novara, Alessandria e Pavia)”, https://www.aigaa.org/public/GGA.2005-02.0-21.0047.pdf.

B. COCCIANTE (2005) “Determinazione dei metalli pesanti nei macromiceti del Parco Naturale regionale Sirente – Velino”, Tesi di laurea in Tecniche della prevenzione nell’ambiente e nei luoghi di lavoro, Università di l’Aquila Anno accademico 2004 -2005.

S. COSTANTINI (2004) “Contaminazione ambientale da metalli pesanti connessa con attività mineraria dismessa in Sardegna. Studio preliminare”, ISS - Rapporti ISTISAN 04/28.

R. DAFFINÀ, A. DE MARCO (2003) “Metalli pesanti nei suoli italiani: un’analisi dei carichi critici”, Rivista ENERGIA, AMBIENTE E INNOVAZIONE 5/03, http://old.enea.it/produzione_scientifica/pdf_EAI/2003/MetalliPesanti.pdf.

D. DE ANGELIS (2013) “Rapporto sugli aspetti ambientali rilevanti dei nuovi processi di tipo idrometallurgico per il recupero di materiali da batterie al litio a fine vita”, ENEA Report RdS/PAR2013/198.

G. DI GIUSEPPE (2007), “Distribuzione dei metalli pesanti nei suoli agricoli ferraresi: analisi geochimica e cartografia tematica su base G.I.S.”, Dottorato di ricerca in Scienze della Terra Ciclo XXIII, Università degli studi di Ferrara.

A. DONI, S. MENICHETTI (2015) “Studio per la definizione dei valori di fondo nelle acque sotterranee della Toscana SO_4, Cl, NH_4, Mn, Fe, F, Al, Na (DLgs 30/2009 DLgs 31/2001)”, http://www.appenninosettentrionale.it/rep/distretto/aggiornamento/marzo2016/09_rt/Delibera_n1185_del_09-12-2015-Allegato-3.pdf.

M. FAVARO (2012) “Caratterizzazione di reflui industriali e messa a punto di procedure per l’abbattimento di inquinanti specifici”, Tesi di laurea in Scienze Ambientali, Università degli studi di Venezia Ca’ Foscari, Anno accademico 2011 -2012, http://dspace.unive.it/bitstream/handle/10579/2222/813980-1158745.pdf?sequence=2 .

V. FRANCANI, L. COLOMBO (2004) “Effetti dello scambio di acque inquinate fra suoli e acque sotterranee”, http://www.engeology.eu/sites/default/files/news-attach/effetti_scambio_acque_inquinate_suoli_acque_sotterranee_0.pdf.

V. FRANCANI, P. TREFILETTI (2005) “Relazioni fra sistema idrico superficiale e contaminazione delle acque sotterranee nella provincia di Cremona”, http://www.academia.edu/5754290/GLI_SVERSAMENTI_ACCIDENTALI_DI_IDROCARBURI_NELLE_PIANURE_ALLUVIONALI

L. GALLINI (2000) “Comportamento chimico e mobilità di alcuni metalli pesanti in un'area circostante una fonderia”, Tesi di Dottorato di Ricerca in Chimica Agraria Ciclo XI, Università di Torino - University of Paisley, Glasgow.

P. GIANDON (2008), “Come conoscere e prevenire la contaminazione dei suoli agrari”, atti del Convegno “La Protezione del Suolo” Bologna 27-28 novembre 2008.

A. GRILLI CICILIONI (2007), “La classificazione dei rifiuti contenenti metalli contenenti metalli”, atti del Convegno dell’Ordine dei chimici della Toscana Giornata di studio 13 dicembre 2007.

GRUPPO DI LAVORO “SUOLI AGRICOLI INQUINATI” MIPAAF (2007), “Linea guida per la determinazione del valore di fondo naturale e naturale-antropico dei suoli agrari per metalli e metalloidi”, http://www.arpa.vda.it/images/stories/ARPA/siti_contaminati/pubblicazioni/articoli/onp_gdlmetalli_metodo_fondo_naturale_vs_15-6-07.pdf.

INAIL (201?) “ Impatto e Rischio Ambientale Del Comparto - Capitolo 4 Acciaieria Elettrica” https://appsricercascientifica.inail.it/profili_di_rischio/Acciaieria_elettrica/cap4.pdf.

A. MARONGIU (2008) “L’inventario delle emissioni di metalli pesanti in Lombardia Arsenico, Cadmio, Cromo, Nichel, Mercurio e Piombo”, slides https://slideplayer.it/slide/10252150/.

P. MANTOVI (2003) “Rischi di accumulo del rame nei terreni“, Rivista L’informatore Agrario 42-2003, http://fad.crpa.it/media/documents/crpa_www/Settori/Ambiente/Download/Archivio-21/13.pdf.

C. MOROSINI (2017) “Declorazione riduttiva e ossidazione dei solventi clorurati in falda: due esperienze a confronto”, http://www.provincia.va.it/ProxyVFS.axd/null/r68896/UNINSUBRIA_Morosini-pdf?ext=.pdf.

A. MURGIA (2017) “Identificazione delle sorgenti di triclorometano nell’acquifero fessurato vulcanico dell’area di Portoscuso (Sud Sardegna)”, Tesi di laurea in Geologia del territorio Università degli studi di Bologna, Anno accademico 2016 -2017 .

A. MUTI (2006) “Inquinamento da boro un problema non solo italiano: Progetto BOREMED”, Intervento al Convegno “Rimozione di microinquinanti inorganici naturali nelle acque destinate al consumo umano mercoledì, 14 giugno 2006 ACOS Novi Ligure (AL), https://www.gestioneacqua.it/formazione/acos_2006_muti1.pdf.

NAVAFC (Naval Facilities Engineering Command) (2003) “Guidance for environmental background analysis Volume II: Sediment”, Battelle Memorial Institute Earth Tech, Inc. NewFields, Inc. April 2003, https://clu-in.org/download/contaminantfocus/sediments/Final_Back%20Ground_Sediment_Guidance-Navy.pdf.

V. NEGRO (2012) “Arricchimento e biodisponibilità di metalli in relazione all'uso del suolo: il caso del Comune di Ravenna”, Tesi di laurea in Caratterizzazione geochimica di materiali contaminati, Università degli studi di Bologna, Anno accademico 2011-2012, https://amslaurea.unibo.it/5109/1/Negro_Valerio_tesi.pdf.

G.PALPACELI, G.PIRANI (2000) "Indagine e studio dell'inquinamento da nitrati nel Fiume Musone e nei pozzi di attingimento acqua" , Comune di Osimo - ASPEA SPA, lavoro inedito.

REGIONE VENETO (2012) “Determinazione dei valori di fondo naturale nei suoli e nelle acque sotterranee dell’area interessata dalla costruzione del metanodotto parametri statistici di metalli e composti inorganici presenti nelle acque sotterranee dell’area Portoviro–Cavarzere”.

C. REIMANN, J. MATSCHULLAT, M. BIRKE, R. SALMINEN (2009) “Arsenic distribution in the environment: The effects of scale”, Article in Applied Geochemistry 24(7):1147-1167 · July 2009.

SWEDISH ENVIRONMETAL PROTECTION AGENCY (2002) “Methods for inventories of contaminated sites”, Environmental quality criteria - Guidance for data collection Report 5053.

E. TOSCANO (2014) “Problematiche ambientali e idrogeologiche delle sorgenti Mofito e Calabricito”, Tesi di laurea triennale in Ingegneria per l’ambiente e il territorio, Università degli studi di Napoli Anno accademico 2007 -2008, http://docplayer.it/70707623-Tesi-di-laurea-problematiche-ambientali-e-idrogeologiche-delle-sorgenti-mofito-e-calabricito.html.

L. TROIANI (200?), “Criteri di stima della concentrazione di fondo di metalli e metalloidi nei suoli dei Siti di Interesse Nazionale”, ,http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwi25YrLhejgAhVMKuwKHYPAAG8QFjAAegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.isprambiente.gov.it%2Fcontentfiles%2F00003000%2F3092-troiani.zip%2Fat_download%2Ffile&usg=AOvVaw11hzK-DC99DFeXrvzvph8r, stage effettuato con APAT.

M. TROTTA (2008) “Discarica per rifiuti speciali non pericolosi “Le Macchiaie” (Sinalunga, SI): monitoraggio e controllo delle emissioni nelle matrici acqua ed aria”, Tesi di laurea in Geologia Applicata, Università degli studi di Siena Anno accademico 2007 -2008, http://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2009/allegati/005a.pdf.

U.S. EPA (2008) “Site contamination —Determination of background concentrations” – Issued December 2008 U.S. EPA Guidelines.

C. VANZETTI, N. GIANOGLIO, E. SESIA (2016) “Studio sulla contaminazione diffusa da solventi clorurati nelle acque sotterranee”. https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/acqua/acque-sotterranee/studio-sulla-contaminazione-diffusa-da-solventi-clorurati-nelle-acque-sotterranee.

F. BARCHIESI (2014) "Analisi sperimentale della portata del fiume Esino in una sezione a Jesi (Ancona, Marche), Tesi di laurea triennale in Scienze Geologiche e Gestione del Territorio, Università degli studi di Urbino Carlo Bo Anno accademico 2013 – 2014, https://docplayer.it/5751772-Analisi-sperimentale-della-portata-del-fiume-esino-in-una-sezione-a-jesi-ancona-marche.html.

L. ANGELELLI (2010) " Individuazione possibile area cimiteriale" Relazione geologica per il Comune di Maiolati Spontini.

A. BALSOTTI, A. TERRANDO (2008) "Le risorse idriche sotterranee", https://www.arpa.piemonte.it/reporting/rsa_2009/acqua2009-2.

ARPA EMILIA ROMAGNA (2017) "Monitoraggio conoscitivo della composizione chimico-fisica e microbiologica del digestato prodotto da impianti a biogas", https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/bologna/2014/monitoraggio_digestato_2013.pdf.

ARPA MARCHE (2006) "Relazione annuale sulle acque superficiali interne Anno 2006", http://www3.arpa.marche.it/doc/Pdf/acqua/relazionefiumi_2006.pdf.

ARPA MARCHE (2009) "Relazione sul monitoraggio delle acque sotterranee della Regione Marche anno 2009", http://www3.arpa.marche.it/doc/Pdf/acqua/Relazione_totale_Acque_Sotterranee_2009.pdf.

ARPA MARCHE (2016) "Relazione sullo stato della qualità dei corpi idrici sotterranei per il triennio 2013-2015", http://www.arpa.marche.it/images/PUBBLICAZIONI/relazione_sotterranee_2013_2015_REV1.pdf.

E. BIONDI, I. VAGGE, M. BALDONI (1993), "La vegetazione del medio al basso corso del Fiume Esino (Marche - Italia Centrale)", Stvdia Botánica 11: 209-257, 1993, https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/73792/1/La_vegetazione_del_medio_e_basso_corso_d.pdf.

E. BIONDI, I. VAGGE, M. BALDONI, F. TAFFETANI (2004) "Biodiversità fitocenotica e paesaggistica dei fiumi dell'Italia centro-settentrionale: aspetti fitosociologici e sinfitosociologici", Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol., 80 (2003): 13-21, http://www.mtsn.tn.it/pubblicazioni/5/actaB80/01_actaBIO_biondi.pdf.

E. BIONDI, V. CAPUTO, M. ZAPPAROLI (2008) "Tesori naturalistici. Alla scoperta dei paesaggi e della biodiversità, dalla montagna al mare nella province di Belluno, Vicenza, Mantova e Ancona – Capitolo Natura e paesaggi del territorio anconetano", PAG. 383-499 edito dalla Cariverona Banca.

R. BUGINI, L. FOLLI (2008) "Rocce Sedimentarie Lezioni di petrografia applicata", slides Lezioni di petrografia applicata 2008, http://www.icvbc.cnr.it/didattica/petrografia/2.htm.

L. CACCHIONI (2012) "Sintesi Non Tecnica dello Studio di Impatto Ambientale del Progetto di Sviluppo (Realizzazione della Centrale e della linea a bassa pressione)", http://www.ambiente.regione.marche.it/Portals/0/Ambiente/Pubblicazioni/V00471/09a8b5e1-8cd3-4514-9efe-495b67884599.pdf.

B. CAPACCIONI, M. DIDERO, MARIANO, C. PALETTA P. SALVADORI (2001) "Hydrogeochemistry of groundwaters from carbonate formations with basal gypsiferous layers: an example from the Mt Catria-Mt Nerone ridge (Northern Appennines, Italy", Journal of Hydrology 253 (2001) 14-26.

P. CELICO (1986) "Prospezioni idrogeologiche. Vol. 1", Liguori editore.

P. CELICO (1987) "Prospezioni idrogeologiche. Vol. 2", Liguori editore.

G. CERBINI (2008) "Il manuale delle acque sotterranee", Edizioni Geo Impianti.

COMUNE DI JESI (2006), "Progetto corridoio Esino Bozza scenario strategico - Dossier buone pratiche", http://www.corridoioesino.it/download/documento_finale.pdf.

COMUNE DI JESI (2017) "Quadro conoscitivo - Analisi conoscitiva preliminare integrata sugli aspetti ambientali sociali ed economici del territorio", http://www.comune.jesi.an.it/opencms/multimedia/jesiit/documents/1507889846243_Relazione__Conoscitiva-Esino_Fin.pdf.

M. COLTORTI T. NANNI (1986) "La bassa valle del Fiume Esino: Geomorfologia, idrogeologia e neotettonica", Articolo nel Bollettino della Società Geologica Italiana 106:35-51 gennaio 1986.

D. DELFINO, M. BERETTA, L. BROGLIA (2004) “Oltrepò Pavese: suolo, natura e acqua”, Atti del Convegno Salice Terme (PV) 13-14 ottobre 2004.

THE EUROPEAN COMMISSION (2009), “ANNEX 3 - to the Commission Staff Working Document accompanying the Report from the Commission in accordance with Article 3.7 of the Groundwater Directive 2006/118/EC on the establishment of groundwater threshold values” http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/groundwater/pdf/com_swd_annex_iii.pdf.

A. FESTA, F. GHISETTI, L. VEZZANI (2016), “Carta Geologica del Molise scala 1:100.000 - note illustrative”, https://www.researchgate.net/profile/Francesca_Ghisetti2/publication/265850277_Carta_geologica_del_Molise_scala_1100000/links/57720b0208ae0b3a3b7d7ade/Carta-geologica-del-Molise-scala-1100000.pdf.

GARZONIO C.A. & NANNI T. (1989) – “La pianura alluvionale del fiume Musone: idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero di subalveo”, Congr. Int. di Geoingegneria. Vol.1, pp. 501-508, 27-30 settembre, Torino.

F. LANDI (2013) "Odonati della Riserva Naturale regionale “Ripa Bianca” di Jesi", http://www.riservaripabianca.it/doc/Odonati.pdf.

MINISTERO DELL’AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE MUSEO FRIULANO DI STORIA NATURALE · COMUNE DI UDINE “Gli habitat italiani Espressione della biodiversità - Quaderni Habitat n°24”.

T. NANNI (1996) “Il bacino idrografico del fiume Musone: geologia, geomorfologia e idrogeologia” più Carta alla scala 1:50.000 allegata al volume, S.E.L.C.A. editore.

T. NANNI, P. VIVALDA (2009), “Idrogeologia degli acquiferi carbonatici terrigeni ed alluvionali tra i fiumi Cesano e Potenza Marche Centrali”, Mem. Soc. Geol. It., Vol.35, pp. 12, 3 tabb., Roma.

G.PIRANI (1998) “Le litofacies mio-plioceniche affioranti nella zona dei Castelli di Jesi a sud del Fiume Esino”, Tesi di laurea inedita in Geologia Regionale Università degli studi di Urbino Carlo Bo Anno accademico 1997-1998.

G. PIRANI (2016) “Protocollo esecuzione lavori di manutenzione e ripristino di pozzi e piezometri presso Stabilimento Viscolube di Ceccano (FR) ”, ISPRA Relazione tecnica per il Ministero dell’Ambiente, lavoro inedito.

REGIONE MARCHE (1991) “Ambiente Fisico delle Marche”, S.E.L.C.A. editore.

REGIONE MARCHE (2005) "Relazione della IV Commissione permanente - Piano di risanamento dell'area di Ancona, Falconara e Bassa Valle dell"Esino" http://www.consiglio.marche.it/banche_dati_e_documentazione/iter_degli_atti/paa/pdf/relpaa160.pdf.

REGIONE MARCHE, DIPARTIMENTO PER LE POLITICHE INTEGRATE DI SICUREZZA E PER LA PROTEZIONE CIVILE (2008) “Piano tutela delle acque - Relazione di sintesi", http://old.regione.marche.it/Portals/0/Ambiente/Acqua/pta/RelazioneSintesi.pdf.

REGIONE MARCHE (2009) “Piano Regionale per le bonifiche delle aree inquinate", http://www.ambiente.regione.marche.it/Portals/0/Ambiente/Sitiinquinati/2009pianobonifiche_relazionegenerale.pdf.

REGIONE MARCHE (2012) “Carta ittica delle Marche", Regione Marche, http://www.provincia.pu.it/fileadmin/grpmnt/1229/Carta_Ittica_Marche_DGR.pdf.

REGIONE MARCHE, PROVINCIA di ANCONA, COMUNE DI FABRIANO (2014) “CENTRALE IDROELETTRICA “ROCCHETTA BASSA” Impianto per la produzione di energia elettrica con derivazione di acqua in sponda sinistra del torrente Giano, nel comune di Fabriano - RELAZIONE IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA, http://www.ambiente.marche.it/Portals/0/Ambiente/Pubblicazioni/V00528/bee85c89-6e89-47ac-8262-e2d43abdb28e.pdf

REGIONE MARCHE (2017), “Intervento di riqualificazione sito produttivo agricolo: trasformazione di allevamento suinicolo in allevamento avicolo, con miglioramento funzionale delle prestazioni ambientali secondo le migliori tecniche disponibili”, http://www.ambiente.regione.marche.it/Portals/0/Ambiente/Pubblicazioni/V00663/7bc9278f-2810-4896-a204-8c84a96fc2fb.pdf.

WWF REPORT (2013) “Fauna Alloctona nella Riserva Naturale Ripa Bianca di Jesi: una minaccia alla biodiversità”,, http://www.ambiente.marche.it/Portals/0/Ambiente/Biodiversita/EVENTI/RIPABIANCA/PIEGHEVOLEALLOCTONE_Web.pdf.

WWF REPORT (2012) “L’avifauna della Riserva Naturale Regionale Ripa Bianca di Jesi e delle aree limitrofe L’attività della Stazione ornitologica Ripa Bianca” http://www.ambiente.marche.it/Portals/0/Ambiente/Biodiversita/PUBBLICAZIONI/Avifauna_Ripa_Bianca.pdf.

F. ACRI, D. CASSIN (2011) "Bioaccumulo di inquinanti in Procambarus clarkii", Life presentation 2011 slides, http://www.life-rarity.eu/documents/moduli_formativi/didattica/presentazioni/ismar_02.pdf.

A. ALIMONTI, B. BOCCA, D. MATTEI, A.PINO (2010) "Biomonitoraggio della popolazione italiana per l'esposizione ai metalli: valori di riferimento 1990-2009", ISS - Rapporti ISTISAN 10/22, http://old.iss.it/binary/publ/cont/10ventidueWEB.pdf.

APAT (ora ISPRA), CTN TES, ARPA PIEMONTE(2004) "La conoscenza della qualità del suolo attraverso l'utilizzo di indicatori biologici ed ecotossicologici", Atti del Convegno Nazionale di Torino del 13 maggio 2004, http://ctntes.arpa.piemonte.it/pubblicazioni/Atti_Convegno_Torino_13%20maggio_2004.pdf.

ARPA Veneto (2007) "Componenti ed indicatori ambientali", http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjsoNTf4-jgAhWCCewKHSZ6AHYQFjAAegQIBBAC&url=http%3A%2F%2Fwww.arpa.veneto.it%2Farpavinforma%2Fpubblicazioni%2Frapporto-sugli-indicatori-ambientali-del-veneto-edizione-2008%2Fat_download%2Ffile&usg=AOvVaw3Nv4UWuSOC5m4mPsiv6aY2.

G. BELLAMACINA (2009) "Analisi di Rischio Sanitario come strumento di bonifica dei siti contaminati", Progetto formativo e di orientamento relazione del tirocinio svolto presso l'Ente Arpa Sicilia, http://www.arpa.sicilia.it/wp-content/uploads/2014/06/Bellamacina_Gloria_-_Analisi_di_rischio_sanitario_come_strumento_di_bonifica_dei_siti_contaminati_-.pdf.

E. BRAMANTI, B. CAMPANELLA, M. D'ORAZIO, A. D'ULIVO, R. GIANNECCHINI, M.C. MASCHERPA, M. ONOR, R.PETRINI (2016) "L'esposizione umana al tallio attraverso l'acqua potabile: il caso di Valdicastello Carducci e Pietrasanta (LUCCA)", articolo La Chimica e l'Industria - ISSN 2283-5458 - 2016, 3(7), settembre, https://www.soc.chim.it/sites/default/files/chimind/pdf/2016_4_38_ca.pdf.

L. CALICIOTTI (2013) "Le comunità macrofitiche dei tratti torrentizi del bacino del Liri-Garigliano: indagini cenologiche ed ecotossicologiche", Tesi di laurea in Monitoraggio e Riqualificazione Ambientale Università degli studi La Sapienza ROMA Anno accademico 2012 -2013, slides https://www.slideshare.net/LucaCaliciotti/presentazione-tesi-magistrale-57957996.

CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT (2009) "Regional Strategic Environmental Assessment in Canada Principles and Guidance" , https://www.ccme.ca/files/Resources/enviro_assessment/rsea_principles_guidance_e.pdf.

C. COCCIA (2006), "Analisi dell'esposizione in acque correnti", APAT Servizio Promozione della Formazione Ambientale, http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjg9qTK2-jgAhWS16QKHTD7C9EQFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fwww.isprambiente.gov.it%2Fcontentfiles%2F00002900%2F2976-coccia-c.zip%2Fat_download%2Ffile&usg=AOvVaw2xWszTz2BglE3FQ58rQAg3.

COMMISSION DIRECTIVE 93/67/EEC (2003) "Technical Guidance Document on Risk Assessment", Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) No 1488/94 on risk assessment for existing substances, Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. Part III.

M. DIODATO (2010) "Fattori di controllo della mobilità e biodisponibilità di elementi potenzialmente tossici (PTE's) nei suoli della pineta di San Vitale (RA)", Tesi di laurea in Dispersione degli inquinanti Università degli studi di Bologna Anno accademico 2016 -2017, https://amslaurea.unibo.it/1960/1/Diodato_Marco_Tesi.pdf.

A. GEIGER, J. COOPER (2010), "DRAFT C - Overview of Airborne Metals Regulations, Exposure Limits, Health Effects, and Contemporary Research", Cooper Environmental Services, https://www3.epa.gov/ttnemc01/prelim/otm31appC.pdf.

D. HEINRICH, M. HERGT (1996) Atlante di ecologia", Hoepli editore.

THE EUROPEAN COMMISSION (2003) "HEAVY METALS Nickel, manganese, chromium and cadmium - Children's Health and the Environment Training Package for the Health Sector, http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2003/action3/docs/2003_3_09_a10_en.pdf.

ISPRA (2009) "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati", https://docplayer.it/132663-Criteri-metodologici-per-l-applicazione-dell-analisi-assoluta-di-rischio-ai-siti-contaminati.html.

S. FENOGLIO, A. NEGRI, C. OLIVERI, L. OLIVERI, S. SFORZINI (2010) "Valutazioni sito-specifiche nell'analisi del rischio ecologico", slides Corso di Formazione Siti contaminati a cura dell'ISPRA 26-27 2010, https://docplayer.it/10807706-Valutazioni-sito-specifiche-nell-analisi-del-rischio-ecologico.html.

M.L. MASTELLONE (2016) "Corso di valutazione del rischio ambientale I - Definizioni, procedure e strumenti di supporto per la Valutazione del Rischio", slides http://www.campania.istruzione.it/nprogetti/educazione_salute/rifiuti/lezione10.pdf.

F. MERENDI (2006) "Animali terrestri come indicatori biologici dei vari ecosistemi in relazione alla salute umana", Tesi di dottorato in Medicina Veterinaria Università degli studi di Bologna, Ciclo XIX, https://core.ac.uk/download/pdf/11011189.pdf.

Ministero della Salute (2011) "Obiettivo strategico 2011 – Potenziamento della presenza dei principali contaminati ambientali che possono incidere nella catena alimentare – Relazione Finale ed Allegato Tecnico", http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_1981_allegato.pdf.

Ministero della Salute (2016) "Acque potabili – parametri - Boro", http://slidegur.com/doc/9609589/boro---ministero-della-salute.

NATIONAL INSTITUTE FOR PUBLIC HEALTH AND THE ENVIRONMENT (2007) "Guidance for the derivation of environmental risk limits within the framework of International and national environmental quality standards for substances in the Netherlands", https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/601782001.pdf

F. PIOVANI (2017) "Messa a punto di metodi ecotossicologici", tesi di dottorato, http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwig0_Gg4OjgAhVQ46QKHRMiDaMQFjAAegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.isprambiente.gov.it%2Fcontentfiles%2F00002100%2F2177-piovani.zip%2Fat_download%2Ffile&usg=AOvVaw1LbxT3sK9jSKsOH_1blOvX.

F. QUERCIA (2002) "Analisi di Rischio ecologico per il risanamento dei siti contaminati", APAT (ora ISPRA) Manuali e Linee Guida 11/2002.

RECONNET (RETE NAZIONALE SULLA GESTIONE E LA BONIFICA DEI SITI CONTAMINATI) (2017) "Analisi di rischio ecologico (ERA) per il suolo – benchmarking dei principali standard internazionali", http://www.reconnet.net/Docs/ERA%20standard%20internazionali.pdf.

REGIONE TOSCANA E ARPA TOSCANA (2012) "Analisi di rischio ambientale, bonifica di siti contaminati ed ecotossicologia. Un viaggio tra scienza e normativa", http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwiMg_a25ujgAhXBCOwK.

G. TORCHIA (2011) "L'analisi di rischio ecologico (ARE) uno strumento per la messa in sicurezza dei sedimenti marini contaminati", slides http://www.ezit.ts.it/contenuti/allegati/Slides_Torchia.pdf.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FERRARA (2013) "Le acque minerali", Chimica degli elementi e degli integratori alimentari – materiale didattico,
http://www.unife.it/farmacia/lm.ctf/insegnamenti-dellordinamento-2005/mini-siti-a-a-2012-2013/chimica-degli-alimenti-e-integratori-alimentari-a-a-2012-2013/materiale-didattico/3_Le%20acque%20minerali.pdf.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI, MDL (201?) "Metalli pesanti", http://www.sunhope.it/Medicina%20del%20Lavoro.%20Pedata.%20Metalli%20Pesanti.%2013.14.pdf.

US EPA (1998) "Guidelines for Ecological Risk Assessment", https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-11/documents/eco_risk_assessment1998.pdf.

Sitografia (*)

Geochimica –Fondo naturale e Casi studio – Chimica – Mineralogia - Statistica - Convertitori

http://brewingbad.com/2013/10/leffetto-dei-sali-disciolti-in-acqua-per-la-prudizione-di-birra/

http://etd.adm.unipi.it/theses/available/etd-04062004-

http://eurosalus.lycos.it/rimedi/vanadio_php3.html

http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Categoria:Fosfati%2C_arsenati_e_vanadati&from=Schoderite

http://it.wikipedia.org/wiki/Arsenico

http://it.wikipedia.org/wiki/Formazione_gessoso-solfifera

http://it.wikipedia.org/wiki/Vanadio

http://simp.dst.unipi.it/Congressi%20SIMP/Cagliari/abstract.htm

http://simp.dst.unipi.it/Congressi%20SIMP/Cagliari/Riassunti/terracciano.pdf

http://web.romascuola.net/itaer/vaula/chimica/vanadio.htm

http://www.altronovecento.quipo.it/numero4cose2.html

http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts58.html

http://www.chimica-online.it/elementi/zinco.htm

http://www.dmp.unipd.it/Nimis/GuidaMinerali/Solfuri.html

http://www.druginformation.com/calcs/mg,%20mEq%20and%20mmol/mg,%20mEq,%20and%20mM%20Conversion%20Calculator.php

http://www.federica.unina.it/economia/statistica-di-base/forma-di-una-distribuzione-statistica/

http://www.fedoa.unina.it/272/01/TESI_XVII_Del_Gaudio_Stefania.pdf#search=%22concentrazioni%20degli%20elementi%20nelle%20bauxiti%22

http://www.fi.cnr.it/r&f/n14/ottonello2.htm

http://www.geologicambiente.com/facies-geochimica.html

http://www.giamba.org/giorgio/geologia_della_sardegna.htm

http://www.gianniminerali.it/R.htm

http://www.infonotizia.it/riassunto-differenza-acque-marine-e-continentali-geochimica/

http://www.iss.it/binary/publ/publi/04-

http://www.ivmminerals.org/cg/scripts/Geologia1.asp

http://www.ivmminerals.org/cg/scripts/prodlistmin2.asp?idCategory=16

http://www.laleva.cc/almanacco/vanadio.html

http://www.larderiaweb.it/joomla/le-geologia-dei-peloritani.html?jjj=1438072659868

http://www.lenntech.com/italiano/tavola-periodica-elementi/As-it.htm

http://www.lenntech.com/italiano/tavola-periodica-elementi/V-it.htm

http://www.lincei.it/pubblicazioni/rendicontiFMN/rol/pdf/S1999-02-02.pdf

http://www.metallirari.com/le-miniere-di-zinco-piu-grandi-del-mondo/

http://www.minerali.it/dxminerali.html

http://www.minerali.it/minerali2/v/vanadinite.html

http://www.minerva.unito.it/Chimica&industria/SistemaPeriodico/arsenico.htm

http://www.minerva.unito.it/Chimica&Industria/SistemaPeriodico/vanadio.htm

http://www.minieredoro.it/friuli%20cave_del_predil.htm

http://www.musei.unina.it/Mineralogia/2.2.2.1.2.htm

http://www.musei.unina.it/Mineralogia/2.2.2.1.7a.htm

http://www.musei.unina.it/Mineralogia/2.2.2.6.1.htm

http://www.nafwa.org/convert1.php

http://www.news.unina.it/dettagli_area.jsp?ID=2505

http://www.orobievive.net/20_montagna/miniere/miniere%20di%20gorno%2024%20marzo%202014.pdf

http://www.paolov.net/geochimica.html

http://www.ricercaitaliana.it/prin/unita_op-2004043358_002.htm

http://www.ricercaitaliana.it/prin/unita_op-2004043358_004.htm

http://www.sapere.it/enciclopedia/allum%C3%ACnio.html

http://www.traderpedia.it/wiki/index.php/R-squared_o_coefficiente_di_determinazione

http://www.treccani.it/enciclopedia/ferro/

http://www.unipr.it/arpa/facvet/annali/1998/campanini/campanini.htm

http://www.unipr.it/arpa/facvet/annali/2003/149.pdf

http://www2.gtz.de/uvp/publika/Spanish/Vol348.htm

https://books.google.it/books?id=xTNRowpvQi4C&pg=PA1043&lpg=PA1043&dq=geologia+dello+zinco&source=bl&ots=uQ7YgS5-Ri&sig=3dfxw0_SwWzip_DgW-

https://en.wikipedia.org/wiki/Franklinite

https://en.wikipedia.org/wiki/Zincite

https://it.wikipedia.org/wiki/Calamina_(minerale)

https://it.wikipedia.org/wiki/Colline_Metallifere

https://it.wikipedia.org/wiki/Emimorfite

https://it.wikipedia.org/wiki/Idrozincite

https://it.wikipedia.org/wiki/Sfalerite

https://it.wikipedia.org/wiki/Smithsonite

https://it.wikipedia.org/wiki/Zinco

https://www.google.it/?gws_rd=ssl#q=willemite

https://www.okpedia.it/rilevazione_statistica

lavavitae-italia-blog.fenixteam.eu/wp-content/.../2015/07/METALLI-PESANTI2.pdf.

Fondo antropico (Casi studio) – Inquinamento – Bonifiche dei siti contaminati

https://www.alvolante.it

http://dspace.unive.it/bitstream/handle/10579/2222/813980-1158745.pdf?sequence=2

http://ext.ilfattoquotidiano.it/mappa-crisi/world_map.jpg

http://fad.crpa.it/media/documents/crpa_www/Settori/Ambiente/Download/Archivio-21/13.pdf

http://portale.provincia.vr.it/files/newweb/Area-servi/Settore-Ec/Agenda-1/Aggiorname/Rapporto-s/CAP3-Qualit--dei-suoli.pdf.

http://www.arpa.marche.it

http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/file-e-

http://www.arpalombardia.it/7conferenza/atti/25-

http://www.bonifiche.minambiente.it/.

http://www.ecometal.org/art-50/lo_zinco_passato_presente_e_riciclo

http://www.engr.uconn.edu/~baholmen/docs/ENVE290W/National%20Chromium%20Files%20From%20Luke/Cr(VI)%20Handbook/L1608_C03.pdf

www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/progress-in-management-of-contaminated-sites-3/assessment

http://www.geoforum.it/ubbthreads.php?ubb=showflat&Number=49094

http://www.ilgiorno.it/monza-brianza/cronaca/tallio-morti-1.3464533

http://www.ing.unitn.it/~colombo/TOSSICITA%27%20N.O./appr%202.htm#2.1.4

http://www.ing.unitn.it/~colombo/ZAMAStefania%20Ceccato/Lo%20Zinco,%20caratteristiche%20e%20proprieta.htm

http://www.ing.unitn.it/~colombo/ZINCATURA/Documenti/Chele/tesina2/Panoramica_sullo_zinco.htm

http://www.irsa.cnr.it/Docs/Archivio/Parrone_8-11-13.pdf

http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=33772

http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/periodicitecnici/quaderni-sgi/quad9/indice-premessa.pdf

http://www.isprambiente.gov.it/files/temi/tec-arsenico-porto-marghera-nov-06.pdf

http://www.ittfocaccia.gov.it/docenti/docenti/madaio/INQUINAMENTO%20DA%20PIOMBO.pdf

http://www.manganese.org/about-mn/applications/

http://www.primolevi.gov.it/public/transfert/Borghi/5%5E%20A%20lt/Analisi%20del%20suolo/Analisi%20del%20suolo.pdf.

http://www.rai.it/dl/docs/1496698405357analisiacque.pdf

http://www.regione.marche.it

http://www.sinergieanalitiche.it/public/prodotti/3220%20Nichel.pdf

http://www.sunhope.it/Medicina%20del%20Lavoro.%20Pedata.%20Metalli%20Pesanti.%2013.14.pdf.

http://www.treccani.it/enciclopedia/settore-terziario_%28Enciclopedia-delle-scienze-sociali%29/

http://www.treccani.it/enciclopedia/zinco_(Enciclopedia-Italiana)/

http://www-3.unipv.it/webidra/02idraulicaUrbana/index_file/21.pdf

https://it.wikipedia.org/wiki/Zinco#/media/File:World_Zinc_Production_2006.svg

https://www.ars.toscana.it/files/aree_intervento/ambiente/dati_statistiche/Crebelli.pdf

https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/progress-in-management-of-contaminated-sites-3/assessment

https://www.google.it/search?ei=gYX_W8LcF7HikgW54qn4CQ&q=Proposta+per+la+determinazione+dei+valori+di+fondo+naturale+nei+cavarziere&oq=Proposta+per+la+determinazione+dei+valori+di+fondo+naturale+nei+cavarziere&gs_l=psy-ab.3...101320.108151..108622...0.0..0.109.1203.7j6.....0....1j2..gws-wiz.....0.zmOjZb52Cmo

https://www.isof.cnr.it/sites/default/files/users/armaroli/chimind_2003a.pdf

https://www.nextquotidiano.it/famiglia-avvelenata-dal-tallio/

www.ambientesicurezza24.com

www.eurogeosurvey.org

www.isprambiente.gov.it

www.webalice.it/cristiana.distefano/Elementi%20chimici%20inceneritori.pdf.

http://aziende.tuttosuitalia.com/marche/ancona/camerata-picena/

http://ifg.uniurb.it/illegalita-mazzette-inquinamento-le-occasioni-perse-del-biogas-nelle-marche

http://piccolabibliotecajesina.it/archivio/Gherardi.pdf

http://piccolabibliotecajesina.it/photo/C/Cascamificio_005.jpg

http://www.aato2.marche.it/ato2marc/images/area%20aato/territorio/aato2.pdf

http://www.acqua.gov.it/index.php?id=27&a=8

http://www.acqueitaliane.fondazioneamga.org/ricerca_res.asp?denominazione=&regione=MARCHE&provincia=AN

http://www.anconatoday.it/cronaca/falconara-inquinamento-saracini.html

http://www.anconatoday.it/cronaca/inquinaemento-fosso-dei-pratacci-camerata-picena.html

http://www.arpa.marche.it/index.php/bilanci/item/337-falconara-marittima

http://www.assam.marche.it/news/news-agrometeorologia/627-regione-marche-analisi-clima-2016

http://www.cavagroup.com/cavagr/

http://www.centropagina.it/jesi/chiaravalle-fallisce-la-manifattura-tabacchi-fine-di-una-storia-iniziata-260-anni-fa/

http://www.centropagina.it/jesi/la-discarica-comunale-chiaravalle-finalmente-coperta/

http://www.cicosped.it/it/acqua-pitinum-thermae.html

http://www.cittadiniincomune.net/2017/09/28/inquinamento-acqua-di-falda-zona-fiumesino-di-falconara-la-provincia-di-ancona-avvia-indagine-conoscitiva-sulle-attivita-produttive-esistite-ed-esistenti-nella-zona-sui-pozzi-ubicati-nel-raggio-di-5/

http://www.comitati-cittadini.org/2017/08/inquinamento-alla-ex-caserma-saracini-di-falconara-m-il-comitato-del-quartiere-fiumesino-nutre-seri-dubbi-riguardo-alla-superficialita-dellinquinamento-non-ce-neanche-una-mappatura-puntua/

http://www.comune.jesi.an.it/savoia/ATTIVITA/2005/JESI/IPERTESTO/INDUSTRI/industr.htm

http://www.comune.jesi.an.it/savoia/ATTIVITA/2005/JESI/IPERTESTO/INDUSTRI/sima.htm

http://www.fabiodisconzi.com/open-carburanti/provincia-an/index.html

http://www.geo.uniba.it/attachments/article/144/Classif%20Rocce%20Sedim.pdf.

http://www.geologitoscana.net/DocumentazioneOGT/2006/Corsi/GPozzi/pdf/Raco.pdf

http://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&ved=2ahUKEwjHz5WvxPneAhUsAhAIHeqRAHEQFjAMegQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.pe.tamu.edu%2Fbarrufet%2Fpublic_html%2FPETE310%2Fadministration%2FSampleExams%2FTernary.xls&usg=AOvVaw1in4YqL0q4i6KB3aiN_Nga

http://www.isprambiente.gov.it/it/cartografia/carte-geologiche-e-geotematiche/carta-geologica-alla-scala-1-a-100000.

http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/note_illustrative/489_Marsico_Nuovo.pdf

http://www.lastradadisergio.it/index.php?option=com_content&task=view&id=24&Itemid=28

http://www.multiservizi-spa.it/home/servizi/acqua,-fognatura-e-depurazione/depurazione.html

http://www.provincia.ancona.it/ecologia/Engine/RAServePG.php/P/266610090303/T/Fonti-Alternative

http://www.provincia.ancona.it/Engine/RAServeFile.php/f//Urbanistica/documentazione/Aut_paesaggisitca/DetDirIX101_2015.pdf

http://www.provincia.pu.it/fileadmin/grpmnt/1229/Carta_Ittica_Marche_DGR.pdf)

http://www.regione.marche.it/In-Primo-Piano/ComunicatiStampa//id/16906/p/687/MONSANOPARTE-LA-BONIFICA-DA-CROMO-ESAVALENTE-DELLAREA-EX-RCD-SIMA-INDUSTRIE

http://www.sustgreenhouse.eu/doc/formaz/DePascale2.pdf

http://www.termedicaramanico.it/pag.php?pag=terme&pagid=1

http://www.terradigrandimprese.it/

http://www.trail.unioncamere.it/scheda_ente.asp?id=228

http://www.treccani.it/portale/opencms/handle404?exporturi=/export/sites/default/Portale/sito/altre_aree/Tecnologia_e_Scienze_applicate/enciclopedia/italiano_vol_1/pag185-238ITA3.pdf

http://www.tuttojesi.it/zipa_lotto3.asp?p=attivita

http://www.viverejesi.it/upload/2009_01/21425_sito.pdf

http://www.youreporter.it/gallerie/CASERMA_SARACINI_per_meta_settembre_l_avvio_dei_cantieri/#1

https://ancona.paginegialle.it/marche/ancona/bestiame_allevamento_e_commercio.html

https://it.wikipedia.org/wiki/Acido_umico

https://it.wikipedia.org/wiki/Ciclo_dell%27azoto

https://en.wikipedia.org/wiki/Piper_diagram

https://it.wikipedia.org/wiki/Centrali_elettriche_in_Italia

https://it.wikipedia.org/wiki/Manifattura_Tabacchi_(Chiaravalle)

https://maiolati-spontini.paginegialle.it/marche/maiolati_spontini/carrozzerie.html

https://marche.paginegialle.it/marche/an/acciaio.html

https://marche.paginegialle.it/marche/an/automazione_industriale.html

https://marche.paginegialle.it/marche/an/aziende_agricole.html

https://marche.paginegialle.it/marche/an/aziende_chimiche.html

https://marche.paginegialle.it/marche/an/carpenterie_metalliche.html

https://marche.paginegialle.it/marche/an/stampaggio_di_materie_plastiche.html

https://terrenostremarche.wordpress.com/2016/09/12/260/

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/30/Ancona_mappa.png/740px-Ancona_mappa.png

https://www.cronacheancona.it/2017/06/20/acqua-inquinata-da-idrocarburi-nei-terreni-attorno-allex-caserma-saracini/38083/

https://www.elenchitelefonici.it/aziende/risultati-ricerca-categoria/SIDERURGIA_E_METALLURGIA/MARCHE/Provincia_di_ANCONA/1

https://www.europages.it/aziende/Italia/Ancona%20e%20Marche/Fabbricante%20produttore/essenze.html

https://www.europages.it/aziende/Italia/Ancona%20e%20Marche/pollame,%20conigli%20e%20selvaggina%20-%20allevamento.html

https://www.google.it/search?biw=1280&bih=642&q=pavimenti+e+rivestimenti+in+ceramica+in+provincia+di+ancona+ditte&npsic=0&rflfq=1&rlha=0&rllag=43576823,13319323,16577&tbm=lcl&ved=0ahUKEwir-

https://www.google.it/search?biw=1280&bih=642&tbm=lcl&ei=xyocWprfN8zWUY__qLgF&q=vetrerie+in+provincia+di+ancona+ditte&oq=vetrerie+in+provincia+di+ancona+ditte&gs_l=psy-ab.3...150828.156223.0.158286.15.13.2.0.0.0.164.1282.0j9.9.0....0...1c.1.64.psy-

https://www.google.it/search?source=hp&ei=3tH_W_X6A6vNrgTe3puIDA&q=PIPER+PLOT+EXCEL&btnK=Cerca+con+Google&oq=PIPER+PLOT+EXCEL&gs_l=psy-ab.3..0i19.11294.19171..19683...1.0..0.141.2154.1j18.....0....1..gws-wiz.....0..0j0i131j0i10j0i22i30j0i22i30i19.-ablTqgnWRQ

https://www.google.it/search?tbm=lcl&q=rottami+e+sfasciacarrozze+provincia+di+ancona+ditte&spell=1&sa=X&ved=0ahUKEwjgk8_Nhd_XAhUFyRQKHYDoAckQBQgmKAA&biw=1280&bih=642#rlfi=hd:;si:;mv:!1m3!1d119706.2546630169!2d13.340071662304694!3d43.57963670421689!3m2!1i860!2i497!4f13.1

https://www.informazione-aziende.it/10_INDUSTRIE-ALIMENTARI/Provincia_ANCONA

https://www.informazione-aziende.it/13_INDUSTRIE-TESSILI/Provincia_ANCONA

https://www.paginegialle.it/falconara-marittima-an/arti-grafiche/gold-silver

https://www.paginegialle.it/jesi-an/trasporti/interporto-marche

https://www.paginegialle.it/ricerca/Autofficine%20e%20centri%20assistenza/ancona/p-2?mr=50

https://www.paginegialle.it/ricerca/Cereali%20e%20granaglie/an?mr=50

https://www.paginegialle.it/ricerca/industrie/castelplanio%20Via%20Piagge%20Novali

https://www.paginegialle.it/ricerca/materie%20plastiche/ancona/p-2?mr=50

https://www.paginegialle.it/ricerca/meccanici/serra%20san%20quirico/p-2?mr=50

https://www.researchgate.net/publication/276202979_Determination_of_Heavy_Metals_in_Sugar_Industry_Effluent

https://www.reteimprese.it/Falconara_Marittima_C0P0M1579

https://www.slideshare.net/ProgettoRENA/saveria-teston-audis

www.arpa.sicilia.it/wp-content/uploads/2014/03/Allegato_5.pdf

www.interportomarche.it/intermodalita/infrastruttura/

www.va.minambiente.it/File/Documento/58378

Agraria - Ecologia – Ecotossicologia – Analisi di rischio - Analisi di rischio ecologica

http://80.19.180.98/ambiente/index.asp?id=5637

http://assimas.it/intossicazione-da-bario-in-medicina-ambientale/

http://www.altronovecento.quipo.it/numero6/numero6cose21.htm

http://www.annuariosicc.it/allegati-2015/

http://www.bgs.ac.uk/barge/home.html

http://www.fritegotto.it/FERTIRRIGO-FACILE-Come-si-esprime-la-concentrazione-delle-soluzioni-nutritive-in-fertirrigazione/

http://www.greenstyle.it/batterie-al-litio-emissioni-gas-pericolose-salute-ambiente-207974.html

http://www.itdeleddalecce.gov.it/moodle/file.php?file=%2F19%2FTossicologia_dei_metalli_pesanti.pdf

http://www.quadernodiepidemiologia.it/epi/cause/coef_cor.htm

http://www.sunhope.it/Medicina%20del%20Lavoro.%20Pedata.%20Metalli%20Pesanti.%2013.14.pdf

http://www.unife.it/farmacia/lm.ctf/insegnamenti-dellordinamento-2005/mini-siti-a-a-2012-2013/chimica-degli-alimenti-e-integratori-alimentari-a-a-2012-2013/materiale-didattico/3_Le%20acque%20minerali.pdf.

http://www.unipr.it/arpa/facvet/annali/1998/campanini/campanini.htm

http://www.unipr.it/arpa/facvet/annali/2000/ghidini/ghidini.htm

http://www.utifar.it/uploads/model_5/le_acque_per_la_salute.pdf

http://www.webalice.it/mymmouth/Doc/Vaccini/Tossicologia%20dei%20metalli%20pesanti.pdf.

https://www.disinformazione.it/fluoro.htm

https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiljvOzlP_VAhXBvBoKHe3yBi4QFggyMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.amap.no%2Fdocuments%2Fdownload%2F1069&usg=AFQjCNHMEX3eovySQzX8TlFhhjMI0Ep3qw.

https://www.medicinenon.it/metalli-pesanti-e-tossici

https://www.slideshare.net/LucaCaliciotti/presentazione-tesi-magistrale-57957996

www.oilproject.org/lezione/ecologia-ciclo-azoto-batteri-pseudomonas-ammoniaca-nitrati-proteine-aria-5899.html

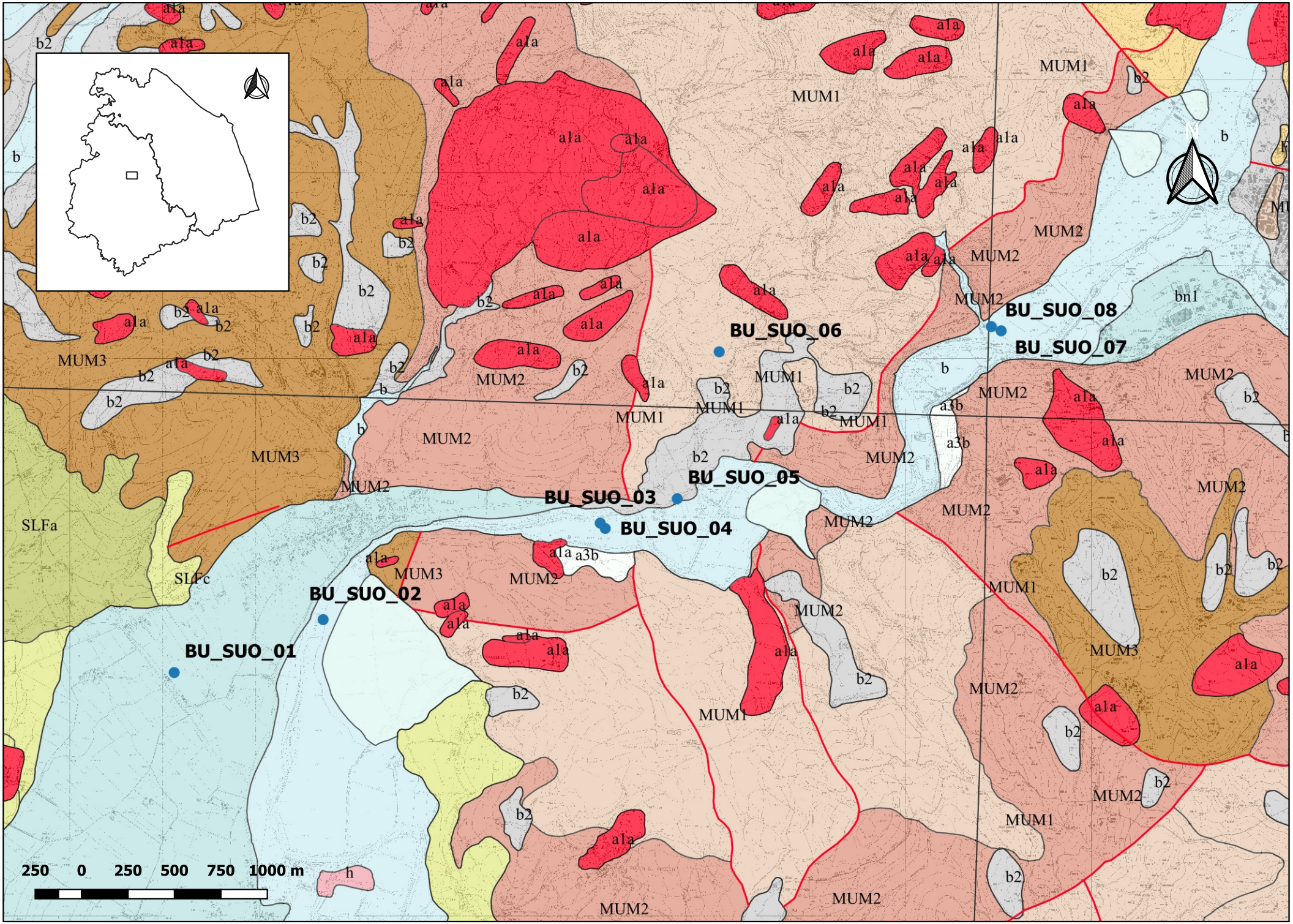
(*) Essendo la presente ricerca iniziata nel 2006, alcuni link e siti internet potrebbero essere stati rimossi o aggiornati.

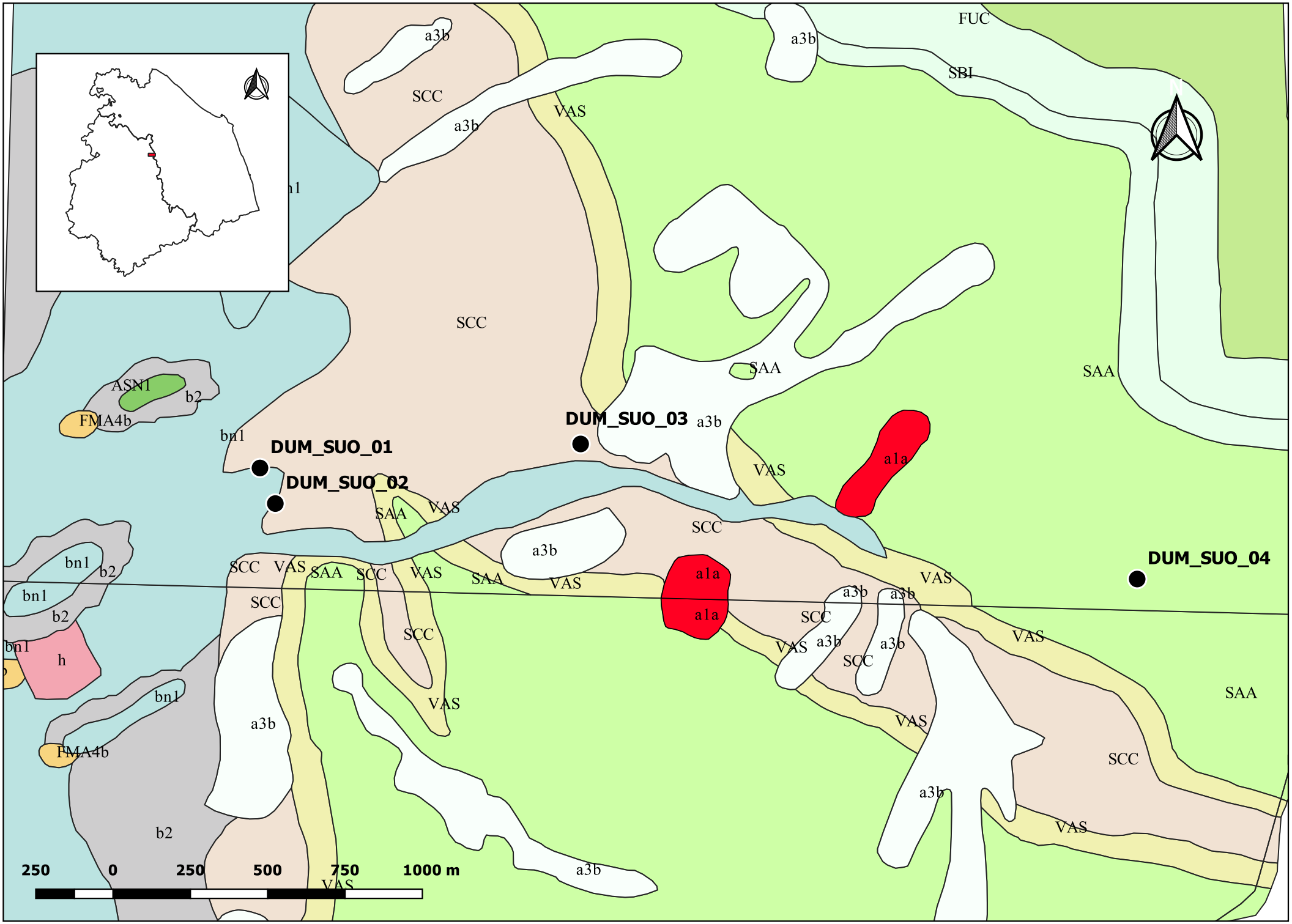
ALLEGATO A – SCHEDA ANAGRAFICA E INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO DELLA MATRICE SUOLO-SOTTOSUOLO

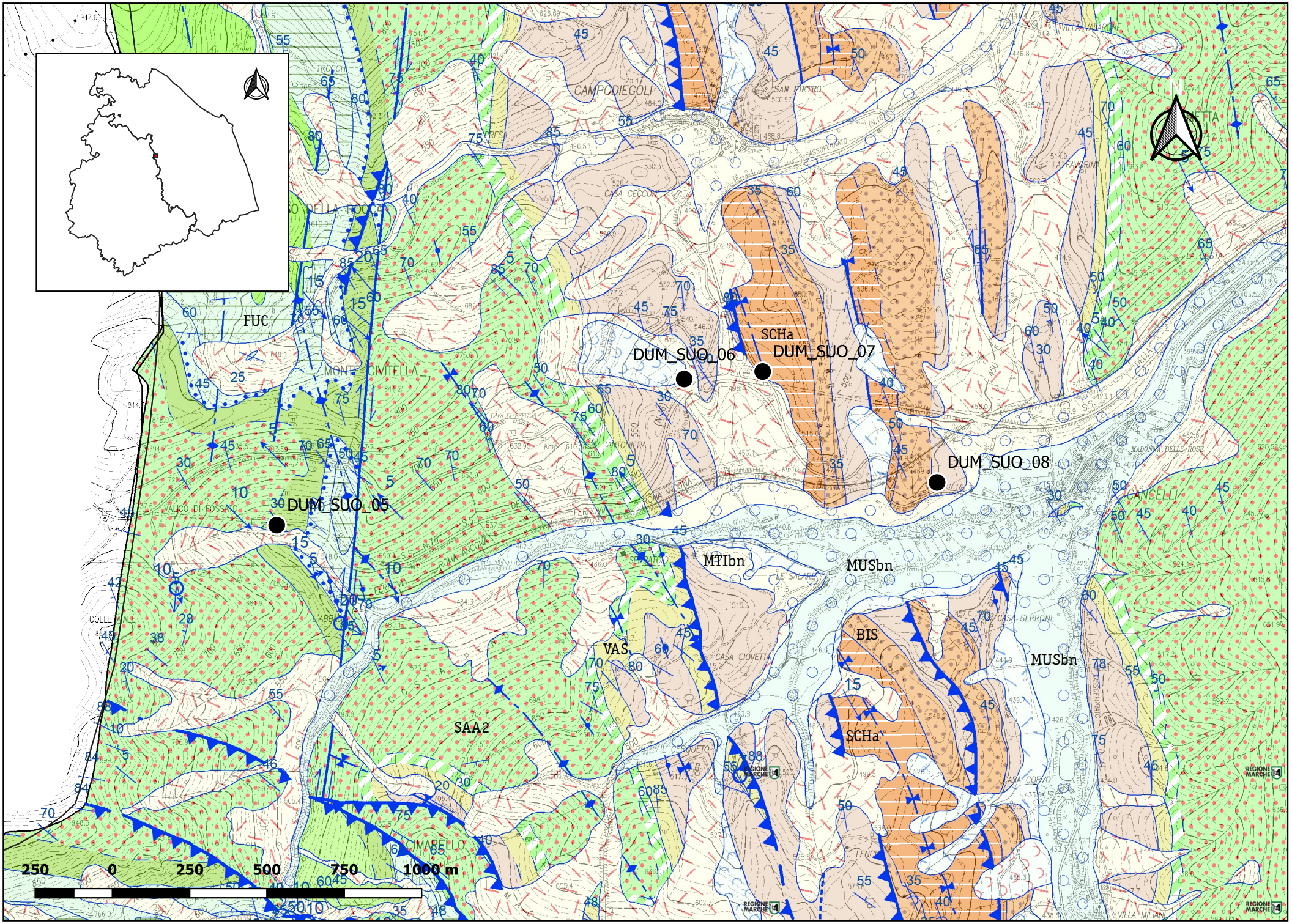
SCHEDA ANAGRAFICA DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO DELLA MATRICE SUOLO-SOTTOSUOLO (DA)						
ID Punti	Coordinate (Piane Gauss Boaga		Formazione geologica	Sigla (carta geologica)	Tessitura	Età
	E	N				
BMI_SUO_01	2323301.223	4785868.992	Sintema del Musone. Depositi eluvio-colluviali	MUSb2	Ghiaie, sabbie e silt	Olocene
BMI_SUO_02	2323636.935	4785357.986	Sintema del Musone. Depositi eluvio-colluviali	MUSb2	Ghiaie, sabbie e silt	Olocene
BMI_SUO_03	2323817.252	4784645.855	Sintema del Musone. Depositi alluvionali terrazzati	MUSbn	Ghiaie prevalenti	Olocene
BMI_SUO_04	2323811.993	4784548.194	Sintema del Musone. Depositi alluvionali terrazzati	MUSbn	Ghiaie prevalenti	Olocene
BMI_SUO_05	2324050.541	4783004.091	Sintema di Matelica. Depositi alluvionali terrazzati	MTIbn	Ghiaie prevalenti	Pleistocene superiore
BMI_SUO_06	2381300.62	4815441.886	Sintema di Matelica. Depositi alluvionali terrazzati	MTIbn	Ghiaie sabbiose limose	Pleistocene superiore
BU_SUO_01	2319062.003	4983021.186	Depositi continentali quaternari	b_{n1}	Sabbie e silt	Quaternario
BU_SUO_02	2319863.814	4779095.641	Depositi continentali quaternari	b	Sabbie e silt	Quaternario
BU_SUO_03	2321355.486	4779615.143	Depositi continentali quaternari	b	Sabbie e silt	Quaternario
BU_SUO_04	2321382.678	4779586.253	Depositi continentali quaternari	b	Sabbie e silt	Quaternario
BU_SUO_05	2321770.35	4779746.627	Depositi continentali quaternari	b	Sabbie e silt	Quaternario
BU_SUO_06	2321995.93	4780537.582	Serie torbiditica Umbra	MUM₁	Arenaria e silt	Burdigaliano inferiore
BU_SUO_07	2323514.008	4780650.44	Depositi continentali quaternari	b	Sabbia Ghiaia	Quaternario
BU_SUO_08	2323461.092	4780673.272	Depositi continentali quaternari	b	Sabbia Ghiaia	Quaternario
DM_SUO_01	2356868.99	4801334.76	Sintema del Musone. Depositi di frana senza indizi di evoluzione	MUSa1q	Ghiaie, sabbie e silt	Olocene
DM_SUO_02	2357599.95	4801551.53	Sintema del Musone. Depositi alluvionali terrazzati	MUSbn	Ghiaie prevalenti	Olocene
DM_SUO_03	2357816.89	4801620.66	Sintema del Musone. Depositi alluvionali terrazzati	MUSbn	Ghiaie prevalenti	Olocene
DM_SUO_04	2357401.49	4802835	Sintema del Musone. Depositi alluvionali terrazzati	MUSbn	Ghiaie prevalenti	Olocene
DM_SUO_05	2357230.43	4803937.3	Sintema di Matelica. Depositi di versante	MTIa	Sabbie e silt	Pleistocene superiore
DM_SUO_06	2356678.98	4805422.8	Sintema di Matelica. Depositi di versante	MTIa	Sabbie e silt	Pleistocene superiore
DM_SUO_07	2356522.18	4806850.84	Sintema di Matelica. Depositi di versante	MTIa	Sabbie e silt	Pleistocene superiore
DM_SUO_08	2356472.71	4807232.66	Sintema di Matelica. Depositi di versante	MTIa	Sabbie e silt	Pleistocene superiore
DM_SUO_09	2357598.84	4802669.1	Sintema del Musone. Depositi alluvionali terrazzati	MUSbn	Ghiaie prevalenti	Olocene
DM_SUO_10	2356644.97	4807559.43	Sintema di Matelica. Depositi di versante	MTIa	Sabbie e silt	Pleistocene superiore
DM_SUO_11	2359023.44	4810461.85	Sintema di Matelica. Depositi alluvionali terrazzati	MTIbn	Ghiaie prevalenti	Pleistocene superiore
DM_SUO_12	2358983.57	4810516.1	Sintema di Matelica. Depositi alluvionali terrazzati	MTIbn	Ghiaie prevalenti	Pleistocene superiore
DM_SUO_13	2360546.4	4811564.05	Sintema di Matelica. Depositi alluvionali terrazzati	MTIbn	Ghiaie prevalenti	Pleistocene superiore
DM_SUO_14	2360499.06	4811656.13	Sintema del Musone. Depositi alluvionali terrazzati	MUSbn	Ghiaie prevalenti	Olocene
DUM_SUO_01	2338280.58	4796838.86	Depositi continentali quaternari	b_{n1}	Ghiaia	Quaternario
DUM_SUO_02	2338330.26	4796723.76	Serie carbonatica Umbro-Marchigiana	SCC	Calcari e Marne	Mesozoico
DUM_SUO_03	2339317.51	4796916.55	Serie carbonatica Umbro-Marchigiana	SCC	Calcari e Marne	Mesozoico
DUM_SUO_04	2341117.27	4796479.59	Serie carbonatica Umbro-Marchigiana	SAA	Calcari e Marne	Mesozoico
DUM_SUO_05	2342148.81	4796371.55	Scaglia rossa. Membro inferiore	SAA1	Calcari e Marne	Turoniano inf. p.p. - Luteziano p.p.
DUM_SUO_06	2343467.11	4796844.36	Sintema di Matelica. Depositi di versante	MTIa	Calcari e Marne	Pleistocene superiore
DUM_SUO_07	2343720.97	4796868.66	Schlier. Litofacies calcarenitica	SCHa	Calcari e Marne	Langhiano - Messiniano
DUM_SUO_08	2344285.3	4796509.88	Scaglia cinerea	SCC	Calcari e Marne	Bartoniano p.p. - Aquitaniano p.p.

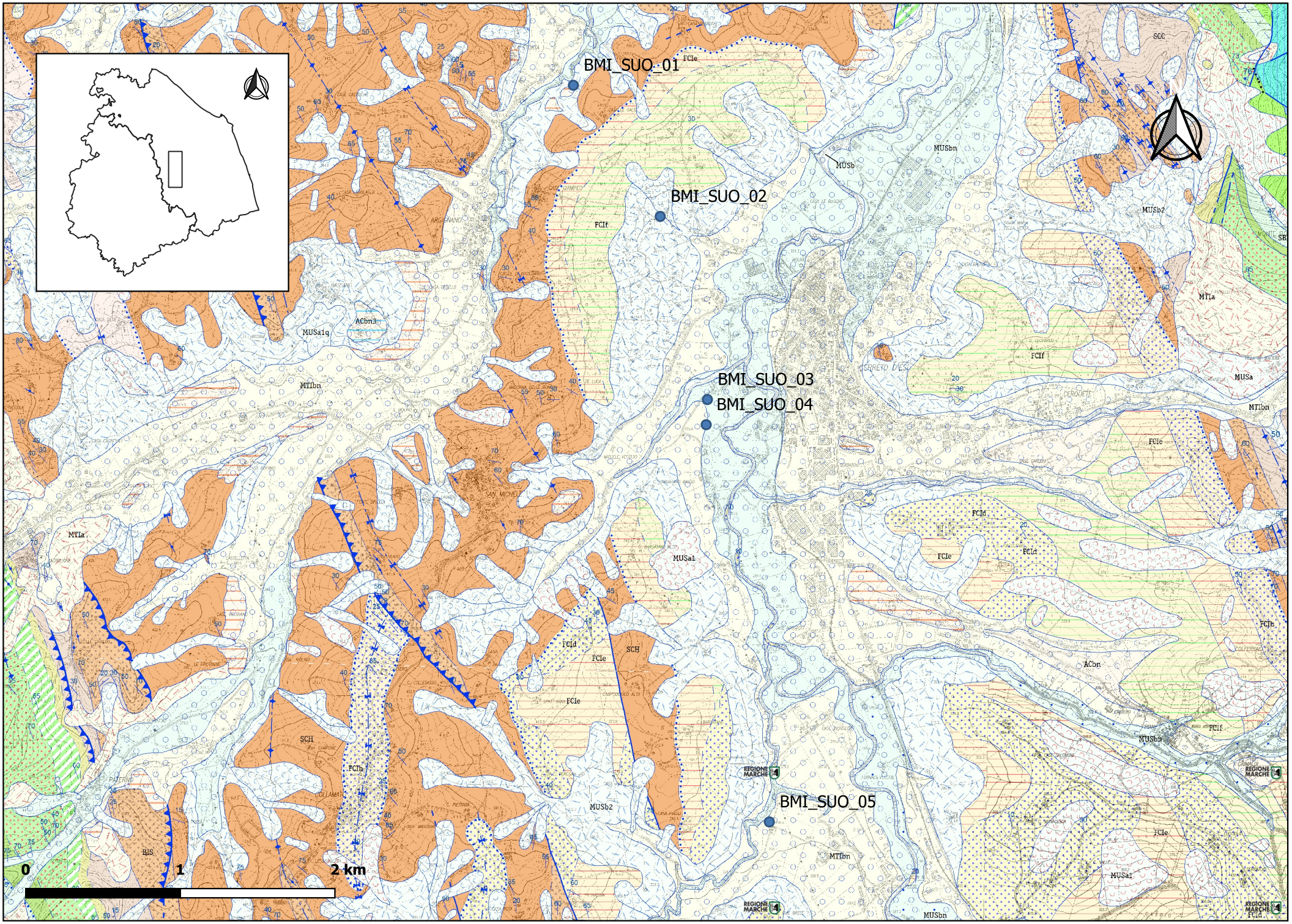
SCHEDA ANAGRAFICA DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO DELLA MATRICE SUOLO-SOTTOSUOLO (BME)						
ID Punti	Coordinate (Piane Gauss Boaga Roma 40)		Formazione geologica	Sigla (carta geologica)	Tessitura	Età
	E	N				
BME_BR_Pz_01	2411030,18	4792345,66	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_02	2411143,87	4792005,54	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_03	2411166,28	4791919,41	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_04	2411188,97	4792004,82	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_05	2411234,03	4792004,10	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_06	2411303,17	4792095,56	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_07	2411348,25	4792094,84	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_08	2411051,73	4791883,59	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_09	2411119,36	4791882,51	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_10	2411142,90	4791943,85	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_11	2411165,44	4791943,48	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_12	2411210,52	4791942,76	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_13	2411307,68	4792003,01	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_14	2411347,76	4792063,96	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_15	2411392,84	4792063,27	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_16	2411412,42	4791877,81	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_17	2411387,90	4791754,71	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_18	2411412,42	4791877,81	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_19	2411409,46	4791682,71	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_20	2411410,44	4791754,41	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_21	2411117,88	4791789,96	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_22	2411425,04	4791984,38	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_23	2411406,51	4791700,48	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_24	2411078,46	4791912,48	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_25	2411287,49	4791660,12	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_26	2411439,36	4791808,57	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_27	2411220,81	4791973,46	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_BR_Pz_28	2411104,77	4791795,73	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene

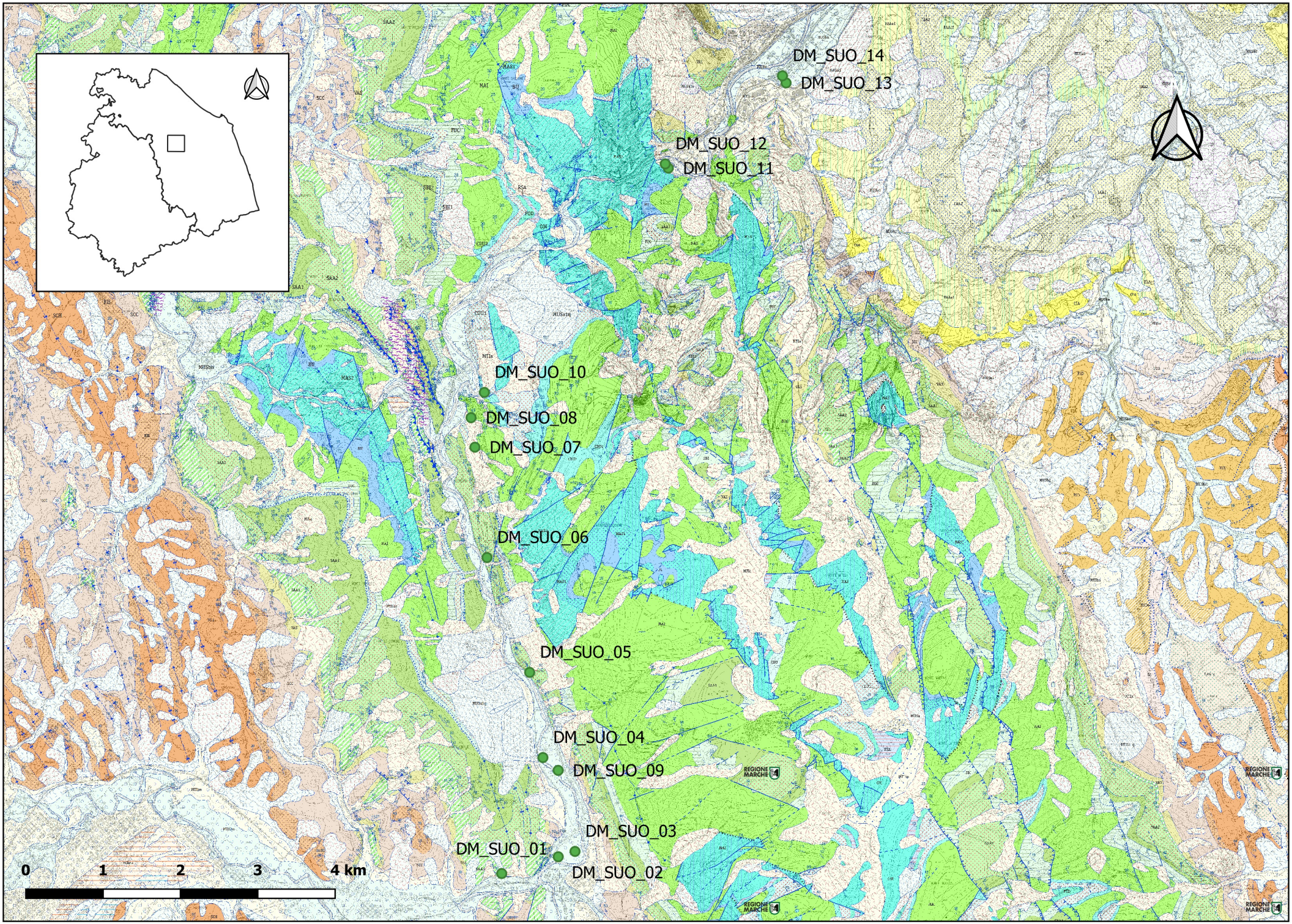
SCHEDA ANAGRAFICA DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO DELLA MATRICE SUOLO-SOTTOSUOLO (BME)						
ID Punti	Coordinate (Piane Gauss Boaga Roma 40)		Formazione geologica	Sigla (carta geologica)	Tessitura	Età
	E	N				
BME_BR_Pz_29	2411483,85	4791587,54	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_FO_Pz01	2412974,26	4794056,15	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_FO_Pz02	2412986,72	4794059,97	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_FO_Pz03	2413000,30	4794063,46	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_FO_Pz04	2412977,17	4794040,06	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_FO_Pz05	2413008,88	4794050,05	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_HL_Pz01	2407851,08	4792678,10	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_HL_Pz02	2407840,78	4792740,78	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_HL_Pz03	2407922,07	4792751,77	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_HL_Pz04	2407946,12	4792712,84	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_HL_Pz05	2407903,37	4792671,62	MTI bn	Sintema di Matelica - alluvioni terrazzate	Ghiaie con matrice sabbiosa	Pleistocene superiore
BME_IG_Pz01	2412177,33	4794148,16	MTI bn	Sintema di Matelica - alluvioni terrazzate	Ghiaie con matrice sabbiosa	Pleistocene superiore
BME_IG_Pz02	2412202,20	4794086,18	MTI bn	Sintema di Matelica - alluvioni terrazzate	Ghiaie con matrice sabbiosa	Pleistocene superiore
BME_IG_Pz03	2412305,13	4794130,68	MTI bn	Sintema di Matelica - alluvioni terrazzate	Ghiaie con matrice sabbiosa	Pleistocene superiore
BME_IG_Pz04	2412314,32	4794101,74	MTI bn	Sintema di Matelica - alluvioni terrazzate	Ghiaie con matrice sabbiosa	Pleistocene superiore
BME_IG_Pz05	2412291,72	4794079,12	MTI bn	Sintema di Matelica - alluvioni terrazzate	Ghiaie con matrice sabbiosa	Pleistocene superiore
BME_TF_Pz01	2412280,97	4793933,49	MTI bn	Sintema di Matelica - alluvioni terrazzate	Ghiaie con matrice sabbiosa	Pleistocene superiore
BME_TF_Pz02	2411737,50	4793878,36	MTI bn	Sintema di Matelica - alluvioni terrazzate	Ghiaie con matrice sabbiosa	Pleistocene superiore
BME_TF_Pz03	2410407,37	4793868,87	MTI bn	Sintema di Matelica - alluvioni terrazzate	Ghiaie con matrice sabbiosa	Pleistocene superiore
BME_TF_Pz04	2410360,29	4793746,20	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_TF_Pz05	2410322,66	4793724,08	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene
BME_TF_Pz06	2410272,15	4793871,06	MTI bn	Sintema di Matelica - alluvioni terrazzate	Ghiaie con matrice sabbiosa	Pleistocene superiore
BME_TF_Pz07	2410410,73	4793470,34	MUS bn	Alluvioni terrazzate	Ciottoli alternati alivelli sabbioso-argillosi	Olocene

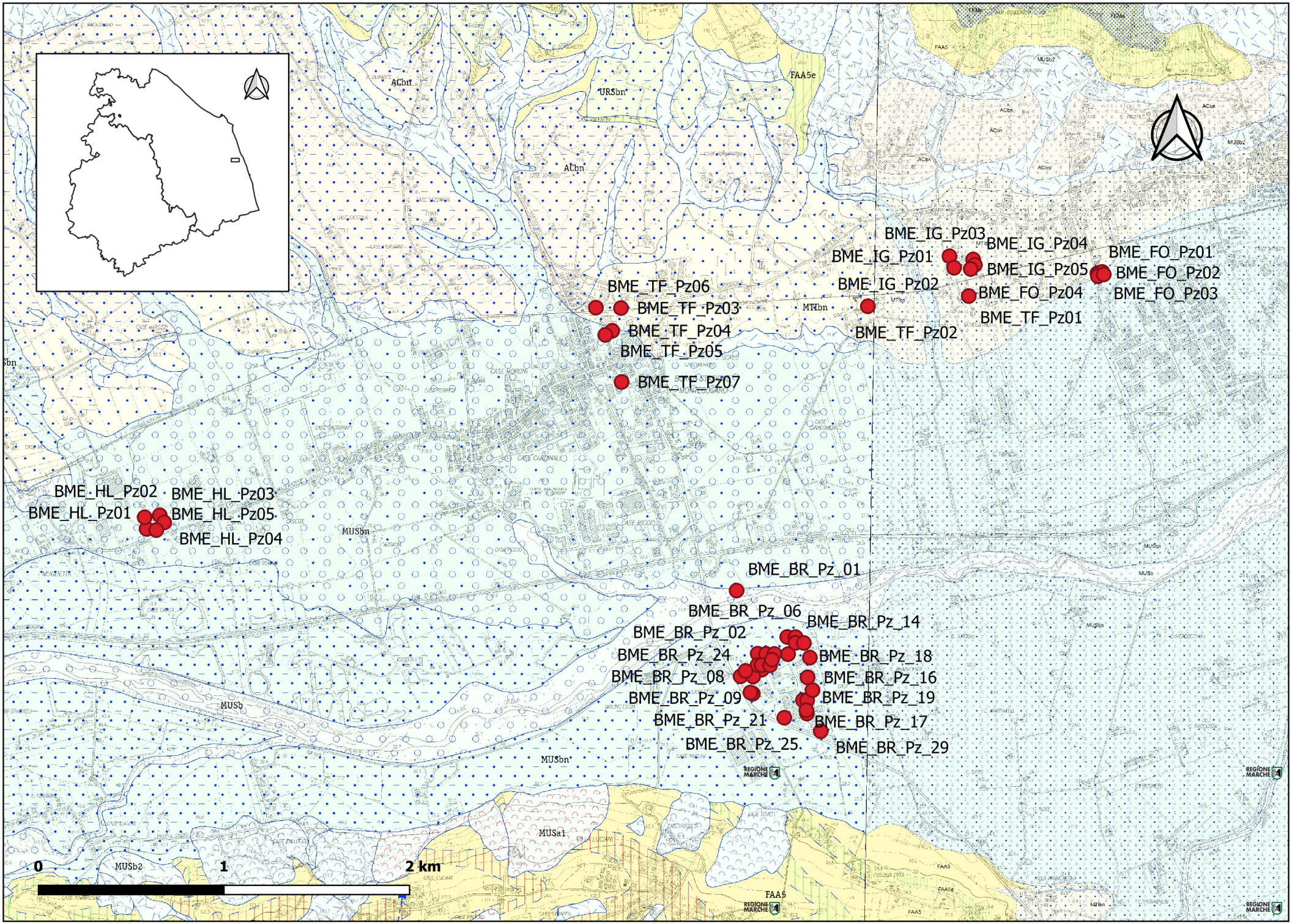

BU_SUO_01
BU_SUO_02
BU_SUO_03
BU_SUO_04
BU_SUO_05
BU_SUO_06
BU_SUO_07
BU_SUO_08
MUM1
MUM2
MUM3
SLFa
SLFc
a1a
a3b
b
b2
bn1
h
250 0 250 500 750 1000 m
N


DUM_SUO_01
DUM_SUO_02
DUM_SUO_03
DUM_SUO_04
FUC
SBI
a3b
SCC
VAS
SAA
a1a
ASN1
b2
FMA4b
bn1
h
250 0 250 500 750 1000 m


FUC
DUM_SUO_05
DUM_SUO_06
SCHa
DUM_SUO_07
DUM_SUO_08
MTIbn
MUSbn
VAS
BIS
MUSbn
SCHa
SAA2
250 0 250 500 750 1000 m


BMI_SUO_01
BMI_SUO_02
BMI_SUO_03
BMI_SUO_04
BMI_SUO_05
0
1
2 km


DM_SUO_14
DM_SUO_13
DM_SUO_12
DM_SUO_11
DM_SUO_10
DM_SUO_08
DM_SUO_07
DM_SUO_06
DM_SUO_05
DM_SUO_04
DM_SUO_09
DM_SUO_03
DM_SUO_01
DM_SUO_02
0
1
2
3
4 km


BME_IG_Pz03
BME_IG_Pz04
BME_FO_Pz01
BME_IG_Pz01
BME_IG_Pz05
BME_FO_Pz02
BME_IG_Pz02
BME_FO_Pz04
BME_FO_Pz03
BME_TF_Pz01
BME_TF_Pz06
BME_TF_Pz03
BME_TF_Pz02
BME_TF_Pz04
BME_TF_Pz05
BME_TF_Pz07
BME_HL_Pz02
BME_HL_Pz03
BME_HL_Pz01
BME_HL_Pz05
BME_HL_Pz04
BME_BR_Pz_01
BME_BR_Pz_06
BME_BR_Pz_14
BME_BR_Pz_02
BME_BR_Pz_24
BME_BR_Pz_18
BME_BR_Pz_08
BME_BR_Pz_16
BME_BR_Pz_09
BME_BR_Pz_19
BME_BR_Pz_21
BME_BR_Pz_17
BME_BR_Pz_25
BME_BR_Pz_29
ACbn
URSbn
FAA5e
MTbn
MUSbn
MUSb
MUSb2
MUSa1
FAA5
0
1
2 km

LEGENDA


FORMAZIONE MARNOSO ARENACEA – MUM1 (BU)


DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI – b,b2 (BU)


SCHLIER – SCHa (DUM)


SERIE CARBONATICA UMBRO-MARCHIGIANA SCC – VERSANTE UMBRO (DUM)


SERIE CARBONATICA UMBRO-MARCHIGIANA SAA – VERSANTE UMBRO (DUM)


SINTEMA DI MATELICA. DEPOSITI DI VERSANTE MTIa (DUM)


SCAGLIA CINEREA SCC – VERSANTE MARCHIGIANO (DUM)


SCAGLIA ROSSA SAA1 – VERSANTE MARCHIGIANO (DUM)


SINTEMA DEL MUSONE. DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI MUSb2 (BMI)


SINTEMA DEL MUSONE. DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI MUSbn (BMI E BME)


SINTEMA DI MATELICA. DEPOSITI DI VERSANTE MTIa (DM)


SINTEMA DI MATELICA. DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI MTIbn (DM e BME)

ALLEGATO B – ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI ANALITICI DELLA MATRICE SUOLO-SOTTOSUOLO

SABBIE LIMOSE DA - METALLI (u.m. in mg/Kg)										
ID/Parametri	Arsenico	Berillio	Cadmio	Cromo totale	Litio	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
DM_SUO 10b C2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,41	0,81	< 0,5	3,24	1,56	22,6	6,44
DM_SUO 10b C1	0,88	< 0,5	< 0,5	3,59	1,68	< 0,5	7,21	5,14	80,9	16,8
DUM_SUO 02a C1	2,1	< 0,5	< 0,5	18,2	3,01	< 0,5	31,5	7,46	21	34,9
DM_SUO 11b C1	1,05	< 0,5	< 0,5	11	3,61	< 0,5	12,2	6,48	12,9	26,4
BU_SUO 06b C2	0,507	< 0,5	< 0,5	19,5	10,5	< 0,5	24,3	7,54	15,2	43,2
DM_SUO 11b C2	0,701	< 0,5	< 0,5	3,28	1,72	< 0,5	3,87	1,09	3,41	7,51
DUM_SUO 05a C1	2,78	0,665	0,843	17,7	8,61	< 0,5	33,8	26,2	27,7	64,8
DM_SUO 06b C1	1	< 0,5	< 0,5	12,7	7	< 0,5	30,6	9,63	38	40,2
BU_SUO 07b C1	1,12	0,609	< 0,5	32,6	15,3	< 0,5	31,1	9,3	23,9	52
DM_SUO 02b C1	0,838	< 0,5	< 0,5	5,67	2,5	< 0,5	9,04	4,21	7,86	18,6
DM_SUO 06b C2	1,13	< 0,5	0,552	16	7,74	< 0,5	37,3	12,5	38,9	52,5
BU_SUO 06b C1	< 0,5	0,607	< 0,5	26,3	11,4	<0,5	29,3	8,38	17,7	49,4
BU_SUO 03b C1	0,898	0,507	<0,5	32,3	12,6	<0.5	21,3	8,38	20,8	40
BU_SUO 03b C2	<0,5	< 0,5	< 0,5	25,2	11,3	< 0,5	20,5	8,31	19,9	35,1
BU_SUO 04b C1	1,75	0,701	<0,5	31,7	14,2	< 0,5	31,5	8,41	14	39,5
BU_SUO 07b C2	1,81	0,635	< 0,5	35,5	16,1	< 0,5	31,4	90,4	24,1	68,7
BU_SUO 08b C1	0,81	0,751	< 0,5	37,7	21,6	< 0,5	35,4	9,95	32,6	55,3
DM_SUO 02b C2	0,828	< 0,5	< 0,5	8,18	0,88	< 0,5	10,1	43,2	81,8	23,6
BU_SUO 01b C1	2,93	133	0,569	63	26,1	<0,5	46,9	13	36,2	107
BU_SUO 01b C2	1,52	1,33	0,548	63,5	26,1	< 0,5	45,7	16	34,8	78,9
BU_SUO 05b C1	1,37	0,678	<0,5	36,5	14,3	< 0,5	31,9	9,37	24,9	43,8
BU_SUO 02b C1	7,83	2,79	0,531	59,3	30,2	< 0,5	48,3	26,8	26,8	63
BU_SUO 08b C2	0,981	0,686	< 0,5	35,5	18,7	< 0,5	33,5	8,92	32,8	53,2
BU_SUO 02b C2	9,51	29,6	0,613	61,1	32,8	<0,5	48,4	34	27,2	64,9
DUM_SUO 05a C2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	3,31	0,87	< 0,5	6,88	4,6	5,89	12,1
BU_SUO 04b C2	1,32	0,656	<0,5	30,8	7,48	< 0,5	28,3	7,86	13,2	40
DM_SUO 04b C2	1,84	< 0,5	< 0,5	13,7	1,54	< 0,5	18,6	8,94	24,8	59,6
DM_SUO 12b C1	0,849	< 0,5	< 0,5	6,88	2,05	< 0,5	6,59	3,25	4,46	15,5
BU_SUO 05b C2	< 0,5	0,976	< 0,5	46,2	19,8	< 0,5	44,4	12,6	21,3	53,4
DM_SUO 08b C1	0,605	< 0,5	< 0,5	10,5	3,1	< 0,5	18	11,4	18,1	54,1
DM_SUO 08b C2	0,757	< 0,5	< 0,5	7,79	1,92	< 0,5	14,8	6,19	15,3	39,6
DM_SUO 04b C1	0,844	< 0,5	< 0,5	7,37	2,01	< 0,5	9,41	4,41	12,1	19
DM_SUO 12b C2	3,49	0,942	0,658	28,6	12,3	0,604	24,4	10,3	19,1	56,6

SABBIE LIMOSE DA - ALTRI ANALITI													
Parametri	Scheletro	pH	Conducibilità	Azoto totale	Azoto assimilabile	Sostanza Organica	Fosforo Assimilabile	Potassio Assimilabile	Carbonati totali	Capacità di scambio cationico	Sabbie	Limi	Argilla
ID/u.m.	%	Unità pH	mS/cm	g/kg	mg/kg	%	P. mg/kg	mg/kg	%	meq/100 g	%	%	%
DM_SUO 10b C2	77,8	8,33	54,4	11	13,8	3,59	52,2	8,2	29,6	8,3	84	9	7
DM_SUO 10b C1	66,6	8,17	70	1,5	10,5	3,5	48,7	20,9	28,9	8,8	82	7	11
DUM_SUO 02a C1	24,5	8,2	112	1,8	14,8	2,95	33,6	35,8	41,4	18,5	75	15	10
DM_SUO 11b C1	54	8,23	69,5	0,7	10,9	3,16	21,7	5,9	30	58	75	15	10
BU_SUO 06b C2	21,2	7,71	177	1,3	42	1,34	73,1	19,5	3,1	17,5	72	22	6
DM_SUO 11b C2	72,4	8,54	62	0,5	12,6	0,845	17,8	3,4	31,6	4,9	68	19	13
DUM_SUO 05a C1	34,6	8,02	107	4,4	17,5	4,97	36,5	61,6	0,4	22,8	65	21	14
DM_SUO 06b C1	56,3	8,16	64,5	1,5	6,5	2,44	37,2	21,2	33,9	12,9	65	25	10
BU_SUO 07b C1	5,3	7,88	196	1,2	41	1,3	51,7	29,36	23,4	13,1	65	18	17
DM_SUO 02b C1	54,2	8,21	98	1,4	6,4	38,6	46,1	27,2	62,4	7,3	64	18	18
DM_SUO 06b C2	45,8	8,11	70,5	2	8,2	3,21	28,7	15,3	33,1	16,1	64	25	11
BU_SUO 06b C1	14,4	7,61	198	1,5	48,7	2,8	40,5	25,28	<1	18	64	26	10
BU_SUO 03b C1	15,9	7,83	179	1,7	56	1,19	48,2	28	5,8	12,6	62	21	17
BU_SUO 03b C2	21,9	7,85	183	1,1	37,3	1,09	39,5	26,54	3,9	12,3	62	22	16
BU_SUO 04b C1	2,84	7,66	146	1,3	42	1,38	17,4	23,67	3,9	12,8	62	22	16
BU_SUO 07b C2	6,6	7,83	126	1	33,7	1,42	50,7	32,75	17,6	11	62	27	11
BU_SUO 08b C1	6,7	8,09	265	0,9	29	1,18	38,4	47,17	19	15,3	62	22	16
DM_SUO 02b C2	51,9	8,24	92,6	1,3	5,9	2,48	39,7	27,5	63,2	7,5	61	21	18
BU_SUO 01b C1	3,9	7,87	193	1,1	35,3	1,58	34,7	56,99	5,9	24,2	61	22	17
BU_SUO 01b C2	5,64	7,95	176	1,1	35,3	1,7	35,1	60,18	3,9	24,3	61	22	17
BU_SUO 05b C1	15,5	7,96	192	1,4	46,6	1,97	69	32,43	18	16,9	61	30	9
BU_SUO 02b C1	8,87	8,04	162	1	33,6	1,19	27,7	57,76	3,9	24,3	60	29	11
BU_SUO 08b C2	5,63	7,87	233	0,9	30,6	1,13	38,5	36,43	20,6	16,2	60	23	17
BU_SUO 02b C2	1,77	8,07	155	0,7	23,3	1,04	26,4	63,93	7,8	21,5	59	32	9
DUM_SUO 05a C2	82,4	8,25	94,3	3,1	8,9	5,12	37,2	41,6	0,4	20,3	56	20	24
BU_SUO 04b C2	0,42	7,65	139	0,8	28	1,47	12,8	14,55	3,9	14,7	56	26	18
DM_SUO 04b C2	29,2	8,36	97,2	1,5	9,4	2,55	43,2	25,6	42,1	7,3	55	25	20
DM_SUO 12b C1	82,2	8,28	81,3	1,9	13,6	3,22	52,1	4,1	29,7	9	55	25	20
BU_SUO 05b C2	9,7	8,04	179	0,7	23,4	0,57	179	37,85	3,9	19,2	55	36	9
DM_SUO 08b C1	57,6	7,9	105	2,7	11,2	1,66	37,4	49,4	61,6	26,1	54	36	10
DM_SUO 08b C2	61,8	8,12	80,4	1,8	9,9	2,24	36,2	37,4	62,4	12,7	54	34	12
DM_SUO 04b C1	55	8,29	101	1,1	7,1	2,95	58,9	27,4	45,3	8,2	53	27	20
DM_SUO 12b C2	45,3	8,26	70,7	1,4	8,9	2,57	49,8	5,9	28,9	18,6	53	35	12

LIMI SABBIOSI DA - METALLI (u.m. in mg/Kg)										
ID/Parametri	Arsenico	Berillio	Cadmio	Cromo totale	Litio	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
DM_SUO 05b C1	1,5	< 0,5	< 0,5	9,1	3,95	< 0,5	11,6	4,82	48,4	24,7
DM_SUO 07b C1	9,74	< 0,5	< 0,5	10,7	3,61	< 0,5	19,4	4,11	21,4	29,3
DUM_SUO 03a C1	2,81	0,809	1,32	28,6	14,7	<0.5	64,2	28,3	40,7	84,8
DM_SUO 05b C2	1	< 0,5	< 0,5	6,23	2,43	0,52	8,11	2,71	10,9	16,7
DM_SUO 07b C2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	10,8	2,79	< 0,5	20	4,08	22,6	33
DM_SUO 03b C1	1,64	< 0,5	< 0,5	20,1	3,56	< 0,5	21,5	9,16	15,2	36,2
DM_SUO 09b C1	0,734	< 0,5	< 0,5	11,3	4,5	< 0,5	15,3	5,97	16,9	41,3
DUM_SUO 06a C1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	11,4	< 0,5	3,77	20,2	10,4	18,2	32,8
DM_SUO 03b C2	2,7	< 0,5	< 0,5	17,3	4,15	< 0,5	21,2	9,98	15,7	38
DUM_SUO 03a C2	0,674	< 0,5	< 0,5	12,1	3,87	< 0,5	26,2	3,89	18,6	34,3
DUM_SUO 02a C2	2,17	< 0,5	< 0,5	20,8	9,66	0,649	36,8	7,92	24,4	42,8
DUM_SUO 06a C2	2,19	< 0,5	< 0,5	12,7	3,02	< 0,5	26,2	6,8	24,5	32,7
DM_SUO 13b C1	3,65	0,644	< 0,5	39,8	13	< 0,5	34,3	12,6	47,2	62,5
BMI_SUO 06 C1	1,8	1,25	< 0,5	56,8	20,2	< 0,5	64,7	11,9	33,4	80,7
DM_SUO 09b C2	3,26	0,543	< 0,5	27,7	8,75	< 0,5	34	11,4	25,8	46,9
DM_SUO 13b C2	2,41	0,578	< 0,5	36,6	6,1	0,513	31,8	11,6	46,8	55,4
BMI_SUO 04 C2	3,03	1,9	0,609	90,1	32,2	< 0,5	66,1	17,2	31,6	80,8
DM_SUO 14b C1	2,95	0,572	< 0,5	36,4	13,3	0,694	31,3	11,2	56,6	60,6
DUM_SUO 07a C1	0,81	0,515	< 0,5	27,1	7,21	< 0,5	29,2	7,59	22	53,9
BMI_SUO 03 C2	3,2	2,01	0,62	95	34,9	< 0,5	74,6	17,4	32,1	99,3
DUM_SUO 07a C2	1,3	0,826	< 0,5	35	7,11	< 0,5	39,2	9,14	37,3	57,7
DM_SUO 14b C2	2,41	0,619	< 0,5	37,8	10,2	< 0,5	33,8	12,3	62,1	62,7
BMI_SUO 01 C1	6,75	1,06	< 0,5	54,7	33,5	< 0,5	42,9	11,1	23,7	63,5
BMI_SUO 03 C1	3,83	1,98	0,616	96,1	34,8	<0.5	66,4	20	32,4	93,1
BMI_SUO 01 C2	9,61	1,2	< 0,5	62,1	46,1	< 0,5	45,2	8,9	23	65,6
DUM_SUO 08a C1	1,73	0,65	< 0,5	37,7	13,4	0,566	69,5	9,38	38,2	53
BMI_SUO 06aC2	<0.5	1,2	< 0,5	53	20	< 0,5	58,1	13,3	32,2	73,2
DUM_SUO 04a C2	3,31	1,45	1,66	42,8	33,1	< 0,5	80,5	43,6	75,4	144
DUM_SUO 08a C2	1,9	< 0,5	< 0,5	26,2	7,07	0,634	58,8	9,1	34,1	51,5
DM_SUO 01b C1	2,18	0,747	0,802	21,2	4,84	< 0,5	47,5	9,83	51,1	84,7
BMI_SUO 04 C1	2,86	1,91	0,565	91,4	34,7	< 0,5	74,7	14,4	33,8	89,5
DUM_SUO 01a C1	0,584	< 0,5	< 0,5	34,9	8,12	0,545	54,6	9,46	35,2	63,8
BMI_SUO 05 C1	2,81	1,95	0,549	87,7	28,8	< 0,5	62,2	16,7	36,8	97,8
DM_SUO 01b C2	1,28	0,689	0,673	25,5	1,27	0,896	43,2	9,38	37,6	64
DUM_SUO 04a C1	3,17	1,03	1,19	35,3	25,7	< 0,5	59,4	29,9	51,4	112
BMI_SUO 05 C2	1,38	2,04	0,641	93,3	31,2	< 0,5	71,4	13,5	39,8	99
DUM_SUO 01a C2	1,48	< 0,5	< 0,5	34,8	9,41	< 0,5	52,6	9,41	33	54,5
BMI_SUO 02 C1	7,48	1,7	0,515	93,7	38,3	0,996	54,7	12,7	37,1	90,9
BMI_SUO 02 C2	5,46	1,66	< 0,5	88,9	35,5	0,615	46,6	12,9	31	81,4

LIMI SABBIOSI DA - ALTRI ANALITI													
Parametri	Scheletro	pH	Conducibilità	Azoto totale	Azoto assimilabile	Sostanza Organica	Fosforo Assimilabile	Potassio Assimilabile	Carbonati totali	Capacità di scambio cationico	Sabbie	Limi	Argilla
ID/u.m.	%	Unità pH	mS/cm	g/kg	mg/kg	%	P. mg/kg	mg/kg	%	meq/100 g	%	%	%
DM_SUO 05b C1	58,7	8,77	42,9	0,9	15,3	2,05	29,1	8,4	56,9	8,9	46	33	21
DM_SUO 07b C1	56,2	8,53	67	0,7	18,5	1,11	21,3	16,7	63,2	10	46	41	13
DUM_SUO 03a C1	26,6	7,88	169	5	15,4	1,72	33,6	69,9	9,36	34,2	45	35	20
DM_SUO 05b C2	55,4	8,8	52,4	0,4	13,2	0,741	17,3	5,5	54,6	4,6	45	37	18
DM_SUO 07b C2	49,6	8,48	73,8	0,6	12,5	1,02	22,4	15,7	61,7	11,1	45	46	9
DM_SUO 03b C1	30,9	8,26	104	1,3	8,2	1,79	37,8	18,8	61,7	17,7	44	31	25
DM_SUO 09b C1	60,7	8,34	70,3	1,1	10,8	1,37	40	10,8	55,4	8,4	41	44	15
DUM_SUO 06a C1	23,1	8,27	105	1,1	5,2	1,53	40,1	28,4	53,8	13,9	40	35	25
DM_SUO 03b C2	29,3	8,3	105	1,3	7,8	2,62	46,2	17,1	42,9	12,5	38	34	28
DUM_SUO 03a C2	40,1	8,33	96,8	0,7	11,8	1,62	27,4	8,6	59,3	16,3	35	36	29
DUM_SUO 02a C2	15,8	8,28	108	1,4	13,7	2,64	30,2	38,7	43,7	3,7	32	45	23
DUM_SUO 06a C2	19,4	8,47	85,7	0,6	15,7	0,505	35,3	15,8	56,2	1,8	32	43	25
DM_SUO 13b C1	23,1	8,25	73,7	1,5	15,2	2,29	41	7,9	20,7	12,6	32	55	13
BMI_SUO 06 C1	17,1	7,88	61,2	1,4	70	1,35	<0.05	112,8	4,17	16,8	31,4	64,6	4
DM_SUO 09b C2	19,5	8,25	75,8	0,8	17,6	1,22	31,7	8,6	19,5	8,3	31	59	10
DM_SUO 13b C2	22,4	8,26	71	1,4	9,2	2,38	42,6	9,3	21,9	11,7	30	58	12
BMI_SUO 04 C2	<0.01	7,94	41,9	1	49	0,96	<0.05	126	< 0,1	17,9	29,3	60,9	10
DM_SUO 14b C1	29,1	8,31	79,6	1,2	16,8	2,35	53,8	32,1	21,5	11,3	29	58	13
DUM_SUO 07a C1	22,2	8,11	133	3,4	13	4,41	53,1	36,6	38,2	7,1	28	37	35
BMI_SUO 03 C2	<0.01	7,89	49,6	0,7	35	0,92	<0.05	118,2	< 0,1	15,3	27,4	60,6	12
DUM_SUO 07a C2	27,5	8,37	102	1,5	9,2	2,08	46,6	33,7	37,4	6	27	36	37
DM_SUO 14b C2	25,4	8,36	89,8	0,9	19,3	1,64	35,9	28,4	23	10	27	61	12
BMI_SUO 01 C1	19,8	7,81	85,2	1,5	76	2,06	<0.05	173	1,2	16,5	26,8	61,2	12
BMI_SUO 03 C1	1,52	7,81	51,5	1,1	54	1,12	<0.05	125	< 0,1	18	26,3	65,7	8
BMI_SUO 01 C2	21,2	8,03	58	0,8	40	0,87	<0.05	208,8	3,48	19,4	26	60	14
DUM_SUO 08a C1	37,7	8,43	91,8	0,6	16,7	0,483	27,7	21,1	42,3	5,5	23	44	33
BMI_SUO 06aC2	28,3	7,96	62,5	0,8	42	0,7	60	111,7	6,57	13,3	22,6	65,4	12
DUM_SUO 04a C2	28,2	7,98	137	4,8	10,1	5,76	43,2	37,2	0,4	28,9	22	47	31
DUM_SUO 08a C2	23,2	8,5	87,1	0,5	15,9	0,793	24,4	22	38,2	9,1	22	48	30
DM_SUO 01b C1	28	8,44	84,7	0,8	18,5	1,4	39	10,1	19,5	13,5	22	41	37
BMI_SUO 04 C1	<0.01	7,89	61,5	0,6	30	0,72	<0.05	118,6	< 0,1	19,7	21	69	10
DUM_SUO 01a C1	12,4	8,35	101	0,8	10,8	1,41	18,7	32,2	57	20,4	21	52	27
BMI_SUO 05 C1	5,06	7,93	64,7	1,1	55	1,44	<0.05	121,3	< 0,1	19,3	20,4	61,6	18
DM_SUO 01b C2	31,8	8,48	75,4	0,7	16,7	1,31	39,3	8,2	19,9	11,1	19	44	37
DUM_SUO 04a C1	37,9	7,87	122	4,8	12,8	5,77	38,9	8,4	0,39	27,9	17	57	26
BMI_SUO 05 C2	1,95	7,81	69,5	0,8	41	0,82	<0.05	127,7	0,17	18,2	16,3	65,17	18
DUM_SUO 01a C2	15,5	8,41	96,1	0,7	12,8	0,84	20,1	18,9	60,9	76	16	53	31
BMI_SUO 02 C1	<0.01	8,25	79	0,4	20	0,42	<0.05	146,8	< 0,1	19	12,4	69,7	18
BMI_SUO 02 C2	<0.01	7,83	77,8	0,5	25	0,4	<0.05	164,3	1,52	16,3	12,2	69,8	18

BACINO MARCHIGIANO ESTERNO (BME): GHIAIE A MATRICE LIMOSO SABBIOSA (GSL) - u.m. in mg/Kg																			
ID Campione	Alluminio	Ferro	Arsenico	Cromo totale	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco	Vanadio	Berillio	Cobalto	Selenio	Stagno	Tallio	Manganese	pH	Scheletro	umidità relativa
SUO_BR_15	3250	9450	2,4	< 5,0	< 0,02	21,0	< 10	< 2,0	24,0	< 20							6,8	< 1	5,8
SUO_HL_04	6120	9340	< 1	123	< 0,1	239,0	< 10	9,3	61,3	< 20							7,2	729	27,0
SUO_HL_09	5850	9170	< 1	116	< 0,1	235,0	< 10	13,3	155,1	< 20							6,9	710	5,9
SUO_HL_13	7420	8460	< 1	120	< 0,1	279,0	< 10	10,3	23,0	< 20							7,8	assente	0,9
SUO_IG_02	1820	8720	17	110	<0,02	71,2	24	37,5	91,3	87	2,01	18,50	<0,2	<80	0,40		7,4	<1	101,6
SUO_IG_03	1820	9440	14	160	<0,02	56,0	23	33,1	87,1	89	2,30	15,87	<0,2	<80	0,50		7,5	<1	85,2
SUO_IG_04	1810	9410	<1	29	<0,02	14,3	<10	9,9	42,3	<20	<0,02	<5	<0,2	<80	<0,1		7,2	285	27,2
SUO_IG_19	9490	6260	<1	10	<0,02	9,6	<10	3,8	<0,5	<20	<0,02	<5	<0,2	<80	<0,1		7,3	580	4,3
SUO_IG_25	8464	9200	2	21	<0,02	13,6	<10	8,9	29,8	<20	0,25	<5	<0,2	<80	<0,1		7,3	<1	26,2
SUO_TC_01	2108	2592	< 5	< 10	2,5	< 10	< 10	15,0	46,0	< 10		< 10	1,4	< 10	< 1	417	9,6	724	31,8
SUO_TC_02	2288	2671	< 5	< 10	< 0,1	< 10	< 10	< 10	21,0	< 10		< 10	1,7	< 10	< 1	427	9,3	803	86,1
SUO_TC_03	2387	2328	< 5	< 10	0,15	< 10	< 10	22,0	26,0	< 10		< 10	1,9	< 10	< 1	470	9,3	843	53,2
SUO_TC_04	2007	2721	< 5	< 10	< 0,1	< 10	< 10	< 10	27,0	< 10		< 10	2,12	< 10	< 1	380	9,4	853	94,6
SUO_TC_05	6930	4546	< 5	12	< 0,1	14,0	< 10	14,0	30,0	13		< 10	1,9	< 10	< 1	423	9,5	744	57,1
SUO_TC_06	4969	4930	< 5	< 10	< 0,1	13,0	< 10	12,0	22,0	< 10		< 10	1,8	< 10	< 1	736	9,4	523	68,9
SUO_TC_07	4251	5422	< 5	10	< 0,1	12,0	< 10	11,0	27,0	< 10		< 10	1,6	< 10	< 1	367	9,3	807	92,3
SUO_TC_08	3916	3892	< 5	11	< 0,1	10,0	11	13,0	21,0	< 10		< 10	2,0	< 10	< 1	362	9,3	325	116,0
SUO_TC_09	7972	7062	< 5	16	0,4	24,0	< 10	26,0	49,0	17		< 10	3,4	< 10	< 1	764	9,4	808	573,8
SUO_TC_10	6378	4080	< 5	10	< 0,1	14,0	< 10	17,0	33,0	12		< 10	1,4	< 10	< 1	338	9,3	696	98,6
SUO_TC_14	5749	3790	< 5	< 10	0,12	11,0	< 10	11,0	23,0	11		< 10	1,8	< 10	< 1	310	9,3	734	100,5
SUO_TC_15	9028	6770	< 5	17	0,8	19,0	< 10	21,0	37,0	19		< 10	1,70	< 10	< 1	458	9,0	89	158,8
SUO_TC_15	9028	6770	< 5	17	0,8	19,0	< 10	21,0	37,0	19		< 10	1,70	< 10	< 1	458	9,0	89	158,8
SUO_TC_16	5330	6144	< 5	12	<0,10	18,0	< 10	17,0	39,0	13		< 10	1,80	< 10	< 1	512	9,3	428	182,4
SUO_TC_17	6493	6162	< 5	14	<0,10	16,0	< 10	15,0	33,0	13		< 10	1,40	< 10	< 1	461	9,3	710	176,9
SUO_TC_18	1211	2217	< 5	10	<0,10	< 10	< 10	< 10	20,0	< 10		< 10	< 1	< 10	< 1	334	9,5	700	67,5
SUO_TC_19	2449	4614	< 5	< 10	0,21	13,0	< 10	15,0	28,0	< 10		< 10	1,90	< 10	< 1	487	9,2	813	49,7
SUO_TC_20	3603	5863	< 5	10	0,1	18,0	< 10	17,0	29,0	10		< 10	1,50	< 10	< 1	404	9,0	694	34,6
SUO_TC_21	2793	3833	< 5,0	< 10	0,14	12,0	< 10	12,0	30,0	< 10		< 10	1,50	< 10	< 1	410	9,2	640	36,4
SUO_TC_22	6921	5021	< 5	13	< 0,1	14,0	< 10	12,0	26,0	15		< 10	1,80	< 10	< 1	387	9,4	751	77,1
SUO_TC_23	8028	7847	< 5	17	0,1	20,0	< 10	18,0	34,0	19		< 10	2,50	< 10	< 1	520	9,3	259	166,5
SUO_TC_23	8028	7847	< 5	17	0,1	20,0	< 10	18,0	34,0	19		< 10	2,50	< 10	< 1	520	9,3	259	166,5
SUO_TC_24	3182	4562	< 5	< 10	0,13	14,0	< 10	13,0	22,0	< 10		< 10	1,10	< 10	< 1,0	418	9,2	369	98,7
SUO_TC_25	3172	4193	< 5	11	0,12	14,0	< 10	13,0	32,0	< 10		< 10	1,20	< 10	< 1	391	9,3	791	68,2
SUO_TC_26	7855	9087	< 5,0	20	< 0,10	26,0	< 10	20,0	44,0	14		< 10	1,58	< 10	< 1,0	495	7,9	606	147,1
SUO_TC_27	5420	5600	< 5,0	12	< 0,1	19,0	< 10	17,0	34,0	12		< 10	2,53	< 10	< 1,0	395	8,2	897	54,7
SUO_TF_04	2429	6923	< 1	13,2	< 0,1	19,2	< 10	13,2	62,5	< 20							7,2	387	11,6
SUO_TF_08	3937	6478	< 1	< 0,1	< 0,1	24,3	< 10	14,2	50,5	< 20							7,1	assente	11,7
SUO_TF_08	3937	6478	< 1	< 0,1	< 0,1	24,3	< 10	14,2	50,5	< 20							7,1	assente	11,7

BACINO MARCHIGIANO ESTERNO (BME): GHIAIE A MATRICE LIMOSO SABBIOSA (GSL) - u.m. in mg/Kg (SEGUE)																		
ID Campione	Alluminio	Ferro	Arsenico	Cromo totale	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco	Vanadio	Berillio	Cobalto	Selenio	Stagno	Tallio	Manganese	pH	Scheletro	umidità relativa
SUO_TF_12	2570	9465	< 1	44,2	< 0,1	12,9	< 10	14,4	64,5	< 20							7,1	assente	28,4
SUO_TF_17	4397	6851	< 1	25,6	< 0,1	40,9	< 10	19,4	44,0	< 20							6,8	assente	21,5
SUO_TF_23	5178	8812	< 1	< 0,1	< 0,1	10,2	< 10	16,0	123,0	< 20							7,1	assente	15,0
SUO_TF_28	2714	4286	< 1	73,5	< 0,1	56,1	< 10	29,6	204,0	< 20							7,1	566	19,6
SUO_TF_33	3099	7847	< 1	6,5	< 0,1	22,1	< 10	37,2	57,0	< 20							7,1	assente	12,6

BACINO MARCHIGIANO ESTERNO (BME): SABBIE LIMOSE (SL) - u.m. in mg/Kg																			
ID Campione	Alluminio	Ferro	Arsenico	Cromo totale	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco	Vanadio	Berillio	Cobalto	Selenio	Stagno	Tallio	Manganese	pH	Scheletro	umidità relativa
SUO_BR_16	25480	12650	< 1,0	12	< 0,02	22	< 10	35	65	< 20							8	assente	7,5
SUO_BR_19	15392	28974	7,7	24,1	< 0,02	45,3	< 10	< 2,0	72,4	< 20							7,2	< 1	6
SUO_HL_05	14340	9120	< 1	215	< 0,1	504	< 10	19,6	66,6	< 20							6,8	assente	29,4
SUO_HL_10	12030	19350	< 1	163	< 0,1	402	< 10	16,1	46,3	< 20							7,1	assente	22,8
SUO_IG_11	15400	13200	9,1	37,6	<0,02	30,4	<10	11	47	30	0,66	6,9	<0,2	<80	<0,1		7,3	184	20,6
SUO_IG_15	9920	14400	<1	29,0	<0,02	16,2	<10	5,9	38	25	<0,02	<5	<0,2	<80	<0,1		7,3	<1	4,6
SUO_TF_05	7534	15480	< 1	5,7	< 0,1	18,6	< 10	25,8	37,5	< 20							7,0	assente	30,6
SUO_TF_10	8008	18686	< 1	32	< 0,1	59,5	< 10	25,7	89,0	< 20							7,1	assente	25,8
SUO_TF_29	5229	14271	< 1	53,0	< 0,1	55,0	< 10	39,8	220,0	< 20							7,0	assente	19,0
SUO_TF_34	7177	16504	< 1	30,4	< 0,1	52,1	19	36,9	64,5	< 20							7,0	assente	49,5
SUO_TC_28	22000	16900	< 5,0	36	< 0,1	38	12	34	67	40		11	2,9	< 10	< 1,0	840	7,8	786	345,6
SUO_TC_29	13100	11830	< 5,0	26	< 0,10	33	< 10	28	51	27		< 10	< 1,50	< 10	< 1,0	471	8,1	885	74,2
SUO_TC_30	22700	19500	< 5,0	45	< 0,10	51	12	41	78	47		12	3,2	< 10	< 1,0	641	8,3	913	298
SUO_TF_03	5870	20850	< 1	10,1	< 0,1	36,4	< 10	21,3	60,5	< 20							7,2	assente	11,7
SUO_TF_15	5051	10246	< 1	< 0,1	< 0,1	23,6	< 10	27,7	88,0	< 20							7,2	assente	23,3
SUO_IG_17	11400	24600	<1	184	<0,02	68,4	15	123	267	31	<0,02	<5	<0,2	<80	<0,1		7,3	<1	6,9
SUO_IG_18	10400	21100	<1	54,2	<0,02	25,8	<10	12	37	45	<0,02	5,6	<0,2	<80	<0,1		7,2	<1	7,6
SUO_TF_02	7122	17805	< 1	19,7	< 0,1	21,2	< 10	21,7	31,0	< 20							7,1	assente	31,1
SUO_TF_06	10291	22453	< 1	39,5	< 0,1	57,2	< 10	24,9	63,5	< 20							7,1	assente	38,3
SUO_TF_09	11152	22254	< 1	< 0,1	< 0,1	44,2	< 10	28,8	65,5	< 20							6,9	assente	28,2
SUO_BR_14	15433	27085	6,1	15,3	< 0,02	43,9	< 10	< 2,0	56,2	< 20							6,9	< 1	21,6
SUO_BR_18	10776	15452	5,2	8,9	< 0,02	38,6	< 10	< 2,0	43,7	< 20							6,8	< 1	16,3
SUO_BR_22	10061	13811	4,9	8,1	< 0,02	56,4	< 10	< 2,0	37,3	< 20							6,8	< 1	8,1
SUO_BR_43	14250	18679	<1,0	30,6	< 0,02	24,9	< 10	< 2,0	9,0	< 20							7,3	<1	41,9
SUO_BR_47	6950	15714	4,7	6,0	< 0,02	32,2	< 10	12,1	53,4	< 20							6,8	< 1	7,2
SUO_HL_16	9130	25340	< 1	146	< 0,1	328	< 10	13,9	98,6	< 20							7,2	assente	17,1
SUO_HL_17	18300	28040	< 1	200	< 0,1	411	< 10	16,6	46,9	< 20							6,9	assente	18,0
SUO_IG_12	10600	15800	<1	37,4	<0,02	20,0	<10	8,6	19	33	<0,02	<5	<0,2	<80	<0,1		7,2	<1	6,6
SUO_TC_11	19037	18838	< 5	39	0,17	39	14	32	61	38		12	2,9	< 10	< 1	709	8,3	187	148,1

BACINO MARCHIGIANO ESTERNO (BME): SABBIE LIMOSE (SL) - u.m. in mg/Kg (SEGUE)																		
ID Campione	Alluminio	Ferro	Arsenico	Cromo totale	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco	Vanadio	Berillio	Cobalto	Selenio	Stagno	Tallio	Manganese	pH	Scheletro	umidità relativa
SUO_TC_13	19274	13777	< 5	32	0,10	29	< 10	23	50	35		< 10	2,0	< 10	< 1	585	8,8	258	140,2
SUO_TF_01	8754	15860	< 1	< 0,1	< 0,1	39,1	13	19,6	61,5	< 20							6,8	assente	29,2
SUO_TF_07	6339	13701	< 1	39,9	< 0,1	36,8	< 10	18,4	61,0	< 20							7,2	assente	22,0
SUO_TF_14	6858	14330	< 1	67	< 0,1	16,9	< 10	18,4	26,0	< 20							7,1	assente	23,3
SUO_TF_18	5629	16274	< 1	24	< 0,1	39,9	< 10	23,5	58,5	< 20							7,1	assente	23,0
SUO_TF_21	6989	13772	< 1	< 0,1	< 0,1	14,4	< 10	22,6	22,0	< 20							6,8	assente	26,6
SUO_TF_22	2330	13772	< 1	< 0,1	< 0,1	10,1	< 10	15,2	25,5	< 20							6,9	assente	13,4
SUO_TF_25	5717	15177	< 1	35,8	< 0,1	63,4	< 10	27,0	94,5	< 20							7,2	assente	29,9
SUO_TF_26	6328	10564	< 1	21,0	< 0,1	22,1	< 10	23,6	430,5	< 20							6,9	assente	24,7
SUO_TF_30	6045	15164	< 1	17,4	< 0,1	49,2	24	35,9	25,5	< 20							7,1	assente	21,5
SUO_TF_31	7354	16547	< 1	18,4	< 0,1	28,6	20	44,9	26,0	< 20							7,1	assente	21,5
SUO_TF_32	4776	14939	< 1	26,4	< 0,1	53,9	18	38,6	38,5	< 20							7,1	assente	15,5
SUO_FO_02	10795	7833	< 1,0	17,6	< 0,02	17,8	< 10	4,9	13	< 20	0,1	< 5	< 0,2	< 80	< 0,1		7,4	608	4,2
SUO_FO_05	11434	17502	< 1,0	13,1	< 0,02	14,4	< 10	3,7	8,5	< 20	0,1	< 5	< 0,2	< 80	< 0,1		7,5	< 1	3,0
SUO_FO_09	12256	7061	< 1,0	18,9	< 0,02	14,5	< 10	3,9	13	< 20	0,2	< 5	< 0,2	< 80	< 0,1		7,1	502	3,8
SUO_HL_03	6250	10040	< 1	86	< 0,1	224	< 10	8,9	22,3	< 20							7,6	640	2,6
SUO_HL_14	9480	15630	< 1	144	< 0,1	298	< 10	15,5	32,7	< 20							6,9	assente	13,8
SUO_HL_24	7680	13750	< 1	88	< 0,1	228	< 10	15,9	108,0	< 20							7,8	404	6,9
SUO_HL_25	9630	12440	< 1	139	< 0,1	261	< 10	12,0	80,0	< 20							6,9	assente	4,6
SUO_IG_10	12900	2160	<1	15,4	<0,02	<4,0	<10	39	156	61	<0,02	<5	<0,2	<80	<0,1		7,5	<1	36,7
SUO_HL_18	15270	12840	< 1	95	< 0,1	229	< 10	12,6	27,5	< 20							0,8	assente	8,8
SUO_HL_19	26550	11790	< 1	115	< 0,1	153	< 10	8,3	40,0	< 20							6,2	613	6,5
SUO_IG_14	24500	15500	5,5	51,4	<0,02	44,8	<10	15	59	50	0,66	8,7	<0,2	<80	<0,1		7,7	479	1,7
SUO_IG_16	12500	23800	<1	54,8	<0,02	29,0	18	22	22	53	<0,02	6,9	<0,2	<80	<0,1		7,4	<1	10,0
SUO_BR_45	13423	28471	11,2	13,0	< 0,02	31,4	< 10	< 2,0	62,8	< 20							7	100	76,2
SUO_IG_22	9200	16100	<1	35,5	<0,02	22,0	<10	5,8	29	34	<0,02	<5	<0,2	<80	<0,1		7,3	<1	28,7
SUO_IG_23	12600	25000	<1	65,0	<0,02	29,4	<10	10	43	52	<0,02	5,3	<0,2	<80	<0,1		7,3	<1	70,3
SUO_IG_24	10600	24300	<1	94,5	<0,02	67,9	13	27	105	54	0,64	20,54	<0,2	<80	<0,1		7,1	597	4,3
SUO_IG_25	8464	9200	2,3	20,6	<0,02	13,6	<10	8,9	30	<20	0,25	<5	<0,2	<80	<0,1		7,3	<1	26,2
SUO_FO_07	7960	12200	< 1	111	< 0,1	200	< 10	11,1	22,3	< 20							7,1	523	8,2
SUO_BR_28	3424	11145	< 1	13	< 0,1	27,3	< 10	11,5	62,5	< 20							7,2	assente	10,3

BACINO MARCHIGIANO ESTERNO (BME): LIMI SABBIOSI (LS) - u.m. in mg/Kg																		
ID Campione	Alluminio	Ferro	Arsenico	Cromo totale	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco	Vanadio	Berillio	Cobalto	Selenio	Stagno	Tallio	Manganese	pH	Scheletro	umidità relativa
SUO_BR_01	18789	30167	< 1	42,8	< 0,1	43,8	< 10	27,1	79,0	< 20							7,2	assente	41,5
SUO_BR_03	14400	65000	8,63	301,3	<0,02	193,4	<10	64,0	220,9	104,1	0,97	52,3	<0,2	<80	<0,1		7,1	<1	15,0
SUO_BR_04	16274	44319	< 1	16,4	< 0,1	48,1	< 10	28,7	78,5	< 20							7,0	6068	24,4
SUO_BR_06	8321	27906	15,80	13,2	< 0,02	28,4	< 10	< 2,0	212,0	< 20							7,0	18	14,6

BACINO MARCHIGIANO ESTERNO (BME): LIMI SABBIOSI (LS) - u.m. in mg/Kg (SEGUE)																			
ID Campione	Alluminio	Ferro	Arsenico	Cromo totale	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco	Vanadio	Berillio	Cobalto	Selenio	Stagno	Tallio	Manganese	pH	Scheletro	umidità relativa
SUO_BR_07	12300	27700	<1	67,8	<0,02	34,2	<10	16,4	16,4	64,7	<0,02	6,3	<0,2	<80	<0,1		7,2	<1	11,3
SUO_BR_09	24919	25957	2,20	90,3	< 0,02	68,9	< 10	74,1	80,1	< 20							6,9	< 1	15,2
SUO_BR_11	29119	36399	< 1,0	77,3	< 0,02	58,9	< 10	62,3	74,2	< 20							6,8	< 1	16,8
SUO_BR_17	29469	28438	4,70	24,1	< 0,02	55,6	< 10	7,2	71,1	< 20							6,7	< 1	29,5
SUO_BR_20	28980	36494	2,30	74,7	< 0,02	63,4	< 10	54,5	69,3	< 20							6,7	< 1	40,8
SUO_BR_29	16100	33400	<1	209,1	<0,02	137,9	12,4	50,3	184,0	66,0	0,63	33,0	<0,2	<80	<0,1		7,2	<1	17,2
SUO_BR_31	23155	30523	2,50	67,3	< 0,02	55,5	< 10	51,3	61,8	< 20							6,8	< 1	29,3
SUO_BR_34	21130	16888	< 1,0	33,8	< 0,02	24,3	< 10	9,3	31,0	31,0	0,30	5,7	< 0,2	< 80	0,11		6,8	< 1	13,2
SUO_BR_41	14000	41247	6,61	167,3	<0,02	129,4	16,2	53,7	149,9	68,5	0,75	33,1	<0,2	<80	<0,1		7,3	<1	25,4
SUO_BR_46	31650	39520	< 1	279,0	< 0,1	521,0	< 10	23,2	59,1	< 20							0,6	assente	35,8
SUO_BR_48	13900	35200	<1	147,9	<0,02	92,4	13,4	40,5	143,8	61,7	2,49	17,7	<0,2	<80	<0,1		7,2	<1	21,3
SUO_BR_52	28105	28049	< 1,0	65,8	< 0,02	49,5	15,2	27,3	27,6	< 20							6,5	< 1	39,9
SUO_BR_55	31960	22307	3,4	45,4	< 0,02	31,1	21,0	27,0	56,0	44,0	0,80	8,8	< 0,2	< 80	0,23		7,5	483	3,5
SUO_BR_56	24500	39430	< 1	257,0	< 0,1	54,9	< 10	32,6	55,8	< 20							7,4	assente	27,9
SUO_BR_57	15500	31700	9,86	131,0	<0,02	100,6	<10	33,1	115,8	71,3	0,71	28,0	<0,2	<80	<0,1		7,4	486	10,6
SUO_BR_60	26747	22467	< 1,0	114,8	< 0,02	87,1	< 10	90,9	115,3	< 20							7,2	< 1	44,3
SUO_BR_63	8020	38500	< 1	130,0	< 0,1	335,0	< 10	20,6	250,0	< 20							6,9	581	6,9
SUO_BR_66	17828	43205	<1,0	46,0	< 0,02	87,7	< 10	9,2	105,0	< 20							7,9	<1	84,3
SUO_FO_06	11562	29716	< 1	< 0,1	< 0,1	29,4	< 10	19,3	89,5	< 20							6,9	assente	13,7
SUO_FO_08	25211	36222	< 1,0	53,5	< 0,02	32,9	13,2	25,4	22,1	< 20							7,2	< 1	25,7
SUO_FO_10	29418	22057	< 5	58,0	< 0,1	47,0	11,0	25,0	89,0	61,0		< 10	1,7	< 10	< 1	344	9,0	< 1	121,8
SUO_HL_01	16903	28029	< 1,0	63,8	< 0,02	36,8	< 10	15,0	54,0	66,0	1,00	8,4	< 0,2	< 80	0,19		7,3	608	18,9
SUO_HL_06	23810	28830	< 1	200,0	< 0,1	404,0	< 10	18,3	53,4	< 20							7,7	assente	17,4
SUO_HL_08	25111	36243	< 1,0	76,9	< 0,02	54,5	13,5	20,2	24,1	< 20							6,8	< 1	20,8
SUO_HL_11	19270	30220	< 1	204,0	< 0,1	362,0	< 10	16,3	53,1	< 20							7,7	assente	21,4
SUO_HL_15	30234	25021	2,10	86,8	< 0,02	74,6	< 10	65,1	85,3	< 20							6,8	< 1	21,2
SUO_HL_20	14788	36506	8,80	23,2	< 0,02	71,7	< 10	12,7	84,4	< 20							7,5	< 1	52,2
SUO_HL_22	13610	25910	< 1	205,0	< 0,1	218,0	< 10	16,6	47,9	< 20							7,1	assente	25,2
SUO_IG_01	16120	24790	< 1	186,0	< 0,1	405,0	< 10	16,3	46,2	< 20							7,8	assente	18,0
SUO_IG_08	21780	27810	< 1	176,0	< 0,1	376,0	< 10	16,5	43,9	< 20							7,6	assente	20,0
SUO_IG_20	30270	44870	< 1	269,0	< 0,1	516,0	< 10	27,6	81,5	< 20							7,1	assente	38,0
SUO_TC_12	23300	25590	<1	225,0	< 0,1	406,0	< 10	14,5	41,2	< 20							7,6	assente	21,6
SUO_TF_11	16750	39430	< 1	156,0	< 0,1	411,0	< 10	16,8	39,9	< 20							7,1	assente	16,7
SUO_TF_13	25443	22037	< 1,0	44,4	< 0,02	31,7	< 10	12,0	39,0	38,0	0,80	23,2	< 0,2	< 80	0,18		6,9	< 1	1,7
SUO_TF_16	27075	37489	2,20	59,0	< 0,02	117,5	< 10	49,1	80,3	< 20							6,5	< 1	18,1

BACINO MARCHIGIANO ESTERNO (BME): LIMI ARGILLOSI (LA) - u.m. in mg/Kg																		
ID Campione	Alluminio	Ferro	Arsenico	Cromo totale	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco	Vanadio	Berillio	Cobalto	Selenio	Stagno	Tallio	Manganese	pH	Scheletro	umidità relativa
SUO_BR_02	36076	19584	2,5	75,3	< 0,02	61,5	< 10	65,7	78,93	< 20							6,8	< 1	8
SUO_BR_05	47009	24026	2,3	40,8	< 0,02	61,6	< 10	27,5	36,1	< 20							6,9	< 1	21,2
SUO_BR_08	35274	25678	< 1,0	43,8	< 0,02	43,9	< 10	25,3	16,1	< 20							6,8	< 1	1,7
SUO_BR_10	41010	40804	9,4	30,9	< 0,02	51,5	< 10	< 2,0	77,3	< 20							7,4	< 1	29,5
SUO_BR_12	35759	29449	< 1,0	78,3	< 0,02	64,8	< 10	54,1	72,5	< 20							6,9	< 1	27,8
SUO_BR_13	35025	25754	< 1,0	< 5,0	< 0,02	< 4,0	52,1	< 2,0	< 0,5	< 20							6,7	< 1	23,4
SUO_BR_21	59492	44619	< 1,0	48,8	< 0,02	46,2	< 10	57,6	67,3	< 20							7,6	< 1	27,5
SUO_BR_23	41151	19493	2,3	< 5,0	< 0,02	< 4,0	56,9	< 2,0	< 0,5	< 20							7	< 1	25,7
SUO_BR_24	33731	27203	2,2	72,3	< 0,02	65,6	< 10	46,3	63,1	< 20							7,3	< 1	27,3
SUO_BR_25	62499	35715	< 1,0	77,1	< 0,02	56,7	82,4	25,1	34,1	< 20							6,8	< 1	88,3
SUO_BR_26	36485	22934	2,1	< 5,0	< 0,02	< 4,0	50,4	< 2,0	< 0,5	< 20							6,9	< 1	24,8
SUO_BR_27	40555	63367	2,6	54,9	< 0,02	77,1	< 10	40,1	62,6	< 20							7,5	< 1	205,2
SUO_BR_30	36459	29233	< 1,0	91,3	< 0,02	69,1	15,1	28,3	31,5	< 20							6,9	< 1	22,9
SUO_BR_32	62342	16124	2,1	43	< 0,02	65,7	16	313	352	< 20							6,5	< 1	41,4
SUO_BR_33	39819	35395	2,4	49,9	< 0,02	52,3	< 10	49,1	61,5	< 20							6,8	< 1	21,3
SUO_BR_35	47200	11500	35,2	215,4	<0,02	171,8	42,8	92,2	179,9	164,3	2,6	23,1	<0,2	<80	0,7		7,1	<1	403,5
SUO_BR_36	35724	22065	2,6	67,3	< 0,02	50,1	< 10	50,4	60,5	< 20							7,5	< 1	34,2
SUO_BR_37	47557	24744	< 1,0	78,7	< 0,02	68,2	20,1	26,3	30,3	< 20							6,3	< 1	7,3
SUO_BR_38	66509	30037	< 1,0	39,7	< 0,02	63,7	17,2	279	321	< 20							6,7	< 1	18,3
SUO_BR_39	47630	18638	2,3	64,1	< 0,02	56,2	< 10	50,2	60,2	< 20							6,8	< 1	12,5
SUO_BR_42	60542	18119	< 1,0	63,3	< 0,02	55,4	< 10	49	60	< 20							6,6	< 1	90,8
SUO_BR_44	50040	25576	2,5	102	< 0,02	78,8	29,1	116	147	< 20							7,8	< 1	93,4
SUO_BR_49	45763	31599	3,5	69,2	< 0,02	40,3	< 10	17	59	72	0,8	8,9	< 0,2	< 80	0,23		7,6	< 1	22,1
SUO_BR_50	42862	13267	2,3	27,9	< 0,02	37,5	< 10	20,1	29,5	< 20							6,5	< 1	20,1
SUO_BR_51	35691	52439	8,6	47,1	< 0,02	91,1	< 10	36,6	130,8	< 20							6,5	< 1	44,6
SUO_BR_54	42442	55143	11,7	52,9	< 0,02	79,4	< 10	15,9	121,2	< 20							7,7	< 1	55,2
SUO_BR_58	46578	55360	< 1,0	82,5	< 0,02	< 4,0	15,4	31,5	25,2	< 20							7,8	< 1	20,3
SUO_FO_01	66359	35118	< 1,0	81,7	< 0,02	35,4	14,1	25,2	24,1	< 20							6,3	< 1	17
SUO_FO_03	38226	59392	11,6	37,9	< 0,02	81,2	< 10	15,8	95,8	< 20							6,9	< 1	50,4
SUO_FO_04	33992	28140	< 1,0	41,6	< 0,02	35,2	12,2	23,3	23,3	< 20							7,2	< 1	10
SUO_HL_02	36121	30016	< 1,0	76,8	< 0,02	88,9	11,2	23,1	25,1	< 20							7,2	< 1	12,1
SUO_HL_07	58933	16571	2,3	100	< 0,02	67,9	13,3	32,4	24,6	< 20							7,2	< 1	2,9
SUO_HL_12	33639	28203	2,3	56,8	< 0,02	36,5	11	15	51	56	0,9	9,3	< 0,2	< 80	0,26		6,8	< 1	24,9
SUO_HL_21	32972	28850	2,4	47,5	< 0,02	67	< 10	34,2	50,2	< 20							6,9	< 1	9,4
SUO_HL_23	48638	36844	<1,0	80,8	< 0,02	44,8	12,3	17,2	20,1	< 20							6,5	< 1	8,8
SUO_IG_06	33250	21506	6,6	49,3	< 0,02	30,1	< 10	12	46	51	0,7	6,2	< 0,2	< 80	0,2		6,6	< 1	20,7
SUO_IG_07	38226	27608	2,3	51,5	< 0,02	67,1	< 10	45,4	45,4	< 20							7,2	517	18,9
SUO_IG_09	67468	27257	< 1,0	90,5	< 0,02	64,6	16,2	33,5	24,3	< 20							6,9	< 1	14
SUO_IG_13	39026	37497	< 1,0	87,6	< 0,02	65,1	13,2	44,2	43,2	< 20							6,3	< 1	14,6
SUO_TF_19	34102	29139	< 1,0	70,8	< 0,02	50,9	96	25,6	19,4	< 20							7,2	< 1	13,2

DESCRITTORI STATISTICI GHIAIE (BME)						
n° campioni	Alluminio	Ferro	Cromo totale	Nichel	Rame	Zinco
1	3250	9450	5	21	10	24
2	6120	9340	123	239	9,3	61,3
3	5850	9170	116	235	13,3	155,1
4	7420	8460	120	279	10,3	23,0
5	1820	8720	109,9	71,2	38	91
6	1820	9440	159,9	56,0	33	87
7	1810	9410	29,4	14,3	9,9	42
8	9490	6260	10,5	9,6	3,8	10
9	8464	9200	20,6	13,6	8,9	30
10	2108	2592	10	10	15	46
11	2288	2671	10	10	10	21
12	2387	2328	10	10	22	26
13	2007	2721	10	10	10	27
14	6930	4546	12	14	14	30
15	4969	4930	10	13	12	22
16	4251	5422	10	12	11	27
17	3916	3892	11	10	13	21
18	7972	7062	16	24	26	49
19	6378	4080	10	14	17	33
20	5749	3790	10	11	11	23
21	9028	6770	17	19	21	37
22	9028	6770	17	19	21	37
23	5330	6144	12	18	17	39
24	6493	6162	14	16	15	33
25	1211	2217	10	10	10	20
26	2449	4614	10	13	15	28
27	3603	5863	10	18	17	29
28	2793	3833	10	12	12	30
29	6921	5021	13	14	12	26
30	8028	7847	17	20	18	34
31	8028	7847	17	20	18	34
32	3182	4562	10	14	13	22
33	3172	4193	11	14	13	32
34	7855	9087	20	26	20	44
35	5420	5600	12	19	17	34
36	2429	6923	13,2	19,2	13,2	62,5
37	3937	6478	10	24,3	14,2	50,5
38	3937	6478	10	24,3	14,2	50,5
39	2570	9465	44	12,9	14,4	64,5
40	4397	6851	26	40,9	19,4	44,0
41	5178	8812	10	10,2	16,0	123,0
42	2714	4286	73,5	56,1	29,6	204,0
43	3099	7847	6,5	22,1	37,2	57,0
25° PERCENTILE	2642	4416	10,00	12,45	11,50	26,50
MINIMO	1211	2217	5,00	9,56	3,81	10,00
MEDIA	4786	6213	28,05	35,78	16,15	46,14
MEDIANA	4251	6260	12,00	16,00	14,20	34,00
MASSIMO	9490	9465	159,92	279,00	37,51	204,00
75° PERCENTILE	6707	8154	18,50	23,05	18,00	49,75
SD	2407	2269	38,08	61,29	7,28	37,03
CV. POP.V	2378	2243	37,63	60,57	7,20	36,60
CV C.	2407	2269	38,08	61,29	7,28	37,03
CV P.	2378	2243	37,63	60,57	7,20	36,60
VARIANZA POP.V.	5656581	5030752	1416,14	3668,72	51,83	1339,21
VARIANZA.V.	5791261	5150532	1449,86	3756,07	53,06	1371,10

DESCRITTORI STATISTICI SABBIE LIMOSE (BME)						
n° campioni	Alluminio	Ferro	Cromo totale	Nichel	Rame	Zinco
1	25480	12650	12	22	35	65
2	15392	28974	24,1	45,3	2	72,4
3	14340	9120	215	504	19,6	66,6
4	12030	19350	163	402	16,1	46,3
5	15400	13200	37,6	30,4	11	47
6	9920	14400	29,0	16,2	5,9	38
7	7534	15480	5,7	18,6	25,8	37,5
8	8008	18686	32	59,5	25,7	89,0
9	5229	14271	53,0	55,0	39,8	220,0
10	7177	16504	30,4	52,1	36,9	64,5
11	22000	16900	36	38	34	67
12	13100	11830	26	33	28	51
13	22700	19500	45	51	41	78
14	5870	20850	10,1	36,4	21,3	60,5
15	5051	10246	10	23,6	27,7	88,0
16	11400	24600	184	68,4	123	267
17	10400	21100	54,2	25,8	12	37
18	7122	17805	19,7	21,2	21,7	31,0
19	10291	22453	39,5	57,2	24,9	63,5
20	11152	22254	0,1	44,2	28,8	65,5
21	15433	27085	15,3	43,9	2	56,2
22	10776	15452	8,9	38,6	2	43,7
23	10061	13811	8,1	56,4	2	37,3
24	14250	18679	30,6	24,9	2	9,0
25	6950	15714	6,0	32,2	12,1	53,4
26	9130	25340	146	328	13,9	98,6
27	18300	28040	200	411	16,6	46,9
28	10600	15800	37,4	20,0	8,6	19
29	19037	18838	39	39	32	61
30	19274	13777	32	29	23	50
31	8754	15860	10	39,1	19,6	61,5
32	6339	13701	39,9	36,8	18,4	61,0
33	6858	14330	67	16,9	18,4	26,0
34	5629	16274	24	39,9	23,5	58,5
35	6989	13772	10	14,4	22,6	22,0
36	2330	13772	10	10,1	15,2	25,5
37	5717	15177	35,8	63,4	27,0	94,5
38	6328	10564	21,0	22,1	23,6	430,5
39	6045	15164	17,4	49,2	35,9	25,5
40	7354	16547	18,4	28,6	44,9	26,0
41	4776	14939	26,4	53,9	38,6	38,5
42	10795	7833	17,6	17,8	4,9	13
43	11434	17502	13,1	14,4	3,7	8,5
44	12256	7061	18,9	14,5	3,9	13
45	6250	10040	86	224	8,9	22,3
46	9480	15630	144	298	15,5	32,7
47	7680	13750	88	228	15,9	108,0
48	9630	12440	139	261	12,0	80,0
49	12900	2160	15,4	4,00	39	156
50	15270	12840	95	229	12,6	27,5
51	26550	11790	115	153	8,3	40,0
52	24500	15500	51,4	44,8	15	59
53	12500	23800	54,8	29,0	22	22
54	13423	28471	13,0	31,4	2	62,8
55	9200	16100	35,5	22,0	5,8	29
56	12600	25000	65,0	29,4	10	43
57	10600	24300	94,5	67,9	27	105
58	8464	9200	20,6	13,6	8,9	30
59	7960	12200	111	200	11,1	22,3
60	3424	11145	13	27,3	11,5	62,5
25° PERCENTILE	7089	13110	15,41	23,23	9,94	29,61
MINIMO	2330	2160	0,10	4,00	2,00	8,50
MEDIA	11091	16326	50,33	81,84	20,35	63,94
MEDIANA	10176	15490	31,20	38,30	17,50	50,50
MASSIMO	26550	28974	215,00	504,00	122,82	430,50
75° PERCENTILE	13181	18966	57,36	57,78	27,10	65,78
SD	5478	5565	52,04	111,60	17,77	65,65
CV. POP.V	5432	5518	51,60	110,66	17,62	65,10
CV C.	5478	5565	52,04	111,60	17,77	65,65
CV P.	5432	5518	51,60	110,66	17,62	65,10
VARIANZA POP.V.	29511835	30451549	2662,96	12246,56	310,49	4237,53
VARIANZA.V.	30012035	30967677	2708,10	12454,13	315,75	4309,35

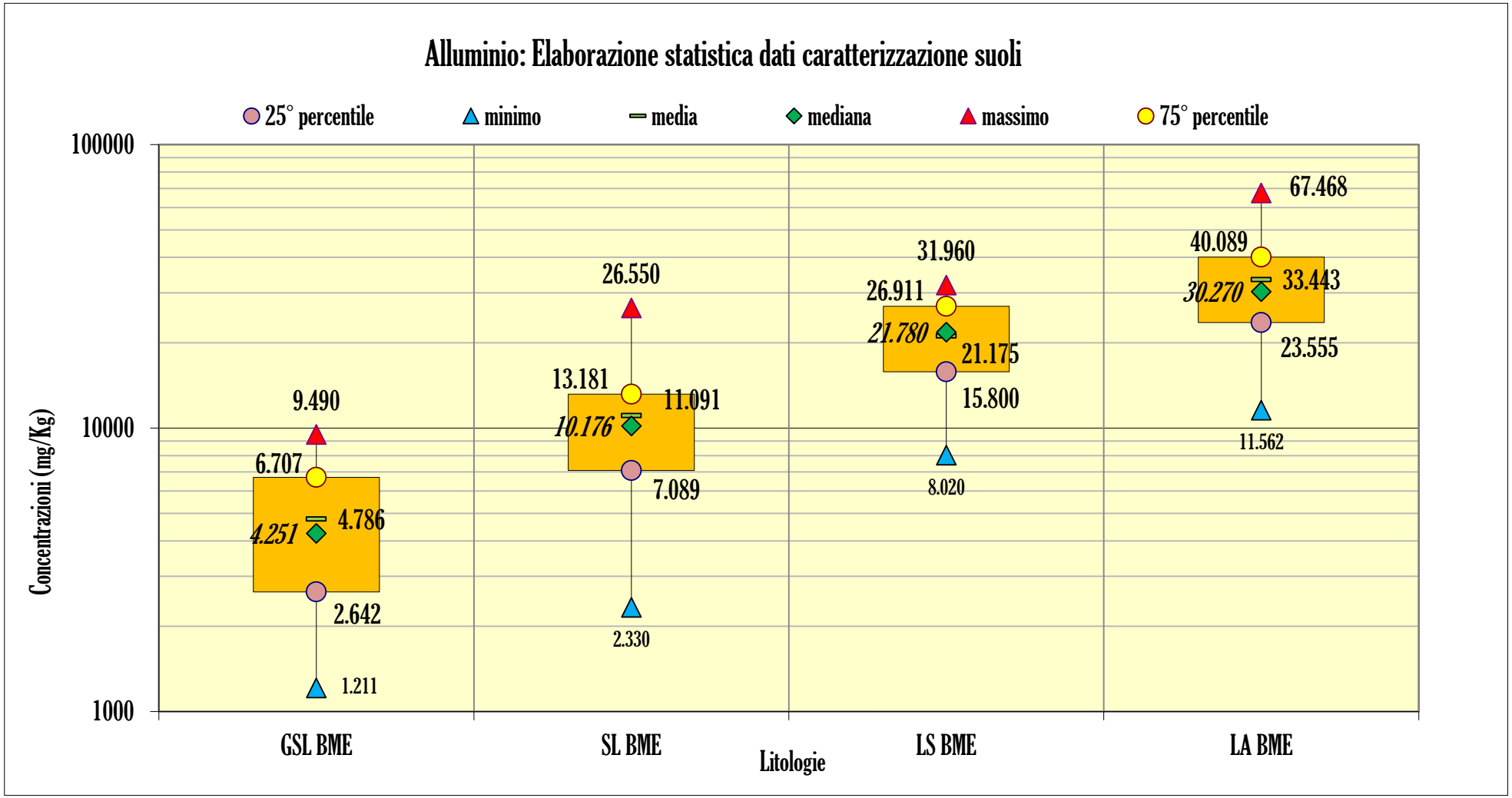
DESCRITTORI STATISTICI LIMI SABBIOSI (BME)						
n° campioni	Alluminio	Ferro	Cromo totale	Nichel	Rame	Zinco
1	23155	30523	67,3	55,5	51,3	61,8
2	29119	36399	77,3	58,9	62,3	74,2
3	21780	27810	176,0	376,0	16,5	43,9
4	25111	36243	76,9	54,5	20,2	24,1
5	16120	24790	186,0	405,0	16,3	46,2
6	16903	28029	63,8	36,8	15,0	54,0
7	12300	27700	67,8	34,2	16,4	16,4
8	17828	43205	46,0	87,7	9,2	105,0
9	16274	44319	16,4	48,1	28,7	78,5
10	8321	27906	13,2	28,4	2	212,0
11	28980	36494	74,7	63,4	54,5	69,3
12	19270	30220	204,0	362,0	16,3	53,1
13	13610	25910	205,0	218,0	16,6	47,9
14	15500	31700	131,0	100,6	33,1	115,8
15	31960	22307	45,4	31,1	27,0	56,0
16	21130	16888	33,8	24,3	9,3	31,0
17	25443	22037	44,4	31,7	12,0	39,0
18	8020	38500	130,0	335,0	20,6	250,0
19	24919	25957	90,3	68,9	74,1	80,1
20	27075	37489	59,0	117,5	49,1	80,3
21	29418	22057	58,0	47,0	25,0	89,0
22	30234	25021	86,8	74,6	65,1	85,3
23	26747	22467	114,8	87,1	90,9	115,3
24	29469	28438	24,1	55,6	7,2	71,1
25	28105	28049	65,8	49,5	27,3	27,6
26	23300	25590	225,0	406,0	14,5	41,2
27	23810	28830	200,0	404,0	18,3	53,4
28	31650	39520	279,0	521,0	23,2	59,1
29	25211	36222	53,5	32,9	25,4	22,1
30	30270	44870	269,0	516,0	27,6	81,5
31	18789	30167	42,8	43,8	27,1	79,0
32	24500	39430	257,0	54,9	32,6	55,8
33	16100	33400	209,1	137,9	50,3	184,0
34	16750	39430	156,0	411,0	16,8	39,9
35	14788	36506	23,2	71,7	12,7	84,4
36	13900	35200	147,9	92,4	40,5	143,8
37	11562	29716	10	29,4	19,3	89,5
38	14000	41247	167,3	129,4	53,7	149,9
39	14400	65000	301,3	193,4	64,0	220,9
25° PERCENTILE	15800	26829	53,50	47,55	16,37	47,05
MINIMO	8020	16888	10,00	24,30	2,00	16,43
MEDIA	21175	32451	118,67	151,16	30,57	82,86
MEDIANA	21780	30220	86,80	71,70	25,00	71,10
MASSIMO	31960	65000	301,27	521,00	90,90	250,00
75° PERCENTILE	26911	36998	186,00	205,69	44,82	89,25
SD	6844	8743	84,35	154,96	20,84	55,54
CV. POP.V	6756	8630	85,16	152,96	20,57	54,82
CV C.	6844	8743	84,35	154,96	20,84	55,54
CV P.	6756	8630	83,20	152,96	20,57	54,82
VARIANZA POP.V.	45640064	74471697	7252,45	23396,94	423,08	3005,68
VARIANZA.V.	46841118	76431478	7443,30	24012,65	434,21	3084,77

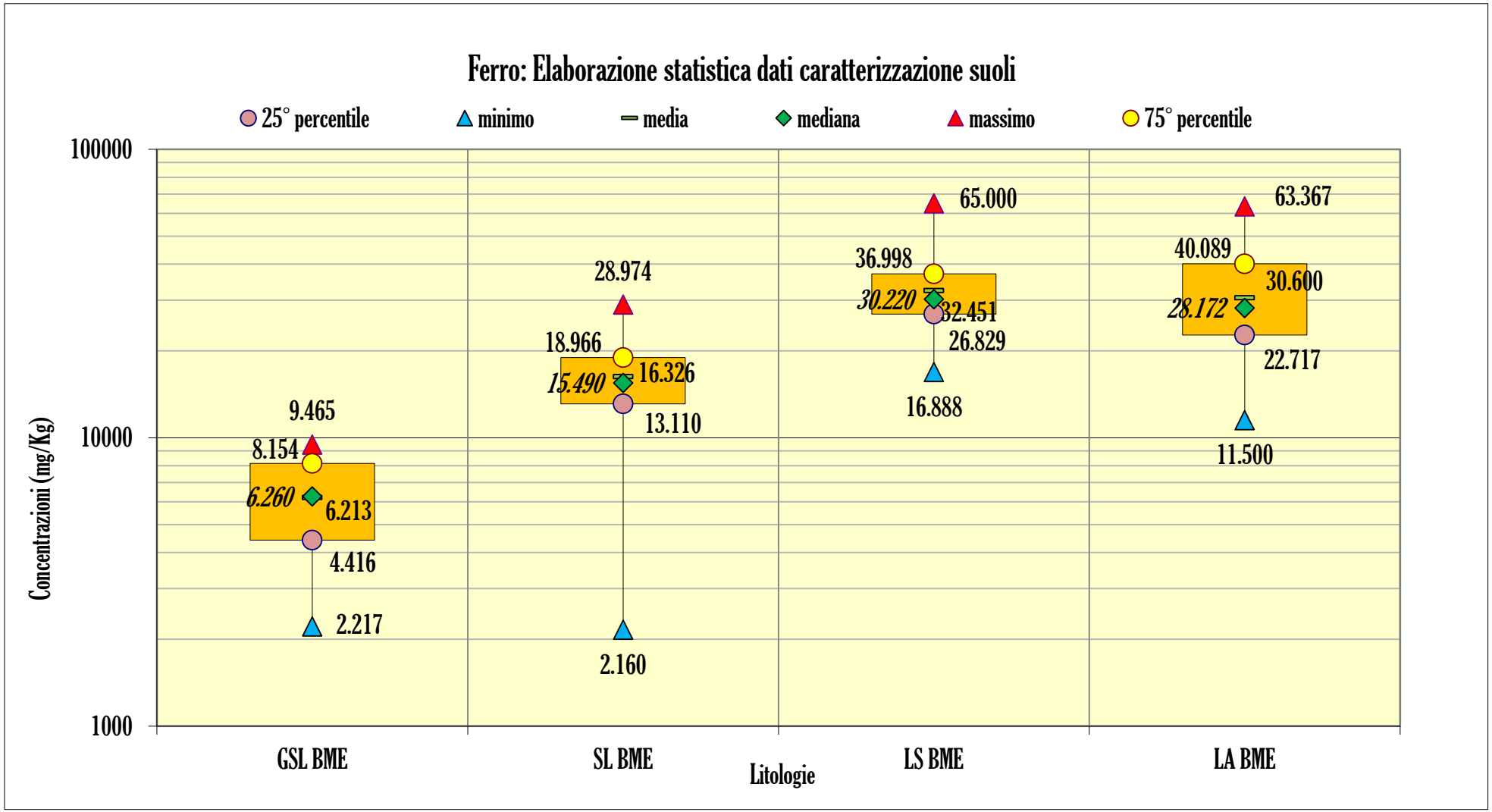
DESCRITTORI STATISTICI LIMI ARGILLOSI BME								
n° campioni	Alluminio	Ferro	Cromo totale	Nichel	Rame	Zinco	Arsenico	Piombo
1	47630	18638	64,1	56,2	50,2	60,2	2,5	10
2	62499	35715	77,1	56,7	25,1	34,1	2,3	10
3	35025	25754	10	4	2,0	0,5	1	10
4	36459	29233	91,3	69,1	28,3	31,5	9,4	10
5	41010	40804	30,9	51,5	2	77,3	1	10
6	60542	18119	63,3	55,4	49,0	60,0	1	52,1
7	42862	13267	27,9	37,5	20,1	29,5	1	10
8	50040	25576	102,0	78,8	116,0	147,0	2,3	56,9
9	47557	24744	78,7	68,2	26,3	30,3	2,2	10
10	66359	35118	81,7	35,4	25,2	24,1	1	82,4
11	35724	22065	67,3	50,1	50,4	60,5	2,1	50,4
12	33250	21506	49,3	30,1	12,0	46,0	2,6	10
13	45763	31599	69,2	40,3	17,0	59,0	1	15,1
14	48638	36844	80,8	44,8	17,2	20,1	2,1	16
15	36121	30016	76,8	88,9	23,1	25,1	2,4	10
16	36485	22934	5	4	2	0,5	35,2	42,8
17	35274	25678	43,8	43,9	25,3	16,1	2,6	10
18	34102	29139	70,8	50,9	25,6	19,4	1	20,1
19	32972	28850	47,5	67,0	34,2	50,2	1	17,2
20	39819	35395	49,9	52,3	49,1	61,5	2,3	10
21	46578	55360	82,5	4	31,5	25,2	1	10
22	40555	63367	54,9	77,1	40,1	62,6	2,5	29,1
23	33639	28203	56,8	36,5	15,0	51,0	3,5	10
24	35759	29449	78,3	64,8	54,1	72,5	2,3	10
25	47200	11500	215,4	171,8	92,2	179,9	8,6	10
26	62342	16124	43,0	65,7	313,0	352,0	11,7	10
27	58933	16571	100,0	67,9	32,4	24,6	1	15,4
28	67468	27257	90,5	64,6	33,5	24,3	1	14,1
29	66509	30037	39,7	63,7	279,0	321,0	11,6	10
30	41151	19493	5	4	2	0,5	1	12,2
31	47009	24026	40,8	61,6	27,5	36,1	1	11,2
32	36076	19584	75,3	61,5	65,7	78,9	2,3	13,3
33	38226	27608	51,5	67,1	45,4	45,4	2,3	11
34	59492	44619	48,8	46,2	57,6	67,3	2,4	10
35	33731	27203	72,3	65,6	46,3	63,1	1	12,3
36	33992	28140	41,6	35,2	23,3	23,3	6,6	10
37	39026	37497	87,6	65,1	44,2	43,2	2,3	10
38	35691	52439	47,1	91,1	36,6	130,8	1	16,2
39	42442	55143	52,9	79,4	15,9	121,2	1	13,2
40	38226	59392	37,9	81,2	15,8	95,8	1	96
25° PERCENTILE	35750	22717	43,60	43,00	19,38	24,98	1,00	10,00
MINIMO	32972	11500	5,00	4,00	2,00	0,50	1,00	10,00
MEDIA	44304	30600	62,73	56,48	46,78	66,79	3,53	19,92
MEDIANA	40783	28172	60,05	59,10	29,90	48,10	2,25	10,50
MASSIMO	67468	63367	215,44	171,85	313,00	352,00	35,24	96,00
75° PERCENTILE	47882	35475	78,40	67,30	49,03	68,60	2,50	16,05
SD	10708	12491	34,58	29,04	62,40	73,82	5,86	20,30
CV. POP.V	10573	12334	34,15	28,68	61,62	72,89	5,79	20,05
CV C.	10708	12491	34,58	29,04	62,40	73,82	5,86	20,30
CV P.	10573	12334	34,15	28,68	61,62	72,89	5,79	20,05
VARIANZA POP.V.	111794403	152131768	1166,11	822,44	3796,71	5313,17	33,47	401,85
VARIANZA.V.	114660927	156032582	1196,01	843,52	3894,06	5449,41	34,33	412,16

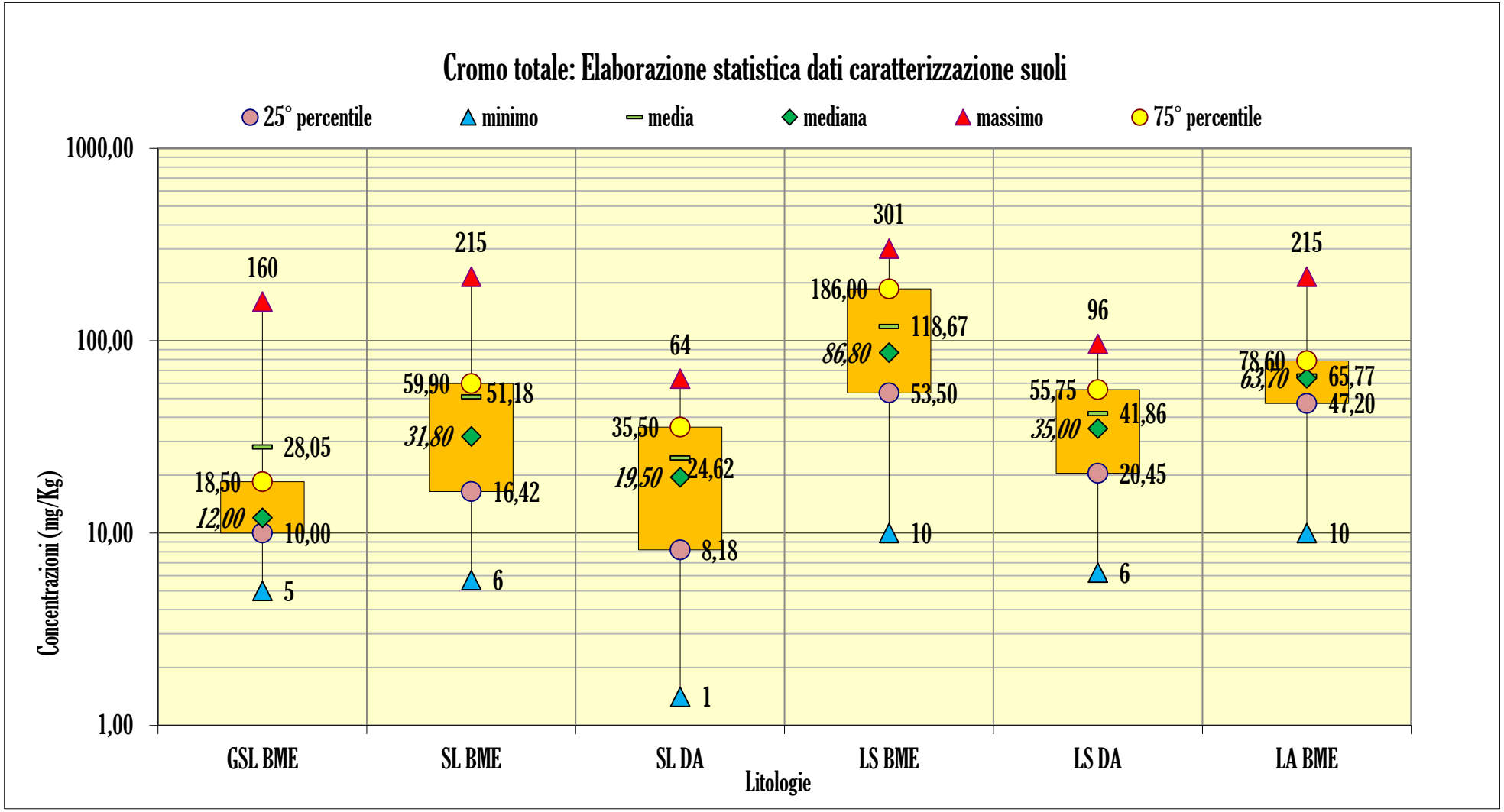
DESCRITTORI STATISTICI SABBIE LIMOSE DA								
n° campioni	Arsenico	Berillio	Cromo totale	Litio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
1	0,5	0,5	1,41	0,81	3,24	1,56	22,6	6,44
2	0,88	0,5	3,59	1,68	7,21	5,14	80,9	16,8
3	2,1	0,5	18,2	3,01	31,5	7,46	21	34,9
4	1,05	0,5	11	3,61	12,2	6,48	12,9	26,4
5	0,507	0,5	19,5	10,5	24,3	7,54	15,2	43,2
6	0,701	0,5	3,28	1,72	3,87	1,09	3,41	7,51
7	2,78	0,665	17,7	8,61	33,8	26,2	27,7	64,8
8	1	0,5	12,7	7	30,6	9,63	38	40,2
9	1,12	0,609	32,6	15,3	31,1	9,3	23,9	52
10	0,838	0,5	5,67	2,5	9,04	4,21	7,86	18,6
11	1,13	0,5	16	7,74	37,3	12,5	38,9	52,5
12	0,5	0,607	26,3	11,4	29,3	8,38	17,7	49,4
13	0,898	0,507	32,3	12,6	21,3	8,38	20,8	40
14	0,5	0,5	25,2	11,3	20,5	8,31	19,9	35,1
15	1,75	0,701	31,7	14,2	31,5	8,41	14	39,5
16	1,81	0,635	35,5	16,1	31,4	90,4	24,1	68,7
17	0,81	0,751	37,7	21,6	35,4	9,95	32,6	55,3
18	0,828	0,5	8,18	0,88	10,1	43,2	81,8	23,6
19	2,93	1,33	63	26,1	46,9	13	36,2	107
20	1,52	1,33	63,5	26,1	45,7	16	34,8	78,9
21	1,37	0,678	36,5	14,3	31,9	9,37	24,9	43,8
22	7,83	2,79	59,3	30,2	48,3	26,8	26,8	63
23	0,981	0,686	35,5	18,7	33,5	8,92	32,8	53,2
24	9,51	29,6	61,1	32,8	48,4	34	27,2	64,9
25	0,5	0,5	3,31	0,87	6,88	4,6	5,89	12,1
26	1,32	0,656	30,8	7,48	28,3	7,86	13,2	40
27	1,84	0,5	13,7	1,54	18,6	8,94	24,8	59,6
28	0,849	0,5	6,88	2,05	6,59	3,25	4,46	15,5
29	0,5	0,976	46,2	19,8	44,4	12,6	21,3	53,4
30	0,605	0,5	10,5	3,1	18	11,4	18,1	54,1
31	0,757	0,5	7,79	1,92	14,8	6,19	15,3	39,6
32	0,844	0,500	7,37	2,01	9,41	4,41	12,1	19
33	3,49	0,942	28,6	12,3	24,4	10,3	19,1	56,6
25° PERCENTILE	0,76	0,50	8,18	2,05	12,20	6,48	15,20	26,40
MINIMO	0,5	0,5	1,4	0,8	3,2	1,1	3,4	6,4
MEDIA	1,65	1,57	24,62	10,61	25,14	13,51	24,86	43,50
MEDIANA	0,98	0,50	19,50	8,61	28,30	8,92	21,30	43,20
MASSIMO	9,51	29,6	63,5	32,8	48,4	90,4	81,8	107,0
75° PERCENTILE	1,75	0,69	35,50	15,30	33,50	12,50	27,70	55,30
SD	1,97	5,05	18,55	9,23	13,77	16,50	17,32	22,04
CV. POP.V	1,94	4,97	18,27	9,09	13,56	16,25	17,05	21,70
CV C.	1,97	5,05	18,55	9,23	13,77	16,50	17,32	22,04
CV P.	1,94	4,97	18,27	9,09	13,56	16,25	17,05	21,70
VARIANZA POP.V.	3,75	24,73	333,76	82,54	183,96	264,02	290,76	471,11
VARIANZA.V.	3,86	25,50	344,19	85,12	189,70	272,27	299,85	485,83

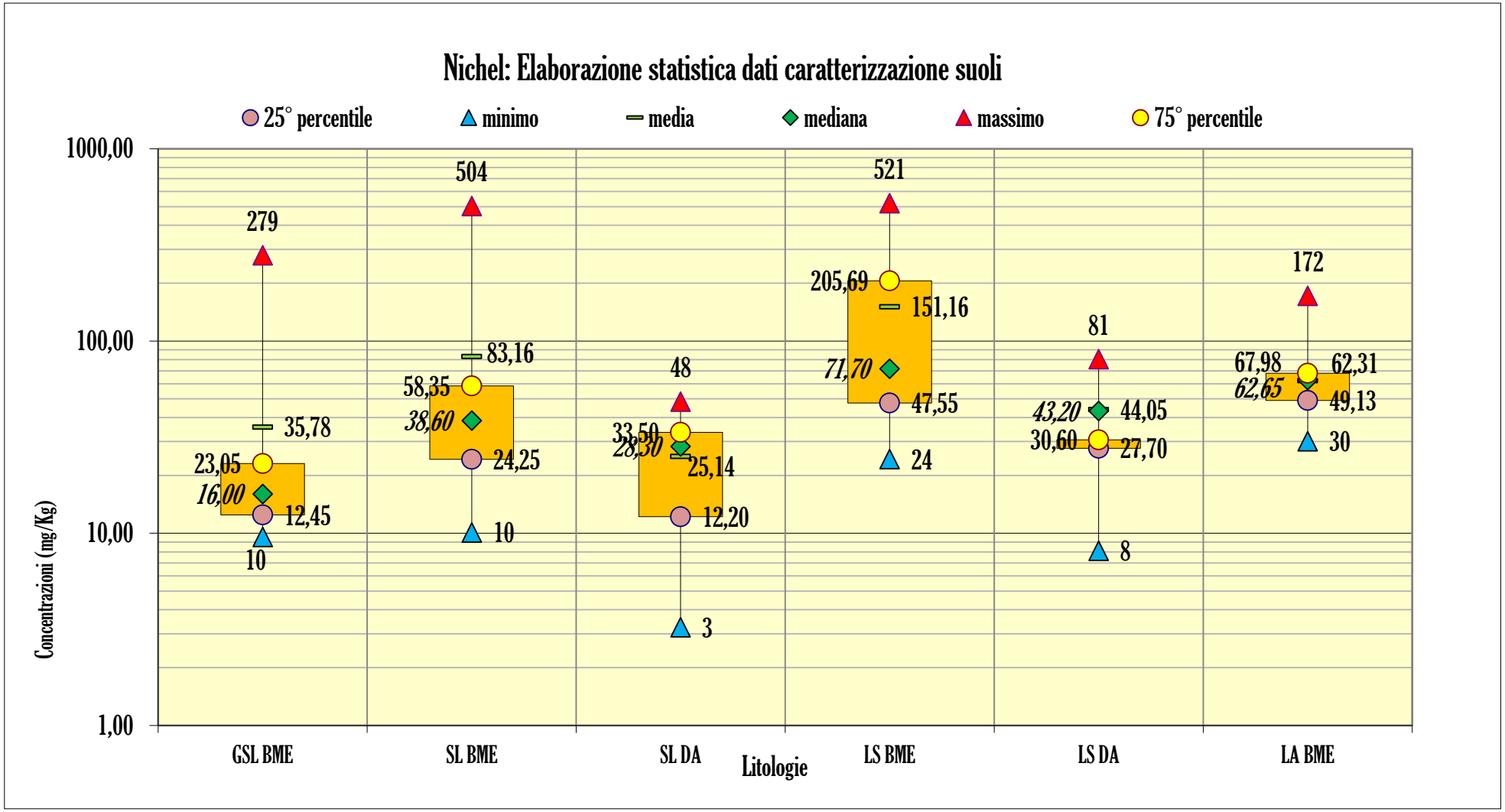
DESCRITTORI STATISTICI LIMI SABBIOSI DA								
n° campioni	Arsenico	Berillio	Cromo totale	Litio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
1	1,5	0,5	9,1	3,95	11,6	4,82	48,4	24,7
2	9,74	0,5	10,7	3,61	19,4	4,11	21,4	29,3
3	2,81	0,809	28,6	14,7	64,2	28,3	40,7	84,8
4	1	0,5	6,23	2,43	8,11	2,71	10,9	16,7
5	0,5	0,5	10,8	2,79	20	4,08	22,6	33
6	1,64	0,5	20,1	3,56	21,5	9,16	15,2	36,2
7	0,734	0,5	11,3	4,5	15,3	5,97	16,9	41,3
8	0,5	0,5	11,4	0,5	20,2	10,4	18,2	32,8
9	2,7	0,5	17,3	4,15	21,2	9,98	15,7	38
10	0,674	0,5	12,1	3,87	26,2	3,89	18,6	34,3
11	2,17	0,5	20,8	9,66	36,8	7,92	24,4	42,8
12	2,19	0,5	12,7	3,02	26,2	6,8	24,5	32,7
13	3,65	0,644	39,8	13	34,3	12,6	47,2	62,5
14	1,8	1,25	56,8	20,2	64,7	11,9	33,4	80,7
15	3,26	0,543	27,7	8,75	34	11,4	25,8	46,9
16	2,41	0,578	36,6	6,1	31,8	11,6	46,8	55,4
17	3,03	1,9	90,1	32,2	66,1	17,2	31,6	80,8
18	2,95	0,572	36,4	13,3	31,3	11,2	56,6	60,6
19	0,81	0,515	27,1	7,21	29,2	7,59	22	53,9
20	3,2	2,01	95	34,9	74,6	17,4	32,1	99,3
21	1,3	0,826	35	7,11	39,2	9,14	37,3	57,7
22	2,41	0,619	37,8	10,2	33,8	12,3	62,1	62,7
23	6,75	1,06	54,7	33,5	42,9	11,1	23,7	63,5
24	3,83	1,98	96,1	34,8	66,4	20	32,4	93,1
25	9,61	1,2	62,1	46,1	45,2	8,9	23	65,6
26	1,73	0,65	37,7	13,4	69,5	9,38	38,2	53
27	0,5	1,2	53	20	58,1	13,3	32,2	73,2
28	3,31	1,45	42,8	33,1	80,5	43,6	75,4	144
29	1,9	0,5	26,2	7,07	58,8	9,1	34,1	51,5
30	2,18	0,747	21,2	4,84	47,5	9,83	51,1	84,7
31	2,86	1,91	91,4	34,7	74,7	14,4	33,8	89,5
32	0,584	0,5	34,9	8,12	54,6	9,46	35,2	63,8
33	2,81	1,95	87,7	28,8	62,2	16,7	36,8	97,8
34	1,28	0,689	25,5	1,27	43,2	9,38	37,6	64
35	3,17	1,03	35,3	25,7	59,4	29,9	51,4	112
36	1,38	2,04	93,3	31,2	71,4	13,5	39,8	99
37	1,48	0,5	34,8	9,41	52,6	9,41	33	54,5
38	7,48	1,7	93,7	38,3	54,7	12,7	37,1	90,9
39	5,46	1,66	88,9	35,5	46,6	12,9	31	81,4
25° PERCENTILE	1,34	0,50	20,45	4,33	27,70	9,00	23,35	42,05
MINIMO	0,5	0,5	6,2	0,5	8,1	2,7	10,9	16,7
MEDIA	2,74	0,94	41,86	15,78	44,05	12,15	33,80	63,81
MEDIANA	2,19	0,64	35,00	9,66	43,20	10,40	33,00	62,50
MASSIMO	9,74	2,04	96,1	46,1	80,5	43,6	75,4	144,0
75° PERCENTILE	3,19	1,23	55,75	30,00	60,80	13,10	39,00	83,05
SD	2,27	0,55	29,17	13,38	20,01	7,68	13,79	27,36
CV. POP.V	2,24	0,55	28,79	13,20	19,75	7,58	13,61	27,00
CV C.	2,27	0,55	29,17	13,38	20,01	7,68	13,79	27,36
CV P.	2,24	0,55	28,79	13,20	19,75	7,58	13,61	27,00
VARIANZA POP.V.	5,01	0,30	829,01	174,32	390,23	57,44	185,35	729,13
VARIANZA.V.	5,14	0,31	850,83	178,91	400,50	58,95	190,22	748,32

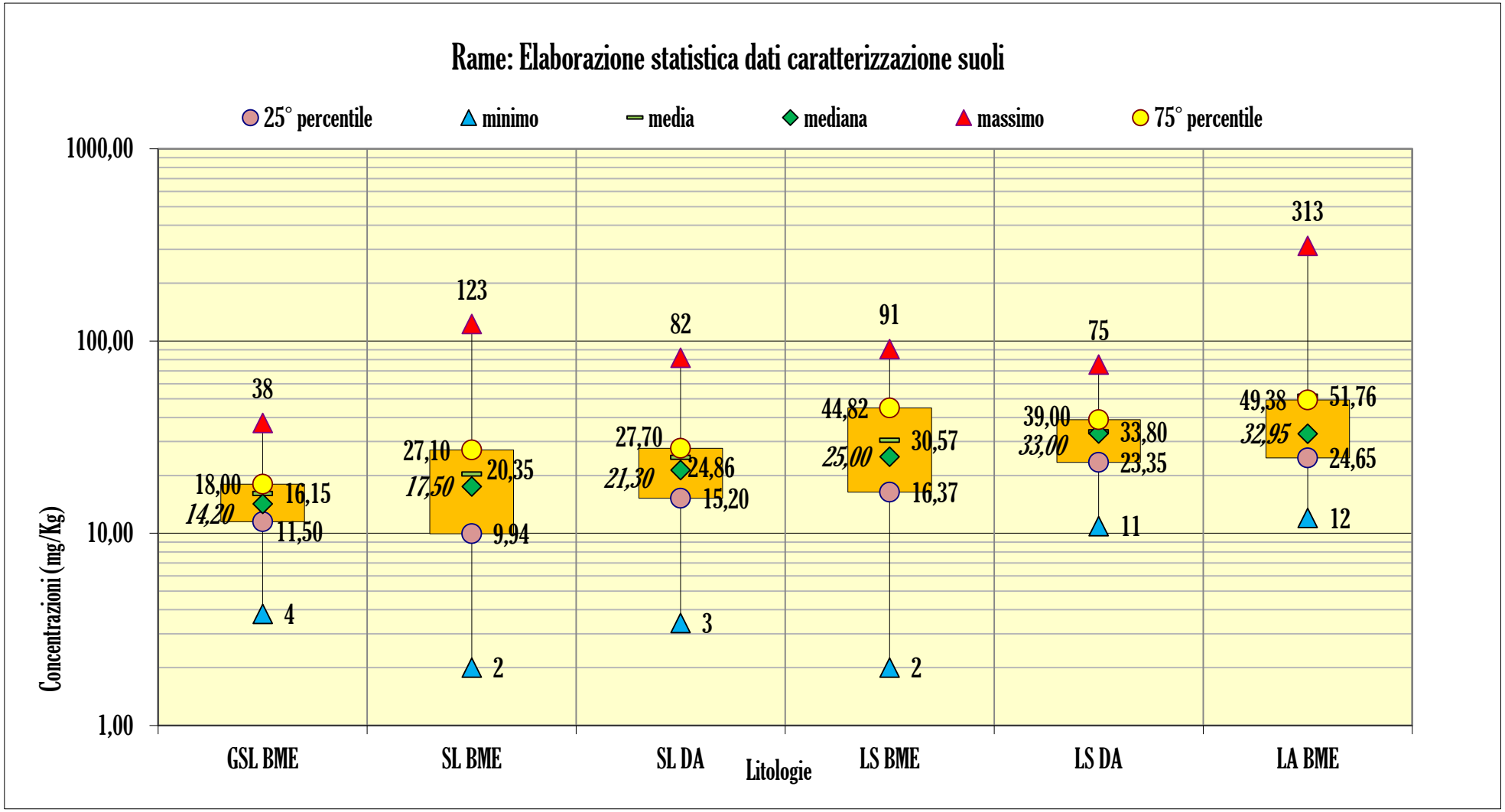
LEGENDA Valore corrispondente al limite di rilevabilità analitico- strumentale

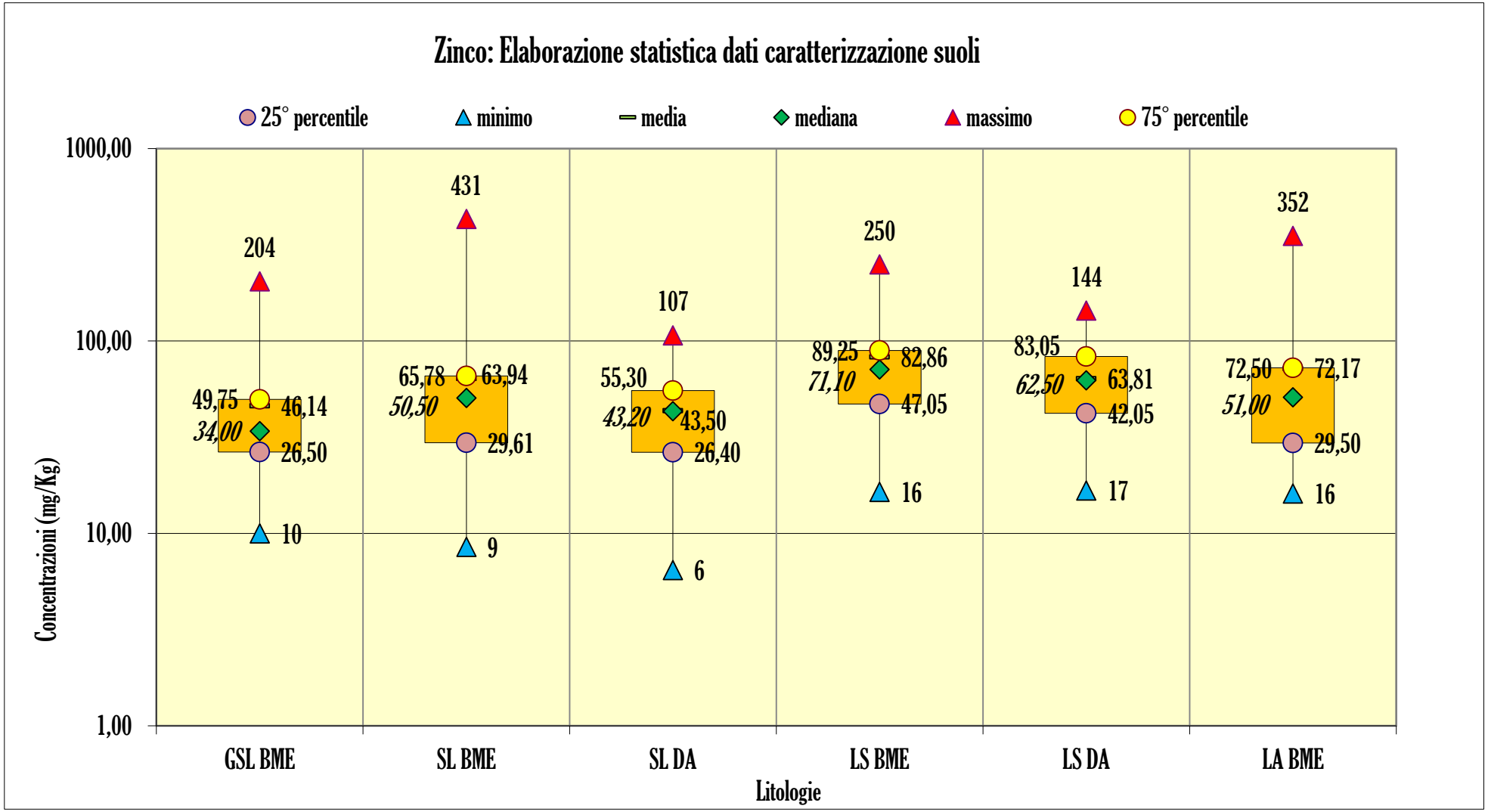

Alluminio: Elaborazione statistica dati caratterizzazione suoli
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
100000
10000
1000
Concentrazioni (mg/Kg)
9.490
6.707
4.251
4.786
2.642
1.211
26.550
13.181
10.176
11.091
7.089
2.330
31.960
26.911
21.780
21.175
15.800
8.020
67.468
40.089
30.270
33.443
23.555
11.562
GSL BME
SL BME
LS BME
LA BME
Litologie

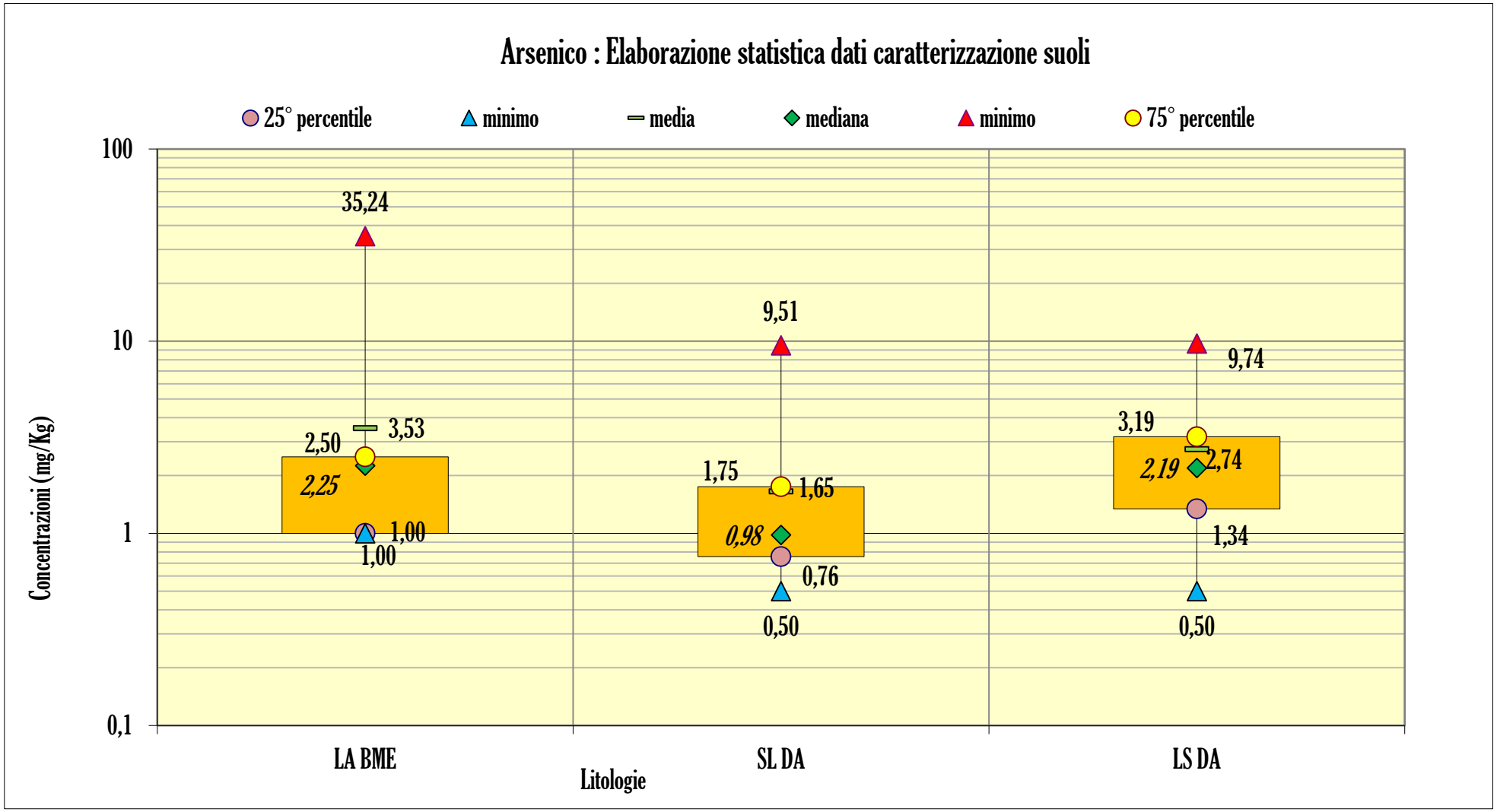

Ferro: Elaborazione statistica dati caratterizzazione suoli
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
100000
10000
1000
Concentrazioni (mg/Kg)
9.465
8.154
6.260
6.213
4.416
2.217
28.974
18.966
15.490
16.326
13.110
2.160
65.000
36.998
30.220
32.451
26.829
16.888
63.367
40.089
28.172
30.600
22.717
11.500
GSL BME
SL BME
LS BME
LA BME
Litologie

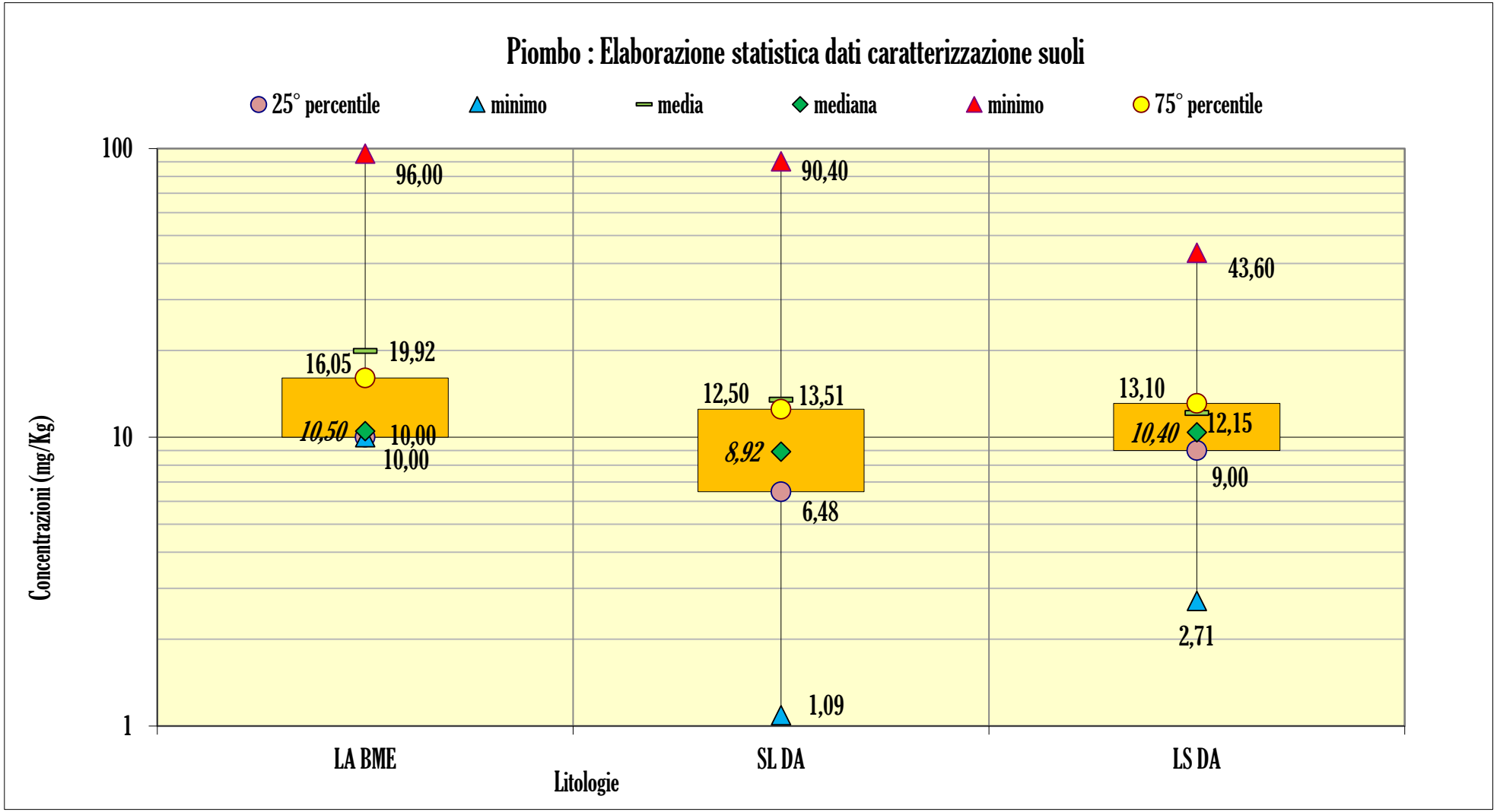

Cromo totale: Elaborazione statistica dati caratterizzazione suoli
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
1000,00
100,00
10,00
1,00
Concentrazioni (mg/Kg)
GSL BME
SL BME
SL DA
LS BME
LS DA
LA BME
Litologie
160
18,50
28,05
12,00
10,00
5
215
59,90
51,18
31,80
16,42
6
64
35,50
24,62
19,50
8,18
1
301
186,00
118,67
86,80
53,50
10
96
55,75
41,86
35,00
20,45
6
215
78,60
65,77
63,70
47,20
10

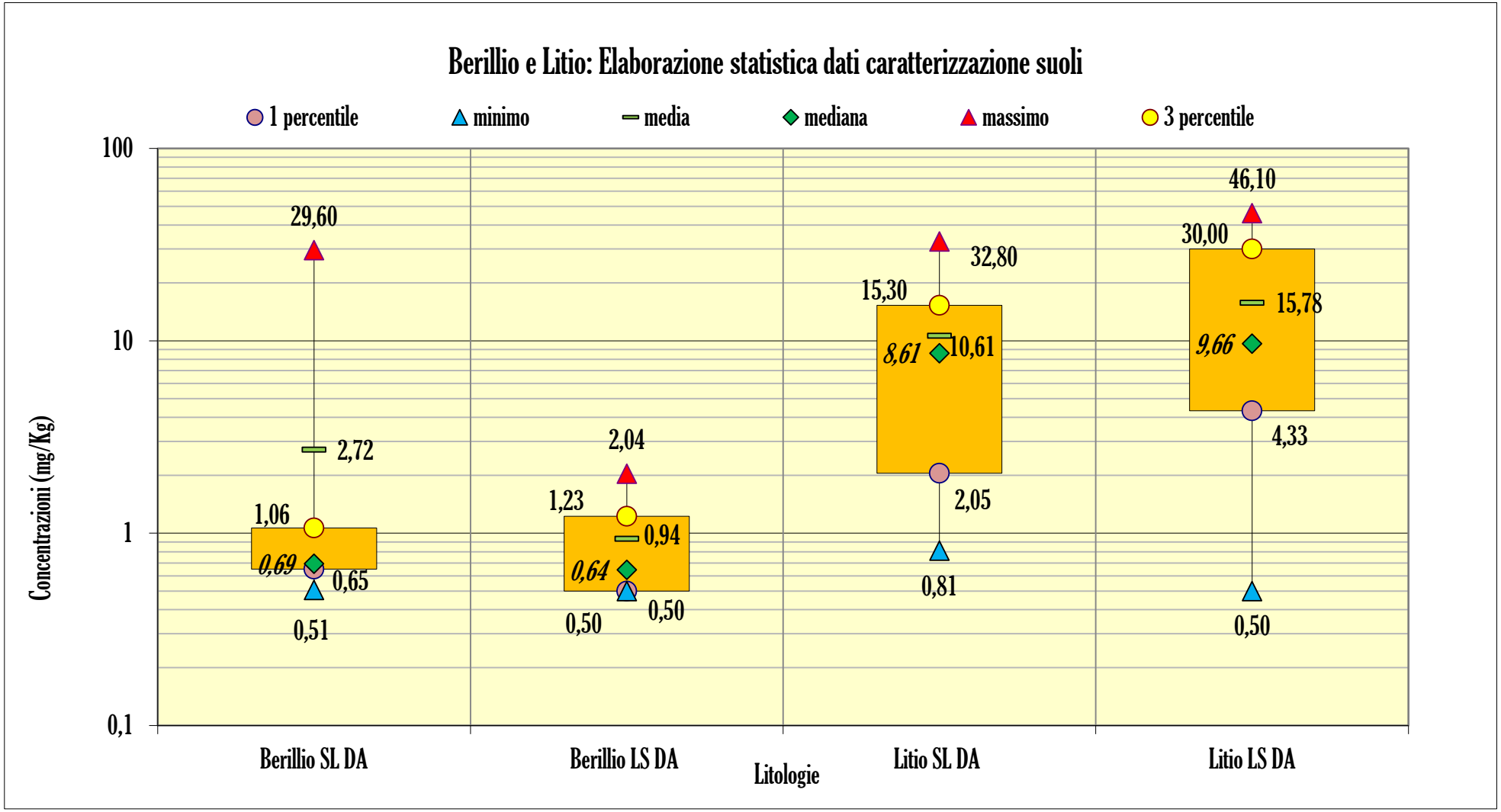

Nichel: Elaborazione statistica dati caratterizzazione suoli
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
1000,00
100,00
10,00
1,00
Concentrazioni (mg/Kg)
279
35,78
23,05
16,00
12,45
10
504
83,16
58,35
38,60
24,25
10
48
33,50
28,30
25,14
12,20
3
521
205,69
151,16
71,70
47,55
24
81
43,20
44,05
30,60
27,70
8
172
67,98
62,31
62,65
49,13
30
GSL BME
SL BME
SL DA
LS BME
LS DA
LA BME
Litologie


Rame: Elaborazione statistica dati caratterizzazione suoli
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
1000,00
100,00
10,00
1,00
Concentrazioni (mg/Kg)
GSL BME
SL BME
SL DA
LS BME
LS DA
LA BME
Litologie
38
18,00
14,20
16,15
11,50
4
123
27,10
17,50
20,35
9,94
2
82
27,70
21,30
24,86
15,20
3
91
44,82
25,00
30,57
16,37
2
75
39,00
33,00
33,80
23,35
11
313
49,38
32,95
51,76
24,65
12


Zinco: Elaborazione statistica dati caratterizzazione suoli
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
1000,00
100,00
10,00
1,00
Concentrazioni (mg/Kg)
GSL BME
SL BME
SL DA
LS BME
LS DA
LA BME
Litologie
204
49,75
34,00
46,14
26,50
10
431
65,78
50,50
63,94
29,61
9
107
55,30
43,20
43,50
26,40
6
250
89,25
71,10
82,86
47,05
16
144
83,05
62,50
63,81
42,05
17
352
72,50
51,00
72,17
29,50
16


Arsenico : Elaborazione statistica dati caratterizzazione suoli
25° percentile
minimo
media
mediana
minimo
75° percentile
100
10
1
0,1
Concentrazioni (mg/Kg)
35,24
3,53
2,50
2,25
1,00
1,00
9,51
1,75
1,65
0,98
0,76
0,50
9,74
3,19
2,19
2,74
1,34
0,50
LA BME
SL DA
LS DA
Litologie


Piombo : Elaborazione statistica dati caratterizzazione suoli
25° percentile
minimo
media
mediana
minimo
75° percentile
100
10
1
Concentrazioni (mg/Kg)
96,00
19,92
16,05
10,50
10,00
10,00
90,40
13,51
12,50
8,92
6,48
1,09
43,60
13,10
12,15
10,40
9,00
2,71
LA BME
SL DA
LS DA
Litologie


Berillio e Litio: Elaborazione statistica dati caratterizzazione suoli
1 percentile
minimo
media
mediana
massimo
3 percentile
100
10
1
0,1
Concentrazioni (mg/Kg)
29,60
2,72
1,06
0,69
0,65
0,51
2,04
1,23
0,94
0,64
0,50
0,50
32,80
15,30
8,61
10,61
2,05
0,81
46,10
30,00
15,78
9,66
4,33
0,50
Berillio SL DA
Berillio LS DA
Litio SL DA
Litio LS DA
Litologie

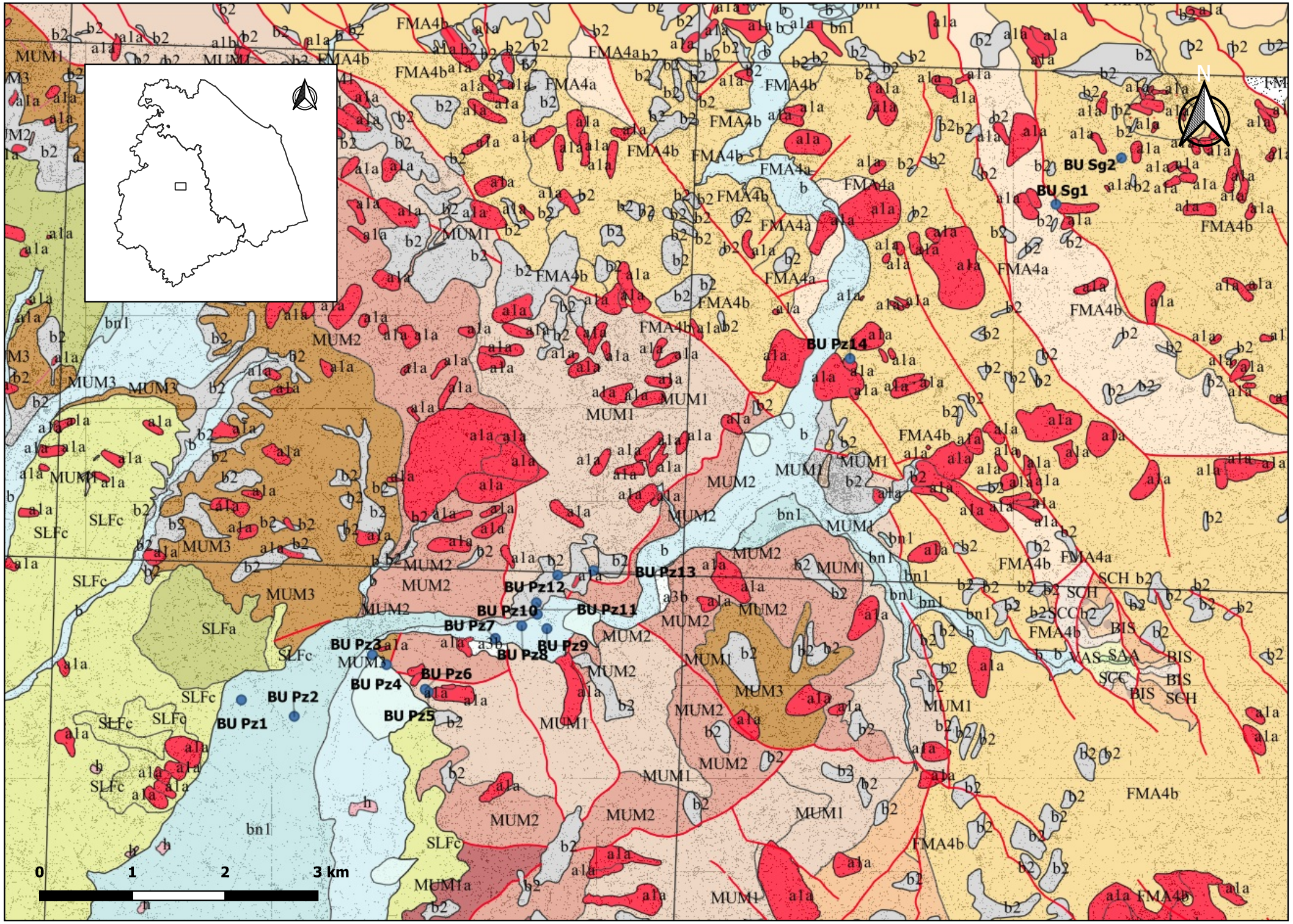
ALLEGATO C – SCHEDA ANAGRAFICA E INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEI PUNTI DI PRELIEVO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

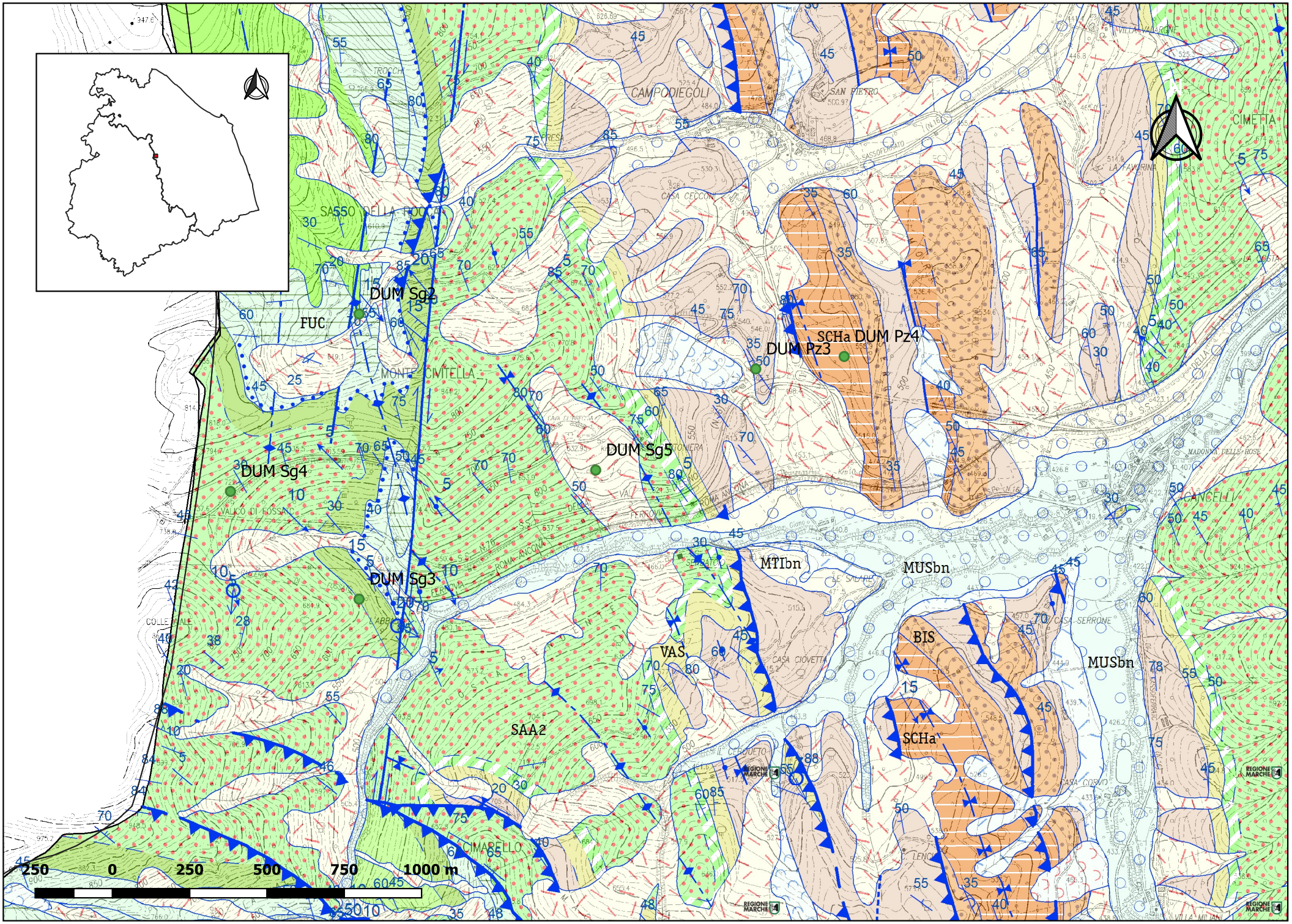
BU (Bacino Umbro) Pianello - Casa Castalda				
ID Punti	Ubicazione	Coordinate (Piane Gauss Boaga Roma 40)		Formazione geologica
		E	N	
BU Pz1	Cantiere Base Pianello (Cant. n°1) – Area accumulo terre	2318669,95	4778852,01	Depositi continentali quaternari
BU Pz2	Cantiere Base Pianello (Cant. n°1) – Area accumulo terre	2319240,43	4778674,31	Depositi continentali quaternari
BU Pz3	Viad.Chiascio 1 - Imb.Sud Gall.S.Gregorio–Area accum.terre	2320083,95	4779338,65	Depositi continentali quaternari
BU Pz4	Viad.Chiascio 1 - Imb.Sud Gall.S.Gregorio–Area accum.terre	2320235,48	4779232,01	Depositi continentali quaternari
BU Pz5	Imbocco Sud Galleria Naturale S.Gregorio	2320687,01	4778938,12	Serie torbiditica Umbra
BU Pz6	Imbocco Sud Galleria Naturale S.Gregorio	2320653,00	4778965,97	Serie torbiditica Umbra
BU Pz7	Imbocco Nord Galleria Naturale S.Gregorio	2321409,74	4779514,14	Depositi continentali quaternari
BU Pz8	Viad.Chiascio 2-Galleria Artif.Della Donna - Aree Accumulo terre	2321695,00	4779651,25	Depositi continentali quaternari
BU Pz9	Galleria Artificiale Della Donna	2321966,55	4779620,50	Depositi continentali quaternari
BU Pz10	Galleria Artificiale Della Donna	2321863,65	4779775,10	Depositi continentali quaternari
BU Pz11	Galleria Artificiale Della Donna - Aree Accumulo terre	2321853,03	4779899,52	Depositi continentali quaternari
BU Pz12	Galleria Colle Maggio	2322083,24	4780197,26	Depositi continentali quaternari
BU Pz13	Galleria Colle Maggio	2322470,82	4780247,14	Serie torbiditica Umbra
BU Pz14	Viadotto del Ranco	2325236,82	4782532,77	Depositi continentali quaternari
BU Sg1	Fronte scavo - Galleria Naturale S.Gregorio Canna Sud	2327458,29	4784197,11	Depositi continentali quaternari
BU Sg2	Fronte scavo Galleria Naturale S.Gregorio – Canna Nord	2328165,97	4784696,43	Serie torbiditica Umbro-Romagnola

DUM (Dorsale Umbro Marchigiana) Fossato di Vico - Fabriano				
ID Punti	Ubicazione	Coordinate (Piane Gauss Boaga Roma 40)		Formazione geologica
		E	N	
DUM Sg1	Sito su Provincia di Perugia - gestita da Umbra Acque S.p.A.	2341174,09	4792281,64	Serie carbonatica Umbro-Marchigiana
DUM Sg2	Sito in località Campodiegoli - gestita da Acquedotto Gorgovivo	2342231,84	4797063,16	FUC - Marne a Fucoidi
DUM Sg3	Sito all'uscita della galleria ferroviaria in località Cancelli - non captata,	2342231,84	4796140,25	SAA1 - Membro inferiore
DUM Sg4	Galleria Naturale Valico di Fossato – Fronte scavo	2341815,87	4796488,89	SAA2 - Membro intermedio
DUM Sg5	Galleria Naturale Campodiegoli – Fronte scavo	2342997,35	4796557,93	MTIa - Depositi di versante
DUM Pz1	Sito su strada di bosco, "casetta ANAS" di fronte al bivio per Fossato di Vico a circa 500 m dalla statale	2340044,03	4796951,65	Serie carbonatica Umbro-Marchigiana
DUM Pz2	Galleria Le Silve; Viadotto Madonnelle; Area stoccaggio 1	2339638,17	4796860,19	DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI
DUM Pz3	Galleria Valico di Fossato, Galleria Campodiegoli; Cantiere Base Cancelli; svincolo Cancelli	2343515,21	4796885,23	SCC - Scaglia cinerea
DUM Pz4	Galleria Valico di Fossato, Galleria Campodiegoli; Cantiere Base Cancelli; svincolo Cancelli	2343801,24	4796925,63	SCHa - Litofacies calcarenitica

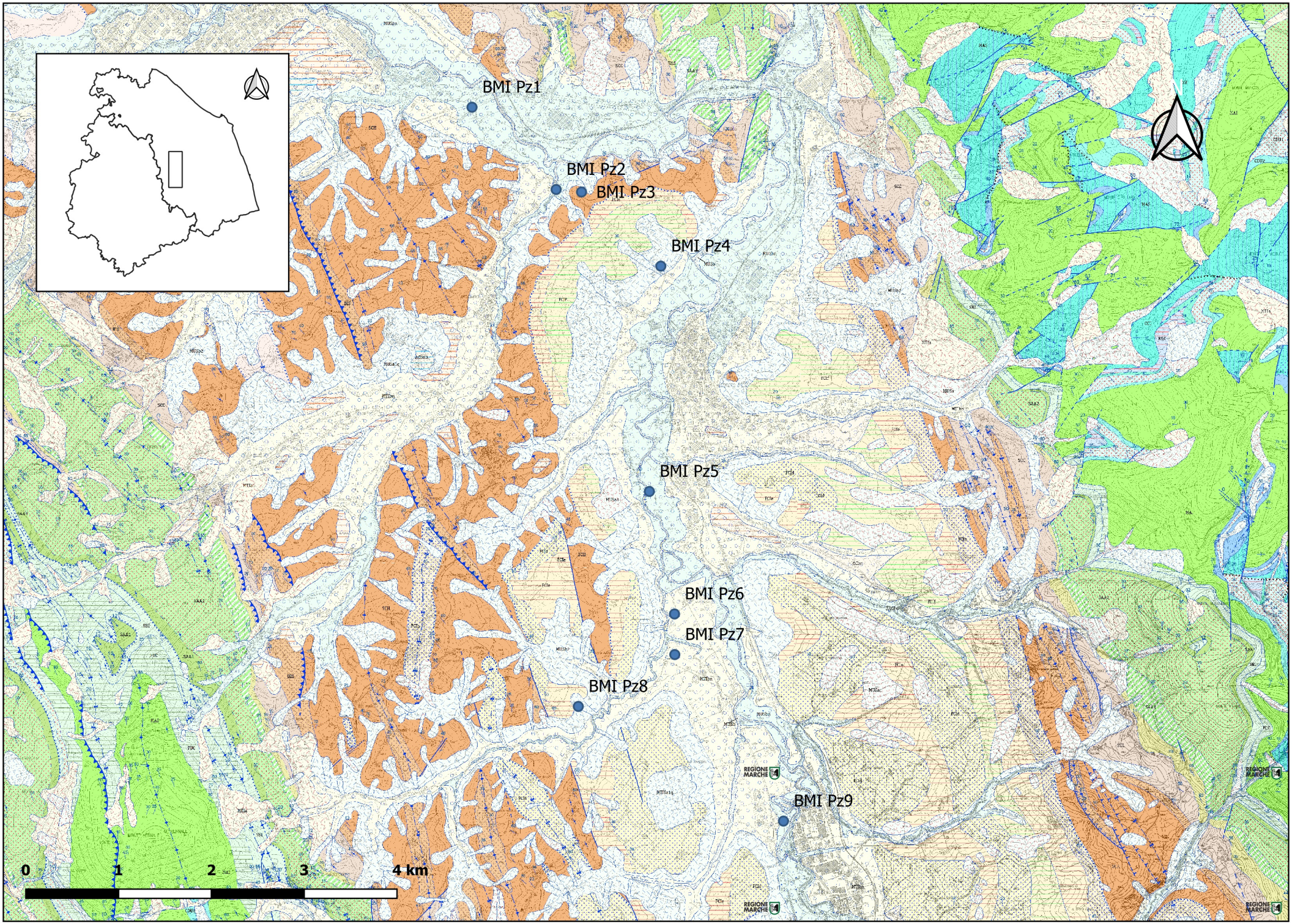
BMI (Bacino Marchigiuano Interno) Cerreto d'Esi - Muccia				
ID Punti	Ubicazione	Coordinate (Piane Gauss Boaga Roma 40)		Formazione geologica
		E	N	
BMI Pz1	Cavalcavia SP 45 per Cerreto d'Esi	2352204,32	4689170,02	MUSbn - Depositi alluvionali terrazzati
BMI Pz3	Galleria Serre 1-Cantiere satellite Serre 1	2355400,38	4800087,29	SCH - Schlier
BMI Pz4	Ponte Quadrelle + Cantiere satellite Serre 2	2356254,83	4799288,07	MUSb2 - Depositi eluvio-colluviali
BMI Pz5	Trincee drenanti	2356131,34	4796858,35	MUSbn - Depositi alluvionali terrazzati
BMI Pz6	Sorgente esistente	2356402,41	4795537,14	MTIbn - Depositi alluvionali terrazzati

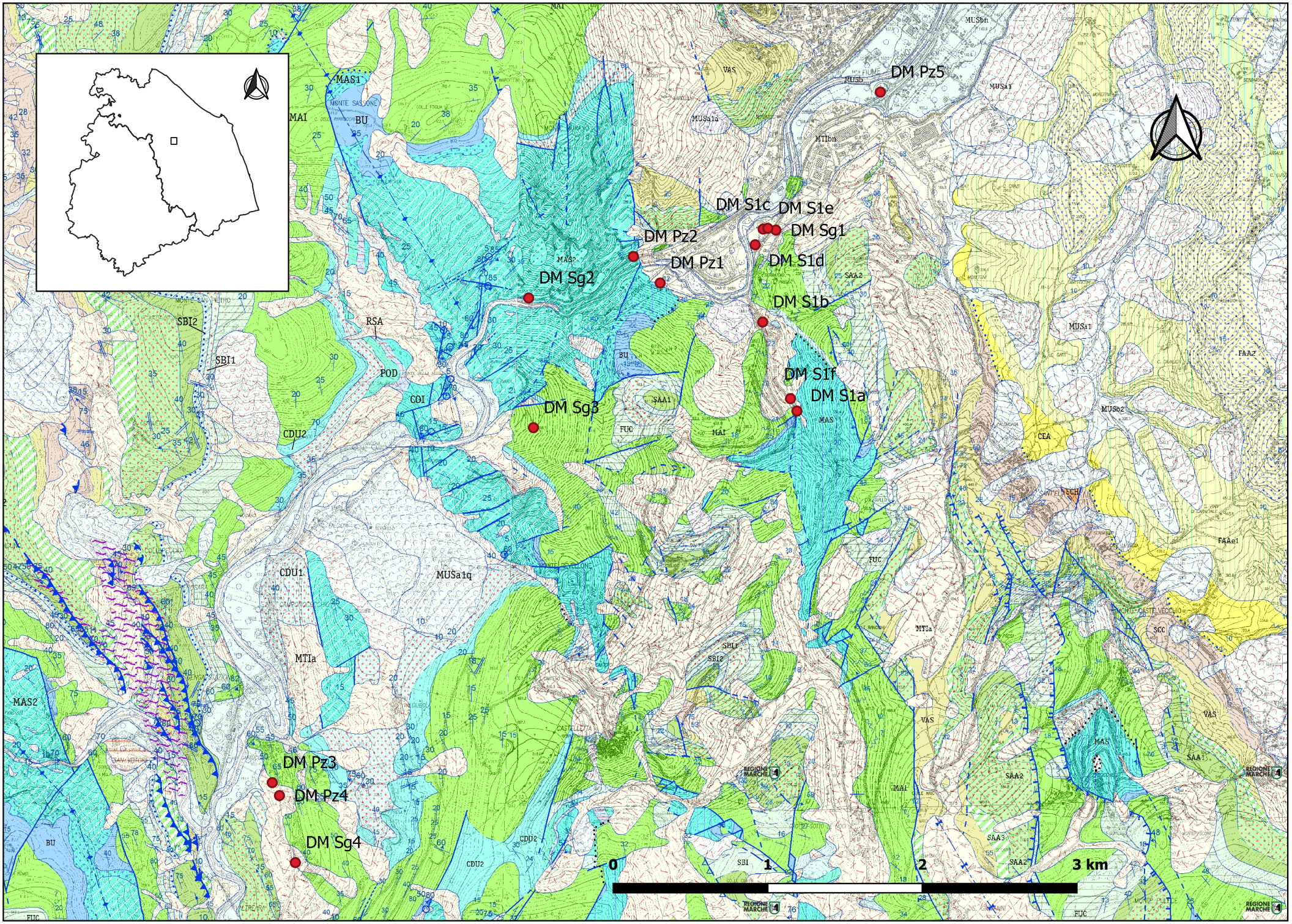
DM (Dorsale Marchigiana) Albacina - Serra San Quirico				
ID Punti	Ubicazione	Coordinate (Piane Gauss Boaga Roma 40)		Formazione geologica
		E	N	
DM Sg1	Zona di captazione delle sorgenti Gorgovivo - Viadotto Serra San Quirico	2359729,22	4810800,41	MTIbn - Depositi alluvionali terrazzati
DM S1a	Zona di captazione delle sorgenti Gorgovivo - Viadotto Serra San Quirico	2359865,19	4809629,11	MTIa - Depositi di versante
DM S1b	Zona di captazione delle sorgenti Gorgovivo - Viadotto Serra San Quirico	2359643,70	4810205,10	MTIa - Depositi di versante
DM S1c	Zona di captazione delle sorgenti Gorgovivo - Viadotto Serra San Quirico	2359646,80	4810807,02	MTIbn - Depositi alluvionali terrazzati
DM S1d	Zona di captazione delle sorgenti Gorgovivo - Viadotto Serra San Quirico	2359595,20	4810705,50	MTIbn - Depositi alluvionali terrazzati
DM S1e	Zona di captazione delle sorgenti Gorgovivo - Viadotto Serra San Quirico	2359676,91	4810811,98	MTIbn - Depositi alluvionali terrazzati
DM S1f	Zona di captazione delle sorgenti Gorgovivo - Viadotto Serra San Quirico	2359823,45	4809709,40	MTIa - Depositi di versante
DM Sg2	Svincolo Valtreara, Raddoppio galleria Gattuccio, Imbocco sud galleria Gola della Rossa	2358129,48	4810360,73	MAS2 - Calcare massiccio A - membro inferiore ciclotemico
DM Sg3	Carreggiata nord Galleria Gola della Rossa	2358160,31	4809521,27	MAI - Maiolica
DM Sg4	Cantiere Secondario Valtreara, Galleria Valtreara, Svincolo di Valtreara, Galleria Gattuccio, Area di Deposito Definitivo	2356620,16	4806706,10	MTIa - Depositi di versante
DM Pz1	Imbocco nord Galleria Gola della Rossa e viadotto Esino 2 nord	2358980,35	4810457,92	MTIbn - Depositi alluvionali terrazzati
DM Pz2	Carreggiata sud rifacimento viadotti Esino 2,3 e 4 sud	2358807,21	4810629,43	MAS2 - Calcare massiccio A - membro inferiore ciclotemico
DM Pz3	Galleria Gola della Rossa, cantiere secondario Gola della Rossa, cantiere secondario Gattuccio	2356470,40	4807223,68	MTIa - Depositi di versante
DM Pz4	Galleria Gola della Rossa, cantiere secondario Gola della Rossa, cantiere secondario Gattuccio	2356516,99	4807139,82	MTIa - Depositi di versante
DM Pz5	Viadotto Serra S.Quirico, Viadotto Esino 2, cantiere secondario	2360404,95	4811693,58	MUSbn - Depositi alluvionali terrazzati


N
BU Sg2
BU Sg1
BU Pz14
BU Pz13
BU Pz12
BU Pz10
BU Pz11
BU Pz7
BU Pz3
BU Pz9
BU Pz8
BU Pz6
BU Pz4
BU Pz5
BU Pz2
BU Pz1
0
1
2
3 km



DUM Sg2
FUC
DUM Sg4
DUM Sg3
DUM Sg5
DUM Pz3
SCHa
DUM Pz4
MTIbn
MUSbn
VAS
BIS
SCHa
MUSbn
SAA2
CAMPODIEGOLI
SAN PIETRO
CIMETTA
MONTE CIVITELLA
CIMARELLO
250 0 250 500 750 1000 m


BMI Pz1
BMI Pz2
BMI Pz3
BMI Pz4
BMI Pz5
BMI Pz6
BMI Pz7
BMI Pz8
BMI Pz9
0
1
2
3
4 km


DM Pz5
DM S1c
DM S1e
DM Sg1
DM Pz2
DM Pz1
DM S1d
DM Sg2
DM S1b
DM S1f
DM S1a
DM Sg3
DM Pz3
DM Pz4
DM Sg4
0
1
2
3 km

LEGENDA


FORMAZIONE MARNOSO ARENACEA – MUM1 (BU)


DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI – b,b2 (BU)


SCHLIER – SCHa (DUM)


SERIE CARBONATICA UMBRO-MARCHIGIANA SCC – VERSANTE UMBRO (DUM)


SERIE CARBONATICA UMBRO-MARCHIGIANA SAA – VERSANTE UMBRO (DUM)


SINTEMA DI MATELICA. DEPOSITI DI VERSANTE MTIa (DUM)


SCAGLIA CINEREA SCC – VERSANTE MARCHIGIANO (DUM)


SCAGLIA ROSSA SAA1 – VERSANTE MARCHIGIANO (DUM)


SINTEMA DEL MUSONE. DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI MUSb2 (BMI)


SINTEMA DEL MUSONE. DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI MUSbn (BMI E BME)


SINTEMA DI MATELICA. DEPOSITI DI VERSANTE MTIa (DM)


SINTEMA DI MATELICA. DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI MTIbn (DM e BME)

ALLEGATO D – ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI ANALITICI DELLA MATRICE ACQUE SOTTERRANEE

CAMPIONAMENTO ACQUE SOTTERRANEE: METALLI, PARAMETRI CHIMICO-FISICI, DATI IDROGEOLOGICI

Analita/ID Puunto d'acqua	Data Prelievo	Alluminio	Arsenico	Cadmio	Cromo (VI)	Cromo totale	Ferro	Manganese	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco	Q Portata	Temperatura	Potenziale Redox	Ossigeno disciolto	pH	Conducibilità	Quota punto s.l.m.	Livello falda da p.c. s.l.m.	Prof. falda da p.c. s.l.m.
CSC		200	10	5	5	50	200	50	1	20	10	1000	3000	l/sec	C°	mV	mg/l	unità di pH	µS/sec	m	m	m
ID/U. Mis.		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l									
BU Pz1/1	set-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	1,42	< 5	3,11	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	42,1		17,10	92,00	5,36	7,00	859,00			
BU Pz1/2	dic-14	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	< 20	1,61	< 0,03	< 2,5	< 2,5	2,5	19,2		13,40	72,70	7,98	7,30	860,00			8,15
BU Pz1/4	giu-15	< 10	< 2,5	< 1	< 0,0025	< 2,5	< 20	2,48	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	16,9									
BU Pz1/5	set-15	45,7	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	91,4	6,96	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 5	31,8		15,30	98,10	6,30	5,50	720,00			8,20
BU Pz1/6	dic-15	13,3	< 2,5	< 1	< 0,0025	< 2,5	62,2	10,3	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	13,7		6,50	16,40	6,40	7,10	978,00			9,43
BU Pz10/1	mar-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	28,2	5,48	< 0,03	3,79	< 2,5	< 2,5	76,1									
BU Pz10/2	giu-15	< 10	< 2,5	< 1	<0,0025	< 2,5	238	54,2	0,145	< 2,5	< 2,5	< 2,5	10,4									
BU Pz10/4	dic-15	< 10	< 2,5	< 1	<0,0025	< 2,5	59,2	356	< 0,03	3,68	< 2,5	< 2,5	36,2		9,40	37,30	3,30	7,10	1083,00			4,40
BU Pz11/1	nov-12	< 3,1	4,5	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	89,3	< 0,03	4,86	< 0,8	< 3,0	21,2		12,50	63,70	6,40	8,90	1232,00			
BU Pz11/2	mar-14	< 3,1	0,748	< 0,1	<0.0025	164	< 5	1,09	< 0,03	1,35	< 0,8	5	< 5,7		14,20	115,00	7,40	7,20	653,00			
BU Pz11/3	lug-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	17	< 5	6	< 0,03	14	< 0,8	31	8		17,50	71,20	6,82	7,40	711,00			
BU Pz11/4	mar-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	<20	<1	< 0,03	2,62	< 2,5	< 2,5										
BU Pz11/5	giu-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	23	57,9	< 0,03	< 2,5	< 2,5											
BU Pz11/6	set-15	14,1	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	143	508	< 0,03	82,8	< 2,5	< 5	29,8	0,17	14,10	118,00	3,40	5,00	790,00			
BU Pz11/7	dic-15	< 10	< 2,5	< 1	<0,0025	< 2,5	79,1	186	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 10		12,70	24,00	4,40	7,00	732,00			
BU Pz12/1	nov-12	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	24	49,6		12,10	68,60	6,52	8,30	802,00			10,00
BU Pz12/2	mar-15	10,1	< 2,5	< 1	<0.0025	3,15	43,9	5,16	< 0,03	4,68	8,52	< 2,5	58,3									
BU Pz12/3	giu-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	<20	2,59	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	28,9									
BU Pz12/4	set-15	57,7	< 2,5	< 1	<0.0025	3,15	114	11,2	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 5	11,7		13,90	-109,00	2,01	5,40	620,00			10,40
BU Pz12/5	dic-15	< 10	< 2,5	< 1	<0,0025	< 2,5	28,6	125	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 10		10,60	49,60	2,94	7,10	626,00			10,50
BU Pz14/1	nov-12	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	0,668	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	< 5,7		12,10	68,60	6,52	8,30	802,00			3,20
BU Pz14/2	mar-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	0,673	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	< 5,7		14,10	115,00	6,80	7,10	496,00			
BU Pz14/3	lug-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	< 5,7		16,30	88,70	6,07	7,30	443,00			
BU Pz14/4	set-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	0,982	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	3,87	< 5,7		16,40	79,10	5,87	7,30	430,00			
BU Pz14/5	dic-14	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	< 20	< 1	< 0,03	< 2,5	< 2,5	2,5	< 10		14,10	55,20	6,44	7,20	443,00			
BU Pz14/6	mar-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	< 20	1,94	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	97,8									
BU Pz14/7	lug-15	15,4	< 2,5	< 1	< 0,0025	< 2,5	< 20	<1	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	24,8									
BU Pz14/8	set-15	445	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	302	47,5	< 0,03	3,22	< 2,5	< 5	904		15,40	-110,00	2,05	5,20	640,00			3,40
BU Pz14/9	dic-15	< 10	< 2,5	< 1	< 0,0025	< 2,5	< 20	1,27	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 10		8,3	24,2	6,00	7,2	448			2,60
BU Pz2/1	nov-12	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	0,609	< 5	0,457	< 0,03	2,64	< 0,8	< 3,0	< 5,7		13,70	87,80	7,00	7,70	1292,00			8,20
BU Pz2/3	lug-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	9	< 5	79	< 0,03	4,8	< 0,8	11	201		19,90	63,20	6,40	7,10	899,00			
BU Pz2/4	set-14	< 3,1	0,7	< 0,1	<0.0025	4,71	46,5	9,41	< 0,03	4,39	< 0,8	15,6	18,7		18,30	89,90	5,98	7,20	803,00			
BU Pz2/5	dic-14	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	< 20	10,8	< 0,03	11	< 2,5	12,8	82,5		11,80	86,80	5,80	7,20	761,00			
BU Pz2/6	mar-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	< 20	3,24	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	28,5									
BU Pz2/7	giu-15	< 10	< 2,5	< 1	< 0,0025	< 2,5	< 20	6,68	< 0,03	< 2,5	< 2,5	12,1	17,4									
BU Pz2/8	set-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	33,3	5,66	< 0,03	3,39	< 2,5	12,9	24,4		15,40	95,20	6,50	5,40	680,00			8,60
BU Pz2/9	dic-15	11,6	< 2,5	< 1	< 0,0025	< 2,5	< 20	6,54	< 0,03	3,07	< 2,5	14,6	54,7		5,90	35,20	6,20	7,10	806,00			9,63
BU Pz3/1	mar-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	< 20	< 1	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	23,3									
BU Pz2/2	mar-14	< 3,1	0,969	< 0,1	<0.0025	1,17	< 5	25,9	< 0,03	2,82	< 0,8	< 3,0	< 5,7		14,50	113,00	6,52	7,00	860,00			
BU Pz3/2	giu-15	< 10	< 2,5	< 1	< 0,0025	< 2,5	< 20	12,8	< 0,03	3,42	< 2,5	< 2,5	< 10									
BU Pz3/3	set-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	35,5	< 1	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 5	14,5		20,00	90,20	6,40	5,10	741,00			5,15
BU Pz3/4	dic-15	10,8	< 2,5	< 1	< 0,0025	< 2,5	< 20	1,76	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 10		6,80	46,60	3,30	8,20	381,00			5,13
BU Pz4/1	nov-12	< 3,1	0,86	< 0,1	<0.0025	1,1	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	3,09	52,2		12,30	75,30	6,35	8,20	622,00			12,30
BU Pz4/4	set-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	0,87	< 5	99	< 0,03	1,44	< 0,8	7,23	426		18,30	53,90	3,04	7,40	729,00			
BU Pz4/2	mar-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	1,27	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	6,21	396		11,30	120,00	8,03	7,20	752,00			
BU Pz4/3	lug-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	7	< 5	6	< 0,03	13	< 0,8	48	124		18,90	85,30	5,13	7,10	746,00			
BU Pz4/5	giu-15	<10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	32,6	<1	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	33,9									

CAMPIONAMENTO ACQUE SOTTERRANEE: METALLI, PARAMETRI CHIMICO-FISICI, DATI IDROGEOLOGICI

Analita/ID Puunto d'acqua	Data Prelievo	Alluminio	Arsenico	Cadmio	Cromo (VI)	Cromo totale	Ferro	Manganese	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco	Q Portata	Temperatura	Potenziale Redox	Ossigeno disciolto	pH	Conducibilità	Quota punto s.l.m.	Livello falda da p.c. s.l.m.	Prof. falda da p.c. s.l.m.
CSC		200	10	5	5	50	200	50	1	20	10	1000	3000	l/sec	C°	mV	mg/l	unità di pH	µS/sec	m	m	m
ID/U. Mis.		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l									
BU Pz4/6	set-15	16,8	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	29,8	1,35	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 5	33,2		15,30	50,80	6,37	5,20	670,00			20,40
BU Pz7/1	nov-12	19,3	< 0,7	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	< 5,7		12,80	119,00	7,28	8,70	827,00			2,80
BU Pz7/2	mar-14	47,9	1,15	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	22,1	< 0,03	3,11	< 0,8	< 3,0	8,32		13,40	54,20	2,34	7,30	714,00			
BU Pz7/4	set-14	9,78	< 0,7	< 0,1	<0.0025	< 0,6	7,85	33,9	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	9,98		16,80	41,90	4,27	7,70	259,00			2,70
BU Pz7/5	mar-15	<10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	<20	33,9	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	21,4									
BU Pz7/6	giu-15	<10	< 2,5	< 1	< 0,0025	< 2,5	<20	572	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 10									
BU Pz7/7	set-15	35,8	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	273	314	< 0,03	2,61	5,1	< 5	< 10		15,40	-113,00	1,70	5,10	635,00			3,35
BU Pz7/8	dic-15	28,8	< 2,5	< 1	< 0,0025	< 2,5	28,9	114	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 10		10,00	-30,00	0,90	7,60	529,00			3,10
BU Pz8/2	mar-14	< 3,1	1,06	< 0,1	<0.0025	0,924	< 5	10,2	< 0,03	4,28	< 0,8	< 3,0	37,4		13,90	110,00	7,62	7,30	918,00			
BU Pz8/3	lug-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	6,2	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	<0.5	12,7	17,40	62,90	1,62	7,40	898,00			
BU Pz8/5	mar-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	< 20	1,89	< 0,03	3,68	4,01	7,52	89									
BU Pz8/7	set-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	< 20	< 1	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 5	< 10		15,90	6,80	1,97	5,40	640,00			11,30
BU Pz9/1	mar-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	< 20	2,83	< 0,03	< 2,5	< 2,5	8,59	245									
BU Pz9/2	giu-15	< 10	< 2,5	< 1	< 0,0025	< 2,5	< 20	4,53	0,07	< 2,5	< 2,5	< 2,5	39,4									
BU Pz9/3	set-15	< 10	< 2,5	< 1	<0.0025	< 2,5	< 20	3,19	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 5	< 10		14,90	730,00	1,89	5,40	670,00			3,60
BU Pz9/4	dic-15	< 10	< 2,5	< 1	< 0,0025	< 2,5	< 20	9,7	< 0,03	< 2,5	< 2,5	< 2,5	73,6		10,90	35,30	4,30	7,00	694,00			3,30
BU Sg1	mar-14	31,5	1,11	< 0,1	<0.0025	1,32	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	< 5,7		9,00	108,00	10,10	7,80	754,00			
DUM Pz2	ago-14	< 3,1	0,922	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	< 5,7		13,7	129	9,21	7,5	390			
DM Pz2	dic-15	<1	< 1,4	<1	<0,005	<0,5	175	<1	<0,5	<1	<1	8	45		12,60	102,50	10,99	7,87	411,00	192,50	166,24	26,26
DM Sg2/1	giu-11	10	0,69	< 0,5	< 0,5	< 5	26	< 5		< 2	< 1	< 10	< 30	0,43	13,50	235,00		7,78	503,10			
DM Sg2/2	set-11	28	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	60	< 5	< 0,05	< 2	< 1	< 10	106	0,83	12,60	158,00	7,75	7,49	449,00			
DM Sg2/3	mar-12	60	0,53	< 0,5	0,84	< 5	208	8,7	< 0,05	4,4	4,9	< 10	46	1,65	13,20		9,21	7,50	385,00			
DM Sg2/4	giu-12	13	0,69	< 0,5	< 0,5	< 5	35	< 5	< 0,05	< 2	1,2	< 10	35	4,17	14,00		8,21	7,16	399,00			
DM Sg2/5	set-12	< 10	< 0,5	< 0,5	3,1	< 5	< 10	< 5	< 0,05	< 2	< 1	< 10	< 30		12,90		8,41	7,25	401,00			
DM Sg2/6	dic-12	47	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	199	< 5	0,43	2,1	3,2	< 10	64		12,00		7,62	7,65	501,00			
DM Sg2/7	nov-14	1	2,83	<1	<0,5	0,8	8,2	9	< 0,05	1	5,3	4	8		14,40	216,20	8,70	7,13	498,00			
DM Sg2/8	mag-15	<1	<0,5	<1	<0,005	<0,5	267	<1	< 0,05	<1	<1	33	119		12,00	149,40	8,14	7,81	504,00			
DM Sg2/9	dic-15	<1	< 1,4	<1	<0,005	<0,5	147	<1	<0,5	<1	<1	11	60		12,40	142,70	11,09	8,16	471,00			
DM Sg3/1	giu-11	13	0,52	< 0,5	< 0,5	< 5	33	< 5		< 2	< 1	< 10	< 30	4,72	12,60	239,00		8,10	429,20			
DM Sg3/2	set-11	14	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	42	< 5	< 0,05	< 2	< 1	< 10	90	2,17	12,01	177,00	7,90	7,95	365,00			
DM Sg3/3	dic-15	<1	< 1,4	<1	<0,005	<0,5	145	<1	<0,5	<1	<1	10	54		11,20	210,60	11,44	8,01	395,00			
DUM Pz1/1	dic-15	<1	< 1,4	<1	<0,005	<0,5	178	<1	<0,5	<1	<1	18	111		11,8	49,8	10,54	8,09	472			
DUM Pz1/2	mar-16	<1	11,4	<1	<0,005	<0.5	305	<1	<LOQ	<1	1,08	<1	<1		12,3	71,8	9,34	6,99	340			4,37
DUM Sg1/1	giu-11	15	2,1	< 0,5	< 0,5	< 5	44	< 5	< 0,05	2,5	3.9	< 10	39	1,44	14	230	6,01	7,7	564			
DUM Sg1/2	set-11	40	< 0.5	< 0.5	< 0.5	6,6	84	6,4	< 0.05	<2	1,8	< 10	118	0,10	15,4	188	7,81	7,81	442			
DUM Sg1/3	dic-11	34	< 0.5	< 0.5	< 0.5	<5	49	5,1	< 0,05	<2	2,4	< 10	73	0,086	5,8		8,69	7,73	419			
DUM Sg1/4	giu-12	26	0,67	< 0,5	< 0,5	< 5	66	7,7	< 0,05	56	53	16	68	1,2	12,6		7,55	7,28	456			
DUM Sg1/5	dic-12	43	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	123	< 5	0,24	< 2	15	< 10	35	0,17	8,1		7,74	7,9	417			
DUM Sg1/6	apr-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	< 5,7		11	100	10,3	7,3	384			
DUM Sg2/1	giu-11	19	0,56	< 0,5	< 0,5	< 5	40	< 5	< 0,05	2,5	1,6	< 10	56	2,37	17,6	211	8,89	7,96	525			
DUM Sg2/2	set-11	28	< 0.5	< 0.5	< 0.5	<5	72	5,1	< 0.05	23	< 1	< 10	97	0,73	12,1	250	7,6	7,81	447			
DUM Sg2/3	dic-11	19	< 0.5	< 0.5	< 0.5	<5	40	<5	< 0,05	2,7	< 1	< 10	< 30	2,07	7,0		8,15	7,84	474			
DUM Sg2/4	giu-12	25	0,65	< 0,5	< 0,5	< 5	54	8,1	< 0,05	82	87	22	97	3,85	13,4		4,29	7,29	451			
DUM Sg2/5	dic-12	48	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	142	< 5	1,4	2,6	1,4	< 10	75	3,07	9,3		6,44	8,08	456			
DUM Sg2/6	giu-15	<1	0,0	<1	<0,005	<0,5	292	<1	0,0	<1	<1	46,0	158,0		12,4	194,4	9,35	7,57	447			
DUM Sg2/7	dic-15	<1	< 1,4	<1	<0,005	<0,5	150	<1	<0,5	<1	<1	9	55		11,4	97,8	10,23	7,85	457			
DUM Sg2/8	mar-16	<1	< 0.5	<1	<0,005	<0.5	215	<1	<LOQ	<1	<1	<1	<1		10,3	85,2	9,08	7,72	460			
DUM Sg3/1	giu-11	< 10	0,65	< 0,5	< 0,5	< 5	17	< 5	< 0,05	2,2	< 1	< 10	45	0,23	12,94	233	8,43	7,7	709			
DUM Sg3/2	set-11	35	< 0.5	< 0.5	< 0.5	<5	105	9,3	< 0.05	<2	< 1	< 10	117	nr	14,5	189	6,01	7,81	787			
DUM Sg3/3	dic-11	13	< 0.5	< 0.5	< 0.5	<5	32	<5	< 0,05	<2	< 1	< 10	< 30	0,086	5,8		8,69	7,73	419			
DUM Sg3/4	giu-12	448	1,2	< 0,5	< 0,5	25	249	37	< 0,05	4,5	3,2	< 10	84	2,20	13,2		7,96	7,11	577			

CAMPIONAMENTO ACQUE SOTTERRANEE: METALLI, PARAMETRI CHIMICO-FISICI, DATI IDROGEOLOGICI

Analita/ID Puunto d'acqua	Data Prelievo	Alluminio	Arsenico	Cadmio	Cromo (VI)	Cromo totale	Ferro	Manganese	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco	Q Portata	Temperatura	Potenziale Redox	Ossigeno disciolto	pH	Conducibilità	Quota punto s.l.m.	Livello falda da p.c. s.l.m.	Prof. falda da p.c. s.l.m.
CSC		200	10	5	5	50	200	50	1	20	10	1000	3000	l/sec	C°	mV	mg/l	unità di pH	µS/sec	m	m	m
ID/U. Mis.		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l									
DUM Sg3/5	dic-12	48	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	141	5,7	0,35	< 2	2,3	< 10	47	1,5	9,9		7,45	7,81	531,7			
DUM Sg4/1	apr-14	34,2	1,63	< 0,1	<0.0025	6,62	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	< 5,7		11,7	110	10	7,9	333			
DUM Sg4/2	ago-14	37,8	2,9	< 0,1	<0.0025	8,57	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	< 5,7		17	89,6	8,21	8,1	263			
DM Pz1/1	set-11	41	0,84	< 0,5	< 0,5	< 5	88	6	< 0,05	< 2	1,4	< 10	183		19,90	380,00	6,50	7,79	716,00	159,20	149,69	9,51
DM Pz1/2	mar-12	38	0,93	< 0,5	0,88	< 5	117	5,7	< 0,05	2,2	3,1	< 10	140		11,90		7,42	7,85	512,00	159,20	148,80	10,40
DM Pz1/4	set-12	< 10	1,1	< 0,5	0,88	< 5	< 10	< 5	< 0,05	< 2	< 1	< 10	81		22,50		6,01	7,91	631,00	159,20	146,30	12,90
DM Pz1/5	nov-12	10	0,84	< 0,5	< 0,5	< 5	14	< 5	< 0,05	2,1	< 1	< 10	99		16,10		7,13	8,02	572,00	159,20	149,10	10,10
DM Pz1/6	dic-12	< 10	0,6	< 0,5	< 0,5	5	28	< 5	< 0,05	< 2	< 1	< 10	64		16,50		8,62	7,91	572,00	159,20	148,90	10,30
DM Pz3/1	apr-14		< 0,7	< 0,1	<0.0025	0,692	< 5	5,08	< 0,03	1,51	68,2	8,88	62,9		13,3	104	9,39	7,5	447		40,5	
DM Pz3/2	ago-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	< 0,4	< 0,03	3,72	28,5	9,74	49,2		15,1	100	5,72	7,4	412		40,8	
DM Pz4/1	apr-14		< 0,7	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	2,47	< 0,03	< 1,1	74,5	7,04	43,9		14,7	98,7	7,13	7,5	545		39,7	
DM Pz4/2	ago-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	0,812	< 0,03	5,18	66,4	10,1	68,5		14,9	107	7,2	7,6	444		14,8	
DM S1a/2	lug-12	85	< 0,5	< 0,5	2,1	5,7	255	12	< 0,05	9,9	24	< 10	57		16,30		6,41	7,53	491,00	198,50	156,64	41,86
DM S1a/3	nov-14	9	2,75	<1	<0,5	<0,5	<1	<1	< 0,05	1,6	27,4	<1	39		12,70	175,20	4,43	7,37	483,00	198,50		
DM S1a/4	mag-15	<1	<0,5	<1	<0,005	<0,5	249	<1	< 0,05	<1	<1	52	113		13,40	192,40	8,56	7,34	561,00	198,50		
DM S1a/5	giu-15	<1	<0,5	<1	<0,005	<0,5	330	<1	< 0,05	<1	<1	60	80		13,90	42,70	7,76	7,41	475,00	198,50	158,50	40,00
DM S1b/1	ott-11	44	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	148	8,1	< 0,05	< 2	3,93	< 10	399		12,30		6,01	7,73	437,00	166,60	156,32	10,28
DM S1b/2	lug-12	27	< 0,5	< 0,5	0,83	< 5	123	15	< 0,05	< 2	12	< 10	< 30		16,90		5,29	7,50	384,00	166,60	156,20	10,40
DM S1b/3	nov-14	3	5,13	<1	<0,5	0,6	3	<1	< 0,05	1,4	5,4	7,9	13		13,60	183,00	5,60	7,44	479,00	166,60		
DM S1b/4	mag-15	<1	<0,5	<1	<0,05	<0,5	266	<1	< 0,05	<1	25	28	95		14,10	152,40	8,43	7,52	581,00	166,60		
DM S1b/5	giu-15	<1	<0,5	<1	<0,005	<0,5	263	84	< 0,05	<1	<1	51	132		13,70	60,10	6,31	7,36	514,00	166,60	157,65	8,95
DM S1c/2	lug-12	28	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	80	< 5	< 0,05	< 2	18	< 10	35		17,10		4,74	7,75	495,00	168,75	153,35	15,40
DM S1c/3	nov-14	1	3,6	<1	<0,5	0,8	7	<1	< 0,05	1,2	19,3	5,2	9,2		13,70	177,40	6,78	7,60	538,00	168,75		
DM S1c/4	mag-15	<1	<0,5	<1	<0,005	<0,5	229	<1	< 0,05	<1	25	30	107		15,30	121,20	7,90	7,81	507,00	168,75		
DM S1c/5	giu-15	<1	<0,5	<1	<0,005	<0,5	247	<1	< 0,05	<1	<1	32	141		14,90	106,00	6,11	7,58	523,00	168,75	154,25	14,50
DM S1c/6	dic-15	<1	< 1,4	<1	<0,005	<0,5	152	<1	<0,5	<1	<1	9	55		12,80	62,30	7,62	7,88	554,00	168,75	156,05	12,70
DM S1d/2	mag-15	<1	<0,5	<1	<0,005	<0,5	288	<1	< 0,05	<1	17	<1	96		15,00	85,00	6,21	8,40	479,00	168,10		
DM S1e/2	mag-15	<1	<0,5	<1	<0,005	<0,5	265	<1	< 0,05	<1	<1	28	89		14,60	152,30	8,45	7,45	463,00	169,00		
DM S1f/1	ott-11	18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	51	6,2	< 0,05	< 2	20	< 10	192		12,00		7,46	7,65	538,00	192,50	154,15	38,35
DM S1f/2	mag-15	<1	<0,5	<1	<0,005	<0,5	299	<1	< 0,05	<1	<1	30	117		15,40	141,20	8,41	7,81	485,00	192,50		
DM Sg1/1	giu-11	14	1,2	< 0,5	< 0,5	< 5	29	< 5		< 2	< 1	< 10	37	2343	16,40	246,00		7,75	744,20			
DM Sg1/2	set-11	47	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	119	11	< 0,05	< 2	1,2	< 10	196	1100	15,10	151,00	7,35	7,65	592,00			
DM Sg1/3	mar-12	39	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	105	5,8	< 0,05	< 2	2,9	< 10	39	1400	15,10		8,95	7,71	526,00			
DM Sg1/4	giu-12	235	0,73	< 0,5	< 0,5	< 5	42	< 5	< 0,05	< 2	1,2	< 10	< 30	1100	16,40		8,70	7,37	548,00			
DM Sg1/5	set-12	< 10	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	< 10	< 5	< 0,05	< 2	< 1	< 10	< 30	1100	17,20		8,65	7,41	535,00			
DM Sg1/6	dic-12	47	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 5	117	< 5	0,21	< 2	2	< 10	73	1100	10,60		8,25	7,86	599,00			
DM Sg1/7	nov-14	1,9	2,87	<1	<0,5	0,7	8	2	< 0,05	1,5	1	4	2		14,50	198,30	8,86	7,58	578,00			
DM Sg1/8	mag-15	<1	<0,5	<1	<0,005	<0,5	258	<1	< 0,05	<1	<1	21	73		16,00	150,40	8,28	7,66	597,00			
DM Sg1/9	dic-15	<1	1,67	<1	<0,005	<0,5	150	<1	<0,5	<1	<1	12	67		10,80	66,40	9,54	7,85	585,00			
DM Sg4/1	apr-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	6,7		12,5	104	9,3	6,9	440			
DM Sg4/2	ago-14	< 3,1	< 0,7	< 0,1	<0.0025	< 0,6	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	1,33	< 3,0	< 5,7		13,7	129	9,21	7,5	390			
DUM Sg5/1	apr-14	35,3	1,28	< 0,1	<0.0025	7,8	< 5	< 0,4	< 0,03	< 1,1	< 0,8	< 3,0	< 5,7		11,2	96,4	10,1	7,9	380			

CAMPIONAMENTO ACQUE SOTTERRANEE: ALTRI PARAMETRI

Analita/ID Puunto d'acqua	Alcalinità m	Alcalinità p	Calcio	Cloruri	Fluoruri	Magnesio	Potassio	Sodio	Solfati	Residuo fisso a 180°C	Azoto ammoniacale (come NH4)	Azoto nitrico (come N)	Azoto nitroso (come N)	Tensioattivi anionici	Tensioattivi non ionici	Carbonio organico totale	Coliformi Fecali	Coliformi Totali	Streptococchi fecali (Enterococchi)	Fosforo totale (come P)
CSC/VL	meq/l CO3--	meq/l CO3--	mg/l	mg/l	1,5	mg/l	mg/l	mg/l	250	mg/l	mg/l	50*	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ufc/100 ml	MPN/100ml	ufc/100 ml	mg/l
U. Mis.					mg/l				mg/l			mg/l								
BU Pz1/1	8,0	<0.1	249	41	0,33	15	<1	33	95	558	<0.5	43	<0.05	<0.5	<0.5	1	0	8	26	<0.1
BU Pz1/2	8,0	<0.1	171	28	0,77	20	<1	30	70	585	<0.5	61	<0.05	<0.05	<0.2	0,3	0	0	0	<0.1
BU Pz1/4	7,0	<0.1	209	35	0,42	24	< 1,0	30	83	416	< 0,5	35	<0.05	< 0,05	<0.2	0,4	7	4	0	<0.1
BU Pz1/5	6,2	<0.1	152	35	0,4	20	1,4	33	41	630	<0.5	29	<0.05	0,144	<0.2	0,6	0	0	0	<0.1
BU Pz1/6	8,3	< 0,1	152	52	0,24	20	< 1,0	47	65	720	< 0,5	16	< 0,05	< 0,05	< 0,2	0,7	0	12	4	< 0,1
BU Pz10/1	10,1	<0.1	186	19	0,25	27	3,6	36	98	708	<0.5	0,95	<0.05	< 0,05	< 0,2	1,3	0	63	0	<0.1
BU Pz10/2	7,4	< 0,1	183	62	0,51	30	<1.0	90	63	742	<0.5	< 0,5	<0.05	< 0,05	< 0,2	4,2	0	8		<0.1
BU Pz10/4	9,9	< 0,1	178	35	0,42	22	< 1,0	64	100	660	< 0,5	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,2		0	0	0	< 0,1
BU Pz11/1	7,2	<0.1	78	15	0,21	15,1	2,59	26,1	11,2	801	<0.4	3,55	<0.1	<0.5	<0.5	0,7	7	320	2	<0.1
BU Pz11/2	6,0	<0.1	192	25	<0.20	30	7,2	26	39	422	<0.5	16	<0.05	<0.5	<0.5	12	0	2	0	<0.1
BU Pz11/3	5,8	<0.1	192	24	0,38	18	6,7	22	39	415	<0.5	6,6	<0.05	<0.5	<0.5	7	0	59	1	<0.1
BU Pz11/4	7,0	<0.1	100	20	0,27	19	<1.0	15	30	429	< 0,5	7,1	<0.05	< 0,05	<0.2	1,3	7	320	2	<0.1
BU Pz11/5	7,0	<0.1	158	20	0,41	28	<1.0	34	31	519	< 0,5	< 0,5	<0.05	< 0,05	<0.2	0,7	0	100	13	0,3
BU Pz11/6	7,7	<0.1	141	24	0,36	30	<1.0	48	26	780	<0.5	3,4	<0.05	0,07	<0.2	0,9	0	3	1	<0.1
BU Pz11/7	7,7	< 0,1	116	19	0,39	23	< 1,0	42	32	190	< 0,5	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,2	0,8	0	64	0	< 0,1
BU Pz12/1	3,1	<0.1	62,6	7,03	<0.2	9,17	1,14	4,5	10,8	330	<0.4	3,56	<0.1	<0.5	<0.5	3,5	0	0	0	<0.1
BU Pz12/2	3,7	<0.1	65	13	<0.20	14	5,6	10	16	299	<0.5	5,7	<0.05	< 0,05	<0.2	9,6	430	710	44	0,48
BU Pz12/3	6,9	< 0,1	147	11	0,46	31	6,1	19	48	536	0,56	< 0,5	0,167	< 0,05	<0.2	3,1	70	430	57	0,3
BU Pz12/4	7,8	<0.1	178	16	0,5	41	<1.0	16	71	700	<0.5	4,5	<0.05	0,15	<0.2	1,8	59	1900	1400	0,48
BU Pz12/5	8,3	< 0,1	131	12	0,47	31	< 1,0	25	63	190	< 0,5	< 0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,2	1,6	0	170	1	< 0,1
BU Pz14/1	5,1	<0.1	80,7	8,54	<0.2	8,8	1,8	5,49	13,4	522	<0.4	4,8	<0.1	<0.5	<0.5	1	71	680	310	<0.1
BU Pz14/2	4,2	<0.1	174	13	<0.20	16	6,2	14	17	325	<0.5	7,4	<0.05	<0.5	<0.5	5	0	0	0	<0.1
BU Pz14/3	5,6	<0.1	183	88	0,38	14	6,6	15	15	287	<0.5	3,4	<0.05	<0.5	<0.5		0	40	15	<0.1
BU Pz14/4	5,4	<0.1	182	9,5	0,38	13	<1	8,2	22	280	<0.5	12	<0.05	<0.5	<0.5	0,3	1	60	1	<0.5
BU Pz14/5	6,0	<0.1	132	11	0,38	14	<1	9,9	11	292	<0.5	2,6	<0.05	<0.1	<0.05	0,3	0	0	0	<0.1
BU Pz14/6	6,1	<0.1	87	7,8	0,34	9,8	<1.0	8,3	11	320	<0.5	2,8	< 0,05	< 0,05	<0.2	0,7	0	17	0	<0.1
BU Pz14/7	4,9	<0.1	144	9,4	0,45	16	<1.0	10	11	350	<0.5	< 0,5	< 0,05	< 0,05	<0.2	0,3	0	3	0	<0.1
BU Pz14/8	5,4	<0.1	142	14	0,38	15	<1.0	6	17	420	<0.5	8,1	<0.05	0,12	<0.2	1	10	630	800	<0.1
BU Pz14/9	5,2	< 0,1	111	11	0,58	12	< 1,0	12	19	750	< 0,5	4,5	< 0,05	< 0,05	< 0,2	0,8	0	90	4	< 0,1
BU Pz2/1	7,3	<0.1	112	19,8	<0.2	16,8	4,78	15,5	31,9	840	<0.4	18,2	<0.1	<0.5	<0.5	0,3	0	540	5	<0.1
BU Pz2/3	7,0	<0.1	208	37	0,24	31	6,1	35	68	583	<0.5	32	<0.05	<0.5	<0.5	4	12	150	220	<0.1
BU Pz2/4	7,7	<0.1	223	36	0,24	23	<1	32	61	522	<0.5	26	<0.05	<0.5	<0.5	1	0	18	6	<0.1
BU Pz2/5	7,5	<0.1	121	40	0,75	30	<1	34	46	495	<0.5	21	<0.05	<0.05	<0.2	0,4	0	100	0	<0.1
BU Pz2/6	7,4	<0.1	102	36	<0,20	24	<1	31	53	624	<0.5	25	<0.05	< 0,05	<0.2	1	0	120	7	<0.1
BU Pz2/7	6,3	<0.1	95	31	0,3	26	<1	34	55	506	<0.5	19	<0.05	< 0,05	<0.2	0,6	0	42	14	<0.1
BU Pz2/8	7,3	<0.1	205	32	0,22	25	1	25	53	820	<0.5	28	<0.05	0,18	<0.2	1	0	140	49	<0.1
BU Pz2/9	7,5	< 0,1	148	30	0,23	20	< 1,0	29	52	620	< 0,5	24	< 0,05	< 0,05	< 0,2	0,9	13	49	29	< 0,1
BU Pz3/1	6,7	<0.1	86	15	0,3	25	< 1,0	16	34	489	<0.5	33	<0.05	< 0,05	<0.2	0,9	76	210	3	<0.1
BU Pz2/2	7,0	<0.1	224	32	<0.20	33	6,6	38	57	559	<0.5	30	<0.05	<0.5	<0.5	6	0	0	0	<0.1
BU Pz3/2	7,2	<0.1	182	30	0,27	28	7,4	31	54	529	<0.5	21	<0.05	< 0,05	<0.2	0,3	0	4	10	<0.1
BU Pz3/3	5,9	<0.1	152	22	0,53	28	1,6	16	61	800	<0.5	18	<0.05	0,122	<0.2	1,1	74	230	1	<0.1
BU Pz3/4	5,9	< 0,1	106	18	0,22	12	< 1,0	18	30	390	< 0,5	5,2	< 0,05	< 0,05	< 0,2	0,9	4	39	2	< 0,1
BU Pz4/1	5,2	<0.1	105	16,2	0,51	17,1	3,06	16,1	78,8	404	<0.4	10,2	<0.1	<0.5	<0.5	1,1	99	174	40	<0.1
BU Pz4/4	7,5	<0.1	143	18	0,62	25	<1	85	45	474	<0.5	6	<0.05	<0.5	<0.5		0	0	0	<0.1
BU Pz4/2	7,0	<0.1	205	22	<0.20	30	<0.5	23	31	489	<0.5	40	<0.05	<0.5	<0.5	1,9	0	30	0	<0.1
BU Pz4/3	6,4	<0.1	195	23	0,48	31	4,1	28	60	485	<0.5	28	<0.05	<0.5	<0.5	3	0	0	0	<0.1
BU Pz4/5	6,0	<0.1	145	17	71	27	3,7	28	61	508	<0.5	14	<0.05	< 0,05	<0.2	0,4	0	0	0	<0.1

CAMPIONAMENTO ACQUE SOTTERRANEE: ALTRI PARAMETRI

Analita/ID Puunto d'acqua	Alcalinità m	Alcalinità p	Calcio	Cloruri	Fluoruri	Magnesio	Potassio	Sodio	Solfati	Residuo fisso a 180°C	Azoto ammoniacale (come NH4)	Azoto nitrico (come N)	Azoto nitroso (come N)	Tensioattivi anionici	Tensioattivi non ionici	Carbonio organico totale	Coliformi Fecali	Coliformi Totali	Streptococchi fecali (Enterococchi)	Fosforo totale (come P)
CSC/VL	meq/l CO3--	meq/l CO3--	mg/l	mg/l	1,5	mg/l	mg/l	mg/l	250	mg/l	mg/l	50*	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ufc/100 ml	MPN/100ml	ufc/100 ml	mg/l
U. Mis.					mg/l				mg/l			mg/l								
BU Pz4/6	5,0	<0.1	124	22	1,31	22	<1.0	26	67	700	<0.5	18	<0.05	0,11	<0.2	1	0	8	0	<0.1
BU Pz7/1	2,1	<0.1	59,3	6,37	<0.2	7,2	3,54	5,18	23,7	537	<0.4	2,87	<0.1	<0.5	<0.5	6,37	204	760	48	<0.1
BU Pz7/2	6,2	<0.1	194	22	<0.20	27	6,9	36	53	466	<0.5	5,1	<0.05	<0.5	<0.5	12	0	20	0	<0.1
BU Pz7/4	2,2	<0.1	119	5,8	2,33	6,7	<1	4	28	169	<0.5	1,2	<0.05	<0.5	<0.5	7	5	120	16	<0.1
BU Pz7/5	2,0	<0.1	54	32	0,46	7,4	2,1	12	32	246	<0.5	0,88	<0.05	< 0,05	<0.2	0,8	204	760	48	<0.1
BU Pz7/6	10,0	<0.1	133	20	0,5	20	4,2	22	40	286	<0.5	<0.5	<0.05	< 0,05	<0.2	16,6	5	120	16	<0.1
BU Pz7/7	5,2	<0.1	135	21	0,53	20	1,1	18	56	760	<0.5	3,5	<0.05	0,16	<0.2	2,8	3	34	7	<0.1
BU Pz7/8	8,0	< 0,1	100	16	0,42	15	1	16	42	300	< 0,5	3,2	< 0,05	< 0,05	< 0,2	2,3	0	3	0	< 0,1
BU Pz8/2	7,6	<0.1	190	34	<0.20	32	8,7	98	68	599	<0.5	18	<0.05	<0.5	<0.5		0	30	0	<0.1
BU Pz8/3	8,8	<0.1	129	7	0,36	28	7,5	142	33	584	<0.5	6,6	<0.05	0	<0.5		23	0	0	<0.1
BU Pz8/5	7,8	<0.1	52	32	0,4	9,5	2,6	14	34	594	<0.5	0,91	<0.05	< 0,05	<0.2	0,9	0	0	0	<0.1
BU Pz8/7	7,9	<0.1	66	22	0,35	18	<1.0	16,3	22	810	<0.5	3,7	<0.05	0,29	<0.2		0	0	0	<0.1
BU Pz9/1	7,1	<0.1	110	29	0,26	17	<1.0	31	39	891	<0.5	29	<0.05	< 0,05	<0.2	1,1	0	80	1	<0.1
BU Pz9/2	13,5	<0.1	170	35	0,32	23	<1.0	61	41	662	< 0,5	6,6	< 0,05	< 0,05	<0.2	13	0	16	11	< 0,1
BU Pz9/3	7,4	<0.1	157	38	0,31	22	<1.0	46	50	800	<0.5	7,5	<0.05	0,12	<0.2	1,3	13	76	14	<0.1
BU Pz9/4	8,4	< 0,1	125	33	0,32	19	< 1,0	74	44	510	< 0,5	2,3	< 0,05	< 0,05	< 0,2		0	29	1	< 0,1
BU Sg1	6,0	<0.1	183	24	<0.20	24	11	39	29	491	<0.5	14	<0.05	<0.5	<0.5	1	0	20	0	<0.1
DUM Pz2	4,2	<0.1	201	10	0,2	8,7	6,5	16	7,2	250	<0.5	2,2	<0.05	<0.5	<0.5		10	52	10	<0.1
DM Pz2	2,5	<1	76,5	11,8	0,21	1,25	0,75	7,1	5,4	260	0	0,6	0	0,5	0,01		50	19	12	0
DM Sg2/1	5,5	< 0,1	77	12	0,13	2	0,91	8,6	11	311	< 0,1	0,36	< 0,05	0,24	< 0,03		110	200	45	< 0,07
DM Sg2/2	5,4	< 0,1	76	13		4,8	1,3	10	11	264	< 0,1	0,77	< 0,05	0,11	< 0,03					< 0,07
DM Sg2/3	5,3	< 0,1	78	19		1,4	< 1	7,7	9,4	226	< 0,1	0,23	< 0,05	0,16	< 0,03					< 0,1
DM Sg2/4	5,0	< 0,1	89	15		2	< 1	8,4	10	222	< 0,1	< 0,1	< 0,05	< 0,03	< 0,03		0	0	0	< 0,1
DM Sg2/5	5,6	< 0,1	85	14		2	< 1	7	8,7		< 0,1	0,41	< 0,05	0,04	< 0,03					< 0,1
DM Sg2/6	4,1	< 0,1	124	10		2,1	< 1	7,9	6,8		< 0,1	0,23	< 0,05	< 0,03	< 0,03		36	86	6,4	< 0,1
DM Sg2/7	1,8	<1	11	9		2,6	0,18	7	9	271	<1	1,52	<1	0,1	0,49		0	0	0	<1
DM Sg2/8	1,9	<1	74	16	0,2	1,5	0,4	7,1	8	211	<1	0,38	<1	0	0,07		27	15	11	<1
DM Sg2/9	2,7	<1	89,6	12,6	0,27	2,03	0,47	8,4	10	270	0	0,2	0	0,3	0		53	20	10	0
DM Sg3/1	3,7	< 0,1	63	17	<0,1	1,5	0,9	7,2	10	239	< 0,1	0,43	< 0,05	0,19	0,11		0	< 1	0	< 0,07
DM Sg3/2	4,0	< 0,1	62	17		1,5	0,79	7,8	8,3	213	< 0,1	0,41	< 0,05	0,14	< 0,03					< 0,07
DM Sg3/3	2,6	<1	68,9	13,1	0,2	1,24	0,46	6,9	5,95	261	0	0,4	0	0,25	0		45	17	8	0
DUM Pz1/1	2,6	<1	48,1	144		4,29	1,36	43,5	38,5	241	0	6	0	25	3		10	33	6	0
DUM Pz1/2	3,0	<1	50	21,3		3,79	1,2	24,2	19,1	200	0	0	0,2	0,15	0,46		6	45	0	0
DUM Sg1/1	4,7	< 0,1	78	9,3	< 0,1	1,6	0,85	8,3	7,5	313	< 0,1	< 0,1	< 0,05		54		0	3	0	< 0,07
DUM Sg1/2	6,4	< 0,1	79	12		1,8	0,85	11	9,1	266	< 0,1	< 0,1	< 0,05	0,16	0,054					< 0,07
DUM Sg1/3	6,3	< 0,1	81	18		1,4	< 1	10	8,6	333	< 0,1	0,27	< 0,05	1,5	0,22		0	<1	53	< 0,1
DUM Sg1/4	5,0	< 0,1	99	17		1,7	< 1	10	7,9	270	< 0,1	3,8	< 0,05	< 0,03	< 0,03		27	160	18	< 0,1
DUM Sg1/5	5,3	< 0,1	98	13		1,3	< 1	7,7	6,4		< 0,1	0,32	< 0,05	< 0,03	< 0,03		0	0	0	< 0,1
DUM Sg1/6	4,2	0,2	122	11	<0.20	4,3	<0.5	12	7,6	249	<0.5	3	<0.05	<0.5	<0.5		0	0	0	<0.1
DUM Sg2/1	5,3	< 0,1	73	11	< 0,1	1,2	0,84	7	7,8	309	< 0,1	0,50	< 0,05		< 0,03		0	< 1	0	< 0,07
DUM Sg2/2	7,0	< 0,1	70	11		2,3	1,9	13	16	218	< 0,1	0,45	< 0,05	0,27	0,054					< 0,07
DUM Sg2/3	5,4	< 0,1	77	16		1,7	1	9,3	13	290	< 0,1	3,4	< 0,05	0,6	0,11		0	<1	0	< 0,1
DUM Sg2/4	5,5	< 0,1	88	14		2,2	15	14	18	250	0,14	3,2	< 0,05	< 0,03	< 0,03		91	980	36	< 0,1
DUM Sg2/5	6,2	< 0,1	103	10		1,7	< 1	10	12		< 0,1	1,1	< 0,05	< 0,03	< 0,03		0	0	0	< 0,1
DUM Sg2/6	2,7	<1	86,0	10,0	0,40	2,0	2,7	12,0	13,0	262,0	<1	0,61	<1	0,0	14,0					<1
DUM Sg2/7	2,3	<1	84,9	105		1,95	1,03	12,1	12,6	224	0	9	0	3	2		8	24	7	0
DUM Sg2/8	2,8	<1	85,7	9,93		2,04	1,17	11,9	13,4	220	0	0	0,2	0,11	0,34		10	53	0	0
DUM Sg3/1	7,1	< 0,1	103	23	< 0,1	1,7	0,88	18	8,1	418	< 0,1	0,65	< 0,05		16		0	8	0	< 0,07
DUM Sg3/2	6,8	< 0,1	113	80		2	0,81	29	12	325	< 0,1	0,5	< 0,05	0,14	< 0,03					< 0,07
DUM Sg3/3	5,8	< 0,1	118	125		1,8	< 1	38	16	489	< 0,1	2,5	< 0,05	0,34	0,054		0	0,32	0	< 0,1
DUM Sg3/4	2,3	< 0,1	115	49		1,8	< 1	23	11	328	1	< 0,1	< 0,05	32	< 0,03		0	0	0	< 0,1

CAMPIONAMENTO ACQUE SOTTERRANEE: ALTRI PARAMETRI

Analita/ID Puunto d'acqua	Alcalinità m	Alcalinità p	Calcio	Cloruri	Fluoruri	Magnesio	Potassio	Sodio	Solfati	Residuo fisso a 180°C	Azoto ammoniacale (come NH4)	Azoto nitrico (come N)	Azoto nitroso (come N)	Tensioattivi anionici	Tensioattivi non ionici	Carbonio organico totale	Coliformi Fecali	Coliformi Totali	Streptococchi fecali (Enterococchi)	Fosforo totale (come P)
CSC/VL	meq/l CO3--	meq/l CO3--	mg/l	mg/l	1,5	mg/l	mg/l	mg/l	250	mg/l	mg/l	50*	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ufc/100 ml	MPN/100ml	ufc/100 ml	mg/l
U. Mis.					mg/l				mg/l			mg/l								
DUM Sg3/5	6,1	< 0,1	112	23		1,5	< 1	15	7,3		< 0,1	0,54	< 0,05	< 0,03	< 0,03		0	23	0	< 0,1
DUM Sg4/1	2,5	<0.1	89	14	0,38	4,9	8,8	23	18	216	<0.5	5,4	<0.05	<0.5	<0.5		0	0	1	<0.1
DUM Sg4/2	2,5	<0.1	115	19	1,35	5,2	8,8	36	33	171	<0.5	6,2	<0.05	<0.5	<0.5		2	20	20	<0.1
DM Pz1/1	5,1	< 0,1	88	72		5,1	6,2	32	39	420	< 0,1	1,1	0,19	0,10	0,054					< 0,07
DM Pz1/2	4,6	0,2	89	32		3,5	2,4	20	36	267	< 0,1	2	< 0,05	0,15	< 0,03					< 0,1
DM Pz1/4	5,0	< 0,1	87	51		4,1	3,3	33	37		< 0,1	1,9	< 0,05	0,039	< 0,03					< 0,1
DM Pz1/5	7,0	0,2	120	20		4,3	2,6	15	29		< 0,1	2,9	< 0,05	< 0,03	< 0,03					0,16
DM Pz1/6	6,0	< 0,1	114	11		4,4	2,2	16	10		< 0,1	0,32	< 0,05	< 0,03	< 0,03		0	0	0	0,11
DM Pz3/1	4,3	<0.1	137	15	<0.20	4,6	5,7	12	9,6	291	<0.5	13	<0.05	<0.5	<0.5		9	10	1	<0.1
DM Pz3/2	4,8	<0.1	198	18	0,26	10	5,1	14	10	268	<0.5	7,4	<0.05	<0.5	<0.5		0	20	0	<0.1
DM Pz4/1	3,5	<0.1	124	23	0,22	16	4,6	19	68	354	<0.5	6,3	<0.05	<0.5	<0.5		0	0	147	<0.1
DM Pz4/2	4,3	<0.1	161	28	0,72	15	5	16	80	289	<0.5	5	<0.05	<0.5	<0.5		10	100	0	<0.1
DM S1a/2	5,1	< 0,1	64	32		< 1	< 1	3,3	35		< 0,1	1,7	< 0,05	0,048	< 0,03					0,11
DM S1a/3	3,0	<1	94	11		2,3	1,7	8,5	12	291	<1	6,16	<1	0,31	1,84		0	0	0	<1
DM S1a/4	3,0	<1	87	10	0,4	2,1	0,9	12	13	255	<1	0,61	<1	0	0,11		250	44	38	<1
DM S1a/5	3,2	<1	88	15	0,3	1,9	1,7	17	9	274	<1	1,83	<1	0,07	0,14		280	60	44	<1
DM S1b/1	6,4	2,0	80	22		4,7	11	13	10	242	11	0,56	< 0,05							< 0,07
DM S1b/2	6,0	< 0,1	55	17		< 1	1,2	2,7	10		< 0,1	0,29	< 0,05	0,043	< 0,03					0,092
DM S1b/3	3,6	<1	101	14		2,5	1,2	7,9	10	310	<1	1,43	<1	0,09	0,57		0	0	1	<1
DM S1b/4	3,6	<1	96	21	0,2	13	0,9	13	84	331	<1	0,79	<1	0	0,08		43	21	18	<1
DM S1b/5	2,7	<1	101	17	0,2	2,4	1,2	10	7	290	<1	0,18	<1	0	0,16		300	65	45	<1
DM S1c/2	6,5	< 0,1	57	30		4,9	< 1	8,6	73		< 0,1	0,68	< 0,05	0,036	< 0,03					0,11
DM S1c/3	2,9	<1	80	22		12	0,9	14	73	354	<1	2,3	<1	0,08	0,67		0	0	0	<1
DM S1c/4	2,9	<1	95	21	0,6	13	0,9	13	82	332	<1	0,79	<1	0	0,09		45	22	18	<1
DM S1c/5	2,9	<1	83	23	0,6	12	1,2	15	61	301	<1	0,68	<1	0,02	0,17		277	58	37	<1
DM S1c/6	2,8	<1	79,2	20,7	0,58	12,5	1,07	14,4	65,2	281	0	0,6	0	0,2	0		50	15	5	0
DM S1d/2	3,0	<1	95	21	0,6	13	0,9	14	84	333	<1	0,76	<1	0	0,08		64	30	24	<1
DM S1e/2	3,0	<1	96	21	0,6	13	0,9	13	84	331	<1	0,13	<1	0	0,29		44	19	15	<1
DM S1f/1	6,1	2,0	94	18		6,1	9,6	13	32	276	< 0,1	2	< 0,05							< 0,07
DM S1f/2	3,0	<1	96	21	0,6	13	0,9	13	83	336	<1	0,79	<1	0	0,39		28	10	9	<1
DM Sg1/1	3,8	< 0,1	89	24	0,33	13	1,8	12	96	449	< 0,1	0,77	< 0,05	0,22	0,22		0	< 1	0	< 0,07
DM Sg1/2	4,3	< 0,1	91	24		14	1,8	13	89	338	< 0,1	0,38	0,19	0,23	< 0,03					< 0,07
DM Sg1/3	6,1	< 0,1	86	27		12	1,1	15	99	324	< 0,1	0,7	< 0,05	0,13	< 0,03		0	0	0	< 0,1
DM Sg1/4	6,9	< 0,1	97	29		14	1,4	15	90	346	0,15	< 0,1	< 0,05	< 0,03	< 0,03		630	1500	33	< 0,1
DM Sg1/5	5,0	< 0,1	87	25		13	1,2	13	97		< 0,1	0,65	< 0,05	0,039	< 0,03					< 0,1
DM Sg1/6	5,8	< 0,1	112	22		15	1,2	15	97		< 0,1	0,72	< 0,05	< 0,03	< 0,03		0	0	0	< 0,1
DM Sg1/7	3,1	<1	90	21		13	1,2	14	96	417	<1	2,94	<1	0,04	0,7		0	0	1	<1
DM Sg1/8	3,1	<1	96	21	0,6	14	0,9	14	85	335	<1	0,79	<1	0	0,08		51	27	24	<1
DM Sg1/9	2,6	<1	90,9	19,6	0,58	13	1,07	13,4	84,6	278	0	0,7	0	0,2	0		47	18	7	0
DM Sg4/1	4,2	<0.1	133	14	<0.20	5,3	3,7	11	10	286	<0.5	7,2	<0.05	<0.5	<0.5		7	9	1	<0.1
DM Sg4/2	5,0	<0.1	153	14	0,27	7,8	2,1	10	11	239	<0.5	3,7	<0.05	<0.5	<0.5		73	380	4	<0.1
DUM Sg5/1	3,1	0,1	95	14	0,42	5,8	9,3	31	20	247	<0.5	6,1	<0.05	<0.5	<0.5		0	0	0	<0.1

LEGENDA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI (DQBU)

Serie carbonatica Umbro-Marchigiana (SCUM)

Sintema di Matelica - Depositi alluvionali terrazzati e di versante (SM)

Superamento del valore di CSC previsto dal D-Lgs. 152/06

* Valore limite previsto dalla Direttiva 2006/118/CE

ELENCO PIEZOMETRI E SORGENTI ESCLUSI DALLE ELABORAZIONI STATISTICHE PRELIMINARI

Causa esclusione da trattamento statistico		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B
Analita/ID Puunto d'acqua	CSC	BU Sg1/2	BU Sg2/2	BU Pz7/3	BU P28/1	BU P28/4	BU P28/6	BU P28/8	BMI Pz2	BMI Pz6	BMI Pz7	BMI Pz8	BU Pz1/3	BU Pz4/5	BU Pz10/3	DM S1d/1	DM Pz1/3	DM S1a/1	DM S1c/1	DM S1e/1
Data Prelievo		lug-14	lug-14	lug-14	nov-12	dic-14	giu-15	dic-15	ago-16	ago-16	ago-16	ago-16	mar-15	mar-15	set-15	ott-11	giu-12	ott-11	ott-11	ott-11
Alcalinità m		6,8	5,8	2,5	8,7	7	5,4	4,1	3,4	4,3	4,4	4,9	7,8	7,6	9,3	5,5	5,5	5,8	5,6	2,9
Alcalinità p		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	< 0,1	1,1	2	1,7	1,5	<0.1	<0.1	<0.1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,6	< 0,1
Alluminio	200	34,4	6,6	8,3	< 3,1	< 10	< 10	13,4	<1	<1	<1	<1	< 10	<10	63,7	45	879	< 10	116	66
Arsenico	10	6,7	15	< 0,7	< 0,7	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4	4,15	< 2,5	< 2,5	< 2,5	0,56	6,8	< 0,5	0,56	< 0,5
Azoto ammoniacale (come NH4)		<0.5	<0.5	<0.5	<0.4	2,45	0,56	2,02	<1	<1	1,4	<1	<0.5	<0.5	<0.5	< 0,1	0,13	< 0,1	< 0, 1	0,11
Azoto nitrico (come N)		104	13	1,5	26,5	6,3	< 0,5	< 0,5	2,6	0	0	0	59	27	3,3	1,6	< 0,1	0,45	2,7	0,79
Azoto nitroso (come N)		<0.05	6	<0.05	<0.1	<0.05	<0.05	< 0,05	<1	0	0,5	0,1	<0.05	<0.05	<0.05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,061	< 0,05
Cadmio	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	< 1	< 1	< 1	0,61	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Calcio		185	162	103	58,8	64	103	54	69	118,5	51,5	209,5	119	108	179	9,5	98	103	76	80
Carbonio organico totale		33,1	8	93	0,5	0,3	12,5	1,1	< 5	< 5	< 5	< 5	0,9	0,9	1,4					
Cloruri		33	27	0	48,9	25	19	19	41	101,1	70,9	308	35	15	64	23	53	16	29	30
Conta di Coliformi Fecali		7	2	15	0	0	0	0	3	4	3	6	0	99	0					
Conta di Coliformi Totali		10	180	124	0	0	0	2	7	21	25	28	28	174	0					
Cromo (VI)	5	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	< 0,0025	< 0,0025	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0.0025	<0.0025	<0.0025	< 0,5	< 0,5	1,9	< 0,5	< 0,5
Cromo totale	50	< 0,6	7	< 0,6	< 0,6	< 2,5	< 2,5	< 2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 5	179	< 5	< 5	< 5
Ferro	200	< 5	< 5	< 5	< 5	< 20	< 20	< 20	281	317	380	400	< 20	<20	2090	176	2558	< 10	275	161
Fluoruri	1,5	1,39	0,98	0,58	0,42	0,61	0,42	0,44	0,7	0,46	0,69	0,44	<0,2	0,4	0,46					
Fosforo totale (come P)		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	< 0,1	<1	0	1,91	0	<0.1	<0.1	<0.1	< 0,07	< 0,1	< 0,07	< 0,07	< 0,07
Magnesio		23	19	15	8,69	22	21	10	4,7	53,4	44,7	175,1	19	30	27	3,3	4,4	5,5	13	13
Manganese	50	83,9	31	18,7	3,51	5,16	9,33	8,28	<1	43,6	103,6	400,1	<1	5,48	235	18	139	< 5	36	34
Mercurio	1	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,5	< 0,5	0,52	< 0,5	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,05	0,079	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nichel	20	17	15	1,8	< 1,1	< 2,5	< 2,5	3,84	1	1,4	1	1,9	17,5	8,65	5,04	< 2	6,7	< 2	< 2	< 2
Piombo	10	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 2,5	< 2,5	< 2,5	<1	<1	<1	<1	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,01	13	20	6,54	1,98
Potassio		39	15	7,5	3,29	1,7	6,4	< 1,0	8,1	5,29	8,09	10	< 1,0	3	<1.0	10	3,5	11	9,6	9,8
Rame	1000	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 2,5	< 2,5	< 2,5	39	<1	<1	<1	49,3	31	< 5	< 10	18	< 10	124	11,7
Residuo fisso a 180°C		1550	456	206	410	489	678	440	438	401	412	420	664	531	920	124	353	259	308	253
Sodio		379	157	19	75,1	127	192	134	102	136,5	115,9	676,6	27	43	86	15	27	13	15	16
Solfati	250	916	336	31	47,9	35	25	25	11	290,1	10,6	373,1	80	26	57	14	35	20	77	79
Conta di Streptococchi fecali		0	65	<0.5	0	0	0	0	5	2	1	2	0	40	0					
Tensioattivi anionici		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.05	< 0,05	< 0,05	0,08	0,53	0,88	0,97	< 0,05	< 0,05	0,12		< 0,03			
Tensioattivi non ionici		<0.5	<0.5	< 5,7	<0.5	<0.2	< 0,2	< 0,2	0,5	0,39	0,62	0,34	<0.2	<0.2	<0.2		< 0,03			
Zinco	3000	< 5,7	< 5,7		< 5,7	13,4	17,6	13,5	118	<1	<1	<1	1950	1069	42	1769	228	1056	4803	4585
Q Portata				18,80																
Temperatura		19,30	20,00	5,60	13,00	14,50		10,50	15,10	16,00	16,00	15,20			15,40	13,30	21,80	12,10	12,30	12,90
Potenziale Redox		74,50	69,60	2,05	71,60	67,60		33,50	70,60	-6,20	-168,20	-76,30			25,80					
Ossigeno disciolto		21,20	7,91	7,70	7,38	1,68		7,20	1,43	1,68	2,33	1,37			1,88	5,02	6,80	5,45	6,55	6,11
pH		7,80	7,60	317,00	8,00	7,50		7,80	7,55	6,83	7,34	6,61			5,40	9,28	7,80	7,68	7,67	7,46
Conducibilità		2380,00	701,00		642,00	752,00		660,00	773,00	1206,00	1073,00	502,00			625,00	158,00	583,00	540,00	553,00	576,00
Quota punto s.l.m.																168,10	159,20	198,50	168,75	169,00
Livello falda da p.c. s.l.m.																155,34	145,40	156,60	153,64	153,24
Prof. falda da p.c. s.l.m.					10,00	9,40		11,80	11,20	4,33	4,68	6,75			3,65	12,76	13,80	41,90	15,11	15,76

A	Acque prive di dominanza geochimica, le quali nei diagrammi presentano caratteristiche intermedie tra 2 o più tipologie di acque
B	Presenza di outlier corrispondenti a valori di hot-spot (valore >10 CSC), probabilmente dovuti ad anomalie geochiiche locali e puntuali, in assenza di contaminazione e che si discostano dai valori statistici medi
235	Superamento dei valori di CSC previsti dall'Allegato V tabella 2 del D.Lgs. 152/06 (CSC).
1950	Presenza di outlier che presentano uno scostamento pari a 2 ordini di grandezza rispetto ai valori medi dell'analita e potenzialmente non rappresentativo dei VDFN

CONVERSIONE DATI IN meq/l PER DIAGRAMMI DI PIPER																			
Site	ID	Ca		Mg		Na		K		HCO3		CO3		Cl		SO4		F	
		mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l
BMI	BMI Pz1	79,1	3,95	5,15	0,42	36,9	1,61	39,8	1,02	275	4,5	54	1,8	26,5	0,75	28	0,58	0,26	0,01
BMI	BMI Pz2	69	3,44	4,7	0,39	102	4,44	8,1	0,21	207	3,4	33	1,1	41	1,16	11	0,23	0,7	0,04
BMI	BMI Pz3	127,5	6,36	6,44	0,53	11,1	0,48	42,2	1,08	293	4,8	45	1,5	17,8	0,5	31,5	0,66	0,25	0,01
BMI	BMI Pz4	127,9	6,38	8,12	0,67	27	1,17	4,51	0,12	183	3	30	1	17,2	0,49	19,7	0,41	0,35	0,02
BMI	BMI Pz5	131	6,54	7,3	0,60	17	0,74	2,9	0,07	140	2,3	30	1	20	0,56	30	0,62	0,3	0,02
BMI	BMI Pz6	118,5	5,91	53,4	4,39	136,5	5,94	5,29	0,14	262	4,3	87	2	101,1	2,85	290,1	6,04	0,46	0,02
BMI	BMI Pz7	51,5	2,57	44,7	3,68	115,9	5,04	8,09	0,21	268	4,4	51	1,7	70,9	2	10,6	0,22	0,69	0,04
BMI	BMI Pz8	209,5	10,45	175,1	14,40	676,6	29,43	10	0,26	299	4,9	45	1,5	308	8,69	373,1	7,77	0,44	0,02
BMI	BMI Pz9	120,6	6,02	3,19	0,26	12,3	0,54	4,49	0,11	214	3,5	36	1,2	12	0,34	44,2	0,92	0,22	0,01
BU	BU Pz1/1	249	12,43	15	1,23	33	1,44	1	0,03	488	8	3	0,1	41	1,16	95	1,98	0,33	0,02
BU	BU Pz1/2	171	8,53	20	1,65	30	1,30	1	0,03	488	8	3	0,1	28	0,79	70	1,46	0,77	0,04
BU	BU Pz1/4	209	10,43	24	1,97	30	1,30	1	0,03	427	7	3	0,1	35	0,99	83	1,73	0,42	0,02
BU	BU Pz1/5	152	7,58	20	1,65	33	1,44	1,4	0,04	378	6,2	3	0,1	35	0,99	41	0,85	0,4	0,02
BU	BU Pz1/6	152	7,58	20	1,65	47	2,04	1	0,03	506	8,3	3	0,1	52	1,47	65	1,35	0,24	0,01
BU	BU Pz10/1	186	9,28	27	2,22	36	1,57	3,6	0,09	616	10,1	3	0,1	19	0,54	98	2,04	0,25	0,01
BU	BU Pz10/2	183	9,13	30	2,47	90	3,91	1	0,03	452	7,4	3	0,1	62	1,75	63	1,31	0,51	0,03
BU	BU Pz10/4	178	8,88	22	1,81	64	2,78	1	0,03	604	9,9	3	0,1	35	0,99	100	2,08	0,42	0,02
BU	BU Pz11/2	192	9,58	30	2,47	26	1,13	7,2	0,18	366	6	3	0,1	25	0,71	39	0,81	0,2	0,01
BU	BU Pz11/3	192	9,58	18	1,48	22	0,96	6,7	0,17	354	5,8	3	0,1	24	0,68	39	0,81	0,38	0,02
BU	BU Pz11/4	100	4,99	19	1,56	15	0,65	1	0,03	427	7	3	0,1	20	0,56	30	0,62	0,27	0,01
BU	BU Pz11/5	158	7,88	28	2,30	34	1,48	1	0,03	427	7	3	0,1	20	0,56	31	0,65	0,41	0,02
BU	BU Pz11/6	141	7,05	30	2,47	48	1,35	1	0,03	470	7,7	3	0,1	24	0,68	26	0,54	0,36	0,02
BU	BU Pz12/3	147	7,34	31	2,55	19	0,83	6,1	0,16	421	6,9	3	0,1	11	0,31	48	1	0,46	0,02
BU	BU Pz13/1	217	10,83	27	2,22	31	1,35	11	0,28	378	6,2	3	0,1	27	0,76	50	1,04	0,2	0,01
BU	BU Pz13/2	233	11,63	21	1,73	26	1,13	8,1	0,21	445	7,3	3	0,1	22	0,62	52	1,08	0,39	0,02
BU	BU Pz14/2	174	8,68	16	1,32	14	0,61	6,2	0,16	256	4,2	3	0,1	13	0,37	17	0,35	0,2	0,01
BU	BU Pz14/3	183	9,13	14	1,15	15	0,65	6,6	0,17	342	5,6	3	0,1	88	2,48	15	0,31	0,38	0,02
BU	BU Pz14/4	182	9,08	13	1,07	8,2	0,36	1	0,03	329	5,4	3	0,1	9,5	0,27	22	0,46	0,38	0,02
BU	BU Pz14/5	132	6,59	14	1,15	9,9	0,43	1	0,03	366	6	3	0,1	11	0,31	11	0,23	0,38	0,02
BU	BU Pz14/6	87	4,34	9,8	0,81	8,3	0,36	1	0,03	372	6,1	3	0,1	7,8	0,22	11	0,23	0,34	0,02
BU	BU Pz14/7	144	7,19	16	1,32	10	0,43	1	0,03	299	4,9	3	0,1	9,4	0,27	11	0,23	0,45	0,02
BU	BU Pz14/8	142	7,09	15	1,23	6	0,26	1	0,03	329	5,4	3	0,1	14	0,39	17	0,35	0,38	0,02
BU	BU Pz14/9	111	5,54	12	0,99	12	0,52	1	0,03	317	5,2	3	0,1	11	0,31	19	0,4	0,58	0,03
BU	BU Pz2/2	224	11,18	33	2,71	38	1,65	6,6	0,17	427	7	3	0,1	32	0,9	57	1,19	0,2	0,01
BU	BU Pz2/3	208	10,38	31	2,55	35	1,52	6,1	0,16	427	7	3	0,1	37	1,04	68	1,42	0,24	0,01
BU	BU Pz2/4	223	11,13	23	1,89	32	1,39	1	0,03	470	7,7	3	0,1	36	1,02	61	1,27	0,24	0,01
BU	BU Pz2/5	121	6,04	30	2,47	34	1,48	1	0,03	458	7,5	3	0,1	40	1,13	46	0,96	0,75	0,04
BU	BU Pz2/6	102	5,09	24	1,97	31	1,35	1	0,03	452	7,4	3	0,1	36	1,02	53	1,1	0,2	0,01
BU	BU Pz2/7	95	4,74	26	2,14	34	1,48	1	0,03	384	6,3	3	0,1	31	0,87	55	1,15	0,3	0,02
BU	BU Pz2/8	205	10,23	25	2,06	25	1,09	1	0,03	445	7,3	3	0,1	32	0,9	53	1,1	0,22	0,01
BU	BU Pz2/9	148	7,39	20	1,65	29	1,26	1	0,03	458	7,5	3	0,1	30	0,85	52	1,08	0,23	0,01
BU	BU Pz3/1	86	4,29	25	2,06	16	0,70	1	0,03	409	6,7	3	0,1	15	0,42	34	0,71	0,3	0,02
BU	BU Pz3/2	182	9,08	28	2,30	31	1,35	7,4	0,19	439	7,2	3	0,1	30	0,85	54	1,12	0,27	0,01
BU	BU Pz3/3	152	7,58	28	2,30	16	0,70	1,6	0,04	356	5,9	3	0,1	22	0,62	61	1,27	0,53	0,03
BU	BU Pz3/4	106	5,29	12	0,99	18	0,78	1	0,03	356	5,9	3	0,1	18	0,51	30	0,62	0,22	0,01
BU	BU Pz4/2	205	10,23	30	2,47	23	1,00	0,5	0,01	427	7	3	0,1	22	0,62	31	0,65	0,2	0,01
BU	BU Pz4/3	195	9,73	31	2,55	28	1,22	4,1	0,10	391	6,4	3	0,1	23	0,65	60	1,25	0,48	0,03
BU	BU Pz4/4	143	7,14	25	2,06	85	3,70	1	0,03	458	7,5	3	0,1	18	0,51	45	0,94	0,62	0,03
BU	BU Pz4/6	145	7,24	27	2,22	28	1,22	3,7	0,09	366	6	3	0,1	17	0,48	61	1,27	0,71	0,04
BU	BU Pz4/7	124	6,19	22	1,81	26	1,13	1	0,03	305	5	3	0,1	22	0,62	67	1,4	1,31	0,07
BU	BU Pz5/2	229	11,43	29	2,39	24	1,04	6	0,15	464	7,6	3	0,1	20	0,56	31	0,65	0,2	0,01
BU	BU Pz5/3	242	12,08	23	1,89	23	1,00	3,7	0,09	439	7,2	3	0,1	15	0,42	27	0,56	0,36	0,02
BU	BU Pz5/4	229	11,43	26	2,14	17	0,74	1	0,03	464	7,6	3	0,1	15	0,42	29	0,6	0,44	0,02
BU	BU Pz5/5	129	6,44	21	1,73	15	0,65	1	0,03	470	7,7	3	0,1	14	0,39	26	0,54	0,26	0,01
BU	BU Pz5/6	175	8,73	22	1,81	21	0,91	1	0,03	427	7	3	0,1	13	0,37	26	0,54	0,39	0,02
BU	BU Pz5/7	171	8,53	19	1,56	9,7	0,42	<1	0,03	445	7,3	3	0,1	17	0,48	24	0,5	0,32	0,02
BU	BU Pz5/8	144	7,19	16	1,32	18	0,78	1	0,03	452	7,4	3	0,1	18	0,51	31	0,65	0,32	0,02
BU	BU Pz6/1	114	5,69	37	3,04	26	1,13	3,1	0,08	488	8	3	0,1	16	0,45	22	0,46	0,25	0,01
BU	BU Pz6/2	159	7,93	33	2,71	29	1,26	1	0,03	439	7,2	3	0,1	16	0,45	23	0,48	0,36	0,02
BU	BU Pz6/3	151	7,53	36	2,96	21	0,91	1	0,03	488	8	3	0,1	20	0,56	26	0,54	0,33	0,02
BU	BU Pz6/4	124	6,19	31	2,55	26	1,13	1	0,03	513	8,4	3	0,1	19	0,54	25	0,52	0,33	0,02
BU	BU Pz7/2	194	9,68	27	2,22	36	1,57	6,9	0,18	378	6,2	3	0,1	22	0,62	53	1,1	0,2	0,01
BU	BU Pz7/3	103	5,14	15	1,23	19	0,83	7,5	0,19	153	25	3	0,1	93	2,62	31	0,65	0,58	0,03

CONVERSIONE DATI IN meq/l PER DIAGRAMMI DI PIPER																			
Site	ID	Ca		Mg		Na		K		HCO3		CO3		Cl		SO4		F	
		mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l
BU	BU Pz7/4	119	5,94	6,7	0,55	4	0,17	<1	0,03	134	2,2	3	0,1	5,8	0,16	28	0,58	2,33	0,12
BU	BU Pz7/5	54	2,69	7,4	0,61	12	0,52	2,1	0,05	122	2	3	0,1	32	0,9	32	0,67	0,46	0,02
BU	BU Pz7/6	133	6,64	20	1,65	22	0,96	4,2	0,11	610	10	3	0,1	20	0,56	40	0,83	0,5	0,03
BU	BU Pz7/7	135	6,74	20	1,65	18	0,78	1,1	0,03	317	5,2	3	0,1	21	0,59	56	1,17	0,53	0,03
BU	BU Pz7/8	100	4,99	15	1,23	16	0,70	1	0,03	488	8	3	0,1	16	0,45	42	0,87	0,42	0,02
BU	BU Pz8/1	58,8	2,93	8,69	0,71	75,1	3,27	3,29	0,08	531	8,7	3	0,1	48,9	1,38	47,9	1	0,42	0,02
BU	BU Pz8/2	190	9,48	32	2,63	98	4,26	8,7	0,22	437	7,6	3	0,1	34	0,96	68	1,42	0,2	0,01
BU	BU Pz8/3	129	6,44	28	2,30	142	6,18	7,5	0,19	537	8,8	3	0,1	23	0,65	33	0,69	0,36	0,02
BU	BU Pz8/4	64	3,19	22	1,81	127	5,52	1,7	0,04	427	7	3	0,1	25	0,71	35	0,73	0,61	0,03
BU	BU Pz8/5	52	2,59	9,5	0,78	14	0,61	2,6	0,07	476	7,8	3	0,1	32	0,9	34	0,71	0,4	0,02
BU	BU Pz8/6	103	5,14	21	1,73	192	8,35	6,4	0,16	329	5,4	3	0,1	19	0,54	25	0,52	0,42	0,02
BU	BU Pz8/7	66	3,29	18	1,48	16,3	0,71	1	0,03	482	7,9	3	0,1	22	0,62	22	0,46	0,35	0,02
BU	BU Pz8/8	54	2,69	10	0,82	134	5,83	1	0,03	250	4,1	3	0,1	19	0,54	25	0,52	0,44	0,02
BU	BU Pz9/1	110	5,49	17	1,40	31	1,35	1	0,03	433	7,1	3	0,1	29	0,71	39	0,81	0,26	0,01
BU	BU Pz9/2	170	8,48	23	1,89	61	2,65	1	0,03	833	13,5	3	0,1	35	0,99	41	0,85	0,32	0,02
BU	BU Pz9/3	157	7,83	22	1,81	46	2,00	1	0,03	452	7,4	3	0,1	38	1,07	50	1,04	0,31	0,02
BU	BU Pz9/4	125	6,24	19	1,56	74	3,22	1	0,03	513	8,4	3	0,1	33	0,93	44	0,92	0,32	0,02
BU	BU Sg1/1	183	9,13	24	1,97	39	1,70	11	0,28	366	6	3	0,1	24	0,68	29	0,6	0,2	0,01
BU	BU Sg1/2	185	9,23	23	1,89	379	16,49	39	1,00	415	6,8	3	0,1	33	0,93	916	19,07	1,39	0,08
BU	BU Sg2/1	116	5,79	22	1,81	93	4,05	24	0,61	244	4	30	1	27	0,76	52	1,08	0,9	0,05
BU	BU Sg2/2	162	8,08	19	1,56	157	6,83	15	0,38	354	5,8	3	0,1	27	0,76	336	7	0,98	0,06
DM	DM Pz2	77	3,82	1,25	0,10	7,1	0,31	0,75	0,02	152	2,5	30	1	11,8	0,33	5,4	0,11	0,21	0,01
DM	DM Pz3/1	137	6,84	4,60	0,38	12	0,52	5,7	0,15	262	4,3	3	0,1	15	0,42	9,6	0,2	0,2	0,01
DM	DM Pz3/2	198	9,88	10,00	0,82	14	0,61	5,1	0,13	293	4,8	3	0,1	18	0,51	10	0,21	0,26	0,01
DM	DM Pz4/1	124	6,19	16,00	1,32	19	0,83	4,6	0,12	214	3,5	3	0,1	23	0,65	68	1,42	0,22	0,01
DM	DM Pz4/2	161	8,03	15,00	1,23	16	0,70	5	0,13	262	4,3	3	0,1	28	0,79	80	1,67	0,72	0,04
DM	DM Pz5/1	136	6,79	7,60	0,63	17	0,74	5	0,13	268	4,4	3	0,1	18	0,51	23	0,48	0,2	0,01
DM	DM Pz5/2	163	8,13	7,10	0,58	25	1,09	7,2	0,18	293	4,8	3	0,1	29	0,82	31	0,65	0,36	0,02
DM	DM S1a/4	87	4,34	2,10	0,17	12	0,52	0,9	0,02	183	3	30	1	10	0,28	13	0,27	0,4	0,02
DM	DM S1a/5	88	4,39	1,90	0,16	17	0,74	1,7	0,04	195	3,2	30	1	15	0,42	9	0,19	0,3	0,02
DM	DM S1b/4	96	4,79	13,00	1,07	13	0,57	0,9	0,02	220	3,6	30	1	21	0,59	84	1,75	0,2	0,01
DM	DM S1b/5	101	5,04	2,40	0,20	10	0,43	1,2	0,03	165	2,7	30	1	17	0,48	7	0,15	0,2	0,01
DM	DM S1c/4	95	4,74	13,00	1,07	13	0,57	0,9	0,02	177	2,9	30	1	21	0,59	82	1,71	0,6	0,03
DM	DM S1c/5	83	4,14	12,00	0,99	15	0,65	1,2	0,03	177	2,9	30	1	23	0,65	61	1,27	0,6	0,03
DM	DM S1c/6	79	3,95	12,50	1,03	14,4	0,63	1,07	0,03	171	2,8	30	1	20,7	0,58	65,2	1,32	0,58	0,03
DM	DM S1d/2	95	4,74	13,00	1,07	14	0,61	0,9	0,02	183	3	30	1	21	0,59	84	1,75	0,6	0,03
DM	DM S1e/2	96	4,79	13,00	1,07	13	0,57	0,9	0,02	183	3	30	1	21	0,59	84	1,75	0,6	0,03
DM	DM S1f/2	96	4,79	13,00	1,07	13	0,57	0,9	0,02	183	3	30	1	21	0,59	83	1,73	0,6	0,03
DM	DM Sg1/1	89	4,44	13,00	1,07	12	0,52	1,8	0,05	232	3,8	3	0,1	24	0,68	96	2,00	0,32	0,02
DM	DM Sg1/8	96	4,79	14,00	1,15	14	0,61	0,9	0,02	189	3,1	30	1	21	0,59	85	1,77	0,6	0,03
DM	DM Sg1/9	91	4,54	13,00	1,07	13,4	0,58	1,07	0,03	159	2,6	30	1	19,6	0,55	84,6	1,76	0,58	0,03
DM	DM Sg2/1	77	3,84	2,00	0,16	8,6	0,37	0,91	0,02	336	5,5	3	0,1	12	0,34	11	0,23	0,12	0,01
DM	DM Sg2/8	74	3,69	1,50	0,12	7,1	0,31	0,4	0,01	116	1,9	30	1	16	0,45	8	0,17	0,2	0,01
DM	DM Sg2/9	90	4,47	2,03	0,17	8,4	0,37	0,47	0,01	165	2,7	30	1	12,6	0,36	10	0,21	0,27	0,01
DM	DM Sg3/1	63	3,14	1,50	0,12	7,2	0,31	0,9	0,02	226	3,7	3	0,1	17	0,48	10	0,21	0,1	0,01
DM	DM Sg3/3	69	3,44	1,24	0,10	6,9	0,30	0,46	0,01	159	2,6	30	1	13,1	0,37	5,95	0,12	0,2	0,01
DM	DM Sg4/1	133	6,64	5,30	0,44	11	0,48	3,7	0,09	256	4,2	3	0,1	14	0,39	10	0,21	0,2	0,01
DM	DM Sg4/2	153	7,63	7,80	0,64	10	0,43	2,1	0,05	305	5	3	0,1	14	0,39	11	0,23	0,27	0,01
DUM	DUM Pz2	201	10,03	8,70	0,72	16	0,70	6,5	0,17	256	4,2	3	0,1	10	0,28	7,2	0,15	0,2	0,01
DUM	DUM Pz3/1	127	6,34	4,10	0,34	14	0,61	3,3	0,08	305	5	3	0,1	12	0,34	14	0,29	0,2	0,01
DUM	DUM Pz3/2	173	8,63	4,70	0,39	12	0,52	3,6	0,09	299	4,9	3	0,1	12	0,34	14	0,29	0,36	0,02
DUM	DUM Pz4/1	134	6,69	3,40	0,28	14	0,61	3	0,08	293	4,8	3	0,1	13	0,37	8,1	0,17	0,2	0,01
DUM	DUM Pz4/2	182	9,08	3,60	0,30	18	0,78	2,9	0,07	287	4,7	3	0,1	17	0,48	8,7	0,18	0,25	0,01
DUM	DUM Sg1/1	78	3,89	16,00	1,32	8,3	0,36	0,85	0,02	287	4,7	3	0,1	9,3	0,26	7,5	1,56	0,1	0,02
DUM	DUM Sg1/6	122	6,09	4,30	0,35	12	0,52	0,5	0,01	256	4,2	3	0,2	11	0,31	7,6	0,16	0,2	0,01
DUM	DUM Sg2/1	73	3,64	12,00	0,99	7	0,3	0,84	0,02	323	5,3	3	0,1	11	0,31	7,8	1,62	0,1	0,02
DUM	DUM Sg2/6	86	4,29	2,00	0,16	12	0,52	2,7	0,07	165	2,7	3	0,1	10	0,28	13	0,27	0,4	0,02
DUM	DUM Sg3/1	103	5,14	17,00	1,40	18	0,78	0,88	0,02	433	7,1	3	0,1	23	0,65	8,1	1,79	0,1	0,02
DUM	DUM Sg4/1	89	4,44	4,90	0,40	23	1,00	8,8	0,23	153	2,5	3	0,1	14	0,39	18	0,37	0,38	0,02
DUM	DUM Sg4/2	115	5,74	5,20	0,43	36	1,57	8,8	0,23	153	2,5	3	0,1	19	0,54	33	0,69	1,35	0,07
DUM	DUM Sg5/1	95	4,74	5,80	0,48	31	1,35	9,3	0,24	189	3,1	3	0,1	14	0,39	20	0,42	0,42	0,02

CONVERSIONE DATI IN meq/l PER DIAGRAMMI DI PIPER																	
ID	Bottom	Left	DIAMOND	total	Bottom	Left	DIAMOND	%	Bottom	Right	DIAMOND	total	Bottom	Right	DIAMOND	%
	Ca	Mg	Na + K		Ca	Mg	Na + K	total	Cl + F	S04	HC03 + C03		Cl + F	S04	HC03 + C03	total
BMI Pz1	3,95	0,42	2,63	7,00	56,38	6,05	37,57	100,00	0,76	0,58	6,3	7,64	9,95	7,59	82,46	100,00
BMI Pz2	3,44	0,39	4,65	8,48	40,60	4,56	54,84	100,00	1,2	0,23	4,5	5,93	20,24	3,88	75,89	100,00
BMI Pz3	6,36	0,53	1,56	8,45	75,27	6,27	18,46	100,00	0,51	0,66	6,3	7,47	6,83	8,84	84,34	100,00
BMI Pz4	6,38	0,67	1,29	8,34	76,52	8,01	15,47	100,00	0,51	0,41	4	4,92	10,37	8,33	81,30	100,00
BMI Pz5	6,54	0,60	0,81	7,95	82,25	7,56	10,19	100,00	0,58	0,62	3,3	4,5	12,89	13,78	73,33	100,00
BMI Pz6	5,91	4,39	6,08	16,39	36,09	26,81	37,10	100,00	2,87	6,04	6,3	15,21	18,87	39,71	41,42	100,00
BMI Pz7	2,57	3,68	5,25	11,50	22,35	31,98	45,66	100,00	2,04	0,22	6,1	8,36	24,40	2,63	72,97	100,00
BMI Pz8	10,45	14,40	29,69	54,55	19,16	26,41	54,43	100,00	8,71	7,77	6,4	22,88	38,07	33,96	27,97	100,00
BMI Pz9	6,02	0,26	0,65	6,93	86,83	3,79	9,38	100,00	0,35	0,92	4,7	5,97	5,86	15,41	78,73	100,00
BU Pz1/1	12,43	1,23	1,47	15,13	82,13	8,16	9,72	100,00	1,18	1,98	8,1	11,26	10,48	17,58	71,94	100,00
BU Pz1/2	8,53	1,65	1,33	11,51	74,15	14,30	11,56	100,00	0,83	1,46	8,1	10,39	7,99	14,05	77,96	100,00
BU Pz1/4	10,43	1,97	1,33	13,73	75,94	14,38	9,68	100,00	1,01	1,73	7,1	9,84	10,26	17,58	72,15	100,00
BU Pz1/5	7,58	1,65	1,48	10,71	70,82	15,36	13,82	100,00	1,01	0,85	6,3	8,16	12,38	10,42	77,21	100,00
BU Pz1/6	7,58	1,65	2,07	11,30	67,12	14,56	18,32	100,00	1,48	1,35	8,4	11,23	13,18	12,02	74,80	100,00
BU Pz10/1	9,28	2,22	1,66	13,16	70,51	16,87	12,61	100,00	0,55	2,04	10,2	12,79	4,30	15,95	79,75	100,00
BU Pz10/2	9,13	2,47	3,94	15,54	58,76	15,88	25,35	100,00	1,78	1,31	7,5	10,59	16,81	12,37	70,82	100,00
BU Pz10/4	8,88	1,81	2,81	13,50	65,78	13,40	20,81	100,00	1,01	2,08	10	13,09	7,72	15,89	76,39	100,00
BU Pz11/2	9,58	2,47	1,31	13,36	71,72	18,47	9,81	100,00	0,72	0,81	6,1	7,63	9,44	10,62	79,95	100,00
BU Pz11/3	9,58	1,48	1,13	12,19	78,59	12,15	9,27	100,00	0,7	0,81	5,9	7,41	9,45	10,93	79,62	100,00
BU Pz11/4	4,99	1,56	0,68	7,23	68,99	21,61	9,40	100,00	0,57	0,62	7,1	8,29	6,88	7,48	85,65	100,00
BU Pz11/5	7,88	2,30	1,51	11,70	67,40	19,69	12,91	100,00	0,58	0,65	7,1	8,33	6,96	7,80	85,23	100,00
BU Pz11/6	7,05	2,47	1,38	10,9	64,68	22,66	12,66	100,00	0,7	0,54	7,8	9,04	7,74	5,97	86,28	100,00
BU Pz12/3	7,34	2,55	0,99	10,88	67,45	23,45	9,10	100,00	0,33	1	7	8,33	3,96	12,00	84,03	100,00
BU Pz13/1	10,83	2,22	1,63	14,68	73,77	15,13	11,10	100,00	0,77	1,04	6,3	8,11	9,49	12,82	77,68	100,00
BU Pz13/2	11,63	1,73	1,34	14,69	79,12	11,76	9,12	100,00	0,64	1,08	7,4	9,12	7,02	11,84	81,14	100,00
BU Pz14/2	8,68	1,32	0,77	10,77	80,63	12,22	7,15	100,00	0,38	0,35	4,3	5,03	7,55	6,96	85,49	100,00
BU Pz14/3	9,13	1,15	0,82	11,10	82,24	10,37	7,39	100,00	2,5	0,31	5,7	8,51	29,38	3,64	66,98	100,00
BU Pz14/4	9,08	1,07	0,39	10,54	86,16	10,15	3,70	100,00	0,29	0,46	5,5	6,25	4,64	7,36	88,00	100,00
BU Pz14/5	6,59	1,15	0,46	8,20	80,34	14,05	5,61	100,00	0,33	0,23	6,1	6,66	4,95	3,45	91,59	100,00
BU Pz14/6	4,34	0,81	0,39	5,54	78,40	14,56	7,04	100,00	0,24	0,23	6,2	6,67	3,60	3,45	92,95	100,00
BU Pz14/7	7,19	1,32	0,46	8,96	80,18	14,69	5,13	100,00	0,29	0,23	5	5,52	5,25	4,17	90,58	100,00
BU Pz14/8	7,09	1,23	0,29	8,61	82,30	14,33	3,37	100,00	0,41	0,35	5,5	6,26	6,55	5,59	87,86	100,00
BU Pz14/9	5,54	0,99	0,55	7,08	78,28	13,95	7,77	100,00	0,34	0,4	5,3	6,04	5,63	6,62	87,75	100,00
BU Pz2/2	11,18	2,71	1,82	15,71	71,14	17,28	11,58	100,00	0,91	1,19	7,1	9,2	9,89	12,93	77,17	100,00
BU Pz2/3	10,38	2,55	1,68	14,61	71,04	17,46	11,50	100,00	1,05	1,42	7,1	9,57	10,97	14,84	74,19	100,00
BU Pz2/4	11,13	1,89	1,42	14,44	77,06	13,10	9,83	100,00	1,03	1,27	7,8	10,1	10,20	12,57	77,23	100,00
BU Pz2/5	6,04	2,47	1,51	10,02	60,28	24,64	15,08	100,00	1,17	0,96	7,6	9,73	12,02	9,87	78,11	100,00
BU Pz2/6	5,09	1,97	1,38	8,44	60,28	23,38	16,34	100,00	1,03	1,1	7,5	9,63	10,70	11,42	77,88	100,00
BU Pz2/7	4,74	2,14	1,51	8,39	56,51	25,49	18,00	100,00	0,89	1,15	6,4	8,44	10,55	13,63	75,83	100,00
BU Pz2/8	10,23	2,06	1,12	13,41	76,30	15,34	8,35	100,00	0,91	1,1	7,4	9,41	9,67	11,69	78,64	100,00
BU Pz2/9	7,39	1,65	1,29	10,32	71,56	15,94	12,50	100,00	0,86	1,08	7,6	9,54	9,01	11,32	79,66	100,00
BU Pz3/1	4,29	2,06	0,73	7,08	60,63	29,06	10,31	100,00	0,44	0,71	6,8	7,95	5,53	8,93	85,53	100,00
BU Pz3/2	9,08	2,30	1,54	12,93	70,26	17,82	11,91	100,00	0,86	1,12	7,3	9,28	9,27	12,07	78,66	100,00
BU Pz3/3	7,58	2,30	0,74	10,63	71,37	21,67	6,96	100,00	0,65	1,27	6	7,92	8,21	16,04	75,76	100,00
BU Pz3/4	5,29	0,99	0,81	7,09	74,64	13,93	11,43	100,00	0,52	0,62	6	7,14	7,28	8,68	84,03	100,00
BU Pz4/2	10,23	2,47	1,01	13,71	74,63	18,00	7,37	100,00	0,63	0,65	7,1	8,38	7,52	7,76	84,73	100,00
BU Pz4/3	9,73	2,55	1,32	13,60	71,54	18,75	9,71	100,00	0,68	1,25	6,5	8,43	8,07	14,83	77,11	100,00
BU Pz4/4	7,14	2,06	3,73	12,92	55,22	15,92	28,86	100,00	0,54	0,94	7,6	9,08	5,95	10,35	83,70	100,00
BU Pz4/2	7,24	2,22	1,31	10,77	67,20	20,63	12,17	100,00	0,52	1,27	6,1	7,89	6,59	16,10	77,31	100,00
BU Pz4/7	6,19	1,81	1,16	9,16	67,57	19,76	12,67	100,00	0,69	1,4	5,1	7,19	9,60	19,47	70,93	100,00
BU Pz5/2	11,43	2,39	1,19	15,00	76,17	15,90	7,93	100,00	0,57	0,65	7,7	8,92	6,39	7,29	86,32	100,00
BU Pz5/3	12,08	1,89	1,09	15,06	80,20	12,57	7,24	100,00	0,44	0,56	7,3	8,3	5,30	6,75	87,95	100,00
BU Pz5/4	11,43	2,14	0,77	14,34	79,71	14,92	5,37	100,00	0,44	0,6	7,7	8,74	5,03	6,86	88,10	100,00
BU Pz5/5	6,44	1,73	0,68	8,84	72,78	19,53	7,69	100,00	0,4	0,54	7,8	8,74	4,58	6,18	89,24	100,00
BU Pz5/6	8,73	1,81	0,94	11,48	76,05	15,76	8,19	100,00	0,39	0,54	7,1	8,03	4,86	6,72	88,42	100,00
BU Pz5/7	8,53	1,56	0,45	10,55	80,91	14,82	4,27	100,00	0,5	0,5	7,4	8,4	5,95	5,95	88,10	100,00
BU Pz5/8	7,19	1,32	0,81	9,31	77,17	14,13	8,70	100,00	0,53	0,65	7,5	8,68	6,11	7,49	86,41	100,00
BU Pz6/1	5,69	3,04	1,21	9,94	57,22	30,61	12,17	100,00	0,46	0,46	8,1	9,02	5,10	5,10	89,80	100,00
BU Pz6/2	7,93	2,71	1,29	11,94	66,46	22,74	10,81	100,00	0,47	0,48	7,3	8,25	5,70	5,82	88,48	100,00
BU Pz6/3	7,53	2,96	0,94	11,44	65,89	25,90	8,22	100,00	0,58	0,54	8,1	9,22	6,29	5,86	87,85	100,00
BU Pz6/4	6,19	2,55	1,16	9,90	62,52	25,77	11,72	100,00	0,56	0,52	8,5	9,58	5,85	5,43	88,73	100,00
BU Pz7/2	9,68	2,22	1,75	13,65	70,91	16,27	12,82	100,00	0,63	1,1	6,3	8,03	7,85	13,70	78,46	100,00
BU Pz7/3	5,14	1,23	1,02	7,39	69,52	16,69	13,80	100,00	2,65	0,65	25,1	28,4	9,33	2,29	88,38	100,00

CONVERSIONE DATI IN meq/l PER DIAGRAMMI DI PIPER																	
ID	Bottom	Left	DIAMOND	total	Bottom	Left	DIAMOND	%	Bottom	Right	DIAMOND		Bottom	Right	DIAMOND	%
	Ca	Mg	Na + K		Ca	Mg	Na + K	total	Cl + F	SO4	HCO3 + CO3	total	Cl + F	SO4	HCO3 + CO3	total
BU Pz7/4	5,94	0,55	0,20	6,69	88,77	8,24	2,99	100,00	0,28	0,58	2,3	3,16	8,86	18,35	72,78	100,00
BU Pz7/5	2,69	0,61	0,57	3,87	69,57	15,72	14,72	100,00	0,92	0,67	2,1	3,69	24,93	18,16	56,91	100,00
BU Pz7/6	6,64	1,65	1,07	9,36	70,94	17,63	11,43	100,00	0,59	0,83	10,1	11,52	5,12	7,20	87,67	100,00
BU Pz7/6	6,74	1,65	0,81	9,19	73,29	17,90	8,81	100,00	0,62	1,17	5,3	7,09	8,74	16,50	74,75	100,00
BU Pz7/7	4,99	1,23	0,73	6,95	71,76	17,74	10,50	100,00	0,47	0,87	8,1	9,44	4,98	9,22	85,81	100,00
BU Pz8/1	2,93	0,71	3,35	7,00	41,92	10,21	47,86	100,00	1,4	1	8,8	11,2	12,50	8,93	78,57	100,00
BU Pz8/2	9,48	2,63	4,48	16,59	57,14	15,86	27,00	100,00	0,97	1,42	7,7	10,09	9,61	14,07	76,31	100,00
BU Pz8/3	6,44	2,30	6,37	15,11	42,60	15,24	42,16	100,00	0,67	0,69	8,9	10,26	6,53	6,73	86,74	100,00
BU Pz8/4	3,19	1,81	5,56	10,56	30,23	17,13	52,63	100,00	0,74	0,73	7,1	8,57	8,63	8,52	82,85	100,00
BU Pz8/5	2,59	0,78	0,68	4,06	63,97	19,27	16,76	100,00	0,92	0,71	7,9	9,53	9,65	7,45	82,90	100,00
BU Pz8/6	5,14	1,73	8,51	15,38	33,42	11,23	55,34	100,00	0,56	0,52	5,5	6,58	8,51	7,90	83,59	100,00
BU Pz8/7	3,29	1,48	0,74	5,51	59,73	26,85	13,42	100,00	0,64	0,46	8	9,1	7,03	5,05	87,91	100,00
BU Pz8/8	2,69	0,82	5,86	9,38	28,74	8,77	62,49	100,00	0,56	0,52	4,2	5,28	10,61	9,85	79,55	100,00
BU Pz9/1	5,49	1,40	1,38	8,27	66,39	16,92	16,69	100,00	0,72	0,81	7,2	8,73	8,25	9,28	82,47	100,00
BU Pz9/2	8,48	1,89	2,68	13,06	64,98	14,49	20,53	100,00	1,01	0,85	13,6	15,46	6,53	5,50	87,97	100,00
BU Pz9/3	7,83	1,81	2,03	11,67	67,11	15,50	17,39	100,00	1,09	1,04	7,5	9,63	11,32	10,80	77,88	100,00
BU Pz9/4	6,24	1,56	3,25	11,05	56,45	14,14	29,41	100,00	0,95	0,92	8,5	10,37	9,16	8,87	81,97	100,00
BU Sg1/1	9,13	1,97	1,98	13,09	69,78	15,09	15,13	100,00	0,69	0,6	6,1	7,39	9,34	8,12	82,54	100,00
BU Sg1/2	9,23	1,89	17,49	28,61	32,26	6,61	61,12	100,00	1,01	19,07	6,9	26,98	3,74	70,68	25,57	100,00
BU Sg2/1	5,79	1,81	4,66	12,26	47,22	14,76	38,02	100,00	0,81	1,08	5	6,89	11,76	15,67	72,57	100,00
BU Sg2/2	8,08	1,56	7,21	16,86	47,96	9,27	42,77	100,00	0,82	7	5,9	13,72	5,98	51,02	43,00	100,00
DM Pz2	3,82	0,10	0,33	4,25	89,82	2,42	7,76	100,00	0,34	0,11	3,5	3,95	8,61	2,78	88,61	100,00
DM Pz3/1	6,84	0,38	0,67	7,88	86,70	4,80	8,50	100,00	0,43	0,2	4,4	5,03	8,55	3,98	87,48	100,00
DM Pz3/2	9,88	0,82	0,74	11,44	86,34	7,19	6,47	100,00	0,52	0,21	4,9	5,63	9,24	3,73	87,03	100,00
DM Pz4/1	6,19	1,82	0,95	8,96	69,06	20,34	10,60	100,00	0,66	1,42	3,6	5,68	11,62	25,00	63,38	100,00
DM Pz4/2	8,03	2,82	0,83	11,69	68,74	24,15	7,10	100,00	0,83	1,67	4,4	6,9	12,03	24,20	63,77	100,00
DM Pz5/1	6,79	0,63	0,87	8,28	81,95	7,55	10,51	100,00	0,52	0,48	4,5	5,5	9,45	8,73	81,82	100,00
DM Pz5/2	8,13	0,58	1,27	9,99	81,44	5,85	12,72	100,00	0,84	0,65	4,9	6,39	13,15	10,17	76,68	100,00
DM S1a/4	4,34	0,17	0,54	5,05	85,90	3,42	10,68	100,00	0,3	0,27	4	4,57	6,56	5,91	87,53	100,00
DM S1a/5	4,39	0,16	0,78	5,33	82,43	2,93	14,64	100,00	0,44	0,19	4,2	4,83	9,11	3,93	86,96	100,00
DM S1b/4	4,79	1,07	0,59	6,45	74,27	16,58	9,15	100,00	0,6	1,75	4,6	6,95	8,63	25,18	66,19	100,00
DM S1b/5	5,04	0,20	0,46	5,70	88,46	3,47	8,07	100,00	0,49	0,15	3,7	4,34	11,29	3,46	85,25	100,00
DM S1c/4	4,74	1,07	0,59	6,40	74,07	16,71	9,22	100,00	0,62	1,71	3,9	6,23	9,95	27,45	62,60	100,00
DM S1c/5	4,14	0,99	0,68	5,81	71,30	16,99	11,71	100,00	0,68	1,27	3,9	5,85	11,62	21,71	66,67	100,00
DM S1c/6	3,95	1,03	0,66	5,64	70,07	18,23	11,70	100,00	0,61	1,32	3,8	5,73	10,65	23,04	66,32	100,00
DM S1d/2	4,74	1,07	0,63	6,44	73,61	16,61	9,78	100,00	0,62	1,75	4	6,37	9,73	27,47	62,79	100,00
DM S1e/2	4,79	1,07	0,59	6,45	74,27	16,58	9,15	100,00	0,62	1,75	4	6,37	9,73	27,47	62,79	100,00
DM S1f/2	4,79	1,07	0,59	6,45	74,27	16,58	9,15	100,00	0,62	1,73	4	6,35	9,76	27,24	62,99	100,00
DM Sg1/1	4,44	1,07	0,57	6,08	73,04	17,59	9,37	100,00	0,7	2	3,9	6,6	10,61	30,30	59,09	100,00
DM Sg1/3	4,79	1,15	0,63	6,57	72,89	17,52	9,59	100,00	0,62	1,77	4,1	6,49	9,55	27,27	63,17	100,00
DM Sg1/9	4,54	1,07	0,61	6,22	72,98	17,21	9,81	100,00	0,58	1,76	3,6	5,94	9,76	29,63	60,61	100,00
DM Sg2/1	3,84	0,16	0,39	4,40	87,39	3,74	8,87	100,00	0,35	0,23	5,6	6,18	5,66	3,72	90,61	100,00
DM Sg2/8	3,69	0,12	0,32	4,14	89,28	2,98	7,74	100,00	0,46	0,17	2,9	3,53	13,03	4,82	82,15	100,00
DM Sg2/9	4,47	0,17	0,38	5,02	89,10	3,33	7,57	100,00	0,37	0,21	3,7	4,28	8,64	4,91	86,45	100,00
DM Sg3/1	3,14	0,12	0,33	3,60	87,40	3,43	9,17	100,00	0,49	0,21	3,8	4,5	10,89	4,67	84,44	100,00
DM Sg3/3	3,44	0,10	0,31	3,85	89,30	2,65	8,05	100,00	0,38	0,12	3,6	4,1	9,27	2,93	87,80	100,00
DM Sg4/1	6,64	0,44	0,57	7,64	86,84	5,70	7,46	100,00	0,4	0,21	4,3	4,91	8,15	4,28	87,58	100,00
DM Sg4/2	7,63	0,64	0,48	8,76	87,19	7,33	5,48	100,00	0,4	0,23	5,1	5,73	6,98	4,01	89,01	100,00
DUM Pz2	10,03	0,72	0,87	11,62	86,35	6,16	7,49	100,00	0,29	0,15	4,3	4,74	6,12	3,16	90,72	100,00
DUM Pz3/1	6,34	0,34	0,69	7,36	86,05	4,58	9,37	100,00	0,35	0,29	5,1	5,74	6,10	5,05	88,85	100,00
DUM Pz3/2	8,63	0,39	0,61	9,63	89,65	4,02	6,33	100,00	0,36	0,29	5	5,65	6,37	5,13	88,50	100,00
DUM Pz4/1	6,69	0,28	0,69	7,66	87,33	3,65	9,01	100,00	0,38	0,17	4,9	5,45	6,97	3,12	89,91	100,00
DUM Pz4/2	9,08	0,30	0,85	10,23	88,79	2,90	8,31	100,00	0,49	0,18	4,8	5,47	8,96	3,29	87,75	100,00
DUM Sg1/1	3,89	1,32	0,38	5,59	69,65	23,55	6,80	100,00	0,28	1,56	4,8	6,64	4,22	23,49	72,29	100,00
DUM Sg1/6	6,09	0,35	0,53	6,97	87,32	5,07	7,60	100,00	0,32	0,16	4,4	4,88	6,56	3,28	90,16	100,00
DUM Sg2/1	3,64	0,99	0,32	4,95	73,59	19,94	6,46	100,00	0,33	1,62	5,4	7,35	4,49	22,04	73,47	100,00
DUM Sg2/6	4,29	0,16	0,59	5,05	85,05	3,26	11,69	100,00	0,3	0,27	2,8	3,37	8,90	8,01	83,09	100,00
DUM Sg3/1	5,14	1,40	0,80	7,34	70,04	19,06	10,90	100,00	0,67	1,79	7,2	9,66	6,94	18,53	74,53	100,00
DUM Sg4/1	4,44	0,40	1,23	6,07	73,11	6,64	20,25	100,00	0,41	0,37	2,6	3,38	12,13	10,95	76,92	100,00
DUM Sg4/2	5,74	0,43	1,80	7,97	72,04	5,37	22,60	100,00	0,61	0,69	2,6	3,9	15,64	17,69	66,67	100,00
DUM Sg5/1	4,74	0,48	1,59	6,81	69,64	7,01	23,36	100,00	0,41	0,42	3,2	4,03	10,17	10,42	79,40	100,00

CONVERSIONE DATI IN meq/l PER DIAGRAMMI TERNARI													
Site	ID	Ca		Mg		Na		HCO3		Cl		SO4	
		mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l
BMI	BMI Pz1	79,1	3,95	5,15	0,42	36,9	1,61	275	4,5	26,5	0,75	28	0,58
BMI	BMI Pz3	127,5	6,36	6,44	0,53	11,1	0,48	293	4,8	17,8	0,5	31,5	0,66
BMI	BMI Pz4	127,9	6,38	8,12	0,67	27	1,17	183	3	17,2	0,49	19,7	0,41
BMI	BMI Pz5	131	6,54	7,3	0,60	17	0,74	140	2,3	20	0,56	30	0,62
BMI	BMI Pz9	120,6	6,02	3,19	0,26	12,3	0,54	214	3,5	12	0,34	44,2	0,92
BU	BU Pz1/1	249	12,43	15	1,23	33	1,44	488	8	41	1,16	95	1,98
BU	BU Pz1/2	171	8,53	20	1,65	30	1,30	488	8	28	0,79	70	1,46
BU	BU Pz1/4	209	10,43	24	1,97	30	1,30	427	7	35	0,99	83	1,73
BU	BU Pz1/5	152	7,58	20	1,65	33	1,44	378	6,2	35	0,99	41	0,85
BU	BU Pz1/6	152	7,58	20	1,65	47	2,04	506	8,3	52	1,47	65	1,35
BU	BU Pz10/1	186	9,28	27	2,22	36	1,57	616	10,1	19	0,54	98	2,04
BU	BU Pz10/2	183	9,13	30	2,47	90	3,91	452	7,4	62	1,75	63	1,31
BU	BU Pz10/4	178	8,88	22	1,81	64	2,78	604	9,9	35	0,99	100	2,08
BU	BU Pz11/1	78	3,89	15,1	1,24	26,1	1,14	439	7,2	15	0,42	11,2	0,23
BU	BU Pz11/2	192	9,58	30	2,47	26	1,13	366	6	25	0,71	39	0,81
BU	BU Pz11/3	192	9,58	18	1,48	22	0,96	354	5,8	24	0,68	39	0,81
BU	BU Pz11/4	100	4,99	19	1,56	15	0,65	427	7	20	0,56	30	0,62
BU	BU Pz11/5	158	7,88	28	2,30	34	1,48	427	7	20	0,56	31	0,65
BU	BU Pz11/6	141	7,05	30	2,47	48	1,35	470	7,7	24	0,68	26	0,54
BU	BU Pz11/7	116	5,79	23	1,89	42	1,83	470	7,7	19	0,54	32	0,67
BU	BU Pz12/1	62,6	3,12	9,17	0,75	4,5	0,22	189	3,1	7,03	0,2	10,8	0,22
BU	BU Pz12/2	65	3,24	14	1,15	10	0,43	226	3,7	13	0,37	16	0,33
BU	BU Pz12/3	147	7,34	31	2,55	19	0,83	421	6,9	11	0,31	48	1
BU	BU Pz12/4	178	8,88	41	3,37	16	0,70	476	7,8	16	0,45	71	1,48
BU	BU Pz12/5	131	6,54	31	2,55	25	1,09	506	8,3	12	0,34	63	1,31
BU	BU Pz13/1	217	10,83	27	2,22	31	1,35	378	6,2	27	0,76	50	1,04
BU	BU Pz13/2	233	11,63	21	1,73	26	1,13	445	7,3	22	0,62	52	1,08
BU	BU Pz14/1	80,7	4,03	8,8	0,72	5,49	0,24	311	5,1	8,54	0,24	13,4	0,28
BU	BU Pz14/2	174	8,68	16	1,32	14	0,61	256	4,2	13	0,37	17	0,35
BU	BU Pz14/3	183	9,13	14	1,15	15	0,65	342	5,6	88	2,48	15	0,31
BU	BU Pz14/4	182	9,08	13	1,07	8,2	0,36	329	5,4	9,5	0,27	22	0,46
BU	BU Pz14/5	132	6,59	14	1,15	9,9	0,43	366	6	11	0,31	11	0,23
BU	BU Pz14/6	87	4,34	9,8	0,81	8,3	0,36	372	6,1	7,8	0,22	11	0,23
BU	BU Pz14/7	144	7,19	16	1,32	10	0,43	299	4,9	9,4	0,27	11	0,23
BU	BU Pz14/8	142	7,09	15	1,23	6	0,26	329	5,4	14	0,39	17	0,35
BU	BU Pz14/9	111	5,54	12	0,99	12	0,52	317	5,2	11	0,31	19	0,4
BU	BU Pz2/1	112	5,59	16,8	1,38	15,5	0,67	445	7,3	19,8	0,56	31,9	0,66
BU	BU Pz2/2	224	11,18	33	2,71	38	1,65	427	7	32	0,9	57	1,19
BU	BU Pz2/3	208	10,38	31	2,55	35	1,52	427	7	37	1,04	68	1,42
BU	BU Pz2/4	223	11,13	23	1,89	32	1,39	470	7,7	36	1,02	61	1,27
BU	BU Pz2/5	121	6,04	30	2,47	34	1,48	458	7,5	40	1,13	46	0,96
BU	BU Pz2/6	102	5,09	24	1,97	31	1,35	452	7,4	36	1,02	53	1,1
BU	BU Pz2/7	95	4,74	26	2,14	34	1,48	384	6,3	31	0,87	55	1,15
BU	BU Pz2/8	205	10,23	25	2,06	25	1,09	445	7,3	32	0,9	53	1,1
BU	BU Pz2/9	148	7,39	20	1,65	29	1,26	458	7,5	30	0,85	52	1,08
BU	BU Pz3/1	86	4,29	25	2,06	16	0,70	409	6,7	15	0,42	34	0,71
BU	BU Pz3/2	182	9,08	28	2,30	31	1,35	439	7,2	30	0,85	54	1,12
BU	BU Pz3/3	152	7,58	28	2,30	16	0,70	356	5,9	22	0,62	61	1,27
BU	BU Pz3/4	106	5,29	12	0,99	18	0,78	356	5,9	18	0,51	30	0,62
BU	BU Pz4/1	105	5,24	17,1	1,41	16,1	0,70	317	5,2	16,2	0,46	78,8	1,64
BU	BU Pz4/2	205	10,23	30	2,47	23	1,00	427	7	22	0,62	31	0,65
BU	BU Pz4/3	195	9,73	31	2,55	28	1,22	391	6,4	23	0,65	60	1,25
BU	BU Pz4/4	143	7,14	25	2,06	85	3,70	458	7,5	18	0,51	45	0,94
BU	BU Pz4/6	145	7,24	17	1,40	28	1,22	366	6	17	0,48	61	1,27
BU	BU Pz4/7	124	6,19	22	1,81	26	1,13	305	5	22	0,62	67	1,4
BU	BU Pz5/1	104	5,19	15,5	1,28	13,8	0,60	421	6,9	16,9	0,48	33,9	0,71

CONVERSIONE DATI IN meq/l PER DIAGRAMMI TERNARI													
Site	ID	Ca		Mg		Na		HCO3		Cl		SO4	
		mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l
BU	BU Pz5/2	229	11,43	29	2,39	24	1,04	464	7,6	20	0,56	31	0,65
BU	BU Pz5/3	242	12,08	23	1,89	23	1,00	439	7,2	15	0,42	27	0,56
BU	BU Pz5/4	229	11,43	26	2,14	17	0,74	464	7,6	15	0,42	29	0,6
BU	BU Pz5/5	129	6,44	21	1,73	15	0,65	470	7,7	14	0,39	26	0,54
BU	BU Pz5/6	175	8,73	22	1,81	21	0,91	427	7	13	0,37	26	0,54
BU	BU Pz5/7	171	8,53	19	1,56	9,7	0,42	445	7,3	17	0,48	24	0,5
BU	BU Pz5/8	144	7,19	16	1,32	18	0,78	452	7,4	18	0,51	31	0,65
BU	BU Pz6/1	114	5,69	37	3,04	26	1,13	488	8	16	0,45	22	0,46
BU	BU Pz6/2	159	7,93	33	2,71	29	1,26	439	7,2	16	0,45	23	0,48
BU	BU Pz6/3	151	7,53	36	2,96	21	0,91	488	8	20	0,56	26	0,54
BU	BU Pz6/4	124	6,19	31	2,55	26	1,13	513	8,4	19	0,54	25	0,52
BU	BU Pz7/1	59,3	2,96	7,2	0,59	5,18	0,23	128	2,1	6,37	0,18	23,7	0,49
BU	BU Pz7/2	194	9,68	27	2,22	36	1,57	378	6,2	22	0,62	53	1,1
BU	BU Pz7/4	119	5,94	6,7	0,55	4	0,17	134	2,2	5,8	0,16	28	0,58
BU	BU Pz7/5	54	2,69	7,4	0,61	12	0,52	122	2	32	0,9	32	0,67
BU	BU Pz7/6	133	6,64	20	1,65	22	0,96	610	10	20	0,56	40	0,83
BU	BU Pz7/7	135	6,74	20	1,65	18	0,78	317	5,2	21	0,59	56	1,17
BU	BU Pz7/8	100	4,99	15	1,23	16	0,70	488	8	16	0,45	42	0,87
BU	BU Pz8/2	190	9,48	32	2,63	98	4,26	437	7,6	34	0,96	68	1,42
BU	BU Pz8/3	129	6,44	28	2,30	142	6,18	537	8,8	23	0,65	33	0,69
BU	BU Pz8/5	52	2,59	9,5	0,78	14	0,61	476	7,8	32	0,9	34	0,71
BU	BU Pz8/7	66	3,29	18	1,48	16,3	0,71	482	7,9	22	0,62	22	0,46
BU	BU Pz9/1	110	5,49	17	1,40	31	1,35	433	7,1	29	0,71	39	0,81
BU	BU Pz9/2	170	8,48	23	1,89	61	2,65	833	13,5	35	0,99	41	0,85
BU	BU Pz9/3	157	7,83	22	1,81	46	2,00	452	7,4	38	1,07	50	1,04
BU	BU Pz9/4	125	6,24	19	1,56	74	3,22	513	8,4	33	0,93	44	0,92
BU	BU Sg1/1	183	9,13	24	1,97	39	1,70	366	6	24	0,68	29	0,6
BU	BU Sg2/1	116	5,79	22	1,81	93	4,05	244	4	27	0,76	52	1,08
DM	DM Pz1/1	88	4,39	13,00	1,07	32	1,39	311	5,1	72	2,03	84	1,75
DM	DM Pz1/2	89	4,44	12,50	1,03	20	0,87	275	4,6	32	0,58	65,2	1,36
DM	DM Pz1/4	87	4,34	4,70	0,39	33	1,44	305	5	51	1,44	10	0,21
DM	DM Pz1/5	120	5,99	13,00	1,07	15	0,65	427	7	20	0,56	77	1,6
DM	DM Pz1/6	114	5,69	6,10	0,50	16	0,70	366	6	11	0,31	32	0,67
DM	DM Pz2	77	3,82	1,25	0,10	7,1	0,31	152	2,5	11,8	0,33	5,4	0,11
DM	DM Pz3/1	137	6,84	4,60	0,38	12	0,52	262	4,3	15	0,42	9,6	0,2
DM	DM Pz3/2	198	9,88	10,00	0,82	14	0,61	293	4,8	18	0,51	10	0,21
DM	DM Pz4/1	124	6,19	16,00	1,32	19	0,83	214	3,5	23	0,65	68	1,42
DM	DM Pz4/2	161	8,03	15,00	1,23	16	0,70	262	4,3	28	0,79	80	1,67
DM	DM Pz5/1	136	6,79	7,60	0,63	17	0,74	268	4,4	18	0,51	23	0,48
DM	DM Pz5/2	163	8,13	7,10	0,58	25	1,09	293	4,8	29	0,82	31	0,65
DM	DM S1a/2	64	3,19	4,80	0,39	3,3	0,14	311	5,1	32	0,9	11	0,23
DM	DM S1a/3	94	4,69	12,00	0,99	8,5	0,37	183	3	11	0,31	99	2,06
DM	DM S1a/4	87	4,34	2,10	0,17	12	0,52	183	3	10	0,28	13	0,27
DM	DM S1a/5	88	4,39	1,90	0,16	17	0,74	195	3,2	15	0,42	9	0,19
DM	DM S1b/1	80	3,99	13,00	1,07	13	0,57	391	6,4	22	0,62	84	1,75
DM	DM S1b/2	55	2,74	1,50	0,12	2,7	0,12	366	6	17	0,48	8,3	0,17
DM	DM S1b/3	101	5,04	14,00	1,15	7,9	0,34	320	3,6	14	0,39	90	1,87
DM	DM S1b/4	96	4,79	13,00	1,07	13	0,57	220	3,6	21	0,59	84	1,75
DM	DM S1b/5	101	5,04	2,40	0,20	10	0,43	165	2,7	17	0,48	7	0,15
DM	DM S1c/2	57	2,84	14,00	1,15	8,6	0,37	397	6,5	30	0,85	89	1,85
DM	DM S1c/3	80	3,99	2,00	0,16	14	0,61	177	2,9	22	0,62	10	0,21
DM	DM S1c/4	95	4,74	13,00	1,07	13	0,57	177	2,9	21	0,59	82	1,71
DM	DM S1c/5	83	4,14	12,00	0,99	15	0,65	177	2,9	23	0,65	61	1,27
DM	DM S1c/6	79	3,95	12,50	1,03	14,4	0,63	171	2,8	20,7	0,58	65,2	1,32
DM	DM S1d/2	95	4,74	13,00	1,07	14	0,61	183	3	21	0,59	84	1,75

CONVERSIONE DATI IN meq/l PER DIAGRAMMI TERNARI													
Site	ID	Ca		Mg		Na		HCO3		Cl		SO4	
		mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l	mg/l	Meq/l
DM	DM S1e/2	96	4,79	13,00	1,07	13	0,57	183	3	21	0,59	84	1,75
DM	DM S1f/1	94	4,69	2,40	0,20	13	0,57	372	6,1	18	0,51	7	0,15
DM	DM S1f/2	96	4,79	13,00	1,07	13	0,57	183	3	21	0,59	83	1,73
DM	DM Sg1/1	89	4,44	13,00	1,07	12	0,52	232	3,8	24	0,68	96	2,00
DM	DM Sg1/2	91	4,54	2,10	0,17	13	0,57	262	4,3	24	0,68	13	0,27
DM	DM Sg1/3	86	4,29	13,00	1,07	15	0,65	372	6,1	27	0,55	84,6	1,76
DM	DM Sg1/4	97	4,84	2,03	0,17	15	0,65	421	6,9	29	0,82	10	0,21
DM	DM Sg1/5	87	4,34	5,10	0,42	13	0,57	305	5	25	0,71	39	0,81
DM	DM Sg1/6	112	5,59	3,30	0,27	15	0,65	354	5,8	22	0,62	14	0,29
DM	DM Sg1/7	90	4,49	3,50	0,29	14	0,61	189	3,1	21	0,59	36	0,75
DM	DM Sg1/8	96	4,79	14,00	1,15	14	0,61	189	3,1	21	0,59	85	1,77
DM	DM Sg1/9	91	4,54	13,00	1,07	13,4	0,58	159	2,6	19,6	0,55	84,6	1,76
DM	DM Sg2/1	77	3,84	2,00	0,16	8,6	0,37	336	5,5	12	0,34	11	0,23
DM	DM Sg2/2	76	3,79	1,50	0,12	10	0,43	329	5,4	13	0,37	8	0,17
DM	DM Sg2/3	78	3,89	12,00	0,99	7,7	0,33	323	5,3	19	0,54	61	1,27
DM	DM Sg2/4	89	4,44	1,24	0,10	8,4	0,04	305	5	15	0,42	5,95	0,12
DM	DM Sg2/5	85	4,24	5,50	0,45	7	0,30	342	5,6	14	0,39	20	0,42
DM	DM Sg2/6	124	6,19	13,00	1,07	7,9	0,34	250	4,1	10	0,28	79	1,64
DM	DM Sg2/7	11	0,55	1,40	0,12	7	0,30	110	1,8	9	0,25	9,4	0,2
DM	DM Sg2/8	74	3,69	1,50	0,12	7,1	0,31	116	1,9	16	0,45	8	0,17
DM	DM Sg2/9	90	4,47	2,03	0,17	8,4	0,37	165	2,7	12,6	0,36	10	0,21
DM	DM Sg3/1	63	3,14	1,50	0,12	7,2	0,31	226	3,7	17	0,48	10	0,21
DM	DM Sg3/2	62	3,09	14,00	1,15	7,8	0,34	244	4	17	0,48	85	1,77
DM	DM Sg3/3	69	3,44	1,24	0,10	6,9	0,30	159	2,6	13,1	0,37	5,95	0,12
DM	DM Sg4/1	133	6,64	5,30	0,44	11	0,48	256	4,2	14	0,39	10	0,21
DM	DM Sg4/2	153	7,63	7,80	0,64	10	0,43	305	5	14	0,39	11	0,23
DUM	DUM Pz1/1	48	2,40	4,29	0,35	43,5	1,89	159	2,6	14,4	0,41	38,5	0,8
DUM	DUM Pz1/2	50	2,50	3,79	0,31	24,2	1,05	183	3	21,3	0,6	19,1	0,4
DUM	DUM Pz2	201	10,03	8,70	0,72	16	0,70	256	4,2	10	0,28	7,2	0,15
DUM	DUM Pz3/1	127	6,34	4,10	0,34	14	0,61	305	5	12	0,34	14	0,29
DUM	DUM Pz3/2	173	8,63	4,70	0,39	12	0,52	299	4,9	12	0,34	14	0,29
DUM	DUM Pz4/1	134	6,69	3,40	0,28	14	0,61	293	4,8	13	0,37	8,1	0,17
DUM	DUM Pz4/2	182	9,08	3,60	0,30	18	0,78	287	4,7	17	0,48	8,7	0,18
DUM	DUM Sg1/1	78	3,89	16,00	1,32	8,3	0,36	287	4,7	9,3	0,26	7,5	1,56
DUM	DUM Sg1/2	79	3,94	1,80	0,15	11	0,48	391	6,4	12	0,34	9,1	0,19
DUM	DUM Sg1/3	81	4,04	1,40	0,12	10	0,43	384	6,3	18	0,51	8,6	0,18
DUM	DUM Sg1/4	99	4,94	1,70	0,14	10	0,43	305	5	17	0,48	79	1,64
DUM	DUM Sg1/5	98	4,89	1,30	0,11	77	3,35	324	5,3	13	0,37	64	1,33
DUM	DUM Sg1/6	122	6,09	4,30	0,35	12	0,52	256	4,2	11	0,31	7,6	0,16
DUM	DUM Sg2/1	73	3,64	12,00	0,99	7	0,3	323	5,3	11	0,31	7,8	1,62
DUM	DUM Sg2/2	70	3,49	2,30	0,19	13	0,57	427	7	11	0,31	16	0,33
DUM	DUM Sg2/3	77	3,84	1,70	0,14	9,3	0,40	329	5,4	16	0,45	13	0,27
DUM	DUM Sg2/4	88	4,39	2,20	0,18	14	0,61	336	5,5	14	0,39	18	0,37
DUM	DUM Sg2/5	103	5,14	1,70	0,14	10	0,43	378	6,2	10	0,28	12	0,25
DUM	DUM Sg2/6	86	4,29	2,00	0,16	12	0,52	165	2,7	10	0,28	13	0,27
DUM	DUM Sg2/7	85	4,24	1,95	0,16	12,1	0,53	140	2,3	10,5	0,3	12,6	0,26
DUM	DUM Sg2/8	86	4,28	2,04	0,17	11,9	0,52	171	2,8	9,93	0,28	13,4	0,28
DUM	DUM Sg3/1	103	5,14	17,00	1,40	18	0,78	433	7,1	23	0,65	8,1	1,79
DUM	DUM Sg3/2	113	5,64	2,00	0,16	29	1,26	415	6,8	80	2,26	12	0,25
DUM	DUM Sg3/3	118	5,89	1,80	0,15	38	1,65	354	5,8	125	3,53	16	0,33
DUM	DUM Sg3/4	115	5,74	1,80	0,15	23	1,00	140	2,3	49	1,38	11	0,23
DUM	DUM Sg3/5	112	5,59	1,50	0,12	15	0,65	372	6,1	23	0,65	73	1,52
DUM	DUM Sg4/1	89	4,44	4,90	0,40	23	1,00	153	2,5	14	0,39	18	0,37
DUM	DUM Sg4/2	115	5,74	5,20	0,43	36	1,57	153	2,5	19	0,54	33	0,69
DUM	DUM Sg5/1	95	4,74	5,80	0,48	31	1,35	189	3,1	14	0,39	20	0,42

CONVERSIONE DATI IN meq/l PER DIAGRAMMI TERNARI								
ID	Ca+HCO3	Na + Cl	Mg+SO4	total	Ca+HCO3	Na + Cl	Mg+SO4	total/%
BMI Pz1	8,45	2,36	1,00	11,81	0,7152039587	0,1998177103	0,0849783309	1,00
BMI Pz3	11,16	0,98	1,19	13,33	0,8372509325	0,0735070474	0,0892420200	1,00
BMI Pz4	9,38	1,66	1,08	12,12	0,7740978938	0,1369612279	0,0889408783	1,00
BMI Pz5	8,84	1,30	1,22	11,36	0,7780729051	0,1144622864	0,1074648084	1,00
BMI Pz9	9,52	0,88	1,18	11,58	0,8219038768	0,0759905588	0,1021055644	1,00
BU Pz1/1	20,43	2,60	3,21	26,24	0,7784239294	0,0990887332	0,1224873374	1,00
BU Pz1/2	16,53	2,09	3,11	21,73	0,7608971246	0,0961883095	0,1429145659	1,00
BU Pz1/4	17,43	2,29	3,70	23,42	0,7440886327	0,0977651677	0,1581461996	1,00
BU Pz1/5	13,78	2,43	2,50	18,71	0,7367584459	0,1298763186	0,1333652355	1,00
BU Pz1/6	15,88	3,51	3,00	22,39	0,7094575025	0,1567656546	0,1337768429	1,00
BU Pz10/1	19,38	2,11	4,26	25,75	0,7526022772	0,0819335940	0,1654641288	1,00
BU Pz10/2	16,53	5,66	3,78	25,97	0,6365790178	0,2179466883	0,1454742939	1,00
BU Pz10/4	18,78	3,77	3,89	26,44	0,7103171537	0,1425759813	0,1471068650	1,00
BU Pz11/1	11,09	1,56	1,47	14,12	0,7853229309	0,1104471656	0,1042299035	1,00
BU Pz11/2	15,58	1,84	3,28	20,70	0,7527427654	0,0888942337	0,1583630009	1,00
BU Pz11/3	15,38	1,64	2,29	19,31	0,7964564027	0,0849231016	0,1186204957	1,00
BU Pz11/4	11,99	1,21	2,18	15,38	0,7794314119	0,0786580847	0,1419105034	1,00
BU Pz11/5	14,88	2,04	2,95	19,88	0,7487934161	0,1026279765	0,1485786075	1,00
BU Pz11/6	14,75	2,03	3,01	19,79	0,7453259222	0,1025770591	0,1520970187	1,00
BU Pz11/7	13,49	2,37	2,56	18,42	0,7322509370	0,1286610522	0,1390880108	1,00
BU Pz12/1	6,22	0,42	0,97	7,62	0,8169677893	0,0551317667	0,1279004440	1,00
BU Pz12/2	6,94	0,80	1,48	9,23	0,7526673970	0,0867189156	0,1606136873	1,00
BU Pz12/3	14,24	1,14	3,55	18,93	0,7521767791	0,0602361565	0,1875870644	1,00
BU Pz12/4	16,68	1,15	4,85	22,69	0,7353843845	0,0506941673	0,2139214482	1,00
BU Pz12/5	14,84	1,43	3,86	20,13	0,7371613868	0,0710484618	0,1917901515	1,00
BU Pz13/1	17,03	2,11	3,26	22,40	0,7602119322	0,0941986628	0,1455894049	1,00
BU Pz13/2	18,93	1,75	2,81	23,48	0,8059322974	0,0745179059	0,1195497967	1,00
BU Pz14/1	9,13	0,48	1,00	10,61	0,8601507189	0,0452366366	0,0946126446	1,00
BU Pz14/2	12,88	0,98	1,67	15,53	0,8295932291	0,0631083143	0,1072984567	1,00
BU Pz14/3	14,73	3,13	1,46	19,32	0,7623768489	0,1619795143	0,0756436367	1,00
BU Pz14/4	14,48	0,63	1,53	16,64	0,8702364011	0,0378576942	0,0919059048	1,00
BU Pz14/5	12,59	0,74	1,38	14,71	0,8557506489	0,0503109728	0,0939383783	1,00
BU Pz14/6	10,44	0,58	1,04	12,06	0,8659601293	0,0481028261	0,0859370446	1,00
BU Pz14/7	12,09	0,70	1,55	14,33	0,8432706020	0,0488422598	0,1078871382	1,00
BU Pz14/8	12,49	0,65	1,58	14,72	0,8482343171	0,0441582480	0,1076074349	1,00
BU Pz14/9	10,74	0,83	1,39	12,96	0,8288706717	0,0640625423	0,1070667860	1,00
BU Pz2/1	12,89	1,23	2,04	16,16	0,7975334012	0,0761098302	0,1263567686	1,00
BU Pz2/2	18,18	2,55	3,90	24,63	0,7379580996	0,1035223857	0,1585195147	1,00
BU Pz2/3	17,38	2,56	3,97	23,91	0,7268783501	0,1070707584	0,1660508915	1,00
BU Pz2/4	18,83	2,41	3,16	24,40	0,7716347490	0,0987712435	0,1295940074	1,00
BU Pz2/5	13,54	2,61	3,43	19,58	0,6915628322	0,1333276038	0,1751095641	1,00
BU Pz2/6	12,49	2,37	3,07	17,93	0,6964265159	0,1321500863	0,1714233978	1,00
BU Pz2/7	11,04	2,35	3,29	16,68	0,6619262059	0,1408925237	0,1971812703	1,00
BU Pz2/8	17,53	1,99	3,16	22,68	0,7730390685	0,0877574460	0,1392034855	1,00
BU Pz2/9	14,89	2,11	2,73	19,72	0,7548096575	0,1069952175	0,1381951250	1,00
BU Pz3/1	10,99	1,12	2,77	14,88	0,7387690769	0,0752788609	0,1859520622	1,00
BU Pz3/2	16,28	2,20	3,42	21,91	0,7432854917	0,1004326566	0,1562818517	1,00
BU Pz3/3	13,48	1,32	3,57	18,38	0,7337397570	0,0718241499	0,1944360931	1,00
BU Pz3/4	11,19	1,29	1,61	14,09	0,7943315437	0,0915764698	0,1140919865	1,00
BU Pz4/1	10,44	1,16	3,05	14,65	0,7127785347	0,0792012489	0,2080202164	1,00
BU Pz4/2	17,23	1,62	3,12	21,97	0,7843211072	0,0737454465	0,1419334463	1,00
BU Pz4/3	16,13	1,87	3,80	21,80	0,7399085468	0,0857769839	0,1743144693	1,00
BU Pz4/4	14,64	4,21	3,00	21,84	0,6700627267	0,1927450391	0,1371922341	1,00
BU Pz4/2	13,24	1,70	2,67	17,61	0,7517825222	0,0965605749	0,1516569029	1,00
BU Pz4/7	11,19	1,75	3,21	16,15	0,6928424134	0,1083763753	0,1987812113	1,00
BU Pz5/1	12,09	1,08	1,99	15,15	0,7977466934	0,0712649672	0,1309883394	1,00

CONVERSIONE DATI IN meq/l PER DIAGRAMMI TERNARI								
ID	Ca+HCO3	Na + Cl	Mg+SO4	total	Ca+HCO3	Na + Cl	Mg+SO4	total/%
BU Pz5/2	19,03	1,60	3,04	23,66	0,8040953169	0,0676166842	0,1282879989	1,00
BU Pz5/3	19,28	1,42	2,45	23,15	0,8327249259	0,0613446097	0,1059304645	1,00
BU Pz5/4	19,03	1,16	2,74	22,93	0,8299371808	0,0505975589	0,1194652603	1,00
BU Pz5/5	14,14	1,04	2,27	17,44	0,8103981130	0,0596170714	0,1299848156	1,00
BU Pz5/6	15,73	1,28	2,35	19,36	0,8125326967	0,0661077095	0,1213595938	1,00
BU Pz5/7	15,83	0,90	2,06	18,80	0,8423588921	0,0478826599	0,1097584479	1,00
BU Pz5/8	14,59	1,29	1,97	17,84	0,8174952602	0,0723019145	0,1102028253	1,00
BU Pz6/1	13,69	1,58	3,50	18,77	0,7291892451	0,0841661740	0,1866445809	1,00
BU Pz6/2	15,13	1,71	3,19	20,04	0,7552398942	0,0853342787	0,1594258271	1,00
BU Pz6/3	15,53	1,47	3,50	20,51	0,7575638336	0,0716848304	0,1707513361	1,00
BU Pz6/4	14,59	1,67	3,07	19,33	0,7547481079	0,0864040142	0,1588478779	1,00
BU Pz7/1	5,06	0,41	1,08	6,55	0,7722159846	0,0625822161	0,1652017994	1,00
BU Pz7/2	15,88	2,19	3,32	21,39	0,7423716299	0,1023758485	0,1552525216	1,00
BU Pz7/4	8,14	0,33	1,13	9,60	0,8477837588	0,0343775356	0,1178387055	1,00
BU Pz7/5	4,69	1,42	1,28	7,39	0,6349763127	0,1920641355	0,1729595518	1,00
BU Pz7/6	16,64	1,52	2,48	20,64	0,8062015504	0,0736434109	0,1201550388	1,00
BU Pz7/6	11,94	1,37	2,82	16,12	0,7403964374	0,0849780778	0,1746254848	1,00
BU Pz7/7	12,99	1,15	2,10	16,24	0,7996821708	0,0707954643	0,1295223649	1,00
BU Pz8/2	17,08	5,22	4,05	26,35	0,6481510664	0,1980762861	0,1537726475	1,00
BU Pz8/3	15,24	6,83	2,99	25,06	0,6080132744	0,2725402889	0,1194464367	1,00
BU Pz8/5	10,39	1,51	1,49	13,40	0,7759453621	0,1127175439	0,1113370941	1,00
BU Pz8/7	11,19	1,33	1,94	14,46	0,7738721473	0,0919513948	0,1341764579	1,00
BU Pz9/1	12,59	2,06	2,21	16,86	0,7467901997	0,1222007406	0,1310090597	1,00
BU Pz9/2	21,98	3,64	2,74	28,37	0,7750027716	0,1283266946	0,0966705338	1,00
BU Pz9/3	15,23	3,07	2,85	21,15	0,7201584844	0,1451252760	0,1347162396	1,00
BU Pz9/4	14,64	4,15	2,48	21,27	0,6881595675	0,1951055392	0,1167348933	1,00
BU Sg1/1	15,13	2,38	2,57	20,09	0,7533448023	0,1184900768	0,1281651209	1,00
BU Sg2/1	9,79	4,81	2,89	17,49	0,5597149481	0,2750421440	0,1652429079	1,00
DM Pz1/1	9,49	3,42	2,82	15,73	0,6033583239	0,2174099843	0,1792316918	1,00
DM Pz1/2	9,04	1,45	2,39	12,88	0,7019819381	0,1125827396	0,1854353223	1,00
DM Pz1/4	9,34	2,88	0,60	12,82	0,7287679982	0,2246847791	0,0465472227	1,00
DM Pz1/5	12,99	1,21	2,67	16,87	0,7700049724	0,0717357788	0,1582592487	1,00
DM Pz1/6	11,69	1,01	1,17	13,87	0,8427006670	0,0728167628	0,0844825702	1,00
DM Pz2	6,32	0,64	0,21	7,17	0,8810590429	0,0892583793	0,0296825778	1,00
DM Pz3/1	11,14	0,94	0,58	12,65	0,8800122497	0,0742804594	0,0457072909	1,00
DM Pz3/2	14,68	1,12	1,03	16,83	0,8721170004	0,0665364509	0,0613465487	1,00
DM Pz4/1	9,69	1,48	2,74	13,90	0,6967585770	0,1064453585	0,1967960645	1,00
DM Pz4/2	12,33	1,49	2,90	16,73	0,7373274019	0,0890727963	0,1735998018	1,00
DM Pz5/1	11,19	1,25	1,11	13,54	0,8260766871	0,0923079229	0,0816153900	1,00
DM Pz5/2	12,93	1,91	1,23	16,08	0,8044463505	0,1187973015	0,0767563481	1,00
DM S1a/2	8,29	1,04	0,62	9,96	0,8328191849	0,1044336134	0,0627472017	1,00
DM S1a/3	7,69	0,68	3,05	11,42	0,6735648278	0,0595562068	0,2668789654	1,00
DM S1a/4	7,34	0,80	0,44	8,58	0,8552255559	0,0931958677	0,0515785763	1,00
DM S1a/5	7,59	1,16	0,35	9,10	0,8344272311	0,1275072907	0,0380654782	1,00
DM S1b/1	10,39	1,19	2,82	14,40	0,7215952819	0,0826305874	0,1957741307	1,00
DM S1b/2	8,74	0,60	0,29	9,64	0,9073039546	0,0622541813	0,0304418642	1,00
DM S1b/3	8,64	0,73	3,02	12,39	0,6972392485	0,0589108047	0,2438499468	1,00
DM S1b/4	8,39	1,16	2,82	12,37	0,6782959583	0,0937764006	0,2279276411	1,00
DM S1b/5	7,74	0,91	0,35	9,00	0,8602440869	0,1011408515	0,0386150616	1,00
DM S1c/2	9,34	1,22	3,00	13,57	0,6888034247	0,0899306693	0,2212659060	1,00
DM S1c/3	6,89	1,23	0,37	8,50	0,8111552367	0,1447647455	0,0440800178	1,00
DM S1c/4	7,64	1,16	2,78	11,58	0,6598058877	0,1001731467	0,2400209656	1,00
DM S1c/5	7,04	1,30	2,26	10,60	0,6643828719	0,1226544298	0,2129626983	1,00
DM S1c/6	6,75	1,21	2,35	10,31	0,6548823882	0,1173572931	0,2277603187	1,00
DM S1d/2	7,74	1,20	2,82	11,76	0,6582102125	0,1020412528	0,2397485347	1,00

CONVERSIONE DATI IN meq/l PER DIAGRAMMI TERNARI								
ID	Ca+HCO3	Na + Cl	Mg+SO4	total	Ca+HCO3	Na + Cl	Mg+SO4	total/%
DM S1e/2	7,79	1,16	2,82	11,77	0,6618962228	0,0985569068	0,2395468704	1,00
DM S1f/1	10,79	1,08	0,35	12,22	0,8831701368	0,0883937952	0,0284360680	1,00
DM S1f/2	7,79	1,16	2,80	11,75	0,6630228690	0,0987246654	0,2382524656	1,00
DM Sg1/1	8,24	1,20	3,07	12,51	0,6587335313	0,0959190558	0,2453474129	1,00
DM Sg1/2	8,84	1,25	0,44	10,53	0,8393006608	0,1186670664	0,0420322728	1,00
DM Sg1/3	10,39	1,20	2,83	14,42	0,7205829549	0,0832128602	0,1962041850	1,00
DM Sg1/4	11,74	1,47	0,38	13,59	0,8640647027	0,1081891447	0,0277461526	1,00
DM Sg1/5	9,34	1,28	1,23	11,85	0,7882394022	0,1080090091	0,1037515887	1,00
DM Sg1/6	11,39	1,27	0,56	13,22	0,8614651857	0,0960644348	0,0424703795	1,00
DM Sg1/7	7,59	1,20	1,04	9,83	0,7723128559	0,1220884245	0,1055987196	1,00
DM Sg1/3	7,89	1,20	2,92	12,01	0,6568718314	0,0998991535	0,2432290151	1,00
DM Sg1/9	7,14	1,13	2,83	11,10	0,6431453231	0,1018443849	0,2550102921	1,00
DM Sg2/1	9,34	0,71	0,39	10,45	0,8942716205	0,0679631145	0,0377652650	1,00
DM Sg2/2	9,19	0,80	0,29	10,29	0,8936986256	0,0777770461	0,0285243283	1,00
DM Sg2/3	9,19	0,87	2,26	12,32	0,7461588003	0,0706204233	0,1832207764	1,00
DM Sg2/4	9,44	0,46	0,22	10,12	0,9329052522	0,0451575449	0,0219372030	1,00
DM Sg2/5	9,84	0,69	0,87	11,40	0,8629905492	0,0605052533	0,0765041975	1,00
DM Sg2/6	10,29	0,62	2,71	13,62	0,7554955468	0,0455311356	0,1989733176	1,00
DM Sg2/7	2,35	0,55	0,32	3,21	0,7308182416	0,1711225070	0,0980592514	1,00
DM Sg2/8	5,59	0,76	0,29	6,65	0,8414995240	0,1143543158	0,0441461603	1,00
DM Sg2/9	7,17	0,73	0,38	8,28	0,8662734300	0,0881849807	0,0455415893	1,00
DM Sg3/1	6,84	0,79	0,33	7,97	0,8589957877	0,0991576813	0,0418465311	1,00
DM Sg3/2	7,09	0,82	2,92	10,84	0,6546820921	0,0756771233	0,2696407845	1,00
DM Sg3/3	6,04	0,67	0,22	6,93	0,8712856603	0,0966792690	0,0320350707	1,00
DM Sg4/1	10,84	0,87	0,65	12,35	0,8772741528	0,0704298025	0,0522960448	1,00
DM Sg4/2	12,63	0,82	0,87	14,33	0,8819201109	0,0572370330	0,0608428561	1,00
DUM Pz1/1	5,00	2,30	1,15	8,45	0,5915217690	0,2720891511	0,1363890799	1,00
DUM Pz1/2	5,50	1,65	0,71	7,86	0,6993963018	0,2100094265	0,0905942716	1,00
DUM Pz2	14,23	0,98	0,87	16,08	0,8851867558	0,0609618178	0,0538514264	1,00
DUM Pz3/1	11,34	0,95	0,63	12,91	0,8778683745	0,0735601147	0,0485715109	1,00
DUM Pz3/2	13,53	0,86	0,68	15,07	0,8980289268	0,0570693877	0,0449016855	1,00
DUM Pz4/1	11,49	0,98	0,45	12,92	0,8893108243	0,0758729803	0,0348161954	1,00
DUM Pz4/2	13,78	1,26	0,48	15,52	0,8881201469	0,0811961014	0,0306837517	1,00
DUM Sg1/1	8,59	0,62	2,88	12,09	0,7107796384	0,0512886776	0,2379316840	1,00
DUM Sg1/2	10,34	0,82	0,34	11,50	0,8992994951	0,0713031647	0,0293973402	1,00
DUM Sg1/3	10,34	0,94	0,30	11,58	0,8933091196	0,0811948731	0,0254960074	1,00
DUM Sg1/4	9,94	0,91	1,78	12,63	0,7870264959	0,0720508531	0,1409226509	1,00
DUM Sg1/5	10,19	3,72	1,44	15,35	0,6639806859	0,2423900809	0,0936292331	1,00
DUM Sg1/6	10,29	0,83	0,51	11,63	0,8844750945	0,0713575874	0,0441673180	1,00
DUM Sg2/1	8,94	0,61	2,61	12,16	0,7354277808	0,0501649629	0,2144072563	1,00
DUM Sg2/2	10,49	0,88	0,52	11,89	0,8823426696	0,0739979523	0,0436593781	1,00
DUM Sg2/3	9,24	0,85	0,41	10,50	0,8800391397	0,0809357003	0,0390251600	1,00
DUM Sg2/4	9,89	1,00	0,55	11,44	0,8644508199	0,0873957945	0,0481533857	1,00
DUM Sg2/5	11,34	0,71	0,39	12,44	0,9115846689	0,0570759314	0,0313393996	1,00
DUM Sg2/6	6,99	0,80	0,43	8,23	0,8499226773	0,0972532640	0,0528240587	1,00
DUM Sg2/7	6,54	0,83	0,42	7,79	0,8394216017	0,1065887026	0,0539896957	1,00
DUM Sg2/8	7,08	0,80	0,45	8,32	0,8500986833	0,0961045753	0,0537967413	1,00
DUM Sg3/1	12,24	1,43	3,19	16,86	0,7260392912	0,0848251542	0,1891355546	1,00
DUM Sg3/2	12,44	3,52	0,41	16,37	0,7596978176	0,2149848024	0,0253173800	1,00
DUM Sg3/3	11,69	5,18	0,48	17,35	0,6738165791	0,2986227850	0,0275606360	1,00
DUM Sg3/4	8,04	2,38	0,38	10,80	0,7445422143	0,2204398087	0,0350179770	1,00
DUM Sg3/5	11,69	1,30	1,64	14,63	0,7988414468	0,0888450390	0,1123135142	1,00
DUM Sg4/1	6,94	1,39	0,77	9,10	0,7624074029	0,1526766036	0,0849159934	1,00
DUM Sg4/2	8,24	2,11	1,12	11,47	0,7184991136	0,1840175880	0,0974832984	1,00
DUM Sg5/1	7,84	1,74	0,90	10,48	0,7483089509	0,1660677789	0,0856232702	1,00

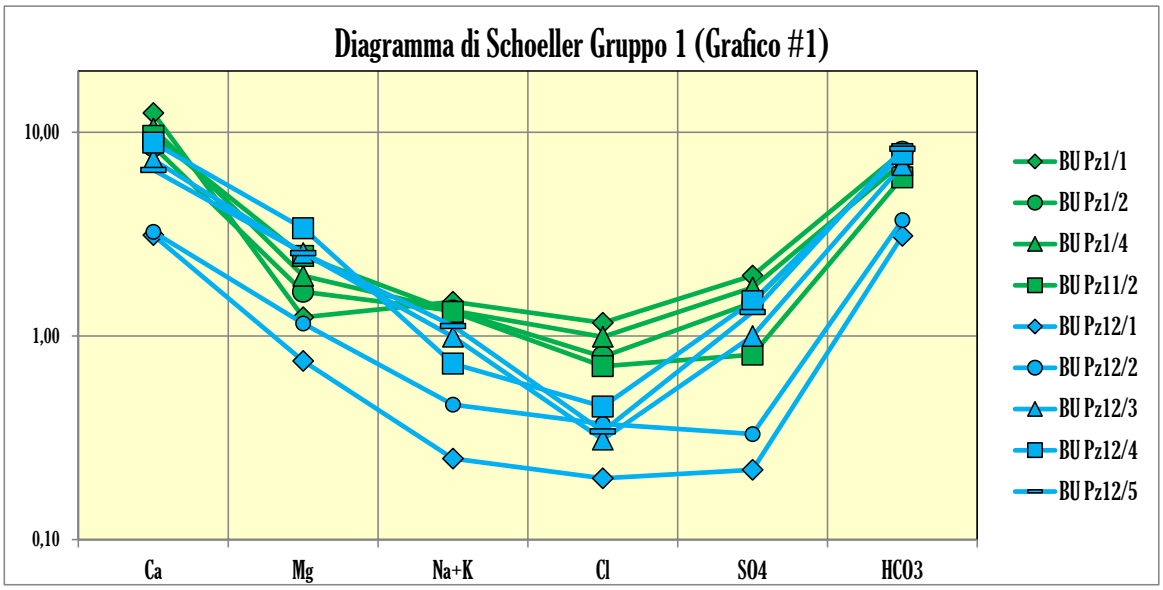


Diagramma di Schoeller Gruppo 1 (Grafico #1)
10,00
1,00
0,10
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
BU Pz1/1
BU Pz1/2
BU Pz1/4
BU Pz11/2
BU Pz12/1
BU Pz12/2
BU Pz12/3
BU Pz12/4
BU Pz12/5

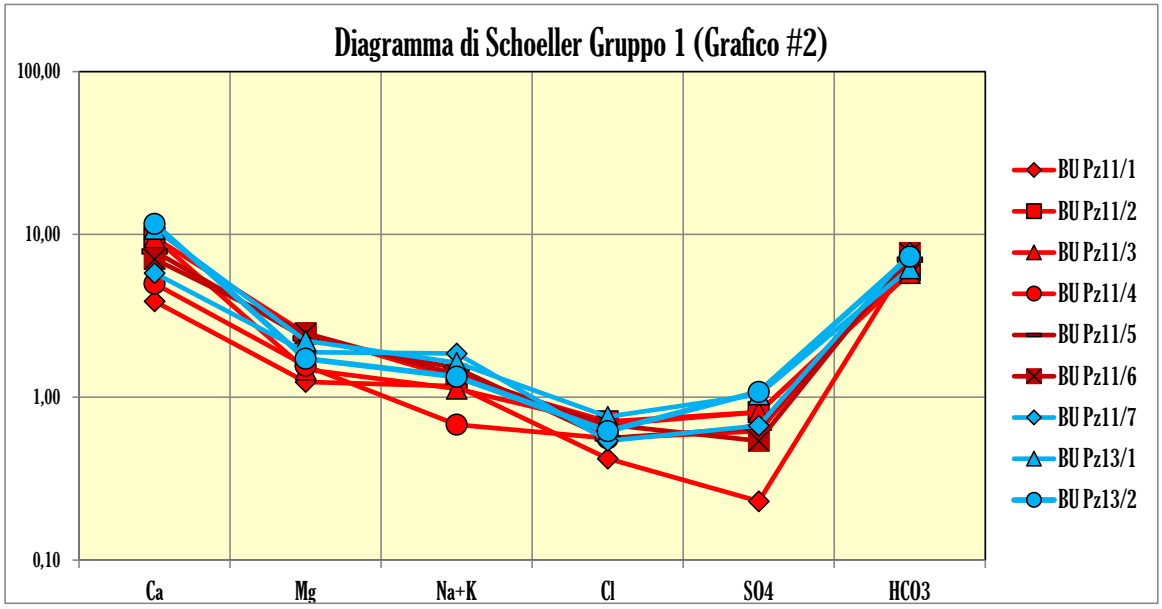


Diagramma di Schoeller Gruppo 1 (Grafico #2)
100,00
10,00
1,00
0,10
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
BU Pz11/1
BU Pz11/2
BU Pz11/3
BU Pz11/4
BU Pz11/5
BU Pz11/6
BU Pz11/7
BU Pz13/1
BU Pz13/2

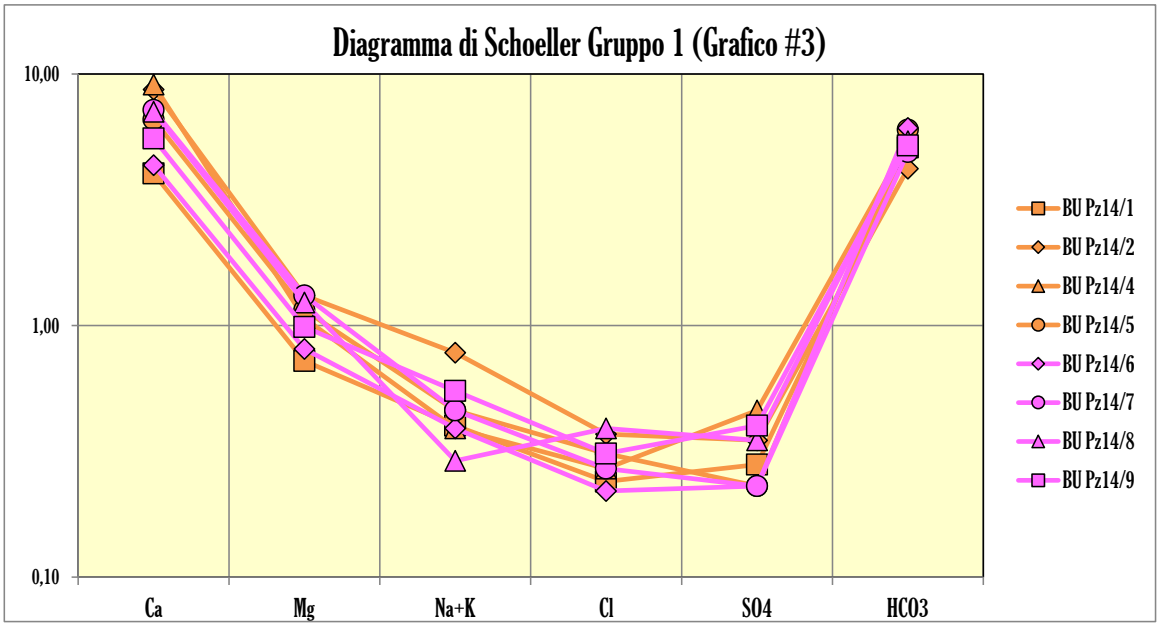


Diagramma di Schoeller Gruppo 1 (Grafico #3)
10,00
1,00
0,10
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
BU Pz14/1
BU Pz14/2
BU Pz14/4
BU Pz14/5
BU Pz14/6
BU Pz14/7
BU Pz14/8
BU Pz14/9

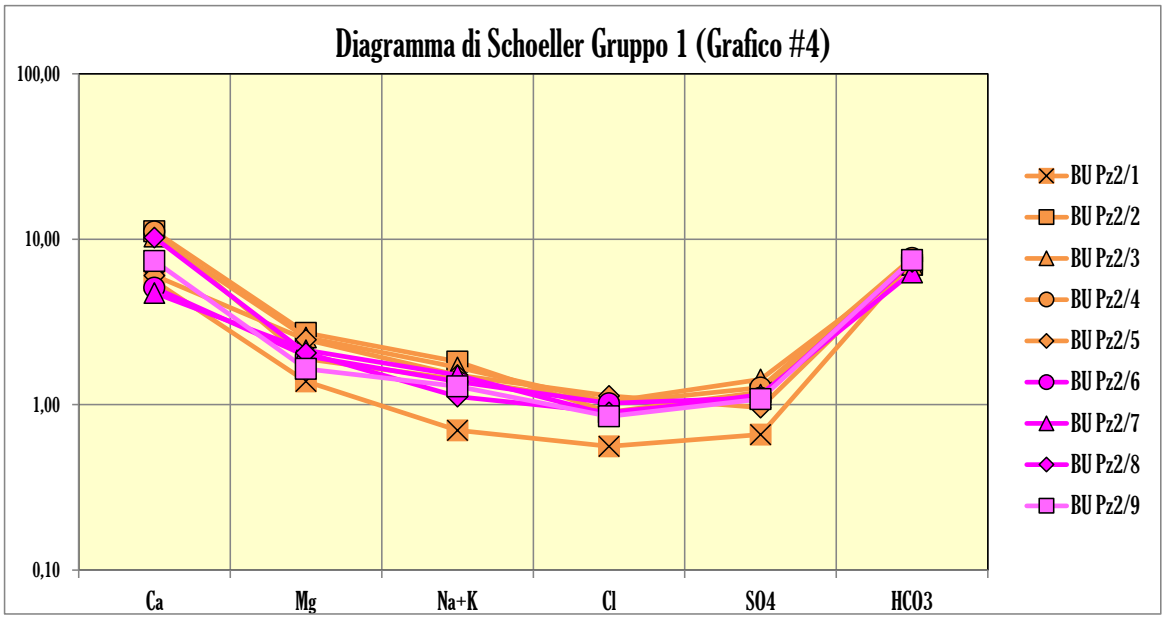


Diagramma di Schoeller Gruppo 1 (Grafico #4)
100,00
10,00
1,00
0,10
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
BU Pz2/1
BU Pz2/2
BU Pz2/3
BU Pz2/4
BU Pz2/5
BU Pz2/6
BU Pz2/7
BU Pz2/8
BU Pz2/9

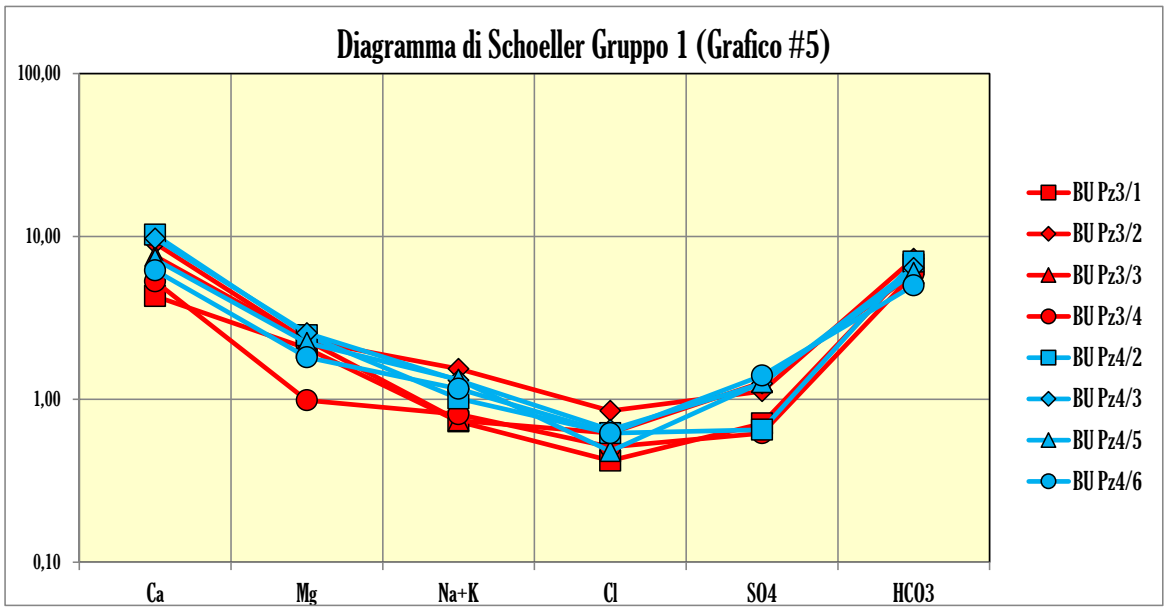


Diagramma di Schoeller Gruppo 1 (Grafico #5)
100,00
10,00
1,00
0,10
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
BU Pz3/1
BU Pz3/2
BU Pz3/3
BU Pz3/4
BU Pz4/2
BU Pz4/3
BU Pz4/5
BU Pz4/6

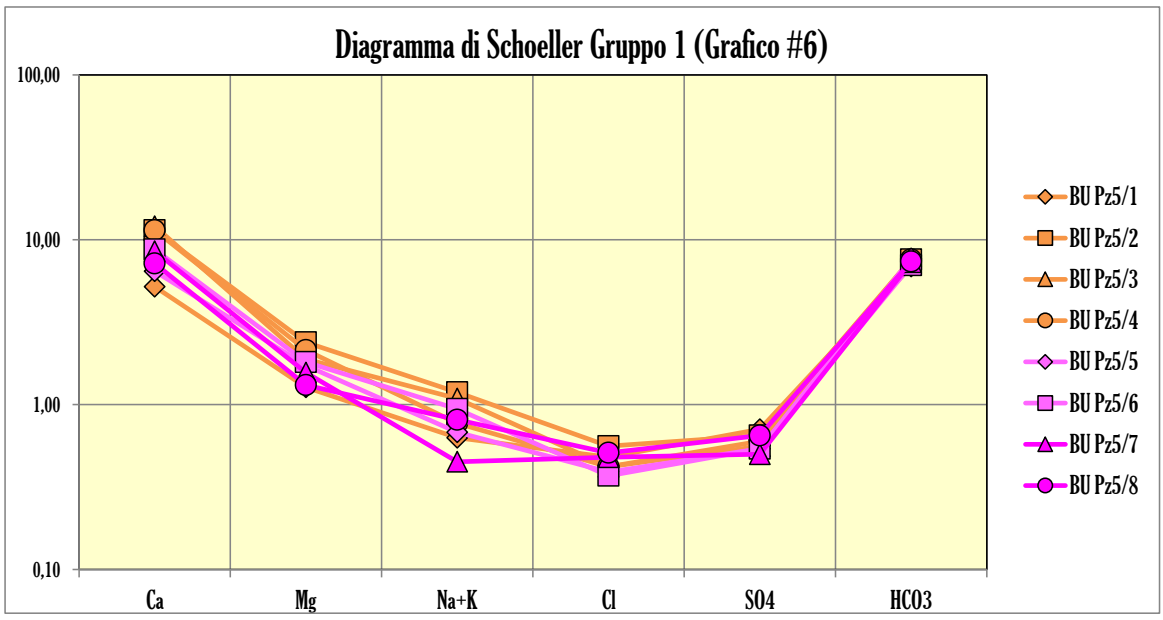


Diagramma di Schoeller Gruppo 1 (Grafico #6)
100,00
10,00
1,00
0,10
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
BU Pz5/1
BU Pz5/2
BU Pz5/3
BU Pz5/4
BU Pz5/5
BU Pz5/6
BU Pz5/7
BU Pz5/8

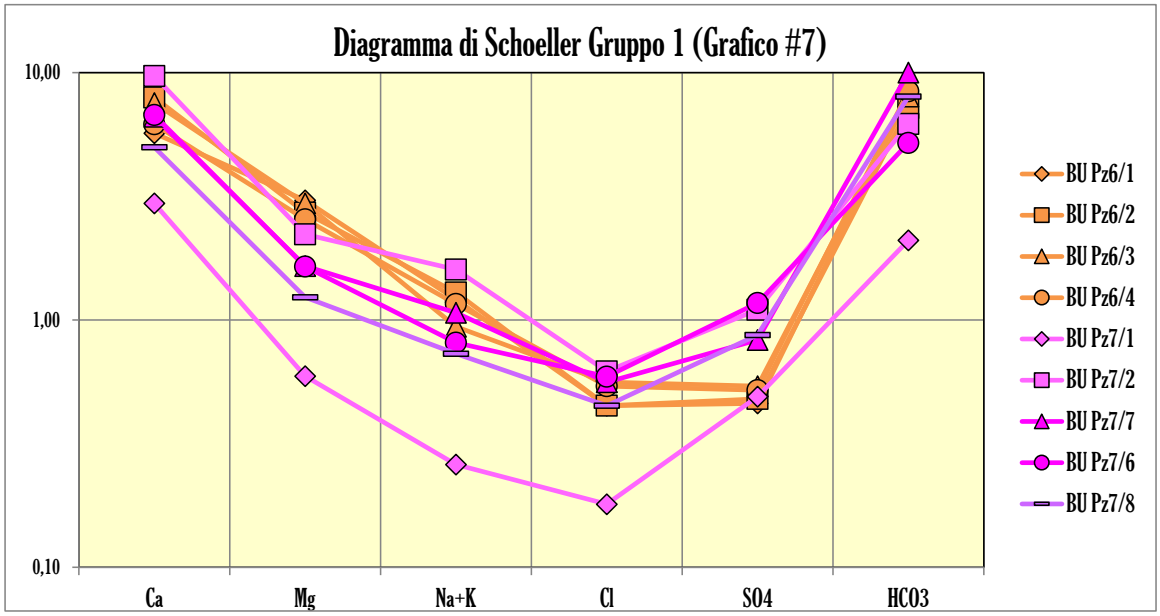


Diagramma di Schoeller Gruppo 1 (Grafico #7)
10,00
1,00
0,10
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
BU Pz6/1
BU Pz6/2
BU Pz6/3
BU Pz6/4
BU Pz7/1
BU Pz7/2
BU Pz7/7
BU Pz7/6
BU Pz7/8

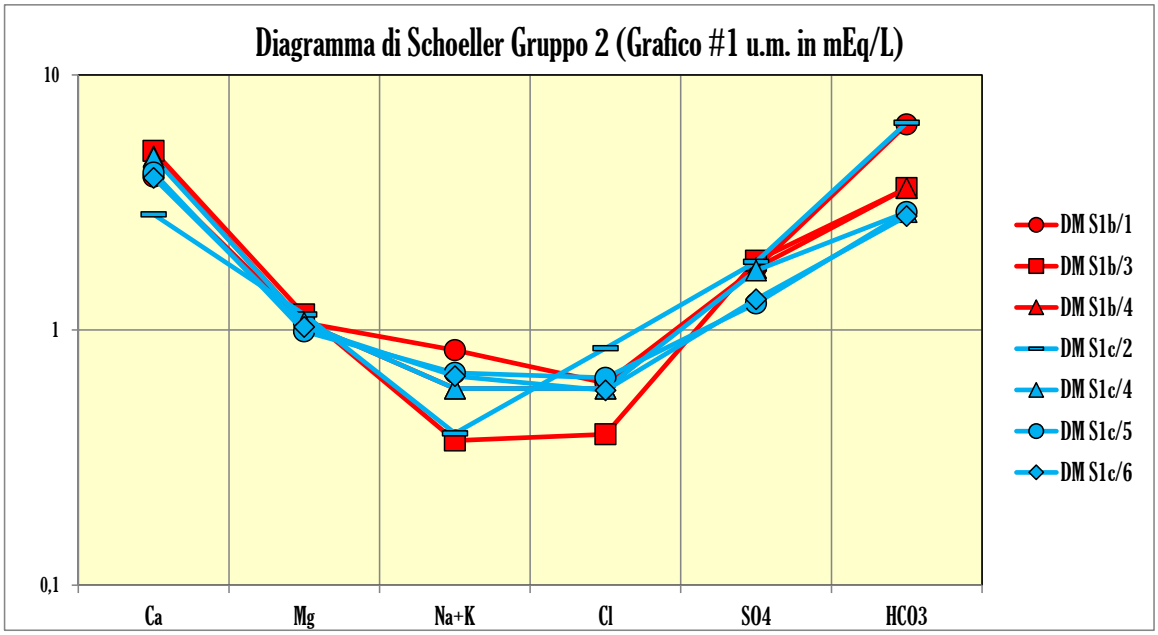


Diagramma di Schoeller Gruppo 2 (Grafico #1 u.m. in mEq/L)
10
1
0,1
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
DM S1b/1
DM S1b/3
DM S1b/4
DM S1c/2
DM S1c/4
DM S1c/5
DM S1c/6

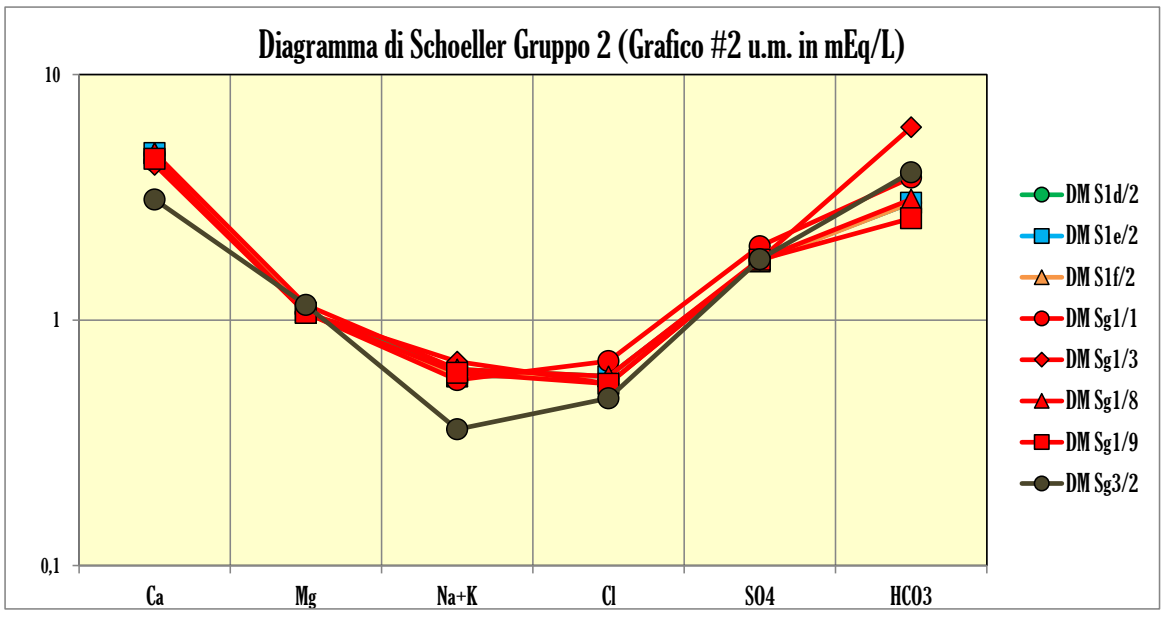


Diagramma di Schoeller Gruppo 2 (Grafico #2 u.m. in mEq/L)
10
1
0,1
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
DM S1d/2
DM S1e/2
DM S1f/2
DM Sg1/1
DM Sg1/3
DM Sg1/8
DM Sg1/9
DM Sg3/2

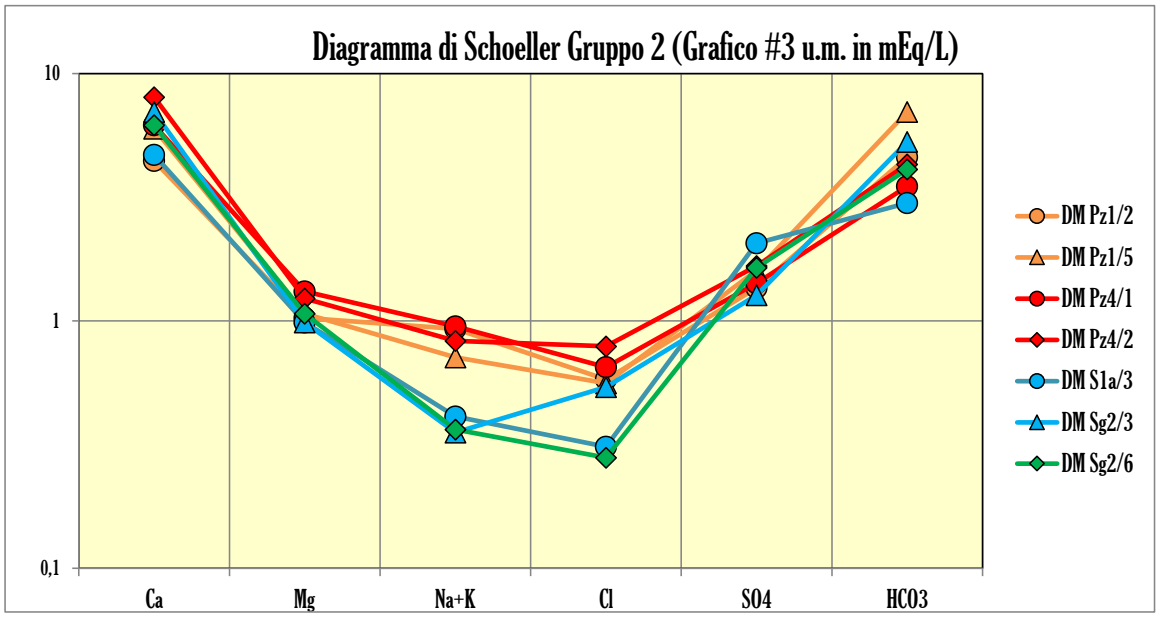


Diagramma di Schoeller Gruppo 2 (Grafico #3 u.m. in mEq/L)
10
1
0,1
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
DM Pz1/2
DM Pz1/5
DM Pz4/1
DM Pz4/2
DM S1a/3
DM Sg2/3
DM Sg2/6

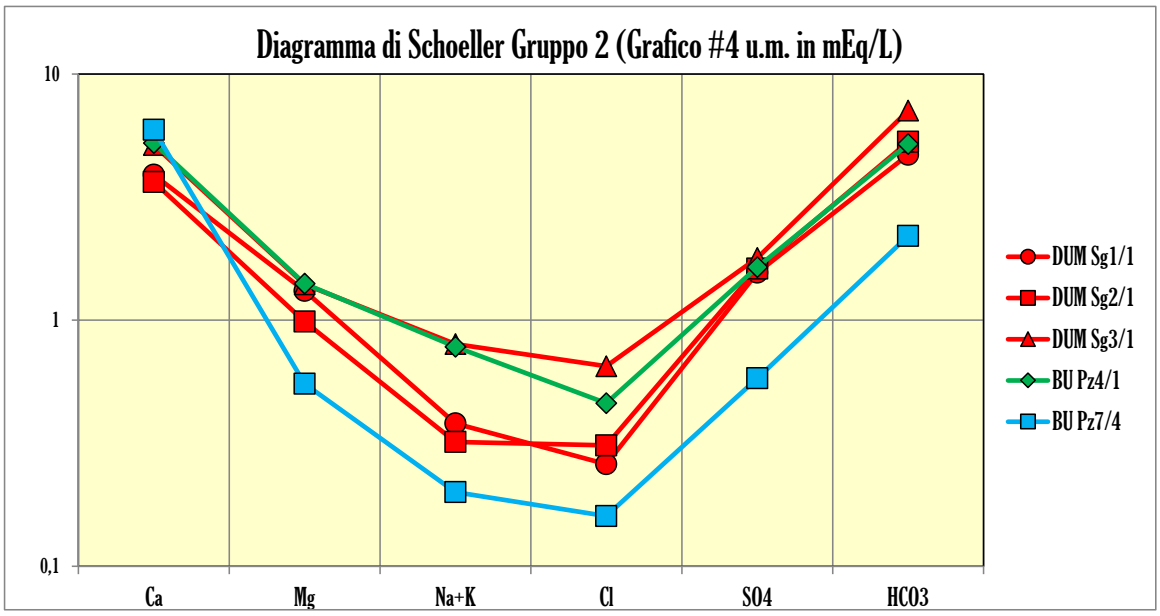


Diagramma di Schoeller Gruppo 2 (Grafico #4 u.m. in mEq/L)
10
1
0,1
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
DUM Sg1/1
DUM Sg2/1
DUM Sg3/1
BU Pz4/1
BU Pz7/4

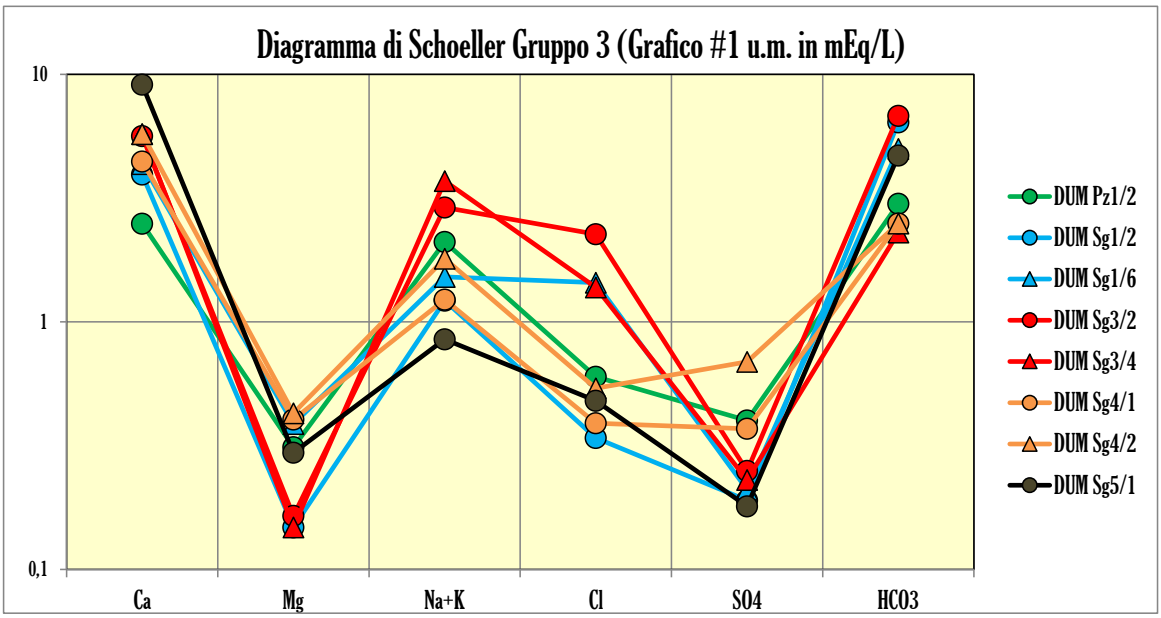


Diagramma di Schoeller Gruppo 3 (Grafico #1 u.m. in mEq/L)
10
1
0,1
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
DUM Pz1/2
DUM Sg1/2
DUM Sg1/6
DUM Sg3/2
DUM Sg3/4
DUM Sg4/1
DUM Sg4/2
DUM Sg5/1

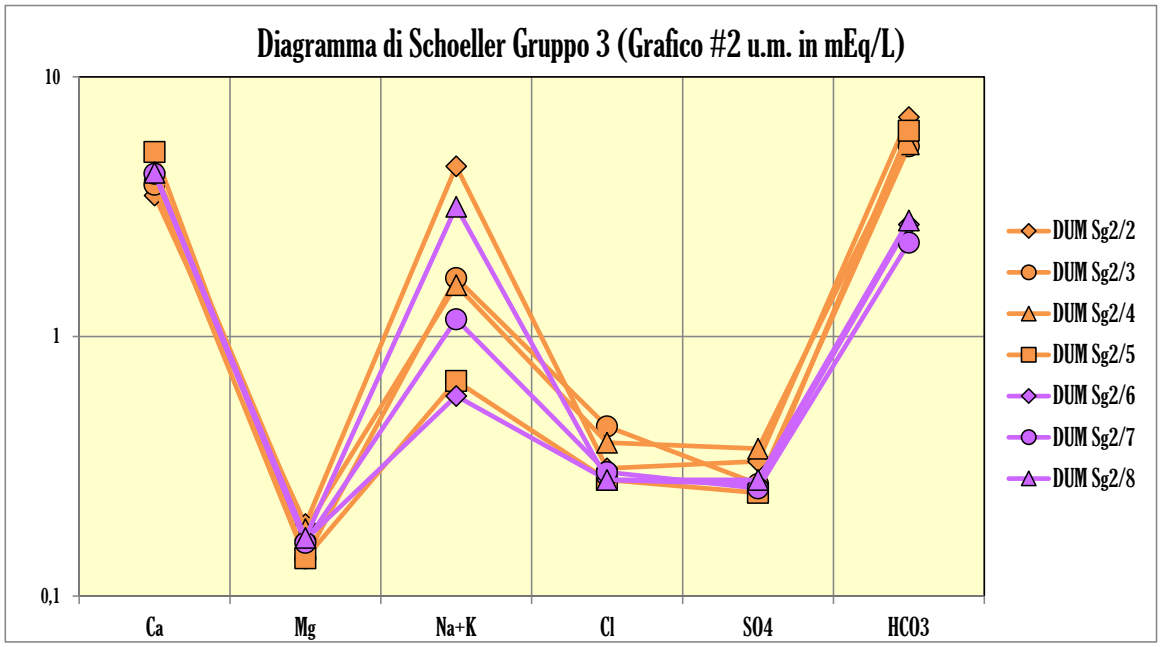


Diagramma di Schoeller Gruppo 3 (Grafico #2 u.m. in mEq/L)
10
1
0,1
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
DUM Sg2/2
DUM Sg2/3
DUM Sg2/4
DUM Sg2/5
DUM Sg2/6
DUM Sg2/7
DUM Sg2/8

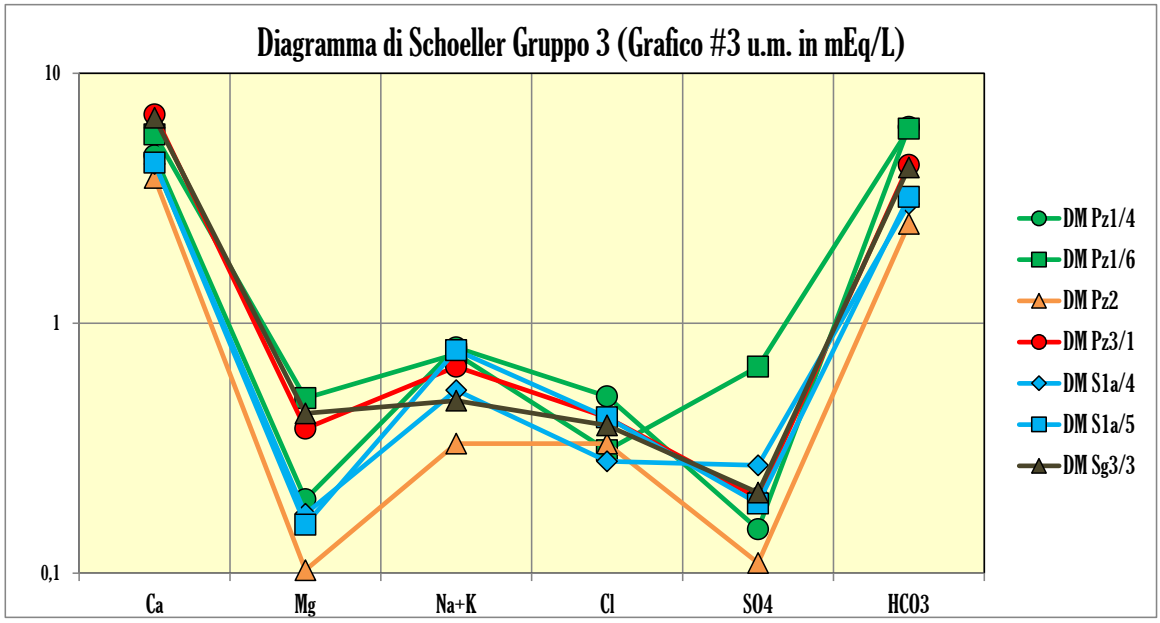


Diagramma di Schoeller Gruppo 3 (Grafico #3 u.m. in mEq/L)
10
1
0,1
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
DM Pz1/4
DM Pz1/6
DM Pz2
DM Pz3/1
DM S1a/4
DM S1a/5
DM Sg3/3

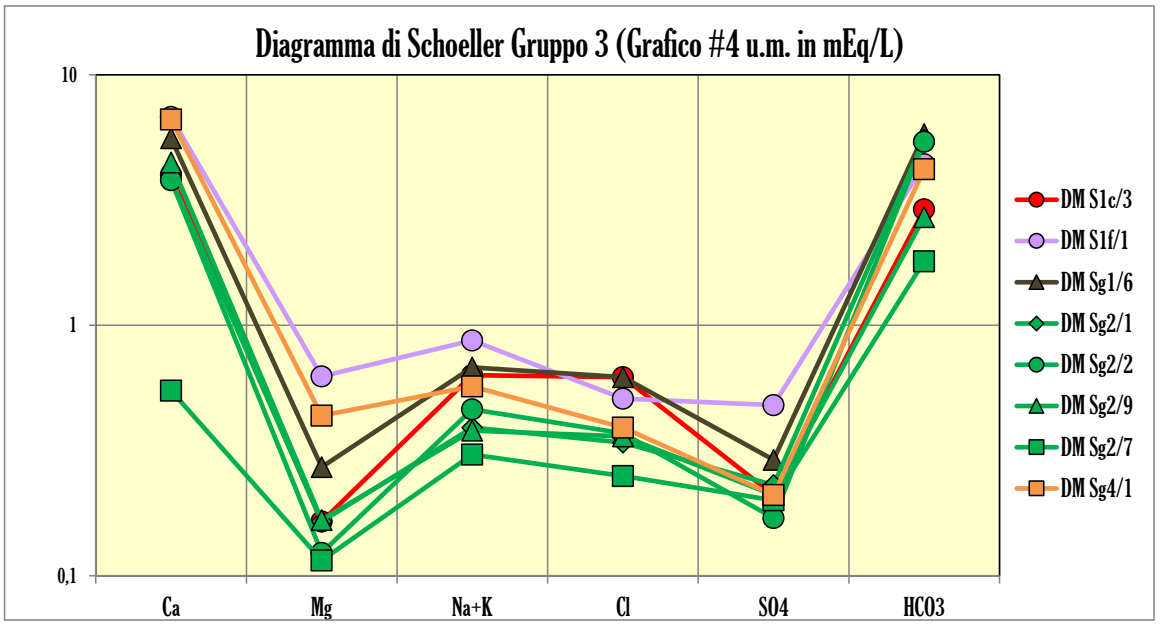


Diagramma di Schoeller Gruppo 3 (Grafico #4 u.m. in mEq/L)
10
1
0,1
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
DM S1c/3
DM S1f/1
DM Sg1/6
DM Sg2/1
DM Sg2/2
DM Sg2/9
DM Sg2/7
DM Sg4/1

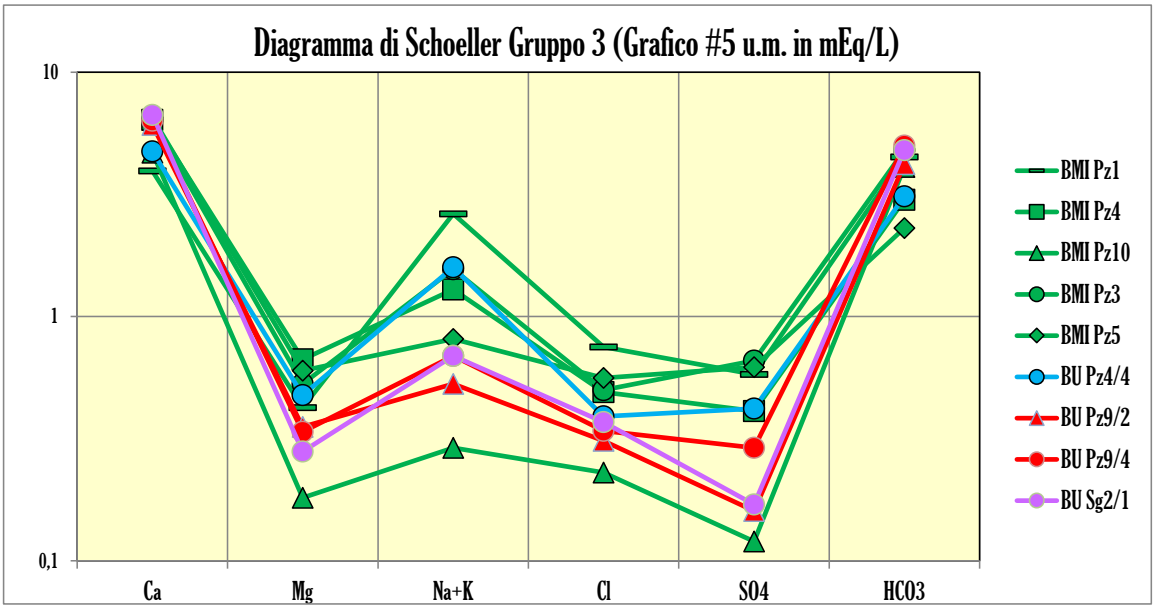


Diagramma di Schoeller Gruppo 3 (Grafico #5 u.m. in mEq/L)
10
1
0,1
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
BMI Pz1
BMI Pz4
BMI Pz10
BMI Pz3
BMI Pz5
BU Pz4/4
BU Pz9/2
BU Pz9/4
BU Sg2/1

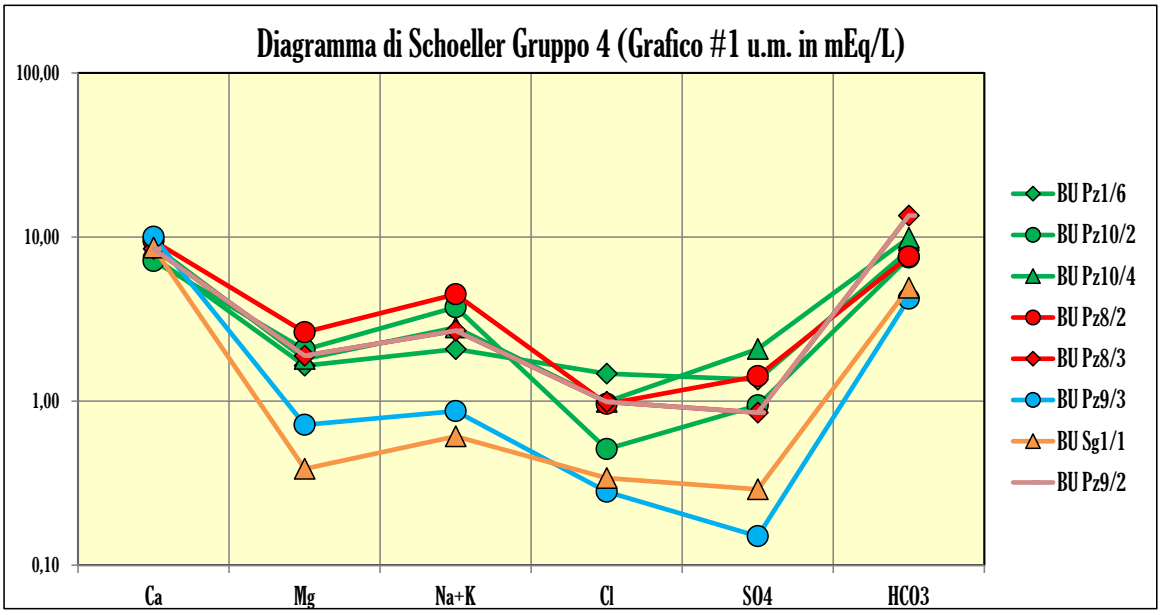


Diagramma di Schoeller Gruppo 4 (Grafico #1 u.m. in mEq/L)
100,00
10,00
1,00
0,10
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
BU Pz1/6
BU Pz10/2
BU Pz10/4
BU Pz8/2
BU Pz8/3
BU Pz9/3
BU Sg1/1
BU Pz9/2

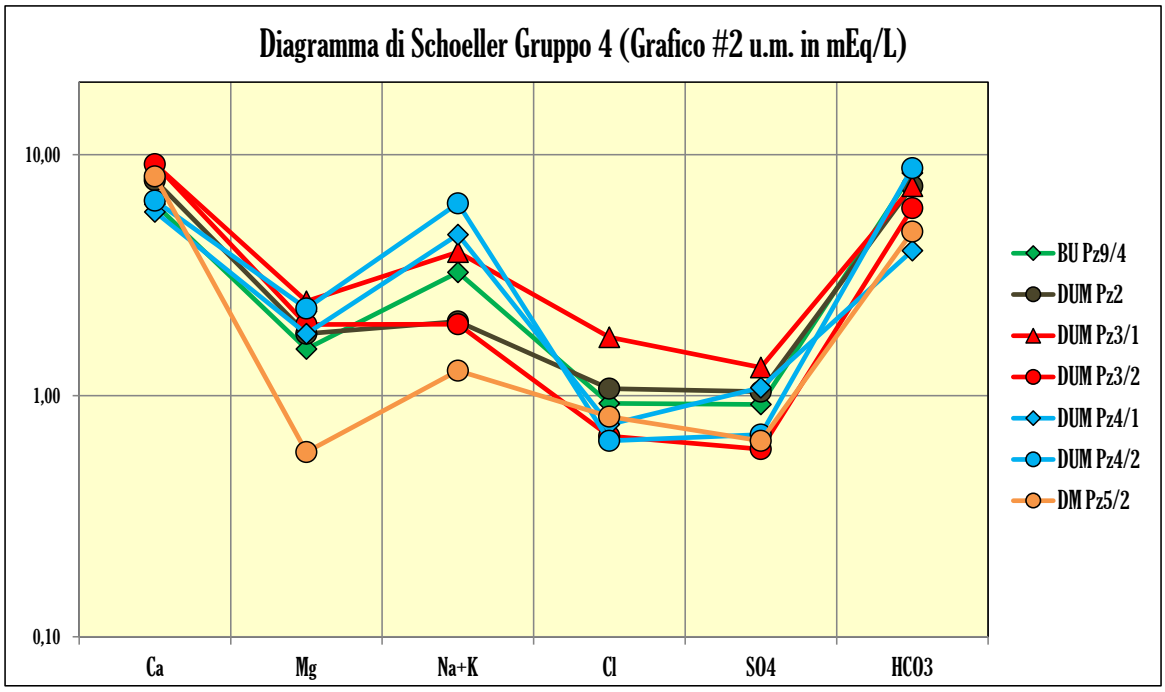


Diagramma di Schoeller Gruppo 4 (Grafico #2 u.m. in mEq/L)
10,00
1,00
0,10
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
BU Pz9/4
DUM Pz2
DUM Pz3/1
DUM Pz3/2
DUM Pz4/1
DUM Pz4/2
DM Pz5/2

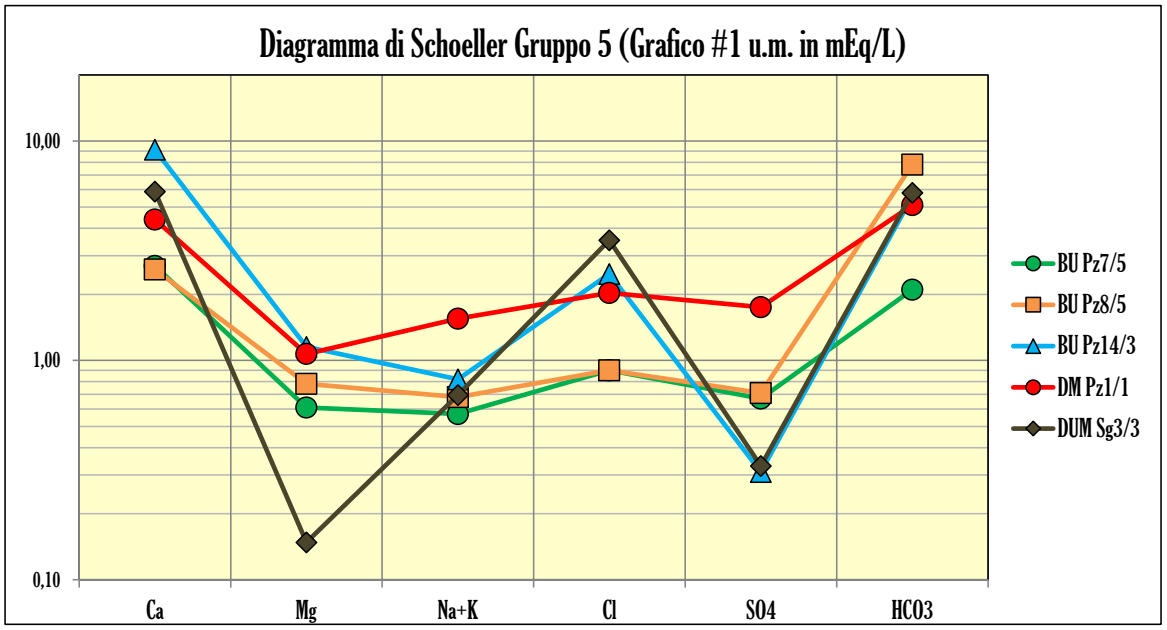


Diagramma di Schoeller Gruppo 5 (Grafico #1 u.m. in mEq/L)
10,00
1,00
0,10
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
BU Pz7/5
BU Pz8/5
BU Pz14/3
DM Pz1/1
DUM Sg3/3

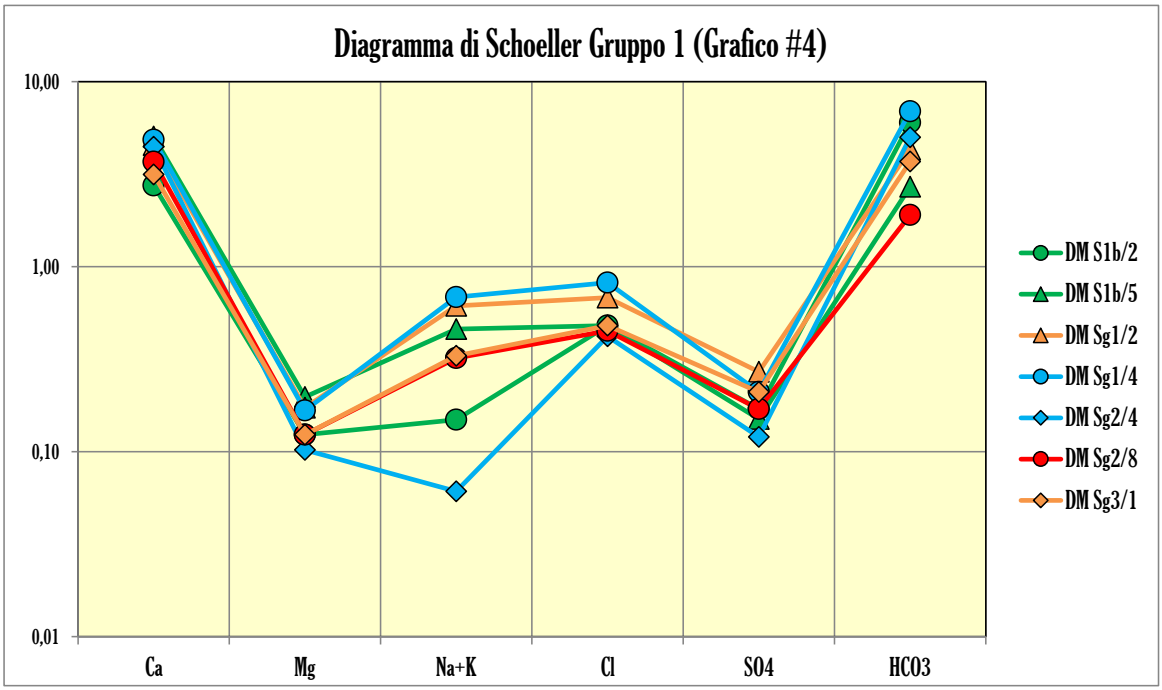


Diagramma di Schoeller Gruppo 1 (Grafico #4)
10,00
1,00
0,10
0,01
Ca
Mg
Na+K
Cl
SO4
HCO3
DM S1b/2
DM S1b/5
DM Sg1/2
DM Sg1/4
DM Sg2/4
DM Sg2/8
DM Sg3/1

Elaborazioni dati analitici DEPOSITI QUATERNARI BACINO UMBRO DQBU (valori espressi in µg/l)								
ID/ANALITA	Alluminio	Arsenico	Ferro	Manganese	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
BU Pz1/1	3,1	0,7	5	3,11	1,1	0,8	3	42,1
BU Pz1/2	10	2,5	20	1,61	2,5	2,5	2,5	19,2
BU Pz1/4	10	2,5	20	2,48	2,5	2,5	2,5	16,9
BU Pz1/5	45,7	2,5	91,4	6,96	2,5	2,5	5	31,8
BU Pz1/6	13,3	2,5	62,2	10,3	2,5	2,5	2,5	13,7
BU Pz10/1	10	2,5	28,2	5,48	3,79	2,5	2,5	76,1
BU Pz10/2	10	2,5	238	54,2	2,5	2,5	2,5	10,4
BU Pz10/4	10	2,5	59,2	356	3,68	2,5	2,5	36,2
BU Pz11/1	3,1	4,5	5	89,3	4,86	0,8	3	21,2
BU Pz11/2	3,1	0,748	5	1,09	1,35	0,8	5	5,7
BU Pz11/3	3,1	0,7	5	6	14	0,8	31	8
BU Pz11/4	10	2,5	20	1	2,62	2,5	2,5	
BU Pz11/5	10	2,5	23	57,9	2,5	2,5		
BU Pz11/6	14,1	2,5	143	508	82,8	2,5	5	29,8
BU Pz11/7	10	2,5	79,1	186	2,5	2,5	2,5	10
BU Pz12/1	3,1	2,5	5	0,4	1,1	0,8	24	49,6
BU Pz12/2	10,1	2,5	43,9	5,16	4,68	8,52	2,5	58,3
BU Pz12/3	10	2,5	20	2,59	2,5	2,5	2,5	28,9
BU Pz12/4	57,7	2,5	114	11,2	2,5	2,5	5	11,7
BU Pz12/5	10	2,5	28,6	125	2,5	2,5	2,5	10
BU Pz13/1	3,1	0,7	5	0,4	1,1	0,8	3	5,7
BU Pz13/2	3,1	0,7	5	0,4	1,1	0,8	3	5,7
BU Pz14/1	3,1	0,7	5	0,4	1,1	0,8	3	5,7
BU Pz14/2	3,1	0,7	5	0,4	1,1	0,8	3,87	5,7
BU Pz14/4	10	2,5	20	1	2,5	2,5	2,5	10
BU Pz14/5	10	2,5	20	1,94	2,5	2,5	2,5	97,8
BU Pz14/6	15,4	2,5	20	1	2,5	2,5	2,5	24,8
BU Pz14/7	445	2,5	302	47,5	3,22	2,5	5	904
BU Pz14/8	10	2,5	20	1,27	2,5	2,5	2,5	10
BU Pz14/9	3,1	0,7	5	0,457	2,64	0,8	3	5,7
BU Pz2/1	3,1	0,7	5	79	4,8	0,8	11	201
BU Pz2/3	3,1	0,7	46,5	9,41	4,39	0,8	15,6	18,7
BU Pz2/4	10	2,5	20	10,8	11	2,5	12,8	82,5
BU Pz2/5	10	2,5	20	3,24	2,5	2,5	2,5	28,5
BU Pz2/6	10	2,5	20	6,68	2,5	2,5	12,1	17,4
BU Pz2/7	10	2,5	33,3	5,66	3,39	2,5	12,9	24,4
BU Pz2/8	11,6	2,5	20	6,54	3,07	2,5	14,6	54,7
BU Pz2/9	10	2,5	20	1	2,5	2,5	2,5	23,3
BU Pz3/1	3,1	0,969	5	25,9	2,82	0,8	3	5,7
BU Pz2/2	10	2,5	20	12,8	3,42	2,5	2,5	10
BU Pz3/2	10	2,5	35,5	1	2,5	2,5	5	14,5
BU Pz3/3	10,8	2,5	20	1,76	2,5	2,5	2,5	10
BU Pz3/4	3,1	0,86	5	0,4	1,1	0,8	3,09	52,2
BU Pz4/4	3,1	0,7	5	99	1,44	0,8	7,23	426
BU Pz4/2	3,1	0,7	5	0,4	1,1	0,8	6,21	396
BU Pz4/3	3,1	0,7	5	6	13	0,8	48	124
BU Pz4/5	10	2,5	32,6	1	2,5	2,5	2,5	33,9
BU Pz4/6	16,8	2,5	29,8	1,35	2,5	2,5	5	33,2
BU Pz5/1	19,3	0,7	5	0,4	1,1	0,8	3	5,7
BU Pz5/2	47,9	1,15	5	22,1	3,11	0,8	3	8,32
BU Pz5/3	9,78	0,7	7,85	33,9	1,1	0,8	3	9,98
BU Pz5/4	10	2,5	20	33,9	2,5	2,5	2,5	21,4
BU Pz5/5	10	2,5	20	572	2,5	2,5	2,5	10
BU Pz5/6	35,8	2,5	273	314	2,61	5,1	5	10
BU Pz5/7	28,8	2,5	28,9	114	2,5	2,5	2,5	10
BU Pz5/8	3,1	1,06	5	10,2	4,28	0,8	3	37,4
BU Pz6/1	3,1	0,7	5	6,2	1,1	0,8	3	1
BU Pz6/2	10	2,5	20	1,89	3,68	4,01	7,52	89
BU Pz6/3	10	2,5	20	1	2,5	2,5	5	10
BU Pz6/4	10	2,5	20	2,83	2,5	2,5	8,59	245
BU Pz7/1	10	2,5	20	4,53	2,5	2,5	2,5	39,4
BU Pz7/2	10	2,5	20	3,19	2,5	2,5	5	10
BU Pz7/6	10	2,5	20	9,7	2,5	2,5	2,5	73,6
BU Pz7/7	31,5	1,11	5	0,4	1,1	0,8	3	5,7
BU Pz7/8	3,1	0,922	5	0,4	1,1	0,8	3	5,7
25° PERCENTILE	3,10	0,86	5,00	1,00	2,50	0,80	2,50	10,00
MINIMO	3,10	0,70	5,00	0,40	1,10	0,80	2,50	1,00
MEDIA	17,93	1,95	34,92	44,48	4,18	2,03	5,83	58,78
MEDIANA	10,00	2,50	20,00	5,16	2,50	2,50	3,00	18,70
MASSIMO	445,00	4,50	302,00	572,00	82,80	8,52	48,00	904,00
75° PERCENTILE	10,00	2,50	28,60	22,10	3,07	2,50	5,00	40,75
SD	54,88	2,50	137,20	288,40	9,77	2,50	15,45	240,60
CV. POP.V	54,46	0,87	58,14	109,72	10,11	1,24	7,39	133,26
CV C.	54,88	0,88	58,59	110,57	10,18	1,25	7,45	134,33
CV P.	54,46	0,87	58,14	109,72	10,11	1,24	7,39	133,26
VARIANZA POP.V.	2965,35	0,76	3380,40	12037,77	102,12	1,54	54,67	17759,45
VARIANZA.V.	3011,69	0,77	3433,22	12225,86	103,72	1,57	55,54	18045,89

10 assunto il valore al di sotto del limite di rilevabilità analitico strumentale

572 superamento CSC

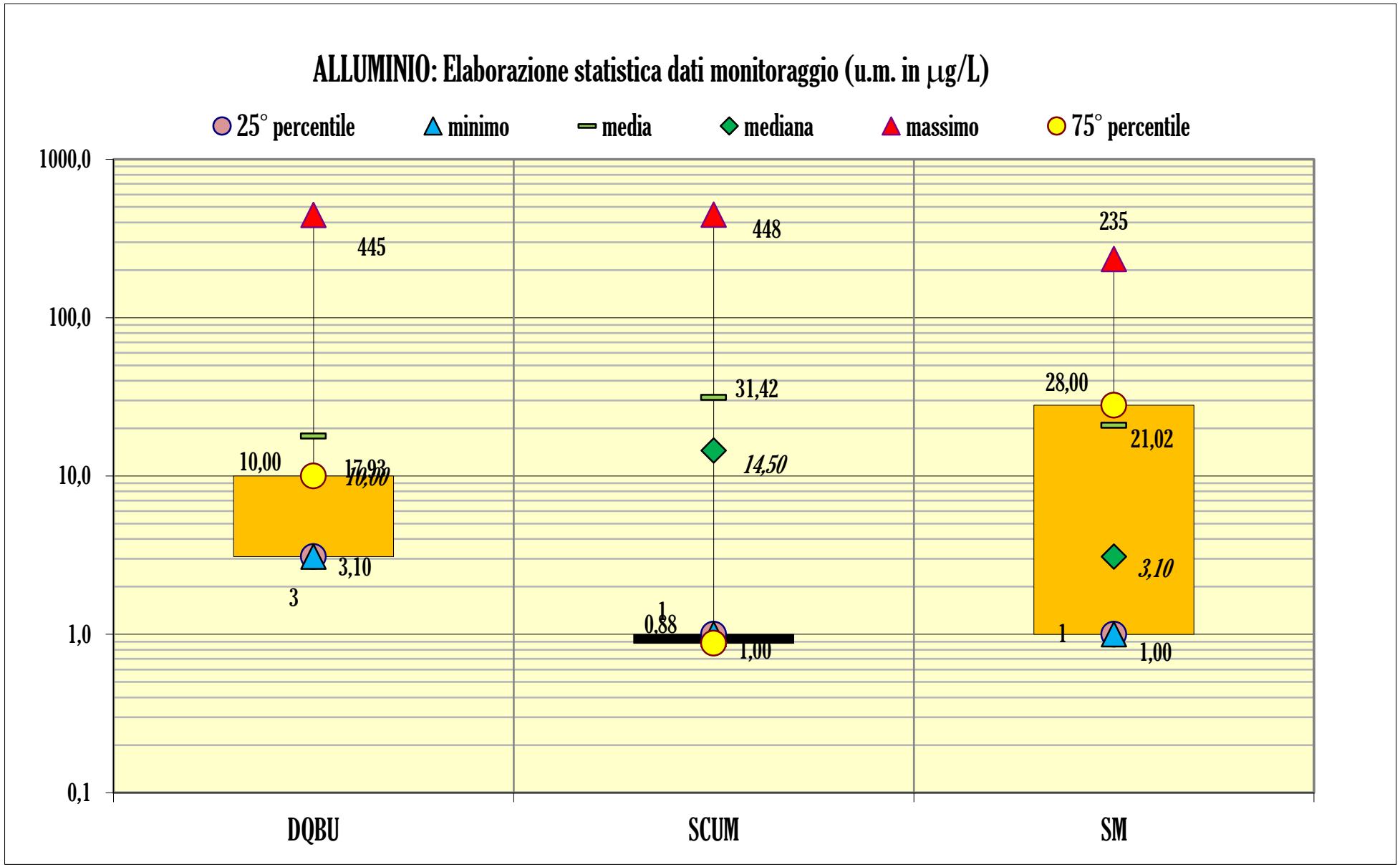
Elaborazioni dati analitici Serie carbonatica Umbro-Marchigiana SCUM (valori espressi in µg/l)								
ID/ANALITA	Alluminio	Arsenico	Ferro	Manganese	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
DM Pz2	1	1,4	175	1	1	1	8	45
DM Sg2/1	10	0,69	26	5	2	1	10	30
DM Sg2/2	28	0,5	60	5	2	1	10	106
DM Sg2/3	60	0,53	208	8,7	4,4	4,9	10	46
DM Sg2/3	13	0,69	35	5	2	1,2	10	35
DM Sg2/5	10	0,5	10	5	2	1	10	30
DM Sg2/6	47	0,5	199	5	2,1	3,2	10	64
DM Sg2/7	1	2,83	8,2	9	1	5,3	4	8
DM Sg2/8	1	0,5	267	1	1	1	33	119
DM Sg2/9	1	1,4	147	1	1	1	11	60
DM Sg3/1	13	0,52	33	5	2	1	10	30
DM Sg3/2	14	0,5	42	5	2	1	10	90
DM Sg3/3	1	1,4	145	1	1	1	10	54
DUM Pz1/1	1	1,4	178	1	1	1	18	111
DUM Pz1/2	1	11,4	305	1	1	1,08	1	1
DUM Sg1/1	15	2,1	44	5	2,5	3.9	10	39
DUM Sg1/2	40	0,5	84	6,4	2	1,8	10	118
DUM Sg1/3	34	0,5	49	5,1	2	2,4	10	73
DUM Sg1/4	26	0,67	66	7,7	56	53	16	68
DUM Sg1/5	43	0,5	123	5	2	15	10	35
DUM Sg1/6	3,1	0,7	5	0,4	1,1	0,8	3	5,7
DUM Sg2/1	19	0,56	40	5	2,5	1,6	10	56
DUM Sg2/2	28	0,5	72	5,1	23	1	10	97
DUM Sg2/3	19	0,5	40	5	2,7	1	10	30
DUM Sg2/4	25	0,65	54	8,1	82	87	22	97
DUM Sg2/5	48	0,5	142	5	2,6	1,4	10	75
DUM Sg2/6	1	0,5	292	1	1	1	46,0	158,0
DUM Sg2/7	1	1,4	150	1	1	1	9	55
DUM Sg2/8	1	0,5	215	1	1	1	1	1
DUM Sg3/1	10	0,65	17	5	2,2	1	10	45
DUM Sg3/2	35	0,5	105	9,3	2	1	10	117
DUM Sg3/3	13	0,5	32	5	2	1	10	30
DUM Sg3/4	448	1,2	249	37	4,5	3,2	10	84
DUM Sg3/5	48	0,5	141	5,7	2	2,3	10	47
DUM Sg4/1	34,2	1,63	5	0,4	1,1	0,8	3	5,7
DUM Sg4/2	37,8	2,9	5	0,4	1,1	0,8	3	5,7
25° PERCENTILE	1,00	0,50	34,50	1,00	1,00	1,00	10,00	30,00
MINIMO	1,00	0,50	5,00	0,40	1,00	0,80	1,00	1,00
MEDIA	31,42	1,19	104,67	5,06	6,16	5,82	11,06	57,53
MEDIANA	14,50	0,55	69,00	5,00	2,00	1,00	10,00	50,50
MASSIMO	448,00	11,40	305,00	37,00	82,00	87,00	46,00	158,00
75° PERCENTILE	34,40	1,40	156,25	5,10	2,28	2,05	10,00	85,50
SD	73,46	1,86	88,94	6,09	16,18	16,74	8,25	39,45
CV. POP.V	72,43	1,84	87,69	6,01	15,95	16,30	8,13	38,90
CV C.	73,46	1,86	88,94	6,09	16,18	16,74	8,25	39,45
CV P.	72,43	1,84	87,69	6,01	15,95	16,50	8,13	38,90
VARIANZA POP.V.	5245,82	3,38	7690,09	36,08	254,43	265,65	66,11	1513,28
VARIANZA.V.	5395,70	3,47	7909,81	37,11	261,70	273,24	68,00	1556,51

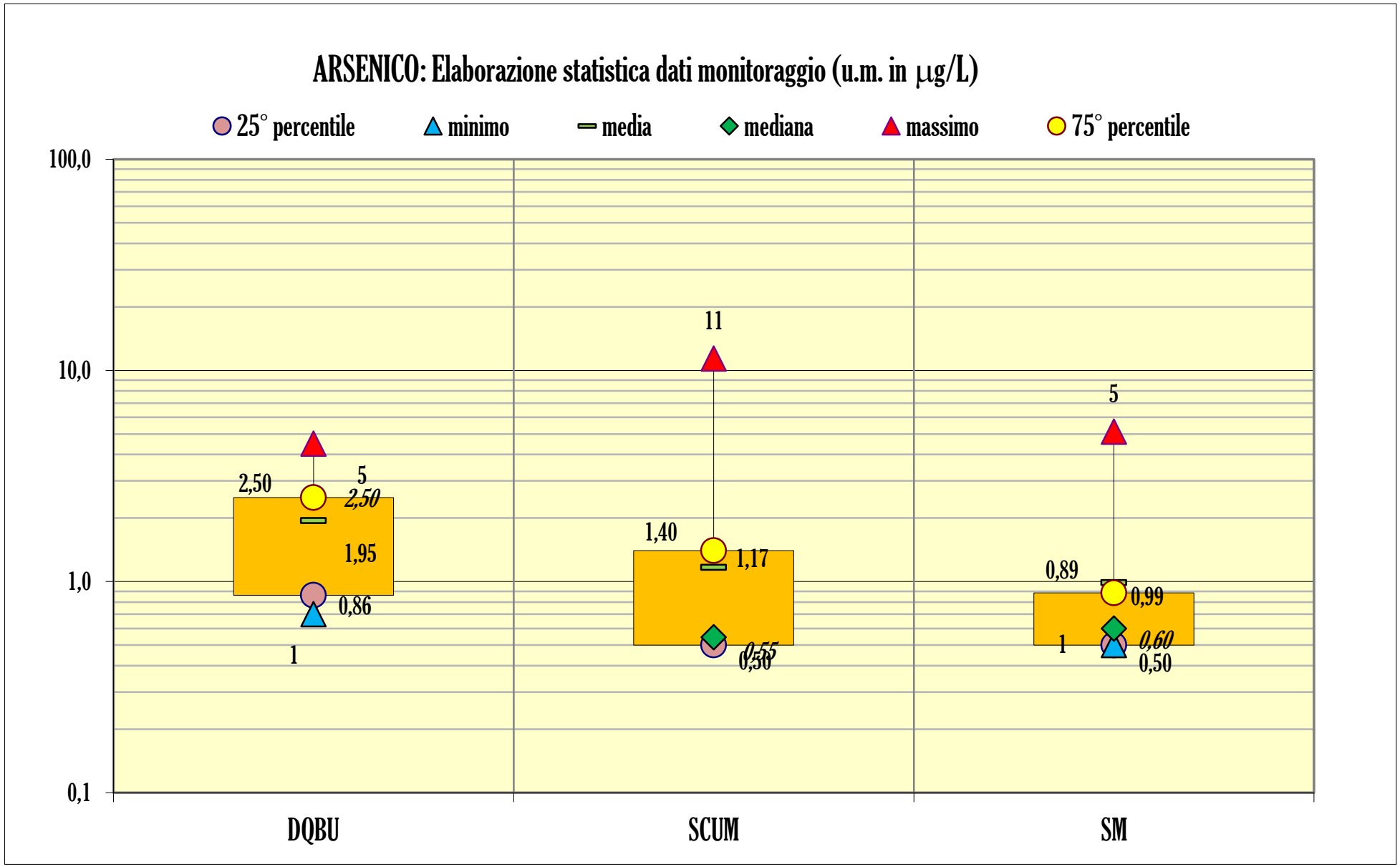
10 assunto il valore al di sotto del limite di rilevabilità analitico strumentale

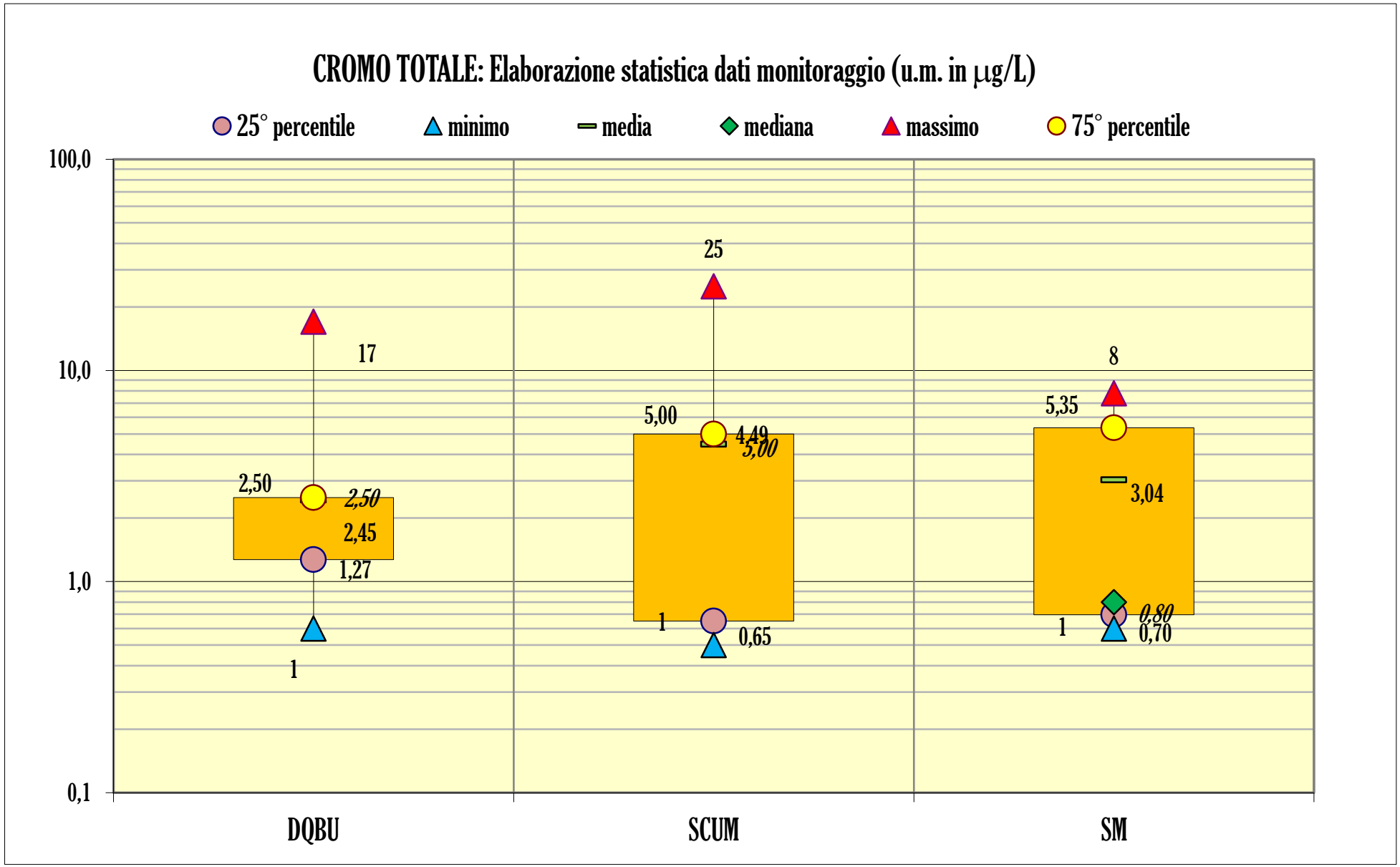
572 superamento CSC

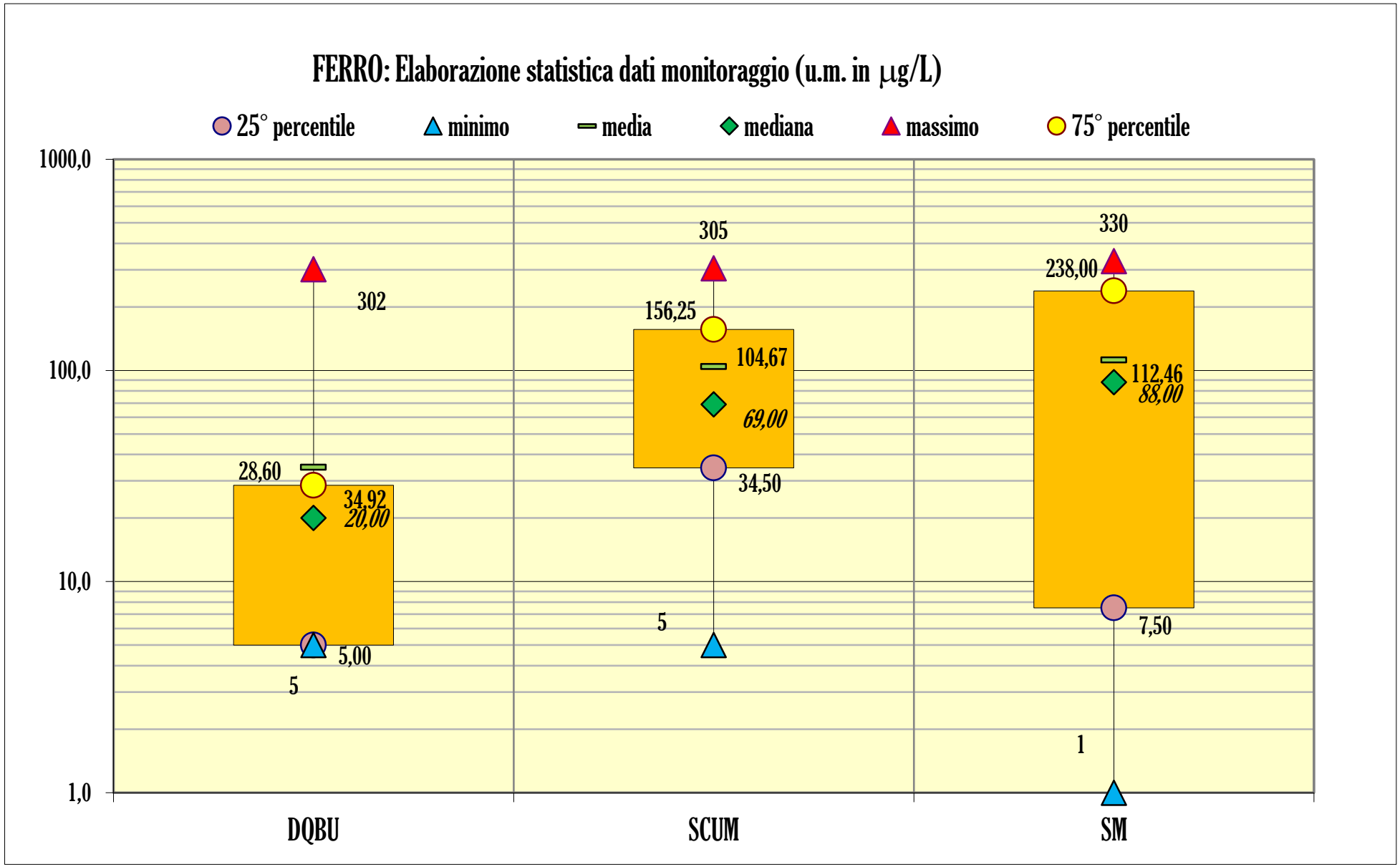
Elaborazioni dati analitici SINTEMA MATELICA SM (valori espressi in µg/l)								
ID/ANALITA	Alluminio	Arsenico	Ferro	Manganese	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
DM Pz1/1	41	0,84	88	6	2	1,4	4	183
DM Pz1/2	38	0,93	117	5,7	2,2	3,1	5,2	140
DM Pz1/4	10	1,1	10	5	2	1	7,04	81
DM Pz1/5	10	0,84	14	5	2,1	1	7,9	99
DM Pz1/6	10	0,6	28	5	2	1	8,88	64
DM Pz3/1		0,7	5	5,08	1,51	68,2	9	62,9
DM Pz3/2	3,1	0,7	5	0,4	3,72	28,5	9,74	49,2
DM Pz4/1		0,7	5	2,47	< 1,1	74,5	10,1	43,9
DM Pz4/2	3,1	0,7	5	0,812	5,18	66,4	12	68,5
DM S1a/2	85	0,5	255	12	9,9	24	21	57
DM S1a/3	9	2,75	1	1	1,6	27,4	28	39
DM S1a/4	1	0,5	249	1	1	1	28	113
DM S1a/5	1	0,5	330	1	1	1	30	80
DM S1b/1	44	0,5	148	8,1	2	3,93	30	399
DM S1b/2	27	0,5	123	15	2	12	32	30
DM S1b/3	3	5,13	3	1	1,4	5,4	51	13
DM S1b/4	1	0,5	266	1	1	25	52	95
DM S1b/5	1	0,5	263	84	1	1	60	132
DM S1c/2	28	0,5	80	5	2	18	10	35
DM S1c/3	1	3,6	7	1	1,2	19,3	10	9,2
DM S1c/4	1	0,5	229	1	1	25	10	107
DM S1c/5	1	0,5	247	1	1	1	10	141
DM S1c/6	1	1,4	152	1	1	1	10	55
DM S1d/2	1	0,5	288	1	1	17	10	96
DM S1e/2	1	0,5	265	1	1	1	10	89
DM S1f/1	18	0,5	51	6,2	2	20	10	192
DM S1f/2	1	0,5	299	1	1	1	10	117
DM Sg1/1	14	1,2	29	5	2	1	10	37
DM Sg1/2	47	0,5	119	11	2	1,2	10	196
DM Sg1/3	39	0,5	105	5,8	2	2,9	10	39
DM Sg1/4	235	0,73	42	5	2	1,2	10	30
DM Sg1/5	10	0,5	10	5	2	1	10	30
DM Sg1/6	47	0,5	117	5	2	2	10	73
DM Sg1/7	1,9	2,87	8	2	1,5	1	10	2
DM Sg1/8	1	0,5	258	1	1	1	3	73
DM Sg1/9	1	1,67	150	1	1	1	3	67
DM Sg4/1	3,1	0,7	5	0,4	1,1	0,8	3	6,7
DM Sg4/2	3,1	0,7	5	0,4	1,1	1,33	1	5,7
DUM Sg5/1	35,3	1,28	5	0,4	1,1	0,8	1	5,7
25° PERCENTILE	1,00	0,50	7,50	1,00	1,00	1,00	8,94	36,00
MINIMO	1,00	0,50	1,00	0,40	1,00	0,80	1,00	2,00
MEDIA	21,02	0,99	112,46	5,63	1,88	11,91	14,79	80,92
MEDIANA	3,10	0,60	88,00	2,00	1,56	1,33	10,00	67,00
MASSIMO	235,00	5,13	330,00	84,00	9,90	74,50	60,00	399,00
75° PERCENTILE	28,00	0,89	238,00	5,04	2,00	18,65	11,05	103,00
SD	41,14	0,98	110,17	13,34	1,57	19,26	14,04	73,19
CV. POP.V	40,58	0,97	108,75	13,17	1,56	19,01	13,86	72,25
CV C.	41,14	0,98	110,17	13,34	1,57	19,26	14,04	73,19
CV P.	40,58	0,97	108,75	13,17	1,55	19,01	13,86	72,25
VARIANZA POP.V.	1646,81	0,94	11825,84	173,46	2,42	361,27	192,06	5219,54
VARIANZA.V.	1692,55	0,97	12137,04	178,03	2,49	370,78	197,11	5356,90

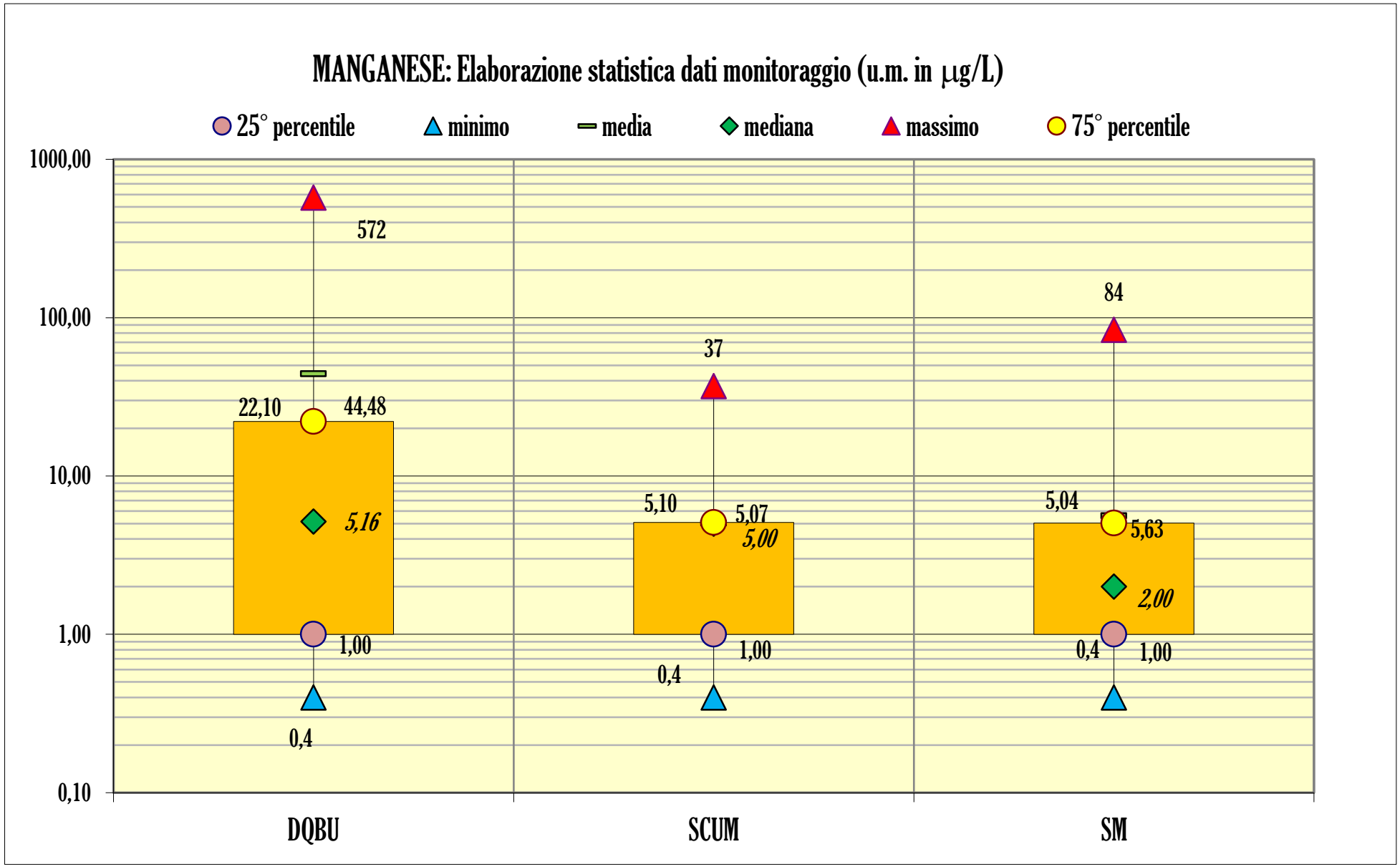
10	assunto il valore al di sotto del limite di rilevabilità analitico strumentale
572	superamento CSC

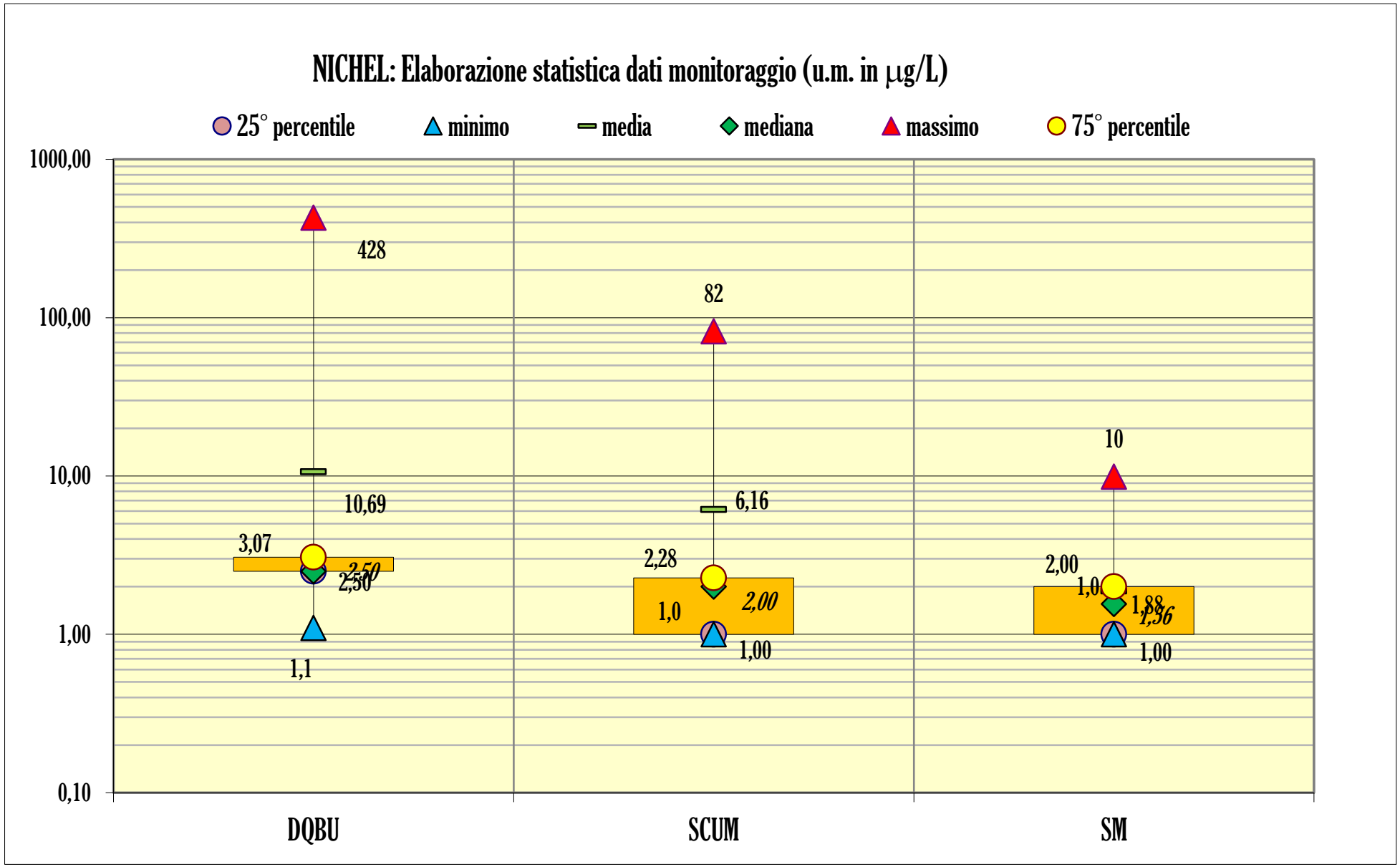

ALLUMINIO: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in µg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
1000,0
100,0
10,0
1,0
0,1
445
10,00
17,93
10,00
3,10
3
448
31,42
14,50
1
0,88
1,00
235
28,00
21,02
3,10
1
1,00
DQBU
SCUM
SM

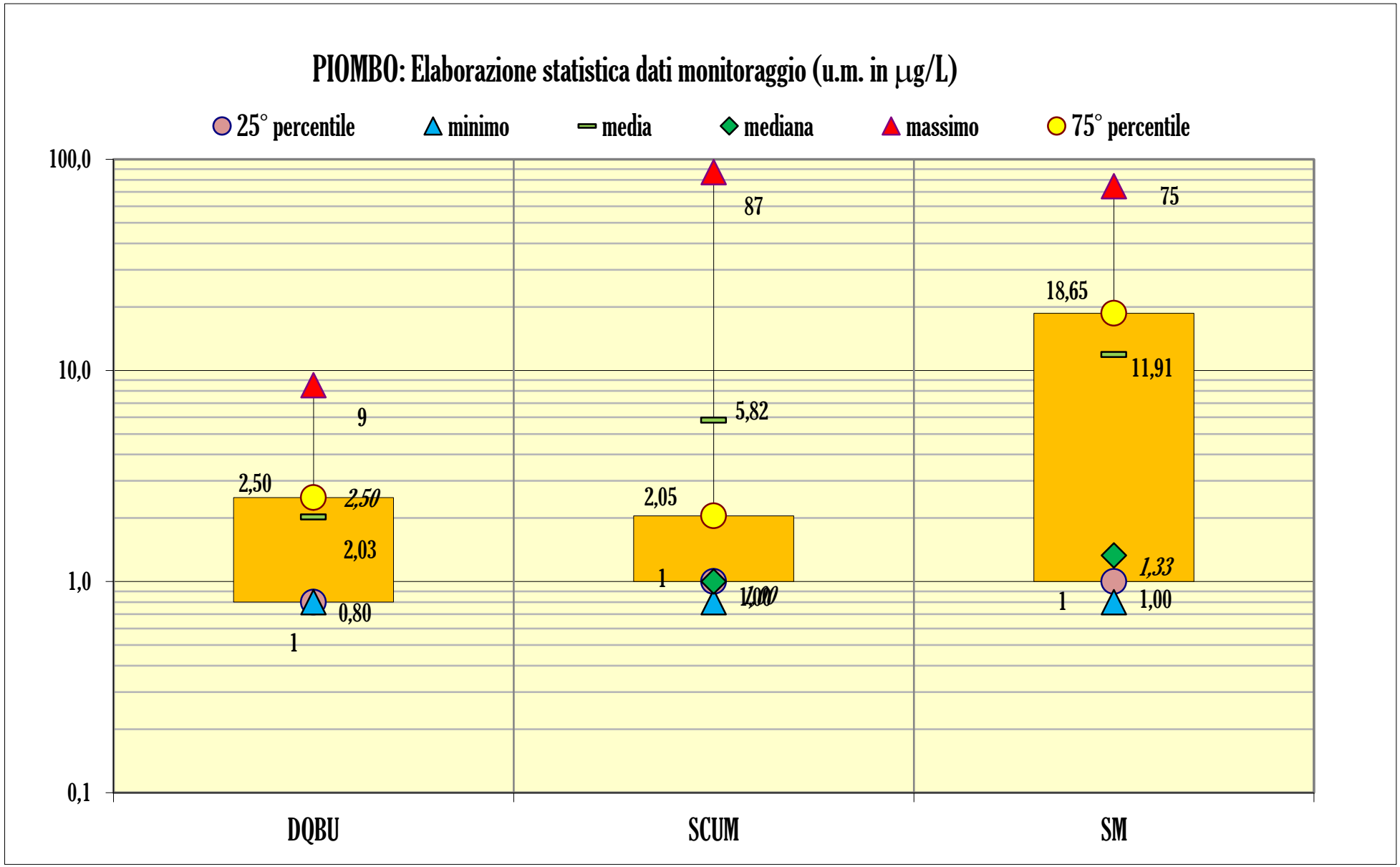

ARSENICO: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in µg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
100,0
10,0
1,0
0,1
DQBU
SCUM
SM
2,50
5
2,50
1,95
0,86
1
11
1,40
1,17
0,55
0,50
0,89
5
0,99
0,60
1
0,50

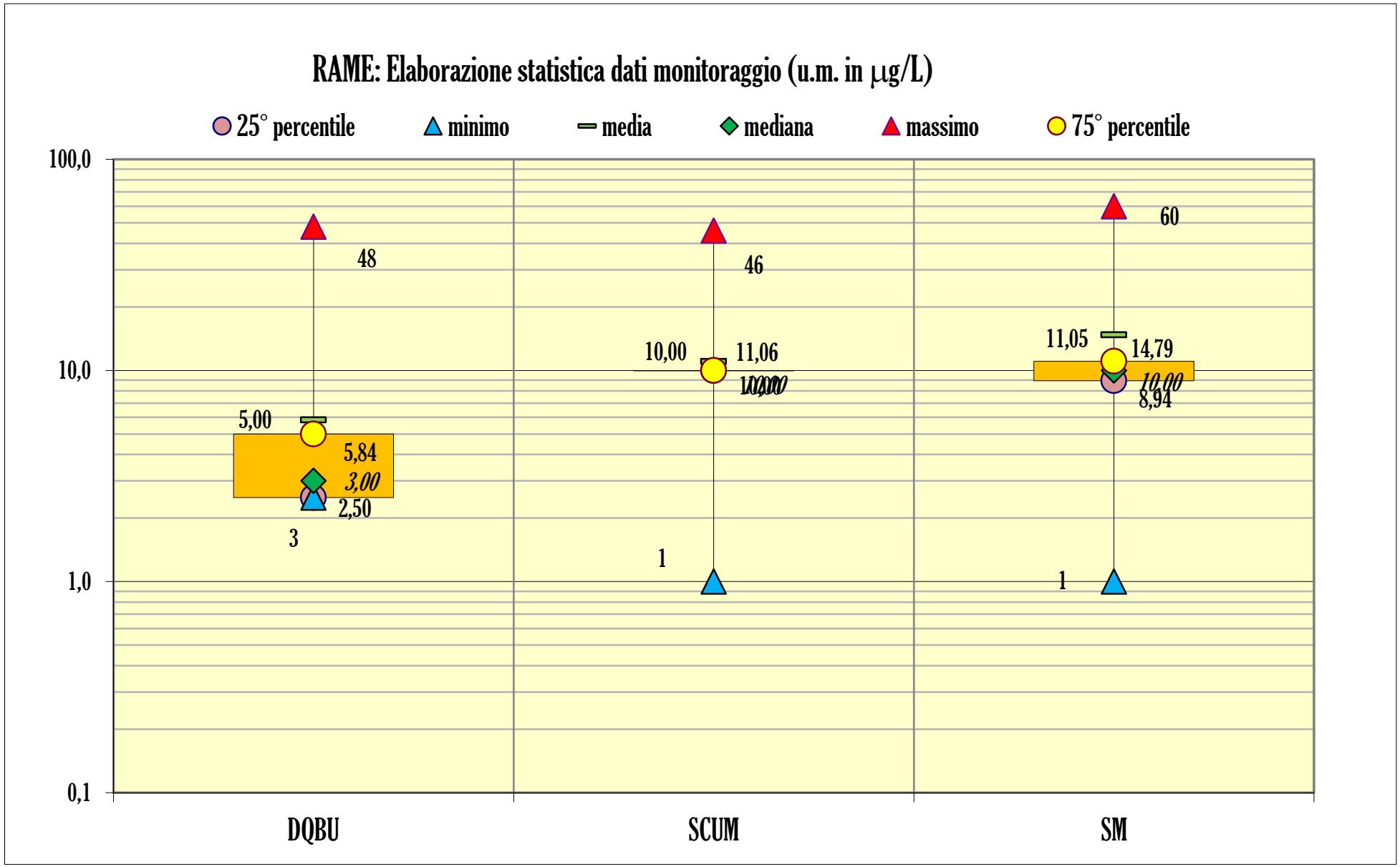

CROMO TOTALE: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in µg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
100,0
10,0
1,0
0,1
17
2,50
2,50
2,45
1,27
1
25
5,00
4,49
5,00
1
0,65
8
5,35
3,04
1
0,80
0,70
DQBU
SCUM
SM

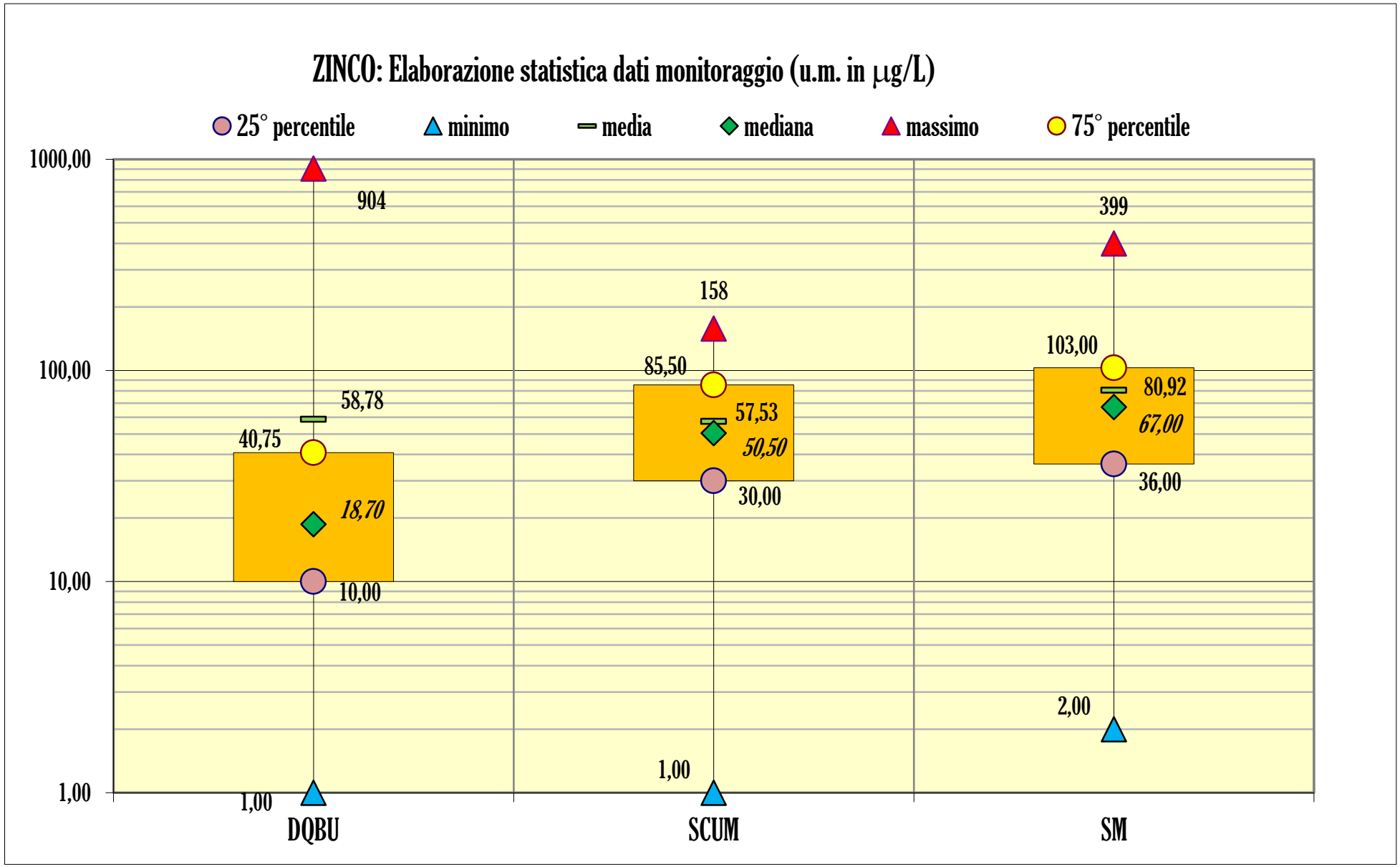

FERRO: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in µg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
1000,0
100,0
10,0
1,0
302
28,60
34,92
20,00
5,00
5
305
156,25
104,67
69,00
34,50
5
330
238,00
112,46
88,00
7,50
1
DQBU
SCUM
SM

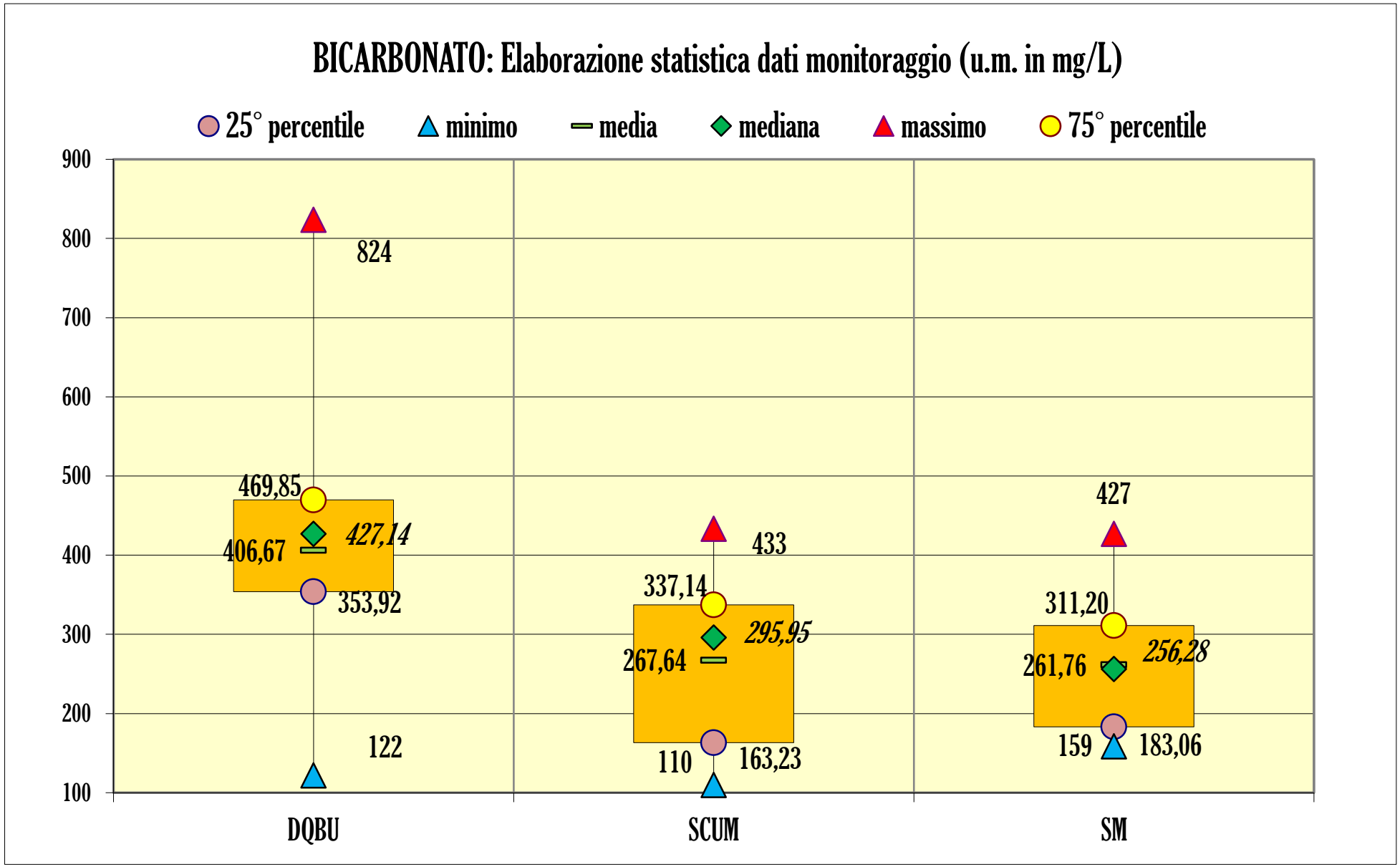

MANGANESE: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in µg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
1000,00
100,00
10,00
1,00
0,10
572
22,10
44,48
5,16
1,00
0,4
37
5,10
5,07
5,00
1,00
0,4
84
5,04
5,63
2,00
0,4
1,00
DQBU
SCUM
SM

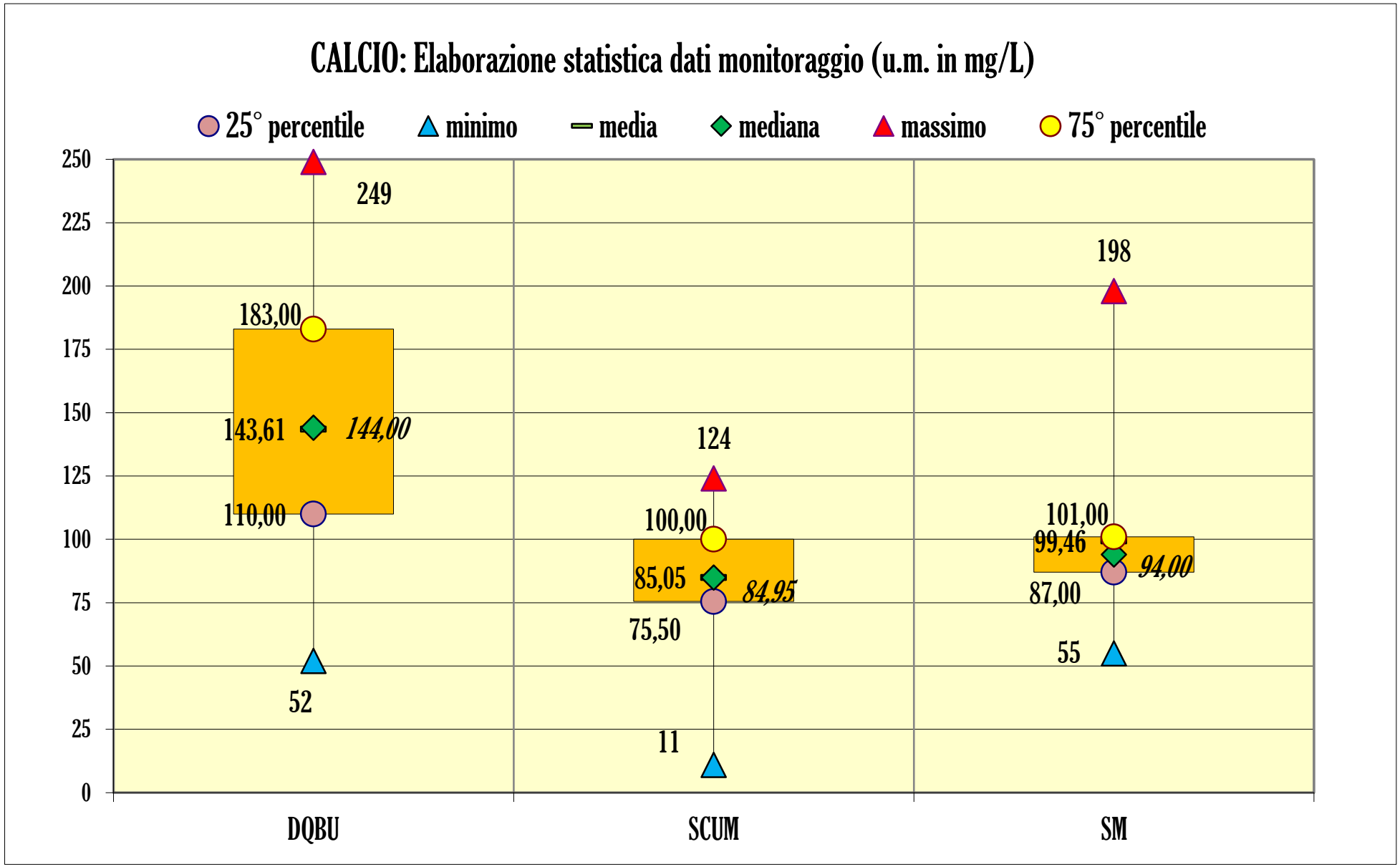

NICHEL: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in µg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
1000,00
100,00
10,00
1,00
0,10
428
10,69
3,07
2,50
2,50
1,1
82
6,16
2,28
1,0
2,00
1,00
10
2,00
1,0
1,88
1,36
1,00
DQBU
SCUM
SM


PIOMBO: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in µg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
100,0
10,0
1,0
0,1
9
2,50
2,50
2,03
0,80
1
87
5,82
2,05
1
1,00
75
18,65
11,91
1,33
1
1,00
DQBU
SCUM
SM

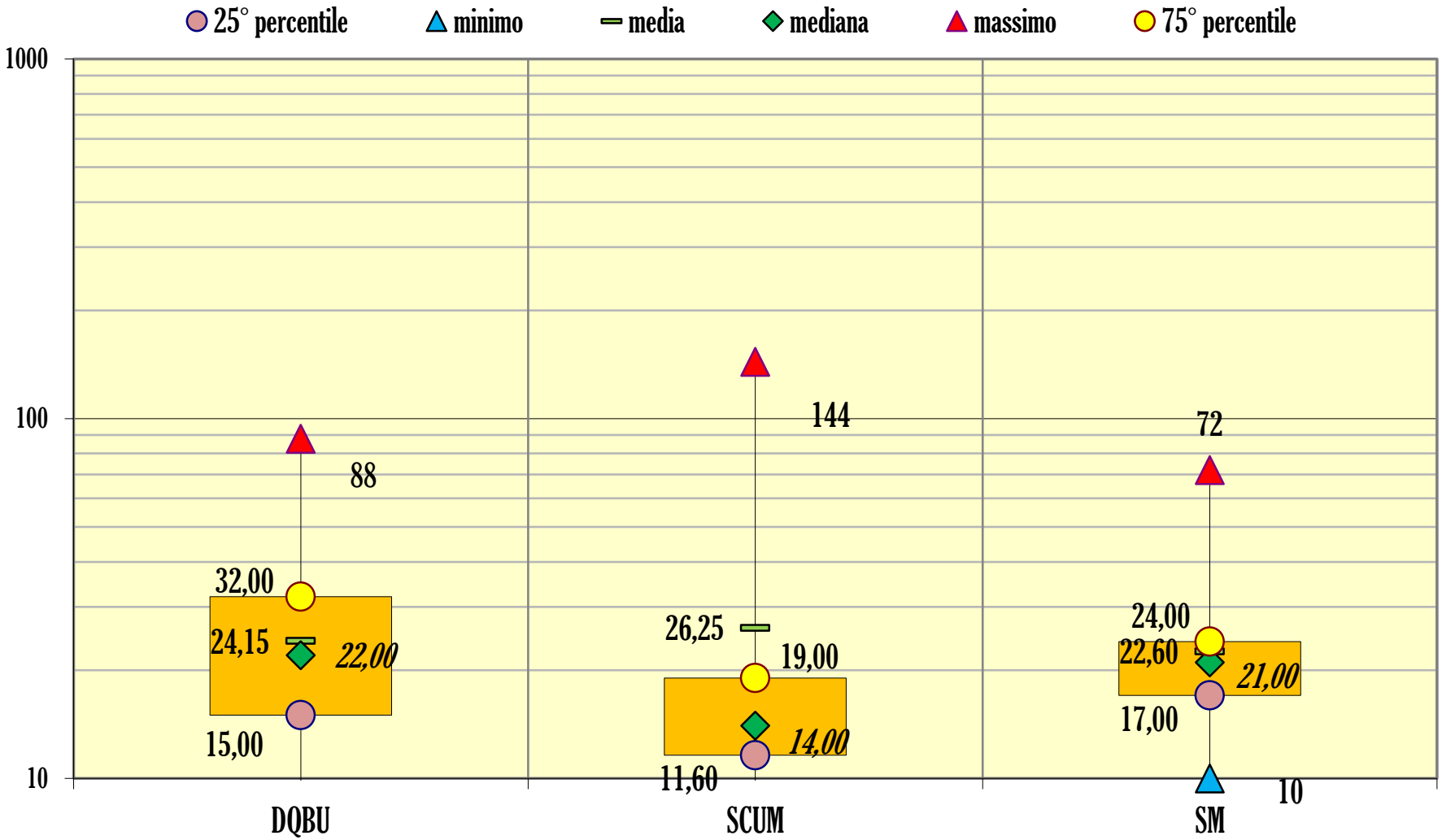

RAME: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in µg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
100,0
10,0
1,0
0,1
48
5,00
5,84
3,00
2,50
3
46
10,00
11,06
1
60
11,05
14,79
8,94
1
DQBU
SCUM
SM


ZINCO: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in µg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
1000,00
100,00
10,00
1,00
904
58,78
40,75
18,70
10,00
1,00
158
85,50
57,53
50,50
30,00
1,00
399
103,00
80,92
67,00
36,00
2,00
DQBU
SCUM
SM

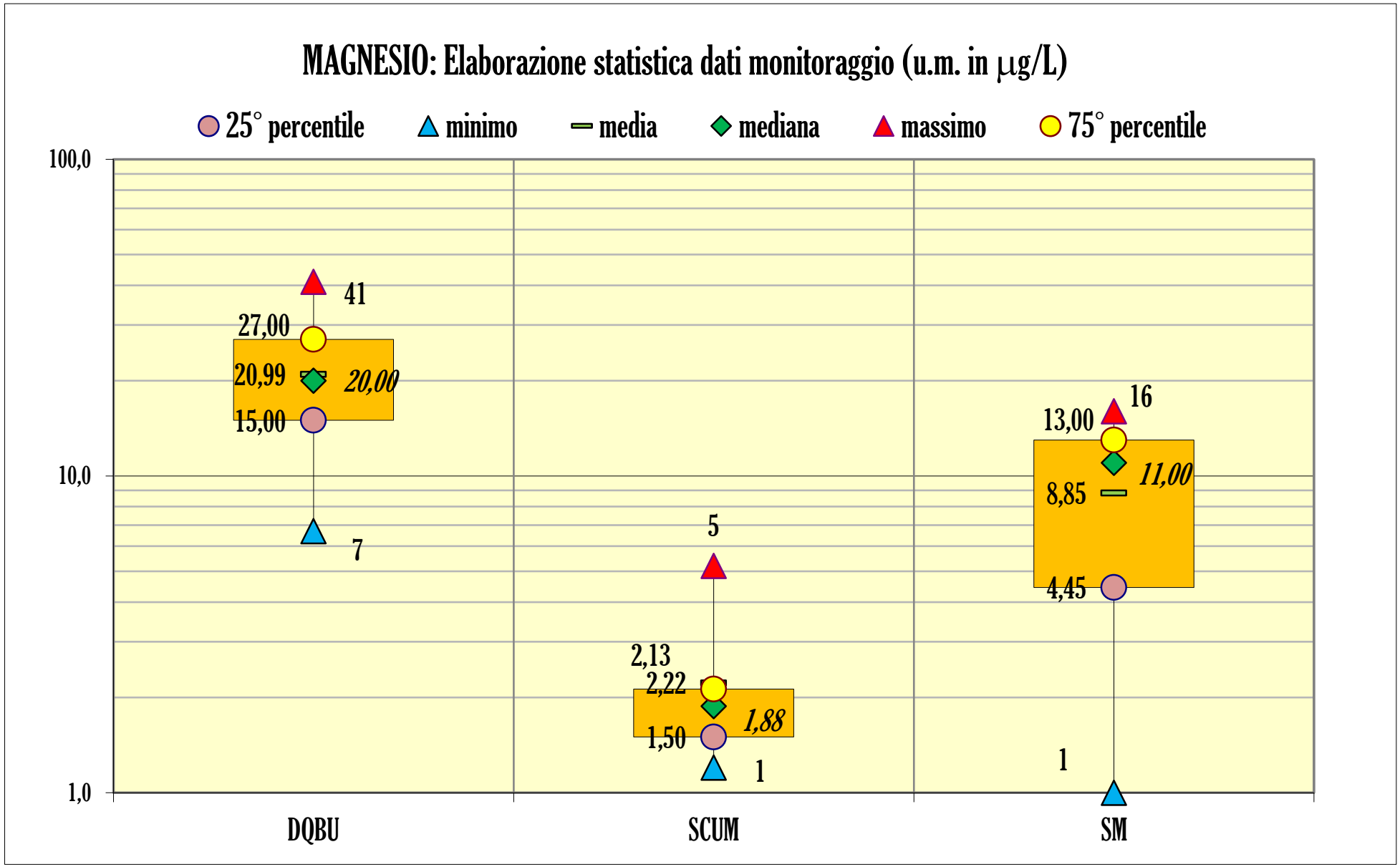

BICARBONATO: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in mg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
900
800
700
600
500
400
300
200
100
824
469,85
406,67
427,14
353,92
122
433
337,14
295,95
267,64
110
163,23
427
311,20
261,76
256,28
159
183,06
DQBU
SCUM
SM


CALCIO: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in mg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
249
183,00
143,61
144,00
110,00
52
124
100,00
85,05
84,95
75,50
11
198
101,00
99,46
94,00
87,00
55
DQBU
SCUM
SM

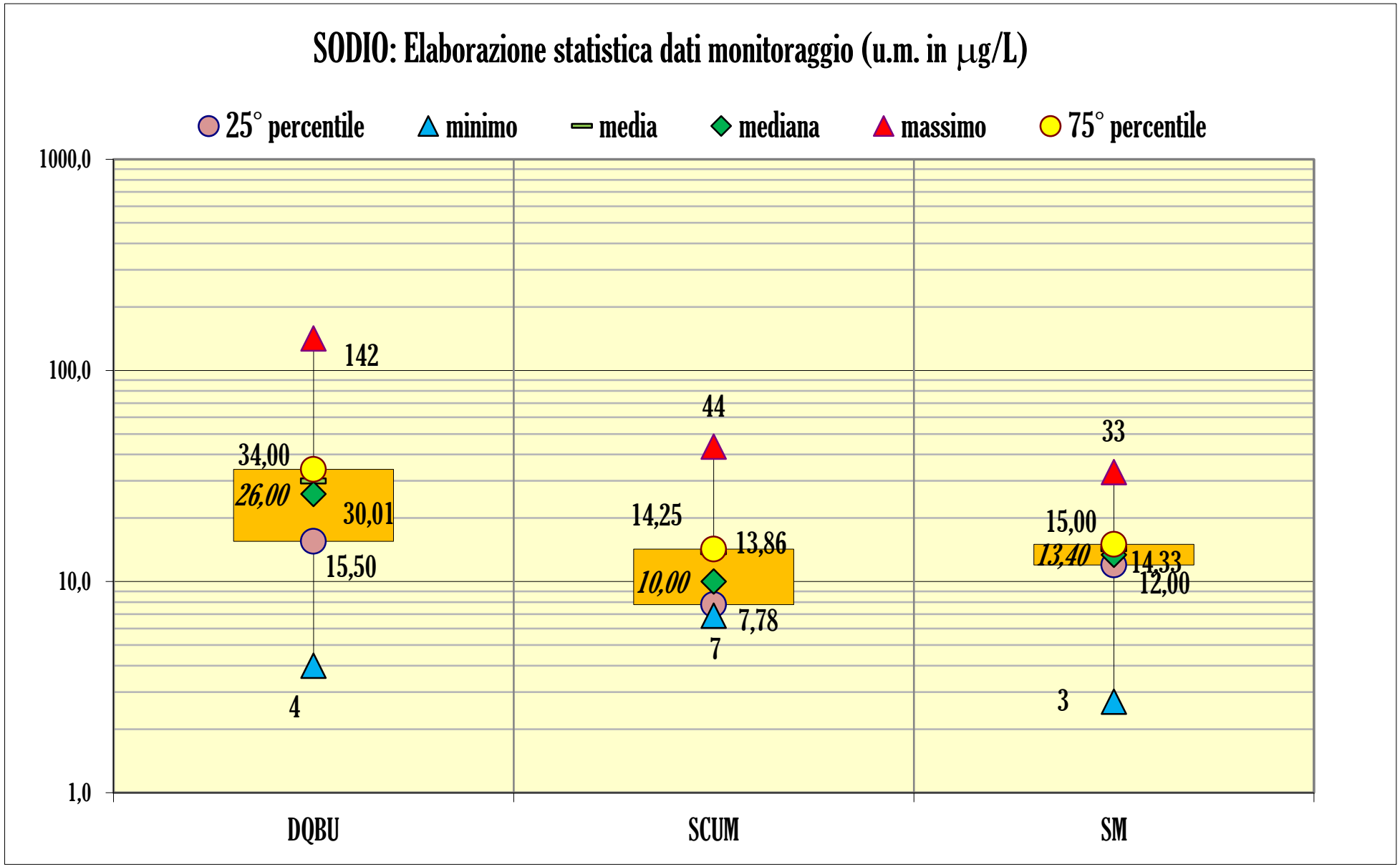
CLORURI: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in mg/L)

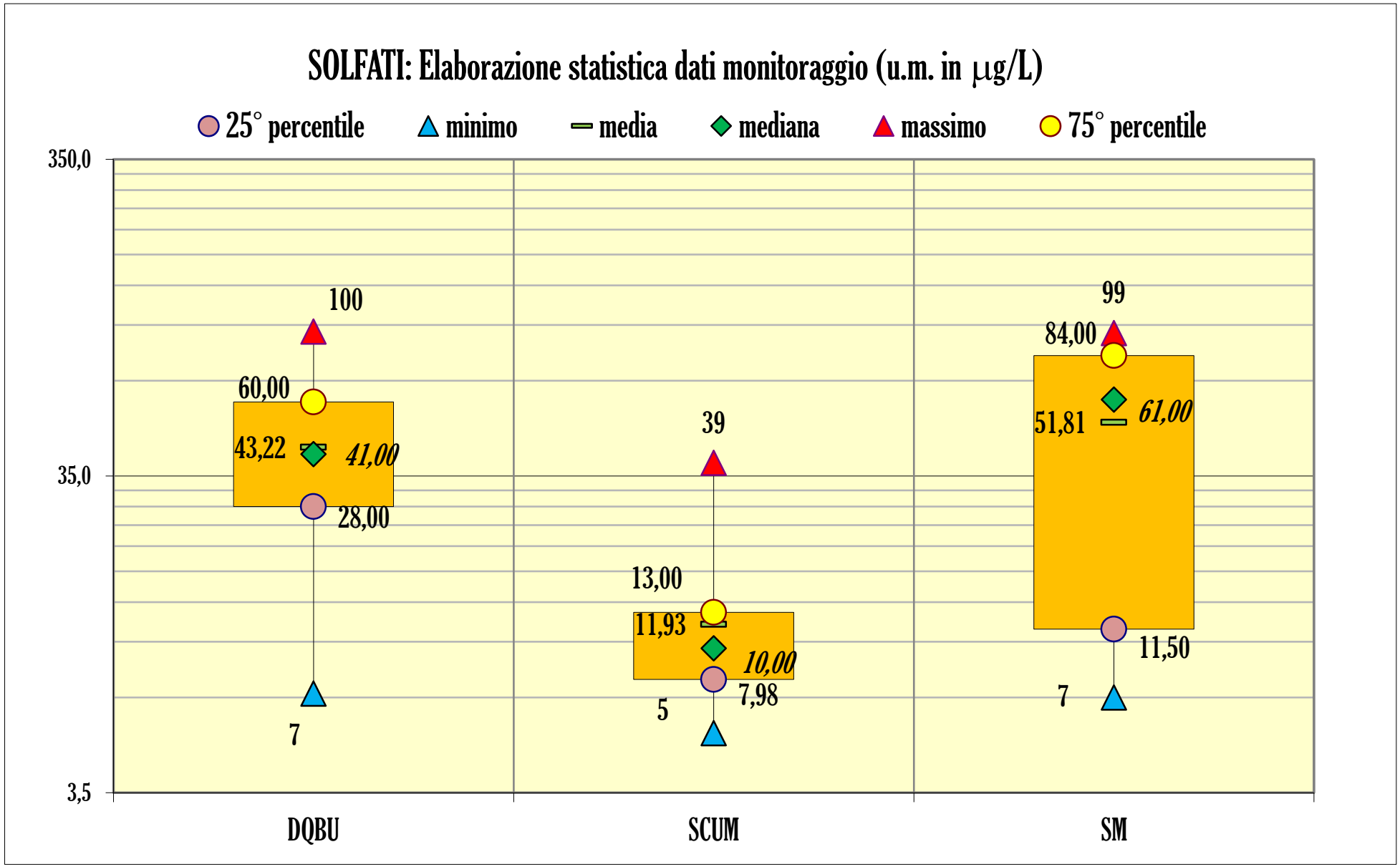


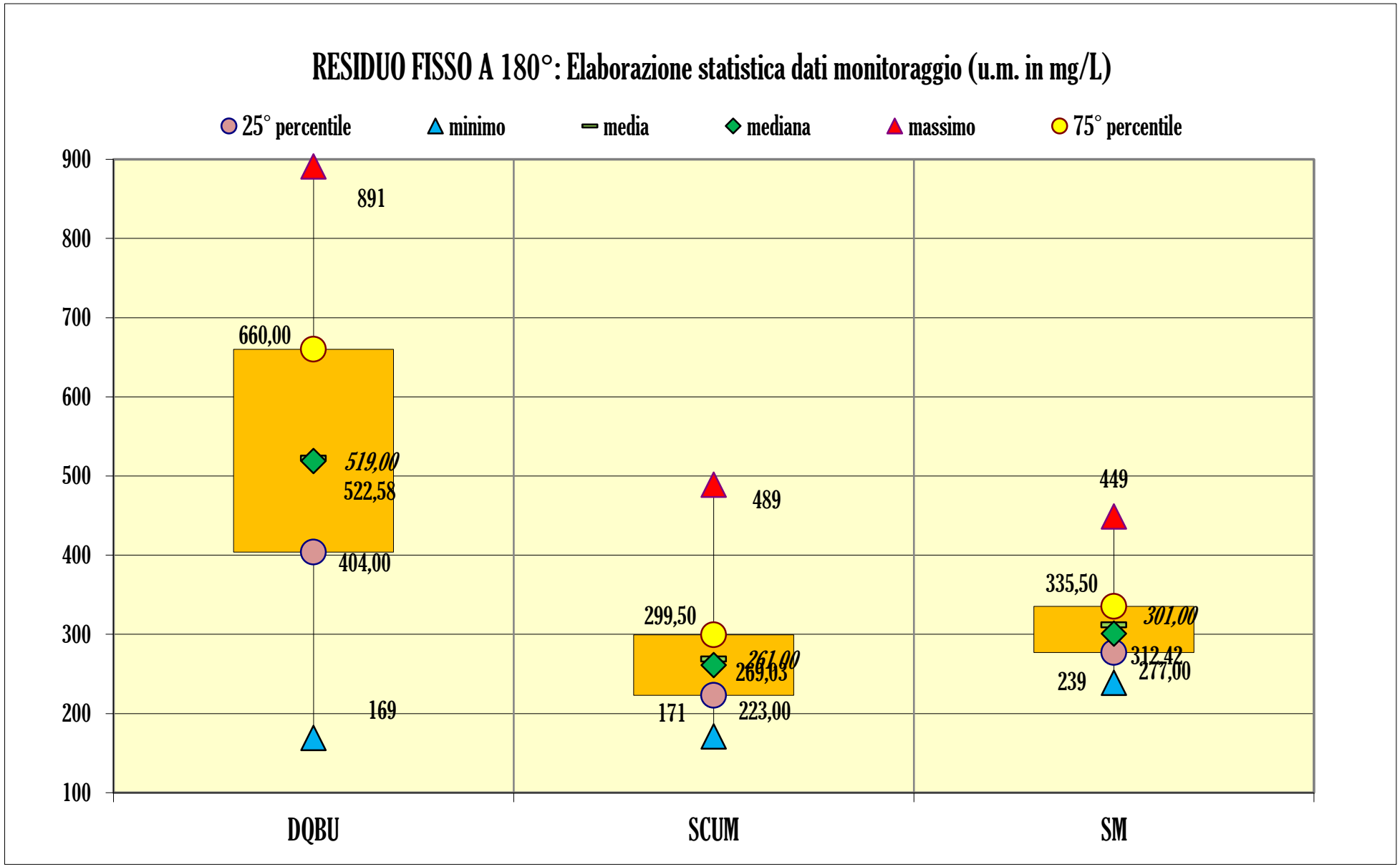
MAGNESIO: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in µg/L)



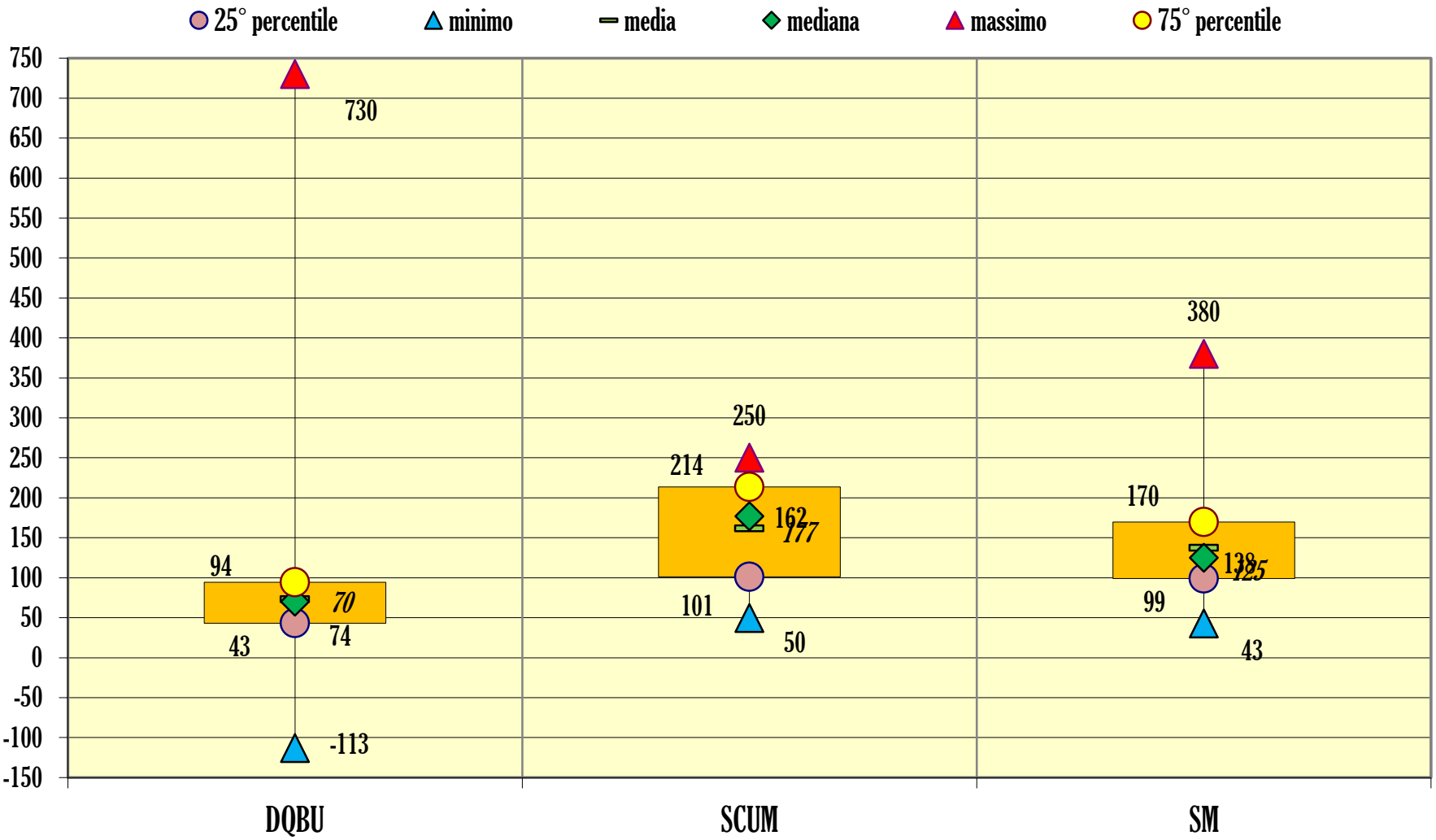
SODIO: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in µg/L)

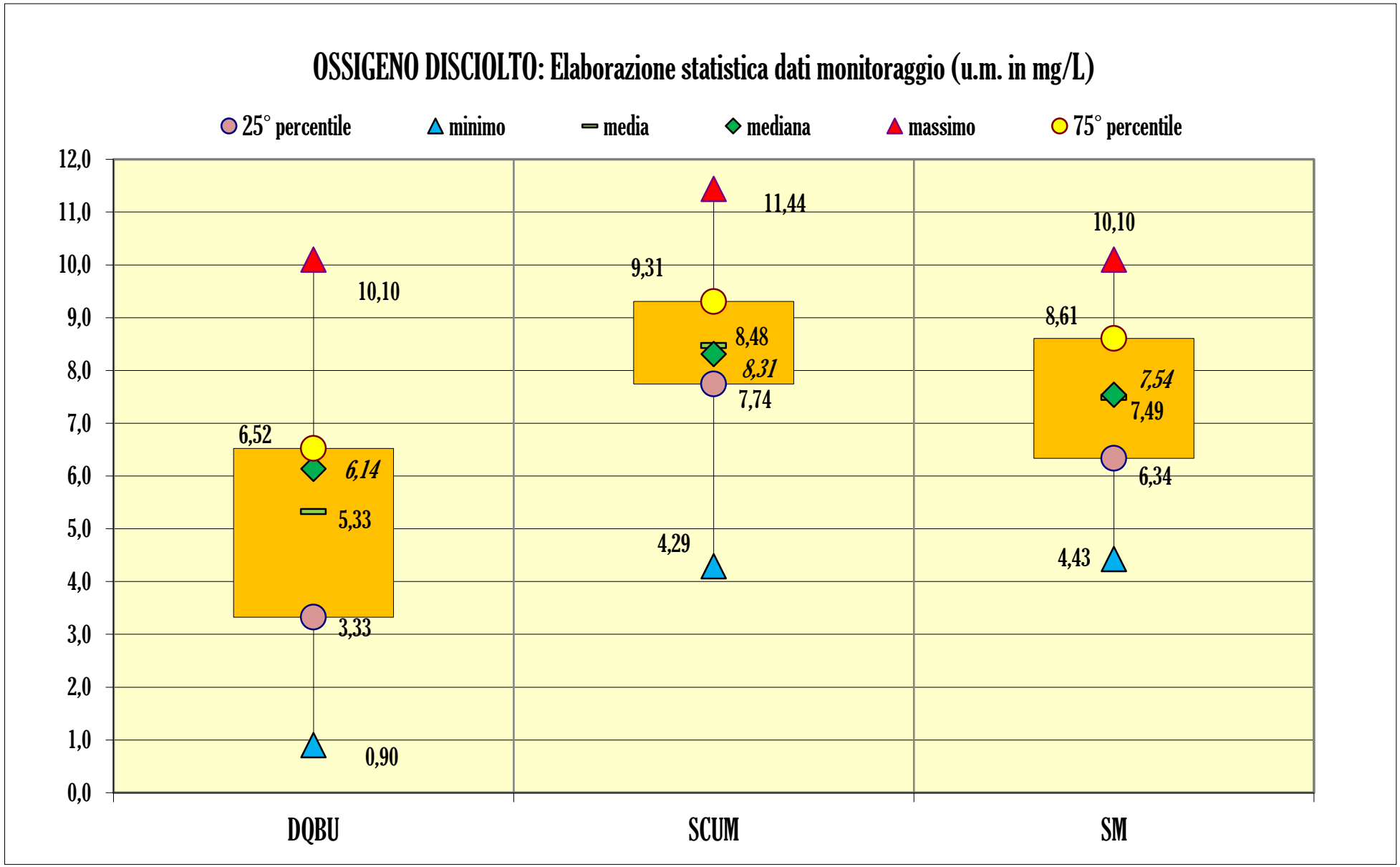


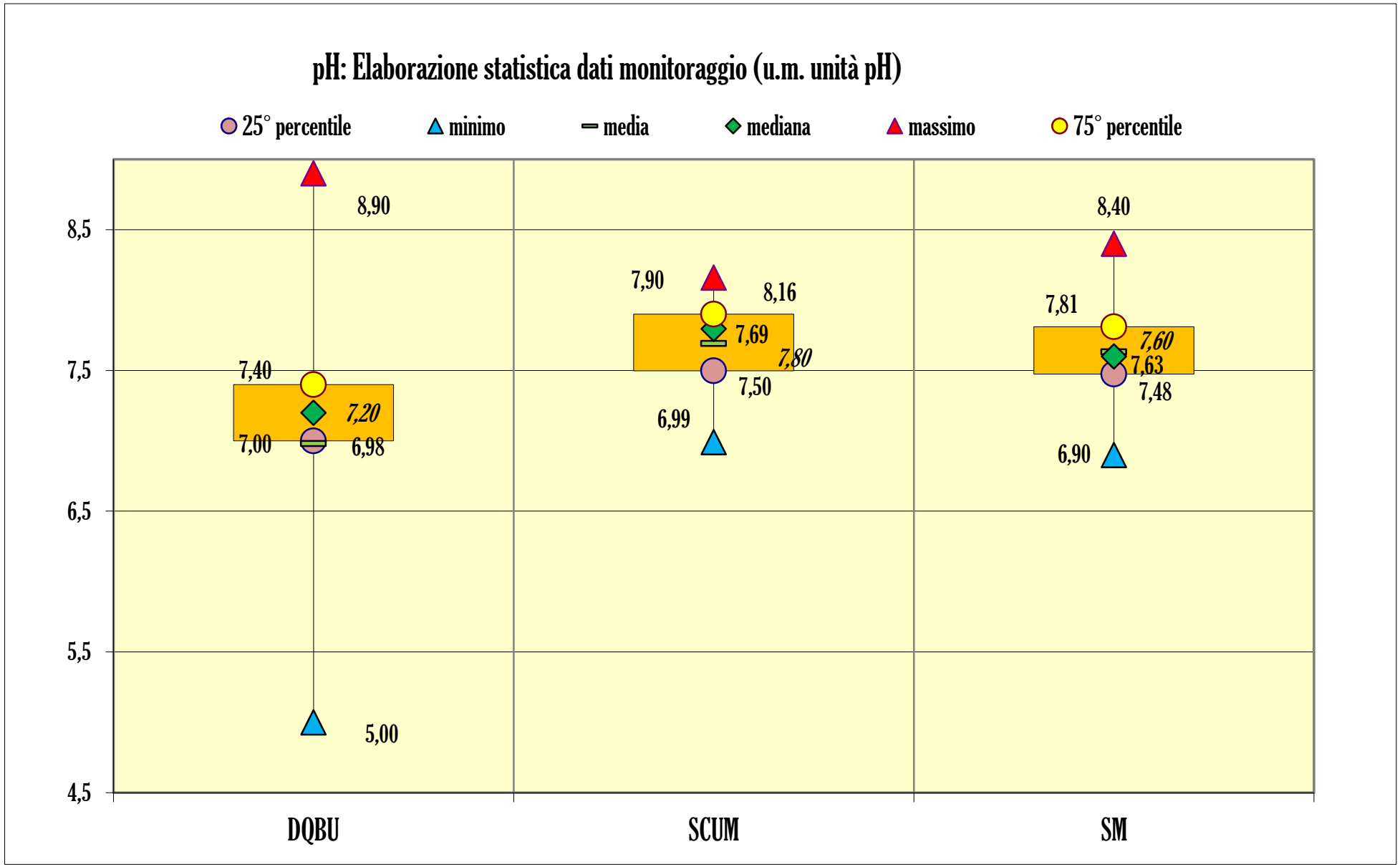

SOLFATI: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in µg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
350,0
35,0
3,5
100
60,00
43,22
41,00
28,00
7
39
13,00
11,93
10,00
7,98
5
99
84,00
51,81
61,00
11,50
7
DQBU
SCUM
SM

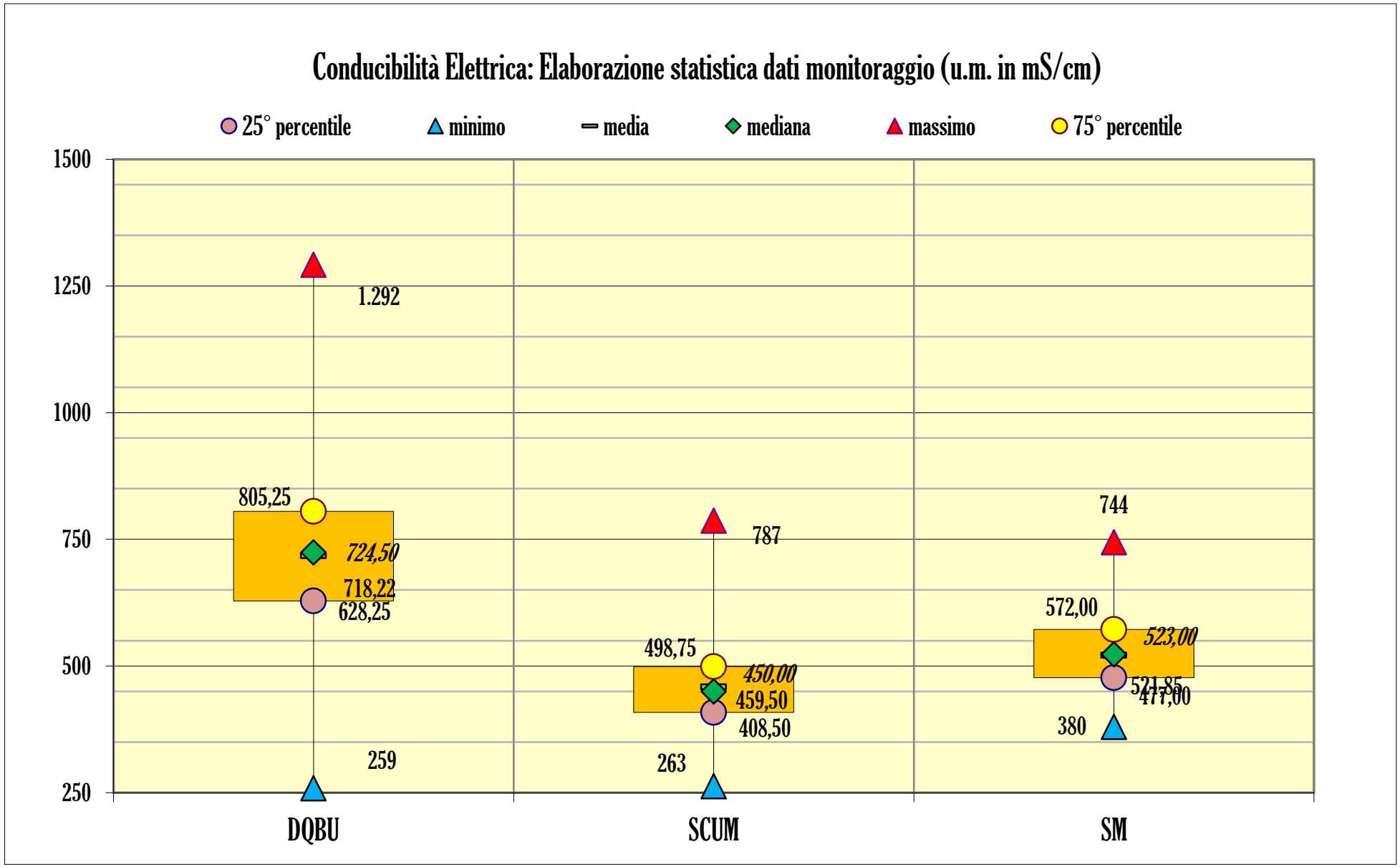

RESIDUO FISSO A 180°: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in mg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
900
800
700
600
500
400
300
200
100
891
660,00
519,00
522,58
404,00
169
489
299,50
261,00
269,03
171
223,00
449
335,50
301,00
312,42
277,00
239
DQBU
SCUM
SM

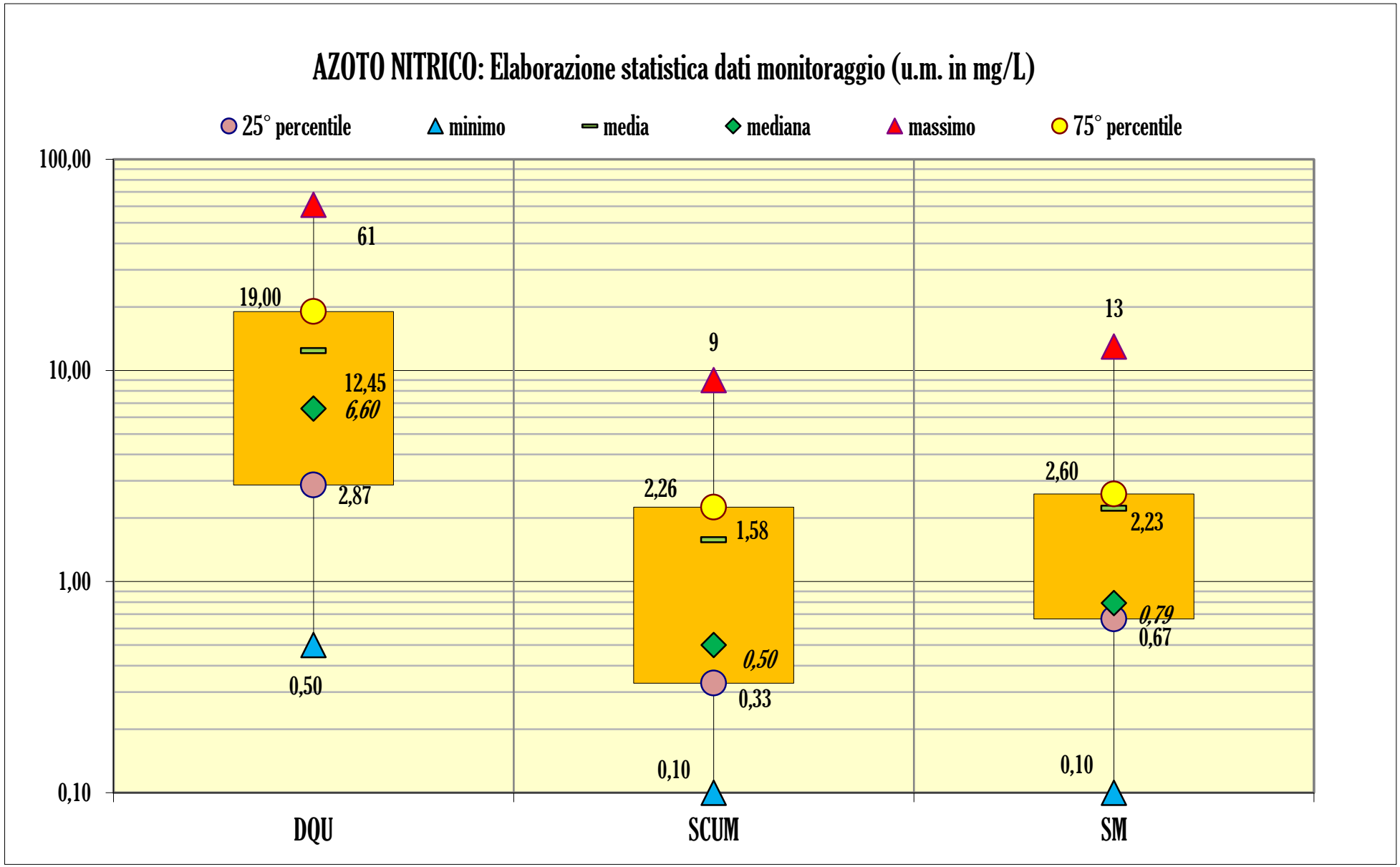
POTENZIALE REDOX: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in mV)




OSSIGENO DISCIOLTO: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in mg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
12,0
11,0
10,0
9,0
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0
10,10
6,52
6,14
5,33
3,33
0,90
11,44
9,31
8,48
8,31
7,74
4,29
10,10
8,61
7,54
7,49
6,34
4,43
DQBU
SCUM
SM


pH: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. unità pH)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
8,5
7,5
6,5
5,5
4,5
8,90
7,40
7,20
7,00
6,98
5,00
7,90
8,16
7,69
7,80
7,50
6,99
8,40
7,81
7,60
7,63
7,48
6,90
DQBU
SCUM
SM


Conducibilità Elettrica: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in mS/cm)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
1500
1250
1000
750
500
250
1.292
805,25
724,50
718,22
628,25
259
787
498,75
450,00
459,50
408,50
263
744
572,00
523,00
521,85
477,00
380
DQBU
SCUM
SM


AZOTO NITRICO: Elaborazione statistica dati monitoraggio (u.m. in mg/L)
25° percentile
minimo
media
mediana
massimo
75° percentile
100,00
10,00
1,00
0,10
61
19,00
12,45
6,60
2,87
0,50
9
2,26
1,58
0,50
0,33
0,10
13
2,60
2,23
0,79
0,67
0,10
DQU
SCUM
SM

Campionamento acque sotterranee BME													
Parametro/ analita	Unità di Misura	CSC	BME_BR_Pz01	BME_BR_Pz02	BME_BR_Pz03	BME_BR_Pz04	BME_BR_Pz05	BME_BR_Pz06	BME_BR_Pz07	BME_BR_Pz08	BME_BR_Pz09	BME_BR_Pz10	BME_BR_Pz11
Temperatura	°C	-	16,2	15,4	20,1	12,8	16,3	12,8	13,2	14,5	12,8	17	12,5
Conducibilità elettrica	µs/cm	-	776	2370	762	2540	734	2500	2470	753	645	786	2600
Durezza Totale	mg/lt di $CaCO_3$	-	27,6	25,4	28	27,8	25,3	27,8	26,2	34,4	27,2	28,1	32
Ossigeno disciolto	mg/lt	-	4,3	4,3	4,5	4,1	3,5	4,4	3,4	3,6	4,2	4,8	3,9
Nitrati	mg/lt	-	6,3	< 0,1	4,8	4,9	4,3	8,5	1,7	25,9	0,3	5,5	4,5
Cloruri	mg/lt	-	50	30	50	30	43,6	40	30	70	30	40	30
Alluminio	µg/lt	*200*	80,0	85,3	80,0	92,3	35	25,3	53	84,8	85,6	31,3	35,5
Arsenico	µg/lt	*10*	< 0,5	< 0,1	< 0,5	< 0,1	< 0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,5	< 0,1
Cadmio	µg/lt	*5*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cromo VI	µg/lt	*5*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cromo Totale	µg/lt	*50*	< 1	1,2	< 1	2,4	< 1	2,5	2,9	1,5	1,8	< 1	3,2
Ferro	µg/lt	*200*	22,5	198	68	116	16	187	139	147	187	8,5	163
Mercurio	µg/lt	*1*	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Nichel	µg/lt	*20*	2,4	7,9	< 2	3,1	< 2	4,5	3,4	4,7	2,3	3,8	4,2
Piombo	µg/lt	*10*	< 1	3,7	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Rame	µg/lt	*1000*	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Selenio	µg/lt	*10*			< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Manganese	µg/lt	*50*	1,8	24	1,6	1,2	0,9	23,3	1,3	10,9	1,2	0,9	0,7
Zinco	µg/lt	*3000*	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
Cianuri Liberi (CN^-)	µg/lt	*50*	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Nitriti (NO_2^-)	µg/lt	*500*	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Solfati (SO_4^{--})	mg/lt	*250*	43,6	27,2	45,7	34,9	38,7	41,5	34,7	178,7	30,4	61,5	124,7
Fenolo	mg/lt	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Azoto ammoniacale	µg/lt	*0,5*	< 0,4	0,4	0,4	0,4	< 0,4	< 0,4	0,5	< 0,4	0,4	< 0,4	< 0,4

Campionamento acque sotterranee BME													
Parametro/ analita	Unità di Misura	CSC	BME_BR_Pz12	BME_BR_Pz13	BME_BR_Pz14	BME_BR_Pz15	BME_BR_Pz16	BME_BR_Pz17	BME_BR_Pz18	BME_BR_Pz19	BME_BR_Pz20	BME_BR_Pz21	BME_BR_Pz22
Temperatura	°C	-	15	13,9	16,9	14,4	11,3	12,9	13,9	14,2	14	14,3	18,2
Conducibilità elettrica	µs/cm	-	639	2390	737	626	2540	644	3400	577	528	2400	674
Durezza Totale	mg/lt di $CaCO_3$	-	31,2	28,9	24,8	31,2	32	39,1	25,2	28	24	24	25,5
Ossigeno disciolto	mg/lt	-	5,1	3,1	6,6	3,2	4,3	3,8	4,3	3,8	3,7	3,4	3,8
Nitrati	mg/lt	-	5	2,7	50	8,5	5,6	17,7	0,78	< 0,1	< 0,1	28,2	2,7
Cloruri	mg/lt	-	40	30	50	40	30	70	30	40	30	60	50
Alluminio	µg/lt	*200*	46,6	18	103	98	65,8	50	< 1,0	< 1,0	< 1,0	41,6	48
Arsenico	µg/lt	*10*	< 0,1	< 0,1	< 0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,5	< 0,5	< 0,1	< 0,5
Cadmio	µg/lt	*5*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cromo VI	µg/lt	*5*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cromo Totale	µg/lt	*50*	2,6	1	< 1	2,6	1,2	3,5	2,5	< 1	< 1	< 1	< 1
Ferro	µg/lt	*200*	125	159	11	160	128	195	195	189	184	168	12
Mercurio	µg/lt	*1*	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Nichel	µg/lt	*20*	3	2,6	8,1	3,4	2,1	3,4	3,4	< 2	2	< 2	< 2
Piombo	µg/lt	*10*	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Rame	µg/lt	*1000*	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Selenio	µg/lt	*10*	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Manganese	µg/lt	*50*	1,8	22,4	1,2	1,2	< 0,5	2,5	2,6	0,5	0,6	< 0,5	0,8
Zinco	µg/lt	*3000*	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
Cianuri Liberi (CN^-)	µg/lt	*50*	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Nitriti (NO_2^-)	µg/lt	*500*	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Solfati (SO_4^{--})	mg/lt	*250*	1,2	31,9	43,7	41,5	29,9	99,8	42,8	31,2	33,2	55,6	39,3
Fenolo	mg/lt	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,11	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Azoto ammoniacale	µg/lt	*0,5*	0,4	0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4

Campionamento acque sotterranee BME													
Parametro/ analita	Unità di Misura	CSC	BME_BR_Pz23	BME_BR_Pz24	BME_BR_Pz25	BME_BR_Pz26	BME_BR_Pz27	BME_BR_Pz28	BME_IG_Pz01	BME_IG_Pz02	BME_IG_Pz03	BME_IG_Pz04	BME_IG_Pz05
Temperatura	°C	-	13,4	13	17,9	15,7	18,1	13,3	20,2	17	18,9	20,4	18,8
Conducibilità elettrica	µs/cm	-	556	605	709	2320	821	654	3080	2970	2910	2820	3010
Durezza Totale	mg/lt di $CaCO_3$	-	< 4,0	25,2	25,6	25,2	25,6	37	65,45	51,84	51,04	52,84	56,64
Ossigeno disciolto	mg/lt	-	3,6	4,1	5,3	2,4	6,6	3,9	5,1	6,2	2,5	7	6,2
Nitrati	mg/lt	-	3,5	7,16	3,4	1,6	7,2	5,6	135,5	80,3	65,4	97,2	46,8
Cloruri	mg/lt	-	20	40	40	30	50	40	159,8	81,3	78,6	94,3	67,6
Alluminio	µg/lt	*200*	58,7	72,6	55	51,6	48,3	45,7	2	51,9	60,5	19,5	5,5
Arsenico	µg/lt	*10*	< 0,1	< 0,1	< 0,5	< 0,1	< 0,5	< 0,1	<1	1	<1	<1	<1
Cadmio	µg/lt	*5*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cromo VI	µg/lt	*5*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cromo Totale	µg/lt	*50*	2,2	1,8	3,8	3,2	2,9	3,1	3,4	8,5	3,7	4,8	5,1
Ferro	µg/lt	*200*	190	156	23	171	56	136	486	1589	1317	1004	721
Mercurio	µg/lt	*1*	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Nichel	µg/lt	*20*	5,1	3	7,5	2,9	2,8	3,7	3,05	14,8	15,9	6,4	4
Piombo	µg/lt	*10*	< 1	< 1	3,1	< 1	< 1	< 1	<1	1	1,6	<1	<1
Rame	µg/lt	*1000*	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	<100	<100	<100	<100	<100
Selenio	µg/lt	*10*	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Manganese	µg/lt	*50*	25,2	0,8	1,6	< 0,5	1,2	1	8,2	89,2	203	23,4	7,1
Zinco	µg/lt	*3000*	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	<50	<50	<50	<50	<50
Cianuri Liberi (CN^-)	µg/lt	*50*	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	<20	<20	<20	<20	<20
Nitriti (NO_2^-)	µg/lt	*500*	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	<100	<100	<100	<100	<100
Solfati (SO_4^{--})	mg/lt	*250*	31,5	40,4	37,3	36,3	38,7	35,8	86,6	58,6	82,3	85,1	172,5
Fenolo	mg/lt	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Azoto ammoniacale	µg/lt	*0,5*	< 0,4	0,4	< 0,4	0,5	< 0,4	< 0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4

ALLEGATO E – CENSIMENTO DELLE POTENZIALI SORGENTI ANTROPICHE PRESENTI NELL’AREA DI STUDIO

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
1	1 e 2	1-2_001	Sogenus Spa	Via Cornacchia, 12	Maiolati Spontini	Rifiuti urbani differenziati e non, smaltimento rifiuti speciali, non pericolosi e alcuni pericolosi	43°31'7.10"N	13° 8'47.05"E
2	1 e 2	1-2_002	Centro Ambiente "Il Quadrifoglio"	Via Brodolini, 12	Castelplanio	Rifiuti non urbani, raccolta differenziata	43°29'57.42"N	13° 6'50.88"E
3	1 e 2	1-2_003	Consorzio Intercomunale Vallesina-Misa	Viale dell'Industria, 5	Jesi	Smaltimento e trattamento dei rifiuti urbani ed assimilati	43°32'13.94"N	13°16'6.72"E
4	1 e 2	1-2_004	Ecologica Marche S.r.l.	Via Marche, 28	Monsano	Rifiuti industriali e speciali smaltimento e trattamento	43°33'15.46"N	13°16'49.40"E
5	1 e 2	1-2_005	Pavoni Rossano Srl	Viale dell'Industria, 5	Jesi	Rifiuti industriali e speciali smaltimento e trattamento; sppurgo fognature e pozzi neri.	43°32'13.94"N	13°16'6.72"E
6	1 e 2	1-2_006	Impianto Multiservizi S.p.A.	Via della Barchetta	Jesi	Impianto di raccolta reflui e trasformazione in biogas	43°33'8.97"N	13°18'7.84"E
7	1 e 2	1-2_007	Edil-recuperi Srl	Via Della Barchetta, 13	Jesi	Rifiuti industriali e speciali smaltimento e trattamento	43°32'53.11"N	13°17'51.08"E
8	1 e 2	1-2_008	Cisa lavori	Via Don Angelo Cappannini, 3	Jesi	Rifiuti industriali e speciali smaltimento e trattamento	43°32'1.22"N	13°15'57.81"E
9	1 e 2	1-2_009	Marcheambiente Autospurgo	Via Galoppo, 1	Chiaravalle	Rifiuti industriali e speciali smaltimento e trattamento	43°36'47.62"N	13°17'22.88"E
10	1 e 2	1-2_010	Centro Ambiente Comune di Chiaravalle	Via R. Sanzio, 27	Chiaravalle	Centro di raccolta rifiuti	43°35'43.18"N	13°19'50.10"E
11	1 e 2	1-2_011	Adriatica Green Power S.p.A.	C.da Molino, 9	Agugliano	Rifiuti urbani, rifiuti elettronici ed elettrici	43°33'23.31"N	13°20'39.01"E
12	1 e 2	1-2_012	ME.CO.FER Srl	C.da Molino, 9	Agugliano	Recupero di materiale ferroso e metallico	43°33'25.15"N	13°20'44.42"E
13	1 e 2	1-2_013	Eredi Raimondo Bufarini S.r.l.	Via Saline, 22	Falconara Marittima	Rifiuti industriali e speciali smaltimento e trattamento; spurgo fognature e pozzi neri.	43°36'26.08"N	13°22'39.87"E
14	1 e 2	1-2_014	Sea Ambiente Srl	Via Saline, snc	Falconara Marittima	Gestione e trattamento rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi, liquidi, solidi e fangosi	43°35'25.14"N	13°23'35.94"E
15	1 e 2	1-2_015	Impianto Multiservizi S.p.A.	Via delle Caserme	Falconara Marittima	Impianto di raccolta reflui e trasformazione in biogas	43°38'1.01"N	13°22'42.56"E
16	1 e 2	1-2_016	Sottostazione elettrica RFI S.p.A.	Via Monti e Tognetti	Falconara Marittima	Rifiuti non pericolosi (inerti e acque di scarto)	43°38'7.59"N	13°23'13.67"E
17	1 e 2	1-2_017	Falconara Srl	Via Marconi, 114	Falconara Marittima	Rifiuti urbani differenziati e non.	43°36'59.36"N	13°22'48.48"E
18	1 e 2	1-2_018	Impianto Multiservizi S.p.A.	Via Stazione	Castelbellino	Impianto di raccolta reflui	43°29'58.66"N	13° 9'0.83"E
19	1 e 2	1-2_019	Impianto Multiservizi S.p.A.	Località Moie Via Fiume	Maiolati Spontini	Impianto di raccolta reflui	43°29'54.63"N	13° 7'58.86"E
20	3.1	3.1_001	Api Raffineria	Via Flaminia 685	Falconara Marittima	Termoelettrica	43°38'27.30"N	13°22'50.14"E
21	3.1	3.1_002	Edison S.p.A	Via della Barchetta 1	Jesi	Termoelettrica	43°33'12.67"N	13°17'7.02"E
22	3.1	3.1_003	Ancona Ambiente S.p.A.	Via Galoppo, 27	Chiaravalle	Impianto biogas	43°37'25.04"N	13°17'21.78"E
23	3.1	3.1_004	Societa' Agricola 4c S.S.	Località Pantiere - Scorcelletti	Maiolati Spontini	Impianto biogas	43°29'58.07"N	13°10'24.50"E
24	3.1	3.1_005	Regione Marche	Via Giuseppe Garibaldi	Camerata Picena	Impianto biogas	43°34'7.72"N	13°21'4.65"E
25	3.1	3.1_006	Regione Marche	Strada provinciale di Camerata Picena	Agugliano	Impianto biogas	43°34'12.12"N	13°21'46.60"E
26	3.1	3.1_007	Impianto Biogas Azienda Agricola Mosca Renato	Via Coppetella	Monte San Vito	Aziende agricole	43°34'34.41"N	13°18'27.30"E
27	3.2	3.2_001	Api Raffineria	Via Flaminia 685	Falconara Marittima	Raffineria	43°38'14.97"N	13°22'39.10"E
28	3.2	3.2_002	Pirani & Oradei	Via Setificio, 16	Jesi	Fornitura combustibile da petrolio e additivi, solidi e gas	43°31'34.62"N	13°14'52.30"E
29	3.2	3.2_003	Cispe Srl	Via S. Giuseppe, 1	Camerata Picena	Fornitura combustibile da petrolio e additivi, solidi e gas	43°35'17.76"N	13°20'31.20"E
30	3.2	3.2_004	Petrolgas-SRL	Via Clementina Nord, 118	Castelplanio	Fornitura combustibile da petrolio e additivi, solidi e gas	43°30'22.18"N	13° 9'59.72"E
31	3.2	3.2_005	ET-Servizi tecnologici-SRL	Via Ancona, 49	Maiolati Spontini	Produzione e distribuzione combustibili, HC e gas, estrazioni	43°30'21.66"N	13° 8'24.20"E
32	3.2	3.2_006	Cis s.R.L	Via Fornace, 25	Maiolati Spontini	Produzione e distribuzione combustibili, HC e gas, estrazioni	43°30'18.78"N	13° 8'12.45"E
33	3.2	3.2_007	Goldengas Spa	Via Adeodato Pieralisi, 11	Jesi	Gas compressi e liquefatti - produzione e ingrosso	43°33'2.11"N	13°17'14.91"E
34	3.2	3.2_008	Goldengas Spa	Via Adriatica, 16	Montemarciano	Gas compressi e liquefatti - produzione e ingrosso	43°39'1.18"N	13°20'40.92"E
35	3.2	3.2_009	Esso	Via Del Consorzio, 15	Falconara Marittima	Gas compressi e liquefatti - produzione e ingrosso	43°36'40.21"N	13°21'52.44"E
36	3.2	3.2_010	Goldengas Spa	Via Marconi Guglielmo, 165	Falconara Marittima	Gas compressi e liquefatti - produzione e ingrosso	43°36'40.02"N	13°22'25.87"E
37	3.2	3.2_011	Goldengas Spa	Via Del Tesoro	Falconara Marittima	Gas compressi e liquefatti - produzione e ingrosso	43°36'56.68"N	13°23'20.14"E
38	3.2	3.2_012	Tecnozeta S.a.S.	Via Del Commercio, 5	Falconara Marittima	Gas compressi e liquefatti - produzione e ingrosso	43°37'2.69"N	13°22'24.36"E
39	3.2	3.2_013	Butan Gas Spa	Via Roncaglia, 69	Jesi	Gas compressi e liquefatti - produzione e ingrosso	43°31'54.84"N	13°16'36.77"E
40	3.2	3.2_014	Eco Gas Sas	Via Roncaglia	Jesi	Gas compressi e liquefatti - produzione e ingrosso	43°31'28.50"N	13°15'42.92"E
41	3.2	3.2_015	Liquigas Spa	Via L. Pieralisi, 1	Jesi	Gas compressi e liquefatti - produzione e ingrosso	43°31'8.23"N	13°14'36.56"E
42	3.2	3.2_016	Formica Massimo	Via Marconi Guglielmo, 65	Falconara Marittima	Vendita bombole e per serbatoi gas, metano e GPL	43°37'22.67"N	13°22'59.86"E
43	3.2	3.2_017	Formica Massimo	Via Della Tecnica, 44	Falconara Marittima	Vendita bombole e per serbatoi gas, metano e GPL	43°37'8.62"N	13°22'42.15"E
44	3.2	3.2_018	Metano Ancona Srl	Via Dello Stadio, 34	Falconara Marittima	Vendita bombole e per serbatoi gas, metano e GPL	43°37'23.06"N	13°22'52.43"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
45	3.2	3.2_019	Beyfin Srl	Piazza C. A. Dalla Chiesa, 9	Chiaravalle	Vendita bombole e per serbatoi gas, metano e GPL	43°36'29.84"N	13°19'37.17"E
46	3.2	3.2_020	Servizi Fondo Bombole Metano Spa	Via Guglielmo Marconi, 168	Jesi	Vendita bombole e per serbatoi gas, metano e GPL	43°30'49.45"N	13°15'19.35"E
47	3.2	3.2_021	Totalgaz Italia Forniture Gpl	Via L. Pieralisi	Jesi	Vendita bombole e per serbatoi gas, metano e GPL	43°31'7.92"N	13°14'36.00"E
48	3.2	3.2_022	Simonetti Mario Srl	Via Guglielmo Marconi, 1	Falconara Marittima	Riscaldamento - combustibili	43°37'41.87"N	13°23'3.35"E
49	3.2	3.2_023	Emme Tre Srl	Via Dell' Orfanotrofio, 6	Jesi	Riscaldamento - combustibili	43°31'18.65"N	13°14'28.40"E
50	3.2	3.2_024	Casali Industria Chimica Bituminosa Spa	Via del Consorzio, 38	Falconara Marittima	Membrane Impermeabilizzanti Bitume, Polimeri	43°37'9.26"N	13°22'26.63"E
51	3.2	3.2_025	FM_Aerdorica SPA Padigline nuovi arrivi	Interno aereoporto Sanzio	Falconara Marittima	Stoccaggio merci e deposito carburanti	43°36'22.05"N	13°21'14.69"E
52	3.2	3.2_026	FM_Aerdorica SPA Deposito SW	Interno aereoporto Sanzio	Falconara Marittima	Stoccaggio merci e deposito carburanti	43°36'44.80"N	13°21'11.10"E
53	3.2	3.2_027	FM_Aerdorica SPA Deposito NE	Interno aereoporto Sanzio	Falconara Marittima	Stoccaggio merci e deposito carburanti	43°37'26.47"N	13°22'4.42"E
54	3.3	3.3_001	Ciba-Geigy S.r.l.	Via Raffaello Sanzio, 5	Maiolati Spontini	Prodotti chimici	43°30'1.34"N	13° 7'20.98"E
55	3.3	3.3_002	Bio E.R.G.	Via della Barchetta 1	Jesi	Prodotti chimici	43°32'55.40"N	13°17'39.21"E
56	3.3	3.3_003	Cooperativa Lavoratori Allevatori Marchigiani	Via Molino, 16	Chiaravalle	Prodotti chimici	43°35'45.81"N	13°21'3.10"E
57	3.3	3.3_004	Medicair Centro S.r.l.	Via Dell' Industria, 1	Falconara Marittima	Prodotti chimici-industriali, commercio	43°36'46.70"N	13°21'57.72"E
58	3.3	3.3_005	Meta Stampi	Via Molino, 16	Castelbellino	Stampaggio materie plastiche	43°29'35.38"N	13° 9'24.95"E
59	3.3	3.3_006	Sts Tecnopolimeri	Via S. Giuseppe, 13	Camerata Picena	Stampaggio materie plastiche	43°35'4.77"N	13°20'27.49"E
60	3.3	3.3_007	Braconi Massimo	Via Pasquinelli, 2 A	Jesi	Stampaggio materie plastiche	43°32'5.34"N	13°15'49.81"E
61	3.3	3.3_008	Euro Stampi S.r.l.	Via Ignazio Silone, 8	Jesi	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°32'38.13"N	13°16'42.75"E
62	3.3	3.3_009	Gpj S.r.l.	Via Dell' Industria, 1A	Monte Roberto	Stampaggio materie plastiche	43°28'54.13"N	13°10'55.23"E
63	3.3	3.3_010	Stil Plast Srl Us Stil Plast Srl	Via Cascamificio, 25	Jesi	Stampaggio materie plastiche	43°31'25.39"N	13°15'24.62"E
64	3.3	3.3_011	Tecno Plast S.r.l.	Via Leonardo Da Vinci, 13	Monte S. Vito	Stampaggio materie plastiche	43°35'44.13"N	13°18'26.44"E
65	3.3	3.3_012	Tema Plast Srl	Via Dell' Industria, 1A	Castelplanio	Stampi, maschere e ferri da trancia	43°30'3.49"N	13° 6'56.78"E
66	3.3	3.3_013	Esinplast	Via S. Ubaldo, 31/D	Monsano	Materie plastiche - produzione e lavorazione	43°33'32.11"N	13°16'25.68"E
67	3.3	3.3_014	Tgs Stampi	Via Dell' Artigianato, 10	Maiolati Spontini	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°30'19.15"N	13°10'22.33"E
68	3.3	3.3_015	Proser	Via Roma, 265	Jesi	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°30'23.14"N	13°11'22.26"E
69	3.3	3.3_016	Ceresoli S.r.l.	Via Piemonte, 7	Monsano	Stampi, maschere e ferri da trancia	43°33'14.09"N	13°16'41.56"E
70	3.3	3.3_017	Jesimecc Societa' Cooperativa	Via Rossi E., 42/C	Jesi	Materie plastiche lavorazione - macchine	43°31'47.76"N	13°15'48.84"E
71	3.3	3.3_018	3d Cad S.n.c. di Conversazioni, Filipponi e Zingaretti	Piazzale Anna Ciabotti, 8	Jesi	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°30'36.91"N	13°13'55.62"E
72	3.3	3.3_019	3d Cad S.n.c. di Conversazioni, Filipponi e Zingaretti	Via XXV Aprile, 8	Monte Roberto	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°29'12.67"N	13° 9'42.73"E
73	3.3	3.3_020	C.E.D. di Tiranti Fabio	Via Gola Della Rossa, 15	Jesi	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°31'26.39"N	13°12'53.32"E
74	3.3	3.3_021	C.F. di Capodimonte Sandro e Fiordelmondo Giorgio S.n.c.	Via Toscana, 14	Monsano	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°33'35.40"N	13°17'1.90"E
75	3.3	3.3_022	Catalani Luca	Via Anconetani, 35	Jesi	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°31'58.32"N	13°15'22.93"E
76	3.3	3.3_023	Circle Project S.r.l.	Via Ancona, 17	Jesi	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°31'58.76"N	13°15'21.22"E
77	3.3	3.3_024	Esistampi	Via S. Ubaldo, 26	Monsano	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°33'45.19"N	13°16'21.01"E
78	3.3	3.3_025	Esistampi	Via Ignazio Silone, 8	Monte Roberto	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°32'38.13"N	13°16'42.75"E
79	3.3	3.3_026	G.P. di Gagliardini Mario S.r.l.	Via Fontedamo, 14 B	Jesi	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°32'40.37"N	13°16'32.29"E
80	3.3	3.3_027	G.P. Disegni di Giaccaglia P.	Via Molino, 8	Jesi	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°31'2.93"N	13°14'15.51"E
81	3.3	3.3_028	Incos Stampi S.r.l.	Via Ponte Magno, 24/A	Cupramontana	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°28'40.85"N	13°10'36.48"E
82	3.3	3.3_029	Lu.Das. (S.N.C.) Officina Stampi	Via Giacomo Brodolini, 43	Jesi	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°32'32.92"N	13°16'17.40"E
83	3.3	3.3_030	P.V. Emme S.n.c. Lavorazioni Meccaniche	Via Giacomo Brodolini, 2/B	Chiaravalle	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°32'11.33"N	13°15'49.57"E
84	3.3	3.3_031	Plastic & Mold Engineering Srl	Via Agraria, 5	Jesi	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°31'58.07"N	13°13'24.36"E
85	3.3	3.3_032	Pro Mould di Luconi Roberto & C.	Via Trieste, 4	Castelbellino	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°31'18.22"N	13°14'54.70"E
86	3.3	3.3_033	Promet S.r.l.	Via Molise, 17	Monsano	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°33'59.20"N	13°17'9.45"E
87	3.3	3.3_034	Rossolini Sergio	Via Dell' Industria, 14	Castelplanio	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°30'6.80"N	13° 6'49.28"E
88	3.3	3.3_035	S.C.S. Societa' Costruzione Stampi S.r.l.	Via Lazio, 4	Monsano	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°33'50.81"N	13°17'14.76"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
89	3.3	3.3_036	Ses Injection Mould	Via Jesi	Monte Roberto	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°29'54.51"N	13°13'2.36"E
90	3.3	3.3_037	Tiplast di Tiberi Andrea	Contrada Molino 2	Castelbellino	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°29'38.50"N	13° 9'29.99"E
91	3.3	3.3_038	Tjesse Srl	Via XXV Aprile	Monte Roberto	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°29'12.97"N	13° 9'43.27"E
92	3.3	3.3_039	Sag - Italia Srl	Contrada Molino, 1	Castelbellino	Stampaggio gomma	43°29'24.55"N	13° 9'20.33"E
93	3.3	3.3_040	Steel Meccanica	Via I Maggio, 22	Castelbellino	Stampi, maschere e ferri da trancia	43°30'11.78"N	13°10'5.36"E
94	3.3	3.3_041	C.R.Stampi Snc	Via Dell' Industria, 4	Castelplanio	Stampi, maschere e ferri da trancia	43°30'13.40"N	13°10'1.76"E
95	3.3	3.3_042	Point Stampi	Via Giacomo Brodolini, 37	Castelplanio	Stampi, maschere e ferri da trancia	43°30'20.71"N	13° 7'33.51"E
96	3.3	3.3_043	C.S. Plastik Srl	Via Massimo D'Antona, 10	Chiaravalle	Materie plastiche - articoli tecnici	43°35'54.34"N	13°20'59.64"E
97	3.3	3.3_044	Dado Modellismo	Via Clementina, 14	Chiaravalle	Materie plastiche - articoli tecnici	43°36'59.14"N	13°20'9.46"E
98	3.3	3.3_045	Divisione Prodotti Speciali a Responsabilità Limitata	Via Piemonte, 19	Monsano	Materie plastiche - articoli tecnici	43°33'11.32"N	13°16'45.58"E
99	3.3	3.3_046	Tekcell S.p.a.	Via Del Consorzio, 37	Falconara Marittima	Gomma - articoli tecnici	43°36'40.64"N	13°21'54.68"E
100	3.3	3.3_047	Ce.Pa. di Cerioni Marco & C. S.n.c.	Via Del Commercio, 10	Monte Roberto	Materie plastiche lavorazione - macchine	43°28'48.02"N	13°10'43.50"E
101	3.3	3.3_048	Ce.Pa. di Cerioni Marco & C. S.n.c.	Via Venezia, 58	Maiolati Spontini	Materie plastiche lavorazione - macchine	43°30'21.86"N	13° 7'44.46"E
102	3.3	3.3_049	Rosolani S.r.l.	Via Moreggio, 5	Jesi	Gomma naturale e sintetica	43°30'38.35"N	13°14'11.70"E
103	3.3	3.3_050	Esigom S.r.l.	Via Campania, 12	Jesi	Materie plastiche - produzione e lavorazione	43°31'44.78"N	13°15'8.59"E
104	3.3	3.3_051	Ltl - Lucarelli Tassi Lai Srl	Via Dell' Artigianato, 3	Maiolati Spontini	Materie plastiche - produzione e lavorazione	43°30'18.23"N	13°10'23.68"E
105	3.3	3.3_052	Plast-Meccanica Spa	Viale Del Lavoro 3	Castelbellino	Materie plastiche - produzione e lavorazione	43°30'18.25"N	13°10'1.31"E
106	3.3	3.3_053	Materie Plastiche B S C	Via Dell' Artigianato, 12	Cupramontana	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°28'28.99"N	13°10'22.77"E
107	3.3	3.3_054	Alta Definizione S.p.a.	Via Montirone, 11	Mergo	Imballaggi in plastica	43°27'27.41"N	13° 2'54.81"E
108	3.3	3.3_055	2 B.M. srl	Via del Lavoro	Monte Roberto	Commercializzazione di solventi e diluenti	43°29'21.46"N	13°11'2.17"E
109	3.3	3.3_056	Meccanica Generale (S.R.L.)	Via San Giuseppe, 6	San Paolo di Jesi	Materie plastiche - produzione e lavorazione	43°27'44.24"N	13°10'43.09"E
110	3.3	3.3_057	Adviplast	Via dell'Industria, 9	Castelbellino	Materie plastiche - produzione e lavorazione	43°30'13.46"N	13°10'2.90"E
111	3.3	3.3_058	Silga Gomme Ricostruzione Pneumatici Srl	Via del Lavoro, 11	Castelbellino	Gomma naturale e sintetica	43°29'18.98"N	13°11'5.10"E
112	3.3	3.3_059	L.a.g. srl	Via Clementina Nord, 115	Castelbellino	Gomma naturale e sintetica	43°30'19.95"N	13° 9'32.59"E
113	3.3	3.3_060	C.R.Stampi Snc Di Ceccarelli G. & Rettaroli A.	Via dell'Industria, 4	Castelplanio	Materie plastiche - produzione e lavorazione	43°30'5.04"N	13° 6'52.18"E
114	3.3	3.3_061	Biemme SRL	Via L. Da Vinci, 4	Camerata Picena	Materie plastiche - produzione e lavorazione	43°34'53.52"N	13°20'22.43"E
115	3.3	3.3_062	Pharmaprogress	Via A. Volta, 18	Camerata Picena	Industria farmaceutica	43°34'41.18"N	13°20'29.14"E
116	3.3	3.3_063	New plastic	Via Ponte Magno, 24/A	Cupramontana	Stampaggio materie plastiche e gomma	43°28'31.63"N	13°10'42.00"E
117	3.4	3.4_001	Artinox	Via Bruno Buozzi, 13	Jesi	Acciai inossidabili - lavorazioni	43°31'20.64"N	13°15'0.52"E
118	3.4	3.4_002	Berardi Bullonerie Srl	Via Lazio, 6	Monsano	Viterie - produzione e commercio	43°33'50.81"N	13°17'14.76"E
119	3.4	3.4_003	C.F. & P. S.r.l.	Via I. Silone, Snc	Jesi	Carpenterie metalliche	43°32'33.19"N	13°16'58.22"E
120	3.4	3.4_004	C.M.I. di Cazzato F & C. Snc	Via Emilia Romagna, 9	Monsano	Carpenterie metalliche	43°33'33.10"N	13°16'44.34"E
121	3.4	3.4_005	C.P.M.	Via S. Bernardo, 72	Chiaravalle	Cancelli,porte, portoni automatici e telecomandati	43°37'8.94"N	13°19'16.64"E
122	3.4	3.4_006	Ca.Be. F Italia Srl	Viale Del Lavoro, 24	Castelbellino	Arredo urbano	43°30'17.16"N	13° 9'46.02"E
123	3.4	3.4_007	CIM di Ciaffi Srl	Via 1 Maggio, 2	Montemarciano	Lamiere - lavorazione	43°38'5.50"N	13°19'45.07"E
124	3.4	3.4_008	Co.Fer.M. S.p.a.	Via Coppetella 2	Jesi	Siderurgia e metallurgia	43°33'42.85"N	13°18'11.36"E
125	3.4	3.4_009	Costruct Srl	Contrada Frasca, 10	Agugliano	Capannoni - tensostrutture - tendoni	43°33'32.16"N	13°22'3.08"E
126	3.4	3.4_010	Effeci	SS16 Rocca Priora, 3	Falconara Marittima	Scale	43°38'34.67"N	13°21'46.27"E
127	3.4	3.4_011	Esinox Srl	Via Sant'Ubaldo, 34	Monsano	Acciai inossidabili - lavorazioni	43°33'26.01"N	13°16'47.21"E
128	3.4	3.4_012	Eurometal Snc di Marini F.& C	Via C.A. Moriconi, 4	Jesi	Fabbri	43°32'59.03"N	13°17'9.71"E
129	3.4	3.4_013	F.A.D. Gronde Sas	Via Giuseppe Guerri, 23/25	Jesi	Lamiere - lavorazione	43°31'2.47"N	13°14'46.14"E
130	3.4	3.4_014	F.B.M. - Factory Build Moulds	Via Dell' Industria, 9	Monte Roberto	Acciai speciali - commercio	43°28'55.30"N	13°10'54.86"E
131	3.4	3.4_015	F.B.M. - Factory Build Moulds	Via Dell' Industria, 4/A	Monte Roberto	Acciai speciali - commercio	43°28'58.84"N	13°10'57.22"E
132	3.4	3.4_016	Falcometal	Via Del Consorzio, 30	Falconara Marittima	Carpenterie metalliche	43°36'52.01"N	13°22'8.20"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
133	3.4	3.4_017	G. & G. dei F.lli Giardinieri S.n.c.	Via Liguria 24	Monsano	Stampaggio metalli a freddo	43°33'31.07"N	13°16'50.87"E
134	3.4	3.4_018	Gelosi & Bassotti	Viale Don Minzoni, 20	Jesi	Tornerie metalli	43°31'43.84"N	13°15'24.10"E
135	3.4	3.4_019	Gm Srl	Via Molise, 3	Monsano	Carpenterie metalliche	43°33'59.47"N	13°17'28.79"E
136	3.4	3.4_020	Industria Galvanica di Fabietti Paolo & C. S.a.s.	Via Dell' Artigianato, 7	Falconara Marittima	Cromatura e nichelatura	43°36'47.58"N	13°22'22.94"E
137	3.4	3.4_021	Infissi Cappelloni	Via Industria, 7	Falconara Marittima	Serramenti ed infissi di alluminio	43°36'42.19"N	13°22'4.22"E
138	3.4	3.4_022	Interacciai Spa	Via Toscana, 26	Monsano	Acciai speciali - commercio	43°33'34.94"N	13°17'4.94"E
139	3.4	3.4_023	Linea Inox di Barchiesi & Bastari S.n.c.	Via Pirani G., 3	Jesi	Acciai inossidabili - lavorazioni	43°31'44.76"N	13°15'40.26"E
140	3.4	3.4_024	M.A.C.	Via Ciro Amedeo Moriconi, 3	Jesi	Carpenterie metalliche	43°32'58.40"N	13°17'9.24"E
141	3.4	3.4_025	Mt di Verdolini Ivano S.r.l.	Via Pasquinelli	Jesi	Tornerie metalli	43°32'0.24"N	13°15'47.73"E
142	3.4	3.4_026	Osl Technology Snc di Campanelli M. & M.	Via Gallodoro, 88/A	Jesi	Stampaggio metalli a freddo	43°30'48.07"N	13°14'13.16"E
143	3.4	3.4_027	Paradisi (S.r.l.)	Via G. Di Vittorio, 15	Jesi	Minuterie - produzione e commercio	43°32'20.81"N	13°16'34.88"E
144	3.4	3.4_028	Procicchiani Group	Via Abruzzi, 5	Monsano	Verniciature industriali	43°33'49.77"N	13°17'27.16"E
145	3.4	3.4_029	R.P. Meccanica	Via Leone XIII	Jesi	Carpenterie metalliche	43°32'16.76"N	13°16'22.97"E
146	3.4	3.4_030	Romagnoli Mario	Via A. Volta, 11	Chiaravalle	Acciai inossidabili - lavorazioni	43°36'37.28"N	13°19'48.96"E
147	3.4	3.4_031	Sae Prefabbricazione Acciaio e Alluminio S.r.l.	Via Lazio, 6	Monsano	Prefabbricati edilizia	43°33'50.81"N	13°17'14.76"E
148	3.4	3.4_032	T.R.M. S.r.l. Torneria Rettifiche Minuterie	Via Abruzzi, 20	Monsano	Tornerie metalli	43°33'51.16"N	13°17'27.27"E
149	3.4	3.4_033	Termo Forgia Spa	Via Scappia	San Paolo di Jesi	Lamiere - lavorazione	43°28'25.18"N	13°10'51.90"E
150	3.4	3.4_034	TG Tombolesi	Via Aosta, 8	Monsano	Carpenterie metalliche	43°33'34.72"N	13°17'10.92"E
151	3.4	3.4_035	Therm Acciai S.r.l.	Via Sandro Pertini, 4	Jesi	Trattamenti termici metalli	43°32'43.81"N	13°16'35.55"E
152	3.4	3.4_036	Urban Energy S.r.l.	Via Liguria, 33	Monsano	Lamiere - lavorazione	43°33'32.43"N	13°16'51.38"E
153	3.4	3.4_037	Vigna Recycling	Via Ignazio Silone, 16	Jesi	Raccolta beni ferrosi	43°32'27.52"N	13°16'57.95"E
154	3.4	3.4_038	Zincol Marchigiana S.p.a.	Via Marche, 39	Monsano	Zincatura a caldo e a spruzzo	43°33'15.46"N	13°16'49.40"E
155	3.4	3.4_039	IDEASTEEL SRL	Via Dell'artigianato, 8	Cupramontana	Produzione acciai	43°28'28.99"N	13°10'22.77"E
156	3.4	3.4_040	Ricci Domenico S.R.L.	Via Scappia, 26	San Paolo di Jesi	Produzione acciai	43°28'27.76"N	13°10'38.41"E
157	3.4	3.4_041	O.L.M.A. Di Traversi Giuseppe	Via Scappia, 7	San Paolo di Jesi	Lavorazione acciai	43°28'26.52"N	13°10'42.58"E
158	3.4	3.4_042	Omr Di Roberto Ricci & C. Snc	Via San Pietro, 2 D	Monte Roberto	Macchine utensili per la formatura dei metalli	43°28'43.38"N	13°10'28.74"E
159	3.4	3.4_043	Tre Emme Di Marasca Floriano	Via Molino, 16/D	Castelbellino	Lavorazione metalli	43°29'35.38"N	13° 9'24.95"E
160	3.4	3.4_044	Bora S.r.l.	Via dell'Industria, 3	Castelbellino	Lavorazione metalli	43°30'25.70"N	13° 9'47.70"E
161	3.4	3.4_045	S.T.A. 2000 Srl	Via Cannegge, 10	Castelplanio	Lavorazione metalli	43°29'37.82"N	13° 6'3.22"E
162	3.4	3.4_046	Fabita Srl - Cooker Hob plant	Via dell'Industria, snc	Serra San Quirico	Produzione acciai	43°26'13.61"N	13° 1'21.35"E
163	3.4	3.4_047	Fabita Srl - Hood plant	Contrada Serralta, 49	Serra San Quirico	Produzione acciai	43°26'18.84"N	13° 1'45.62"E
164	3.4	3.4_048	Co.Fer.M. S.p.a.	Via Fermi, 5	Camerata Picena	Commercio all'ingrosso di rottami e sottoprodotti	43°34'46.76"N	13°20'25.12"E
165	3.4	3.4_049	Ferromania Snc	Via A. Meucci, 46	Camerata Picena	Produttore di macchine utensili	43°34'31.41"N	13°20'31.90"E
166	3.4	3.4_050	Famar Srl	Via Esinante, 1A	Cupramontana	Carpenterie metalliche	43°27'6.10"N	13° 5'8.66"E
167	3.5	3.5_001	A.B. Elettric di Borra Andrea	Via E. Montale, 28	Monte S. Vito	Impianti elettrici industriali e civili	43°35'30.08"N	13°17'43.67"E
168	3.5	3.5_002	A.B. Elettric di Borra Andrea	Via Della Campagna, 1A	Chiaravalle	Impianti elettrici industriali e civili	43°36'45.36"N	13°18'55.85"E
169	3.5	3.5_003	A.B. Elettric di Borra Andrea	Via Eugenio Montale, 6	Falconara Marittima	Impianti elettrici industriali e civili	43°36'11.05"N	13°21'48.63"E
170	3.5	3.5_004	Altek	Via Giacomo Brodolini, 29	Castelplanio	Impianti elettrici industriali e civili	43°29'59.67"N	13° 7'4.23"E
171	3.5	3.5_005	Artigiana Elettrika	Via Archimede Pasquinelli, 2	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°31'53.75"N	13°15'38.34"E
172	3.5	3.5_006	Ats S.r.l.	Via Gallodoro, 70	Jesi	Automazione e robotica, apparecchiature e componenti	43°30'55.70"N	13°14'30.07"E
173	3.5	3.5_007	Ats S.r.l.	Via Abbruzzetti, 2	Jesi	Automazione e robotica, apparecchiature e componenti	43°31'59.79"N	13°15'50.10"E
174	3.5	3.5_008	Attilio Cerioni Impianti Elettrici	Via Battistoni Don, 11	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°32'5.35"N	13°16'3.11"E
175	3.5	3.5_009	B.A. Automazioni Srl	Via Alessandro Bocconi, 11	Jesi	Automatismi elettrici, elettronici e pneumatici	43°32'6.43"N	13°15'39.38"E
176	3.5	3.5_010	Ciem Centro Installazione Materiali Elettrici	Via Dante Alighieri, 14	Castelplanio	Impianti elettrici industriali e civili	43°29'9.80"N	13° 5'20.23"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
177	3.5	3.5_011	Effetipi Impianti S.r.l.	Via Cialdini, 1C	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°31'34.74"N	13°14'23.29"E
178	3.5	3.5_012	El.Co. Impianti S.r.l.	Via Dell' Industria, Snc	Montemarciano	Impianti elettrici industriali e civili	43°38'4.72"N	13°19'48.11"E
179	3.5	3.5_013	Elettro 220	Via Vittorio Veneto, 19	Falconara Marittima	Televisori, radio, riparazioni	43°36'14.72"N	13°21'42.80"E
180	3.5	3.5_014	Elettrocentro di Cecchini & Bastari S.n.c.	Piazza Indipendenza, 2	Jesi	Elettricità materiali - ingrosso	43°31'23.07"N	13°14'37.12"E
181	3.5	3.5_015	Elettromeccanica Marchegiani	Via Alessandro Bocconi, 3	Jesi	Elettromeccanica	43°32'2.44"N	13°15'44.01"E
182	3.5	3.5_016	Energy Resources Spa	Via Ignazio Silone, 10	Jesi	Studi tecnici e industriali	43°32'37.45"N	13°16'46.41"E
183	3.5	3.5_017	Faini Fratelli Idraulici	Via San Bernardo, 55	Chiaravalle	Impianti idraulici e termoidraulici	43°37'13.69"N	13°19'19.48"E
184	3.5	3.5_018	Geomax	Via Guglielmo Marconi, 86/A/D	Falconara Marittima	Strumenti scientifici per laboratori	43°37'16.00"N	13°22'59.97"E
185	3.5	3.5_019	Giampieri Giuseppino	Via Giacomo Brodolini, 38	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°32'37.36"N	13°16'21.68"E
186	3.5	3.5_020	Giovanni Mazzarini	Via Giuseppe Pirani, 2/B	Jesi	Forniture industriali	43°31'47.73"N	13°15'38.89"E
187	3.5	3.5_021	Green Ray S.r.l.	Via Dell' Asilo, 6	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°31'13.12"N	13°14'21.49"E
188	3.5	3.5_022	Greentaa Srl	Via XXIV Maggio, 36 D	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°31'19.57"N	13°15'0.62"E
189	3.5	3.5_023	I.G.F. Snc di Gigli Samuele e Fattori Marco	Via Marconi Guglielmo, 50	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°31'9.12"N	13°14'56.34"E
190	3.5	3.5_024	Imac S.r.l.	Via Della Tecnica, 16	Falconara Marittima	Elettricità materiali - ingrosso	43°37'10.42"N	13°22'38.83"E
191	3.5	3.5_025	Impianti Mancini Elvio & C.	Via Francesco Compagna, 3	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°31'30.92"N	13°15'23.64"E
192	3.5	3.5_026	Isolando.Si.It	Viale Don Giovanni Minzoni, 24/Ter	Jesi	Impianti fotovoltaici, elettrici industriali e civili	43°31'37.84"N	13°14'46.97"E
193	3.5	3.5_027	Kosmos Impianti S.r.l.	Via San Giuseppe, 69 A	Camerata Picena	Impianti elettrici industriali e civili	43°34'4.96"N	13°20'3.40"E
194	3.5	3.5_028	Lu.Ce. S.r.l.	Via Della Filatura, 6	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°31'25.31"N	13°15'12.14"E
195	3.5	3.5_029	M.G.A. Automation S.r.l.	Via Dell' Artigianato, 8	Falconara Marittima	Elettricità materiali - ingrosso	43°36'45.94"N	13°22'23.81"E
196	3.5	3.5_030	Magrini Roberto	Via Zara, 34	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°30'43.62"N	13°14'9.33"E
197	3.5	3.5_031	Mannarini Francesco	Via Guido Rossa, 6	Monsano	Automazione e robotica, apparecchiature e componenti	43°33'47.29"N	13°16'53.75"E
198	3.5	3.5_032	Monsanoinforma	Via Sant'Ubaldo, 34	Monsano	Energia solare ed alternative, impianti e componenti	43°33'26.01"N	13°16'47.21"E
199	3.5	3.5_033	Montatore Meccanico Manutentore Riparazione Robot	Via Giuseppe Verdi, 126	Chiaravalle	Automazione e robotica, apparecchiature e componenti	43°36'9.15"N	13°19'21.85"E
200	3.5	3.5_034	N.E.T. Impianti S.r.l.	Via D'Antona Massimo, 7	Chiaravalle	Impianti elettrici industriali e civili	43°35'54.23"N	13°20'48.69"E
201	3.5	3.5_035	Nuova Impianti - Snc di Paciarotti Franco & C.	Via Osoppo, 11	Falconara Marittima	Impianti elettrici industriali e civili	43°36'22.22"N	13°21'41.04"E
202	3.5	3.5_036	Nuova Impianti - Snc di Paciarotti Franco & C.	Via Vittorio Veneto, 13	Falconara Marittima	Impianti elettrici industriali e civili	43°36'16.79"N	13°21'47.23"E
203	3.5	3.5_037	P.I.M. Elettrica di Giampieri Maurizio	Via Lumumba, 18	Chiaravalle	Impianti elettrici industriali e civili	43°36'41.60"N	13°19'42.49"E
204	3.5	3.5_038	Paladini Marcello Srl	Via Canneggie, 3	Castelplanio	Impianti elettrici industriali e civili	43°29'55.14"N	13° 6'24.37"E
205	3.5	3.5_039	Paolucci Automazioni - Tecnologia e Sicurezza Srl	Via E. Rossi, 56	Jesi	Antifurti	43°31'51.19"N	13°15'51.96"E
206	3.5	3.5_040	Pasqualini Luciano	Via Aldo Moro, 4	Castelplanio	Impianti elettrici industriali e civili	43°29'14.17"N	13° 5'16.98"E
207	3.5	3.5_041	Piemme Termoidraulica	Via Calabria, 59	Jesi	Impianti idraulici e termoidraulici	43°31'58.88"N	13°14'43.56"E
208	3.5	3.5_042	Pocognoli Americo Impianti	Via Volta, 7	Chiaravalle	Dispositivi sicurezza - allarmi	43°36'39.71"N	13°19'50.49"E
209	3.5	3.5_043	Priori Impianti di Priori Alessandro	Contrada Pian Del Colle	Cupramontana	Impianti elettrici industriali e civili	43°27'50.11"N	13° 4'37.18"E
210	3.5	3.5_044	Rinaldi & Battisti S.n.c. Impianti Elettrici	Via Pesaro, 25	Chiaravalle	Impianti elettrici industriali e civili	43°36'18.56"N	13°19'31.86"E
211	3.5	3.5_045	S. Lanari Avvolgimenti Elettrici	Via San Giuseppe, 69 A	Camerata Picena	Avvolgimenti elettrici	43°34'4.96"N	13°20'3.40"E
212	3.5	3.5_046	S.E.I.C.O. Impianti S.r.l.	Via Marconi Guglielmo, 69	Falconara Marittima	Impianti elettrici industriali e civili	43°37'22.66"N	13°22'59.85"E
213	3.5	3.5_047	S.E.I.C.O. Impianti S.r.l.	Via Del Consorzio, 40	Falconara Marittima	Impianti elettrici industriali e civili	43°36'40.44"N	13°21'50.24"E
214	3.5	3.5_048	S.N.I.E. Electrics S.n.c. di Silicati Lido e Nisi	Via Galvani, 2	Camerata Picena	Impianti elettrici industriali e civili	43°34'37.29"N	13°20'21.40"E
215	3.5	3.5_049	Sat Impianti	Via Eugenio Montale, 9	Monte S. Vito	Antifurti	43°35'32.93"N	13°17'46.13"E
216	3.5	3.5_050	Schiada Francesco	Via Dei Fiori, 2	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°31'40.07"N	13°14'38.46"E
217	3.5	3.5_051	Scuppa	Via Marche, 36	Monsano	Cancelli,porte, portoni automatici e telecomandati	43°33'15.42"N	13°16'49.29"E
218	3.5	3.5_052	Sicur System	Viale Don Giovanni Minzoni, 20	Jesi	Antifurti	43°31'43.84"N	13°15'24.10"E
219	3.5	3.5_053	Simet S.r.l.	Contrada Serralta	Serra San Quirico	Automazione e robotica, apparecchiature e componenti	43°26'7.47"N	13° 1'18.68"E
220	3.5	3.5_054	Skossa Electro Net Srl	Via Belardinelli, 2	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°30'52.48"N	13°14'16.36"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
221	3.5	3.5_055	Sordoni Sas di Sordoni M C	Via S. Giuseppe, 17	Camerata Picena	Automazione e robotica, apparecchiature e componenti	43°35'4.57"N	13°20'27.95"E
222	3.5	3.5_056	Sp Elettronica Srl	Viale Don Giovanni Minzoni, 26	Jesi	Automazione e robotica, apparecchiature e componenti	43°31'49.22"N	13°15'29.64"E
223	3.5	3.5_057	Stefanelli Armando E C. Sas	Via Gallodoro	Jesi	Impianti idraulici e termoidraulici	43°30'47.18"N	13°14'10.51"E
224	3.5	3.5_058	Techno Sky S.r.l.	Piazzale Sordoni Sandro, 1	Falconara Marittima	Impianti elettrici industriali e civili	43°36'28.88"N	13°21'24.31"E
225	3.5	3.5_059	Tecnica 2p S.r.l.	Via Sant'Ubaldo, 37	Monsano	Automazione e robotica, apparecchiature e componenti	43°33'25.53"N	13°16'48.26"E
226	3.5	3.5_060	Tecnoelettrica	Via Giacomo Brodolini, 38	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°32'37.36"N	13°16'21.68"E
227	3.5	3.5_061	Tecnoelettrica Alternativa S.r.l.	Contrada Molino, 16	Castelbellino	Impianti elettrici industriali e civili	43°29'35.39"N	13° 9'24.95"E
228	3.5	3.5_062	Tecnomarche Srl	Via Bocconi 11	Jesi	Automazione e robotica, apparecchiature e componenti	43°32'6.43"N	13°15'39.38"E
229	3.5	3.5_063	Tekno4 di Roberto Guidi & C. Snc	Viale Caduti Sul Lavoro, 4	Monsano	Automatismi elettrici, elettronici e pneumatici	43°34'0.27"N	13°17'6.44"E
230	3.5	3.5_064	Termoidraulica Fratoni	Viale Gallodoro, 109	Jesi	Impianti idraulici e termoidraulici	43°30'45.53"N	13°14'5.52"E
231	3.5	3.5_065	Termoidraulica Panzarea	Piazzale S. Savino, 3/D	Jesi	Impianti idraulici e termoidraulici	43°31'27.06"N	13°15'1.47"E
232	3.5	3.5_066	Valeri	Viale Papa Giovanni XXIII, 14	Jesi	Riscaldamento impianti e manutenzione	43°31'26.06"N	13°14'6.62"E
233	3.5	3.5_067	Valmus S.r.l.	Via Brodolini, 20	Monte S. Vito	Energia solare ed alternative, impianti e componenti	43°35'1.49"N	13°18'19.91"E
234	3.5	3.5_068	Verdolini Impianti Elettrici	Viale Gallodoro, 96/A	Jesi	Impianti elettrici industriali e civili	43°30'45.36"N	13°14'7.75"E
235	3.5	3.5_069	Vitali Claudio Assistenza Caldaie e Condizionamento	Largo Grammercato, 3/A	Jesi	Caldaie e riscaldamento	43°31'10.78"N	13°14'45.15"E
236	3.5	3.5_070	Wire Connect	Via Fiume, 1	Rosora	Impianti elettrici industriali e civili	43°28'15.36"N	13° 4'18.77"E
237	3.5	3.5_071	Loccioni	Via Fiume, 16	Rosora	Forniture industriali	43°28'18.28"N	13° 4'29.11"E
238	3.5	3.5_072	Loccioni	Via Colle Freddo, 8,9	Maiolati Spontini	Forniture industriali	43°28'21.33"N	13° 4'41.09"E
239	3.5	3.5_073	Paoloni Batterie	Via Clementina Nord, 95	Maiolati Spontini	Batterie e accumulatori	43°30'14.90"N	13° 8'55.45"E
240	3.6	3.6_001	Nuova Vetreria Artigiana di Stefanini & Santoni	Via Guerri, 2/F	Jesi	Vetri e vetrai	43°31'2.35"N	13°14'38.63"E
241	3.6	3.6_002	Luana Luminari	Via Pastrengo, 7	Jesi	Restauratori d'arte	43°31'8.96"N	13°14'18.41"E
242	3.6	3.6_003	Vetreria Marchetti Massimiliano	Via Goffredo Baldelli, 21	Falconara Marittima	Vetri e vetrai	43°37'53.53"N	13°23'19.05"E
243	3.6	3.6_004	Aglatec S.r.l.	Via Abruzzi, 2	Monsano	Vetri, cristalli e specchi, lavorazioni e trattamenti	43°33'52.68"N	13°17'28.20"E
244	3.6	3.6_005	Esiglass Service di Mercanti Giovanni	Via A. Bellagamba, 2	Jesi	Vetri, cristalli e specchi, lavorazioni e trattamenti	43°31'49.53"N	13°15'41.47"E
245	3.6	3.6_006	Esinvetro di Tiberi Gianluca & C. S.n.c.	Via Brodolini Giacomo, 1	Jesi	Vetri, cristalli e specchi, lavorazioni e trattamenti	43°32'11.33"N	13°15'49.57"E
246	3.6	3.6_007	Maestro D'Arte Sauro Ciuffolotti - Vetrate Artistiche	Via Cesare Anconetani, 3	Jesi	Vetrate artistiche	43°31'55.89"N	13°15'19.94"E
247	3.6	3.6_008	Pieralisi Luigi	Via Giuseppe Garibaldi, 52	Jesi	Vetrate artistiche	43°31'35.71"N	13°14'45.08"E
248	3.6	3.6_009	Vetreria Vallesina S.r.l.	Via Abruzzi, 2	Monsano	Vetri e cristalli temprati e di sicurezza	43°33'52.68"N	13°17'28.20"E
249	3.6	3.6_010	Vetreria Fioretti di Marina e Milena Fioretti e C.	Via Leonardo Da Vinci, 8	Chiaravalle	Lavorazione vetro	43°36'34.38"N	13°19'44.76"E
250	3.6	3.6_011	Enovetro S.r.l.	Viale Del Lavoro, 26	Monte Roberto	Lavorazione vetro	43°29'19.70"N	13°11'6.55"E
251	3.6	3.6_012	Carducci Marmi di Carducci Leonardo & SNC	Piazza Sabatini, 8	Jesi	Marmo e affini di lavorazione	43°30'56.13"N	13°14'14.00"E
252	3.6	3.6_013	Mattoli S.r.l.	Via Piandelmedico, 24	Jesi	Marmo e affini di lavorazione	43°30'14.54"N	13°14'52.15"E
253	3.6	3.6_014	Pirani Marmi S.r.l.	Via san Marcello, 32	Jesi	Marmo e affini di lavorazione	43°31'59.06"N	13°14'52.49"E
254	3.6	3.6_015	ART Marmi di Palazzesi Pasquale	Via Pozzetto, 1 D	Castelplanio	Marmo e affini di lavorazione	43°30'13.53"N	13° 6'52.39"E
255	3.6	3.6_016	I Bizantini di Centurelli Luca & C. SNC	Via Piandelmedico, 91 bis	Jesi	Marmo e affini di lavorazione	43°29'31.70"N	13°13'22.94"E
256	3.6	3.6_017	Medici Natale	Via Esinante, 11/A	Cupramontana	PORFIDI E PIETRE PER PAVIMENTI E RIVESTIMENTI	43°27'49.93"N	13° 3'59.52"E
257	3.6	3.6_018	TB Marmi S.R.L.	VIA STRADA STATALE 76 , 39	Monte S. Vito	Marmo e affini di lavorazione	43°35'25.24"N	13°18'40.29"E
258	3.6	3.6_019	Manoni Carlo	VIA FRATELLI ROSSELLI, 19	Maiolati Spontini	PORFIDI E PIETRE PER PAVIMENTI E RIVESTIMENTI	43°30'17.40"N	13° 7'50.71"E
259	3.6	3.6_020	Vibroedil	Viale Del Lavoro, 6/8	Castelbellino	Prefabbricati in cemento	43°30'20.32"N	13°10'5.44"E
260	3.6	3.6_021	Simone Ambrosini Pavimenti in Legno	Via Giacomo Matteotti, 20	Castelbellino	Imprese edili	43°30'11.06"N	13° 8'47.20"E
261	3.6	3.6_022	L'Uomo di Casa	Via Cairoli Fratelli, 62	Chiaravalle	Imprese edili	43°35'41.02"N	13°19'28.28"E
262	3.6	3.6_023	Mazzuferi nello & C. Sas	Via Dante Alighieri, 36	Castelbellino	Imprese edili	43°30'6.46"N	13°11'14.94"E
263	3.6	3.6_024	Impresa Edile Giorgi Mirco	Via San Bernardo, 15	Chiaravalle	Imprese edili	43°36'21.47"N	13°19'25.01"E
264	3.6	3.6_025	Baldini Aldo	Via Selva, 96	Monte S. Vito	Rivestimenti	43°35'27.09"N	13°17'56.51"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
265	3.6	3.6_026	Cermarmi Vallesina - S.r.l.	Via Roma, 76	Rosora	Pavimenti	43°28'28.41"N	13° 4'20.01"E
266	3.6	3.6_027	Coraci Antonio	Via Siro Solazzi, 16	Jesi	Pavimenti	43°31'22.18"N	13°13'38.33"E
267	3.6	3.6_028	Itp S.r.l.	Via della Scienza, 1	Montemarciano	Rivestimenti	43°38'2.29"N	13°19'40.66"E
268	3.6	3.6_029	Pesaresi Dino	Via Piandelmedico, 17	Jesi	Pavimenti - Rivestimenti	43°30'31.19"N	13°15'34.30"E
269	3.6	3.6_030	Vanzanella Mario & Figli S.n.c.	Via Trento, 19	Chiaravalle	Pavimenti - Rivestimenti	43°35'45.04"N	13°19'18.62"E
270	3.6	3.6_031	Sassaroli Lavorazione Pietre	Via Mazzangrugno, 2	Jesi	Marmo e affini di lavorazione	43°30'53.01"N	13°16'23.16"E
271	3.6	3.6_032	Edil Cres	Via Del Commercio, 3	Castelplanio	Rivestimenti	43°30'5.40"N	13° 7'7.49"E
272	3.6	3.6_033	Nova Plast di Bonacci Giacomo & C. S.n.c.	Via W. Tobagi, 6	Castelbellino	Rivestimenti	43°30'7.78"N	13° 8'46.78"E
273	3.6	3.6_034	Sagrati Piero	Via Senigallia, 16	Maiolati Spontini	Rivestimenti	43°30'7.46"N	13° 8'16.20"E
274	3.6	3.6_035	Esincalce Sas Di Cuicchi Emanuele & C	Localita' S. Elena, 9	Serra San Quirico	Calce	43°27'50.17"N	13° 3'36.66"E
275	3.6	3.6_036	Bottegoni Geom. Giovanni	Via Fiorenzuola, 6	Jesi	Cemento	43°31'24.53"N	13°14'37.35"E
276	3.6	3.6_037	A.Ce.Ma.T. Srl	Localita' Gorgovivo	Serra San Quirico	Calcestruzzo - centrali e pompe	43°25'57.19"N	13° 0'57.12"E
277	3.6	3.6_038	Gagliardini	Localita' Sant'Apollinare	Monte Roberto	Cemento e calcestruzzo -manufatti	43°29'15.59"N	13°10'53.81"E
278	3.6	3.6_039	Gatto - Manufatti in Cemento	Via Leone XIII	Jesi	Cemento e calcestruzzo -manufatti	43°32'16.76"N	13°16'22.97"E
279	3.6	3.6_040	Sintexcal S.P.A	Via Delle Caserme, 66	Falconara Marittima	Calcestruzzo preconfezionato	43°38'3.19"N	13°22'43.63"E
280	3.6	3.6_041	Colabeton S.p.a.	Via Brecciata, 1	Montemarciano	Calcestruzzo preconfezionato	43°38'24.02"N	13°19'41.54"E
281	3.6	3.6_042	Colabeton S.p.a.	Via Della Barchetta, Snc	Jesi	Calcestruzzo preconfezionato	43°33'38.00"N	13°16'12.54"E
282	3.6	3.6_043	Colabeton S.p.a.	Via Marconi Guglielmo, 7	Falconara Marittima	Calcestruzzo preconfezionato	43°37'40.69"N	13°23'3.36"E
283	3.6	3.6_044	Sical (S.R.L.)	Sical (S.R.L.)	Castelbellino	Calcestruzzo preconfezionato	43°30'25.74"N	13° 9'52.98"E
284	3.6	3.6_045	Ferramenta Edilizia Sarti	Via Roma, 15	Castelplanio	Ferramenta - Edilizia	43°28'44.39"N	13° 4'45.86"E
285	3.6	3.6_046	Torelli Dottori Spa	Via Ponte Magno, 42	Cupramontana	Imprese edili	43°28'34.85"N	13°10'21.36"E
286	3.6	3.6_047	Campanelli Costruzioni Spa	Via Scappia, 38	San Paolo di Jesi	Imprese edili	43°28'32.14"N	13°10'44.06"E
287	3.6	3.6_048	Edil Serrana S.R.L.	Via del Commercio, 3	Castelplanio	Imprese edili	43°30'5.40"N	13° 7'7.49"E
288	3.6	3.6_049	Ubertini S.r.l.	Via Canegge, 36	Castelplanio	Serramenti e infissi	43°30'1.04"N	13° 6'52.38"E
289	3.6	3.6_050	Teknowool Adriatico Srl	Via S. Giuseppe, 12	Camerata Picena	Isolanti termici ed acustici - commercio	43°35'0.00"N	13°20'30.47"E
290	3.7	1	Officina della T-Shirt	Via John F. Kennedy, 5	Chiaravalle	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°35'52.87"N	13°19'17.21"E
291	3.7	2	A.B. S.r.l.	Via Pasquinelli, 7	Jesi	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°32'1.75"N	13°15'50.06"E
292	3.7	3	Mac Fashion Tricot	Frazione Sasso, 37	Serra San Quirico	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°26'59.57"N	13° 3'42.73"E
293	3.7	4	Brega Giuliana	Via Aldo Moro, 5	Serra San Quirico	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°26'32.16"N	13° 1'22.74"E
294	3.7	5	Chen Yongbo	Via Molino, 1	Agugliano	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°33'58.23"N	13°20'14.00"E
295	3.7	6	Confezioni Abbigliamento di Ceresoli Marco	Via Ponte Felice, 29	Monte S. Vito	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°35'23.09"N	13°18'38.51"E
296	3.7	7	Confezioni Amica Snc di Cantiani Alberta	Viale Del Lavoro, 32	Castelbellino	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°29'18.98"N	13°11'5.10"E
297	3.7	8	Confezioni Malu' di Mancini Ivana	Via Dello Stadio, 1	Falconara Marittima	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°37'29.12"N	13°22'57.59"E
298	3.7	9	Confezioni Simon S.n.c.	Viale Don Giovanni Minzoni, 18	Jesi	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°31'41.52"N	13°15'26.97"E
299	3.7	10	Elisa Sori S.p.a.	Via Sant'Ubaldo, 41	Monsano	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°33'23.41"N	13°16'59.77"E
300	3.7	11	Futura S.r.l.	Via Dell' Industria 2/A	Monte Roberto	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°29'0.26"N	13°10'59.16"E
301	3.7	12	G.F.L. di Bonvecchi F. & C.	Piazza Della Repubblica, 15	Monte Roberto	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°29'18.31"N	13° 9'42.08"E
302	3.7	13	L'Alba Confezioni di Barzetti Maria Luisa & C. Snc	Via G. Marconi, 72	Falconara Marittima	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°37'28.53"N	13°23'1.41"E
303	3.7	14	M.B. Fashion Srl Unipersonale	Via Ancona, 55	Castelbellino	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°30'22.99"N	13°10'24.89"E
304	3.7	15	M.R. Company S.r.l.	Via Dell' Artigianato, 10	Maiolati Spontini	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°30'18.77"N	13°10'22.31"E
305	3.7	16	Meccanica Distributori S.r.l.	Via Dell' Industria, 20	Falconara Marittima	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°36'39.65"N	13°22'5.39"E
306	3.7	17	Stile Italiano Semplificata	Via Gallodoro, 96	Jesi	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°30'45.36"N	13°14'7.75"E
307	3.7	18	T & T Group Srl	Piazza C. A. Dalla Chiesa, 11	Chiaravalle	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°36'30.15"N	13°19'37.22"E
308	3.7	19	Ye Yunwei Confezioni	Via Toscana, 26	Monsano	Abbigliamento - produzione e ingrosso	43°33'36.73"N	13°16'53.91"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
309	3.7	20	Diffusione Pelle di Ricciotti Giuseppe	Via G. Brodolini, 22	Jesi	Abbigliamento in pelle - produzione e ingrosso	43°32'27.99"N	13°16'8.68"E
310	3.7	21	Fly 3	Via Del Lavoro, 1	Falconara Marittima	Maglieria - produzione e ingrosso	43°36'59.58"N	13°22'46.32"E
311	3.7	22	Overchid	Via Liguria, 18	Monsano	Maglieria - produzione e ingrosso	43°33'27.76"N	13°16'49.44"E
312	3.7	23	Planetex S.p.a.	Via G. Marconi, 102	Falconara Marittima	Maglieria - produzione e ingrosso	43°37'10.66"N	13°22'55.74"E
313	3.7	24	Model Service	Via Pasquinelli, 2/A	Jesi	Modelli per sartoria e abbigliamento	43°32'6.01"N	13°15'52.86"E
314	3.7	25	P.a.c. Di Agostinelli Serenella	Via L. Galvani, 2	Camerata Picena	Fabbricazione di spago, corde, funi e reti	43°34'37.29"N	13°20'21.40"E
315	3.7	26	Confezioni Di Zhao Meifang	Via Toscana, 16	Monsano	Fabbricazione di tessuti a maglia	43°33'35.19"N	13°17'1.84"E
316	3.7	27	Sabatino Giulia	Via Acquastrini, 1	Montemarciano	Fabbricazione di nastri, etichette e passamanerie di fibre tessili	43°38'9.31"N	13°19'21.34"E
317	3.7	28	Embroidery Service Di Roberto Goroni S.n.c.	Via L. Galvani, 2	Camerata Picena	Fabbricazione di ricami	43°34'37.29"N	13°20'21.40"E
318	3.7	29	Ricamo Planet Di Mengarelli Antonella	Via della Tecnica, 22	Falconara Marittima	Fabbricazione di ricami	43°37'9.27"N	13°22'40.05"E
319	3.7	30	Clary Ricami Di Scuppa Sauro	Via Liguria, 28	Monsano	Fabbricazione di ricami	43°33'32.43"N	13°16'51.38"E
320	3.7	31	Uniform Service Crea S.n.c.	Via F. Parri Snc	Agugliano	Finissaggio dei tessili, degli articoli di vestiario e attivita' similari	43°33'50.31"N	13°19'30.86"E
321	3.7	32	Calzaturificio C.I.R.C. Srl	Località Sant'Elena, 10	Serra San Quirico	Calzature - produzione e ingrosso	43°27'32.80"N	13° 3'16.11"E
322	3.7	33	Lavanderia Mary Di Beccaccio Maria Carmela	Via Jesi, 1/B	Maiolati Spontini	Finissaggio dei tessili, degli articoli di vestiario e attivita' similari	43°30'10.26"N	13° 8'31.85"E
323	3.7	34	Ruffini Valentina	Via Cavour, 28	Maiolati Spontini	Finissaggio dei tessili, degli articoli di vestiario e attivita' similari	43°30'7.21"N	13° 7'38.16"E
324	3.7	35	Baldini Rita & Pennacchietti Lorella S.n.c.	Via Piandelmedico, 108	Jesi	Finissaggio dei tessili, degli articoli di vestiario e attivita' similari	43°29'30.79"N	13°13'4.30"E
325	3.7	36	Stireria Tecnostiro Di Valeri Caterina	Via Fratelli Cervi, 5	Castelplanio	Finissaggio dei tessili, degli articoli di vestiario e attivita' similari	43°28'53.98"N	13° 4'56.56"E
326	3.7	37	Habit - Art Di Gagliardini Maria Pia	Via Liguria, 20	Monsano	Confezionamento di biancheria per l'arredamento	43°33'29.97"N	13°16'50.74"E
327	3.7	38	Walha Ep Walha Hanen	Via Castelfidardo, 74	Chiaravalle	Confezionamento di articoli tessili	43°36'3.99"N	13°19'25.87"E
328	3.7	39	La Perla Tende E Infissi Di Molinari V. & C. S.n.c.	Via Gallodoro, 61	Jesi	Confezionamento di biancheria per l'arredamento	43°30'56.58"N	13°14'22.60"E
329	3.7	40	Belcecchi Silvia	Via Nazario Sauro, 7/A	Jesi	Confezionamento di biancheria per l'arredamento	43°31'27.19"N	13°14'38.65"E
330	3.7	41	Amadio Vita	Via Roma, 119	Rosora	Confezionamento di articoli tessili	43°28'14.92"N	13° 4'0.29"E
331	3.7	42	Pelletterie Mancinelli S.r.l.	Via A. Colocci, 18	Jesi	Pelletterie - produzione e ingrosso	43°31'11.84"N	13°14'57.84"E
332	3.7	43	Duna	Via del Consorzio, 29	Falconara Marittima	Calzature - produzione e ingrosso	43°36'50.59"N	13°22'11.39"E
333	3.7	44	Lcj S.p.a	Via Abbruzzetti, 16/18	Jesi	Calzature - produzione e ingrosso	43°31'50.13"N	13°16'3.98"E
334	3.7	45	Farfalla Srl	Via San Giuseppe	Camerata Picena	Calzature - produzione e ingrosso	43°35'1.20"N	13°20'27.36"E
335	3.8	3.8_001	A Misura di Mobile	Via Risorgimento, 91	Maiolati Spontini	Falegnameria	43°30'6.76"N	13° 7'52.74"E
336	3.8	3.8_002	Artigianlegno di Pinti Simone	Viale Papa Giovanni XXIII, 52	Castelbellino	Falegnameria	43°30'5.43"N	13° 9'12.57"E
337	3.8	3.8_003	Baldi Gino	Via P. Mazzoleni, 6	Jesi	Falegnameria	43°31'10.70"N	13°14'55.40"E
338	3.8	3.8_004	Buscarini Clemente	Via Castellaraccia, 5	Falconara Marittima	Falegnameria	43°37'52.87"N	13°23'14.14"E
339	3.8	3.8_005	Cecchetti Alberto Falegnameria Artigiana	Via Raffaello Sanzio, 7	Maiolati Spontini	Falegnameria	43°30'1.34"N	13° 7'23.79"E
340	3.8	3.8_006	Chiatti S.r.l.	Via Dell' Artigianato, 11	Falconara Marittima	Falegnameria	43°36'54.63"N	13°22'14.51"E
341	3.8	3.8_007	Ebanisteria M.T. di Martelli Domenico & C. S.n.c.	Via G. Marconi, 62	Jesi	Falegnameria	43°31'7.08"N	13°14'58.58"E
342	3.8	3.8_008	Falegnameria Chiaravallese S.n.c.	Via Marche 36, bis	Monsano	Falegnameria	43°33'15.43"N	13°16'49.30"E
343	3.8	3.8_009	Falegnameria Colotti Armando	Via Gorgolungo, 5	Jesi	Falegnameria	43°31'20.80"N	13°15'6.68"E
344	3.8	3.8_010	Falegnameria Duca Raffaele	Via Verziere, 60	Jesi	Falegnameria	43°31'0.80"N	13°14'55.18"E
345	3.8	3.8_011	Falegnameria Pigliapoco Lorenzo	Via Politi, 5	Jesi	Falegnameria	43°31'7.87"N	13°14'55.79"E
346	3.8	3.8_012	Falegnameria Rgr S.n.c.	Viale G. Pieralisi, 5	Monsano	Falegnameria	43°33'45.46"N	13°17'11.00"E
347	3.8	3.8_013	Falegnameria Rgr S.n.c.	Via Strada Statale 76, 14	Monte S. Vito	Falegnameria	43°35'23.52"N	13°18'52.69"E
348	3.8	3.8_014	G.S Legno di Sgubbi Sergio	Via B. Buozzi, 9	Jesi	Falegnameria	43°31'20.51"N	13°14'58.79"E
349	3.8	3.8_015	Galassi Bruno	Via Politi, 23	Jesi	Falegnameria	43°31'6.18"N	13°14'52.75"E
350	3.8	3.8_016	Lucchetti Andrea	Via Dell' Artigianato, 14	Falconara Marittima	Falegnameria	43°36'54.69"N	13°22'14.58"E
351	3.8	3.8_017	Massi C. & Amagliani L. - S.n.c.	Via Del Consorzio, 15	Falconara Marittima	Falegnameria	43°37'7.23"N	13°22'28.44"E
352	3.8	3.8_018	Mazzolani Mario	Via Dell' Industria, 2	Castelbellino	Falegnameria	43°30'25.81"N	13° 9'50.03"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
353	3.8	3.8_019	Mazzolani Mario	Viale Del Lavoro, 2	Castelbellino	Falegnameria	43°30'19.82"N	13°10'8.85"E
354	3.8	3.8_020	Priori Sauro	Via Jesi, 1	Maiolati Spontini	Falegnameria	43°30'10.26"N	13° 8'31.85"E
355	3.8	3.8_021	Pulita Fausto	Via Mazzangrugno	Jesi	Falegnameria	43°31'10.93"N	13°17'25.69"E
356	3.8	3.8_022	Pulita Fausto	Viale Don Giovanni Minzoni, 20	Jesi	Falegnameria	43°31'43.84"N	13°15'24.10"E
357	3.8	3.8_023	Serrani Iacopo	Via Molinello, 41	Montemarciano	Falegnameria	43°38'34.93"N	13°19'40.02"E
358	3.8	3.8_024	Tittarelli Decio	Via Breccia, 6	Monsano	Falegnameria	43°34'42.49"N	13°18'3.75"E
359	3.8	3.8_025	Vaccarini Giancarlo di Vaccarini Massimo	Via G. Marconi, 55	Falconara Marittima	Falegnameria	43°37'15.61"N	13°22'53.94"E
360	3.8	3.8_026	Ebanisteria Esina	Via Francesco Compagna, 4	Jesi	Mobili - produzione e ingrosso	43°31'33.70"N	13°15'24.49"E
361	3.8	3.8_027	2c Arreda S.r.l.	Via Dell' Industria, 5	Maiolati Spontini	Mobilieri e falegnami - forniture	43°30'25.41"N	13° 9'46.97"E
362	3.8	3.8_028	Caimi Export 2 S.p.a.	Via Cassolo 22/24	Monsano	Mobilieri e falegnami - forniture	43°33'45.65"N	13°16'53.85"E
363	3.8	3.8_029	Mister Geppetto di Brega Maurizio	Via G. Garibaldi, 3	Jesi	Mobilieri e falegnami - forniture	43°31'29.62"N	13°14'41.93"E
364	3.8	3.8_030	Pennacchioni Spa	Via Del Consorzio, 20	Falconara Marittima	Mobilieri e falegnami - forniture	43°36'58.83"N	13°22'15.28"E
365	3.8	3.8_031	Galdelli Arredamenti e Falegnameria	Via Martiri Della Resistenza, 12	Castelplanio	Mobili - produzione e ingrosso	43°29'24.54"N	13° 5'36.92"E
366	3.8	3.8_032	Arredare Falegnameria	Via G. Marconi, 57	Falconara Marittima	Mobili - produzione e ingrosso	43°37'14.28"N	13°22'54.83"E
367	3.8	3.8_033	Artigianlegno di Pinti Simone	Viale Papa Giovanni XXIII, 19	Jesi	Falegnameria	43°31'26.11"N	13°14'13.88"E
368	3.8	3.8_034	Falegnameria Artistica Fratelli Santoro	Via Clementina, 2	Chiaravalle	Cancelli, porte, portoni	43°36'42.96"N	13°19'56.80"E
369	3.8	3.8_035	Falegnameria Tonelli	S.P. 76, 10/B	Monte S. Vito	Falegnameria	43°34'59.88"N	13°18'23.69"E
370	3.8	3.8_036	Vigna Recycling	Via Ignazio Silone, 16	Jesi	Carta da macero	43°32'27.56"N	13°16'58.08"E
371	3.8	3.8_037	Italmaceri	Via Adriatica, 55/A	Montemarciano	Carta da macero	43°39'0.44"N	13°20'41.04"E
372	3.8	3.8_038	M.A.P.L.E.P.	Via Paradiso, 79	Jesi	Carta da macero	43°31'46.29"N	13°12'59.56"E
373	3.8	3.8_039	Italmacero Srl	Via dell'Artigianato, 3	Falconara Marittima	Carta da macero	43°36'46.79"N	13°22'23.90"E
374	3.8	3.8_040	Italmacero (S.R.L.)	Via G. Marconi, 137	Falconara Marittima	Carta da macero	43°36'41.97"N	13°22'29.38"E
375	3.8	3.8_041	DS Smith Packaging Italia S.P.A	VIA CHIUSA, 2	Agugliano	Carta da macero e imballaggi	43°33'51.87"N	13°19'30.97"E
376	3.8	3.8_042	Sca Packaging Italia Spa	Via Ferruccio Parri 3	Agugliano	Produzione cartone ondulato	43°33'51.84"N	13°19'38.22"E
377	3.8	3.8_043	Dorica Imballaggi S.r.l.	Via Ponte Murato	Falconara Marittima	Produzione cartone ondulato	43°36'6.31"N	13°21'25.75"E
378	3.8	3.8_044	Kartopac S.r.l.	Via Veneto, 21	Monsano	Carta imballo	43°33'19.23"N	13°16'47.21"E
379	3.8	3.8_045	Di Battista S.r.l.	Via Dell' Industria, S.n.c.	Monte S. Vito	Scatole - produzione e commercio	43°35'2.04"N	13°18'14.35"E
380	3.8	3.8_046	Scatolificio Lucarini S.r.l.	Via Ponte Magno, 26	Cupramontana	Scatole - produzione e commercio	43°28'40.95"N	13°10'39.48"E
381	3.8	3.8_047	Nuova Cartaria del Conero di Amato D. & C. S.n.c.	Via Da Vinci, Snc	Camerata Picena	Sacchi di carta	43°34'55.41"N	13°20'13.51"E
382	3.8	3.8_048	Cartotecnica Jesina	Viale Dell' Industria, 14-16	Jesi	Cartotecnica	43°32'18.80"N	13°16'7.21"E
383	3.8	3.8_049	Ciesse Art S.a.s.	Via A. Volta, 5	Chiaravalle	Cartotecnica	43°36'38.00"N	13°19'51.32"E
384	3.8	3.8_050	Eurotech di Luigi Pieralisi	Via A. C. Moricone, 6	Jesi	Carte speciali	43°32'58.40"N	13°17'9.24"E
385	3.8	3.8_051	Special Cart S.r.l.	Via Dell' Industria, 10 A	Falconara Marittima	Imballaggi carta	43°36'41.61"N	13°22'2.65"E
386	3.8	3.8_052	Isis Due S.r.l. Socio Unico	Via G. Brodolini, 55	Jesi	Pallets	43°32'37.44"N	13°16'22.51"E
387	3.8	3.8_053	Marinelli Prstac Zeljko	Via Gallodoro, 94	Jesi	Pallets	43°30'46.87"N	13°14'9.47"E
388	3.8	3.8_054	Perini Pallets Srl	Via Del Consorzio, 42	Falconara Marittima	Pallets	43°36'39.65"N	13°21'49.29"E
389	3.8	3.8_055	Co.R.Im Service di Buffarini Barbara	Via Del Consorzio, 6	Falconara Marittima	Imballaggi legno	43°37'9.70"N	13°22'27.73"E
390	3.8	3.8_056	MCM S.r.l.	Via Roma, 259	Jesi	Imballaggi legno	43°30'21.91"N	13°12'16.55"E
391	3.8	3.8_057	Adc Srl Unipersonale Semplificata	Viale della Vittoria, 151	Jesi	Mobili produzione e ingrosso	43°31'8.79"N	13°14'2.40"E
392	3.8	3.8_058	Ideal Form Team (S.R.L.)	Via Piemonte, 14	Monsano	Mobili produzione e ingrosso	43°33'18.86"N	13°16'41.17"E
393	3.8	3.8_059	Tecnomont	Via Salvemini, 4/B-C	Jesi	Mobili produzione e ingrosso	43°31'31.16"N	13°15'29.02"E
394	3.8	3.8_060	Flessya	Via dell'Artigianato, 13	Monte Roberto	Mobili produzione e ingrosso	43°28'53.40"N	13°10'49.65"E
395	3.8	3.8_061	Moplan	Via S.Filippo, 6,	Castelplanio	Mobili produzione e ingrosso	43°29'48.05"N	13° 6'3.67"E
396	3.8	3.8_062	Pacart Srl	Viale Dell' Industria	Serra San Quirico	Imballaggi carta	43°26'14.81"N	13° 1'24.07"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
397	3.8	3.8_063	Gaggiotti Arredamenti - sito dismesso	Via Pietro Mauri, 31	Falconara Marittima	Mobili produzione e ingrosso	43°36'13.36"N	13°21'43.93"E
398	3.9	3.9_001	Dolciaria Marche - S.r.l.	Via Abruzzi, 16	Monsano	Lavorazione e conservazione di frutta e ortaggi	43°33'50.94"N	13°17'27.00"E
399	3.9	3.9_002	Avicola Marchigiana - Societa' Cooperativa	Via Carrozze Vaccili, 13	Castelplanio	Lavorazione e conservazione di frutta e ortaggi	43°29'37.68"N	13° 5'34.66"E
400	3.9	3.9_003	Lo Stocco Di Barchiesi Luigi	Via del Consorzio, 21	Falconara Marittima	Lavorazione e conservazione di pesce	43°36'57.15"N	13°22'18.91"E
401	3.9	3.9_004	Carnj Societa' Cooperativa Agricola (Fileni Simar Srl)	Via Martiri della Libertà, 27	Jesi	Produzione di carne (attivita' dei mattatoi)	43°30'39.49"N	13°13'18.25"E
402	3.9	3.9_005	Fabbrica Industriale Surgelati Italiani S.r.l.	VIA BELLAGAMBA, 1	Jesi	Produzione di preparati omogeneizzati e di alimenti dietetici	43°31'50.01"N	13°15'41.71"E
403	3.9	3.9_006	Penta S.r.l.	Via del Consorzio, 23	Falconara Marittima	Produzione di preparati omogeneizzati e di alimenti dietetici	43°36'57.21"N	13°22'15.59"E
404	3.9	3.9_007	Sungelit Food S.r.l.	VIA BELLAGAMBA, 1	Jesi	Produzione di preparati omogeneizzati e di alimenti dietetici	43°31'50.01"N	13°15'41.71"E
405	3.9	3.9_008	Gelato Mio - S.r.l.	VIA DON LUIGI STURZO, 7	Jesi	Produzione di gelati senza vendita diretta al pubblico	43°31'32.20"N	13°15'21.68"E
406	3.9	3.9_009	Martarelli Formaggi S.r.l.	VIA A. VOLTA, 1/3	Camerata Picena	Produzione dei derivati del latte	43°34'42.35"N	13°20'27.47"E
407	3.9	3.9_010	Sogni Di Zucchero Di Lancioni Claudia & C. Snc	VIALE DELLA VITTORIA, 17A	Jesi	Produzione di altri prodotti alimentari	43°31'34.04"N	13°14'41.40"E
408	3.9	3.9_011	Corpore Sano - S.r.l.	PIAZZA ALDO MORO, 2	Monte S. Vito	Produzione di altri prodotti alimentari	43°36'2.51"N	13°16'10.53"E
409	3.9	3.9_012	Bruco Dolciaria S.r.l.	VIA DON BATTISTONI, 11	Jesi	Industria dolciaria	43°32'3.59"N	13°16'5.72"E
410	3.9	3.9_013	Mencarelli Paolo	VIA ROMA, 57	Castelplanio	Industria dolciaria	43°28'58.18"N	13° 5'8.79"E
411	3.9	3.9_014	Dolcevita Di Loscalzo Luigi	VIA GOLA DELLA ROSSA, 15/BIS	Jesi	Industria dolciaria	43°31'26.39"N	13°12'53.32"E
412	3.9	3.9_015	Brucocioc S.r.l.	VIA BRODOLINI, 19	Castelplanio	Industria dolciaria	43°29'59.74"N	13° 6'56.68"E
413	3.9	3.9_016	Varani Societa' A Responsabilita' Limitata	VIA BRODOLINI, 13	Castelplanio	Produzione di carne (attivita' dei mattatoi)	43°29'58.75"N	13° 6'54.81"E
414	3.9	3.9_017	E.a. Cooperation S.r.l. - In Liquidazione	VIA GALLERIA DELLA SIMA, 16	Jesi	Produzione di carne (attivita' dei mattatoi)	43°31'18.26"N	13°14'48.81"E
415	3.9	3.9_018	Varani Angelo	VIA F.LLI BANDIERA, 18	Serra San Quirico	Produzione di carne (attivita' dei mattatoi)	43°26'44.60"N	13° 1'46.52"E
416	3.9	3.9_019	Santini Carni & C. S.a.s. Di Santini Stefano	VIA DELL'ARTIGIANO, 23	Monte S. Vito	Produzione di carne (attivita' dei mattatoi)	43°35'53.01"N	13°17'14.22"E
417	3.9	3.9_020	Verdolini Graziano	VIA SAVERI, 28	Jesi	Produzione di carne (attivita' dei mattatoi)	43°31'52.88"N	13°15'28.86"E
418	3.9	3.9_021	Chiaraluce Luciana	VIA PERGOLESI, 2	Serra San Quirico	Produzione di olio di oliva	43°26'48.46"N	13° 3'58.14"E
419	3.9	3.9_022	Zenobi Edmondo	Via Piagge Novali n° 18	Castelplanio	Produzione di olio di oliva	43°30'17.77"N	13° 4'59.05"E
420	3.9	3.9_023	Piroil S.r.l.	VIA IGNAZIO SILONE, 10	Jesi	Produzione di olio raffinato o grezzo da frutti/semi oleosi	43°32'37.46"N	13°16'46.42"E
421	3.9	3.9_024	Frantoio Monteschiavo Di G. Pieralisi & C. S.n.c.	VIA VIVAIO	Maiolati Spontini	Produzione di olio di oliva	43°30'33.72"N	13° 9'59.56"E
422	3.9	3.9_025	Salumificio Sanvito S.r.l.	VIA PONTE LAMATO, 6	Monte S. Vito	Produzione di prodotti a base di carne	43°35'52.35"N	13°16'59.20"E
423	3.9	3.9_026	Salumificio Di Monsano S.r.l.	VIA TOSCANA, 27	Monsano	Produzione di prodotti a base di carne	43°33'36.87"N	13°16'52.72"E
424	3.9	3.9_027	Novembrini Marino & C. - S.n.c.	VIA CARDUCCI, 32	Maiolati Spontini	Produzione di prodotti a base di carne	43°30'11.82"N	13° 8'2.58"E
425	3.9	3.9_028	Dumar Snc Di Morettini Mario & C.	VIA CLEMENTINA, 113/A	Serra San Quirico	Produzione di prodotti a base di carne	43°26'43.74"N	13° 1'37.31"E
426	3.9	3.9_029	David Silvano E Priori Maria Teresa - S.n.c.	VIA TOGLIATTI, 4	Maiolati Spontini	Produzione di prodotti a base di carne	43°30'6.07"N	13° 7'24.58"E
427	3.9	3.9_030	Tomassoni S.r.l.	VIA DON LUIGI STURZO, 4/A	Jesi	Produzione di prodotti a base di carne	43°31'33.34"N	13°15'23.19"E
428	3.9	3.9_031	Baldi S.r.l.	VIA DELLA BARCHETTA, 8BIS/TER	Jesi	Lavorazione, conservazione e produzione di prodotti a base di carne	43°33'18.71"N	13°17'44.85"E
429	3.9	3.9_032	Lucaioli Pacifico	VIA ALESSANDRO VOLTA, 14	Chiaravalle	Lavorazione, conservazione e produzione di prodotti a base di carne	43°36'36.96"N	13°19'48.74"E
430	3.9	3.9_033	Mancini Enrico	VIA CURIEL, 6	Castelbellino	Lavorazione, conservazione e produzione di prodotti a base di carne	43°30'12.33"N	13° 8'58.80"E
431	3.9	3.9_034	Koltchine Valeri	VIA DELLA PACE, 41	Chiaravalle	Lavorazione, conservazione e produzione di prodotti a base di carne	43°35'51.31"N	13°19'46.69"E
432	3.9	3.9_035	Cami S.n.c. Di Buonaurio Salvatore E Pranzo Antonio	CORSO MATTEOTTI, 155	Chiaravalle	Lavorazione, conservazione e produzione di prodotti a base di carne	43°36'0.32"N	13°19'30.42"E
433	3.9	3.9_036	Coarmat Società Cooperativa A R.l. In Liquidazione	VIA SAN PIETRO MARTIRE, 5	Jesi	Lavorazione, conservazione e produzione di prodotti a base di carne	43°31'31.21"N	13°14'30.88"E
434	3.9	3.9_037	Trevalli Cooperlat	Via Piandelmedico, 74	Jesi	Formaggi e latticini - produzione e ingrosso	43°29'34.30"N	13°13'10.92"E
435	3.9	3.9_038	Ciccola Luigi & C. - S.n.c.	Via Dell' Industria, 6	Falconara Marittima	Alimentari - produzione e ingrosso	43°36'42.35"N	13°22'4.48"E
436	3.9	3.9_039	Isal Srl	Via Del Consorzio, 2/A	Falconara Marittima	Alimentari - produzione e ingrosso	43°37'15.28"N	13°22'32.24"E
437	3.9	3.9_040	Gruppo Pellegrini S.r.l.	Via Del Lavoro, 21	Falconara Marittima	Paste alimentari - produzione e ingrosso	43°37'7.72"N	13°22'36.92"E
438	3.9	3.9_041	Big Srl	Via Del Consorzio, 25	Falconara Marittima	Alimentari - produzione e ingrosso	43°36'54.04"N	13°22'11.42"E
439	3.9	3.9_042	Olivetti Gianluca - Jesi	Via del Molino, 20	Jesi	Alimentari - produzione e ingrosso	43°31'1.90"N	13°14'16.51"E
440	3.9	3.9_043	Spe.Ga.M. S.r.l.	Via S. Pertini, 3	Monte Roberto	Alimentari - produzione e ingrosso	43°29'20.60"N	13°10'27.92"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
441	3.9	3.9_044	Fazi & Battaglia	VIA ROMA, 117	Castelplanio	Produzione vinicola	43°28'50.29"N	13° 4'55.58"E
442	3.9	3.9_045	Silvestroni Snc di Silvestroni Alessandra & C.	Via L. Ariosto, 5	Camerata Picena	Produzione vinicola	43°35'54.49"N	13°19'47.48"E
443	3.9	3.9_046	Agri Zoo Snc	Via Liguria, 23	Monsano	Animali domestici - articoli e alimenti	43°33'30.67"N	13°16'50.41"E
444	3.9	3.9_047	Agricola Vallesina Srl	Via Cartiere Vecchie, 12	Jesi	Bestiame - allevamento e vendita	43°31'47.10"N	13°15'13.16"E
445	3.9	3.9_048	Allegra Lumaca Allevamento e Vendita	Contrada Stazione	Castelbellino	Bestiame - allevamento e vendita	43°29'56.55"N	13° 9'15.84"E
446	3.9	3.9_049	C.B.M. S.r.l. Cattle Breeding Management Societa' Agricola	Via S. Antonio Da Padova, 4	Jesi	Bestiame - allevamento e vendita	43°31'34.85"N	13°14'32.25"E
447	3.9	3.9_050	C.B.M. S.r.l. Cattle Breeding Management Societa' Agricola	Viale Papa Giovanni XXIII, 6	Jesi	Bestiame - allevamento e vendita	43°31'24.70"N	13°14'24.71"E
448	3.9	3.9_051	Lavorazione e Commercio Carni Ciuffolini	Via G. Puccini, 25	Chiaravalle	Pollame, conigli e selvaggina - ingrosso	43°36'16.41"N	13°19'13.58"E
449	3.9	3.9_052	Mancini Benito	Via Santa Lucia, 7	Maiolati Spontini	Produzione vinicola	43°29'39.56"N	13° 8'15.10"E
450	3.9	3.9_053	Mattei Danilo	Via Santa Lucia	Maiolati Spontini	Produzione vinicola	43°29'32.79"N	13° 8'15.35"E
451	3.9	3.9_054	Michelangeletti Elvio	Via del lavoro, 21	Falconara Marittima	Animali domestici - allevamento e addestramento	43°37'7.72"N	13°22'36.92"E
452	3.9	3.9_055	Piersanti Verdicchio - Vini e Spumanti	Contrada Ponte Magno, 28	Cupramontana	Produzione vinicola	43°28'32.01"N	13°10'44.15"E
453	3.9	3.9_056	Ponte Pio Srl	Via Baldeschi Baleani, 4	Jesi	Pollame, conigli e selvaggina - ingrosso	43°30'12.84"N	13°12'59.86"E
454	3.9	3.9_057	Rinaldi Enrico	Via Piandelmedico, 83	Jesi	Ortofrutticoltura	43°29'38.66"N	13°13'1.86"E
455	3.9	3.9_058	Sassaroli Luciano	Via S. Filippo, 14	Castelplanio	Ortofrutticoltura	43°29'48.30"N	13° 6'5.01"E
456	3.9	3.9_059	Falcetelli Giuliano	Via Roncone, 12	Maiolati Spontini	Bestiame - allevamento e vendita	43°29'11.10"N	13° 6'13.82"E
457	3.9	3.9_060	Fileni Simar S.r.l.	Via Carrozze Vaccili, 13	Castelplanio	Pollame, conigli e selvaggina - ingrosso	43°29'37.03"N	13° 5'46.83"E
458	3.9	3.9_061	Azienda Agricola Mosca Renato	Via Clementina, 15	Jesi	Aziende agricole - Ortofrutticoltura	43°34'37.99"N	13°18'32.71"E
459	3.9	3.9_062	Azienda Olivicola Colle degli Olivi di M.C.	Via S. Anna, 8	Castelplanio	Ortofrutticoltura	43°29'45.20"N	13° 5'34.73"E
460	3.9	3.9_063	Singh Lakhvir	Via Ammorto, 19	Serra San Quirico	Ortofrutticoltura	43°26'8.55"N	13° 3'53.49"E
461	3.9	3.9_064	Societa Agrivinicola Montecappone Colli di Jesi S.r.l.	Via Colle Olivo, 2	Jesi	Produzione vinicola	43°30'28.58"N	13°12'15.67"E
462	3.9	3.9_065	Stronati Luigi	Via Ancona, 2	Castelbellino	Ortofrutticoltura	43°30'21.71"N	13°10'26.12"E
463	3.9	3.9_066	Viridia di Donninelli Antonio e C. S.a.s.	Via S. Maria, 39	Falconara Marittima	Animali domestici - articoli e attrezzature	43°36'21.20"N	13°22'4.58"E
464	3.9	3.9_067	Gestione Alimentare Veloce Srl	Via Fontedamo	Jesi	Aziende agricole	43°32'32.83"N	13°16'38.61"E
465	3.9	3.9_068	Italfrutta di Possanzini Ivano e Nicoletti Daniele S.n.c.	Via Del Lavoro, 10	Falconara Marittima	Ortofrutticoltura	43°37'4.37"N	13°22'41.95"E
466	3.9	3.9_069	Italfrutta Falconarese di Bravi & C. Snc	Via Del Lavoro, 10	Falconara Marittima	Ortofrutticoltura	43°37'4.37"N	13°22'41.95"E
467	3.9	3.9_070	Lavelli Pietro	Via G. Oberdan, 3	Castelplanio	Aziende agricole - Ortofrutticoltura	43°30'15.74"N	13° 6'29.45"E
468	3.9	3.9_071	Romiti Francesco	Via Cannuccia, 16	Jesi	Aziende agricole - Allevamento animali	43°29'23.38"N	13°15'48.91"E
469	3.9	3.9_072	Soc. Coop. Agricola Donzelli	Via C. Battisti, 7	Jesi	Aziende agricole - Prodotti alimentari	43°31'15.48"N	13°14'48.32"E
470	3.9	3.9_073	Pergolesi Giannetto	Via Carbonara, 16/T	Monsano	Aziende agricole - Prodotti alimentari	43°34'10.74"N	13°15'54.63"E
471	3.9	3.9_074	Pergolesi Roberto	Via Carbonara, 22	Monsano	Aziende agricole - Prodotti alimentari	43°34'21.38"N	13°16'0.70"E
472	3.9	3.9_075	Villa Romita - Z.D.	Via Dell' Industria, 1	Castelplanio	Aziende agricole - Prodotti alimentari	43°30'3.49"N	13° 6'56.78"E
473	3.9	3.9_076	Societa' Agricola 4c S.S.	Contrada Pantiere, 29	Castelbellino	Aziende agricole	43°30'1.26"N	13°10'32.30"E
474	3.9	3.9_077	Azienda Vinicola Monteschiavo	Via Vivaio, 29	Maiolati Spontini	Produzione vinicola	43°30'30.79"N	13°10'15.43"E
475	3.9	3.9_078	Oleificio Silenzi	Strada Provinciale 35, 12	Cupramontana	Produzione di olio di oliva	43°28'35.76"N	13°10'29.88"E
476	3.9	3.9_079	Soc. Agr. Zannotti Claudio e Ferdinando s.s.	Via Scappia, 4	San Paolo di Jesi	Produzione vinicola	43°28'8.29"N	13°10'33.32"E
477	3.9	3.9_080	Azienda Agricola Benigni Maurizio	SP 35	San Paolo di Jesi	Produzione vinicola	43°28'14.58"N	13°10'34.33"E
478	3.9	3.9_081	Az.Agricola F.lli Lorenzetti	Ponte Esinante	Serra San Quirico	Aziende agricole - Prodotti alimentari	43°27'49.01"N	13° 3'44.92"E
479	3.9	3.9_082	Togni Spa	Via Leonardo Da Vinci, 1	Serra San Quirico	Produzione bibite	43°26'17.52"N	13° 1'35.47"E
480	3.9	3.9_083	Trionfi Honorati Giuseppe & Giovanna	Via Piandelmedico, 101	Jesi	Caseificio	43°29'7.01"N	13°13'5.83"E
481	3.9	3.9_084	Allevamento SP9 Monteroberto	SP 9	Monte Roberto	Allevamento bestiame	43°29'37.01"N	13°12'41.02"E
482	3.9	3.9_085	Cooperativa Val Di Cesola	Via Piandelmedico, 65	Jesi	Aziende agricole - Prodotti alimentari	43°29'47.85"N	13°14'8.54"E
483	3.9	3.9_086	Monsanto Agricoltura Italia Spa	Via Piandelmedico, 39	Jesi	Aziende agricole - Prodotti alimentari	43°29'55.65"N	13°14'22.97"E
484	3.9	3.9_087	Accadia - Società Agricola	Via Ammorto, 19	Serra San Quirico	Produzione vinicola	43°26'8.55"N	13° 3'53.49"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
485	3.9	3.9_088	Corte Marchigiana Srl - Società Agricola	Via La Croce, 15	Camerata Picena	Aziende agricole - Prodotti alimentari	43°34'59.61"N	13°21'14.04"E
486	3.9	3.9_089	Mariotti Graziano	Via Esinante, 11	Cupramontana	Allevamento avicolo	43°27'31.31"N	13° 4'16.90"E
487	3.9	3.9_090	Allevamento NI e SNC	Via Esinante	Cupramontana	Allevamento avicolo	43°27'22.32"N	13° 4'45.46"E
488	3.9	3.9_091	Fattoria Gangalia Di Elisabetta Fabbri	Via Gangalia Bassa,32	Jesi	Aziende agricole - Prodotti alimentari	43°28'34.35"N	13°15'21.16"E
489	3.9	3.9_092	Fileni Simar S.r.l.	Via Ripa Bianca	Jesi	Allevamento avicolo e suini	43°32'35.46"N	13°18'21.73"E
490	3.9	3.9_093	Ortofrutticola Chiaravallese	Via R. Sanzio, 54	Chiaravalle	Ortofrutticoltura	43°35'41.74"N	13°19'49.31"E
491	3.10	3.10_001	A.B.C. S.n.c. di Bini Giuseppe e Figli	Via S. Maria, 12	Jesi	Agricoltura attrezzi prodotti e forniture	43°31'7.62"N	13°15'9.16"E
492	3.10	3.10_002	Agri Moie di Donninelli Ivano & Stefano Snc	Viale Del Lavoro, 12	Castelbellino	Agricoltura attrezzi prodotti e forniture	43°29'18.98"N	13°11'5.10"E
493	3.10	3.10_003	Agricom di Gianni Fulgenzi	Via Ponte Felice, 35 B	Monte San Vito	Agricoltura attrezzi prodotti e forniture	43°35'18.12"N	13°18'37.30"E
494	3.10	3.10_004	Agricom di Gianni Fulgenzi	Via Lumumba, 18	Chiaravalle	Agricoltura attrezzi prodotti e forniture	43°36'41.60"N	13°19'42.49"E
495	3.10	3.10_005	Agrigest S.r.l.	Via Strada Statale 76, 21	Chiaravalle	Agricoltura attrezzi prodotti e forniture	43°35'44.76"N	13°19'8.52"E
496	3.10	3.10_006	Agriverde di Carotti Graziano	Via Papa Giovanni XXIII, 8	Chiaravalle	Agricoltura attrezzi prodotti e forniture	43°35'33.89"N	13°19'20.24"E
497	3.10	3.10_007	Agrochimica di Fabbretti S.,P.,G. e C. S.n.c.	Contrada Molino, 1	Castelbellino	Giardinaggio - macchine e attrezzi	43°29'24.19"N	13° 9'20.33"E
498	3.10	3.10_008	Angeletti Giuseppe	Via Delle Chiuse, 3	Jesi	Cereali e granaglie	43°32'59.32"N	13°18'51.25"E
499	3.10	3.10_009	Azienda Agraria Bora Francesco	Via Croce Di Guerro, 10	Monte San Vito	Aziende agricole - Vivaio	43°35'37.18"N	13°17'10.18"E
500	3.10	3.10_010	Azienda Agraria Liana Gagliardi Eredi Societa' Agricola	Via G. Marconi, 103	Falconara Marittima	Cereali e granaglie	43°36'55.70"N	13°22'45.34"E
501	3.10	3.10_011	Carbonetti di Marina Carbonetti	Via Ludovico Ariosto, 9	Maiolati Spontini	Cereali e granaglie	43°30'10.47"N	13° 7'37.98"E
502	3.10	3.10_012	Carletti Agri	Via Del Verziere, 69	Jesi	Cereali e granaglie	43°30'57.55"N	13°14'42.87"E
503	3.10	3.10_013	Cerioni Paolo Figlio di Cerioni Luigi	Via Mura Occidentali, 11	Jesi	Concimi e fertlizzanti	43°31'17.11"N	13°14'26.34"E
504	3.10	3.10_014	Co.Pam. (S.R.L.)	Via Planina, Monte Roberto	Monte Roberto	Agricoltura attrezzi prodotti e forniture	43°29'37.09"N	13°12'22.65"E
505	3.10	3.10_015	Co.Pam. (S.R.L.)	Via G. Garibaldi, 24	Monte Roberto	Agricoltura attrezzi prodotti e forniture	43°29'21.22"N	13°10'23.15"E
506	3.11	3.10_016	Co.Pam. (S.R.L.)	Contrada Sant'Apollinare	Monte Roberto	Agricoltura attrezzi prodotti e forniture	43°28'51.05"N	13°11'13.20"E
507	3.10	3.10_017	Consorzio Agrario Provinciale	Via Saffi, 4	Chiaravalle	Consorzi	43°35'47.76"N	13°19'33.06"E
508	3.10	3.10_018	Consorzio Agrario Provinciale Di Ancona	Via Galilei, 17/19	Camerata Picena	Consorzi	43°34'39.14"N	13°20'31.55"E
509	3.10	3.10_019	Consorzio Agrario Provinciale Di Ancona	Via Gorgolungo, 5	Jesi	Consorzi	43°31'20.80"N	13°15'6.68"E
510	3.10	3.10_020	Consorzio Agrario Provinciale Di Ancona	Via Ugo Foscolo, 1	Falconara Marittima	Consorzi	43°37'32.87"N	13°23'14.92"E
511	3.10	3.10_021	Consorzio Agrario Provinciale Di Ancona SOC.COOP.ARL	Via Ancona, 128	Jesi	Consorzi	43°33'4.38"N	13°16'40.90"E
512	3.10	3.10_022	Consorzio Agrario Provinciale Di Ancona	Via Clementina, 171	Serra San Quirico	Consorzi	43°26'49.33"N	13° 1'47.58"E
513	3.10	3.10_023	Cooperativa Agricola U.P.A.	Via Verziere, 69	Jesi	Cooperative, produzione, servizi	43°30'57.55"N	13°14'42.87"E
514	3.10	3.10_024	Di Tutto di Più	Via Dei Mestieri, 1	Falconara Marittima	Giardinaggio - macchine e attrezzi	43°36'49.09"N	13°22'24.60"E
515	3.10	3.10_025	Esiflor Societa' Agricola	Via Piandelmedico, 48/50	Jesi	Vivai piante e fiori	43°29'47.61"N	13°14'9.83"E
516	3.10	3.10_026	Flora Az. Gricola di L. Girini	Via Brecciata, 26	Montemarciano	Aziende agricole - Vivaio	43°38'18.49"N	13°19'34.64"E
517	3.10	3.10_027	Fratelli Staffolani	Via Degli Aroli, 21	Monsano	Aziende agricole - Agricoltura attrezzi e prodotti	43°33'17.93"N	13°15'15.34"E
518	3.10	3.10_028	Garden Claudia	Via Clementina, 19	Falconara Marittima	Vivai piante e fiori	43°38'19.55"N	13°21'54.27"E
519	3.10	3.10_029	Garden Europa di Pierino Quercetti	Via Moro, 3	Camerata Picena	Vivai piante e fiori	43°34'44.32"N	13°20'54.45"E
520	3.10	3.10_030	Garden Europa di Quercetti Adriano	Via Minonna	Jesi	Vivai piante e fiori	43°30'28.29"N	13°15'59.72"E
521	3.10	3.10_031	Garden Valleverde	Via S. Ubaldo, 63-67	Monsano	Vivai piante e fiori	43°33'24.38"N	13°16'58.33"E
522	3.10	3.10_032	Gruppo Novelli S.r.l.	Via Ruffilli, 28	Chiaravalle	Mangimi, foraggi ed integratori zootecnici	43°35'56.76"N	13°20'56.06"E
523	3.10	3.10_033	I.N.R.C.A.	Via Fossatello, 2	Falconara Marittima	Aziende agricole - Vivaio	43°37'33.05"N	13°21'48.64"E
524	3.10	3.10_034	Il Germoglio	Via R. Sanzio, 58	Chiaravalle	Vivai piante e fiori	43°35'42.50"N	13°19'52.95"E
525	3.10	3.10_035	Il Pappagallo di Catena Simone	Via Campania, 29	Jesi	Agricoltura attrezzi prodotti e forniture	43°31'40.28"N	13°15'13.48"E
526	3.10	3.10_036	Jayeu Europe Srl	Via Piana Di Cardinale	Monte San Vito	Aziende agricole - Agricoltura attrezzi e prodotti	43°35'59.85"N	13°18'1.34"E
527	3.10	3.10_037	La Giardineria Soc.Coop.	Via Stazione, 43	Falconara Marittima	Giardinaggio servizio	43°36'26.71"N	13°21'31.08"E
528	3.10	3.10_038	Maurizi Garden	Via Del Burrone, 25	Jesi	Vivai piante e fiori	43°31'4.30"N	13°13'6.28"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
529	3.10	3.10_039	Molino Ceccacci Lucio & C. - S.n.c.	VIA MATTEOTTI, 2	Mergo	Altre lavorazioni di semi e granaglie	43°28'4.10"N	13° 3'43.35"E
530	3.10	3.10_040	Natura Garden	Via Brodolini 17/19	Castelplanio	Giardinaggio - macchine e attrezzi	43°29'59.14"N	13° 6'56.61"E
531	3.10	3.10_041	Quinoa Marche S.r.l. Semplificata	VIA GANGALIA BASSA, 10	Jesi	Altre lavorazioni di semi e granaglie	43°28'31.85"N	13°15'21.60"E
532	3.10	3.10_042	Raggio Di Sole Mangimi S.p.a.	Via Fontedamo, 9	Jesi	Mangimi, foraggi ed integratori zootecnici	43°32'42.04"N	13°16'28.60"E
533	3.10	3.10_043	S.a.i.p.a. Soc. Agric. Ind. Prodotti Alimentari Spa	Via Gallodoro, 90	Jesi	Mangimi, foraggi ed integratori zootecnici	43°30'47.10"N	13°14'12.28"E
534	3.10	3.10_044	S.E.B.E. S.a.s. di Borioni Walter e C.	Via Colle Onorato, 9	Jesi	Aziende agricole - Concimi e granaglie	43°30'27.77"N	13°11'5.24"E
535	3.10	3.10_045	Sgaravatti N. & C. Sementi Spa	Via Dell' Industria, 5	Falconara Marittima	Giardinaggio - macchine e attrezzi	43°36'42.94"N	13°22'4.24"E
536	3.10	3.10_046	Societa' Agricola Zannini	Via Gangalia Bassa, 6/bis	Jesi	Cereali e granaglie	43°28'57.41"N	13°14'54.36"E
537	3.10	3.10_047	Sviluppo Agroalimentari Italia 2007 S.r.l.	Via Garibaldi, 1	Camerata Picena	Cereali e granaglie	43°34'37.64"N	13°21'2.73"E
538	3.10	3.10_048	Terre Bone Societa' Agricola S.r.l	Contrada Serralta, 34/C	Serra San Quirico	Cereali e granaglie	43°26'18.66"N	13° 1'44.27"E
539	3.10	3.10_049	Tutto Natura Soc. Coop.	Via Gallodoro, 59	Jesi	Giardinaggio - macchine e attrezzi	43°31'3.75"N	13°14'33.75"E
540	3.10	3.10_050	Vallermosa S.n.c. di Silvano Paolo Cardinali & C.	Via XXV Aprile, 109	Falconara Marittima	Aziende agricole - Agricoltura attrezzi e prodotti	43°36'38.17"N	13°22'23.39"E
541	3.10	3.10_051	Vita Verde Indoor Solutions	Via Marche, 20	Monsano	Giardinaggio - macchine e attrezzi	43°33'15.08"N	13°16'48.85"E
542	3.10	3.10_052	Vivai Piante Eredi Freddi	Contrada Pantiere, 46/A	Castelbellino	Vivai piante e fiori	43°30'2.36"N	13°10'57.00"E
543	3.10	3.10_053	Vivaio Garden Nicolini	Via Della Campagna, 22	Chiaravalle	Vivai piante e fiori	43°36'26.73"N	13°18'52.14"E
544	3.10	3.10_054	Vivaio Refi Patrizia	Via Ancona, 65	Jesi	Vivai piante e fiori	43°33'5.26"N	13°16'44.03"E
545	3.10	3.10_055	Yesi Food S.r.l. Societa' Agricola	Via Gangalia Bassa,10	Jesi	Cereali e granaglie	43°28'34.35"N	13°15'21.16"E
546	3.10	3.10_056	Vivai Carlone Piante Fiori Orto e Giardino	SP 76 località Scorcelletti	Maiolati Spontini	Vivai piante e fiori	43°30'22.14"N	13°10'36.23"E
547	3.10	3.10_057	Manifattura Tabacchi	Via Guglielmo Marconi, 154	Chiaravalle	Produzione tabacco e trinciati	43°36'33.53"N	13°19'51.69"E
548	3.10	3.10_058	Tre Elle	Via M. D'Antona, 5/7	Chiaravalle	Elettrodomestici - produzione e ingrosso	43°35'51.94"N	13°20'54.71"E
549	3.10	3.10_059	Elica Spa	Via Montirone, 9	Mergo	Cappe per cucine e laboratori	43°27'36.81"N	13° 3'1.09"E
550	3.10	3.10_060	Elica Spa	Contrada Serralta, 49	Serra San Quirico	Cappe per cucine e laboratori	43°26'20.34"N	13° 1'49.06"E
551	3.10	3.10_061	Fim Srl	Via Fontedamo, 26	Jesi	Cappe per cucine e laboratori	43°32'16.92"N	13°17'1.64"E
552	3.10	3.10_062	Eurocom	Via Maestri Del Lavoro, 11/14	Montemarciano	Elettrodomestici - produzione e ingrosso	43°36'41.83"N	13°19'43.21"E
553	3.10	3.10_063	Centro Cucine Lube	Via Don A. Rettaroli, 21	Jesi	Cucine componibili	43°31'45.10"N	13°15'36.22"E
554	3.10	3.10_064	Indel Concept Technology Spa	Strada Provinciale 9	Monte Roberto	Cucine componibili	43°28'55.25"N	13°10'44.21"E
555	3.10	3.10_065	Caparol Marche Color	Via Ancona, 37	Jesi	Colori vernici e smalto - produzione e ingrosso	43°32'3.81"N	13°15'26.79"E
556	3.10	3.10_066	Bartera Stefano & C. S.n.c.	Via Cassolo, 11/A	Monsano	Colori vernici e smalto - produzione e ingrosso	43°33'46.33"N	13°16'56.40"E
557	3.10	3.10_067	Colorificio Piccioni	Via Campagna 1	Castelplanio	Colori vernici e smalto - produzione e ingrosso	43°30'6.59"N	13° 6'10.73"E
558	3.10	3.10_068	Ivm Chemicals Srl	Via Ancona, 41	Jesi	Colori vernici e smalto - produzione e ingrosso	43°32'53.02"N	13°16'26.83"E
559	3.10	3.10_069	Tecnoresina vernici	Via Ponte Magno, 30	Cupramontana	Colori vernici e smalto - produzione e ingrosso	43°28'40.11"N	13°10'34.49"E
560	3.10	3.10_070	2 B.M. srl	Via del Lavoro	Monte Roberto	Commercializzazione di solventi e diluenti	43°29'21.58"N	13°11'2.32"E
561	3.10	3.10_071	RCS s.r.l	Via G. Brodolini, 60	Castelplanio	Verniciature industriali	43°29'59.69"N	13° 7'4.49"E
562	3.10	3.10_072	Azienda agricola San Vicino	Via Molino, 42	Castelbellino	Aziende agricole - Agricoltura attrezzi e prodotti	43°29'36.38"N	13° 8'48.88"E
563	3.10	3.10_073	Allform Italia Cucine	Via F. Parri, 4	Agugliano	Cucine componibili e camere	43°33'46.88"N	13°19'36.09"E
564	3.11	3.11_001	SAM metano	Via Montirone, 8	Mergo	Rifornimento metano e GPL	43°27'31.53"N	13° 3'3.24"E
565	3.11	3.11_002	BBP di Borgognolo L. SNC	SS 16 adriatica, km. 291+475, dir. ancona	Falconara Marittima	PV carburanti	43°36'56.61"N	13°23'41.77"E
566	3.11	3.11_003	Beyfin	via roma, 198 bis	Jesi	PV carburanti	43°30'22.69"N	13°12'54.68"E
567	3.11	3.11_004	Camartata Picena Via Provinciale Chiaravallese	Via Provinciale Chiaravallese	Camerata Picena	PV carburanti	43°35'7.72"N	13°20'29.46"E
568	3.11	3.11_005	Carburanti Rizzuto e Guidi Snc	Via del consorzio 19/a	Falconara Marittima	PV carburanti	43°36'59.72"N	13°22'19.87"E
569	3.11	3.11_006	Chiaravalle SP per Castelferretti	SP per Castelferretti , CHIARAVALLE (AN)	Chiaravalle	Rifornimento metano e GPL	43°35'50.56"N	13°20'53.94"E
570	3.11	3.11_007	Coppetella est	statale 76 dir dell'aeroporto raffaello sanzio, km.	Jesi	PV carburanti	43°34'35.80"N	13°19'31.77"E
571	3.11	3.11_008	Distrbutore IP	Via Borghetto, 50	Monte S. Vito	PV carburanti	43°35'50.50"N	13°17'34.84"E
572	3.11	3.11_009	Distributore Retitalia Loc. Roncaglia	Località Roncaglia 35 60035	Jesi	PV carburanti	43°31'31.26"N	13°16'15.39"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
573	3.11	3.11_010	Distributore CAP Ancona	Viale Trieste, 24	Jesi	PV carburanti	43°31'15.40"N	13°15'0.24"E
574	3.11	3.11_011	Distributore Retitalia Rosora	Localita Angeli, Via Roma 142	Rosora	PV carburanti	43°28'15.02"N	13° 3'58.77"E
575	3.11	3.11_012	ENI di Schiaroli Giuliano & C. Snc	Via Flaminia, 669	Falconara Marittima	PV carburanti	43°38'1.20"N	13°23'11.81"E
576	3.11	3.11_013	ENI Monsano	Via Sant'Ubaldo, 38	Monsano	PV carburanti	43°33'24.32"N	13°16'53.48"E
577	3.11	3.11_014	Esino Est	Autostrada A14 Bologna-Taranto, km. 208+700, dir.	Falconara Marittima	PV carburanti	43°37'36.25"N	13°20'9.66"E
578	3.11	3.11_015	Esino Ovest	Autostrada A14 Bologna-Taranto, km. 208+700, dir.	Chiaravalle	PV carburanti	43°37'36.09"N	13°19'59.33"E
579	3.11	3.11_016	Stazione di Servizio Interporto Marche	SS 76 della Val d'Esino, km. 66, direzione Jesi	Jesi	PV carburanti	43°33'48.44"N	13°18'14.40"E
580	3.11	3.11_017	Esso di Dorcu Cristian	Via Ponte Murato, 16	Falconara Marittima	PV carburanti	43°36'2.92"N	13°21'27.40"E
581	3.11	3.11_018	Fast Service SNC	Via Ancona, 68	Jesi	PV carburanti	43°32'5.60"N	13°15'27.36"E
582	3.11	3.11_019	Fermana Castelbellino	Via Clementina, 21	Castelbellino	PV carburanti	43°30'14.11"N	13° 8'56.66"E
583	3.11	3.11_020	Freddi Roberto	Via Ancona, 3	Jesi	PV carburanti	43°31'49.99"N	13°15'10.07"E
584	3.11	3.11_021	Goldengas Stazione di servizio Eni	Via Marconi, 156	Falconara Marittima	PV carburanti	43°36'44.66"N	13°22'33.85"E
585	3.11	3.11_022	Goldengas stazione di servizio Eni Falconara Sanzio Ovest	SS 16 km 291+455 dx	Falconara Marittima	PV carburanti	43°36'53.56"N	13°23'41.27"E
586	3.11	3.11_023	Il Qudrato Soc.COOP ARL	Via Guglielmo Marconi, 166	Jesi	Rifornimento metano e GPL - PV carburanti	43°30'49.50"N	13°15'16.10"E
587	3.11	3.11_024	Jesi - Giuseppe Verdi	Viale Giuseppe Verdi, 12	Jesi	PV carburanti	43°31'15.72"N	13°13'51.03"E
588	3.11	3.11_025	Jesi1 S.R.L.	Via Piandelmedico, 99	Jesi	PV carburanti	43°29'19.88"N	13°13'8.55"E
589	3.11	3.11_026	l.m.di Montesi e Bellagamba snc	Via Roma 123/A	Jesi	PV carburanti	43°30'41.03"N	13°13'45.93"E
590	3.11	3.11_027	La Cesola S.N.C. di Ciarmatori R. e C.	SS 76 della Val d'Esino, km. 51+500, dir. Ancona	Monte Roberto	PV carburanti	43°29'15.60"N	13°11'23.47"E
591	3.11	3.11_028	Metano fmc Carletti	Via Clementina, 1/A	Falconara Marittima	Rifornimento metano e GPL	43°38'24.23"N	13°22'7.27"E
592	3.11	3.11_029	Oil One	Via Paradiso, snc	Jesi	PV carburanti	43°32'10.43"N	13°12'34.77"E
593	3.11	3.11_030	PB	Via Papa Giovanni XXIII, snc	Jesi	PV carburanti	43°31'26.71"N	13°14'10.46"E
594	3.11	3.11_031	PV 15706 Chiaravalle	Via Che Guevara Ernesto, snc	Chiaravalle	PV carburanti	43°36'38.43"N	13°19'43.67"E
595	3.11	3.11_032	PV 40111	SS 16 Adriatica, km. 287 + 740, dir. Nord	Falconara Marittima	PV carburanti	43°38'15.18"N	13°22'34.10"E
596	3.11	3.11_033	PV 40192	SS 76 della Val d'Esino, km. 5, dir. Est	Falconara Marittima	PV carburanti	43°36'48.73"N	13°22'42.49"E
597	3.11	3.11_034	PV 5730	SS 16 Adriatica, km. 286+600, dir. nord	Falconara Marittima	PV carburanti	43°38'36.55"N	13°21'48.08"E
598	3.11	3.11_035	Q8	Via Ancona, 87	Jesi	PV carburanti	43°33'32.31"N	13°17'16.66"E
599	3.11	3.11_036	Retitalia	Viale della Vittoria, 34	Jesi	PV carburanti	43°31'24.89"N	13°14'34.14"E
600	3.11	3.11_037	Route 76 s.r.l.	SP 76 ,km 44 60030	Mergo	PV carburanti	43°27'55.53"N	13° 3'23.65"E
601	3.11	3.11_038	S.sanzio srl	Via Pietro Mauri, 25	Falconara Marittima	PV carburanti	43°36'16.08"N	13°21'48.10"E
602	3.11	3.11_039	Eni Moie di Maiolati Spontini	Via Risorgimento, Moie	Maiolati Spontini	PV carburanti	43°30'9.85"N	13° 8'23.25"E
603	3.11	3.11_040	SCUPPA ROBERTO	Località Cannegge, 5	Castelplanio	PV carburanti	43°29'49.51"N	13° 6'15.72"E
604	3.11	3.11_041	Shabani Distributore di carburanti e lubrificanti API	SS 16 Adriatica, km. 285+460, dir. sud	Falconara Marittima	PV carburanti	43°38'52.38"N	13°21'0.50"E
605	3.11	3.11_042	Simply Chiaravalle	Via Maestri del Lavoro	Chiaravalle	PV carburanti	43°36'39.91"N	13°19'34.86"E
606	3.11	3.11_043	Simply Tamoil Falconara	Via Marconi	Falconara Marittima	PV carburanti	43°37'14.91"N	13°22'43.97"E
607	3.11	3.11_044	Stazione di servizio di Bastianelli Marina	Viale della Vittoria, 46	Jesi	PV carburanti	43°31'19.47"N	13°14'26.21"E
608	3.11	3.11_045	PV IP	Via Guglielmo Marconi	Jesi	PV carburanti	43°30'49.48"N	13°15'16.14"E
609	3.11	3.11_046	Stazione di Servizio IP - Falconara M.ma	Via Marconi snc	Falconara Marittima	PV carburanti	43°37'1.76"N	13°22'48.99"E
610	3.11	3.11_047	Stazione di Servizio IS - Chiaravalle	Via Verdi s.n.c.	Chiaravalle	PV carburanti	43°36'6.44"N	13°19'21.17"E
611	3.11	3.11_048	Stazione di servizio Pit Stop s.n.c.	Via Minonna 67/A	Jesi	PV carburanti	43°30'4.19"N	13°16'8.63"E
612	3.11	3.11_049	Stazione M3	Via Roma, 210	Jesi	PV carburanti	43°30'21.69"N	13°11'25.62"E
613	3.11	3.11_050	Stazione di Servizio ENI di Papa SNC	SS 76 della Val d'Esino, km. 51+485, dir. Fabriano	Monte Roberto	PV carburanti	43°29'17.76"N	13°11'25.72"E
614	3.11	3.11_051	Stop'n'go	Via Pasquinelli, snc	Jesi	PV carburanti	43°31'56.37"N	13°15'40.82"E
615	3.11	3.11_052	Tamoil Monte S.Vito	SP 76 km 71+280 snc	Monte S. Vito	PV carburanti	43°35'8.04"N	13°18'31.10"E
616	3.11	3.11_053	TOTALERG	Via Marconi, 106	Chiaravalle	PV carburanti	43°36'24.45"N	13°19'45.40"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
617	3.11	3.11_054	TOTALERG Mazzarini Primo	Viale Don Minzoni 9/bis	Jesi	PV carburanti	43°31'34.83"N	13°15'19.29"E
618	3.11	3.11_055	TOTALERG SPA	Via Ancona, 48	Jesi	PV carburanti	43°31'58.66"N	13°15'19.07"
619	3.11	3.11_056	PV dismesso Gabella	Via Brecciaia, località Gabella	Montemarciano	ex PV carburanti dismesso	43°38'12.48"N	13°19'27.51"E
620	3.11	3.11_057	Esso	Via Ancona, 45	Jesi	PV carburanti	43°32'50.13"N	13°16'24.15"E
621	3.11	3.11_058	Il Panificio Srl (ex PV dismesso)	Via Garibaldi, 126	Jesi	ex PV carburanti dismesso	43°31'42.88"N	13°15'0.07"E
622	3.11	3.11_059	PV AGIP N°57073 (dismesso)	Via Gallodoro	Jesi	ex PV carburanti dismesso	43°30'49.04"N	13°14'10.96"E
623	3.12	3.12_001	Autodemolizioni Medici Adriano	Via Piane, 7/B	Camerata Picena	Autodemolizioni	43°34'48.71"N	13°20'44.74"E
624	3.12	3.12_002	Autodemolizioni Marziani	Strada Statale 76, 30	Monte S. Vito	Autodemolizioni	43°35'5.03"N	13°18'30.54"E
625	3.12	3.12_003	Trozzi Autodemolizioni	Via Marconi, 118	Falconara Marittima	Autodemolizioni	43°36'59.96"N	13°22'57.89"E
626	3.12	3.12_004	Autodemolizioni Renato Bellagamba	Via Ancona, 132	Jesi	Autodemolizioni	43°33'6.12"N	13°16'44.29"E
627	3.12	3.12_005	Ortolani Mario	Via Clementina, 87	Serra San Quirico	Autodemolizioni	43°26'36.17"N	13° 1'30.04"E
628	3.12	3.12_006	Chiappa Andrea Officina Elettrauto Meccanico	Via Fiumesino, 9/A	Falconara Marittima	Elettrauto - officina riparazioni	43°38'11.72"N	13°22'34.83"E
629	3.12	3.12_007	O.Mec.	Via Flaminia, 685	Falconara Marittima	Officine meccaniche	43°38'2.56"N	13°23'3.52"E
630	3.12	3.12_008	Officina Meccanica Docar S.n.c.	Via Della Tecnica, 48	Falconara Marittima	Officine meccaniche	43°37'6.84"N	13°22'43.21"E
631	3.12	3.12_009	Soft Engine	Via Consorzio, 2	Falconara Marittima	Attrezzature meccaniche	43°37'12.05"N	13°22'32.94"E
632	3.12	3.12_010	Citroen Autofficina Autorizzata Ocra Pieralisi	Via Giacomo Brodolini, 33	Jesi	Officine meccaniche - vendita	43°32'25.91"N	13°16'11.50"E
633	3.12	3.12_011	Carrozzeria David	Via Maestri Del Lavoro, 3	Chiaravalle	Carrozzerie automobili	43°36'41.32"N	13°19'45.94"E
634	3.12	3.12_012	Star Diesel 2001	Via Ignazio Silone, 13	Jesi	Officine meccaniche	43°32'28.43"N	13°16'56.78"E
635	3.12	3.12_013	C.A.V.I.	Via Strada Statale 76 Km. 70.700	Monte S. Vito	Officine meccaniche	43°35'0.42"N	13°18'23.60"E
636	3.12	3.12_014	Euro Diesel Service Srl	Via Don Angelo Battistoni, 17	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'1.87"N	13°16'9.40"E
637	3.12	3.12_015	F.P. di Fiorini F. & Pena Perez R. Snc	Via Molise, 14	Monsano	Officine meccaniche	43°33'59.35"N	13°17'18.62"E
638	3.12	3.12_016	Frulla Srl	Viale Della Vittoria, 3	Jesi	Officine meccaniche	43°31'36.91"N	13°14'43.47"E
639	3.12	3.12_017	L.F.M. S.r.l.	Via G. Pastore, 3	Jesi	Officine meccaniche	43°32'31.79"N	13°16'41.43"E
640	3.12	3.12_018	La Moderna di Luconi Massimo & C. Sas	Via Zannoni, 4	Jesi	Officine meccaniche	43°31'5.03"N	13°14'32.42"E
641	3.12	3.12_019	Marine Work Sistem	Via Del Consorzio, 42	Falconara Marittima	Officine meccaniche	43°36'39.65"N	13°21'49.29"E
642	3.12	3.12_020	Martarelli Fratelli	Via Circonvallazione, 41	Chiaravalle	Officine meccaniche	43°35'47.33"N	13°19'44.46"E
643	3.12	3.12_021	Officina Riparazione Macchine ed Utensili Fioretti & C.Snc	Via Don Battistoni, 15	Jesi	Officine meccaniche	43°32'1.51"N	13°16'8.96"E
644	3.12	3.12_022	Pettinari Giuseppe	Via Sant' Ubaldo, 63	Monsano	Officine meccaniche	43°33'25.36"N	13°16'54.27"E
645	3.12	3.12_023	Possanzini e Barchetta S.r.l.	Via G. Pastore, 6	Jesi	Officine meccaniche	43°32'31.21"N	13°16'37.71"E
646	3.12	3.12_024	Carrozzeria Franceschetti	Via Raffaello Sanzio, 52	Chiaravalle	Carrozzerie automobili	43°35'41.34"N	13°19'46.60"E
647	3.12	3.12_025	Gi & Emme di Giancarlo e Maurizio Tantucci Snc	Via Luigi Pieralisi, 1	Jesi	Officine meccaniche	43°31'8.23"N	13°14'36.56"E
648	3.12	3.12_026	Sabbatinelli & Favi S.n.c.	Via Gaggiola, 11	Montemarciano	Elettrauto - officina riparazioni	43°38'34.86"N	13°20'10.56"E
649	3.12	3.12_027	Officina Catani Srl	Via Adriatica, 19/A	Falconara Marittima	Autofficine e centri assistenza	43°38'43.98"N	13°21'19.72"E
650	3.12	3.12_028	Autofficina Emmeti'	Via Antonio Gramsci, 17	Chiaravalle	Autofficine e centri assistenza	43°35'50.08"N	13°19'34.15"E
651	3.12	3.12_029	Nova Idro Diesel S.r.l.	Via Ignazio Silone, 13	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'28.43"N	13°16'56.78"E
652	3.12	3.12_030	Giulioni Vincenzo	Via De Gasperi, 2	Monsano	Autofficine e centri assistenza	43°31'45.53"N	13°13'45.70"E
653	3.12	3.12_031	Piersantelli Andrea	Via Granita, 24	Jesi	Officine meccaniche	43°31'30.44"N	13°14'59.89"E
654	3.12	3.12_032	Carrozzeria Silvestri	Via Delle Arti, 2	Falconara Marittima	Carrozzerie automobili	43°36'50.29"N	13°22'23.45"E
655	3.12	3.12_033	Buoncompagni Emilio	Via Marconi Guglielmo, 57	Falconara Marittima	Autofficine e centri assistenza	43°37'14.27"N	13°22'54.83"E
656	3.12	3.12_034	Cg Auto di Concettoni Gianfranco S.r.l.	Via Del Consorzio, 39	Falconara Marittima	Autofficine e centri assistenza	43°36'40.71"N	13°21'54.06"E
657	3.12	3.12_035	Cingolani S.& Angioletti F. S.n.c.	Via Del Consorzio, 21	Falconara Marittima	Autofficine e centri assistenza	43°36'57.15"N	13°22'18.92"E
658	3.12	3.12_036	Maccaroni Daniele	Via Marconi Guglielmo, 94	Falconara Marittima	Autofficine e centri assistenza	43°37'10.98"N	13°22'56.66"E
659	3.12	3.12_037	Officina 37 S.r.l.	Via Marconi Guglielmo, 37	Falconara Marittima	Autofficine e centri assistenza	43°37'22.73"N	13°22'59.87"E
660	3.12	3.12_038	La Gomma	Via Marconi Guglielmo, 31/B	Falconara Marittima	Pneumatici - commercio e riparazione	43°37'17.10"N	13°22'57.80"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
661	3.12	3.12_039	Esina Car Service	Via Cappannini, 13	Jesi	Autofficine, gommisti, autolavaggi - attrezzature	43°31'53.79"N	13°16'6.92"E
662	3.12	3.12_040	J.A.R	Via Bocconi A., 9	Jesi	Autorevisioni periodiche - officine abilitate	43°32'5.17"N	13°15'38.88"E
663	3.12	3.12_041	Centroitalia Revisioni	Via Di Vittorio	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'21.28"N	13°16'26.47"E
664	3.12	3.12_042	Autofficina Fratelli Morici	Via Marzabotto, 12	Falconara Marittima	Autofficine e centri assistenza	43°36'18.91"N	13°21'39.75"E
665	3.12	3.12_043	Officina Euro Diesel	Zona Via Massimo D'Antona	Chiaravalle	Autofficine e centri assistenza	43°35'55.23"N	13°21'5.72"E
666	3.12	3.12_044	Autofficina Dolciotti	Via Leone XIII, 2	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'14.93"N	13°16'20.60"E
667	3.12	3.12_045	Autofficina Rg	Via Alessandro Volta, 4	Chiaravalle	Autofficine e centri assistenza	43°36'37.48"N	13°19'47.30"E
668	3.12	3.12_046	Autocarrozzeria Cappello Antonio	Via Letteria Belardinelli, 2	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'46.18"N	13°15'55.87"E
669	3.12	3.12_047	Amadio Alberto	Via Rettaroli Don Arduino, 3/A	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'34.23"N	13°15'21.75"E
670	3.12	3.12_048	Dr Evolution Auto Officina	Via Ancona 37 Bis	Jesi	Autofficine, gommisti, autolavaggi - attrezzature	43°32'3.81"N	13°15'26.79"E
671	3.12	3.12_049	A.R.V.I.A. Snc di Schiavoni e C.	Via Santi F., 4	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'7.84"N	13°15'41.18"E
672	3.12	3.12_050	Area 51 di Carletti Lorenzo & Buresti Luca S.n.c.	Via Ancona, 41	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'54.17"N	13°15'13.82"E
673	3.12	3.12_051	Area 51 di Carletti Lorenzo & Buresti Luca S.n.c.	Via Santi F., 5	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'5.28"N	13°15'44.78"E
674	3.12	3.12_052	Autofficina D.M. di Marzioni Diego	Via Maestri Del Lavoro, 8	Chiaravalle	Autofficine e centri assistenza	43°36'41.64"N	13°19'44.07"E
675	3.12	3.12_053	Autofficina di Boccolini Egiziano	Via A. Volta, 4	Chiaravalle	Autofficine e centri assistenza	43°36'37.48"N	13°19'47.30"E
676	3.12	3.12_054	Autofficina Ghiabbi e Santamarianova Sdf	Via Merciai, 4/B	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'36.54"N	13°14'57.50"E
677	3.12	3.12_055	Autofficina Giombini Mario	Via Compagna, 8	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'30.21"N	13°15'25.65"E
678	3.12	3.12_056	Autofficina Global Car di Cecconi Fiorenzo	Via Fratelli Bandiera, 58	Chiaravalle	Autofficine e centri assistenza	43°35'52.08"N	13°19'35.70"E
679	3.12	3.12_057	Autofficina Luchetta Snc di Luchetta Massimo e Mauro	Via Dell' Artigiano, 6/8	Monte S. Vito	Autofficine e centri assistenza	43°35'53.17"N	13°17'13.95"E
680	3.12	3.12_058	Autofficina Manzi Giuseppe	Via Ancona, 1 bis	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'48.94"N	13°15'9.91"E
681	3.12	3.12_059	Autofficina Petrini Igino & C. S.n.c.	Via Salvemini	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'32.47"N	13°15'29.83"E
682	3.12	3.12_060	Autofficina Tecnomotor di Marchegiani Samuela	Via Cappannini, 9	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'57.27"N	13°16'3.79"E
683	3.12	3.12_061	Autofficina Vigoni di Vigoni Luca e C. Snc	Via Santi F.	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'7.03"N	13°15'40.62"E
684	3.12	3.12_062	Brutti Enrico & C. S.n.c.	Via Di Vittorio Giuseppe, 4	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'27.10"N	13°16'24.87"E
685	3.12	3.12_063	Brutti Enrico & C. S.n.c.	Via Don Battistoni, 24	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'57.98"N	13°16'14.10"E
686	3.12	3.12_064	Clinic Car S.a.s.	Via Santi F., 3	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'3.74"N	13°15'46.79"E
687	3.12	3.12_065	Decibel Sound di Angelucci Roberto e C. S.a.s.	Via Don Minzoni, 18	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'41.52"N	13°15'26.97"E
688	3.12	3.12_066	Eco Car S.r.l.	Via Leonardo da Vinci, 5/7	Chiaravalle	Autofficine e centri assistenza	43°36'33.77"N	13°19'46.13"E
689	3.12	3.12_067	Euro Diesel Service - S.r.l.	Via Carlo Marx, Snc	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'2.81"N	13°16'24.35"E
690	3.12	3.12_068	Euro Diesel Service - S.r.l.	Via Don Battistoni, 17	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'1.87"N	13°16'9.40"E
691	3.12	3.12_069	Mba Service S.r.l.	Via Cavour, 16	Chiaravalle	Autofficine e centri assistenza	43°36'3.17"N	13°19'29.43"E
692	3.12	3.12_070	Moretti Daniele	Via A. Bellagamba, 7	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'47.44"N	13°15'45.10"E
693	3.12	3.12_071	Officina Elettrodiesel di Fileni Sergio	Via Marche, 2	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'48.93"N	13°15'3.83"E
694	3.12	3.12_072	Officina Elettrodiesel di Fileni Sergio	Via Cappannini, 6	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'59.38"N	13°16'3.90"E
695	3.12	3.12_073	Ok Motor di Gianni Nocioni & C. S.n.c.	Via Luconi, 8B	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'52.59"N	13°15'47.81"E
696	3.12	3.12_074	Pelagagge Auto Sas	Via G. Abbruzzetti, 12	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'54.02"N	13°15'58.31"E
697	3.12	3.12_075	Quercetti Andrea	Via Della Industria, 40	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'34.57"N	13°16'26.76"E
698	3.12	3.12_076	Service Tecnica di Manoni Tommaso	Via E. Rossi, 50	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'47.78"N	13°15'47.84"E
699	3.12	3.12_077	Tecnicauto Tuning Srl	Via Fontedamo, 14/B	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°32'40.37"N	13°16'32.29"E
700	3.12	3.12_078	Tecno Auto di Jakupi Gazmend e Halidi Zari Snc	Via Pietro Mauri, 25	Falconara Marittima	Autofficine e centri assistenza	43°36'16.11"N	13°21'48.12"E
701	3.12	3.12_079	Truck Service di Ugili Fabio	Via Lazio, 5	Monsano	Autofficine e centri assistenza	43°31'49.03"N	13°14'57.74"E
702	3.12	3.12_080	Carrozzeria Morichelli	Via Ancona, 35	Jesi	Carrozzerie automobili	43°32'2.18"N	13°15'24.57"E
703	3.12	3.12_081	Mbj Officina Mercedes-Benz	Via G.Belardinelli, 4	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°30'53.93"N	13°14'15.88"E
704	3.12	3.12_082	Autofficina di Vecchioni Luciano e C. S.n.c.	Via A. Colocci, 3	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'15.50"N	13°14'52.17"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
705	3.12	3.12_083	Autofficina Metano Esina	Via Roma, 171	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°30'34.94"N	13°13'32.13"E
706	3.12	3.12_084	Cecati Emore	Via G. Acqua, 5	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'20.12"N	13°14'54.65"E
707	3.12	3.12_085	Federici Claudio Autofficina del Viale	Viale Della Vittoria, 41	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'27.52"N	13°14'35.06"E
708	3.12	3.12_086	Pierandrei Fabrizio	Via P. Mazzoleni, 4	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'10.81"N	13°14'55.79"E
709	3.12	3.12_087	Autocarrozzeria Mazzarini	Via Dello Stadio, 28	Falconara Marittima	Carrozzerie automobili	43°37'26.49"N	13°22'47.62"E
710	3.12	3.12_088	Specialcar Autocarrozzeria	Via del Consorzio, 36	Falconara Marittima	Carrozzerie automobili	43°36'46.80"N	13°22'1.64"E
711	3.12	3.12_089	Autocarrozzeria Catalani & Frontalini	Via del Consorzio, 21	Falconara Marittima	Carrozzerie automobili	43°36'57.15"N	13°22'18.92"E
712	3.12	3.12_090	Autocarrozzeria La Fenice di Girolomini M. e C. S.a.s.	Via Fiumesino, Snc	Falconara Marittima	Carrozzerie automobili	43°38'10.16"N	13°22'32.24"E
713	3.12	3.12_091	Autocarrozzeria Pierini Adriano e Giordano S.n.c.	Via Della Tecnica, 4	Falconara Marittima	Carrozzerie automobili	43°37'12.15"N	13°22'36.98"E
714	3.12	3.12_092	B.S. S.n.c. di Belvederesi Alessandro & C.	Via Delle Caserme, 1	Falconara Marittima	Carrozzerie automobili	43°38'2.99"N	13°22'44.48"E
715	3.12	3.12_093	Papa Maurizio	Via del Consorzio, 2	Falconara Marittima	Carrozzerie automobili	43°36'57.15"N	13°22'18.92"E
716	3.12	3.12_094	Carrozzeria Scarponi Fabio & C.	Via Don Minzoni, 5/B	Jesi	Carrozzerie automobili	43°31'30.99"N	13°15'15.69"E
717	3.12	3.12_095	Carrozzeria Oliviero	Via Clementina, 14	Chiaravalle	Carrozzerie automobili	43°35'51.26"N	13°19'18.53"E
718	3.12	3.12_096	Carrozzeria F.lli Ramazzotti	Strada Statale 76, 27	Monte S. Vito	Carrozzerie automobili	43°35'33.74"N	13°21'5.23"E
719	3.12	3.12_097	Carrozzeria Bordi & Vichi Sas	Via F. Santi, 9	Jesi	Carrozzerie automobili	43°32'6.87"N	13°15'41.73"E
720	3.12	3.12_098	Autocarrozzeria Simonetti & Buratti S.n.c.	Via Cartiere Vecchie, 16	Jesi	Carrozzerie automobili	43°31'44.87"N	13°15'14.80"E
721	3.12	3.12_099	Carrozzeria 2000 di Caporaletti Gianluca	Strada Statale 76, 4	Monte S. Vito	Carrozzerie automobili	43°34'55.89"N	13°18'20.22"E
722	3.12	3.12_100	Carrozzeria 2000 di Caporaletti Gianluca	Via A. Bocconi, 5	Jesi	Carrozzerie automobili	43°32'3.44"N	13°15'42.89"E
723	3.12	3.12_101	Carrozzeria Ciccarelli	Viale Dell' Industria, 53	Jesi	Carrozzerie automobili	43°32'34.87"N	13°16'27.13"E
724	3.12	3.12_102	Carrozzeria di Riste' Eraldo & Figli (S.n.c.)	Via G. Di Vittorio	Jesi	Carrozzerie automobili	43°32'17.30"N	13°16'46.99"E
725	3.12	3.12_103	Carrozzeria Fantini Marcello & C.	Via Don Battistoni, 20	Jesi	Carrozzerie automobili	43°32'0.42"N	13°16'10.65"E
726	3.12	3.12_104	Carrozzeria Ferrarini dei Fratelli Gianfelici e C. S.n.c.	Via Cappannini, 3/A	Jesi	Carrozzerie automobili	43°32'1.22"N	13°15'57.81"E
727	3.12	3.12_105	Centurelli Andrea	Via Ponte Murato, 32	Falconara Marittima	Carrozzerie automobili	43°35'58.68"N	13°21'20.90"E
728	3.12	3.12_106	F.lli Zallocco Sas Service di Carpano S. e Luna P & C.	Via Ruffilli, 1	Chiaravalle	Carrozzerie automobili	43°35'56.76"N	13°21'7.63"E
729	3.12	3.12_107	Giardinieri Giampaolo	Via Bocconi A., 13	Jesi	Carrozzerie automobili	43°32'7.12"N	13°15'35.93"E
730	3.12	3.12_108	Lucky Car di Moretti Liano	Via G. Pirani, 5	Jesi	Carrozzerie automobili	43°31'44.19"N	13°15'40.65"E
731	3.12	3.12_109	Novelli S.r.l.	Via Ponte Murato, 32	Falconara Marittima	Carrozzerie automobili	43°35'58.68"N	13°21'20.90"E
732	3.12	3.12_110	Aquili & Marasca S.n.c.	Via Gallodoro, Snc	Jesi	Carrozzerie automobili	43°30'48.41"N	13°14'12.14"E
733	3.12	3.12_111	Carrozzeria Esina di Manzotti Riccardo	Via Zannoni, 15	Jesi	Carrozzerie automobili	43°31'6.37"N	13°14'28.81"E
734	3.12	3.12_112	Carrozzeria Marchigiana di Rossetti Coltorti M. & C. S.n.c.	Via Verziere, 49	Jesi	Carrozzerie automobili	43°31'1.45"N	13°14'53.05"E
735	3.12	3.12_113	Lancia Carrozzeria Officina Riparazioni	Via Dell' Artigianato, 1	Jesi	Carrozzerie automobili	43°31'31.64"N	13°15'2.32"E
736	3.12	3.12_114	Carrozzeria Luconi Gilberto	Via E. Rossi	Jesi	Carrozzerie automobili	43°31'51.23"N	13°15'52.03"E
737	3.12	3.12_115	Carrozzeria Priori & Pietrini Di Priori & Pietrini Snc	Via A. Luconi, 3	Jesi	Carrozzerie automobili	43°31'51.36"N	13°15'46.03"E
738	3.12	3.12_116	Autocarrozzeria Salvatore di Flagellio	Via del Commercio, 3/A	Monte Roberto	Carrozzerie automobili	43°28'49.41"N	13°10'47.20"E
739	3.12	3.12_117	Carrozzeria Barchiesi & C.	Via Clementina Nord, 120/B	Maiolati Spontini	Carrozzerie automobili	43°30'18.47"N	13° 9'29.69"E
740	3.12	3.12_118	Autocarrozzeria Moderna	Via Fabriano, 20	Maiolati Spontini	Carrozzerie automobili	43°30'5.97"N	13° 8'25.23"E
741	3.12	3.12_119	Autoservizi S.r.l.	Via Raffaello Sanzio, 4	Maiolati Spontini	Carrozzerie automobili	43°30'1.19"N	13° 7'18.41"E
742	3.12	3.12_120	Autocarrozzeria Doctor Car	Via Brodolini, 23	Castelplanio	Carrozzerie automobili	43°30'20.49"N	13° 7'33.38"E
743	3.12	3.12_121	Carrozzeria Sbaffi	Via A. Gramsci, 31	Castelbellino	Carrozzerie automobili	43°30'2.65"N	13° 8'52.92"E
744	3.12	3.12_122	Donzelli Group S.r.l.	Via Dell' Artigianato, 1	Rosora	Carrozzerie automobili	43°28'31.39"N	13° 4'23.00"E
745	3.12	3.12_123	Carrozzeria Nuova Europa	Via La Villa	Mergo	Carrozzerie automobili	43°28'2.89"N	13° 3'16.40"E
746	3.12	3.12_124	Carrozzeria La Veloce di Piersigilli Simone e C.	Via G. Brodolini, 10	Castelplanio	Carrozzerie automobili	43°29'58.38"N	13° 6'51.33"E
747	3.12	3.12_125	Basili Auto	Località Scorcelletti, 76	Maiolati Spontini	Autofficine e centri assistenza	43°30'19.65"N	13° 9'58.72"E
748	3.12	3.12_126	Autocarrozzeria Italia	Via Del Commercio, 32	Maiolati Spontini	Carrozzerie automobili	43°30'12.25"N	13° 6'59.27"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
749	3.12	3.12_127	Carrozzeria Brocanelli Bc Tuning	Contrada Bruscara, 23	Serra San Quirico	Carrozzerie automobili	43°27'27.30"N	13° 3'4.60"E
750	3.12	3.12_128	Bernardini Sauro & C. S.n.c.	Via Roma, 194	Jesi	Carrozzerie automobili	43°30'25.55"N	13°13'8.18"E
751	3.12	3.12_129	Paoloni Giuseppe Autofficina	Viale Leonardo Da Vinci, 5	Maiolati Spontini	Autofficine e centri assistenza	43°30'6.09"N	13° 7'21.28"E
752	3.12	3.12_130	Autofficina Meccanica Vasconi e Ceci	Via Jesi, 20	Maiolati Spontini	Autofficine e centri assistenza	43°30'6.88"N	13° 8'30.63"E
753	3.12	3.12_131	Autofficina Meccanica Vasconi e Ceci	Via Fabriano, 28	Maiolati Spontini	Autofficine e centri assistenza	43°30'5.43"N	13° 8'20.58"E
754	3.12	3.12_132	Ca.Ba. Capriotti & Barboni	Via Raffaello Sanzio	Maiolati Spontini	Autofficine e centri assistenza	43°30'0.34"N	13° 7'21.78"E
755	3.12	3.12_133	Tecnoauto di Morici, Candi e Tarabu' S.n.c	Via Dell' Artigianato, 4	Maiolati Spontini	Autofficine e centri assistenza	43°30'18.55"N	13°10'24.35"E
756	3.12	3.12_134	Autofficina Fioretti & Gresti S.n.c.	Via Dell'industria, 2A	Castelplanio	Autofficine e centri assistenza	43°30'5.22"N	13° 6'52.60"E
757	3.12	3.12_135	Mba Service S.r.l.	Via Giacomo Brodolini, 3	Castelplanio	Autofficine e centri assistenza	43°29'58.48"N	13° 6'50.71"E
758	3.12	3.12_136	Nuova Idramatic di Ciaffoni Claudia	Via Giacomo Brodolini, 33	Castelplanio	Autofficine e centri assistenza	43°29'59.69"N	13° 7'4.49"E
759	3.12	3.12_137	Tre Emme	Contrada Molino, 18	Castelbellino	Autofficine e centri assistenza	43°29'33.85"N	13° 9'23.46"E
760	3.12	3.12_138	Autoservice di Brega Johnny	Via Angeli, 52	Mergo	Autofficine e centri assistenza	43°27'53.90"N	13° 3'21.54"E
761	3.12	3.12_139	Sorana Franco e Mauro S.n.c.	Via Leopardi, 29	Rosora	Autofficine e centri assistenza	43°28'19.84"N	13° 4'1.28"E
762	3.12	3.12_140	Autofficina Marinelli & Marcelletti Snc	Contrada Serralta, 65	Serra San Quirico	Autofficine e centri assistenza	43°26'19.33"N	13° 1'44.83"E
763	3.12	3.12_141	F.lli Ballarini Francesco e Giancarlo S.n.c.	Via Gallodoro, 58	Jesi	Autofficine e centri assistenza	43°31'2.18"N	13°14'32.42"E
764	3.12	3.12_142	Auto Carrozzeria Luconi Luciano	Via Ponte Murato, 1	Falconara Marittima	Carrozzerie automobili	43°36'4.41"N	13°21'28.94"E
765	3.12	3.12_143	Maresca & Fiorentino Spa Marche Autobus	Via Di Vittorio, 4	Jesi	Autofficina, ricambi e rivendita autobus	43°31'46.66"N	13°15'15.34"E
766	3.12	3.12_144	Gherardi Srl	Via S.Apollinare	Monte Roberto	Fornitore di trattori e macchine agricole	43°29'5.00"N	13°10'56.79"E
767	3.12	3.12_145	Agri 88 s.n.c.	Via Marche, 23	Monsano	Fornitore di trattori e macchine agricole	43°33'15.46"N	13°16'49.40"E
768	3.12	3.12_146	Bgroup S.p.A.	Via Giulio Pastore, 5	Jesi	Fornitore di trattori e macchine agricole	43°32'32.39"N	13°16'40.43"E
769	3.12	3.12_147	Grim S.r.l.	Via Novella, 2	Jesi	Fornitore di trattori e macchine agricole	43°32'14.68"N	13°16'31.48"E
770	3.12	3.12_148	Zeta Macchine	Via del Molino, 7/A	Chiaravalle	Macchine agricole commercio e riparazione	43°35'42.35"N	13°20'59.63"E
771	3.12	3.12_149	Agriway Srl	Via Dell' Industria, 9/9/A/9/B	Monte Roberto	Fornitore di trattori e macchine agricole	43°28'56.41"N	13°10'55.49"
772	3.12	3.12_150	Bargam S.p.a.	Via G. Pastore, 5	Jesi	Macchine agricole commercio e riparazione	43°32'32.39"N	13°16'40.43"E
773	3.12	3.12_151	Cercaci Officina Meccanica S.n.c.	Via Roma, 267	Jesi	Macchine agricole commercio e riparazione	43°30'23.14"N	13°11'17.14"E
774	3.12	3.12_152	D'Amico Engles S.n.c.	Via Dell' Artigianato, 2	Maiolati Spontini	Macchine agricole commercio e riparazione	43°30'18.52"N	13°10'24.46"E
775	3.12	3.12_153	European Technical Services And Supplies S.r.l.	Via S. Ubaldo, 34	Monsano	Macchine agricole commercio e riparazione	43°33'33.70"N	13°16'21.54"E
776	3.12	3.12_154	European Technical Services And Supplies S.r.l.	Via Piemonte, 1	Jesi	Macchine agricole commercio e riparazione	43°31'53.00"N	13°15'7.86"E
777	3.12	3.12_155	European Technical Services And Supplies S.r.l.	Via S. Maria, 34	Monsano	Macchine agricole commercio e riparazione	43°33'50.61"N	13°15'11.14"E
778	3.12	3.12_156	European Technical Services And Supplies S.r.l.	Via Piemonte, 1	Monsano	Macchine agricole commercio e riparazione	43°33'25.72"N	13°16'43.22"E
779	3.12	3.12_157	Guadagnini Mario e Florio	Via Selva, 146	Monte S. Vito	Macchine agricole commercio e riparazione	43°35'9.24"N	13°18'7.20"E
780	3.12	3.12_158	Imar di Romagnoli Luciano	Via G. Marconi, 71	Falconara Marittima	Macchine agricole commercio e riparazione	43°37'22.66"N	13°22'59.86"E
781	3.12	3.12_159	M.A.I.C. di Canton Primo & C. (S.N.C.)	Via Pantiere, 2	Jesi	Macchine agricole commercio e riparazione	43°30'16.94"N	13°11'11.13"E
782	3.12	3.12_160	O.M.A. di Mencarelli F. & Osimani M. S.n.c.	Via Marche, 36	Monsano	Macchine agricole commercio e riparazione	43°31'52.45"N	13°14'54.86"E
783	3.12	3.12_161	Officine Sama S.r.l.	Contrada Molino	Castelbellino	Macchine agricole commercio e riparazione	43°29'35.19"N	13° 9'25.17"E
784	3.12	3.12_162	Sgalla Srl	Via Marche, 2	Monsano	Macchine agricole accessori e parti	43°33'10.22"N	13°16'48.40"E
785	3.12	3.12_163	Cnh S.p.a. (New Holland)	Via Papa Leone XIII, 5	Jesi	Trattori e trainatori	43°32'14.85"N	13°16'20.72"E
786	3.12	3.12_164	Nuova Sjat	Viale Dell' Industria, 7	Jesi	Trattori e trainatori	43°32'19.85"N	13°16'10.33"E
787	3.12	3.12_165	Caterpillar Hydraulics italia srl	Via Roncaglia, 69	Jesi	Macchine agricole produzione	43°31'54.84"N	13°16'36.77"E
788	3.12	3.12_166	Officina Balletti	Via 1 Maggio, 8	Castelbellino	Autofficine e centri assistenza	43°30'15.69"N	13°10'0.93"E
789	3.12	3.12_167	F.i.p.i.l.l. srl	Via S. Giuseppe, 16	San Paolo di Jesi	Produzione pulegge	43°27'43.31"N	13°10'40.94"E
790	3.12	3.12_168	AP Automotive Products S.R.L.	Via Montecarottese, 2	Maiolati Spontini	Componenti per veicoli	43°30'19.69"N	13° 9'9.33"E
791	3.13	3.13_001	Cardelli Mario	Via Belardinelli, 5	Jesi	Lavanderie industriali	43°30'53.82"N	13°14'16.27"E
792	3.13	3.13_002	Servizi Italia S.p.a.	Via Dei Colli, 52	Jesi	Lavanderie industriali	43°31'49.41"N	13°13'37.57"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
793	3.13	3.13_003	Nuovo Stir Lava Sistem	Via G. Marconi, 61	Falconara Marittima	Lavanderie	43°37'14.61"N	13°22'49.38"E
794	3.13	3.13_004	Lavanderia Acquaria	Via Della Pace, 28	Chiaravalle	Lavanderie self service ad acqua e a secco	43°35'53.71"N	13°19'45.36"E
795	3.13	3.13_005	Amicucci Pasqualina	Via A. Don Rettaroli, 7	Jesi	Lavanderie	43°31'36.60"N	13°15'28.07"E
796	3.13	3.13_006	Lavanderia del Corso di Severini Gessica	Corso Matteotti, 41	Chiaravalle	Lavanderie	43°35'52.73"N	13°19'31.27"E
797	3.13	3.13_007	Lavanderia Self Service del Corso Chiaravalle	Corso Matteotti, 172	Chiaravalle	Lavanderie	43°36'4.58"N	13°19'32.08"E
798	3.13	3.13_008	Lavanderia Self Service Miele	Via Ancona, 40	Jesi	Lavanderie	43°31'53.77"N	13°15'13.41"E
799	3.13	3.13_009	Lavanderia Self Service Profumi di Sapone	Via G. Leopardi, 49	Chiaravalle	Lavanderie	43°35'57.63"N	13°19'42.19"E
800	3.13	3.13_010	Lavanderia Superlinda	Viale Del Lavoro, 3/B	Jesi	Lavanderie a secco	43°31'42.29"N	13°14'51.94"E
801	3.13	3.13_011	B.M. Bernabei S.r.l.	Via I. Silone, 6	Jesi	Lavanderie impianti e macchine	43°32'38.86"N	13°16'43.69"E
802	3.13	3.13_012	Tecno Cierre di Cesaretti Roberto	Via Piane, 23	Camerata Picena	Lavanderie impianti e macchine	43°34'53.94"N	13°20'29.41"E
803	3.13	3.13_013	Tecno Cierre di Cesaretti Roberto	Via G. Leopardi, 65	Chiaravalle	Lavanderie impianti e macchine	43°35'57.77"N	13°19'43.51"E
804	3.13	3.13_014	Cantarini Viviana	Via Francia, 11	Jesi	Lavanderie self service ad acqua e a secco	43°31'10.40"N	13°13'36.08"E
805	3.13	3.13_015	Cantarini Viviana	Piazza Caduti Sul Lavoro, 1	Jesi	Lavanderie self service ad acqua e a secco	43°30'43.58"N	13°13'43.85"E
806	3.13	3.13_016	Lavanderia Express di Grilli Marinella	Via Gallodoro, 84	Jesi	Lavanderie	43°30'59.13"N	13°14'28.58"E
807	3.13	3.13_017	Lavanderia Milano di Freddo Lauretta	Via G. Rossini, 10	Jesi	Lavanderie a secco	43°31'17.88"N	13°14'11.94"E
808	3.13	3.13_018	Lavasecco 2000	Viale Della Vittoria, 97/B	Jesi	Lavanderie a secco	43°31'16.91"N	13°14'20.11"E
809	3.13	3.13_019	Lavanderia Calypso	Viale Della Vittoria, 61	Jesi	Lavanderie	43°31'23.90"N	13°14'31.06"E
810	3.13	3.13_020	Bossoletti Novella di Bossoletti Paola	Via Risorgimento, 104	Maiolati Spontini	Lavanderie	43°30'5.74"N	13° 7'50.95"E
811	3.13	3.13_021	Nuova Splendor di Fabbretti Marta	Via Salvo D'Acquisto, 9	Maiolati Spontini	Lavanderie	43°30'11.51"N	13° 7'40.60"E
812	3.13	3.13_022	Lavanderia Self Service Pami Wash & Dry	Via Risorgimento, 193	Maiolati Spontini	Lavanderie	43°30'9.84"N	13° 8'16.47"E
813	3.13	3.13_023	All Wash	Via Brodolini, 29	Castelplanio	Lavanderie self service ad acqua e a secco	43°29'59.68"N	13° 7'4.49"E
814	3.13	3.13_024	Lavanderia Lava e Indossa 2000	Via Degli Artigiani, 2	Castelplanio	Lavanderie	43°30'2.70"N	13° 6'39.92"E
815	3.13	3.13_025	Lavanderia Bolle di Sapone di Sdrubolini Katia	Via Trento, 25	Monte Roberto	Lavanderie	43°29'16.98"N	13° 9'38.28"E
816	3.13	3.13_026	Stireria Tecnostiro di Valeri Caterina	Via Fratelli Cervi, 9	Castelplanio	Stirerie - servizio conto terzi	43°28'55.42"N	13° 4'58.62"E
817	3.13	3.13_027	Lavasecco Primavera di Meloni Francesca & C. S.n.c.	Via Clementina, 107/A	Serra San Quirico	Lavanderie	43°26'42.90"N	13° 1'36.33"E
818	3.14	1	Center Tecnica	Viale Del Lavoro, 2	Jesi	Tipografie	43°31'41.27"N	13°14'48.12"E
819	3.14	2	Geoservice	Via Togliatti, 36	Maiolati Spontini	Tipografie	43°30'11.48"N	13° 7'23.84"E
820	3.14	3	Grafica G.P.O. S.n.c.	Via P. Lumumba, Snc	Chiaravalle	Tipografie	43°36'33.14"N	13°19'38.41"E
821	3.14	4	Sagraf Sabatini Grafiche Srl	Via Dell' Industria, 3	Falconara Marittima	Litografie	43°36'46.61"N	13°21'57.82"E
822	3.14	5	Stampa Nova di Gara Maurizio e C. - S.n.c.	Via Ancona, 8	Jesi	Arti grafiche	43°31'50.48"N	13°15'9.47"E
823	3.14	6	T.J. S.r.l.	Via Gorgolungo, 5	Jesi	Tipografie	43°31'20.80"N	13°15'6.68"E
824	3.14	7	Tipografia Abbatelli S.n.c.	Via Brodolini, 22	Castelplanio	Tipografie	43°29'59.75"N	13° 7'4.56"E
825	3.14	8	Vesprini Mirella	Via Galvani, 2	Camerata Picena	Tipografie	43°34'37.29"N	13°20'21.40"E
826	3.14	9	Wrapping Jesi di Miel Ovidiu Marian	Via Padre Vincenzo Pellegrini, 19	Jesi	Tipografie	43°31'46.69"N	13°15'22.29"E
827	3.14	10	Tipografia Gema	Via A. Volta, 8	Camerata Picena	Tipografie	43°34'41.80"N	13°20'27.85"E
828	3.14	11	Tipografia Litografia Tarabelli	Via A. Volta, 5	Chiaravalle	Tipografie - Litografie	43°36'38.01"N	13°19'51.32"E
829	3.14	12	Taddei Claudio	Via Dell' Artigiano, 5	Monte S. Vito	Litografie	43°35'53.62"N	13°17'13.87"E
830	3.14	13	Errebi Grafiche Ripesi S.r.l.	Via Del Lavoro,23	Falconara Marittima	Litografie	43°37'10.35"N	13°22'33.58"E
831	3.14	14	Linotipia Commerciale di Pompili M. & C. Snc	Via Gallodoro, 96	Jesi	Litografie	43°30'45.36"N	13°14'7.75"E
832	3.14	15	Litostampa (S.N.C.)	Via Roma, 74	Rosora	Litografie	43°28'54.54"N	13° 4'59.09"E
833	3.14	16	Pat Kolor di Pasquini Patrizio	Via E. Rossi, 46	Jesi	Litografie	43°31'46.98"N	13°15'47.04"E
834	3.14	17	Luciano Manservigi Srl	Via Marche, 34	Monsano	Arti grafiche	43°33'22.61"N	13°17'3.26"E
835	3.14	18	Seristar Sas	Via Dell' Industria, 17	Monte S. Vito	Arti grafiche	43°35'5.57"N	13°18'20.61"E
836	3.14	19	Arti Grafiche Jesine	Via Abbruzzetti, 2	Jesi	Arti grafiche	43°31'59.79"N	13°15'50.10"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
837	3.14	20	Digit All Srl	Via Toscana 33/35	Monsano	Arti grafiche	43°33'38.16"N	13°16'45.62"E
838	3.14	21	Ferranti Franco	Via P. Mazzoleni, 2/A	Jesi	Arti grafiche	43°31'13.80"N	13°14'57.17"E
839	3.14	22	Archimedes S.r.l.	Via A. Costa, 1	Chiaravalle	Arti grafiche	43°36'7.49"N	13°19'30.02"E
840	3.14	23	Bonfili Design Comunicazione	Via Pasquinelli 2/A	Jesi	Arti grafiche	43°32'6.01"N	13°15'52.86"E
841	3.14	24	CO.A.L.A. Onlus	Via Politi, 29	Jesi	Arti grafiche	43°31'6.29"N	13°14'50.91"E
842	3.14	25	Cooperativa Sociale Co.A.L.A. Onlus	Via G. Leopardi, 3/A	Jesi	Arti grafiche	43°31'21.48"N	13°14'25.16"E
843	3.14	26	Gold & Silver Srl	Via Della Tecnica, 34	Falconara Marittima	Arti grafiche	43°37'8.77"N	13°22'41.93"E
844	3.14	27	Grafiche Leonardo S.r.l.	Via Brodolini, 42	Jesi	Arti grafiche	43°32'38.73"N	13°16'23.06"E
845	3.14	28	Litograf Srl	Via Abbruzzetti, 12	Jesi	Arti grafiche	43°31'54.02"N	13°15'58.31"E
846	3.14	29	Punto & Virgola di Ponzetti Paola	Via Tessitori, 4	Jesi	Arti grafiche	43°31'37.45"N	13°15'5.51"E
847	3.14	30	Tipolitografia di Mazzarini Vincenzo & C. Snc	Via XXIV Maggio, 38	Jesi	Arti grafiche	43°31'19.87"N	13°15'0.68"E
848	3.14	31	Argraf S.r.l.	Via Dell' Industria, 15	Monte S. Vito	Arti grafiche	43°35'6.48"N	13°18'20.13"E
849	3.14	32	C.S.T. Compagnia Servizi Tecnici Srl	Via Del Lavoro	Falconara Marittima	Stampa Digitale	43°37'8.23"N	13°22'37.91"E
850	3.14	33	Blu Inks	Via Dell' Industria, 17	Montemarciano	Stampa Digitale	43°38'8.53"N	13°19'39.22"E
851	3.14	34	Studio 87	Piazza Carlo Alberto Dalla Chiesa, 8	Chiaravalle	Stampa Digitale	43°36'29.84"N	13°19'37.17"E
852	3.14	35	Dafym S.r.l.	Via Del Consorzio, 34	Falconara Marittima	Serigrafia	43°36'50.37"N	13°22'5.97"E
853	3.14	36	Dafym S.r.l.	Via Galilei, 9	Camerata Picena	Serigrafia	43°34'40.64"N	13°20'31.88"E
854	3.14	37	La Serigrafia Pubblicitaria S.n.c	Via E. Rossi, 52	Jesi	Serigrafia	43°31'48.32"N	13°15'48.07"E
855	3.14	38	Grafiche Federighi Srl	Via S. Giuseppe, 46	Camerata Picena	Arti grafiche	43°34'52.60"N	13°20'25.03"E
856	3.14	39	Editrice Shalom S. R. L.	Via Luigi Galvani, 1	Camerata Picena	Casa editrice libri	43°34'38.90"N	13°20'21.33"E
857	3.14	40	Editrice Tre Sei Scuola di Sbaffi Doriano	Via A. Meucci, 1	Camerata Picena	Casa editrice libri	43°34'37.23"N	13°20'30.95"E
858	4	4_001	Gola della Rossa Mineraria Spa	Via Clementina, 6	Serra San Quirico	Calcare massiccio	43°25'54.05"N	13° 0'43.75"E
859	4	4_002	Edilscavi	Contrada Chiusa, 6	Agugliano	Sabbia, ghiaia e pietrisco	43°33'35.65"N	13°19'16.62"E
860	4	4_003	Cava Mancini Sas	Contrada Stazione, Snc	Castelbellino	Sabbia, ghiaia e pietrisco	43°29'49.73"N	13° 9'19.09"E
861	4	4_004	Societa' in N.C. Ditta Vecchietti A. & Figli	Via Fiume	Camerata Picena	Sabbia, ghiaia e pietrisco	43°35'5.07"N	13°20'5.49"E
862	4	4_005	Cava attiva - Soggetto non identificato	Via Barchetta	Jesi	Sabbia, ghiaia e pietrisco	43°32'56.75"N	13°18'17.36"E
863	4	4_006	Fatma (S.P.A.) - Cava dismessa	Via Coppetella	Jesi	Sabbia, ghiaia e pietrisco	43°33'27.06"N	13°18'31.23"E
864	4	4_007	Cava dismessa - Soggetto non identificato	Via Col di Lama	Camerata Picena	Sabbia, ghiaia e pietrisco	43°35'27.18"N	13°20'13.54"E
865	4	4_008	Cava attiva - Soggetto non identificato	SP Sirolo - Senigallia	Agugliano	Sabbia, ghiaia e pietrisco	43°34'9.29"N	13°19'55.87"E
866	14	14_001	Ex Enichem (Ex Montedison)	Via Flaminia	Montemarciano	Prodotti chimici	43°38'53.85"N	13°21'0.45"E
867	14	14_002	Caserma Saracini	Via Flaminia	Falconara Marittima	Sito militare	43°38'6.16"N	13°22'31.23"E
868	14	14_003	Ex Vibrocementi Adriatica SRL	Via Flaminia	Falconara Marittima	Sito dismesso - Cementificio	43°38'32.70"N	13°21'48.52"E
869	14	14_004	Fineco leasing SPA (Ex Adriatica Petroli SPA)	Via Toselli, 8	Falconara Marittima	Sito dismesso - Gas compressi e liquefatti - produzione e ingrosso	43°38'5.71"N	13°23'5.57"E
870	14	14_005	Ex Area Antonelli	Via Monti e Tognetti	Falconara Marittima	Sito dismesso - Stoccaggio merci e deposito carburanti	43°38'3.31"N	13°23'11.18"E
871	14	14_006	Fercam	Via Flaminia, 694	Falconara Marittima	Sito dismesso - Garage, officina.	43°37'52.90"N	13°23'0.36"E
872	14	14_007	Mediolising SPA (Cava Gola della Rossa) ex Liquigas	Via Castellaraccia,	Falconara Marittima	Sito dismesso - Stoccaggio merci e deposito carburanti	43°37'47.09"N	13°23'6.05"E
873	14	14_008	ARL Petrolbitumi SRL	Via Castellaraccia, 5	Falconara Marittima	Sito dismesso - Gas compressi e liquefatti - produzione e ingrosso	43°37'53.17"N	13°23'13.58"E
874	14	14_009	Campo Sportivo Parrocchia S. Maria della Neve e S. Rocco	Via G. Verga, 9	Montemarciano	Sito contaminato - campo sportivo	43°38'54.16"N	13°20'45.26"E
875	14	14_010	Ex zuccherificio Sadam	Via della Barchetta	Jesi	Sito dismesso - Produzione zucchero e affini	43°33'19.23"N	13°17'34.93"E
876	14	14_011	Ex cascamificio	Via della Filatura, 8, Jesi, AN	Jesi	Sito dismesso - Industria tessile e cascami	43°31'25.80"N	13°15'12.65"E
877	14	14_012	Ex Italim	Via Gallodoro	Jesi	Sito dismesso - Industria conserviera	43°31'9.76"N	13°14'39.84"E
878	14	14_013	Ex Sima	Via Cesare Battisti	Jesi	Sito dismesso - Macchine agricole - diseoleatori	43°31'14.84"N	13°14'44.49"E
879	14	14_014	Ex Gherardi	Via Politi	Jesi	Sito dismesso - Macchine agricole - diseoleatori	43°31'3.81"N	13°14'48.42"E
880	14	14_015	Ex Pieralisi	Via Gallodoro	Jesi	Sito dismesso - Macchine agricole - diseoleatori	43°31'0.16"N	13°14'1.56"E

n°	ind. EEA	ID	ID Azienda/Ente/Società	Indirizzo	Comune	Tipo di produzione - Materie lavorate	coordinate geografiche	
881	14	14_016	Ex Fornace	Via Roma	Jesi	Sito dismesso - Vecchia cartiera	43°30'48.19"N	13°13'58.39"E
882	14	14_017	Ex Fornace	Via delle Fornaci	Jesi	Sito dismesso - Ex fornace	43°30'43.20"N	13°13'39.54"E
883	14	14_018	ex discarica R.S.U	Via Saline	Falconara Marittima	ex discarica	43°36'29.25"N	13°22'50.09"E
884	14	14_019	ex officina meccanica Gattini	Via Nazario Sauro	Falconara Marittima	Sito dismesso - Ex officina meccanica	43°36'21.02"N	13°21'52.41"E
885	14	14_020	Ditta Sipe SPA	Viale Martiri della Resistenza	Monte San Vito	Sito dismesso - prodotti eletromeccanici - altoparlanti	43°35'56.34"N	13°16'22.02"E
886	14	14_021	Ex RCD	Via Cassolo - Sant Ubaldo	Monsano	Industria galvanica	43°33'33.25"N	13°16'33.50"E
887	14	14_022	Ex Galvanica	Via Degli Artigiani	Jesi	Industria galvanica	43°31'37.37"N	13°14'55.70"E
888	14	14_023	Ex Galvanica	VIA Marche 6c	Jesi	Industria galvanica	43°31'51.82"N	13°14'59.32"E
889	14	14_024	Ex discarica comunale di Chiaravalle	Via Galoppo	Chiaravalle	Rifiuti non pericolosi	43°37'5.59"N	13°17'16.32"E
890	14	14_025	Sito dismesso non identificato	Via Goffredo Baldelli	Falconara Marittima	Sito dismesso	43°37'43.67"N	13°23'7.31"E
891	14	14_026	Officine dismesse - Soggetto non identificato	Via Guglielmo Marconi	Chiaravalle	Officina dismessa	43°36'23.56"N	13°19'45.84"E
892	14	14_027	Ex Filanda Carotti	Via dell'Esino	Jesi	Sito dismesso - Industria tessile e cascami	43°30'51.16"N	13°15'13.02"E
893	14	14_028	Ex Saffa	Via Castelfidardo	Jesi	Sito dismesso - Fabbrica di fiammiferi	43°31'14.58"N	13°14'39.66"E
894	14	14_029	Ex Fornace adiacente all'ex Saffa	Via delle Setaiole	Jesi	Sito dismesso - Ex fornace	43°31'12.10"N	13°14'37.65"E
895	14	14_030	Ex Fater	Via Gallodoro - Via Pieralisi	Jesi	Sito dismesso - Fabbrica di pannolini	43°31'10.87"N	13°14'38.69"E
896	14	14_031	ex fabbrica "Giuseppe Guerri"	Via Politi	Jesi	Sito dismesso - Macchine agricole - diseoleatori	43°31'0.41"N	13°14'42.64"E

TIPOLOGIA DI ATTIVITA' (INDICATORE EEA)

1-2 Stoccaggio, trattamento rifiuti e emissioni

3.1 Produzione energia

3.2 Industria del petrolio

3.3 Chimica

3.4 Siderurgia e Metalmeccanica

3.5 Elettronica, impiantistica e termoidraulica

3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra, suolo

3.7 Tessile e pellame

3.8 Legno e carta

3.9 Industria alimentare e di trasformazione di prodotti organici

3.10 Altro (Manifattura tabacchi - Cereali, granaglie e vivai - Cucine e cappe - vernici e smalti)

3.11 Punti vendita carburante

3.12 Officine e riparazioni auto

3.13 Lavanderie a secco

3.14 Tipografie e stamperie

4. Cave e attività estrattive

14. Altro (siti dismessi contaminati e siti dismessi privi di dati ambientali)

ALLEGATO F - PLANIMETRIE DELLE ATTIVITA ANTROPICHE PRESENTI NELLA BASSA VALLESINA (PER TIPOLOGIE)

LEGENDA



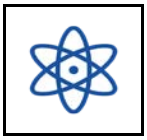
1-2 Soccaggio e trattamento rifiuti



3.1 Produzione energia



3.2 Industria del petrolio



3.3 Chimica



3.4 Siderurgia e Metalmeccanica



3.5 Elettronica, impiantistica e termoidraulica



3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra



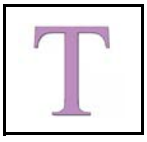
3.7 Tessile e pellame



3.8 Legno e carta



3.9 Industria agroalimentare



3.10 Altro (Manifattura tabacchi)



3.10 Altro (Cereali, granaglie, vivai)



3.10 Altro (cucine e cappe)



3.10 Altro (colori, vernici, smalti)



3.11 Punti vendita carburante



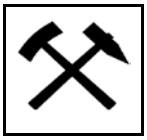
3.12 Officine e riparazioni auto



3.13 Lavanderie a secco



3.14 Tipografie e stamperie



4. Cave e attività estrattive

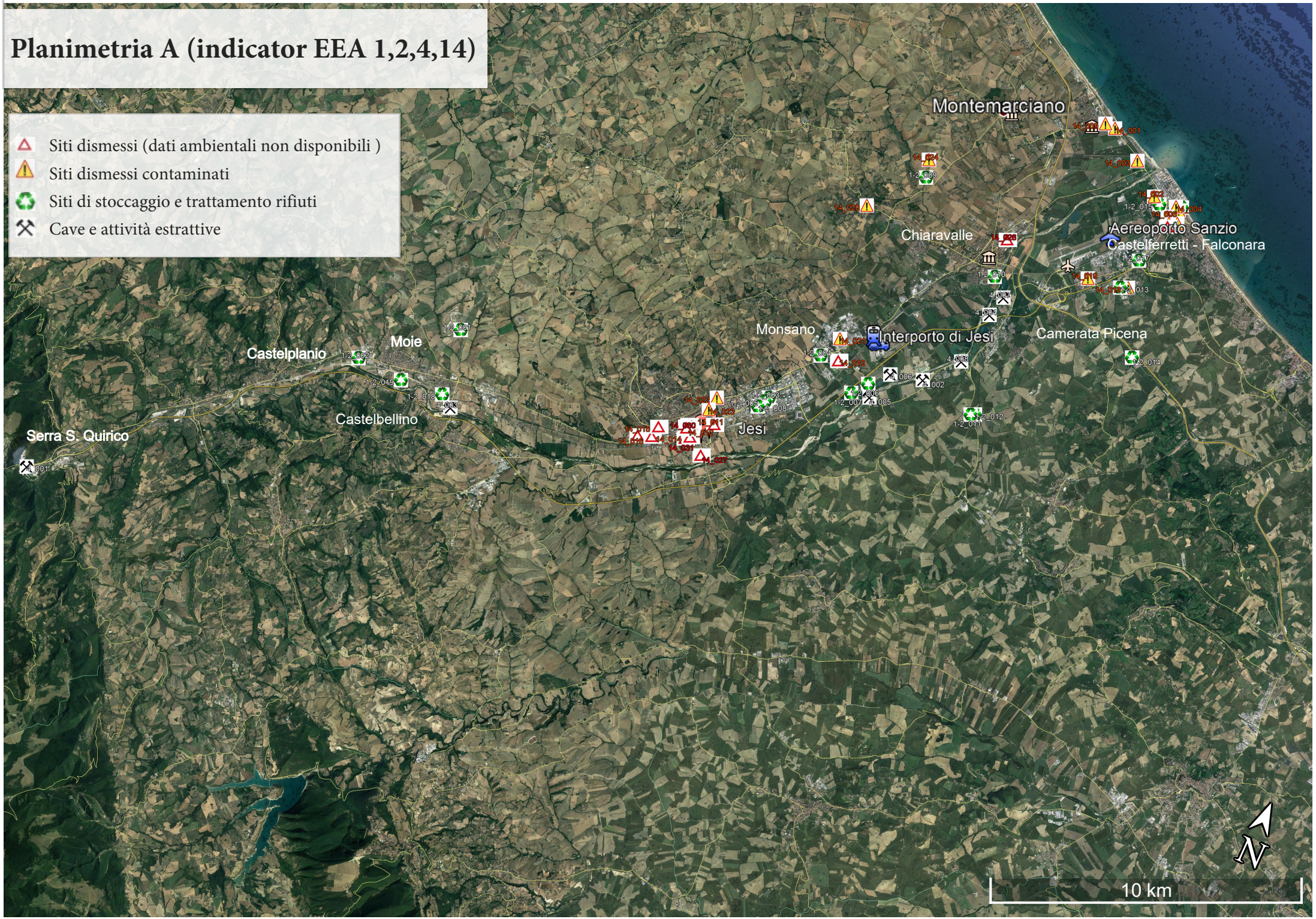


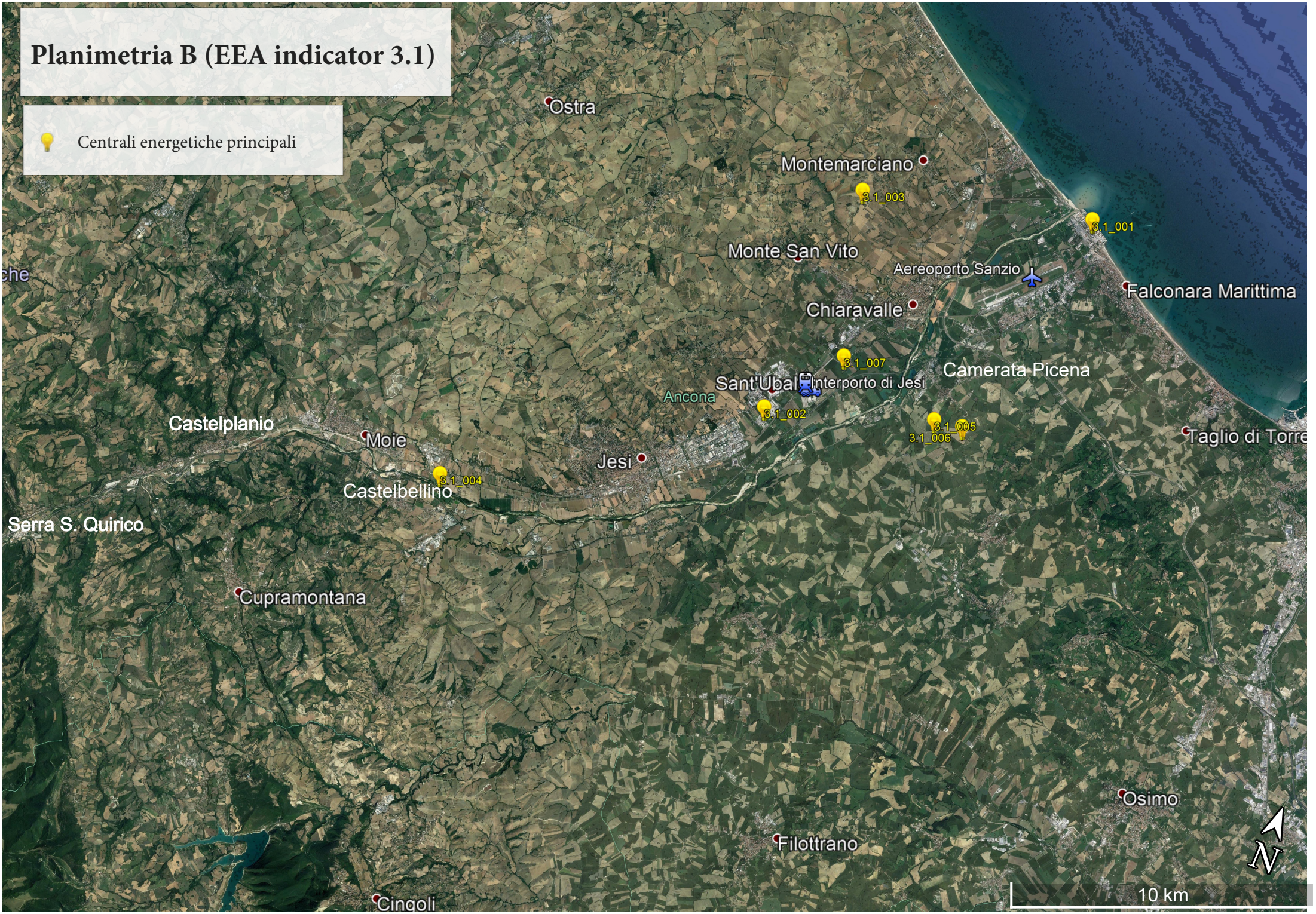
14. Altro (siti dismessi contaminati)



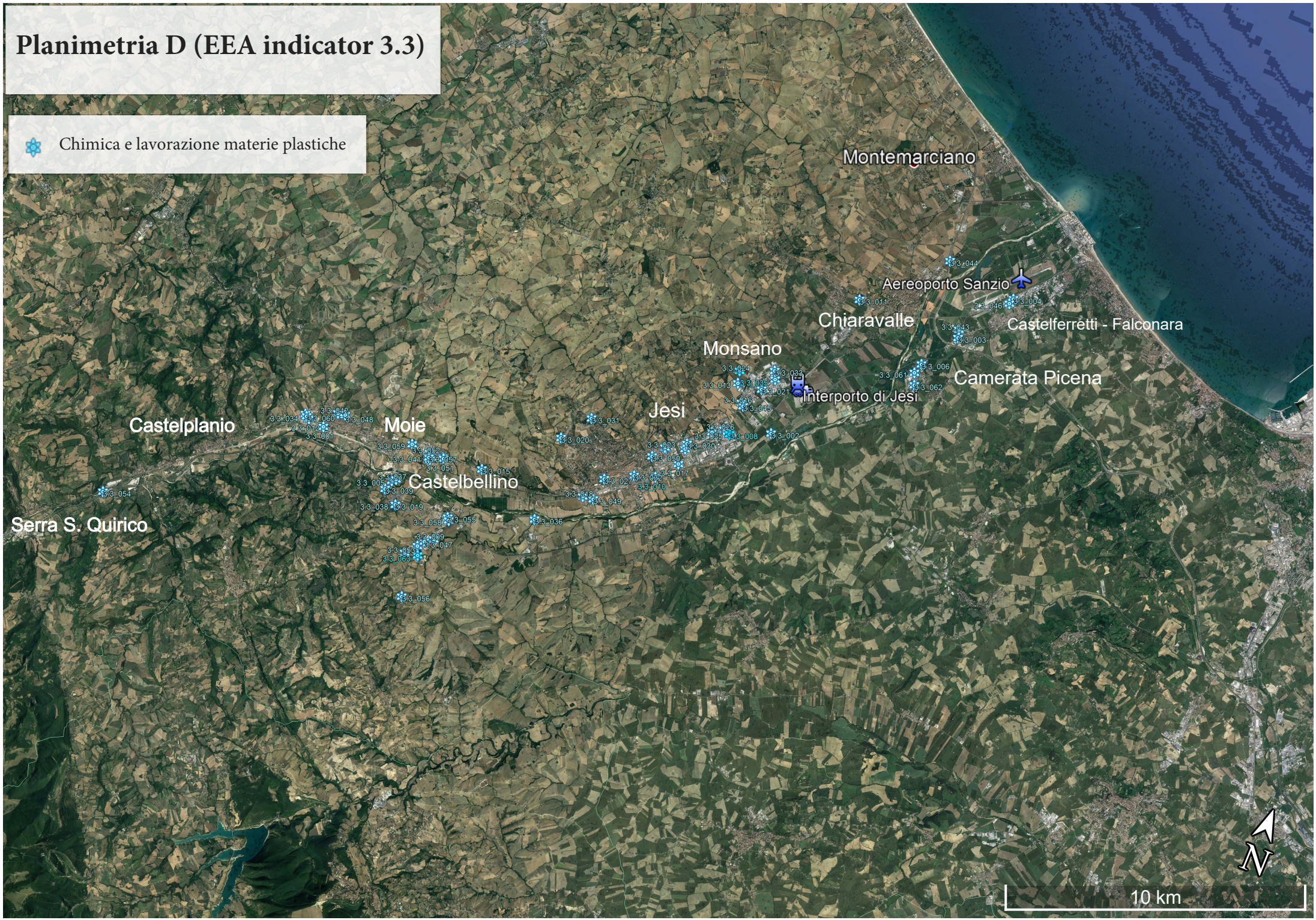
14. Altro (siti dismessi)

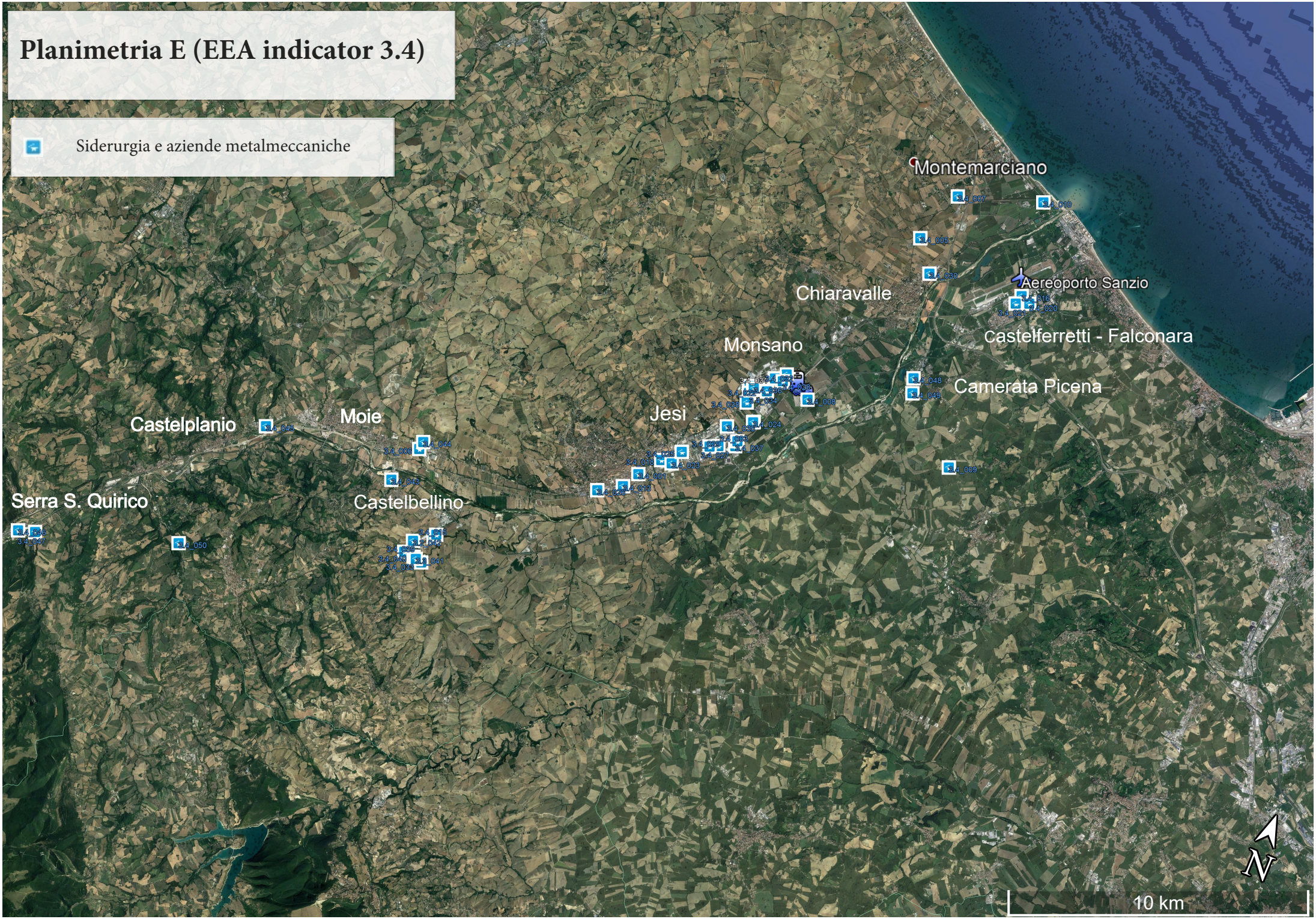
NOTA: elaborazioni grafiche effettuate tramite google earth; per i link delle icone non presenti di default nel programma si rimanda alla bibliografia.

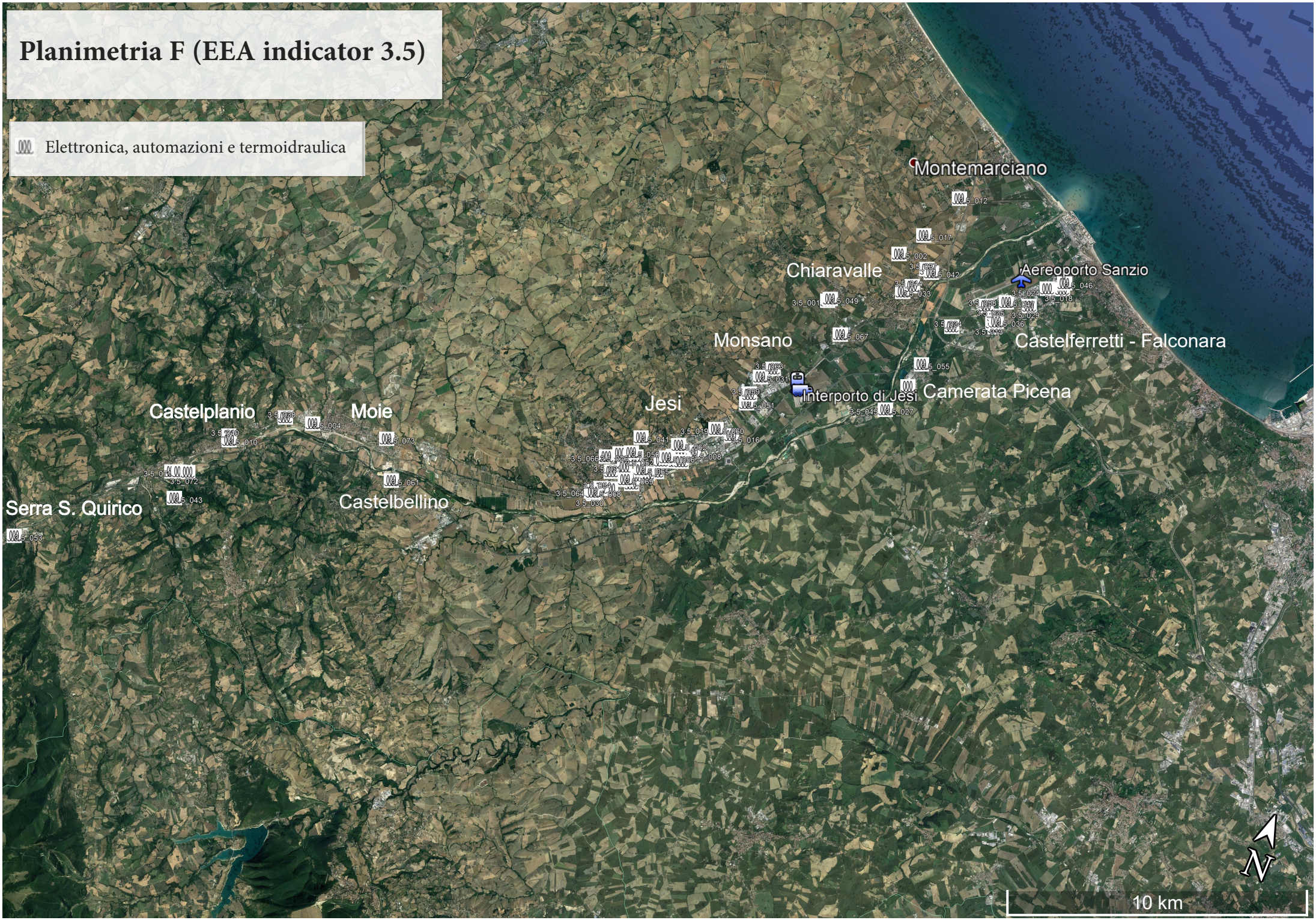

Planimetria A (indicator EEA 1,2,4,14)
Siti dismessi (dati ambientali non disponibili)
Siti dismessi contaminati
Siti di stoccaggio e trattamento rifiuti
Cave e attività estrattive
Montemarciano
Chiaravalle
Aereoporto Sanzio
Castelferretti - Falconara
Monsano
Interporto di Jesi
Camerata Picena
Castelplanio
Moie
Castelbellino
Jesi
Serra S. Quirico
N
10 km

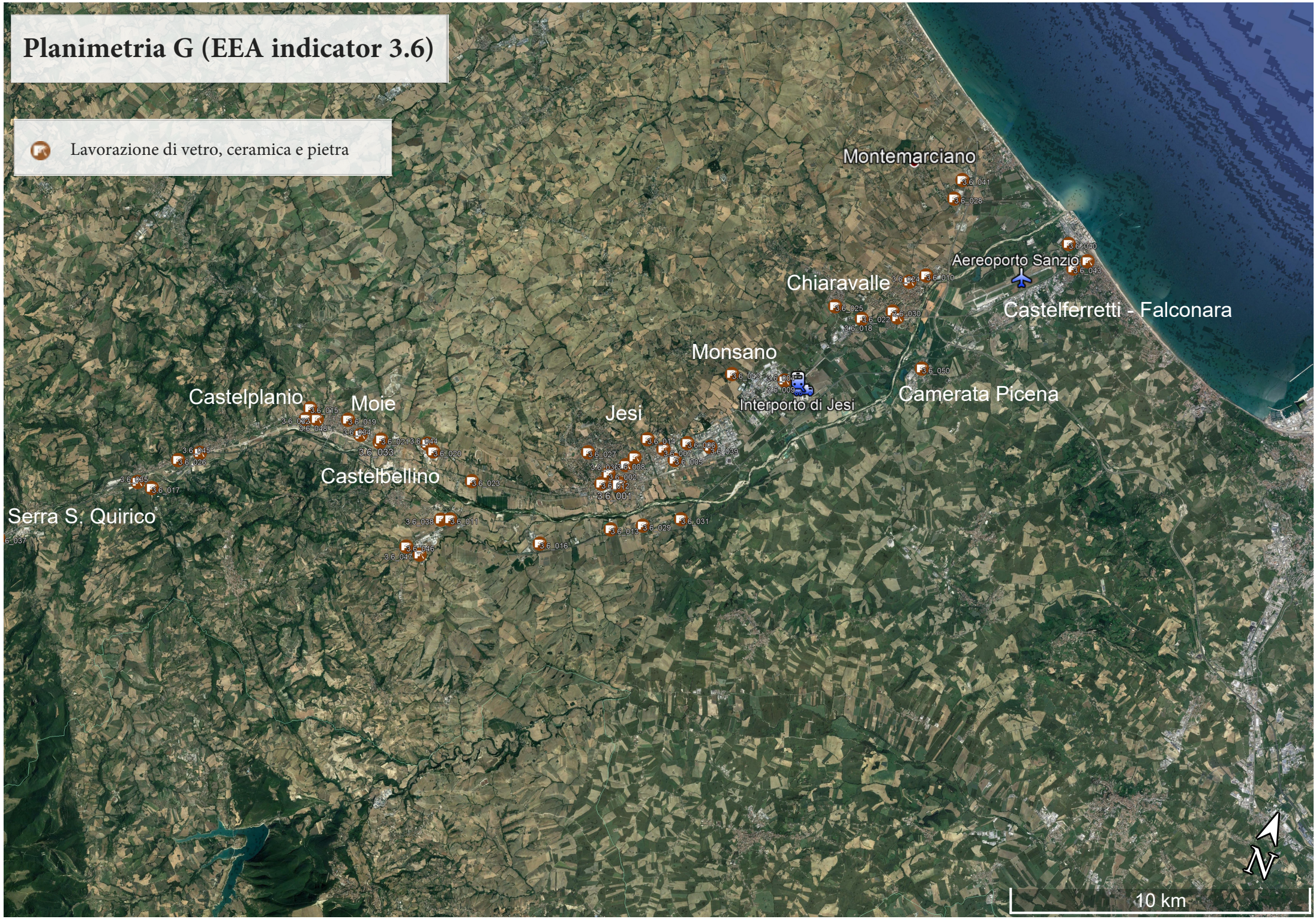

Planimetria B (EEA indicator 3.1)
Centrali energetiche principali
Ostra
Montemarciano
3.1_003
3.1_001
Monte San Vito
Aereoporto Sanzio
Falconara Marittima
Chiaravalle
3.1_007
Camerata Picena
Sant'Ubaldo
Interporto di Jesi
Ancona
3.1_002
3.1_005
3.1_006
Taglio di Torre
Castelplanio
Moie
Jesi
3.1_004
Castelbellino
Serra S. Quirico
Cupramontana
Osimo
Filottrano
Cingoli
N
10 km

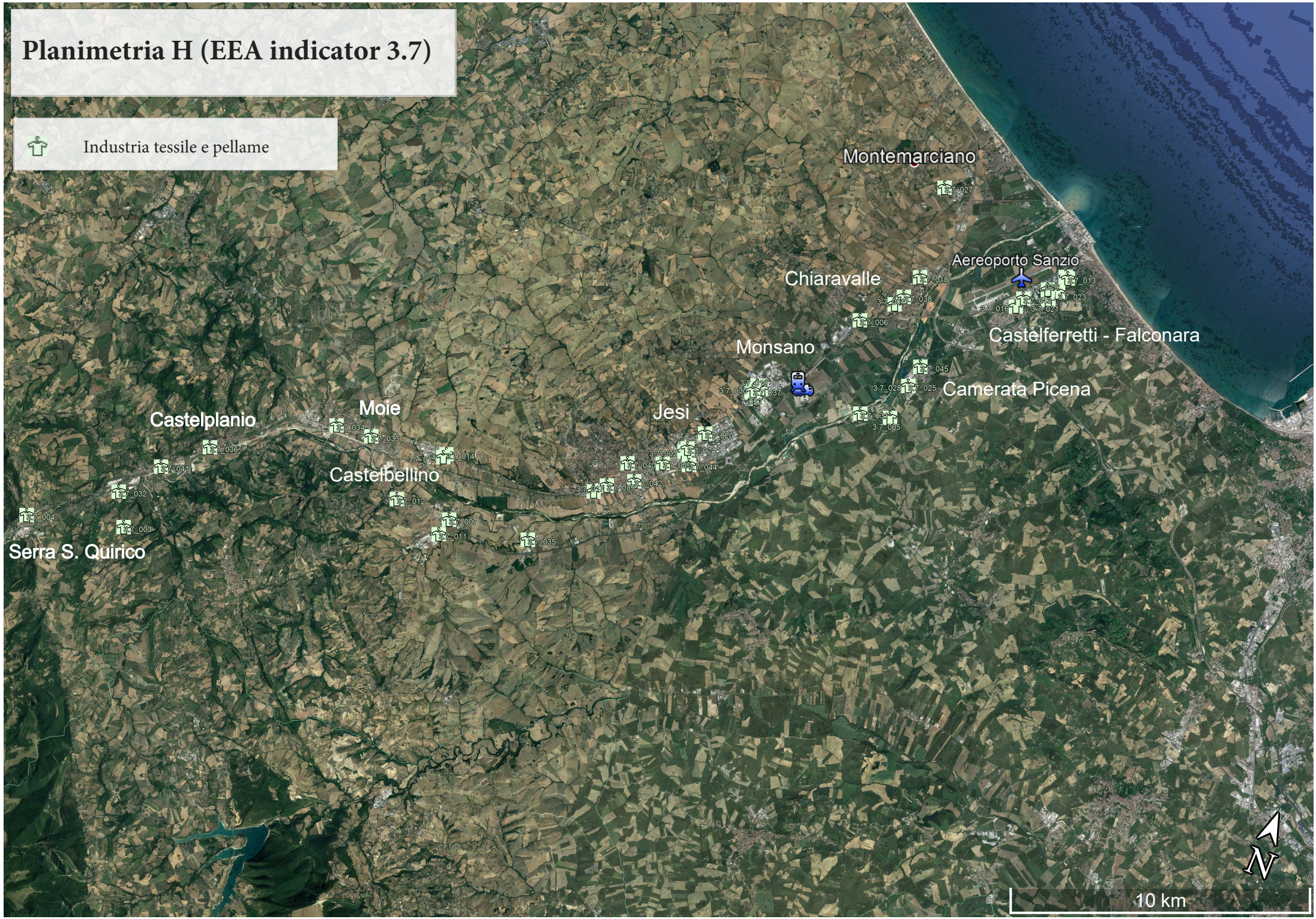

Planimetria C (EEA indicator 3.2)
Produzione e stoccaggio prodotti petroliferi
Ostra
Montemarciano
Monte San Vito
Chiaravalle
Falconara Marittima
Camerata Picena
Sant'Ubaldo
Interporto di Jesi
Ancona
Jesi
Castelplanio
Moie
Castelbellino
Serra S. Quirico
Taglio di Torre
Osimo
Filottrano
N
10 km


Planimetria D (EEA indicator 3.3)
Chimica e lavorazione materie plastiche
Montemarciano
Aereoporto Sanzio
Chiaravalle
Castelferretti - Falconara
Monsano
Camerata Picena
Interporto di Jesi
Jesi
Castelplanio
Moie
Castelbellino
Serra S. Quirico
N
10 km

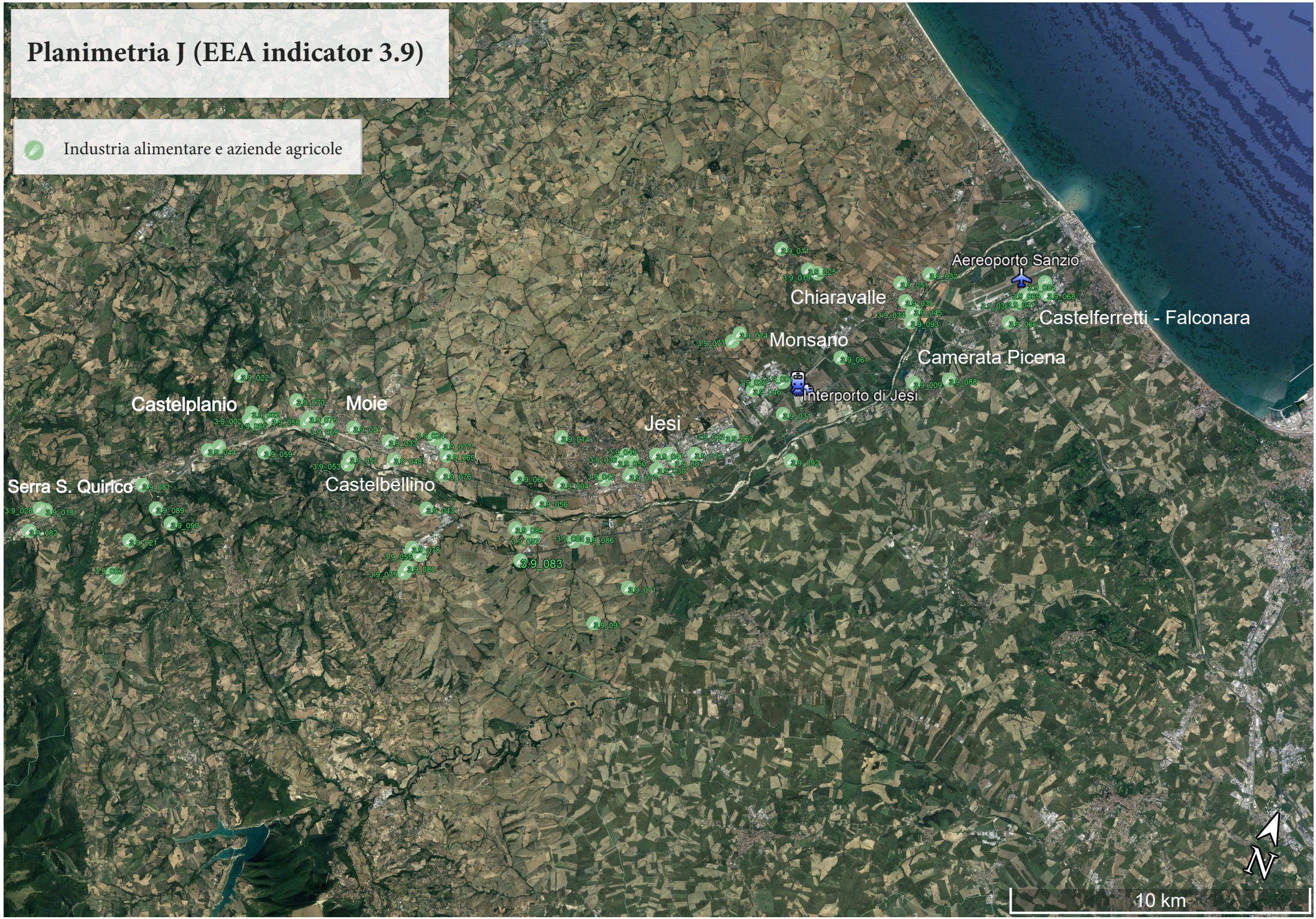

Planimetria E (EEA indicator 3.4)
Siderurgia e aziende metalmeccaniche
Montemarciano
Aereoporto Sanzio
Chiaravalle
Castelferretti - Falconara
Monsano
Camerata Picena
Jesi
Moie
Castelplanio
Castelbellino
Serra S. Quirico
N
10 km

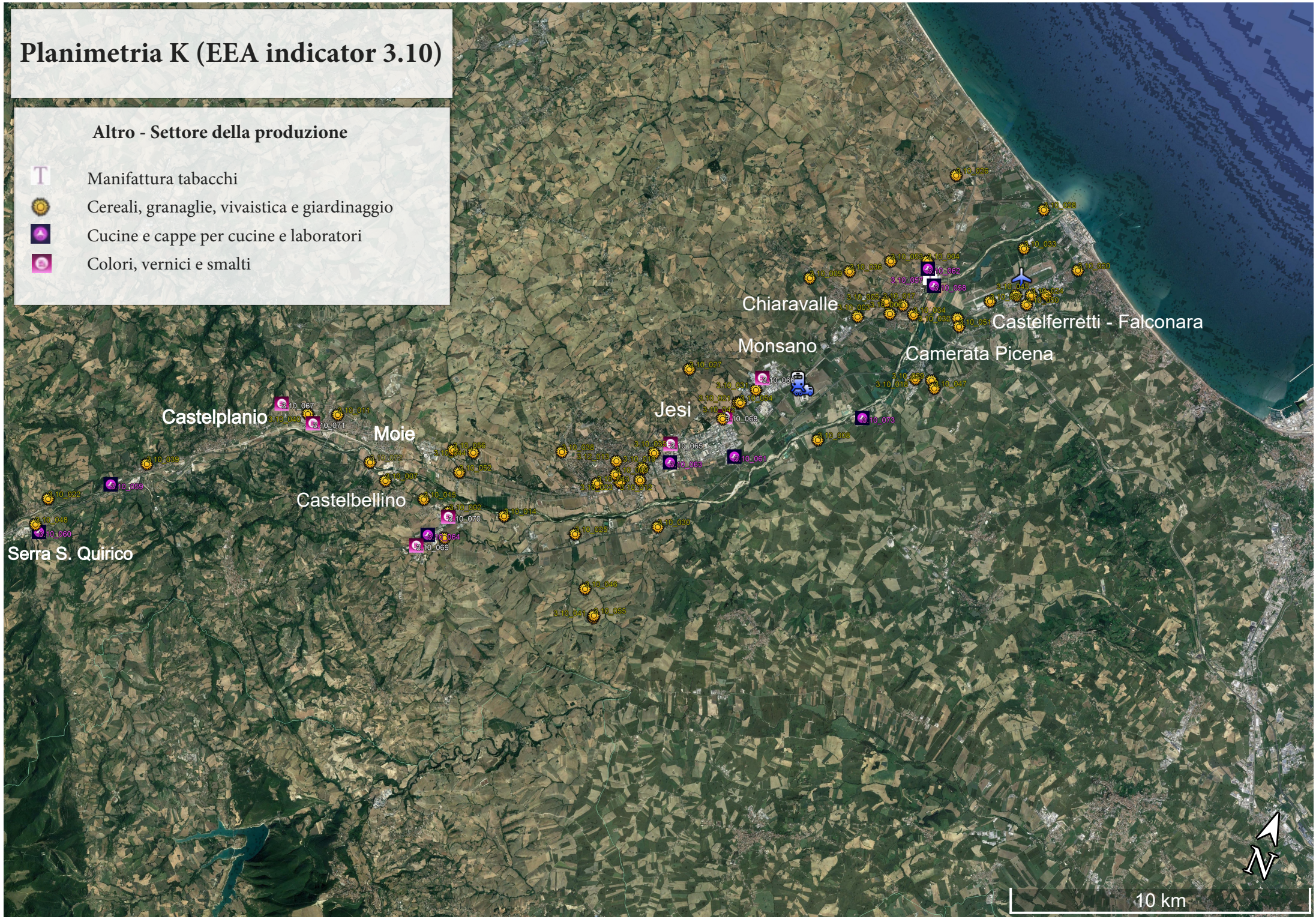

Planimetria F (EEA indicator 3.5)
Elettronica, automazioni e termoidraulica
Montemarciano
Chiaravalle
Aereoporto Sanzio
Monsano
Castelferretti - Falconara
Interporto di Jesi
Camerata Picena
Jesi
Castelplanio
Moie
Castelbellino
Serra S. Quirico
N
10 km

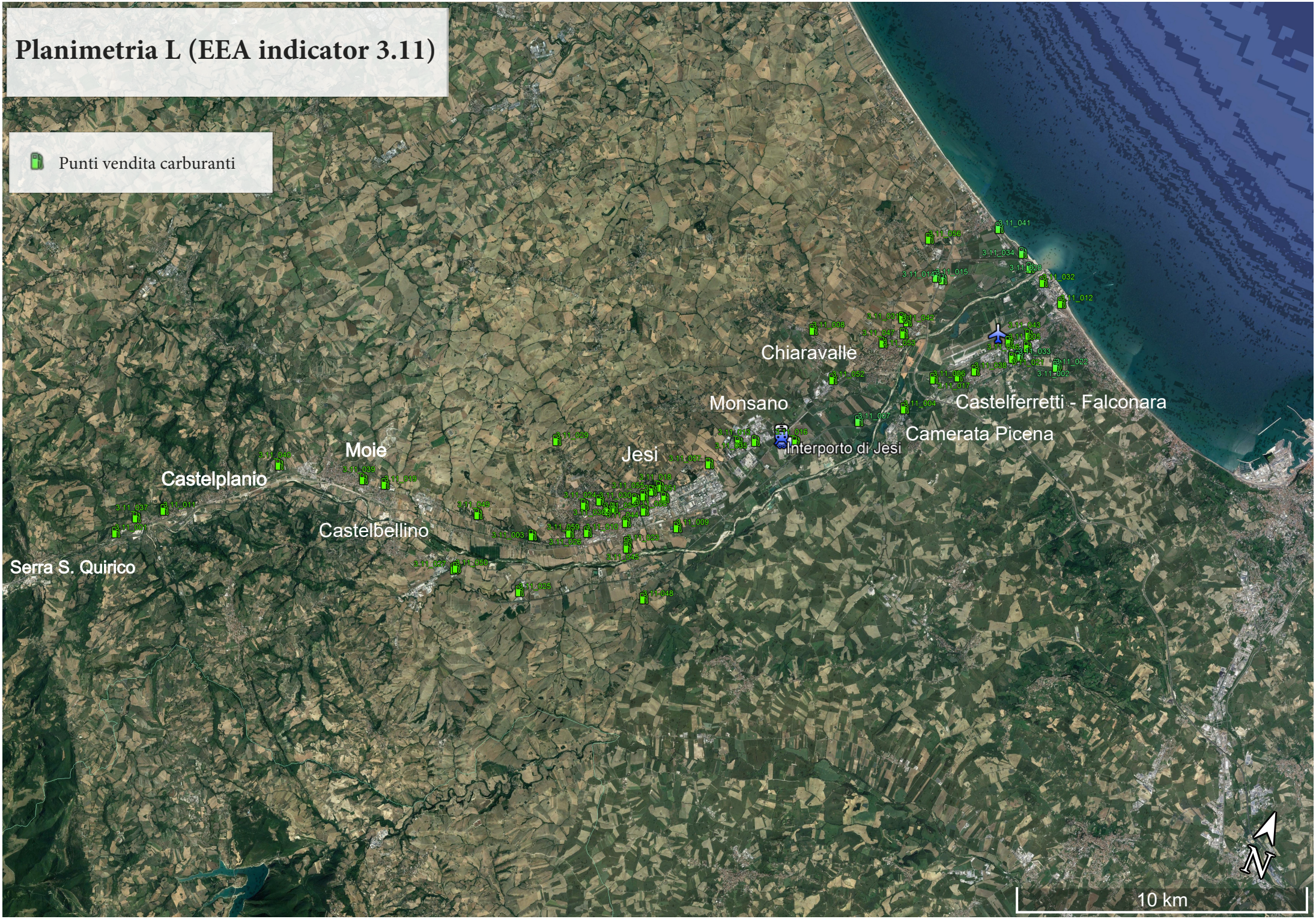

Planimetria G (EEA indicator 3.6)
Lavorazione di vetro, ceramica e pietra
Montemarciano
Aereoporto Sanzio
Chiaravalle
Castelferretti - Falconara
Monsano
Interporto di Jesi
Camerata Picena
Castelplanio
Moie
Jesi
Castelbellino
Serra S. Quirico
N
10 km

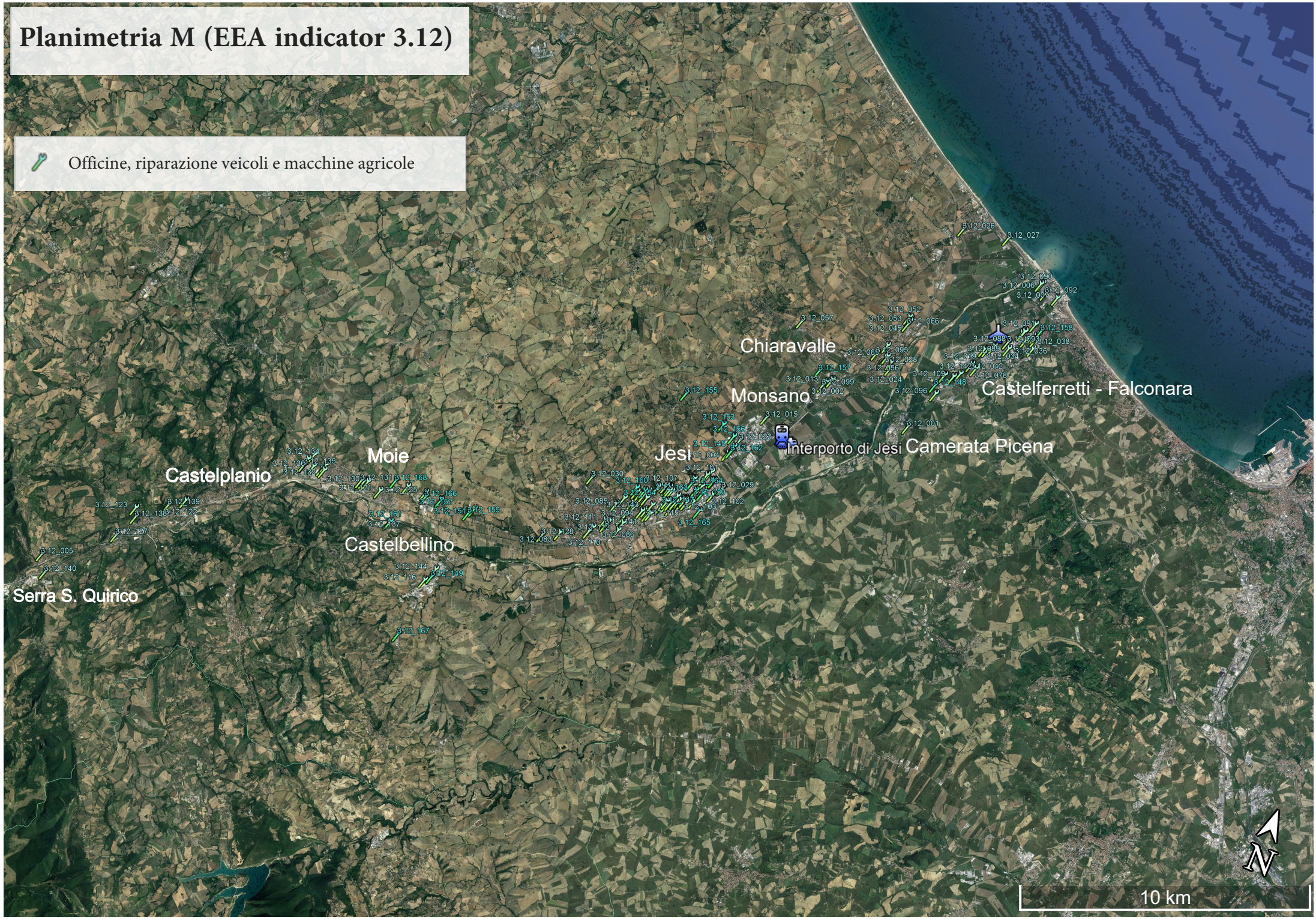

Planimetria H (EEA indicator 3.7)
Industria tessile e pellame
Montemarciano
Aereoporto Sanzio
Chiaravalle
Castelferretti - Falconara
Monsano
Camerata Picena
Jesi
Moie
Castelplanio
Castelbellino
Serra S. Quirico
N
10 km

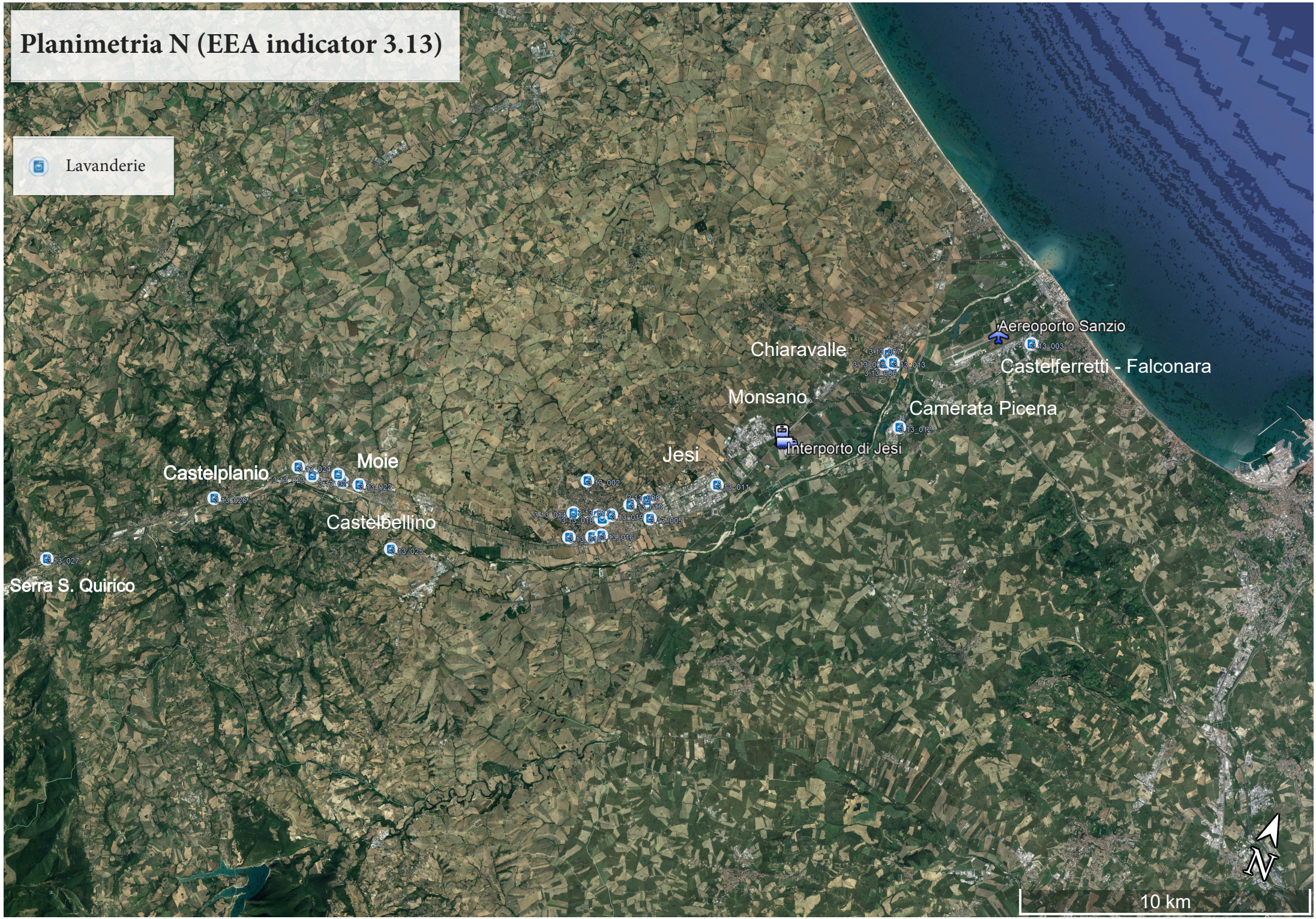

Planimetria I (EEA indicator 3.8)
Legno, carta, macero e imballaggi
Montemarciano
Chiaravalle
Castelferretti - Falconara
Monsano
Camerata Picena
Interporto di Jesi
Jesi
Moie
Castelplanio
Castelbellino
Serra S. Quirico
N
10 km

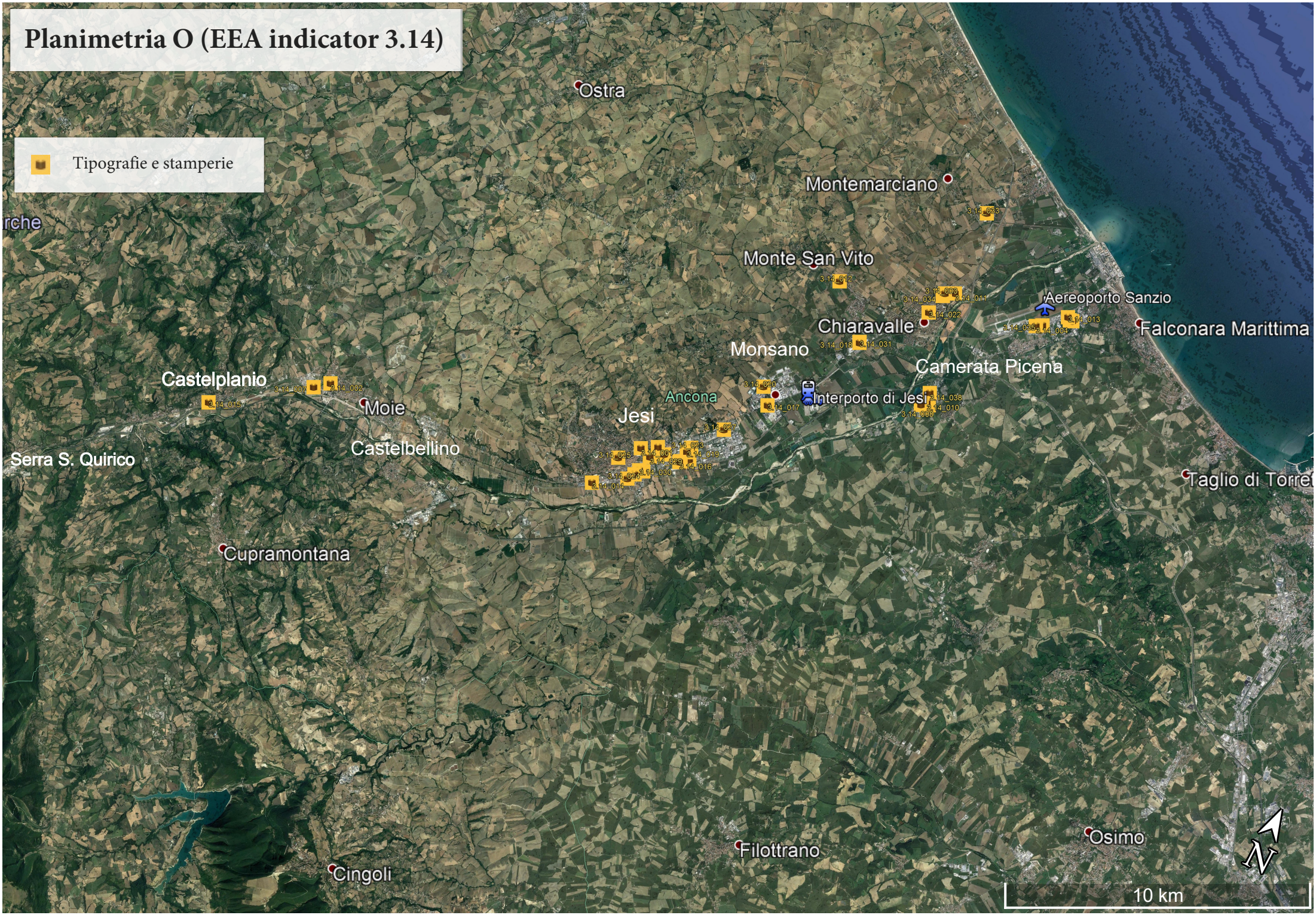

Planimetria J (EEA indicator 3.9)
Industria alimentare e aziende agricole
Aereoporto Sanzio
Chiaravalle
Castelferretti - Falconara
Monsano
Camerata Picena
Interporto di Jesi
Jesi
Castelplanio
Moie
Castelbellino
Serra S. Quirico
3.9_083
N
10 km


Planimetria K (EEA indicator 3.10)
Altro - Settore della produzione
Manifattura tabacchi
Cereali, granaglie, vivaistica e giardinaggio
Cucine e cappe per cucine e laboratori
Colori, vernici e smalti
Chiaravalle
Castelferretti - Falconara
Monsano
Camerata Picena
Jesi
Castelplanio
Moie
Castelbellino
Serra S. Quirico
N
10 km


Planimetria L (EEA indicator 3.11)
Punti vendita carburanti
Chiaravalle
Monsano
Castelferretti - Falconara
Camerata Picena
Interporto di Jesi
Jesi
Moie
Castelplanio
Castelbellino
Serra S. Quirico
N
10 km


Planimetria M (EEA indicator 3.12)
Officine, riparazione veicoli e macchine agricole
Chiaravalle
Monsano
Castelferretti - Falconara
Interporto di Jesi
Camerata Picena
Jesi
Moie
Castelplanio
Castelbellino
Serra S. Quirico
N
10 km


Planimetria N (EEA indicator 3.13)
Lavanderie
Aereoporto Sanzio
Chiaravalle
Castelferretti - Falconara
Monsano
Camerata Picena
Interporto di Jesi
Jesi
Moie
Castelplanio
Castelbellino
Serra S. Quirico
N
10 km


Planimetria O (EEA indicator 3.14)
Tipografie e stamperie
Ostra
Montemarciano
Monte San Vito
Aereoporto Sanzio
Chiaravalle
Falconara Marittima
Monsano
Camerata Picena
Castelplanio
Ancona
Interporto di Jesi
Moie
Jesi
Castelbellino
Serra S. Quirico
Taglio di Torre
Cupramontana
Filottrano
Osimo
Cingoli
N
10 km

ALLEGATO G – ELABORATI FOTOGRAFICI ACQUISITI DAI SOPRALLUOGHI PER IL CENSIMENTO DELLE ATTIVITA' ANTROPICHE



Foto 1: cava di calcare massiccio Gola della Rossa, (Serra San Quirico).



Foto 2: cantiere afferente alla cava di calcare massiccio Gola della Rossa, (Serra San Quirico).



Foto 3: Zona industriale ubicata in Contrada Serralta, (Serra San Quirico).



Foto 4: zona industriale Piano Amato, (Castelplanio).



Foto 5: area in stato di abbandono presso la zona industriale Piano Amato, (Castelplanio).



Foto 6: zona industriale Scorcelletti, (Maiolati Spontini).



Foto 7: zona industriale Scappia, (San Paolo di Jesi).



Foto 8: panoramica delle zone industriali Scappia e Ponte Magno.



Foto 9: Cava Mancini posta in adiacenza al Fiume Esino, (Castelbellino Stazione).



Foto 10: ex distretto produttivo jesino posto lungo il canale Pallavicino, con in evidenza alcuni manufatti industriali oggi riqualificati e adibiti a quartiere residenziale.



Foto 11: ex distretto produttivo jesino: camino della fornace (dx) ed ex Sima (sn).



Foto 12: zona industriale ZIPA un tempo aereoporto, (Jesi).



Foto 13: ex sito produttivo di macchine olearie Gherardi (dx), ex zuccherificio Sadam (sn).



Foto 14: cava dismessa in adiacenza al Fiume Esino, località Coppetella, (Jesi).



Foto 15:Interporto di Jesi.



Foto 16: ex SIMA RCD, dove si è verificato uno sversamento di Cromo VI per diversi anni.



Foto 17:Manifattura tabacchi di Chiaravalle.



Foto 18: uno degli ingressi della ex Caserma Saracini, (Falconara Marittima).



Foto 19: ex Stabilimento Montedison, (Falconara Marittima).



Foto 20: Raffineria API, (Falconara Marittima).

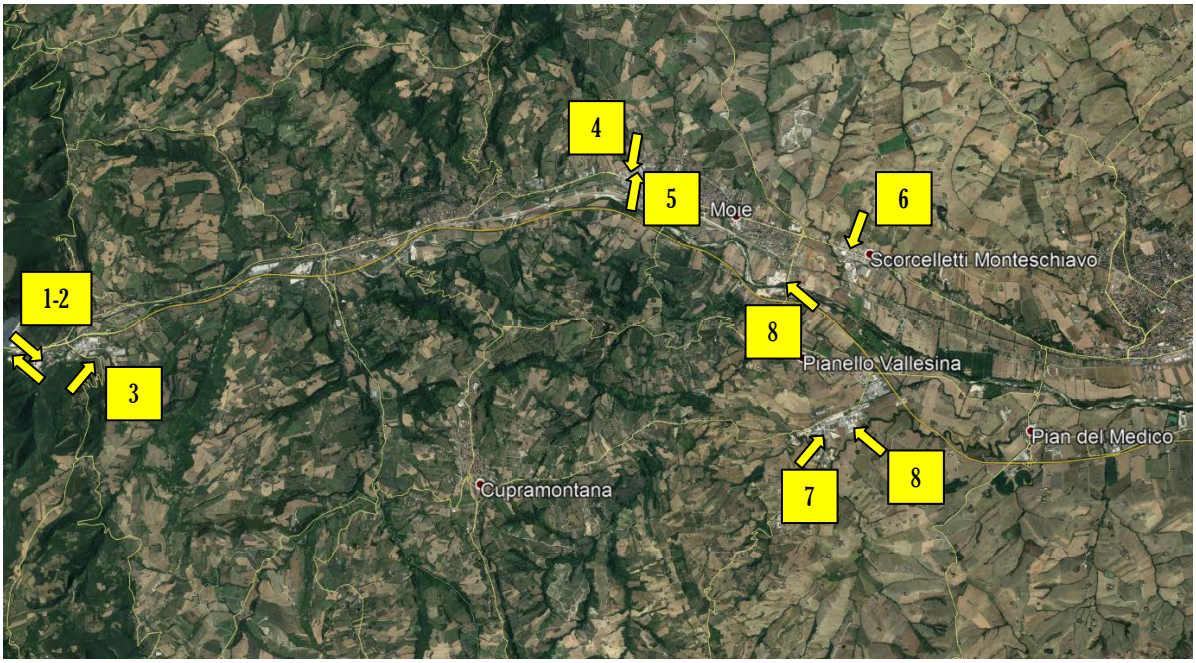


Foto 21: prese fotografiche 1.

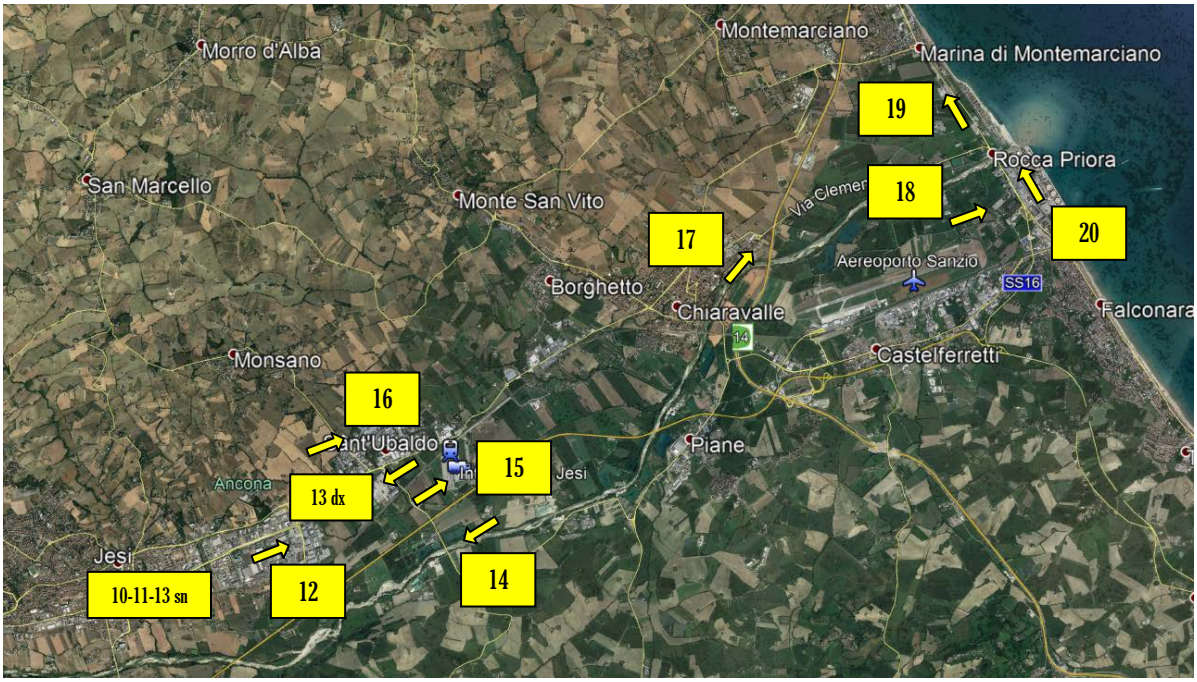


Foto 22: prese fotografiche 2.

ALLEGATO H – ELABORAZIONE DELL'ERA PER SUOLO, ACQUE SUPERFICIALI E ACQUE SOTTERRANEE - PLANIMETRIE E DATI ANALITICI DEI PUNTI DI PRELIEVO

ERA MATRICE SUOLO-SOTTOSUOLO: confronto tra LOW ESL e VDFN-Valori max dei metalli

Analita	Matrice ambientale	ROI	NO ESL	LOW ESL	Bacino Marchigiano esterno (BME)				Domini Appenninici (DA)	
					GSL	SL	LS	LA	LS	LA
Arsenico	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	9,7	33						
Arsenico	Sedimenti	Rondine	35	350						
Arsenico	Sedimenti	Pipistrello comune	27	43						
Arsenico	Suolo	piante autotrofe (generiche)	18	91						
Arsenico	Suolo	Lombrico	6,8	68						
Arsenico	Suolo	Aquila e grandi rapaci	850	8500						
Arsenico	Suolo	Falco	120	1200						
Arsenico	Suolo	Tordo	42	420						
Arsenico	Suolo	Pettirosso	18	180						
Arsenico	Suolo	Topo di campagna	32	51						
Arsenico	Suolo	Volpe	820	1300						
Berillio	Sedimenti	Pipistrello comune	73	730						
Berillio	Suolo	piante autotrofe (generiche)	2,5	25						
Berillio	Suolo	Lombrico	40	400						
Berillio	Suolo	Topo di campagna	56	560						
Berillio	Suolo	Volpe	420	4200						
Cadmio	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	0,99	4,9						
Cadmio	Sedimenti	Rondine	0,38	3,8						
Cadmio	Sedimenti	Pipistrello comune	0,33	3,3						
Cadmio	Suolo	piante autotrofe (generiche)	32	160						
Cadmio	Suolo	Lombrico	140	760						
Cadmio	Suolo	Aquila e grandi rapaci	470	4700						
Cadmio	Suolo	Falco	1,5	15						
Cadmio	Suolo	Tordo	4,4	44						
Cadmio	Suolo	Pettirosso	0,29	2,9						
Cadmio	Suolo	Topo di campagna	0,51	5,1						
Cadmio	Suolo	Volpe	530	5300						
Cromo totale	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	43	110						
Cromo totale	Sedimenti	Rondine	61	610						
Cromo totale	Sedimenti	Pipistrello comune	93	930						
Cromo totale	Suolo	Aquila e grandi rapaci	1000	10000						
Cromo totale	Suolo	Falco	200	2000						
Cromo totale	Suolo	Tordo	68	680						
Cromo totale	Suolo	Pettirosso	28	280						
Cromo totale	Suolo	Topo di campagna	110	1100						
Cromo totale	Suolo	Volpe	1800	18000						
Ferro	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	20000	40000						
Litio	Sedimenti	Pipistrello comune	150	730						
Litio	Suolo	Topo di campagna	100	490						
Litio	Suolo	Volpe	890	4200						
Manganese	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	460	1100						
Manganese	Sedimenti	Rondine	11000	110000						
Manganese	Sedimenti	Pipistrello comune	5300	53000						
Manganese	Suolo	piante autotrofe (generiche)	220	1100						
Manganese	Suolo	Lombrico	450	4500						
Manganese	Suolo	Aquila e grandi rapaci	69000	690000						
Manganese	Suolo	Falco	27000	270000						
Manganese	Suolo	Tordo	1400	14000						
Manganese	Suolo	Pettirosso	3100	31000						
Manganese	Suolo	Topo di campagna	1400	14000						
Manganese	Suolo	Volpe	41000	410000						

Analita	Matrice ambientale	ROI	NO ESL	LOW ESL	Bacino Marchigiano esterno (BME)				Domini Appenninici (DA)	
					GSL	SL	LS	LA	LS	LA
Mercurio (inorganico)	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	0,18	1						
Mercurio (inorganico)	Sedimenti	Rondine	0,018	0,18						
Mercurio (inorganico)	Sedimenti	Pipistrello comune	2,2	22						
Mercurio (inorganico)	Sedimenti	Rondine	0,00046	0,0046						
Mercurio (inorganico)	Sedimenti	Pipistrello comune	0,0039	0,019						
Mercurio (inorganico)	Suolo	piante autotrofe (generiche)	34	64						
Mercurio (inorganico)	Suolo	Lombrico	0,05	0,5						
Mercurio (inorganico)	Suolo	Aquila e grandi rapaci	0,29	2,9						
Mercurio (inorganico)	Suolo	Falco	0,066	0,66						
Mercurio (inorganico)	Suolo	Tordo	0,07	0,7						
Mercurio (inorganico)	Suolo	Pettirosso	0,013	0,13						
Mercurio (inorganico)	Suolo	Topo di campagna	3	30						
Mercurio (inorganico)	Suolo	Volpe	61	610						
Nichel	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	22	48						
Nichel	Sedimenti	Rondine	32	320						
Nichel	Sedimenti	Pipistrello comune	13	27						
Nichel	Suolo	piante autotrofe (generiche)	38	270						
Nichel	Suolo	Lombrico	280	1300						
Nichel	Suolo	Aquila e grandi rapaci	2300	23000						
Nichel	Suolo	Falco	120	1200						
Nichel	Suolo	Tordo	160	1600						
Nichel	Suolo	Pettirosso	21	210						
Nichel	Suolo	Topo di campagna	20	41						
Nichel	Suolo	Volpe	1200	2500						
Piombo	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	35	120						
Piombo	Sedimenti	Rondine	27	54						
Piombo	Sedimenti	Pipistrello comune	130	240						
Piombo	Suolo	piante autotrofe (generiche)	120	570						
Piombo	Suolo	Lombrico	1700	8400						
Piombo	Suolo	Aquila e grandi rapaci	630	1200						
Piombo	Suolo	Falco	95	190						
Piombo	Suolo	Tordo	21	42						
Piombo	Suolo	Pettirosso	14	28						
Piombo	Suolo	Topo di campagna	120	230						
Piombo	Suolo	Volpe	3700	7000						
Rame	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	31	140						
Rame	Sedimenti	Rondine	23	70						
Rame	Sedimenti	Pipistrello comune	54	91						
Rame	Suolo	piante autotrofe (generiche)	70	490						
Rame	Suolo	Lombrico	80	530						
Rame	Suolo	Aquila e grandi rapaci	1300	4000						
Rame	Suolo	Falco	92	270						
Rame	Suolo	Tordo	38	110						
Rame	Suolo	Pettirosso	15	46						
Rame	Suolo	Topo di campagna	64	100						
Rame	Suolo	Volpe	4000	6600						
Selenio	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	0,72	2,9						
Selenio	Sedimenti	Rondine	1	2,1						
Selenio	Sedimenti	Pipistrello comune	0,9	1,3						
Selenio	Suolo	piante autotrofe (generiche)	0,52	3						
Selenio	Suolo	Lombrico	4,1	41						
Selenio	Suolo	Aquila e grandi rapaci	81	160						
Selenio	Suolo	Falco	4,3	8,6						
Selenio	Suolo	Tordo	1	2						

Analita	Matrice ambientale	ROI	NO ESL	LOW ESL	Bacino Marchigiano esterno (BME)				Domini Appenninici (DA)	
					GSL	SL	LS	LA	LS	LA
Selenio	Suolo	Pettirosso	0,75	1,5						
Selenio	Suolo	Topo di campagna	0,83	1,2						
Selenio	Suolo	Volpe	90	130						
Tallio	Sedimenti	Rondine	24	240						
Tallio	Sedimenti	Pipistrello comune	0,82	8,2						
Tallio	Suolo	piante autotrofe (generiche)	0,05	0,5						
Tallio	Suolo	Aquila e grandi rapaci	120	1200						
Tallio	Suolo	Falco	56	560						
Tallio	Suolo	Tordo	9,2	92						
Tallio	Suolo	Pettirosso	6,3	63						
Tallio	Suolo	Topo di campagna	0,73	7,3						
Tallio	Suolo	Volpe	5,3	53						
Vanadio	Sedimenti	Rondine	30	61						
Vanadio	Sedimenti	Pipistrello comune	610	1200						
Vanadio	Suolo	piante autotrofe (generiche)	60	80						
Vanadio	Suolo	Aquila e grandi rapaci	130	260						
Vanadio	Suolo	Falco	64	120						
Vanadio	Suolo	Tordo	8,9	17						
Vanadio	Suolo	Pettirosso	6,7	13						
Vanadio	Suolo	Topo di campagna	480	950						
Vanadio	Suolo	Volpe	3300	6600						
Zinco	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	120	450						
Zinco	Sedimenti	Rondine	65	650						
Zinco	Sedimenti	Pipistrello comune	120	1200						
Zinco	Suolo	piante autotrofe (generiche)	160	810						
Zinco	Suolo	Lombrico	120	930						
Zinco	Suolo	Aquila e grandi rapaci	2400	24000						
Zinco	Suolo	Falco	250	2500						
Zinco	Suolo	Tordo	350	3500						
Zinco	Suolo	Pettirosso	48	480						
Zinco	Suolo	Topo di campagna	170	1700						
Zinco	Suolo	Volpe	7800	78000						

Analiti con potenziali effetti avversi minimi per i ROI (VDFN e Valori max >LOW ESL)

ERA: MATRICE ACQUE: confronto tra LOW ESL e Valori massimi dei metalli							
Analita	ROI	NO ESL	LOW ESL	ACQUE SOTTERRANEE		ACQUE SUPERFICIALI	
		u.m, in µg/L		Serra San Quirico	ingresso API	Serra San Quirico	ingresso API
Alluminio	Organismi di comunità acquatiche	530	1300				
Alluminio	Falco	910000	9100000				
Alluminio	Rondine	450000	4500000				
Alluminio	Topo di campagna	10000	100000				
Alluminio	Pipistrello comune	12000	120000				
Alluminio	Volpe	22000	220000				
Arsenico	Organismi di comunità acquatiche	150	340				
Arsenico	Falco	42000	100000				
Arsenico	Rondine	21000	52000				
Arsenico	Topo di campagna	660	6600				
Arsenico	Pipistrello comune	790	7900				
Arsenico	Volpe	1400	14000				
Bario	Organismi di comunità acquatiche	4	39				
Bario	Falco	760000	1500000				
Bario	Rondine	380000	760000				
Bario	Topo di campagna	7200	10000				
Bario	Pipistrello comune	8600	12000				
Bario	Volpe	16000	23000				
Boro	Organismi di comunità acquatiche	2	16				
Boro	Falco	440000	1500000				
Boro	Rondine	220000	770000				
Boro	Topo di campagna	140000	1400000				
Boro	Pipistrello comune	170000	1700000				
Boro	Volpe	320000	3200000				
Cadmio	Organismi di comunità acquatiche	0	1				
Cadmio	Falco	12000	160000				
Cadmio	Rondine	5900	82000				
Cadmio	Topo di campagna	5600	20000				
Cadmio	Pipistrello comune	6700	24000				
Cadmio	Volpe	12000	45000				
Cromo totale	Organismi di comunità acquatiche	11	16				
Cromo totale	Falco	14000	140000				
Cromo totale	Rondine	7100	71000				
Cromo totale	Topo di campagna	190000	740000				
Cromo totale	Pipistrello comune	230000	890000				
Cromo totale	Volpe	430000	1600000				
Cromo VI	Organismi di comunità acquatiche	11	16				
Cromo VI	Falco	14000	140000				
Cromo VI	Rondine	7100	71000				
Cromo VI	Topo di campagna	190000	740000				
Cromo VI	Pipistrello comune	230000	890000				
Cromo VI	Volpe	430000	1600000				
Rame	Organismi di comunità acquatiche	5	7				
Rame	Falco	25000	260000				
Rame	Rondine	12000	130000				
Rame	Topo di campagna	26000	39000				
Rame	Pipistrello comune	32000	46000				
Rame	Volpe	59000	86000				

Analita	ROI	NO ESL	LOW ESL	ACQUE SOTTERRANEE		ACQUE SUPERFICIALI	
		u.m, in µg/L		Serra San Quirico	ingresso API	Serra San Quirico	ingresso API
Ferro	Organismi di comunità acquatiche	1000	10000				
Piombo	Organismi di comunità acquatiche	1	10				
Piombo	Falco	130000	1300000				
Piombo	Rondine	64000	640000				
Piombo	Topo di campagna	5100	19000				
Piombo	Pipistrello comune	6100	23000				
Piombo	Volpe	11000	43000				
Manganese	Organismi di comunità acquatiche	1300	2300				
Manganese	Falco	4800000	48000000				
Manganese	Rondine	2400000	24000000				
Manganese	Topo di campagna	230000	830000				
Manganese	Pipistrello comune	270000	990000				
Manganese	Volpe	510000	1800000				
Mercurio	Organismi di comunità acquatiche	1	1				
Mercurio	Falco	150	1500				
Mercurio	Rondine	78	780				
Mercurio	Topo di campagna	7400	74000				
Mercurio	Pipistrello comune	8800	88000				
Mercurio	Volpe	16000	160000				
Nichel	Organismi di comunità acquatiche	29	260				
Nichel	Falco	230000	320000				
Nichel	Rondine	110000	160000				
Nichel	Topo di campagna	360	3600				
Nichel	Pipistrello comune	430	4300				
Nichel	Volpe	800	8000				
Selenio	Organismi di comunità acquatiche	5	20				
Selenio	Falco	3600	12000				
Selenio	Rondine	1800	6100				
Selenio	Topo di campagna	1000	1700				
Selenio	Pipistrello comune	1200	2000				
Selenio	Volpe	2300	3800				
Tallio	Falco	2900	29000				
Tallio	Rondine	1400	14000				
Tallio	Topo di campagna	37	370				
Tallio	Pipistrello comune	44	440				
Tallio	Volpe	82	820				
Vanadio	Organismi di comunità acquatiche	19	190				
Vanadio	Falco	9100	91000				
Vanadio	Rondine	4500	45000				
Vanadio	Topo di campagna	11000	22000				
Vanadio	Pipistrello comune	13000	26000				
Vanadio	Volpe	24000	48000				
Zinco	Organismi di comunità acquatiche	65	85				
Zinco	Falco	1000000	10000000				
Zinco	Rondine	490000	4900000				
Zinco	Topo di campagna	660000	6600000				
Zinco	Pipistrello comune	790000	7900000				
Zinco	Volpe	1400000	14000000				

Analiti con potenziali effetti avversi minimi per i ROI (Valore max >LOW ESL)

Ubicazione punti di prelievo acque superficiali



PARAMETRI	ID	DM AS1	DM AS2	DM AS1	DM AS2	DM AS3	DM AS4	DM AS3
	u.m. data prelievo	apr-14	apr-14	ago-14	ago-14	nov-14	feb-15	feb-15
TEMPERATURA ACQUA	°C	11,6	14,8	24,1	21,3	14,7	12,4	13,2
OSSIGENO DISCIOLTO	mg/l	10,8	9,6	8,5	8,1	9,43	11,41	11,04
POTENZIALE REDOX	mV	97,7	104,0	89,0	91,5	150,4	167,2	78,3
pH	adimens.	7,9	8,2	8,3	8,0	8,16	7,41	8,27
CONDUTTIVITA' ELETTRICA	µS/cm	510	430	415	412	559	514	484
SOLIDI SOSPESI TOTALI (SOLIDI INDISCIOLTI)	mg/l	6,4	3,5	1,1	2,6	5,9	5,9	6,8
TORBIDITA'	NTU	8,2	8,4	<0.4	<0.4	8,7	4,0	7,9
BOD5 (come 02)	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	1,6	1,1
RICHIESTA CHIMICA DI OSSIGENO (COD)	mg/l	<10	<10	<10	<10	0,0	3,7	2,0
SELENIO						2,1	<1	<1
ALCALINITA' (alla Fenolftaleina)	meq/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			
ALCALINITA' (al Metilarancio)	meq/l	4,4	4,4	4,2	4,9			
CLORURI	mg/l	18,0	19,0	26,0	26,0	23,0	24,0	24,0
FLUORURI	mg/l	<0.20	<0.20	0,3	0,5	0,35	0,4	0,4
SOLFATI	mg/l	23,0	30,0	29,0	45,0	44,0	5,5	41,0
AZOTO AMMONIACALE (NH4)	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1	<1	<1
FENOLO						0,13	0,01	0,0
NITRATI	mg/l	11,0	11,0	7,5	5,9	5,56	41,0	42,0
NITRITI	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<1	<1	<1
CALCIO	mg/l	137,0	136,0	163,0	159,0		86,0	87,0
DUREZZA	°F	37,0	37,2	43,8	43,8			
AZOTO TOTALE	mg/l	12,8	12,7	2,0	1,6	8,2	2,0	1,3
FOSFORO TOTALE	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1	<1
TENSIOATTIVI ANIONICI	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0,16	0,03	0,02
TENSIOATTIVI NON IONICI	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0,45	0,09	0,11
CARBONIO ORGANICO TOTALE	mg/l	1,2	1,8	1,3	0,9			
CIANURI LIBERI E TOTALI	µg/l	<20	<20	<20	<20	0,01	0,0	0,0
ARSENICO	µg/l	< 0,7	< 0,7	1,0	0,9	5,05	< LOQ	< LOQ
BORO						45,0	114,0	172,0
BARIO	µg/l	266,0	234,0	226,0	167,0	65,0	1000,0	1000,0
CADMIO	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<1	<1	<1
CROMO TOTALE	µg/l	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	<0,5	<0,5	<0,5
CROMO ESAVALENTE	mg/l	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025			
FERRO	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	11,0	291,0	245,0
MAGNESIO							8,2	8,3
MANGANESE	µg/l	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	<1	<1	<1
MERCURIO	µg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< LOQ	< LOQ	< LOQ
NICHEL	µg/l	< 1,1	< 1,1	1,3	1,1			
PIOMBO	µg/l	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	2,2	3,7	3,7
POTASSIO							16,0	16,0
RAME	µg/l	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	0,0	38,0	<1
SODIO							17,0	17,0
ZINCO	µg/l	< 5,7	< 5,7	< 5,7	< 5,7	5,0	118,0	16,0
COLIFORMI FECALI	UFC/100 ml	728	49	640	510	35	19	21
COLIFORMI TOTALI	UFC/100 ml	1500	800	2500	2600	220	37	41
ESCHERICHIA COLI	UFC/100 ml	126	89	110	150	44	15	19





0 100 200 Meters

Legenda

Confine di raffineria

Clusters di monitoraggio acque

P201 Cluster di monitoraggio superficiale

D201 Cluster di monitoraggio profondo

api raffineria di ancona

Planimetria clusters di monitoraggio in ingresso al sito

amec foster wheeler

Analita	ID	P201	P301	P402	P501	P700	P201	P301	P402	P501	P700	P201	P301	P402	P501	P700	P201	P301	P402	P501	P700
	CSC/Data prelievo	1° sem 2014	1° sem 2014	1° sem 2014	1° sem 2014	1° sem 2014	2° sem 2014	2° sem 2014	2° sem 2014	2° sem 2014	2° sem 2014	1° sem 2015	1° sem 2015	1° sem 2015	1° sem 2015	1° sem 2015	2° sem 2015	2° sem 2015	2° sem 2015	2° sem 2015	2° sem 2015
Profondità campione (m)		4,3	4,3	9,3	4,3	10,3	4,3	4,3	9,3	4,3	10,4	4,3	4,3	9,3	4,3	10,3	4,3	4,3	9,3	4,3	10,3
PH	-	7,9	8,0	8,0	7,4	7,1	7,6	7,6	7,9	7,1	7,7	7,5	7,6	7,9	7,4	7,6	8,0	7,8	7,6	7,5	7,6
conducibilità elettrica (µS/cm)	-	1175,0	986,0	928,0	1022,0	871,0	1187,0	1217,0	1084,0	986,0	849,0	1184,0	1189,0	1076,0	1045,0	878,0	1188,0	1656,0	1142,0	975,0	823,0
potenziale redox (mV)	-	168,0	165,0	163,0	164,0	235,0	182,0	188,0	192,0	66,0	171,0	193,0	278,0	282,0	161,0	177,0	175,0	168,0	145,0	150,0	153,0
alluminio	*200*	9,5	11,6	10,8	30,8	16,4	3,4	2,0	5,4	6,0	2,6	9,5	9,7	5,9	7,6	6,4	15,0	<5	104,0	7,0	9,0
arsenico (µg/l)	*10*	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	1,4	1,5	1,5	1,4	1,3	0,3	0,4	0,1	< 0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
cadmio (µg/l)	*5*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
cromo tot (µg/l)	*50*	0,1	0,2	0,4	0,2	1,6	0,1	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,8	0,2	0,2
ferro (µg/l)	*200*	<5	<5	<5	9,0	<5	11,0	11,0	<5	<5	<5	11,0	12,0	<5	14,0	<5	6,0	7,0	167,0	19,0	23,0
manganese (µg/l)	*50*	0,5	1,5	0,4	3,1	<0,1	1,1	18,4	<0,1	1,0	<0,1	0,2	6,0	0,3	5,6	0,2	0,5	143,0	5,6	0,5	0,6
mercurio (µg/l)	*1*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
nichel (µg/l)	*20*	1,0	1,8	1,8	0,8	0,8	1,6	1,8	1,5	1,0	0,6	1,9	1,8	1,2	0,8	0,9	3,1	3,4	1,8	0,9	0,8
piombo (µg/l)	*10*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,6	< 0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2
rame (µg/l)	*1000*	0,4	1,7	1,3	1,2	1,1	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,6	0,1	0,3	0,2	1,2	1,6	1,4	<0,1	0,7
selenio (µg/l)	*10*	1,4	1,1	1,6	1,0	1,1	1,5	1,3	1,9	0,9	0,8	1,2	1,1	1,5	0,7	0,8	1,2	0,7	1,7	0,9	0,8
stagno (µg/l)	-	<0,1	0,1	0,2	<0,1	0,8	<0,1	0,3	0,2	<0,1	<0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
tallio (µg/l)	*2*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
vanadio (µg/l)	-	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,5	0,1	0,2
zinco (µg/l)	*3000*	1,7	10,0	12,5	7,9	14,5	25,6	14,4	14,9	26,8	8,2	3,2	5,5	3,1	6,3	3,7	17,0	5,0	11,0	8,0	11,0
ammoniaca (mg/l)	-	<0,02	0,0	<0,02	<0,02	0,0	<0,02	<0,02	0,0	<0,02	0,0	0,1	< 0,02	< 0,02	0,0	0,1	0,1	<0,02	0,0	0,0	0,0
cloruri (mg/l)	-	102,0	72,6	52,7	69,2	57,6	109,0	108,0	77,9	73,9	57,6	117,0	108,0	91,0	65,5	63,3	119,0	258,0	111,0	35,1	59,4
boro (µg/l)	*1000*	164,0	152,0	154,0	111,0	154,0	118,0	130,0	111,0	163,0	125,0	174,0	182,0	177,0	142,0	157,0	149,0	160,0	127,0	138,0	137,0
fluoruri (µg/l)	*1500*	<50	<50	<50	<50	<50	238,0	<50	125,0	170,0	<50	180,0	< 50	< 50	< 50	200,0	<50	<50	<50	101,0	<50
nitriti (µg/l)	*500*	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	< 20	< 20	< 20	< 20	20,0	20,0	40,0	<20	<20	<20
nitrati (mg/l)	-	37,6	23,7	26,1	23,5	24,7	47,3	39,3	49,4	37,5	19,0	34,6	26,6	39,9	27,4	26,6	35,3	20,7	41,7	16,4	22,7
solfati (mg/l)	*250*	122,0	94,0	87,0	112,0	91,1	127,0	131,0	121,0	121,0	86,4	127,0	134,0	138,0	169,0	98,6	126,0	132,0	142,0	56,0	82,0

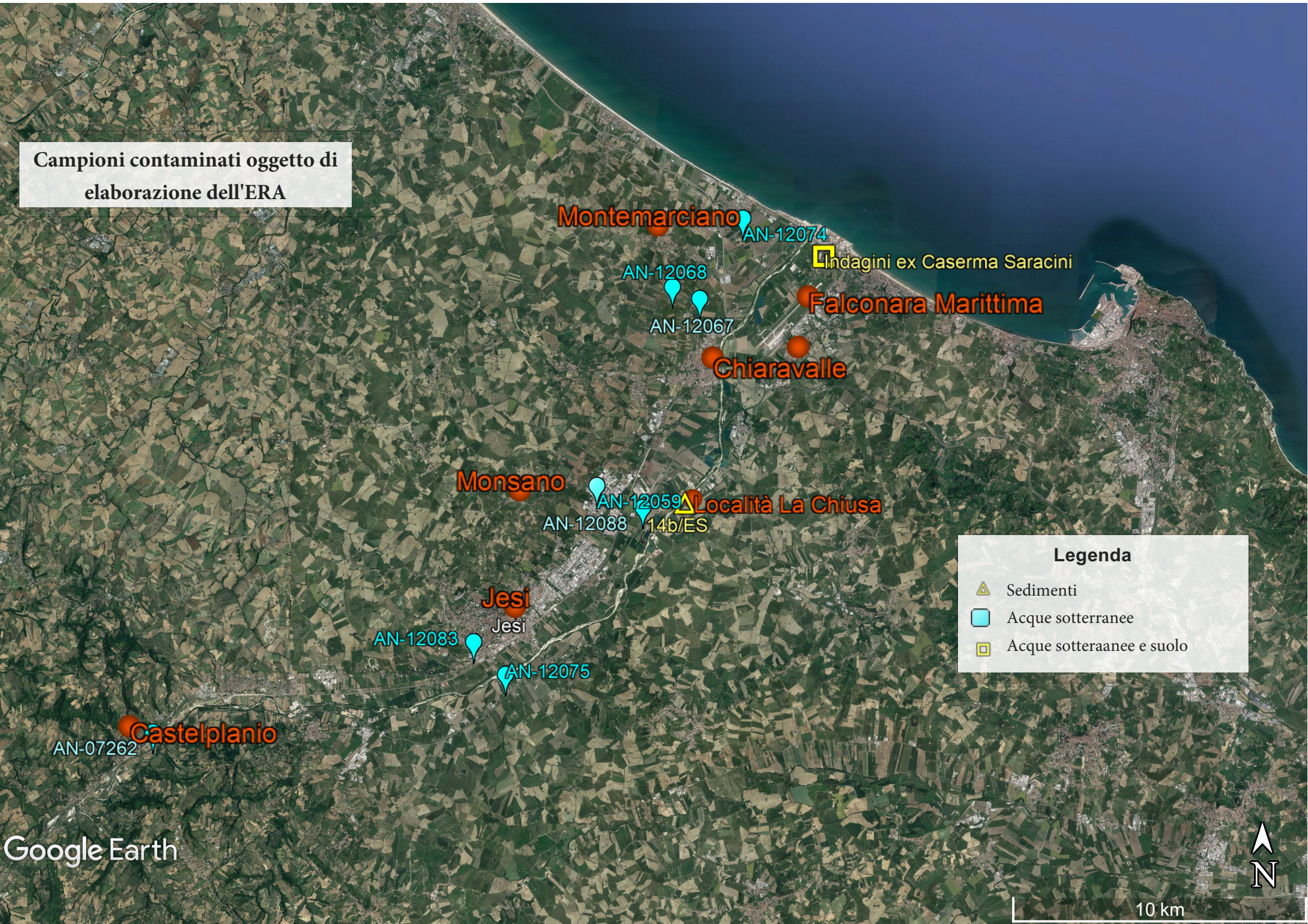
Analita	ID	D201	D301	D402	D501	D700	D201	D301	D402	D501	D700	D201	D301	D402	D501	D700	D201	D301	D402	D501	D700
	CSC/Data prelievo	1° sem 2014	1° sem 2014	1° sem 2014	1° sem 2014	1° sem 2014	2° sem 2014	2° sem 2014	2° sem 2014	2° sem 2014	2° sem 2014	1° sem 2015	1° sem 2015	1° sem 2015	1° sem 2015	1° sem 2015	2° sem 2015	2° sem 2015	2° sem 2015	2° sem 2015	2° sem 2015
Profondità campione (m)		16,4	17,0	21,6	28,5	30,4	16,4	17,0	21,5	28,5	30,4	16,4	17,0	21,5	28,5	30,4	16,4	17,0	21,5	28,4	30,4
PH	-	7,8	8,0	8,0	7,5	7,2	7,8	7,6	7,9	7,3	7,8	7,5	7,7	7,8	7,8	7,6	8,1	7,7	7,8	7,8	8,0
conducibilità elettrica (µS/cm)	-	1034,0	1015,0	1255,0	853,0	727,0	1179,0	1172,0	1181,0	863,0	763,0	1190,0	1182,0	1157,0	850,0	761,0	1178,0	1185,0	1630,0	853,0	753,0
potenziale redox (mV)	-	160,0	161,0	162,0	162,0	235,0	185,0	191,0	195,0	104,0	175,0	196,0	276,0	279,0	164,0	182,0	178,0	178,0	151,0	152,0	156,0
alluminio	*200*	8,6	10,3	16,2	10,3	12,7	10,0	<0,1	6,1	6,1	3,1	7,6	6,2	12,4	32,2	7,7	13,0	6,0	105,0	6,0	11,0
arsenico (µg/l)	*10*	< 0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	1,3	0,2	1,6	1,4	1,2	0,2	0,2	<0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2
cadmio (µg/l)	*5*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
cromo tot (µg/l)	*50*	0,6	0,5	0,4	1,0	1,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6	0,6	0,3	0,3
ferro (µg/l)	*200*	< 5	< 5	9,0	5,0	< 5	19,0	<5	6,0	<5	<5	6,0	<5	13,0	5,0	7,0	63,0	9,0	153,0	18,0	<5
manganese (µg/l)	*50*	0,4	0,3	2,4	< 0,1	< 0,1	1,4	0,1	2,6	0,4	<0,1	<0,1	0,2	3,9	0,2	0,6	0,6	0,3	5,0	0,3	0,3
mercurio (µg/l)	*1*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
nichel (µg/l)	*20*	1,0	1,8	1,4	0,4	0,2	1,3	1,6	1,5	0,8	0,5	1,7	1,6	1,4	0,5	0,6	1,6	1,7	3,7	0,5	1,6
piombo (µg/l)	*10*	< 0,1	< 0,1	0,1	3,1	< 0,1	0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,1
rame (µg/l)	*1000*	0,2	1,4	0,8	0,8	0,6	0,2	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,9	4,2	1,2	2,1
selenio (µg/l)	*10*	1,2	1,4	1,0	0,8	0,7	1,2	1,3	1,5	0,9	0,9	1,2	1,1	1,3	0,9	0,7	1,4	1,3	1,1	0,8	0,7
stagno (µg/l)	-	< 0,1	0,1	0,3	< 0,1	0,2	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
tallio (µg/l)	*2*	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
vanadio (µg/l)	-	0,2	< 0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	<0,1	0,2	0,1	0,2	<0,1	0,1	0,2	0,5	0,2	0,2
zinco (µg/l)	*3000*	0,5	7,1	7,7	6,3	8,2	15,3	20,0	12,7	13,1	6,0	4,7	5,3	1,7	2,9	8,7	25,0	11,0	16,0	6,0	9,0
ammoniaca (mg/l)	-	0,0	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,0	<0,02	<0,02	0,1	<0,02	<0,02	0,1	<0,02	<0,02	0,0	0,1	0,1	<0,02	0,0	0,0	0,1
cloruri (mg/l)	-	103,0	73,1	133,0	49,9	59,8	106,0	99,1	119,0	70,0	60,7	116,0	113,0	120,0	60,6	65,5	112,0	102,0	293,0	32,1	62,2
boro (µg/l)	*1000*	160,0	157,0	154,0	97,8	154,0	125,0	170,0	116,0	159,0	124,0	173,0	184,0	178,0	137,0	140,0	144,0	156,0	144,0	133,0	140,0
fluoruri (µg/l)	*1500*	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	<50	<50	121,0	210,0	142,0	220,0	<50	<50	<50	180,0	<50	<50	<50	82,0	<50
nitriti (µg/l)	*500*	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	20,0	30,0	<20	<20	<20	<20
nitrati (mg/l)	-	39,8	29,9	23,7	21,4	16,6	50,2	50,0	48,3	32,4	19,9	39,6	40,1	38,7	25,6	17,8	37,7	37,8	35,2	13,9	16,7
solfati (mg/l)	*250*	122,0	103,0	84,0	70,9	71,0	125,0	136,0	118,0	96,7	73,0	130,0	149,0	136,0	89,3	75,3	125,0	132,0	146,0	44,9	70,4

ERA: MATRICI AMBIENTALI CONTAMINATE: confronto tra LOW ESL , valori eccedenti le CSC									
Area/località	Comune	ID	Analita	Matrice	ROI	NO ESL	LOW ESL	CSC*	Valore
Caserma Saracini	Falconara M.mma.	S2	Benzo(a)antracene	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	0,1	1	0,5	5
Caserma Saracini	Falconara M.mma.	S2	Benzo(a)antracene	Suolo	Rondine comune	2,2	22	0,5	5
Caserma Saracini	Falconara M.mma.	S2	Benzo(a)antracene	Suolo	Tordo Bottaccio	0,8	1	0,5	5
Caserma Saracini	Falconara M.mma.	S2	Benzo(a)antracene	Suolo	Pettirosso	1	10	0,5	5
Caserma Saracini	Falconara M.mma.	S2	Benzo(a)pirene	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	0,15	1,4	0,1	2,93
Caserma Saracini	Falconara M.mma.	S2/1	Benzo(b)fluorantene	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	0,19	1,9	0,5	5,07
Caserma Saracini	Falconara M.mma.	S2	Benzo(g, h, i)perilene	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	0,17	1,7	0,1	5,03
Caserma Saracini	Falconara M.mma.	S2/2	Benzo(b)fluorantene	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	0,19	1,9	0,5	3,49
Caserma Saracini	Falconara M.mma.	S2	Indenopirene	Sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	0,2	2	0,1	3,38
Caserma Saracini	Falconara M.mma.	S2	Pirene	Suolo/sedimenti	Organismi di comunità acquatiche	0,19	1,5	5	7,47
Caserma Saracini	Falconara M.mma.	Pz1	Ferro	Acque sotterranee	Organismi di comunità acquatiche	1000	10000	200	1644
Caserma Saracini	Falconara M.mma.	Pz3	Manganese	Acque sotterranee	Organismi di comunità acquatiche	1300	2300	50	1355
Borgo Loreto	Castelplanio	AN-07262	Tetracloroetilene	Acque sotterranee	Organismi di comunità acquatiche- sedimenti	0,02	2	1,1	2,7
S. Ubaldo	Monsano	AN-12059	Cromo totale	Acque sotterranee	Organismi di comunità acquatiche- sedimenti	43	110	50	2172
S. Ubaldo	Monsano	AN-12059	Cromo totale	Acque sotterranee	Organismi di comunità acquatiche	11	16	50	2172
S. Ubaldo	Monsano	AN-12059	Tetracloroetilene	Acque sotterranee	Organismi di comunità acquatiche- sedimenti	0,02	2	1,1	16,7
S. Ubaldo	Monsano	AN-12059	CromoVI	Acque sotterranee	Organismi di comunità acquatiche	11	16	5	2121
Via della Barchetta	Jesi	AN-12088	Tetracloroetilene	Acque sotterranee	Organismi di comunità acquatiche- sedimenti	0,02	2	1,1	2,6
Api Raffineria	Falconara M.mma.	P700	Tetracloroetilene	Acque sotterranee	Organismi di comunità acquatiche- sedimenti	0,02	2	1,1	1,5
Api Raffineria	Falconara M.mma.	P402	Tetracloroetilene	Acque sotterranee	Organismi di comunità acquatiche- sedimenti	0,02	2	1,1	9,3

ACQUE SOTTERRANEE CONTAMINAZIONE DA NITRATI: confronto tra LD 50 e dati monitoraggio								
Area/località	Comune	ID	Analita	Matrice	ROI	LD50	Valore limite**	Valore
Via San Bernardo	Chiaravalle	AN-12067	Nitrati	Acque sotterranee	Organismi acquatici	80	50	164
Via Ronco	Montemarciano	AN-12068	Nitrati	Acque sotterranee	Organismi acquatici	80	51	129
Via Gaggiola	Montemarciano	AN-12074	Nitrati	Acque sotterranee	Organismi acquatici	80	52	211
Piandelmedico	Jesi	AN-12075	Nitrati	Acque sotterranee	Organismi acquatici	80	53	55
Via Spina	Jesi	AN-12083	Nitrati	Acque sotterranee	Organismi acquatici	80	54	75
Api Raffineria	Falconara M.mma.	D501	Nitrati	Acque sotterranee	Organismi acquatici	80	55	50,2

* CSC riferita ai siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (Allegato V, tabella 1 colonna A)

** Valore limite in riferimento alle direttive «acque sotterranee» (2006/118/CE), «acque potabili» (98/83/CE) e il D. Lgs. 152/99


Campioni contaminati oggetto di elaborazione dell'ERA
Montemarciano
AN-12074
Indagini ex Caserma Saracini
AN-12068
Falconara Marittima
AN-12067
Chiaravalle
Monsano
AN-12059
Località La Chiusa
AN-12088
14b/ES
Jesi
Jesi
AN-12083
AN-12075
Castelplanio
AN-07262
Legenda
Sedimenti
Acque sotterranee
Acque sotteraanee e suolo
Google Earth
N
10 km

ALLEGATO I – CALCOLO DEL RISCHIO DI CONTAMINAZIONE DA METALLI DEFINITO SU BASE STATISTICA

MATRICE DI SCREENING CON INDICATORI EEA (adattata all'area di studio)	1-2 Rifiuti urbani e industriali	3.1 Produzione energia	3.2 Industria del petrolio	3.3 Chimica	3.4 Siderurgia e Metalmeccanica	3.5 Elettronica, impiantistica	3.6 Lavorazione di vetro, e inerti	3.7 Tessile e pellame	3.8 Legno e carta	3.9 Industria alimentare e prodotti organici	3.10 Altro (settore della produzione)	3.11 Punti vendita carburante	3.12 Officine e riparazioni auto	3.13 Lavanderie a secco	3.14 Tipografie e stamperie	4. Attività minerarie ed estrattive	14. Altro - Siti dismessi	TOTALE
Alluminio	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	34
Arsenico	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	0	0	2	2	26
Bario	2	1	2	2	0	1	2	1	1	0	1	0	1	0	1	2	1	18
Berillio	2	1	0	1	2	2	2	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	14
Boro	2	1	0	2	2	1	2	2	2	1	1	0	0	2	0	0	1	19
Cadmio	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	0	2	1	1	25
Cromo e Cromo VI	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	0	0	0	2	24
Ferro	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	34
Litio	2	0	1	2	2	2	1	0	0	0	2	2	2	0	0	2	1	19
Manganese	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	34
Mercurio	2	2	2	2	0	2	1	1	2	0	2	0	0	0	0	2	1	19
Nichel	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	31
Piombo	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	0	2	2	2	30
Rame	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	33
Selenio	2	2	2	2	1	2	1	0	2	2	1	2	2	0	2	2	1	26
Stagno	2	0	0	2	2	2	2	1	2	2	1	0	2	2	2	0	1	23
Tallio	2	2	0	2	1	2	2	0	2	0	1	0	0	0	0	2	0	16
Vanadio	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	0	0	1	1	26
Zinco	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	1	2	30

MACROAREA 1																			
NUMERO SITI PER ATTIVITA'	1	0	1	6	3	8	8	5	3	18	8	4	12	4	2	1	0	84	
PUNTEGGIO TOTALE (PUNTEGGIO MATRICE DI SCREENING x NUMERO SITI)	1& 2	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12	3.13	3.14	4	14	TOTALE	% RISCHIO PRESENZA IN AMBIENTE
Alluminio	2	0	2	12	6	16	16	10	6	36	16	8	24	8	4	2	0	168	100,00
Arsenico	2	0	2	12	3	16	16	10	6	18	16	8	12	0	0	2	0	123	73,21
Bario	2	0	2	12	0	8	16	5	3	0	8	0	12	0	2	2	0	72	42,86
Berillio	2	0	0	6	6	16	16	0	0	0	8	0	12	0	2	0	0	68	40,48
Boro	2	0	0	6	6	16	16	0	0	0	8	0	12	0	2	0	0	68	40,48
Cadmio	2	0	1	12	6	16	16	10	3	18	8	4	24	0	4	1	0	125	74,40
Cromo e Cromo VI	2	0	0	12	6	16	16	10	6	36	16	0	24	0	0	0	0	144	85,71
Ferro	2	0	2	12	6	16	16	10	6	36	16	8	24	8	4	2	0	168	100,00
Litio	2	0	1	12	6	16	8	0	0	0	16	8	24	0	0	2	0	95	56,55
Manganese	2	0	2	12	6	16	16	10	6	36	16	8	24	8	4	2	0	168	100,00
Mercurio	2	0	2	12	0	16	8	5	6	0	16	0	0	0	0	2	0	69	41,07
Nichel	2	0	2	12	6	16	16	5	3	36	16	8	24	8	4	1	0	159	94,64
Piombo	2	0	2	12	6	16	8	5	6	36	16	8	24	0	4	2	0	147	87,50
Rame	2	0	1	12	6	16	16	10	6	36	16	8	24	8	4	2	0	167	99,40
Selenio	2	0	2	12	3	16	8	0	6	36	8	8	24	0	4	2	0	131	77,98
Stagno	2	0	0	12	6	16	16	5	6	36	8	0	24	8	4	0	0	143	85,12
Tallio	2	0	0	12	3	16	16	0	6	0	8	0	0	0	0	2	0	65	38,69
Vanadio	2	0	2	12	6	16	16	10	3	18	16	8	24	0	0	1	0	134	79,76
Zinco	2	0	1	12	6	16	16	10	6	36	16	8	24	0	4	1	0	158	94,05

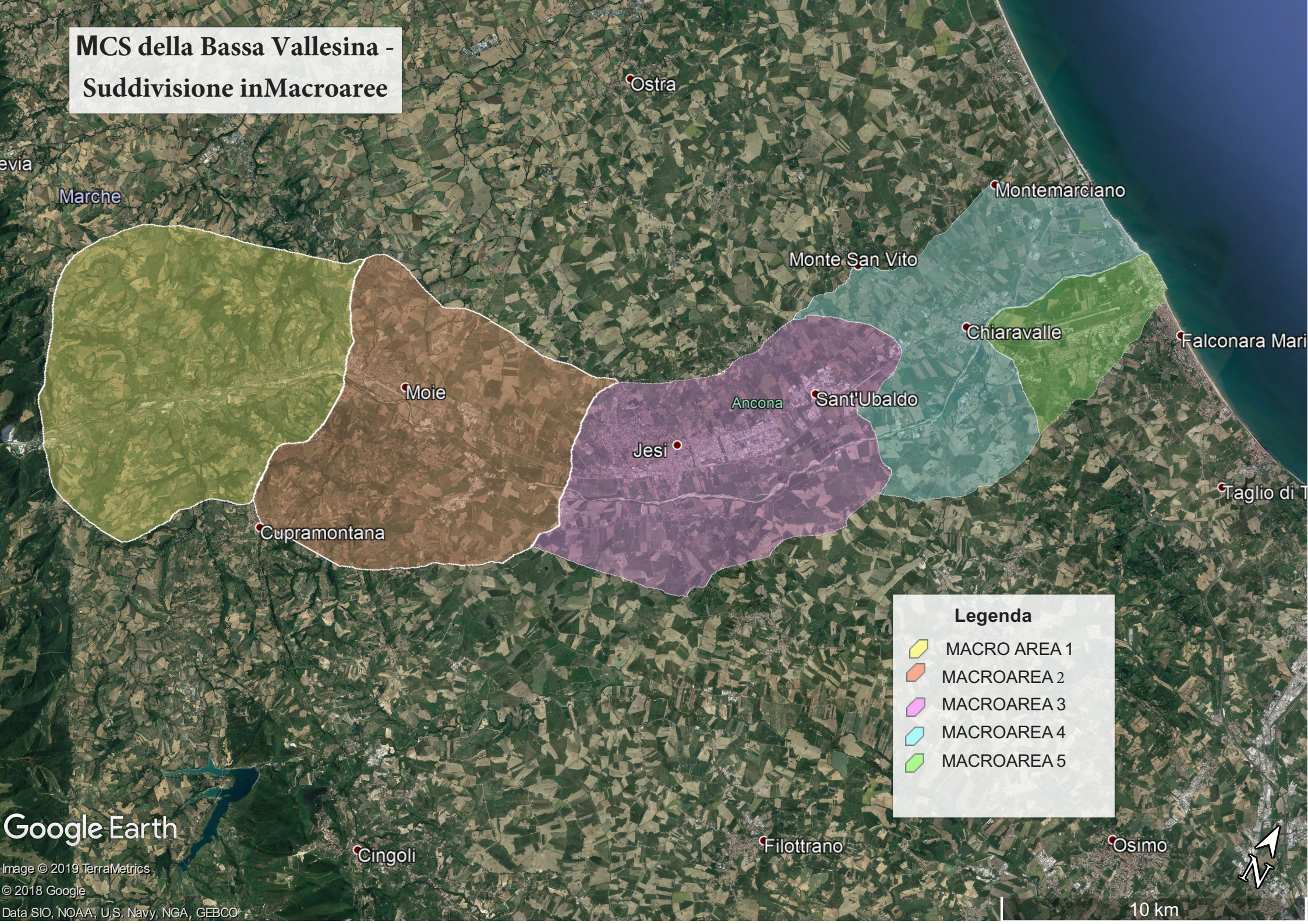
MACROAREA 2																			
NUMERO SITI PER ATTIVITA'	3	1	2	24	11	3	12	7	9	19	11	5	20	4	1	1	0	133	
PUNTEGGIO TOTALE (PUNTEGGIO MATRICE DI SCREENING x NUMERO SITI)	1& 2	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12	3.13	3.14	4	14	TOTALE	% RISCHIO PRESENZA IN AMBIENTE
Alluminio	6	2	4	48	22	6	24	14	18	38	22	10	40	8	2	2	0	266	100,00
Arsenico	6	1	4	48	11	6	24	14	18	19	22	10	20	0	0	2	0	205	77,07
Bario	6	1	4	48	0	3	24	7	9	0	11	0	20	0	1	2	0	136	51,13
Berillio	6	1	0	24	22	6	24	0	0	0	11	0	20	0	1	0	0	115	43,23
Boro	6	1	0	24	22	6	24	0	0	0	11	0	20	0	1	0	0	115	43,23
Cadmio	6	2	2	48	22	6	24	14	9	19	11	5	40	0	2	1	0	211	79,32
Cromo e Cromo VI	6	2	0	48	22	6	24	14	18	38	22	0	40	0	0	0	0	240	90,23
Ferro	6	2	4	48	22	6	24	14	18	38	22	10	40	8	2	2	0	266	100,00
Litio	6	0	2	48	22	6	12	0	0	0	22	10	40	0	0	2	0	170	63,91
Manganese	6	2	4	48	22	6	24	14	18	38	22	10	40	8	2	2	0	266	100,00
Mercurio	6	2	4	48	0	6	12	7	18	0	22	0	0	0	0	2	0	127	47,74
Nichel	6	2	4	48	22	6	24	7	9	38	22	10	40	8	2	1	0	249	93,61
Piombo	6	2	4	48	22	6	12	7	18	38	22	10	40	0	2	2	0	239	89,85
Rame	6	2	2	48	22	6	24	14	18	38	22	10	40	8	2	2	0	264	99,25
Selenio	6	2	4	48	11	6	12	0	18	38	11	10	40	0	2	2	0	210	78,95
Stagno	6	0	0	48	22	6	24	7	18	38	11	0	40	8	2	0	0	230	86,47
Tallio	6	2	0	48	11	6	24	0	18	0	11	0	0	0	0	2	0	128	48,12
Vanadio	6	2	4	48	22	6	24	14	9	19	22	10	40	0	0	1	0	227	85,34
Zinco	6	2	2	48	22	6	24	14	18	38	22	10	40	0	2	1	0	255	95,86

MACROAREA 3																			
NUMERO SITI PER ATTIVITA'	6	1	8	23	26	37	18	16	27	35	27	26	87	12	18	2	16	385	
PUNTEGGIO TOTALE (PUNTEGGIO MATRICE DI SCREENING x NUMERO SITI)	1& 2	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12	3.13	3.14	4	14	TOTALE	% RISCHIO PRESENZA IN AMBIENTE
Alluminio	12	2	16	46	52	74	36	32	54	70	54	52	174	24	36	4	32	770	100,00
Arsenico	12	1	16	46	26	74	36	32	54	35	54	52	87	0	0	4	32	561	72,86
Bario	12	1	16	46	0	37	36	16	27	0	27	0	87	0	18	4	16	343	44,55
Berillio	12	1	0	23	52	74	36	0	0	0	27	0	87	0	18	0	16	346	44,94
Boro	12	1	0	23	52	74	36	0	0	0	27	0	87	0	18	0	16	346	44,94
Cadmio	12	2	8	46	52	74	36	32	27	35	27	26	174	0	36	2	16	605	78,57
Cromo e Cromo VI	12	2	0	46	52	74	36	32	54	70	54	0	174	0	0	0	32	638	82,86
Ferro	12	2	16	46	52	74	36	32	54	70	54	52	174	24	36	4	32	770	100,00
Litio	12	0	8	46	52	74	18	0	0	0	54	52	174	0	0	4	16	510	66,23
Manganese	12	2	16	46	52	74	36	32	54	70	54	52	174	24	36	4	32	770	100,00
Mercurio	12	2	16	46	0	74	18	16	54	0	54	0	0	0	0	4	16	312	40,52
Nichel	12	2	16	46	52	74	36	16	27	70	54	52	174	24	36	2	32	725	94,16
Piombo	12	2	16	46	52	74	18	16	54	70	54	52	174	0	36	4	32	712	92,47
Rame	12	2	8	46	52	74	36	32	54	70	54	52	174	24	36	4	32	762	98,96
Selenio	12	2	16	46	26	74	18	0	54	70	27	52	174	0	36	4	16	627	81,43
Stagno	12	0	0	46	52	74	36	16	54	70	27	0	174	24	36	0	16	637	82,73
Tallio	12	2	0	46	26	74	36	0	54	0	27	0	0	0	0	4	0	281	36,49
Vanadio	12	2	16	46	52	74	36	32	27	35	54	52	174	0	0	2	16	630	81,82
Zinco	12	2	8	46	52	74	36	32	54	70	54	52	174	0	36	2	32	736	95,58

MACROAREA 4																			
NUMERO SITI PER ATTIVITA'	4	4	2	8	5	14	7	9	8	11	16	9	21	6	13	4	3	144	
PUNTEGGIO TOTALE (PUNTEGGIO MATRICE DI SCREENING x NUMERO SITI)	1& 2	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12	3.13	3.14	4	14	TOTALE	% RISCHIO PRESENZA IN AMBIENTE
Alluminio	8	8	4	16	10	28	14	18	16	22	32	18	42	12	26	8	6	288	100,00
Arsenico	8	4	4	16	5	28	14	18	16	11	32	18	21	0	0	8	6	209	72,57
Bario	8	4	4	16	0	14	14	9	8	0	16	0	21	0	13	8	3	138	47,92
Berillio	8	4	0	8	10	28	14	0	0	0	16	0	21	0	13	0	3	125	43,40
Boro	8	4	0	8	10	28	14	0	0	0	16	0	21	0	13	0	3	125	43,40
Cadmio	8	8	2	16	10	28	14	18	8	11	16	9	42	0	26	4	3	223	77,43
Cromo e Cromo VI	8	8	0	16	10	28	14	18	16	22	32	0	42	0	0	0	6	220	76,39
Ferro	8	8	4	16	10	28	14	18	16	22	32	18	42	12	26	8	6	288	100,00
Litio	8	0	2	16	10	28	7	0	0	0	32	18	42	0	0	8	3	174	60,42
Manganese	8	8	4	16	10	28	14	18	16	22	32	18	42	12	26	8	6	288	100,00
Mercurio	8	8	4	16	0	28	7	9	16	0	32	0	0	0	0	8	3	139	48,26
Nichel	8	8	4	16	10	28	14	9	8	22	32	18	42	12	26	4	6	267	92,71
Piombo	8	8	4	16	10	28	7	9	16	22	32	18	42	0	26	8	6	260	90,28
Rame	8	8	2	16	10	28	14	18	16	22	32	18	42	12	26	8	6	286	99,31
Selenio	8	8	4	16	5	28	7	0	16	22	16	18	42	0	26	8	3	227	78,82
Stagno	8	0	0	16	10	28	14	9	16	22	16	0	42	12	26	0	3	222	77,08
Tallio	8	8	0	16	5	28	14	0	16	0	16	0	0	0	0	8	0	119	41,32
Vanadio	8	8	4	16	10	28	14	18	8	11	32	18	42	0	0	4	3	224	77,78
Zinco	8	8	2	16	10	28	14	18	16	22	32	18	42	0	26	4	6	270	93,75

MACROAREA 5																			
NUMERO SITI PER ATTIVITA'	5	1	14	2	5	11	5	8	16	10	10	16	28	1	6	0	12	150	
PUNTEGGIO TOTALE (PUNTEGGIO MATRICE DI SCREENING x NUMERO SITI)	1& 2	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12	3.13	3.14	4	14	TOTALE	% RISCHIO PRESENZA IN AMBIENTE
Alluminio	10	2	28	4	10	22	10	16	32	20	20	32	56	2	12	0	24	300	100,00
Arsenico	10	1	28	4	5	22	10	16	32	10	20	32	28	0	0	0	24	242	80,67
Bario	10	1	28	4	0	11	10	8	16	0	10	0	28	0	6	0	12	144	48,00
Berillio	10	1	0	2	10	22	10	0	0	0	10	0	28	0	6	0	12	111	37,00
Boro	10	1	0	2	10	22	10	0	0	0	10	0	28	0	6	0	12	111	37,00
Cadmio	10	2	14	4	10	22	10	16	16	10	10	16	56	0	12	0	12	220	73,33
Cromo e Cromo VI	10	2	0	4	10	22	10	16	32	20	20	0	56	0	0	0	24	226	75,33
Ferro	10	2	28	4	10	22	10	16	32	20	20	32	56	2	12	0	24	300	100,00
Litio	10	0	14	4	10	22	5	0	0	0	20	32	56	0	0	0	12	185	61,67
Manganese	10	2	28	4	10	22	10	16	32	20	20	32	56	2	12	0	24	300	100,00
Mercurio	10	2	28	4	0	22	5	8	32	0	20	0	0	0	0	0	12	143	47,67
Nichel	10	2	28	4	10	22	10	8	16	20	20	32	56	2	12	0	24	276	92,00
Piombo	10	2	28	4	10	22	5	8	32	20	20	32	56	0	12	0	24	285	95,00
Rame	10	2	14	4	10	22	10	16	32	20	20	32	56	2	12	0	24	286	95,33
Selenio	10	2	28	4	5	22	5	0	32	20	10	32	56	0	12	0	12	250	83,33
Stagno	10	0	0	4	10	22	10	8	32	20	10	0	56	2	12	0	12	208	69,33
Tallio	10	2	0	4	5	22	10	0	32	0	10	0	0	0	0	0	0	95	31,67
Vanadio	10	2	28	4	10	22	10	16	16	10	20	32	56	0	0	0	12	248	82,67
Zinco	10	2	14	4	10	22	10	16	32	20	20	32	56	0	12	0	24	284	94,67

ALLEGATO J – *TARGETS* INDIVIDUATI PER L'INDAGINE AMBIENTALE


MCS della Bassa Vallesina - Suddivisione inMacroaree
Ostra
Marche
Montemarciano
Monte San Vito
Chiaravalle
Falconara Mari
Moie
Ancona
Sant'Ubaldo
Jesi
Taglio di T
Cupramontana
Legenda
MACRO AREA 1
MACROAREA 2
MACROAREA 3
MACROAREA 4
MACROAREA 5
Cingoli
Filottrano
Osimo
N
10 km
Google Earth
Image © 2019 TerraMetrics
© 2018 Google
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

MACROAREA	ID Targets	matrice da investigare	Comune/località	Motivazione riguardo la scelta dei punti di prelievo
1	T1	SUO, A SUP	Serra San Quirico	Lago di cava connesso ad attività estrattive pluridecennali, potenziale conferimento di rifiuti e/o sostanze nocive.
1	T2	SUO, FALDA	Serra San Quirico	A valle idrologica della Zona industriale Serralta.
1	T3	SUO, FALDA	Serra San Quirico	A valle idrologica dell'abitato di Serra san Quirico Stazione, presenza di attività antropiche limitrofe al Fiume Esino.
1	T4	SUO, A SUP	Serra San Quirico	A valle idrologica della Zona industriale Bruscara, attività antropiche e agricoltura intensiva.
1	T5	SUO	Mergo	A valle idrologica dell'abitato di Angeli di Mergo, presenza di attività antropiche limitrofe al Fiume Esino.
1	T6	A SUP, FALDA	Cupramontana/Rosora	Nel Torrente Esinante prima della confluenza nell'Esino, poiché attraversa un area con aziende agricole, allevamenti e potenziali anomalie geochimiche dovute alla presenza a monte idrologico della Formazione Gessoso Solfifera.
1	T7	SUO	Rosora	A valle idrologica dell'abitato di Angeli di Rosora, presenza di attività antropiche limitrofe al Fiume Esino.
1	T8	SUO	Castelplanio Stazione	A valle idrologica dell'abitato di Castelplanio Stazione, presenza di attività antropiche limitrofe al Fiume Esino.
1	T9	SUO, A SUP	Macine Borgo Loreto	In corripondenza dell'immissione di due tributari dell'Esino che attraversano un area caratterizzata dalla presenza di numerose aziende agricole.
1	T10	A SUP, FALDA	Pozzetto/Piano Amato	Nel Torrente Fossato prima della Zona Industriale di Piano Amato, poiché attraversa un area con aziende agricole, allevamenti e potenziali anomalie geochimiche dovute alla presenza a monte idrologico della Formazione Gessoso Solfifera, sede di attività estrattiva, (piccola cava di zolfo dismessa in località Poggio San Marcello).
1	T11	SUO	Piano Amato	In corripondenza di un area dismessa situata all'interno della Zona Industriale di Piano Amato, caratterizzata dall'abbandono incontrollato di macchinari, materiali inerti, rottami ferrosi, ecc.
1	T12	A SUP	Piano Amato	Nel Torrente Fossato a valle idrologica, in adiacenza e in destra idrografica alla Zona Industriale di Piano Amato.
2	T13	A SUP	Moie di Maiolati	A valle idrologica dell'abitato di Moie di Maiolati, presenza di attività antropiche limitrofe al Fosso Vallato del Fiume Esino.
2	T14	SUO, A SUP	Moie di Maiolati	A valle idrologica dell'abitato di Moie di Maiolati, presenza di attività antropiche limitrofe al Fiume Esino.
2	T15	SUO, FALDA	Montecarotto Stazione	A valle idrologica dell'abitato di Montecarotto Stazione, presenza di attività antropiche ed estrattive limitrofe all'Esino.
2	T16	A SUP	Scorcelletti	Nel Fosso di Pontenuovo a monte della località Scorcelletti, poiché posto alla sinistra idrografica della discarica Sogenus e inoltre attraversa un area dove sono presenti numerose aziende agricole e allevamenti.
2	T17	SUO, A SUP	Scorcelletti	A valle idrologica della Zona Industriale di Scorcelletti, caratterizzata da una consistente presenza di attività antropiche, (officine, fabbriche di stampi, edilizia, ecc.)
2	T18	SUO, FALDA	Scorcelletti	A valle idrologica della Zona Industriale di Scorcelletti, caratterizzata da una consistente presenza di attività antropiche, (officine, fabbriche di stampi, edilizia, ecc.)
2	T19	SUO, FALDA	Pantiere di Castelbellino	In posizione adiacente all'abitato di Panitere, poiché oggetto di agricoltura intensiva e presenza di un impianto di biogas.
2	T20	A SUP	Pianello Vallesina	Nel Torrente il Fossato posto in destra idrografica a valle della piccola Zona Industriale di Pianello Vallesina.

MACROAREA	ID Targets	matrice da investigare	Comune/località	Motivazione riguardo la scelta dei punti di prelievo
2	T21	SUO, A SUP	San Paolo di Jesi	In corrispondenza di un area dismessa situata all'interno della Zona Industriale Scappia, caratterizzata dall'abbandono incontrollato di materiali inerti e rottami ferrosi. Potenziali anomalie geochimiche dovute alla presenza a monte idrologico della Formazione Gessoso Solfifera e di fenomeni idrotermali.
2	T22	SUO, A SUP	Monte Roberto	A valle idrologica della Zona Industriale Scappia, caratterizzata dalla presenza di numerose attività antropiche (officine, metalmeccaniche, afbbriche di stampi, edilizia, aziende agricole, ecc.)
2	T23	FALDA	Pianello Vallesina	A valle idrogeologica delle Zone Industriali Scappia e Ponte Magno, caratterizzate dalla presenza di numerose attività antropiche (officine, metalmeccaniche, afbbriche di stampi, edilizia, aziende agricole, ecc.)
3	T24	SUO, FALDA	Jesi	A valle idrogeologica di Via Roma e di via del Verziere, oggetto di numerose attività antropiche e dove in passato erano presenti una cartiera, una fornace, varie officine, ecc.
3	T25	A SUP	Jesi	In corrispondenza del torrente Vallato Pallavicino a monte idrologico del vecchio distretto industriale Jesino (Sima , Saffa, Italim, industrie tessili, cartiera, fornace, officine, ecc.)
3	T26	SUO	Jesi	In corrispondenza di un area dismessa situata all'interno del vecchio distrello industraile tra Via Gallodoro - Via Pieralisi, caratterizzata dall'abbandono incontrollato di materiali inerti, rottami ferrosi, ecc.
3	T27	SUO	Jesi	In corrispondenza della sponda sinistra del torrente Vallato Pallavicino, oramai quasi completamente coperto e intubato.
3	T28	SUO	Jesi	In corrispondenza del letto di un fosso, oramai colmato da sedimenti presso il distretto industriale Jesino di Via Guerri - Via Politi (ex Gherardi, ex Guerri.)
3	T29	FALDA	Jesi	A valle idrogeologica del vecchio distretto industraile Jesino e a risosso della vecchia filanda Carotti
3	T30	A SUP	Jesi	Nel Torrente Granita all'ingresso dell'abitato di Jesi, poichè attraversa un area caratterizzata da agricoltura intensiva e presenza di numerosi allevamenti.
3	T31	SUO, A SUP, FALDA	Jesi	In corrispondenza del distretto industriale Jesino di Via Gorgolungo dove sono presenti da numerosi anni numerose officine metalmeccaniche e a valle del consorzio agricolo.
3	T32	A SUP	Jesi	Nel Torrente Granita in posizione adiacente all'ex Cascamificio e il drenaggio acque del Vallato Pallavicino.
3	T33	SUO, FALDA	Jesi	A valle idrogeologica della Zona Industriale di Jesi di via Don Minzoni, oggetto di diffuse attività antropiche.
3	T34	SUO, FALDA	Jesi	A valle idrogeologica della Zone Industriale di Jesi ZIPA, oggetto di diffuse attività antropiche.
3	T35	SUO, FALDA	Jesi	A ridosso dell'Oasi di Ripa Bianca, una volta discarica RSU, in un area caratterizzata dall'abbandono incontrollato di materiali inerti, rifiuti, rottami ferrosi, ecc.
3	T36	SUO, A SUP, FALDA	Jesi	A valle idrogeologica della Zona Industriale di Jesi ZIPA, oggetto di diffuse attività antropiche e in passato oggetto di sversamenti di sostanze organiche dirette verso il Fiume Esino.

MACROAREA	ID Targets	matrice da investigare	Comune/località	Motivazione riguardo la scelta dei punti di prelievo
3	T37	SUO, A SUP, FALDA	Jesi	A valle idrogeologica della Zona Industriale di Jesi ZIPA, oggetto di diffuse attività antropiche e in passato oggetto di sversamenti di sostanze organiche dirette verso il Fiume Esino.
3	T38	SUO, A SUP	Jesi	A valle idrogeologica della Zona Industriale di Monsano e dell'ex zuccherificio, oggetto di diffuse attività antropiche e in passato oggetto di sversamenti di sostanze organiche dirette verso il Fiume Esino.
3	T39	FALDA	Monsano	A valle idrogeologica dell'ex SIMA RCD, dove per anni è avvenuto uno sversamento di Cromo VI.
3	T40	SUO, FALDA	Monsano	A valle idrogeologica dell'ex SIMA RCD, dove per anni è avvenuto uno sversamento di Cromo VI.
3	T41	A SUP	Monsano	Lago di cava connesso ad attività estrattive, potenziale conferimento di rifiuti e/o sostanze nocive.
4	T42	SUO, A SUP	Agugliano	A valle idrologica della Zona Industriale della Chiusa di Agugliano, caratterizzata dalla presenza di alcuni siti industriali, aree dismesse e consistente presenza di attività estrattive.
4	T43	A SUP	Agugliano	Nel Fosso dei Pratacci in passato oggetto di sversamento di sostenze organiche, presenti in zona due impianti di biogas.
4	T44	SUO, A SUP, FALDA	Camerata Picena	In corrispondenza della Zona Industriale di Camerata Picena, in posizione adiacente all'Esino.
4	T45	SUO, A SUP, FALDA	Camerata Picena	In corrispondenza della Zona Industriale di Camerata Picena, in posizione adiacente all'Esino.
4	T46	SUO, A SUP, FALDA	Chiaravalle	In posizione limitrofa alla ex discarica Galoppo, in passato oggetto di sversamento di percolato all'estreno di essa.
4	T47	SUO, A SUP	Borghetto di Monte San Vito	A valle idrologica dell'abitato di Borghetto di Monte San Vito, oggetto di attività antropiche e agricoltura intensiva.
4	T48	SUO, A SUP	Monte San Vito	A valle idrologica della zona industriale di Valle Selva di Monte San Vito, oggetto di diffuse attività antropiche.
4	T49	FALDA	Monte San Vito	A valle idrogeologica dellalocalità Le Cozze di Monte San Vito, oggetto di attività antropiche ed agricole.
4	T50	A SUP, FALDA	Chiaravalle	In corrispondenza dell'alveo del Torrente Vallato a valle idrologica di Chiaravalle e in adiacenza all'Esino
4	T51	SUO, A SUP	Chiaravalle	In corrispondenza dell'alveo del Torrente Vallato a valle idrologica di Chiaravalle e in adiacenza all'Esino
4	T52	SUO, A SUP, FALDA	Chiaravalle	Area posta in corrispondenza dell'alveo del Torrente Vallato a valle idrologica di Chiaravalle e in adiacenza all'Esino. Presenza della Manifattura Tabacchi e di alcune officine meccaniche dismesse
4	T53	FALDA	Chiaravalle	A valle idrogeologica della zona industriale della frazione Gabella, oggetto di alcune attività antropiche.
5	T54	SUO, FALDA	Montemarciano	A valle idrogeologica della zona industriale D'Antona, oggetto di alcune attività antropiche.
5	T55	SUO, A SUP	Montemarciano	In posizione adiacente al piccolo distretto industriale della Gaggiola.
5	T56	SUO	Rocca Priora	Potenziale bersaglio di contaminazione passiva, area e abbandono di rifiuti, della ex Montedison.
5	T57	SUO, FALDA	Rocca Priora	Uno dei punti più esterni della Bassa valle dell'Esino, a valle idrogeologica dei centri ubicati in sinistra idrografica dell'Esino e oggetto di diffuse pratiche agricole. Potenziale bersaglio di contaminazione passiva dell'ex Montedison.
5	T58	A SUP	Falconara Marittima	Lago di cava connesso ad attività estrattive, potenziale conferimento di rifiuti e/o sostanze nocive.

MACROAREA	ID Targets	Matrice da investigare	Comune/località	Motivazione riguardo la scelta dei punti di prelievo
5	T59	SUO, A SUP, FALDA	Falconara Marittima	Area posta in area esterna limitrofa ed adiacente all'ex Caserma Saracini, dove indagini pregresse hanno individuato contaminazione delle acque sotterranee da Idrocarburi e metalli pesanti.
5	T60	SUO, A SUP, FALDA	Falconara Marittima	Area posta in area esterna limitrofa ed adiacente all'ex Caserma Saracini, dove indagini pregresse hanno individuato contaminazione delle acque sotterranee da Idrocarburi e metalli pesanti.
5	T61	SUO, A SUP	Falconara Marittima	In corrispondenza dell'alveo del Torrente Saline, che attraversa l'omonima valle oggetto di attivita estrattive, dove sono presenti siti di stoccaggio e trattamento rifiuti e l'ex discarica di Falconara, (sito contaminato).
5	T62	A SUP	Castelferretti	In corrispondenza dell'alveo del Fosso Cannelacci, in posizione limitrofa ad alcune attività industriali pregresse poste a monte idrologico dell'aereoporta Sanzio.
5	T63	SUO, FALDA	Castelferretti	A valle idrogeologica dell'abitati di Castelferretti, in adiacenza alla Zona Industriale di Castelferretti - Falconara.
5	T64	SUO	Falconara Marittima	In adiacenza alla Zona Industriale di Castelferretti - Falconara, oggetto di diffuse attività antropiche.
5	T65	SUO, FALDA	Falconara Marittima	In adiacenza alla Zona Industriale di Castelferretti - Falconara, oggetto di diffuse attività antropiche.
5	T66	A SUP	Falconara Marittima	In adiacenza alla Zona Industriale di Castelferretti - Falconara, oggetto di diffuse attività antropiche. Presente un fosso utilizzato per attività irrigue di piccoli orticelli.
5	T67	SUO, A SUP, FALDA	Falconara Marittima	A valle idrogeologica della Zona Industriale di Castelferretti - Falconara, in adiacenza e posizione limitrofa ad alcuni siti contaminati afferenti al SIN di Falconara Marittima.
5	T68	SUO, A SUP, FALDA	Falconara Marittima	A valle idrogeologica della Zona Industriale di Castelferretti - Falconara, in adiacenza e posizione limitrofa ad alcuni siti contaminati afferenti al SIN di Falconara Marittima.
5	T69	SUO, A SUP, FALDA	Falconara Marittima	A valle idrogeologica della Zona Industriale di Castelferretti - Falconara, in adiacenza e posizione limitrofa ad alcuni siti contaminati afferenti al SIN di Falconara Marittima.
5	T70	SUO, A SUP	Falconara Marittima	In corrispondenza del Fosso Castellaraccia posto in adiacenza e posizione limitrofa ad alcuni siti contaminati afferenti al SIN di Falconara Marittima.

LEGENDA: SUO (suolo superficiale, top-soil, sedimenti), A SUP (acque superficiali), FALDA (Acque sotterranee).

LEGENDA



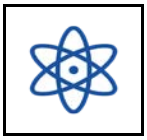
1-2 Soccaggio e trattamento rifiuti



3.1 Produzione energia



3.2 Industria del petrolio



3.3 Chimica



3.4 Siderurgia e Metalmeccanica



3.5 Elettronica, impiantistica e termoidraulica



3.6 Lavorazione di vetro, ceramica, pietra



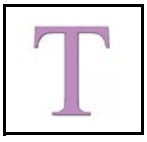
3.7 Tessile e pellame



3.8 Legno e carta



3.9 Industria agroalimentare



3.10 Altro (Manifattura tabacchi)



3.10 Altro (Cereali, granaglie, vivai)



3.10 Altro (cucine e cappe)



3.10 Altro (colori, vernici, smalti)



3.11 Punti vendita carburante



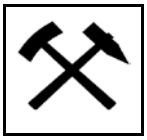
3.12 Officine e riparazioni auto



3.13 Lavanderie a secco



3.14 Tipografie e stamperie



4. Cave e attività estrattive



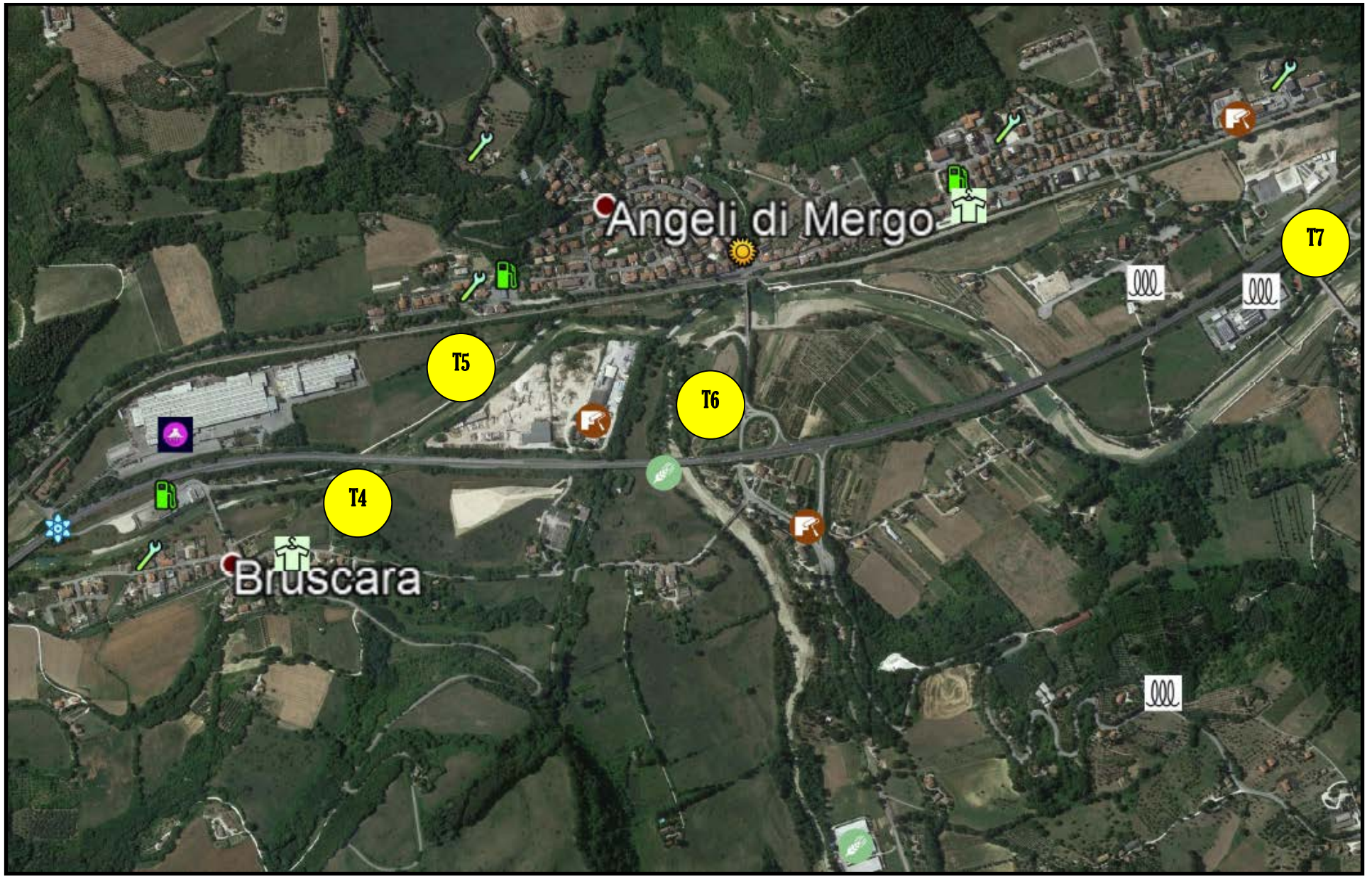
14. Altro (siti dismessi contaminati)

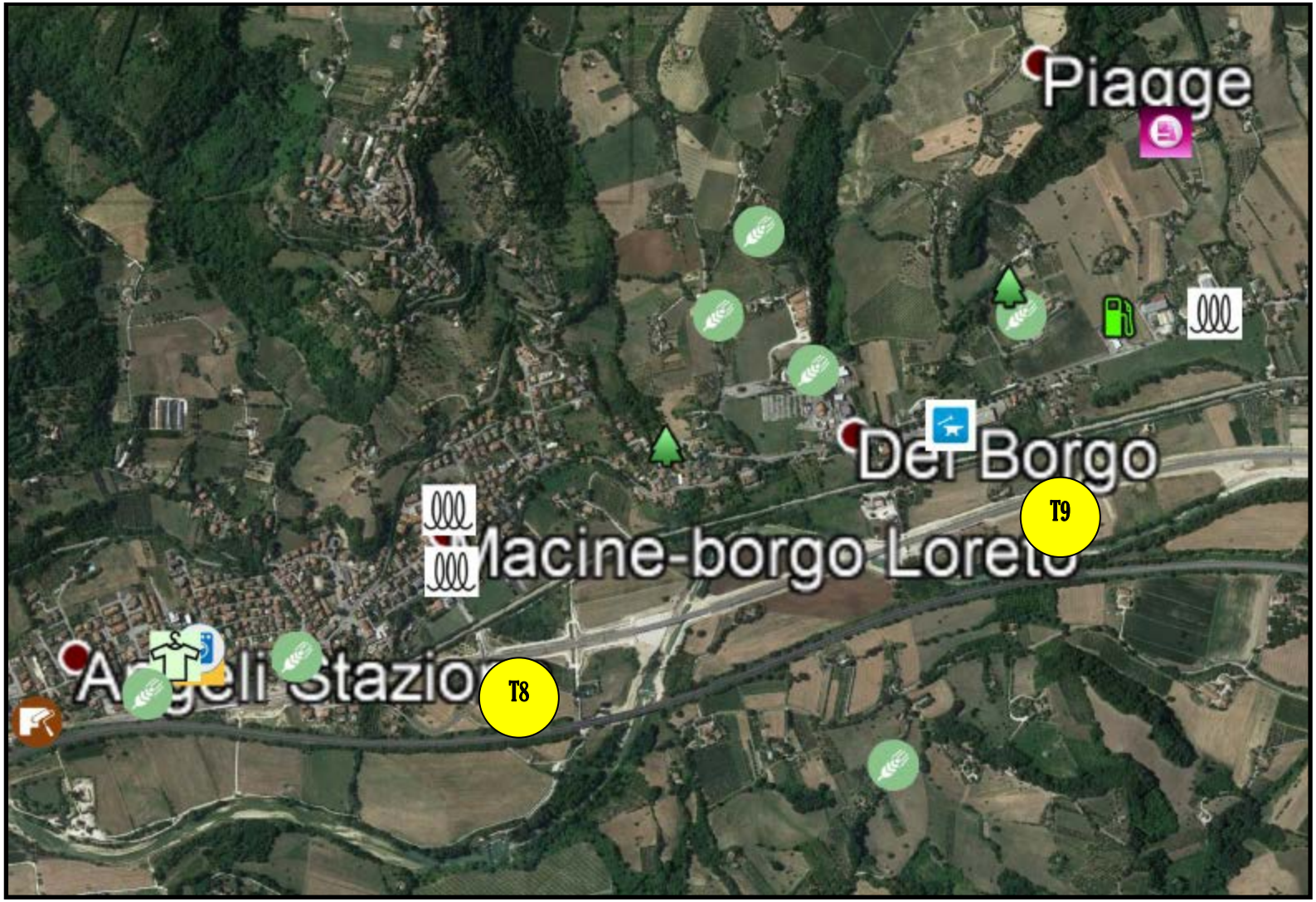


14. Altro (siti dismessi)

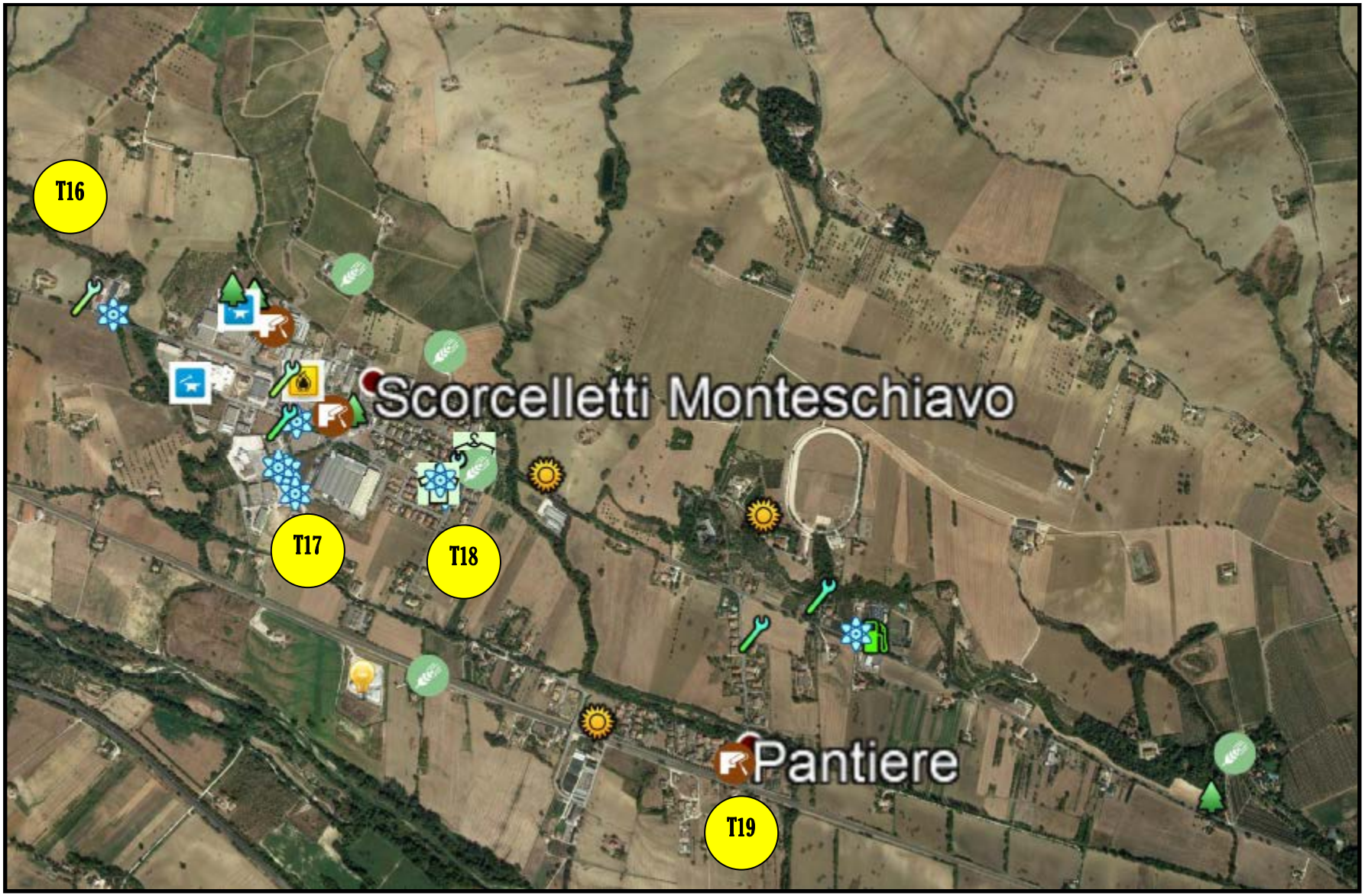
NOTA: elaborazioni grafiche effettuate tramite google earth; per i link delle icone non presenti di default nel programma si rimanda alla bibliografia.

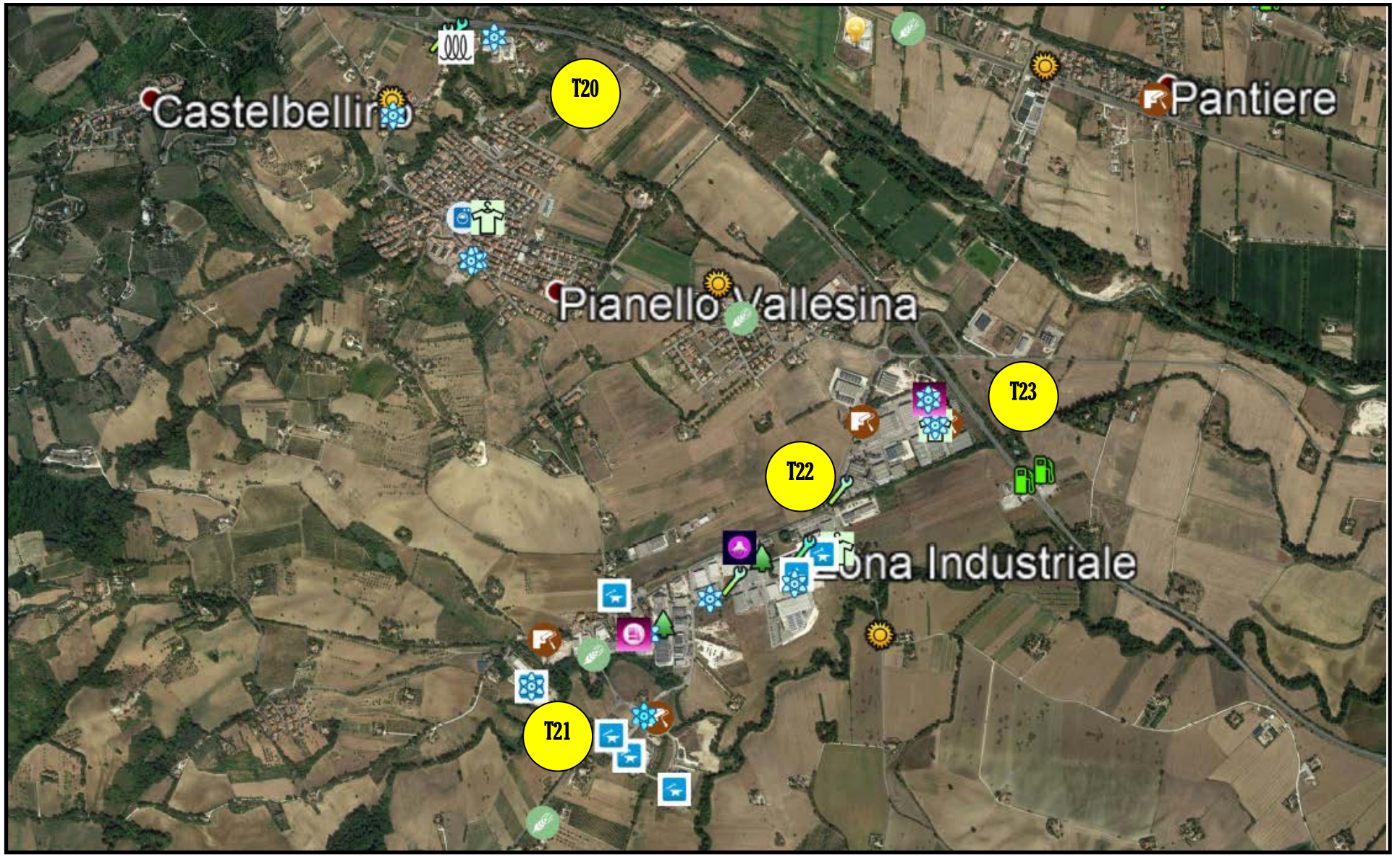

T3
T2
Zona Industriale Serralta
T1


Angeli di Mergo
Bruscara
T4
T5
T6
T7


Piagge
Del Borgo
T9
Macine-borgo Loreto
T8


Pozzetto
T10
T11
T12
T13
T14
T15

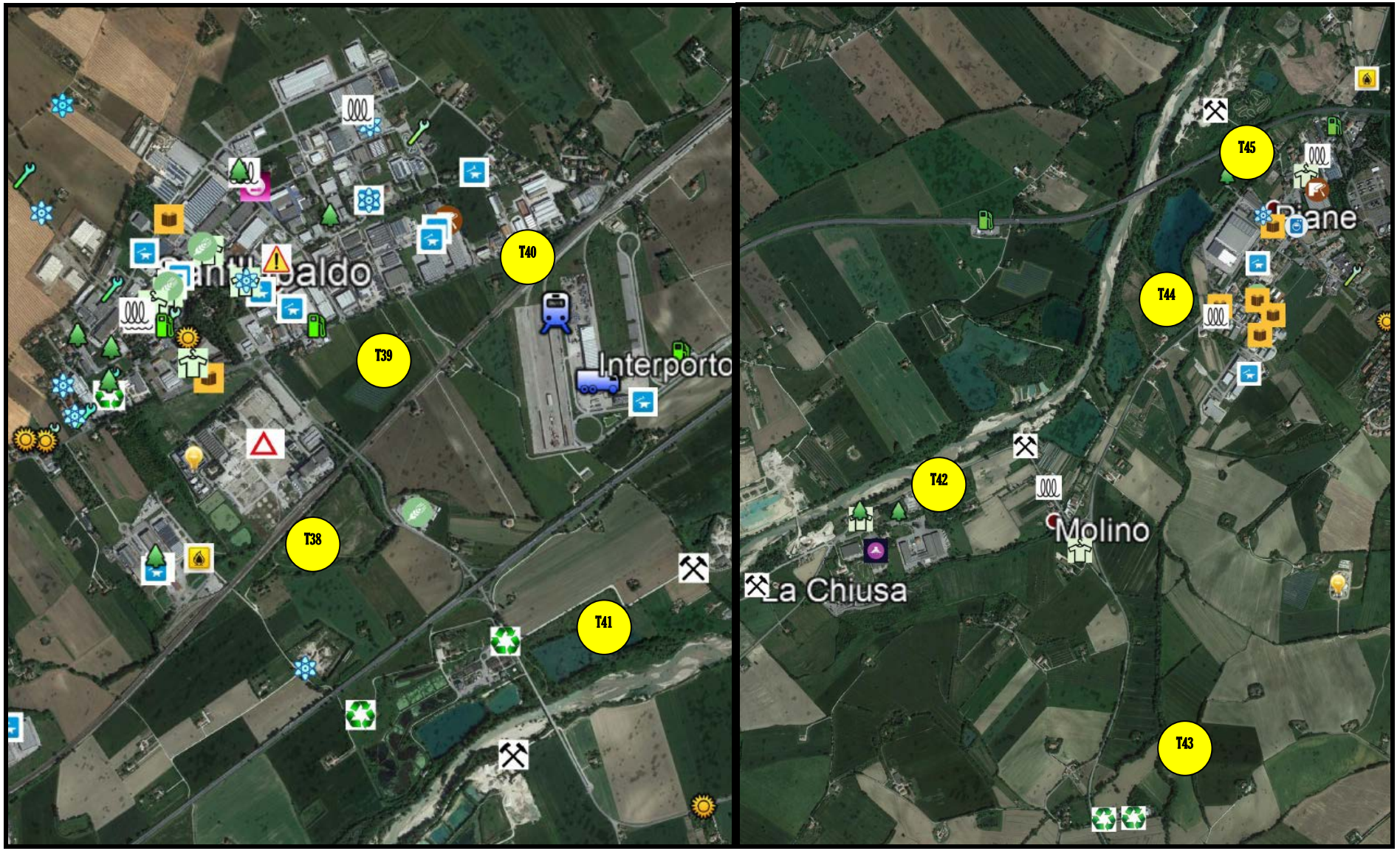

T16
Scorcelletti Monteschiavo
T17
T18
Pantiere
T19

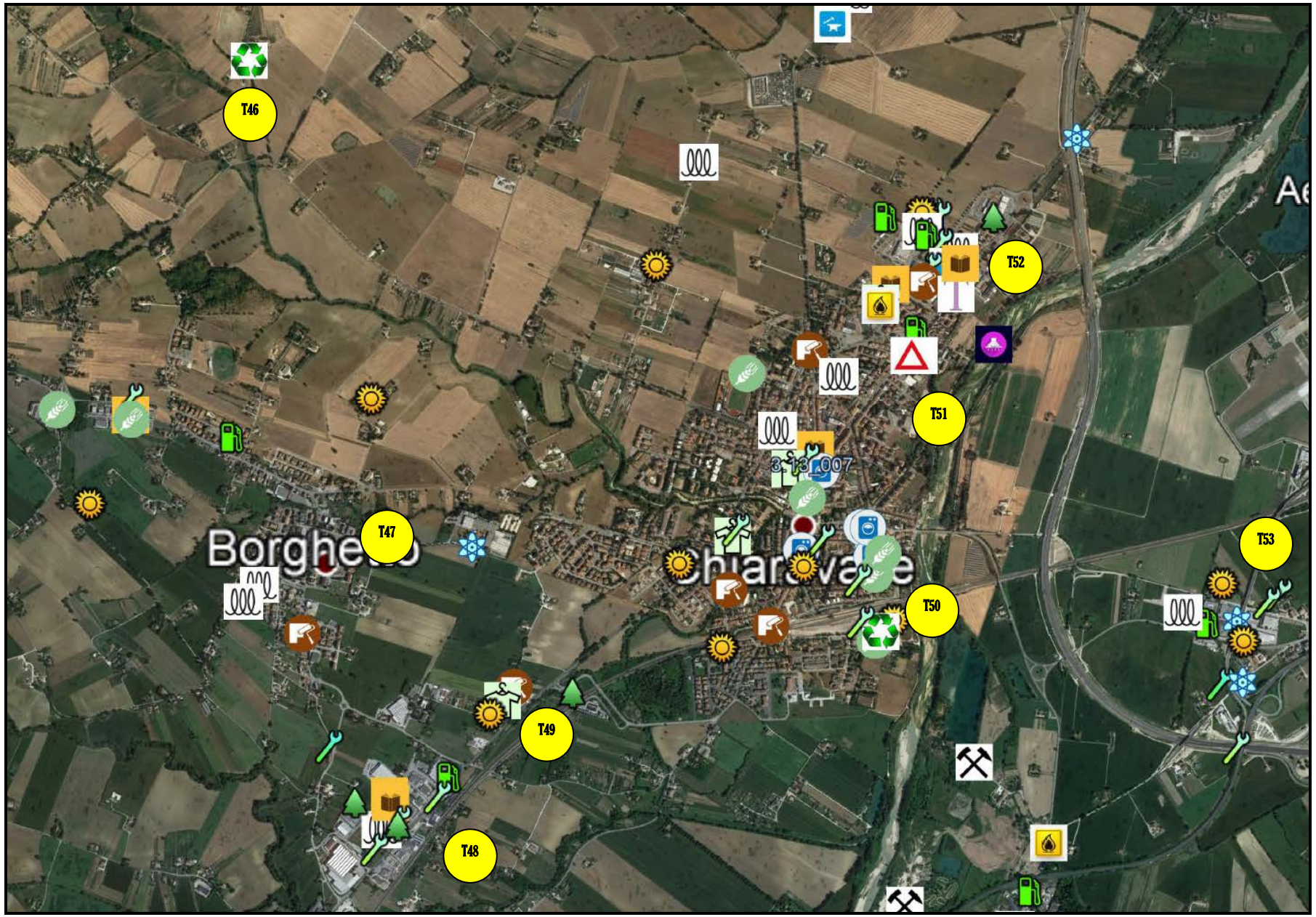

T20
Castelbellino
Pantiere
Pianello Vallesina
T23
T22
ona Industriale
T21


T24
T25
T26
T27
T28
T29
Via Cupetta
Viale Verdi
Via Radiciotti
Via Moretti
Via Piave
Corso Matteotti
Via Mura Orientali
Via Montecarotto
Via Staffolo
Via XX Settembre
Via Orfane
Via Molino
Via Zanni
Via del Prato
Via G. Guerri
Via Cordai
Viale Trieste
Via Carlo Urbani
Strada Provinciale
Via XX Luglio
Via Fileni
Via 1° Maggio
Via 20 Luglio
Via Garibaldo
Via Zara
Via Valche
Via Verziere

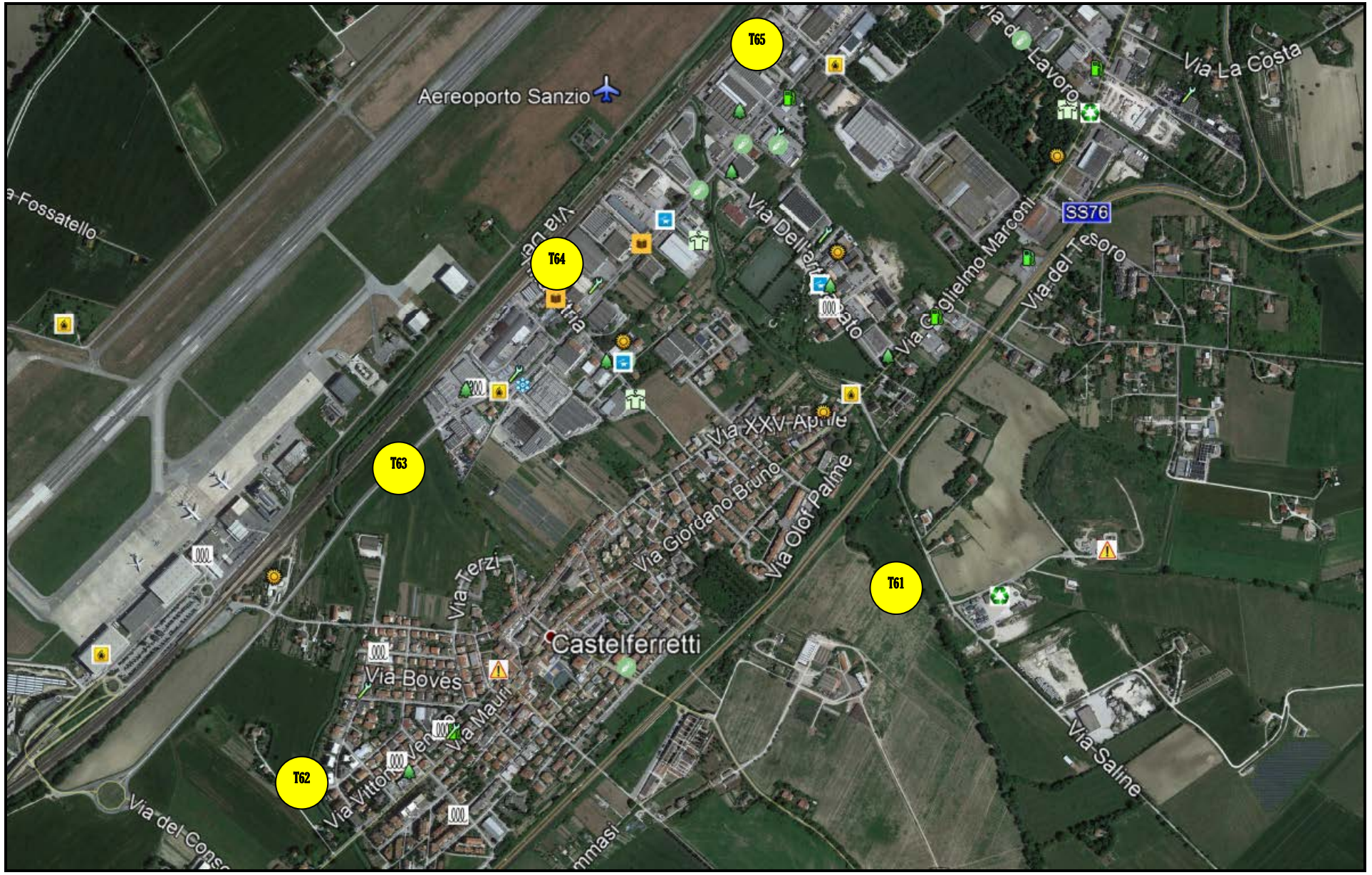

T30
T31
T32
T33
Via Sardegna
Via Toscana
Via Piemonte
Via Abruzzi
Via Campania
Via Mario Lenti
Via Padre V. Pellegrini
Via Almerino Luconi
Via Massimo D'Antona
Via San Giuseppe
Via Artigiani
Via Setificio
Via Filatura
Viale Don Giovanni Minzoni
Via Don A. Rettaroli
Via Salvemini
Via Valle
Via Imbriani
Via Buozzi
Jesi


Via Alessandro Ghisleri
Strada Provinciale N. 20
Via Giacomo Brodolini
Viale dell'Industria
Via Giulio Pastore
Via Ignazio Silone
Via Fontedamo
Via Amos Zanibelli
T37
Via Don Angelo Battistoni
Via Achille Grandi
Via Leone XIII
Via Novello A.
Via Carlo Marx
Strada Statale 76
T36
SS76
Via Giuseppe Abruzzetti
Via Almerino Luconi
Via Giulio Latini
T34
T35


T38
T39
T40
T41
Interporto
T42
Molino
La Chiusa
T43
T44
T45


T46
T52
T51
T47
T53
T50
T49
T48


Montemarciano
Marina di Montemarciano
Gaggiola
Gabella
T55
T56
T54
T57
T60
T59
T58


T65
T64
T63
T62
T61
Aereoporto Sanzio
Castelferretti
Via La Costa
Via del Lavoro
SS76
Via del Tesoro
Via Guglielmo Marconi
Via XXV Aprile
Via Giordano Bruno
Via Olof Palme
Via Terzi
Via Boves
Via Saline
Via del Consorzio


T70
T69
T68
T67
T66
Via del Conventino
Via Aspromonte
Via Goffredo Baldelli
Via Nino Bixio
Via Marsala
Via delle Caserme
Via Castellaraccia
Via Giacomo Matteotti
Via Ugo Foscolo
Via Aeroporto
Via Manzoni
Via Dello Stadio
Via Palermo
Via Andrea
Falconara Marittima

ALLEGATO K – *FORMAT* RESTITUZIONE DATI INDAGINE AMBIENTALE

SCHEDA ANAGRAFICA PUNTI DI PRELIEVO DEL SUOLO SUPERFICIALE (format esemplificativo)

ID PUNTO	Località/Via	Comune	Coordinate geografiche		Note
SUO1	Via Roma	Jesi	43°31'12.10"N	13°14'37.65"E	Prelievo effettuato in corripondenza dell'aiuola adiacente al sito XXX.
SUO2	Via S. Ubaldo	Monsano	43°33'33.25"N	13°16'33.50"E	Asporati circa 20 cm di coltre vegetale
SUO3	Le Cozze	Chiaravalle	43°36'29.84"N	13°19'37.17"E	Prelievo effettuato in corripondenza dell'alveo del Fosso XXX.

SCHEDA ANAGRAFICA PUNTI DI PRELIEVO ACQUE SUPERFICIALI SUPERFICIALE (format esemplificativo)

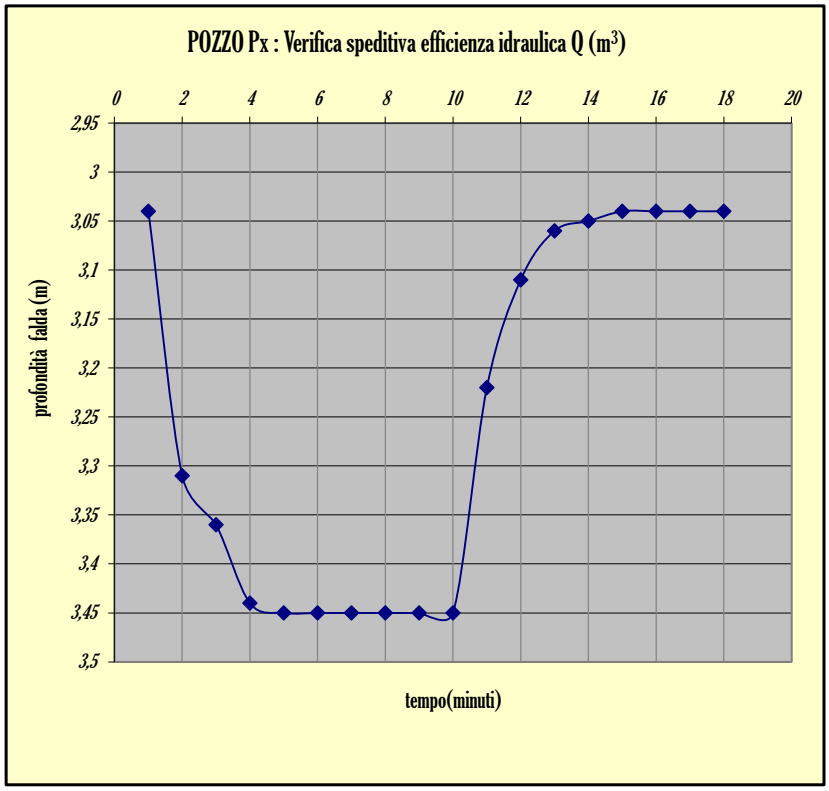
ID PUNTO	ID fosso/Località	Comune	Coordinate geografiche		Note
AS1	Fosso dei Pratacci	Camerata Picena	43°35'5.07"N	13°20'5.49"E	Prelievo effettuato con pompa autoadescante a 12 V.
AS2	Canale Vallato	Jesi	43°31'48.32"N	13°15'48.07"E	Prelievo effettuato prima dell'immissione nel Fosso XXX.
AS3	Lago di cava	Monsano	43°33'50.61"N	13°15'11.14"E	Prelievo effettuato tramite bailer monouso.

SCHEDA ANAGRAFICA POZZI IDONEI AL CAMPIONAMENTO (format esemplificativo)

ID Opera	Località/Comune	utilizzo	profondità (m)	livello falda (m)	h colonna acqua (m)	strumentazione	Coordinate geografiche
P1	Castelplanio	irriguo	15,00	4,80	10,20	pompa acqua	43°30'5.22"N - 13° 6'52.60"E
P2	Contrada Molino	domestico	14,30	4,80	9,50	pompa acqua	43°29'5.00"N - 13°10'56.79"E
P3	Monte San Vito	dismesso	20,00	2,40	17,60	nessuna pompa	43°35'9.24"N - 13°18'7.20"E

VERIFICA EFFICIENZA IDRAULICA POZZO Px (format esemplificativo restituzione dati e grafica)

tempo	emungimento
0	3,04
30"	3,31
1	3,36
2	3,44
3	3,45
4	3,45
5	3,45
7'30"	3,45
10	3,45
tempo	risalita
0	3,45
30"	3,22
1	3,11
2	3,06
3	3,05
4	3,04
5	3,04
7'30"	3,04
10	3,04



SCHEDA ANAGRAFICA POZZO Px

LOCALITA':	LIVELLO FALDA DA b.p. (m) :
COMUNE:	PROFONDITA' DELL'OPERA (m):
DIAMETRO FILTRO:	ALTEZZA COLONNA D'ACQUA (m):
MATERIALE FILTRO:	VOLUME COLONNA D'ACQUA (litri):
PROPRIETARIO:	STICK-UP (m):
COORDINATE GEOGRAFICHE:	

UTILIZZO DELL'OPERA:		INDUSTRIALE
	X	IRRIGUO
		DOMESTICO
		DISMESSO
PRESENZA DI ALTRI POZZI IN EMUNGIMENTO NELL'AREA:		SI
	X	NO
STRUMENTAZIONE		NON PRESENTE
	X	POMPA SOMMERSA
STATO DELL'OPERA	X	BUONO
		NON BUONO

DESCRIZIONE DELL'OPERA E NOTE:

