

Allegato alla delibera di Giunta Unione Valli e Delizie n. 53 del 30.09.2021 "PIANO URBANISTICO GENERALE (PUG) DELL'UNIONE DEI COMUNI VALLI E DELIZIE (FERRARA) - Assunzione della proposta di piano a norma dell'art. 45 della L.R. 24/2017"

COPIA CONFORME ai sensi dell'art.23, comma 1 del D.Lgs. n.82/2005 dell'originale sottoscritto con firma digitale e memorizzato digitalmente su banca dati dell'Unione dei Comuni Valli e Delizie (FE).

Il Segretario Generale
D.ssa Rita Crivellari



(Piano Urbanistico generale L.R. 24/2014)

SINDACI

Andrea Baldini
Nicola Minarelli
Elena Rossi

SEGRETARIO GENERALE

Rita Crivellari

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Luisa Cesari

GARANTE DELLA COMUNICAZIONE E DELLA PARTECIPAZIONE

Geom. Gabriella Romagnoli

UFFICIO DI PIANO

Ing. Luisa Cesari
Geom. Claudia Benini
Ing. Elena Bonora
Dott.ssa Rita Crivellari
Dott. Riccardo Natali
Geom. Paolo Orlandi
Dott.ssa Barbara Peretto
Geom. Gabriella Romagnoli
Arch. Rita Vitali

GRUPPO LAVORO ATI

MATE soc coop

Urb. Raffaele Gerometta - Direttore tecnico
Urb. Daniele Rallo - Coordinatore gruppo di lavoro
Arch. Chiara Biagi
Arch. Rudi Fallaci
Ing. Elettra Lowenthal
Dott. Paolo Trevisani
Ing. Giuseppe Federzoni



STUDIO SILVA

Dott. Paolo Rigoni
Dott.ssa Gloria Marzocchi



GEOLOGIA

Dott. Geol. Raffaele Brunaldi

SOMMARIO

A2	SICUREZZA DEL TERRITORIO	4
A.2.1.	GEOLOGIA REGIONALE.....	4
A.2.1.1.	Evoluzione Strutturale:	4
A.2.1.2	Elementi di Rappresentazione Tridimensionale Profonda:.....	7
A.2.2.	ASSETTO GEOMORFOLOGICO ed EVOLUZIONE DEL TERRITORIO	9
A.2.2.1	Elementi di analisi geomorfologica di dettaglio:.....	22
A.2.3	II CONTESTO DEPOSIZIONALE COMPLESSIVO.....	25
A.2.3.1	Elementi deposizionali di maggior dettaglio:.....	29
A.2.3.2	Litologia di superficie:	41
A.2.4.	ASSETTO TOPOGRAFICO DEL TERRITORIO	44
A.2.4.1	Subsidenza:	46
A.2.5.	ELEMENTI DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRITORI DELL'UNIONE	50
A.2.5.1.	Fondamenti geologici della sismicità locale:.....	50
A.2.5.3	Storia sismica locale:	56
A.2.5.4	Elementi di Classificazione Sismica Nazionale:	73
A.2.5.5	Valori di Magnitudo localmente attesi (per i tre Comuni):	75
A.2.5.6	Pericolosità Sismica e co-sismica e ulteriori considerazioni sul connesso rischio:	82
A.2.5.7	Liquefazione delle sabbie sature immerse in falda.....	85
A.2.5.8	Carta del Letto e del Tetto degli Orizzonti Granulari Saturi:	86
A.2.6.	PERICOLOSITÀ IDRAULICA/IDROGEOLOGICA E RISCHI CONNESSI.	91
A.2.6.1	Inquadramento generale:	91
A.2.6.2	Pericolo di Alluvionamento “dal basso”, Reticoli di Bonifica:.....	91
A.2.6.3	Pericolo di Alluvionamento “dall’alto”, Arginature dei principali corsi idrici e connesso Rischio idraulico:.....	97
A.2.6.4	Pericolo di Alluvionamento “dall’alto”: Scavalco delle Arginature dei principali corsi idrici e connesso Rischio idraulico:.....	98
A.2.6.5	Direttiva Alluvioni (DA), Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).....	100
A.2.6.6	Profondità della Falda Freatica	109
A.2.6.7	Corpi idrici profondi e sfruttamento della risorsa Acqua:	110

A2 SICUREZZA DEL TERRITORIO

A.2.1. GEOLOGIA REGIONALE

Il meccanismo di formazione della Pianura Padana è inserito nel più complesso assetto tettonico che a scala globale è regolato dalla deriva delle placche litosferiche. Il Nord-Italia è regolato dal meccanismo di subduzione tra la placca Africana e placca Euroasiatica che collidono a seguito della chiusura del grande bacino della Tetide. I sedimenti di questo enorme paleo bacino marino, accumulatisi sui suoi fondali, furono corrugati ed innalzati, trasformandosi nelle attuali catene montuose europee: le Alpi e gli Appennini che innalzatisi in tempi diversi rappresentano appunto gli effetti più evidenti dello scontro tra le due placche. L'azione orogenetica è contestuale all'azione erosiva ad opera dei fattori climatici. L'erosione genera la produzione di grandi quantità di sedimenti sciolti. Questi sedimenti, veicolati e messi in posto dai corsi idrici hanno lentamente formato la Pianura Padana, andandosi nel tempo ad accumulare nell'originaria enorme fossa deposizionale che in seguito ha subito un progressivo sprofondamento causato dall'orogenesi appenninica. Ciò ha consentito la deposizione degli enormi spessori di sedimenti derivanti dall'erosione delle catene montuose. Tuttora tale processo orogenetico spinge le falde appenniniche verso nord-est e crea un'avanzata fossa sul fronte di avanzamento. È importante rilevare che il territorio dell'Unione dei Comuni vede la presenza sia delle deposizioni d'origine alpina, legate all'"edificio" del Grande Delta del Po nelle sue accezioni storiche (di cui all'apposita figura), ovvero comprendenti i rami meridionali, il più meridionale del quale è il Po di Primaro, sia e per la sola porzione in destra idraulica dell'attuale Fiume Reno del Comune di Argenta, per le deposizioni di origine appenninica e riferibili ai paleo corsi di Savena Idice e Sillaro: gli ultimi torrenti appenninici bolognesi. È evidente che sia per origine geologica che per distanza deposizionale, fra deposizioni alpine e deposizioni appenniniche si rilevano differenze notevoli che si sostanziano sia nella petrografia dei depositi che nelle loro granulometrie. Anche le potenze complessive e/o caratterizzanti i depositi stessi denotano notevole differenza fra deposizioni alpine e deposizioni appenniniche.

A.2.1.1. Evoluzione Strutturale:

L'assetto geologico complessivo dei territori dell'Unione è legato all'evoluzione del grande bacino subsidente padano, di riempimento detritico ed all'evoluzione tettonica compressiva e convergente fra il dominio Sud-alpino ed il dominio appenninico. Si è in presenza di un notevole spessore di deposizioni alluvionali sciolte e/o fini, d'età Pleistocenica (dal Pleistocene Medio-Olocene: 0,45 Milioni di anni-presente, al Pliocene Medio-Superiore: 4,1- 1,8 Milioni di anni) che sovrastano le strutture appenniniche sepolte, d'età Miocenica (2,4- 5,4 Milioni di Anni fa). Vi è poi la presenza di un complesso sistema di pieghe compressive e faglie. Uno schema stratigrafico delle strutture profonde è riportato alle seguenti figure.

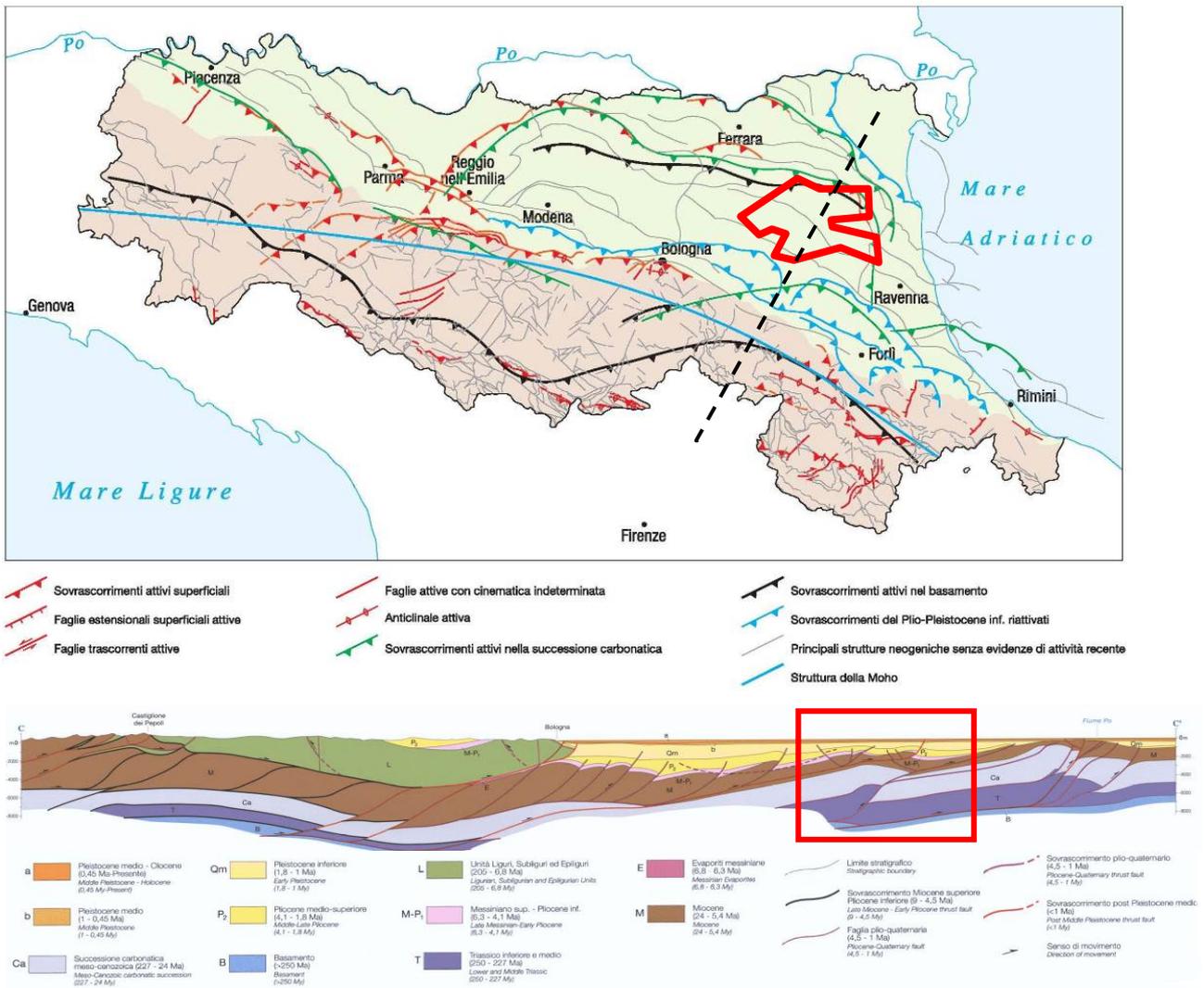
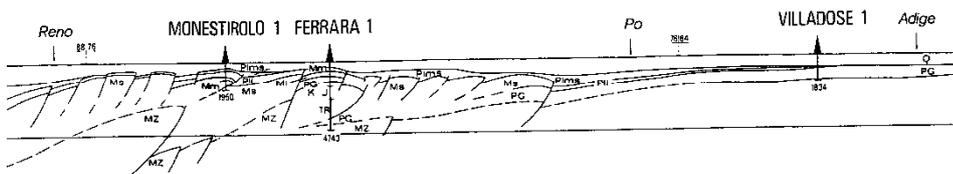


Fig. 1/1: Schema geologico profondo esemplificativo della Pianura Padana e relativa Sezione geologica esplicativa. Sono riportati gli andamenti delle pieghe e delle faglie del substrato e la traccia della medesima sezione.



figura 2 - Principali strutture del substrato della Padania orientale, con l'Appennino sepolto:
 1. sovrascorrimenti e grandi faglie inverse (effetti di compressione);
 2. grandi faglie dirette (effetti di distensione).
 È indicata la traccia della sezione geologica riportata a fondo pagina (da PIERI e GROPPI, 1981).



Sezione geologica
 Q Quaternario
 Plms Pliocene medio-sup.
 Pli Pliocene inferiore
 M Miocene
 PG Paleogene
 MZ Mesozoico

Fig. 1/2: Principali strutture del substrato della Pianura Padana Orientale.

Nel dettaglio l'evoluzione dell'ampio bacino subsidente della Pianura Padana è condizionata dalla tettonica compressiva per convergenza e collisione che causa un accorciamento crostale della porzione di crosta terrestre appunto compresa fra Sudalpino ed Appennino. La dinamica complessiva degli eventi connessi a tale evoluzione è stata caratterizzata da sequenze spatio-temporali diverse. Registrandosi nel complesso la formazione di gruppi di pieghe e di un fitto sistema di faglie con direzione NNW- SSE; WNW- ESE e N- S ed in seguito la suddivisione dell'area padana in vari settori fra di loro dislocati da (paleo) faglie che ne hanno determinato situazioni di bacino (graben) e di alto (horst) strutturali, a loro volta ulteriormente caratterizzati da diverse evoluzioni. Il complesso dell'area padana orientale ad est di Modena- Nogarà è caratterizzata dalle zone geologicamente distinte, che in successione da nord a sud sono riconducibili alle seguenti strutture geologiche sepolte:

- fronte delle pieghe sudalpine;
- isoclinale padano-veneta;

- dorsale Cavone –Ferrara. Tale struttura rappresenta il margine esterno della Pianura Padana meridionale, il quale è ripiegato e sovrascorso su se stesso. Si può ulteriormente rilevare il fronte delle pieghe appenniniche. L'arco ferrarese è affiancato verso mare dall'arco delle pieghe adriatiche che si accavallano sulla monoclinale adriatica. Nella parte interna/meridionale delle pieghe ferraresi e adriatiche si riscontra infine l'arco delle pieghe romagnole.

Tutte le strutture sopraindicate sono delimitate esternamente da fasci di faglie inverse, testimoni di diversi fronti compressivi. Nelle porzioni retrostanti i fronti compressivi, si rilevano sistemi di faglie dirette ovvero di natura distensiva. Nel periodo compreso dal Burdigaliano (compreso fra 20,43 e 15,97 milioni di anni fa) al Pleistocene (più recente di 2,59 milioni di anni fa) si sono succedute varie fasi tettoniche che hanno originato successive ripiegamenti e formazione di nuovi lineamenti paleogeografici che vedono la presenza di sequenze alterne di ambienti deposizionali marini, costieri, deltizi e lagunari, in relazione ai variamente succedutisi processi locali di sollevamento e di subsidenza. Durante il Pliocene medio (attorno a 3,6 milioni di anni fa) ha avuto inizio un periodo di forte subsidenza protrattosi a tutto il Quaternario inferiore. In seguito nel Quaternario recente la sedimentazione arrivò a prevalere sulla subsidenza, ed in connessione con le regressioni marine provocate dalle glaciazioni coincidenti con l'Olocene (da 110 000 anni fa) i depositi continentali arrivarono a sovrapporsi ai sedimenti marini. Seguì poi una nuova fase trasgressiva con arretramento della linea di costa di oltre venti chilometri rispetto alla posizione attuale. Infine durante l'ultima regressione marina (postflandriana 12 000 anni fa- attuale), sviluppatasi in più fasi, si registrò un ulteriore progressivo spostamento verso oriente della linea di costa sino a raggiungere l'odierno assetto geomorfologico. A causa della pluralità degli ambienti deposizionali in successione spazio-temporale, il complesso pliocenico quaternario nel territorio della Bassa Pianura Ferrarese è quindi costituito da **una alternanza di livelli sabbiosi, limosi ed argillosi o da miscele binarie o ternarie di tali litotipi. Tali litotipi vedono il loro accumulo per spessori ampiamente maggiori di 1 000 metri** (come si può evincere dai dati stratigrafici di numerosi pozzi per il metano terebrati nel territorio dell'Unione. L'assetto strutturale di tali sedimenti è caratterizzato da blande anticlinali e sinclinali, più accentuate nella parte basale e sempre più deboli man mano che ci si avvicina alla superficie attuale. Lo spessore dei sedimenti pliocenico- quaternari presenta quindi notevoli variazioni e il letto del Pliocene è posto alla profondità variabili fra 2800 metri (circa) mentre ad esempio fra Longastrino e la parte meridionale delle Valli del Mezzano tale profondità è posta a circa 800 metri circa (a marcare un alto strutturale) dal piano di campagna attuale. Il valore di subsidenza naturale attribuibile a cause geologiche (compattazione dei sedimenti quaternari, eustatismo ed il basculamento della parte nord-orientale della pianura Padana) è stato valutato in 0,2-0.3 cm/anno. Le seguenti figure riepilogano in maniera schematica la complessa descrizione. **Ricadute sismiche dei movimenti delle strutture sepolte sono registrabili nella storia sismica dell'area padana e dell'area in esame**, e se ne darà rapido più oltre in relazione.

A.2.1.2 Elementi di Rappresentazione Tridimensionale Profonda:

Dati stratigrafici profondi sono di capitale importanza per la definizione dei modelli di Risposta Sismica Locale -RSL- la cui importanza si evincerà dall'aspetto di definizione sismica per il quale si rimanda brevemente all'apposito punto della presente relazione ma soprattutto agli appositi strumenti urbanistici di Microzonazione Sismica (MS) di II e III Livello dei tre comuni. La Regione Emilia- Romagna ha recentemente prodotto alcuni studi di caratterizzazione profonda e tridimensionale di alcune aree. Per il Comune di Argenta sono disponibili interessanti elaborazioni di cui si riportano brevi stralci ad illustrare le interessanti possibilità messe a disposizione dagli attuali strumenti informatici ai quali si rimanda per l'individuazione dei dati puntuali. Le definizioni potrebbero non essere sufficienti per un robusto modello di RSL e dovranno quindi essere utilizzati unitamente a dati stratigrafici profondi ove disponibili (ad esempio dati da Sondaggi profondi/Pozzi per Metano ecc.).

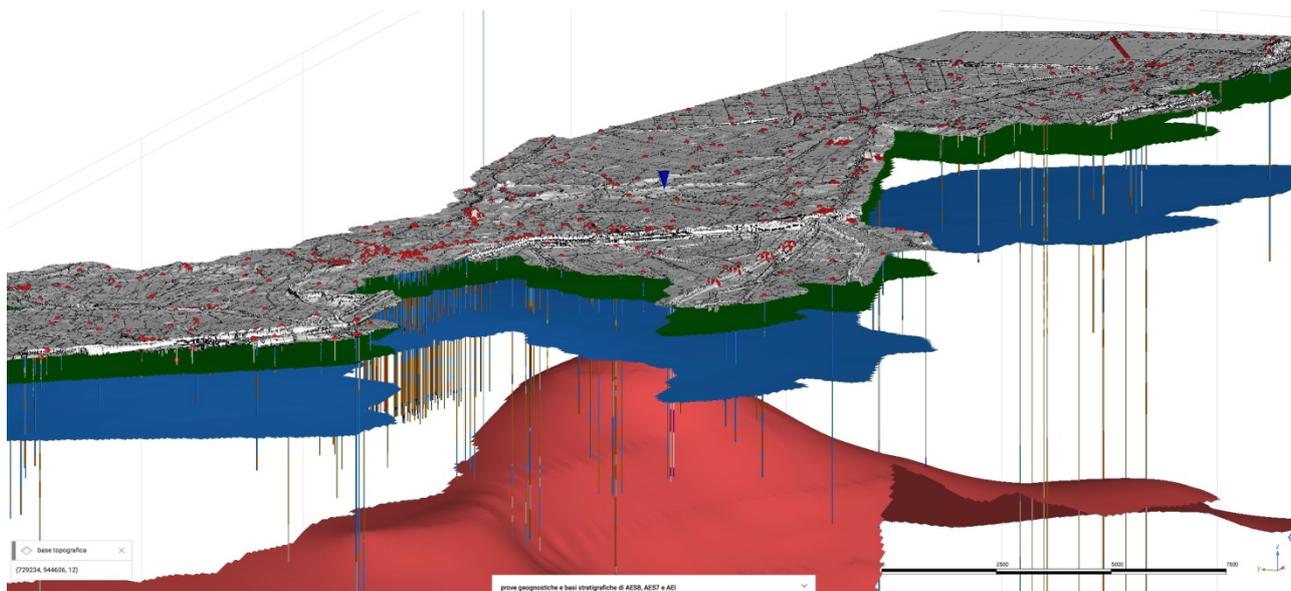


Fig. 1/3: Stralcio a Scala Libera rappresentativo delle possibilità di individuazione tridimensionale profonda dei Gruppi AES8, AES7 e AEI. Tratta dall'apposito sito web della Regione Emilia- Romagna. Il cono blu rappresenta l'abitato di Argenta.

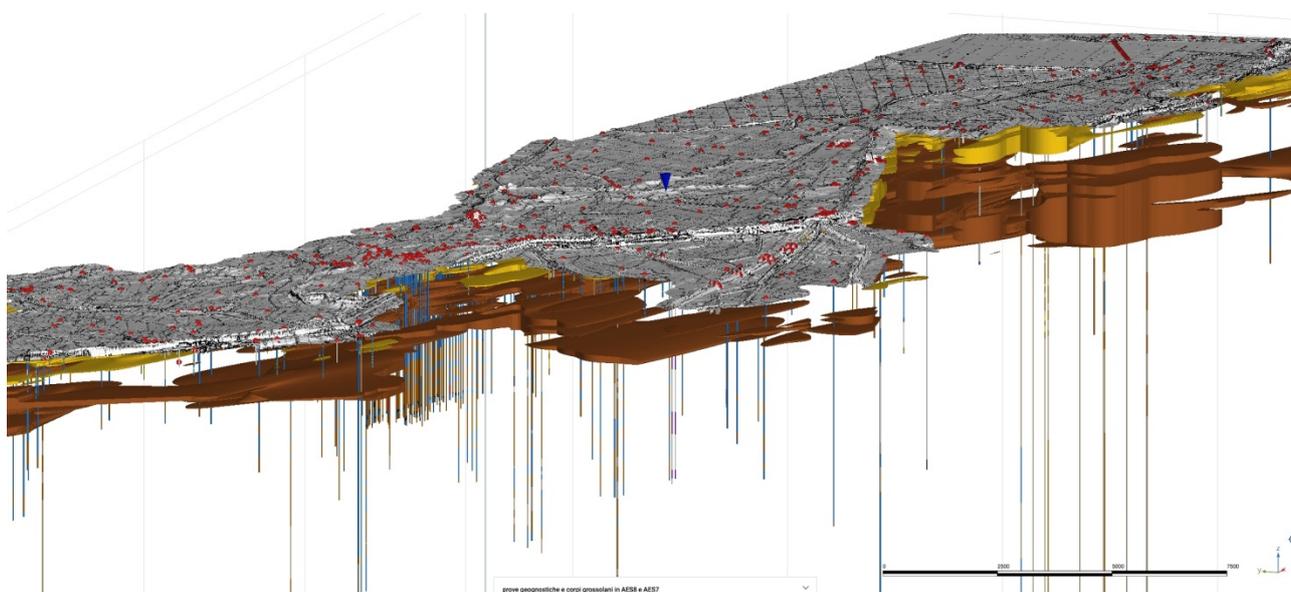


Fig. 1/4: Stralcio a Scala Libera rappresentativo delle possibilità di individuazione tridimensionale profonda dei "corpi grossolani" nei Gruppi AES8 e AES7. Tratta dall'apposito sito web della Regione Emilia- Romagna. Il cono blu rappresenta l'abitato di Argenta.

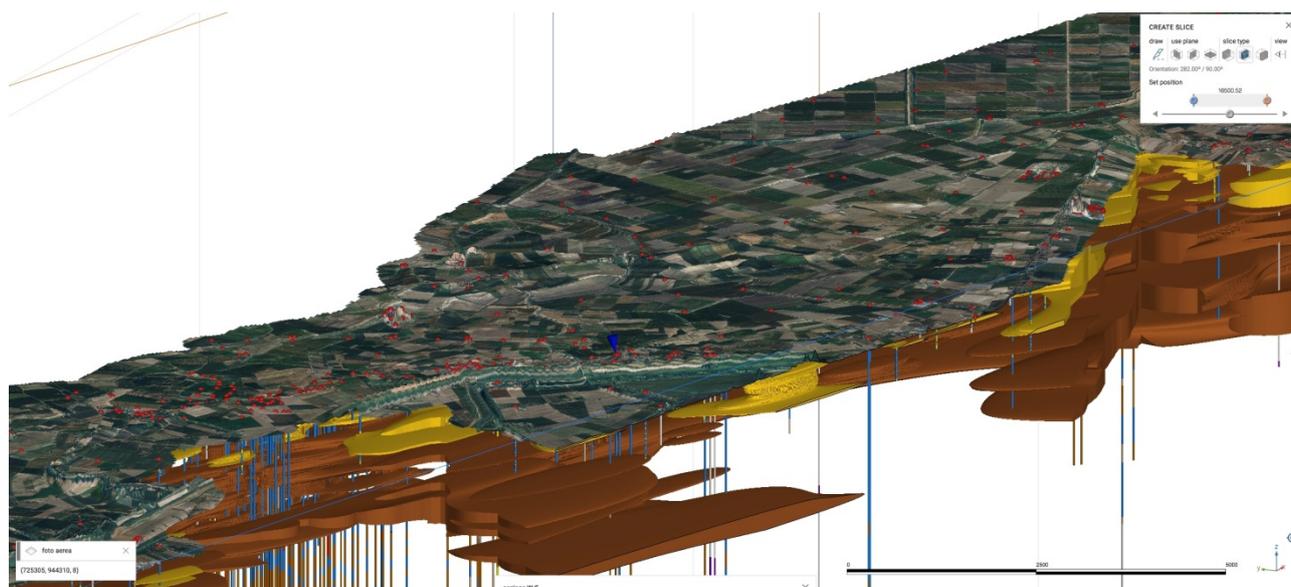


Fig. 1/5: Stralcio a Scala Libera rappresentativo delle possibilità di individuazione tridimensionale profonda Sezione Ovest- Est. Tratta dall'apposito sito web della Regione Emilia- Romagna. Il cono blu rappresenta l'abitato di Argenta.

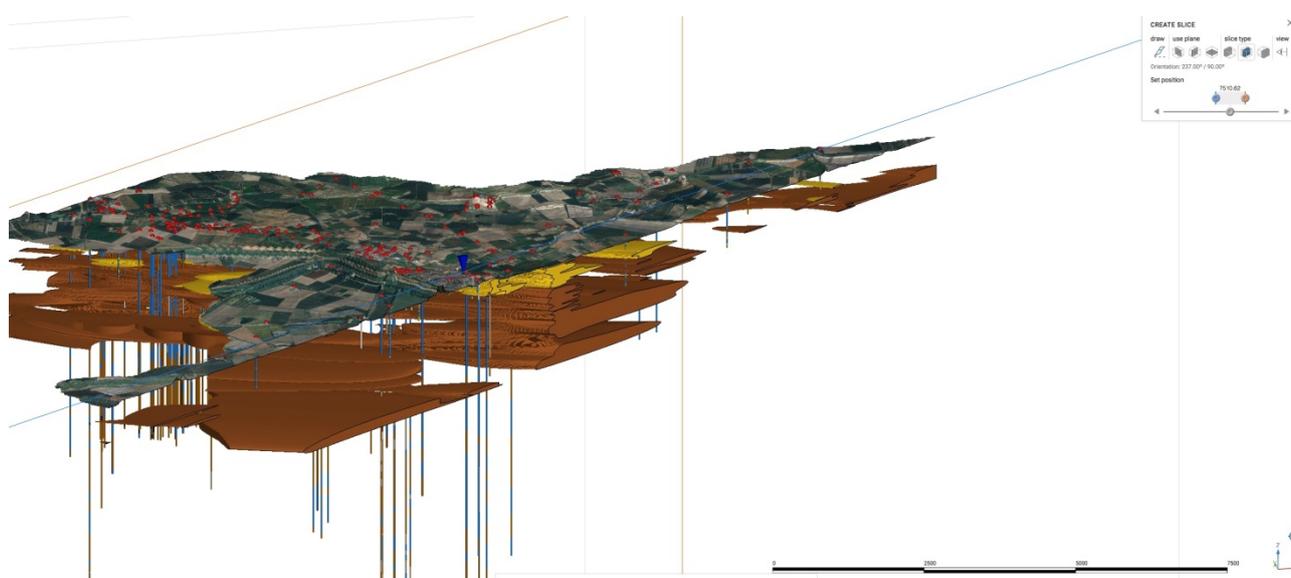


Fig. 1/6: Stralcio a Scala Libera rappresentativo delle possibilità di individuazione tridimensionale profonda Sezione Sud/Ovest-Nord/Est. Tratta dall'apposito sito web della Regione Emilia- Romagna. Il cono blu rappresenta l'abitato di Argenta.

A.2.2. ASSETTO GEOMORFOLOGICO ED EVOLUZIONE DEL TERRITORIO

L'assetto geomorfologico del territorio dell'Unione dei Comuni è quello tipicamente caratteristico delle pianure e nella fattispecie della Bassa Pianura Padana, ove il retaggio delle **divagazioni dei paleo corpi idrici**, ampiamente protrattesi nel tempo, è rappresentato da deposizioni granulari sia sepolte che superficiali. Queste ultime si conformano quindi come **dossi** che normalmente presentano modesto rilievo e forme arrotondate pure spiccano sui terreni circostanti. Per il territorio dell'Unione si rilevano anche dossi particolarmente rilevati e/o dalle forme meno arrotondate. Le divagazioni dei paleo corpi idrici

non hanno generato la pianura solo dal punto di vista geologico e deposizionale ma **hanno avuto notevole importanza anche nella definizione dei luoghi di insediamento e delle forme degli abitati** che infatti nelle larga maggioranza dei casi sono sorti lungo i dossi/in immediata continuità dei corsi idrici. In seguito è risultato particolarmente comodo **trasformare tali dossi rilevati in assi viari**, producendo importanti trasformazioni della morfologia tipica dei dossi (che naturalmente sono costituiti da paleo- argini naturali caratterizzati da forme arrotondate, spesso non sufficientemente continue e dal rilievo modesto e dalla presenza centrale della “vena idraulica” ovvero del corso idrico vero e proprio).

I dossi attualmente visibili rappresentano solamente l’ultima definizione del prolungato processo di divagazione dei fiumi e di edificazione della pianura. Più oltre, nell’apposita figura sono rappresentati (fra gli altri) i principali corpi idrici del territorio dell’Unione dei Comuni:

- **Po di Volano** a Nord, che interessa una porzione molto ridotta del Comune di Ostellato per la sola accezione idraulica (che costituisce il confine con il Comune di Tresignana a Nord), mentre l’accezione deposizionale dello stesso paleo corso idrico è ubicabile in prossimità dell’attuale corso del Canale Navigabile;
- **Po di Spina** (Spinetico) o **Padoa Vetere** o **Padoa Eridano**, le cui definizioni deposizionali attraversano il Comune di Portomaggiore da Nord- Ovest a Sud- Est;
- **Po di Primaro** che, sia come definizione idraulica del Po Morto di Primaro che in seguito come definizione paleo deposizionale ed infine come attuale corpo idrico del Fiume Reno interessano il territorio del Comune di Argenta costituendone una sorta di spina dorsale che marca i confini verso Ovest col Comune di Ferrara e verso Sud con le Province di Bologna e di Ravenna.

Numerosi **corpi idrici secondari** costituiscono una **fitta rete divagativa** che si dipana fra i corpi principali sopra definiti, fra questi possono individuarsi i principali:

- il **Sandolo/Persico**: che unisce il Po Spinetico a Nord col Primaro a Sud; che con riferimenti attuali collega le frazioni di Runco (nel Comune di Portomaggiore) e Consandolo (nel Comune di Argenta) e origina una complessa rete di ulteriori corsi idraulici e di dossi;
- il “Sistema” **Sabbiosola- Bandissolo- Benvignante** (con riferimento agli attuali corpi idrici che ripercorrono ubicazioni passate), originato dallo stesso Sandolo/Persico, poco a Nord- Ovest di Consandolo. Trattasi di un complesso sistema divagativo che con direzione Sud- Est bypassava il corso del Primaro e si raccordava alle allora ben più estesi Valli del Mantello in corrispondenza dell’attuale abitato di Menate (nel Comune di Argenta) o meglio poco a Nord di tale abitato. Anche in tal caso si rileva una fitta rete paleo- divagativa e dossi non particolarmente rilevati, che in pratica interessano i soli abitati di Bando e La Fiorana. Altre divagazioni paleo idriche pur fitte rivestono importanza minore.

Si aggiunga che la porzione del Comune di Argenta in destra idraulica dell’attuale Fiume Reno vede la presenza di divagazioni di origine appenninica bolognese ascrivibili ai paleo corsi di Savena, Idice e Sillaro. Si osservi che mentre le deposizioni legate al Grande Delta Storico del Fiume Po ed ai suoi rami meridionali (in precedenza descritti) sono da ricondursi a deposizioni molto distali di origine alpina, le deposizioni appenniniche sono caratterizzate da origini geologiche appenniniche e le aree di origine sono molto più prossime (poco più di un centinaio di Km o anche meno) di quelle alpine (circa 500 Km e più). Dal punto di vista petrografico e mineralogico tali differenze sono molto rilevanti.

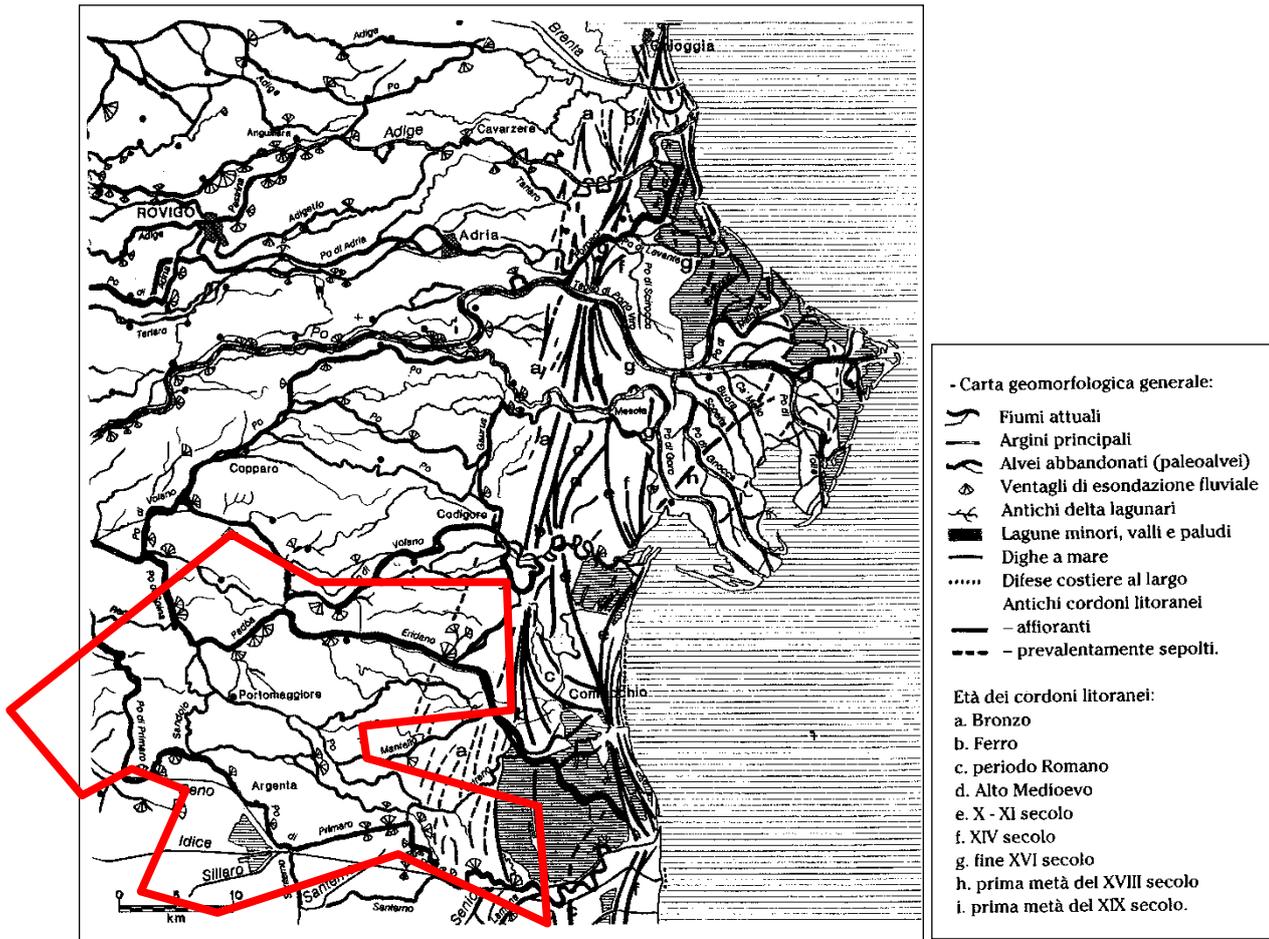


Fig. 2/1: Stralcio a Scala Libera dell'evoluzione geomorfologica della Pianura Ferrarese ad opera di M. Bondesan (1999), sono rappresentati i corsi principali del Grande delta del Po ed i territori dell'Unione, sono rappresentati altri elementi idraulici e le età delle posizioni della costa.

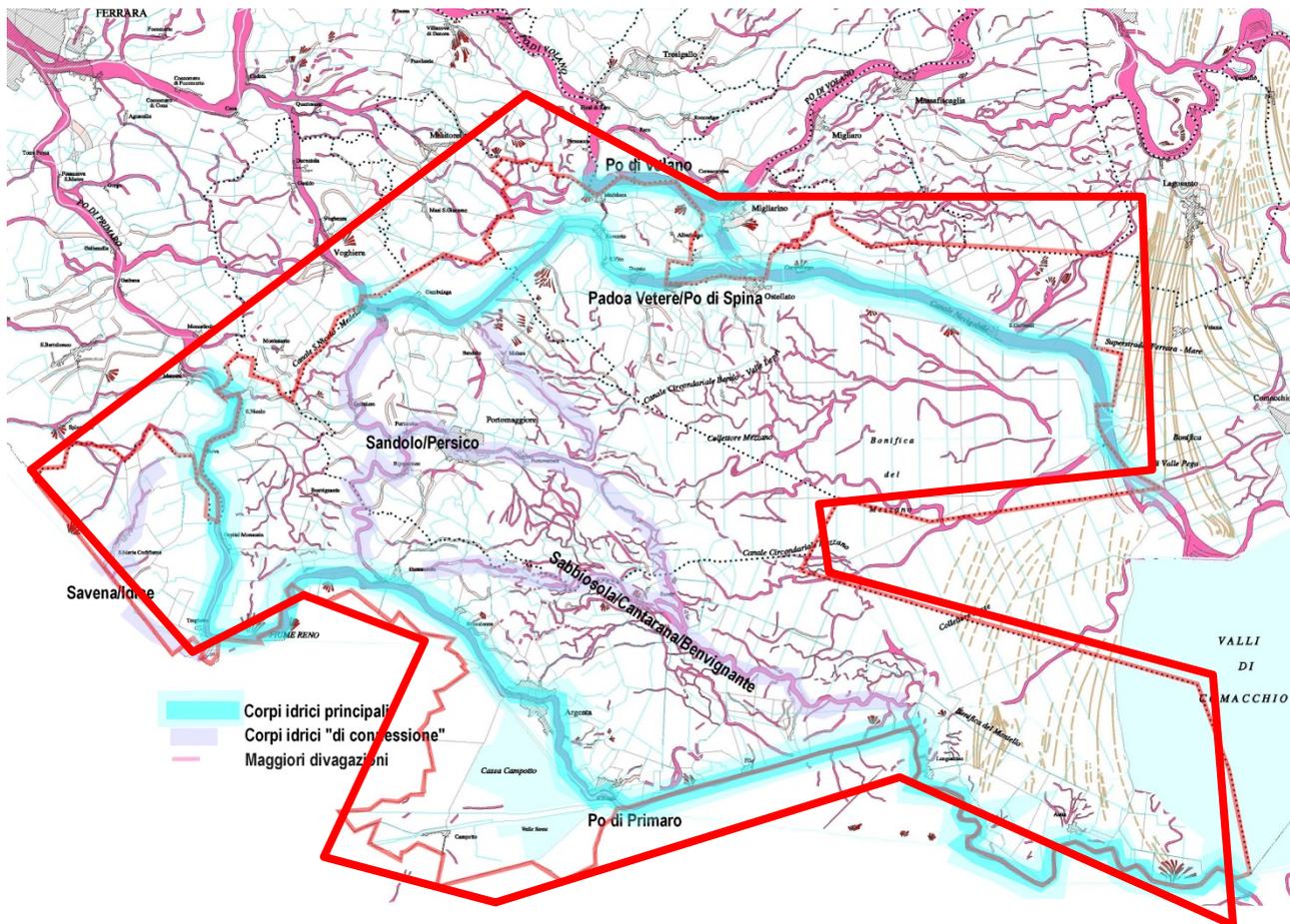


Fig. 2/2: Stralcio a Scala Libera della Carta Geomorfologica della Provincia di Ferrara (modificata dallo scrivente) nella quale sono rappresentati i corsi idrici principali e “secondari” come descritti in precedenza.

Fra le forme del territorio evidenti ed importanti, oltre ai paleoalvei/dossi vi sono i **coni di esondazione/di rotta fluviale** che si originavano all’esterno dei meandri dei paleo corsi idrici durante le piene più importanti. I paleo alvei erano infatti caratterizzati da argini naturali modestamente rilevati, il sormonto e/o la rotta di tali argini era quindi una fattispecie che poteva ripetersi ad ogni alluvione. Gli eventi di rotta potevano costituire ulteriore occasione di divagazione dello stesso corpo idrico. I corpi idrici principali quali il Primario, lo Spinetico ed il Volano hanno originato coni di rotta di dimensioni anche non trascurabili e con spessori delle deposizioni granulari (in senso lato) anche più che metriche. Infatti a carico di queste deposizioni di maggior dimensione si sono avute anche in epoca recente operazioni di estrazione delle risorse Sabbiose/Sabbioso- Limose. Nel solo Comune di Argenta, lungo il Primario, nel tratto a valle del capoluogo si possono ad esempio riscontrare tre importanti ventagli di rotta particolarmente estesi: Rotta della Buriona, della Paiazza e della Garusola. Su questi episodi le attività estrattive si sono concluse solo recentemente o sono ancora in corso. A monte di Argenta si può ricordare la rotta della Bocca del Leone (da cui il toponimo dell’omonima frazione). Ampi ed estesi ventagli di rotta, che possono essere anche coalescenti ed originare estese superfici a deposizione granulari e a geometria complessa sono riconoscibili anche poco a Sud del capoluogo di Portomaggiore in relazione al corso del Sandolo/Persico o della sua complessa rete divagativa; anche se in questi casi le deposizioni denotano spessori ridotti rispetto agli esempi del Primario di cui sopra. In generale comunque la presenza di Ventagli di Rotta/Esondazione di piccole o grandi dimensioni è un tratto ampiamente distintivo dei territori dell’Unione. Di seguito si riporta una sezione esplicativa delle morfologie tipiche di un paleoalveo/dosso comprensive delle arginature naturali, la figura esplicita le tipiche **interdigitazioni fra deposizioni granulari paleofluviali e deposizioni argillose paleovallive** (circostanti il paleo fiume) di cui si dirà più oltre in relazione.

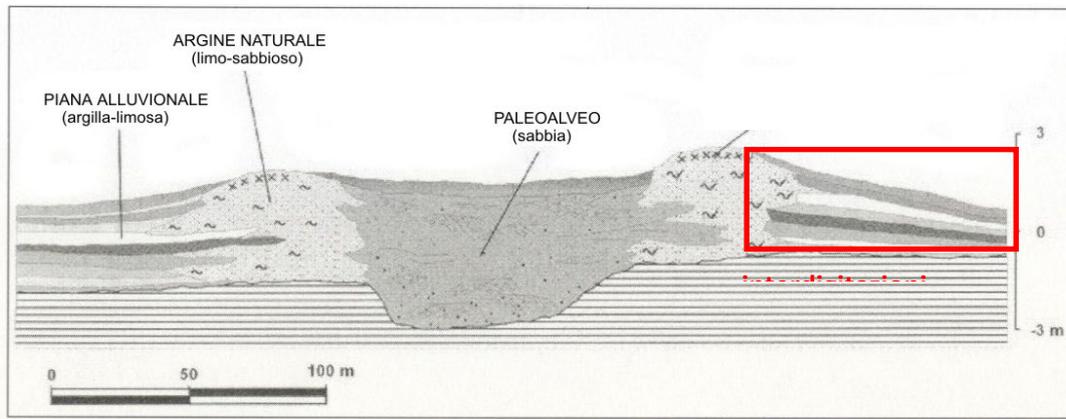


Fig. 2/3: Sezione schematica a Scala Libera di un paleoalveo che evidenzia le morfologie tipiche dei paleo argini naturali. Sono evidenziate anche le tipiche geometrie di interdigitazione fra le deposizioni granulari del paleoalveo e le deposizioni fini delle valli ad esso circostanti.

Oltre alle naturali divagazioni dei paleo corsi idrici, si debbono registrare anche **rilevanti modifiche antropiche ai corsi degli stessi fiumi** ed anche **“drammatiche” trasformazioni all’assetto complessivo del territorio che hanno registrato la sostanziale eliminazione dei grandi bacini (Valli) ‘endoreici’ d’acqua dolce o salmastra originariamente presenti.**

Le **Valli d’acqua dolce, endoreiche**, erano presenti su di una estesa fascia di territorio che pur con notevoli soluzioni di continuità si estendeva dalla Bassa Modenese sostanzialmente sino ad Argenta (sino ad epoche storiche: XVI- XVII Sec.). La presenza di queste valli endoreiche è legata alla difficoltà dei fiumi appenninici di trovare uno sbocco a mare, questa ampia fascia di territorio vedeva infatti un complicatissimo assetto idraulico, fortemente condizionato non solo dal regime torrentizio dei corsi idrici appenninici ma anche dallo “strano” corso del Primaro che, puntando decisamente a Sud da Ferrara si spingeva sino all’attuale frazione di Tragheto per poi virare bruscamente verso Est ovvero verso il mare (ampiamente meandreggiando). Il Primaro era caratterizzato da un dosso molto rilevato che si era fortemente accresciuto all’interno di ambienti di pianura distale, dove anche modeste differenze di quota del piano campagna rappresentavano ostacolo rilevante al deflusso delle acque. Le acque dei torrenti appenninici non solo non potevano essere recapitate in Primaro ed “andavano a sbattere” contro il suo dosso ampiamente rilevato ma per tale motivo nemmeno arrivavano a mare. Erano cioè presenti ampie valli interne d’acqua dolce. L’incongruità delle quote idrauliche del Primaro ad accogliere le acque appenniniche potrebbe essere ascritta alle strutture geologiche regionali sommerse e/o agli di antichi eventi sismici. Le valli presenti fra Argenta, Marmorta (si noti il toponimo), Molinella, Baricella e su su sino a Malalbergo ecc. vennero estinte solamente a seguito della regolarizzazione del Fiume Reno (fine ‘700- primi dell’800) la cui ampia ansa verso Est in corrispondenza di Sant’Agostino testimonia delle “tribolazioni” idrauliche naturali.

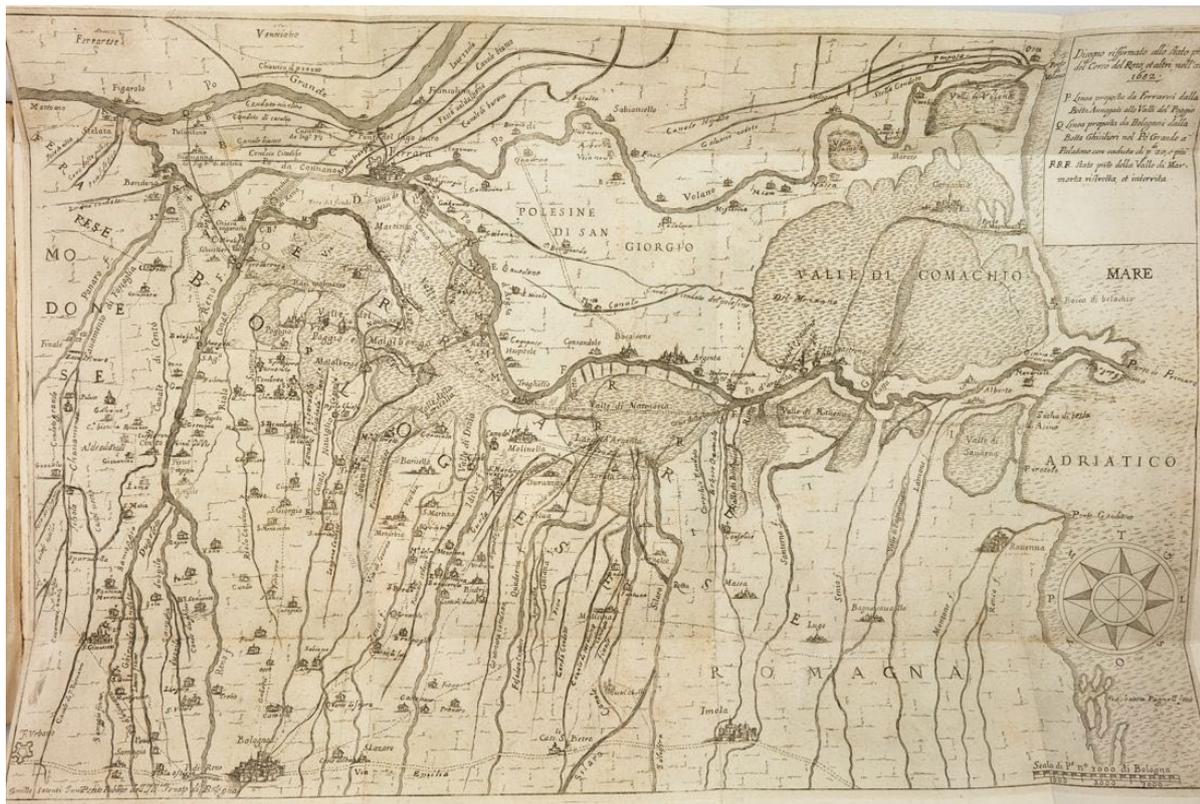


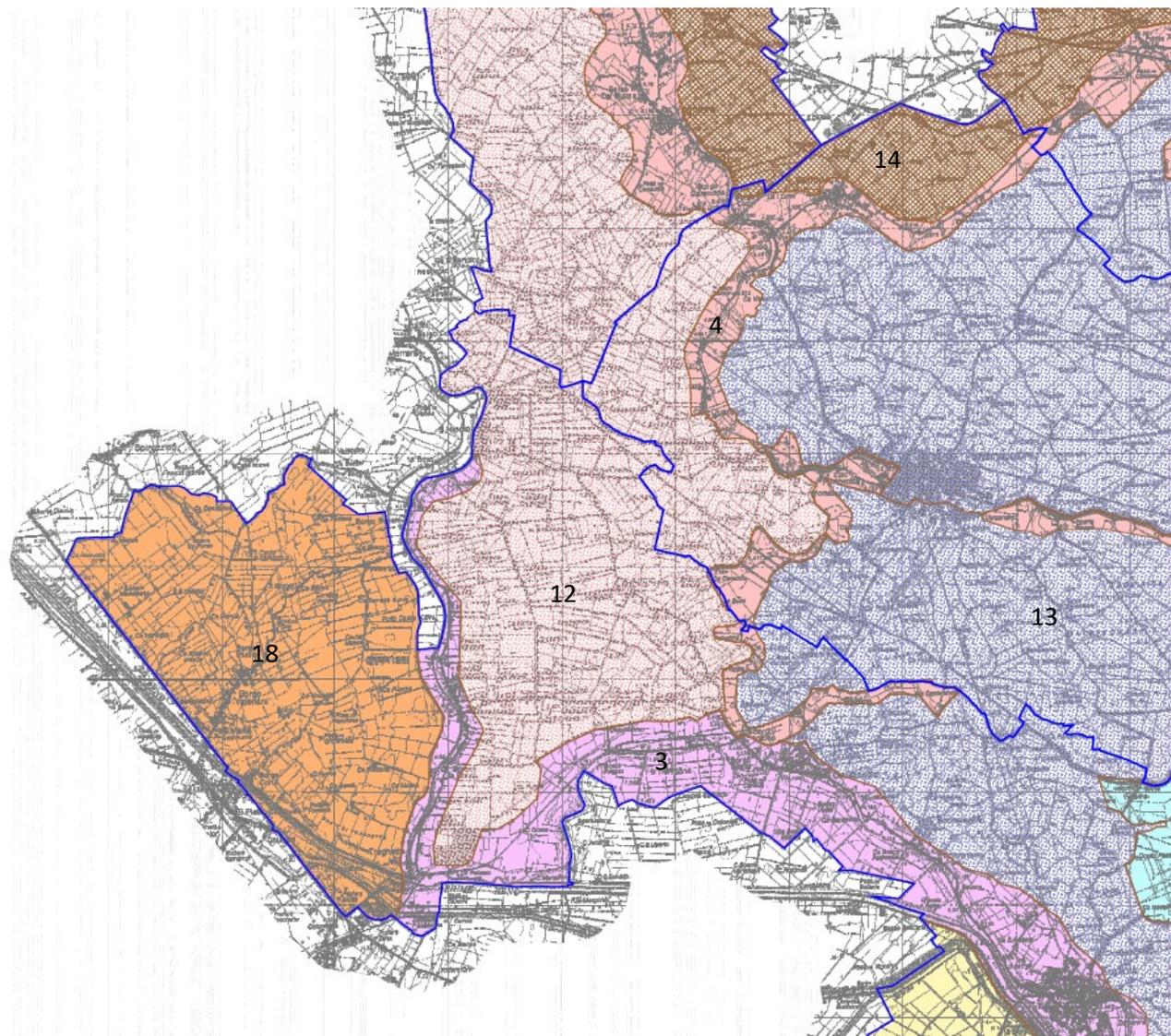
Fig.

2/4: Giovanni Domenico Cassini: Riproduzione di una delle carte contenuto nel documento “ Raccolta di varie scritture e notizie concernenti l’interesse della remotione del Reno dalle Valli, fatta in Bologna l’anno 1682. Scala Libera.

Ad oggi gli ultimi relitti padani di tali valli d’acqua dolce sono rinvenibili nel territorio dell’Unione per superfici molto ridotte. Ad esse possono essere ascritte le Valli di Argenta e Campotto e Valle Santa che attualmente si configurano come cassa d’espansione idraulica delle piene del Reno, dell’Idice e del Sillaro ed a servizio del nodo idraulico di Saiarino e Valle Santa (di cui si dirà in altra parte della presente relazione).

Verso la costa erano invece presenti **estese Valli Salmastre**, generate dalla commistione fra le acque dei corsi idrici che pur in prossimità della costa, data la bassissima energia idrodinamica ‘residuale’ ed in corrispondenza di ostacoli altimetrici pur molto ridotti, generavano le enormi paludi costiere. Dove appunto si registrava la varia (e variabile) commistione fra le acque dolci fluviali e le acque salate di ingressione marina (la complessa combinazione della circolazione delle varie acque avveniva attraverso la mutevole rete degli affluenti, delle bocche a mare, delle maree ecc.). In questi ambienti particolarmente depressi e fortemente anossici la relazione fra subsidenza e la bassissima energia idrodinamica consentita dalla fase terminale dei fiumi, che consentiva il trasporto e la messa in posto dei soli sedimenti fini, ha realizzato la deposizione di **grandi spessori di argille organiche, fortemente organiche e Torbe**.

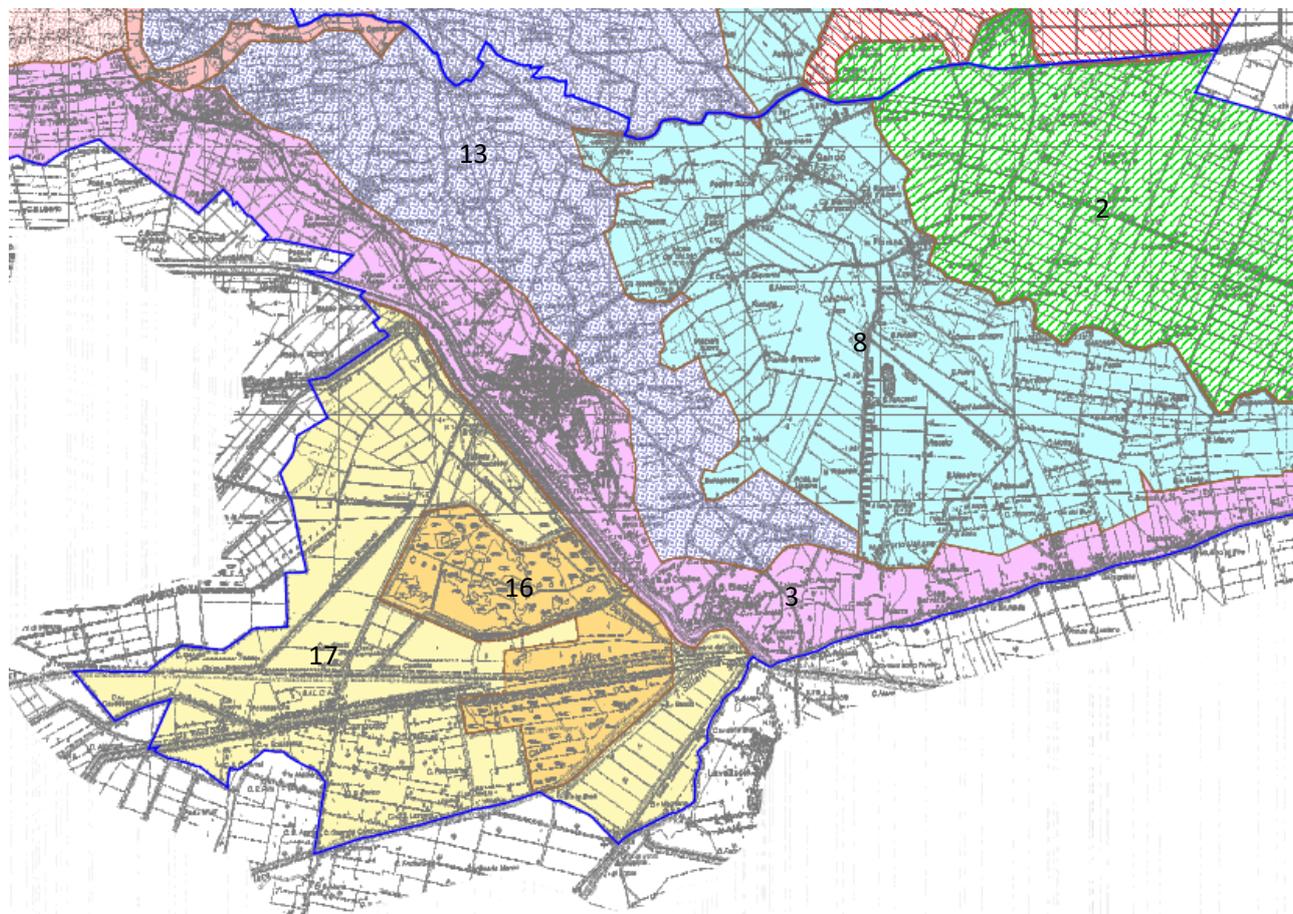
Queste estese superfici che attualmente si configurano come terreni agricoli di notevoli estensioni hanno visto le operazioni di bonifica iniziare e protrarsi e trovare compimento definitivo in varie epoche storiche che, per i territori dell’Unione possono però sostanzialmente essere ricondotte agli anni compresi fra i ’20 ed i ’70 del novecento, a seguito cioè della comparsa delle grandi macchine prima a vapore poi a scoppio/elettriche. Le opere di bonifica sono procedute nel tempo dalle valli più interne, trovando infine compimento con la grande bonificazione di un’ampia porzione delle Valli di Comacchio (delle quali attualmente sono presenti circa un terzo dell’ambiente originario). Di seguito si riportano rappresentazioni cartografiche delle singole aree di bonifica del territorio dell’Unione dei Comuni.



Unità fisiografiche

- 1 - Ex area valliva "Bonifica del Mantello" (1931) con paleodune sub-affioranti e affioranti
- 2 - Ex area valliva "Bonifica del Mantello" (1931) con paleoalvei minori e bacini interfluviali
- 3 - Dominio fluviale del fiume Primaro-Reno
- 4 - Dominio fluviale del fiume Padoa-Eridano
- 5 - Dominio fluviale del fiume Po di Volano
- 6 - Ex area valliva "Bonifica del Mezzano" (1964) con paleodune sub-affioranti e affioranti
- 7 - Ex area valliva "Bonifica del Mezzano" (1964) con paleoalvei minori e bacini interfluviali
- 8 - Ex area valliva "Bonifica della Galavronara-Forcello-Mantello" (1878)
- 9 - Ex area valliva "Bonifica Valle Gallare" (1878)
- 10 - Ex area valliva "Bonifica valle Trebba" (1919)
- 11 - Ex area valliva "Bonifica area Cavalieri"
- 12 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Primaro e il Po Spinetico-Sandolo
- 13 - Bacino interfluviale compreso tra il Padoa-Eridano e il Sandolo-Primaro
- 14 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Volano e il Padoa-Eridano
- 15 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Volano e il Po
- 16 - Area Valliva Valle Campotto - Valle Santa
- 17 - Bacino interfluviale fra il Po di Primaro, l'Idice e il Sillaro
- 18 - Bacino interfluviale fra il Po di Primaro e il paleoalveo del fiume Reno (Valli Vecchio Reno)

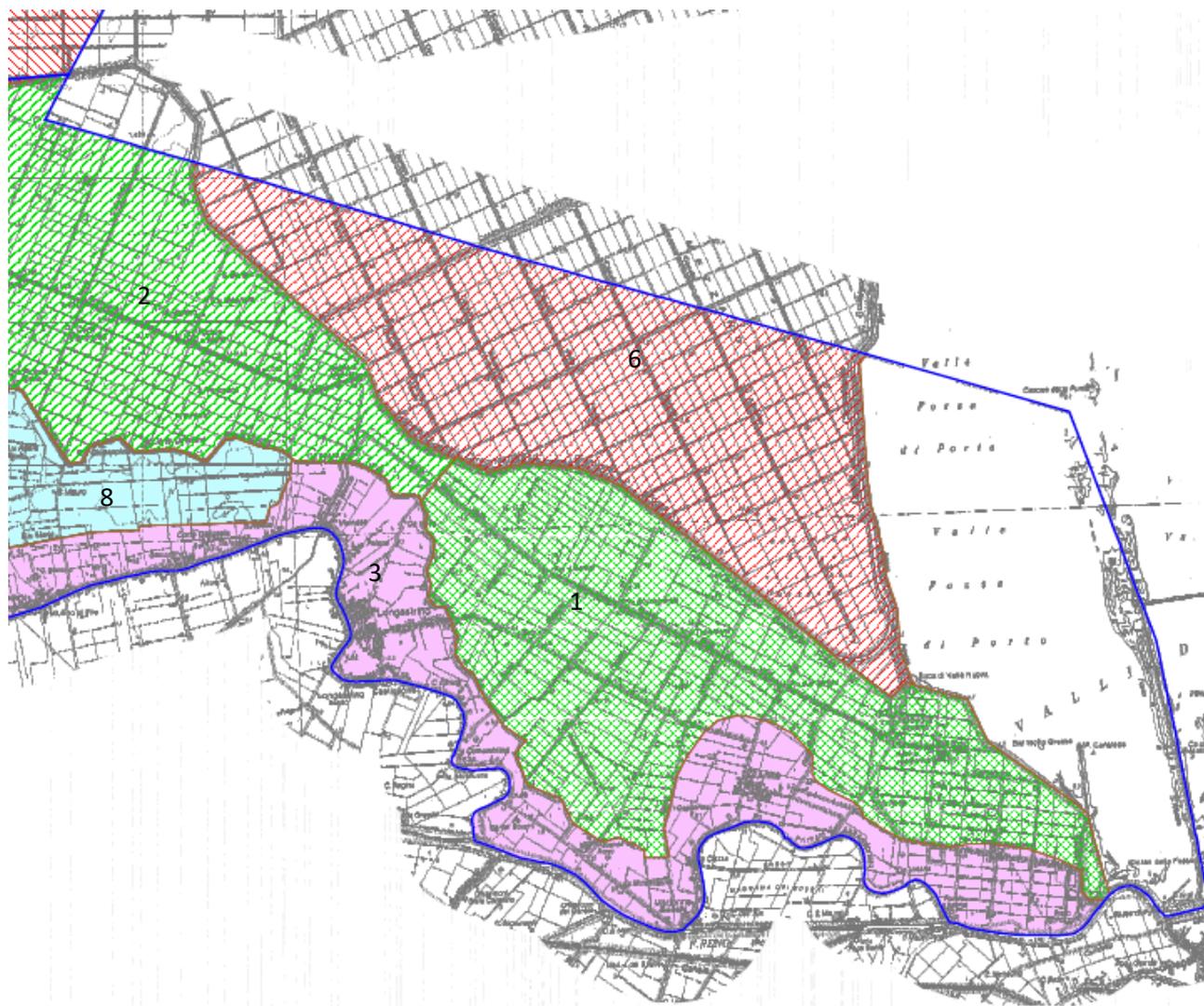
Fig. 2/5: Rappresentazione a Scala Libera e Legenda delle singole aree di bonifica del territorio dell'Alto Argentano e della porzione Ovest del Comune di Portomaggiore.



Unità fisiografiche

- 1 - Ex area valliva "Bonifica del Mantello" (1931) con paleodune sub-affioranti e affioranti
- 2 - Ex area valliva "Bonifica del Mantello" (1931) con paleovalvei minori e bacini interfluviali
- 3 - Dominio fluviale del fiume Primaro-Reno
- 4 - Dominio fluviale del fiume Padoa-Eridano
- 5 - Dominio fluviale del fiume Po di volano
- 6 - Ex area valliva "Bonifica del Mezzano" (1964) con paleodune sub-affioranti e affioranti
- 7 - Ex area valliva "Bonifica del Mezzano" (1964) con paleovalvei minori e bacini interfluviali
- 8 - Ex area valliva "Bonifica della Galavronara-Forcello-Mantello" (1878)
- 9 - Ex area valliva "Bonifica Valle Gallare" (1878)
- 10 - Ex area valliva "Bonifica valle Trebba" (1919)
- 11 - Ex area valliva "Bonifica area Cavalieri"
- 12 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Primaro e il Po Spinetico-Sandolo
- 13 - Bacino interfluviale compreso tra il Padoa-Eridano e il Sandolo-Primaro
- 14 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Volano e il Padoa-Eridano
- 15 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Volano e il Po
- 16 - Area Valliva Valle Campotto - Valle Santa
- 17 - Bacino interfluviale fra il Po di Primaro, l'Idice e il Sillaro
- 18 - Bacino interfluviale fra il Po di Primaro e il paleoalveo del fiume Reno (Valli Vecchio Reno)

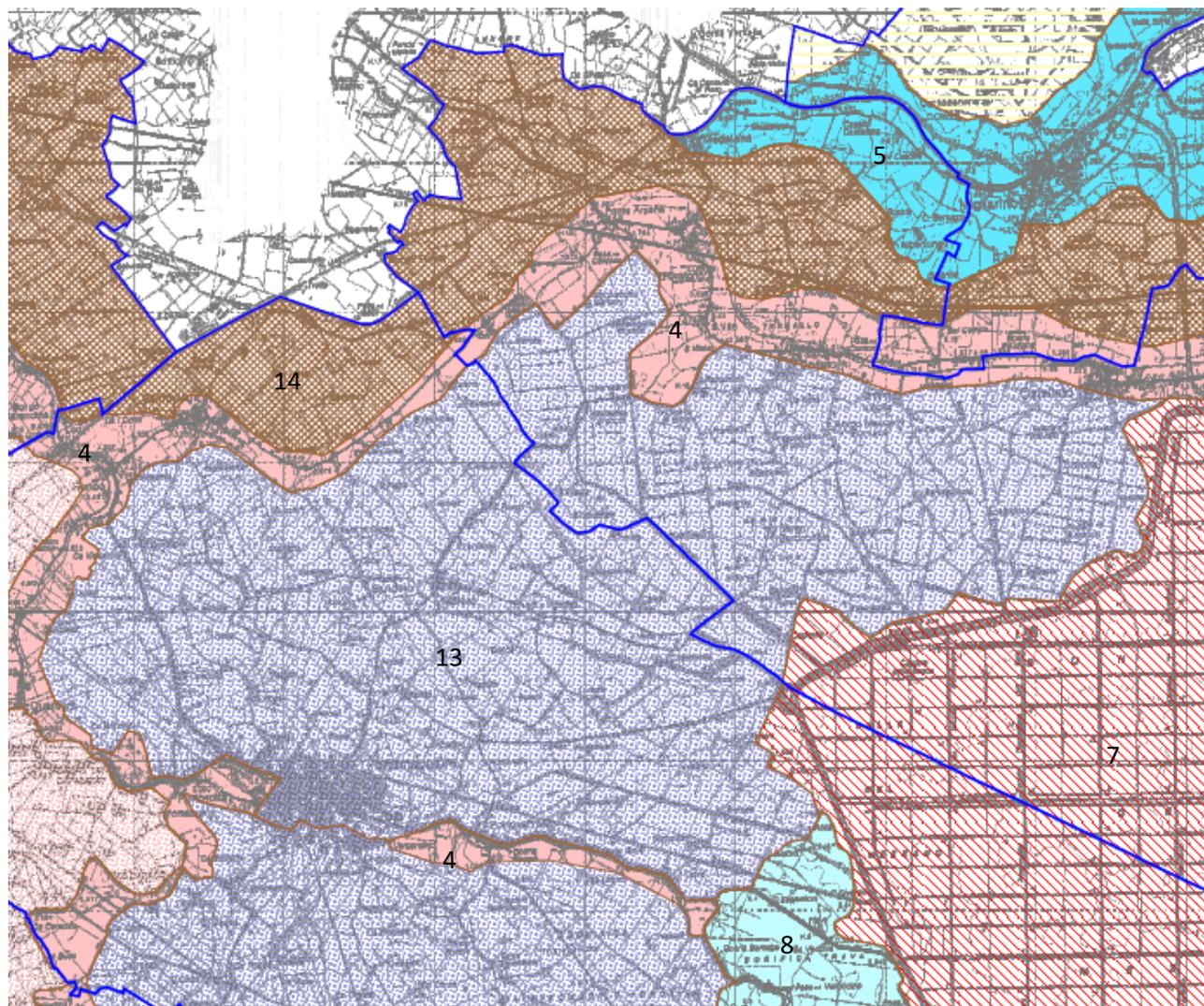
Fig. 2/6: Rappresentazione a Scala Libera e Legenda delle singole aree di bonifica del territorio del medio Argentano.



Unità fisiografiche

- 1 - Ex area valliva "Bonifica del Mantello" (1931) con paleodune sub-affioranti e affioranti
- 2 - Ex area valliva "Bonifica del Mantello" (1931) con paleoalvei minori e bacini interfluviali
- 3 - Dominio fluviale del fiume Primaro-Reno
- 4 - Dominio fluviale del fiume Padoa-Eridano
- 5 - Dominio fluviale del fiume Po di volano
- 6 - Ex area valliva "Bonifica del Mezzano" (1964) con paleodune sub-affioranti e affioranti
- 7 - Ex area valliva "Bonifica del Mezzano" (1964) con paleoalvei minori e bacini interfluviali
- 8 - Ex area valliva "Bonifica della Galavronara-Forcello-Mantello" (1878)
- 9 - Ex area valliva "Bonifica Valle Gallare" (1878)
- 10 - Ex area valliva "Bonifica valle Trebba" (1919)
- 11 - Ex area valliva "Bonifica area Cavalieri"
- 12 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Primaro e il Po Spinetico-Sandolo
- 13 - Bacino interfluviale compreso tra il Padoa-Eridano e il Sandolo-Primaro
- 14 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Volano e il Padoa-Eridano
- 15 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Volano e il Po
- 16 - Area Valliva Valle Campotto - Valle Santa
- 17 - Bacino interfluviale fra il Po di Primaro, l'Idice e il Sillaro
- 18 - Bacino interfluviale fra il Po di Primaro e il paleoalveo del fiume Reno (Valli Vecchio Reno)

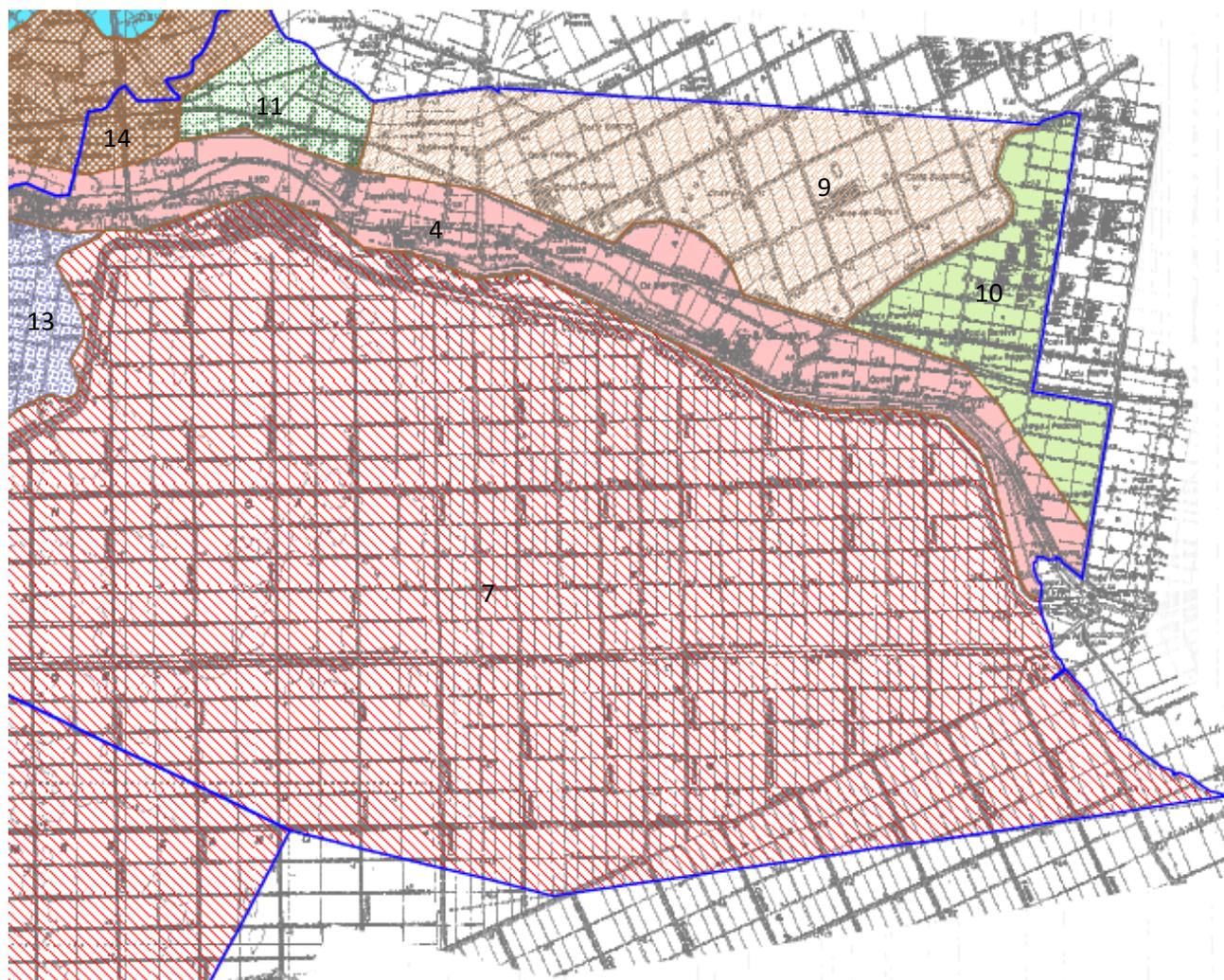
Fig. 2/7: Rappresentazione a Scala Libera e Legenda delle singole aree di bonifica del territorio del basso Argentano.



Unità fisiografiche

- 1 - Ex area valliva "Bonifica del Mantello" (1931) con paleodune sub-affioranti e affioranti
- 2 - Ex area valliva "Bonifica del Mantello" (1931) con paleoalvei minori e bacini interfluviali
- 3 - Dominio fluviale del fiume Primaro-Reno
- 4 - Dominio fluviale del fiume Padoa-Eridano
- 5 - Dominio fluviale del fiume Po di volano
- 6 - Ex area valliva "Bonifica del Mezzano" (1964) con paleodune sub-affioranti e affioranti
- 7 - Ex area valliva "Bonifica del Mezzano" (1964) con paleoalvei minori e bacini interfluviali
- 8 - Ex area valliva "Bonifica della Galavronara-Forcello-Mantello" (1878)
- 9 - Ex area valliva "Bonifica Valle Gallare" (1878)
- 10 - Ex area valliva "Bonifica valle Trebba" (1919)
- 11 - Ex area valliva "Bonifica area Cavalieri"
- 12 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Primaro e il Po Spinetico-Sandolo
- 13 - Bacino interfluviale compreso tra il Padoa-Eridano e il Sandolo-Primaro
- 14 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Volano e il Padoa-Eridano
- 15 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Volano e il Po
- 16 - Area Valliva Valle Campotto - Valle Santa
- 17 - Bacino interfluviale fra il Po di Primaro, l'Idice e il Sillaro
- 18 - Bacino interfluviale fra il Po di Primaro e il paleoalveo del fiume Reno (Valli Vecchio Reno)

Fig. 2/8: Rappresentazione a Scala Libera e Legenda delle singole aree di bonifica del territorio del medio Portuense e della porzione occidentale del Comune di Ostellato.



Unità fisiografiche

- 1 - Ex area valliva "Bonifica del Mantello" (1931) con paleodune sub-affioranti e affioranti
- 2 - Ex area valliva "Bonifica del Mantello" (1931) con paleoalvei minori e bacini interfluviali
- 3 - Dominio fluviale del fiume Primaro-Reno
- 4 - Dominio fluviale del fiume Padoa-Eridano
- 5 - Dominio fluviale del fiume Po di volano
- 6 - Ex area valliva "Bonifica del Mezzano" (1964) con paleodune sub-affioranti e affioranti
- 7 - Ex area valliva "Bonifica del Mezzano" (1964) con paleoalvei minori e bacini interfluviali
- 8 - Ex area valliva "Bonifica della Galavronara-Forcello-Mantello" (1878)
- 9 - Ex area valliva "Bonifica Valle Gallare" (1878)
- 10 - Ex area valliva "Bonifica valle Trebba" (1919)
- 11 - Ex area valliva "Bonifica area Cavalieri"
- 12 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Primaro e il Po Spinetico-Sandolo
- 13 - Bacino interfluviale compreso tra il Padoa-Eridano e il Sandolo-Primaro
- 14 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Volano e il Padoa-Eridano
- 15 - Bacino interfluviale compreso tra il Po di Volano e il Po
- 16 - Area Valliva Valle Campotto - Valle Santa
- 17 - Bacino interfluviale fra il Po di Primaro, l'Idice e il Sillaro
- 18 - Bacino interfluviale fra il Po di Primaro e il paleoalveo del fiume Reno (Valli Vecchio Reno)

Fig. 2/9: Rappresentazione a Scala Libera e Legenda delle singole aree di bonifica del territorio della porzione orientale del Comune di Ostellato.

Le rappresentazioni riportate si riferiscono alla definizione del previgente PSC dei Comuni interessati.

In merito alle operazioni di bonifica si debbono pure registrare tentativi sostanzialmente infruttuosi anche in epoca storica -rinascimentale ed ancora prima in epoca tardo medievale- sia per le porzioni più interne che per ridotte porzioni costiere della Provincia di Ferrara. Tali tentativi furono frustrati dalle scarse possibilità tecniche all'epoca disponibili dell'epoca. Lo sfruttamento agricolo di tali aree è possibile solo attraverso una rigida **regolazione antropica dello sgrondo a mare delle acque**, che avviene tramite un complesso reticolo di corpi idrici di bonifica e tramite il **sollevamento meccanico delle acque** stesse. Ciò poiché **il piano di campagna di tali superfici è ampiamente posto al di sotto del livello medio marino**. La grande estensione di terreni posti al di sotto del medio mare è una peculiarità che i territori dell'Unione condividono con il solo confinante Comune di Comacchio.

Nelle valli bonificate si può registrare una ulteriore forma peculiare dei territori dell'Unione, che indica in maniera inequivocabile **l'evoluzione della progradazione (avanzamento) della linea di costa**, che è rappresentata dai cordoni dunali. Ovvero dune di deposizione eolica di retro- spiaggia, originariamente del tutto omologhe a quelli attualmente presenti lungo l'attuale costa. Tali forme sono estesamente rilevabili nelle Valli del Mezzano in ispecie per quanto riguarda la porzione di giurisdizione argentana. Sono molto meno presenti nella pur più ampia porzione di Bonificazione del Mezzano del Comune di Ostellato (nel territorio del Comune di Comacchio intercluso fra i Comuni di Ostellato e Argenta tali dune tornano ad essere particolarmente rilevabili). Di queste dune, a seguito dell'intensa lavorazione agricola ad oggi restano ben evidenti fitti allineamenti spianati. Le viste aeree illustrano perfettamente lo spostamento della linea di costa ed anche la relativa cinematica che registra alcune rotazioni (verso Est, Sud- Est). Ovviamente la progradazione della costa si è costruita sugli apporti solidi (sedimenti) trasportati dai fiumi e depositatisi nella pianura attraverso i meccanismi di divagazione e di esondazione/rotta in precedenza descritti. Ciò ha fatto avanzare la pianura non solo in altezza. L'aumento di quota veniva ad essere gradualmente compensata dal meccanismo della subsidenza, in modo tale che fra innalzamento per deposizione ed abbassamento per subsidenza si addivenisse ad un equilibrio, tale equilibrio è però ampiamente variato nel tempo. E si deve comunque osservare che non ha consentito che i territori in questione emergessero rispetto all'attuale medio marino. L'accrescimento della pianura avveniva quindi anche in estensione, trovando spazio verso mare. Questo meccanismo non è stato uniforme nel tempo ne lo è stata la distribuzione dei sedimenti lungo la costa.

Per tornare alle divagazioni paleo fluviali occorre aggiungere che i fiumi tipici del territorio dell'Unione, specie quelli di derivazione alpina sono caratterizzati da bassa velocità di deflusso e da una corrispondente scarsa capacità di trasporto, il processo di progressivo deposito in alveo dei sedimenti sopraeleva il corso idrico rispetto alla pianura circostante. In occasione delle tracimazioni i sedimenti si depositano a ridosso del punto di tracimazione, ove vi è la più brusca diminuzione di energia idrodinamica. Tale processo (ripetuto nel tempo) oltre a creare gli argini naturali ed il dosso stesso, innalzandolo rispetto ai terreni circostanti, occupati da valli e paludi (ove cioè morivano le acque tracimate che spesso trovavano insormontabili difficoltà a ricondursi a mare). **Queste condizioni di alto topografico sono evidentemente di capitale importanza in un territorio che era soggetto a frequenti (stagionali) inondazioni e per tale ragione hanno costituito di fatto i luoghi maggiormente vocati all'impianto degli abitati**. Si aggiunga che le deposizioni granulari denotano ottime caratteristiche naturali di drenaggio e di capacità portante, effetti che soprattutto nel passato non potevano che favorire appunto l'insediamento di centri abitati e lo sviluppo delle vie di comunicazione. Si vedrà più oltre nella presente relazione come le sabbie possano presentare anche la malaugurata attitudine a liquefarsi all'atto di uno scuotimento sismico.

Data la complessità dell'evoluzione deposizionale i tipi litologici fondamentali: Argille, Limi e Sabbie si presentano o frammisti in miscele binarie o ternarie, oppure si presentano caratterizzati dal classico tema stratigrafico delle pianure, dove le deposizioni granulari (da Sabbiose a Sabbioso- Limose) si configurano come lenti o corpi festonati "sospesi"/immersi nelle prevalenti deposizioni fini quali le Argille e le Argille Oragniche/Torbe. Ambienti di transizione fra fiumi e valli circostanti sono altrettanto tipici e caratteristici e normalmente sono caratterizzati da deposizioni Limose e/o da interdigitazione (come già riportato ad precedente Figura alla quale si rimanda) di sedimenti granulari -Sabbiosi o Sabbioso- Limosi- e sedimenti coesivi – Argillosi o Argillo- Limosi. In sostanza **le particolarmente complesse geometrie delle deposizioni granulari, per le aree dell'Unione non si configurano come deposizioni ad andamento piano e orizzontale e rappresentano per il territorio dell'Unione elemento di Pericolosità co-sismica variamente localizzato.** Tale argomento verrà estesamente trattato in altra parte della presente relazione.

Mentre le deposizioni granulari presentano elevato drenaggio ed alta capacità portante, le deposizioni fini denotano bassa permeabilità, bassa capacità portante ed originano la maturazione di elevati cedimenti, maturazione che si può protrarre lungamente nel tempo. Dal punto di vista di qualsiasi edificazione, queste caratteristiche sono fortemente penalizzanti. Qualora in presenza di Argille Organiche e/o Torbe queste penalizzazioni sono ulteriormente accentuate.

Si può quindi concludere che la forma attuale del territorio dei comuni dell'Unione ha subito una evoluzione particolarmente complessa, peculiarmente condizionata non solo da componenti naturali ma anche da componenti antropiche. Le ripetute variazioni dei rapporti di equilibrio tra livello del mare, gli apporti solidi dei corsi d'acqua (variabili) l'entità e la variazione dei fenomeni di subsidenza (sia naturale che d'origine antropica) ed infine le ingenti modificazioni antropiche riconducono ad un ambiente complesso e delicato, la cui analisi è uno degli scopi del presente documento di Pianificazione, tutto ciò renderedetto compito particolarmente arduo e non riconducibile (tutt'altro!) alla sola sfera delle Scienze della Terra. Compito reso ulteriormente arduo qualora si consideri che la Pianificazione (PUG) ha anche il dovere di proiettarsi in un arco temporale futuro che si va dimostrando sempre più mutevole e sempre meno prevedibile.

Infine, poiché il meccanismo della formazione della pianura si è protratto lungamente nel tempo (anche solo limitandosi ad un periodo temporale molto ristretto conseguente la fine della Gliaciazione Wurmiana), ciò che si denota all'attuale superficie è rinvenibile anche nei singoli strati sepolti che compongono l'estremamente spesso "materasso deposizionale". Come già ampiamente descritto, i corsi idrici spostano/divagano il loro corso, la pianura si può quindi presentare come una sorta di torta millefoglie: ogni strato rileva sempre gli stessi elementi (paleo- corsi, ventagli di rotta ecc.) che però sono spostati nello spazio rispetto agli strati sottostanti e sovrastanti. **La Pianura è quindi un elemento geologico fortemente tridimensionale, anzi quadridimensionale (... il tempo!) e la cui morfologia attuale rappresenta solo l'ultima definizione (la fetta) sommitale.** La presenza nel sottosuolo di strutture sepolte quali depositi marini, deltizi, eolici, alluvionali, palustri, paleoalvei, ecc. costituisce elemento geologico fortemente lungi da consentire alle pianure una rappresentazione di situazione geologica semplificata e qualsiasi trasformazione del territorio dovrà prevedere una attenta e approfondita analisi della stratigrafica locale. **Ognuno degli elementi presenti, visibile o sepolto deve essere attentamente considerato potendo rappresentare elemento di penalizzazione o elemento favorevole, comunque caratterizzante il territorio.** Ogni eventuale intervento di modifica del territorio (si pensi all'intervento più intuitivo ovvero all'edificazione) dovrà addivenire ad una puntuale ed attenta comprensione delle fattispecie locali.

A.2.2.1 Elementi di analisi geomorfologica di dettaglio:

Con riferimento alla Fig. 2/2 alla quale si rimanda si riportano stralci cartografici di dettaglio la cui descrizione puntuale si ritiene non costituisca particolare interesse per il presente documento, ciò soprattutto nelle more di quanto in precedenza illustrato ovvero che le singole aree di eventuale trasformazione del territorio non possono che richiedere una attenta e approfondita caratterizzazione puntuale dell'assetto lito-deposizionale, geotecnica, geologica complessiva, idrogeologica, idraulica, sismica ecc. e ciò non può rientrare nelle finalità complessive di un documento di pianificazione.

Nella sostanza si ritiene sufficiente nella presente fase riportare alcune cartografie di dettaglio atte in primis a dar conto della complessità già descritta in precedenza, senza per questo dover descrivere con eccessiva (per il presente documento) dovizia di particolari le varie situazioni localizzate. Si ritiene che uno strumento di pianificazione non debba eccedere la propria scala di definizione.

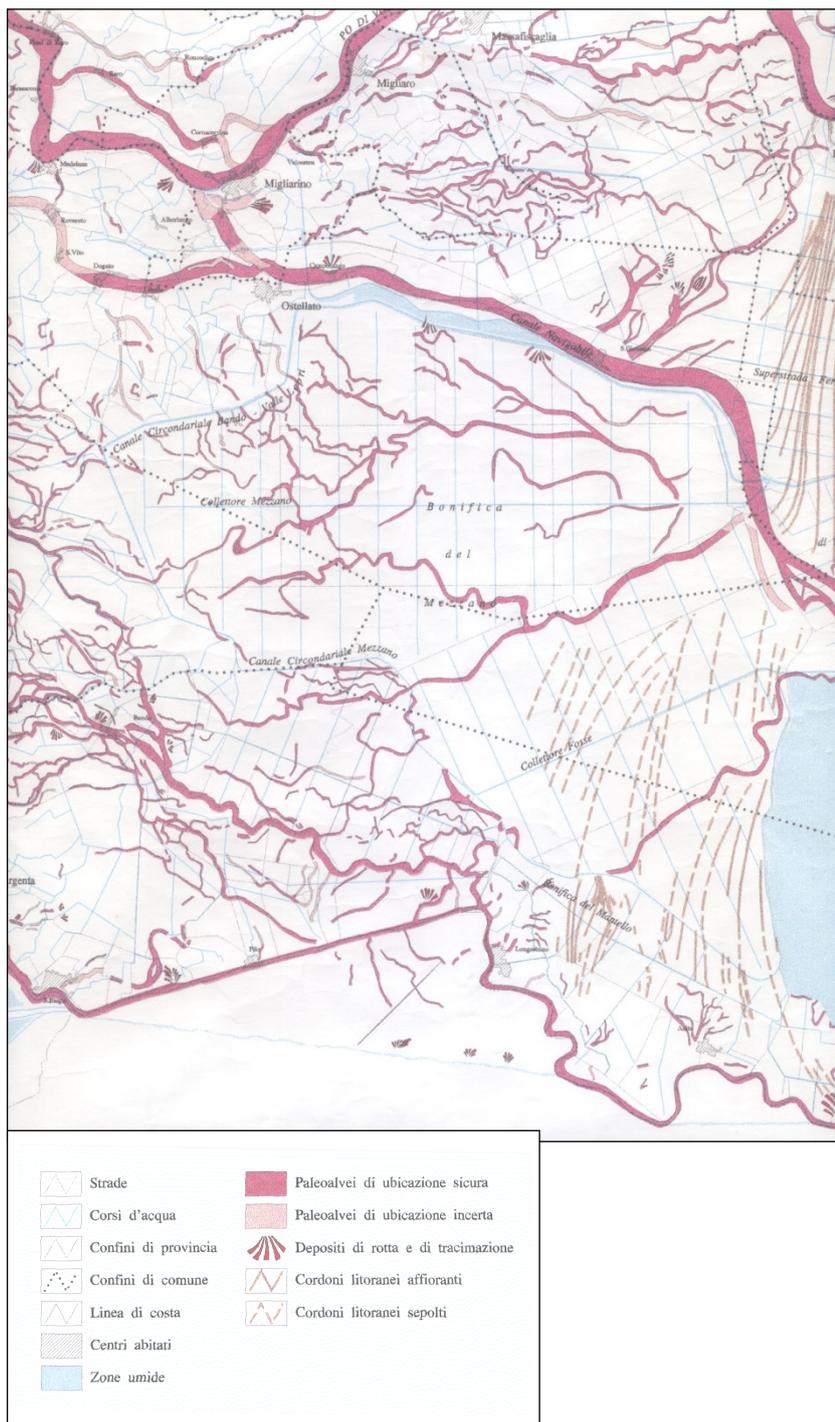


Fig. 2/10: Stralcio/dettaglio a Scala Libera della carta geomorfologica della provincia di Ferrara, porzione est.

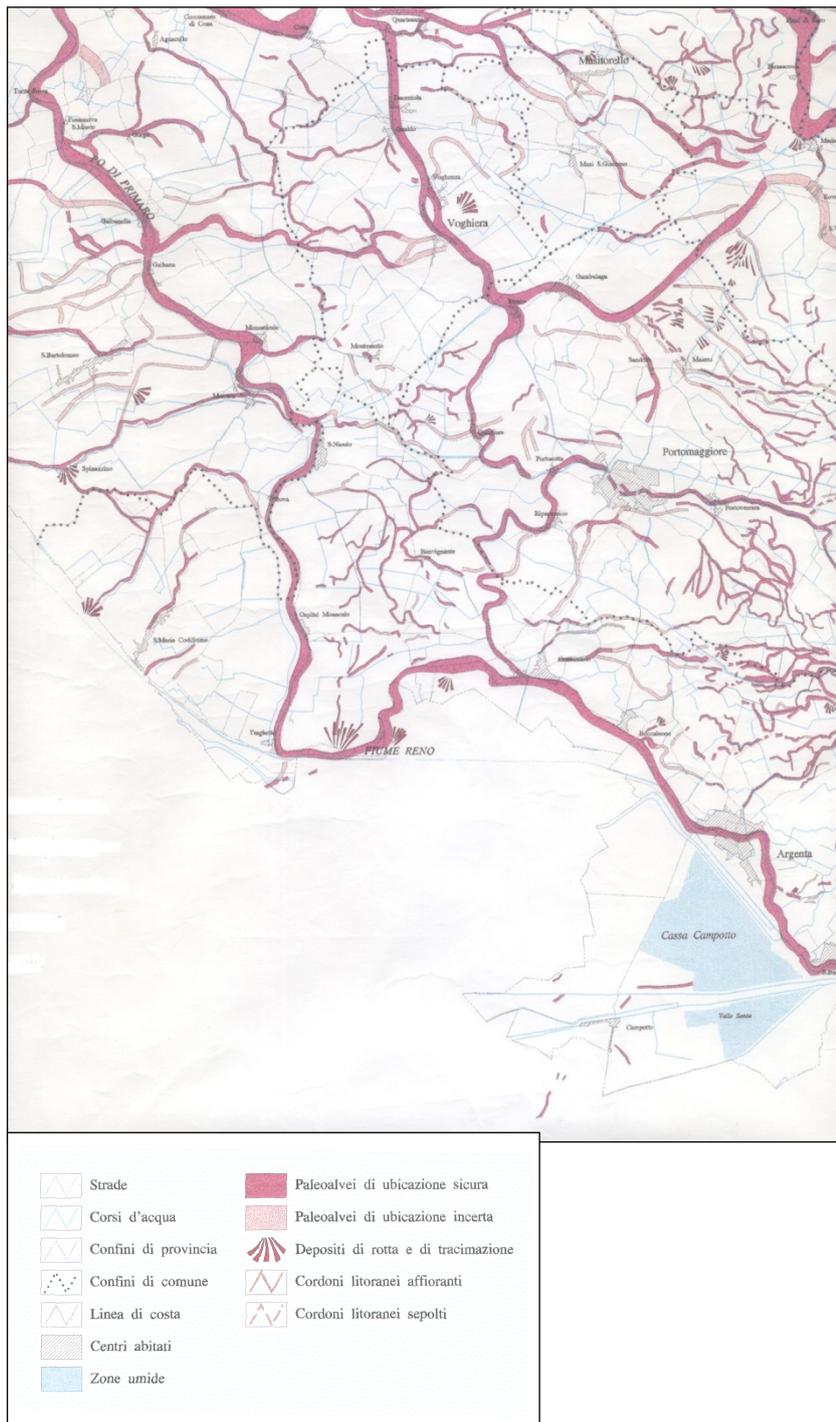


Fig. 2/11: Stralcio/dettaglio a Scala Libera della carta geomorfologica della provincia di Ferrara, porzione Ovest.

A.2.3 IL CONTESTO DEPOSIZIONALE COMPLESSIVO

Si può concludere che in base a quanto riportato il territorio dell'Unione sia caratterizzato dalla presenza di deposizioni sciolte. Dall'analisi della cartografia geologica di riferimento (presente all'apposito data-base della Regione Emilia- Romagna) si individua la complessa storia divagativa e di formazione della pianura in precedenza descritta.

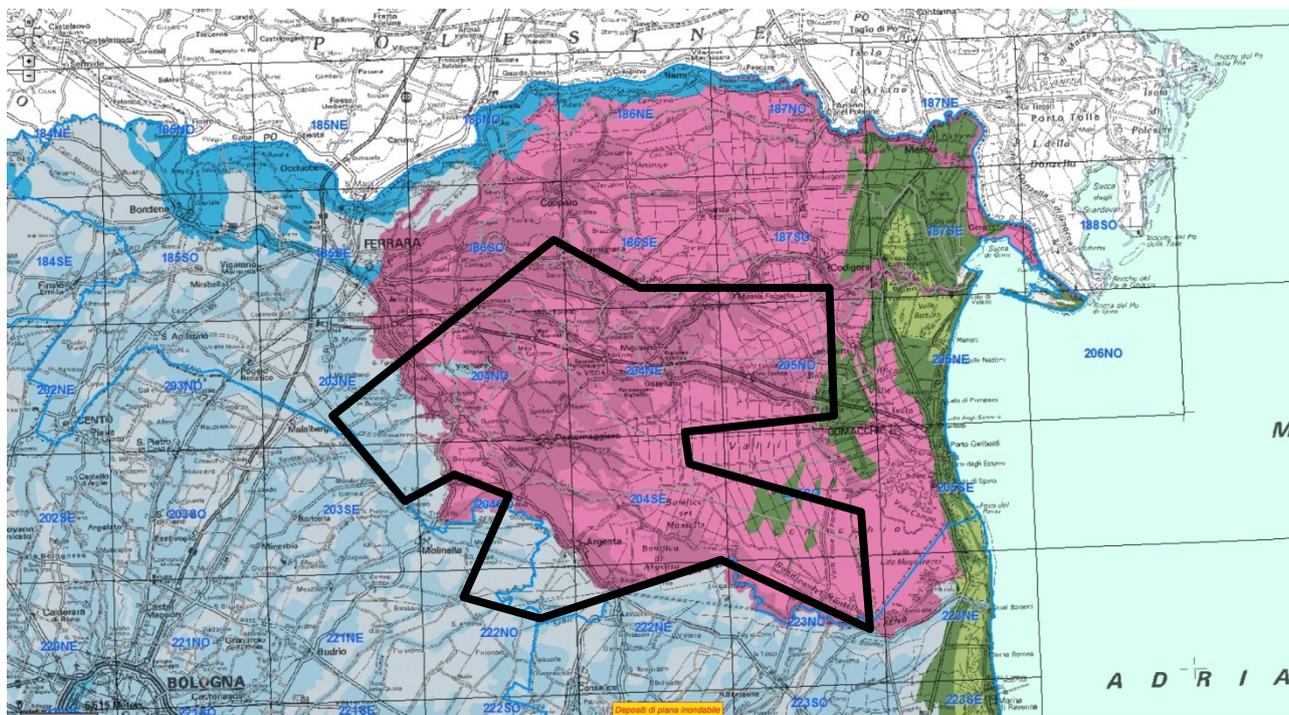


Fig. 3/1: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 250 000). Scala Libera. Le deposizioni individuate nelle tonalità del viola indicano derivazione alpina delle deposizioni locali, ascrivibili al grande edificio del paleo Delta del Po; nelle tonalità azzurre sono riportate le deposizioni di derivazione appenninica infine nelle tonalità del verde sono riportate le dune eoliche.

Per l'esteso territorio dell'Unione si possono individuare numerosi ambienti deposizionali distinti, quali:

- Depositi di canale distributore, argine e rotta fluviale; ascrivibili sia al grande edificio storico del Delta del Po che ai torrenti appenninici (per il solo Comune di Argenta);
- Depositi di area interdistributrice;
- Depositi di cordone litorale e duna eolica;
- Depositi di piana inondabile.

Come di seguito riportati alle apposite figure.

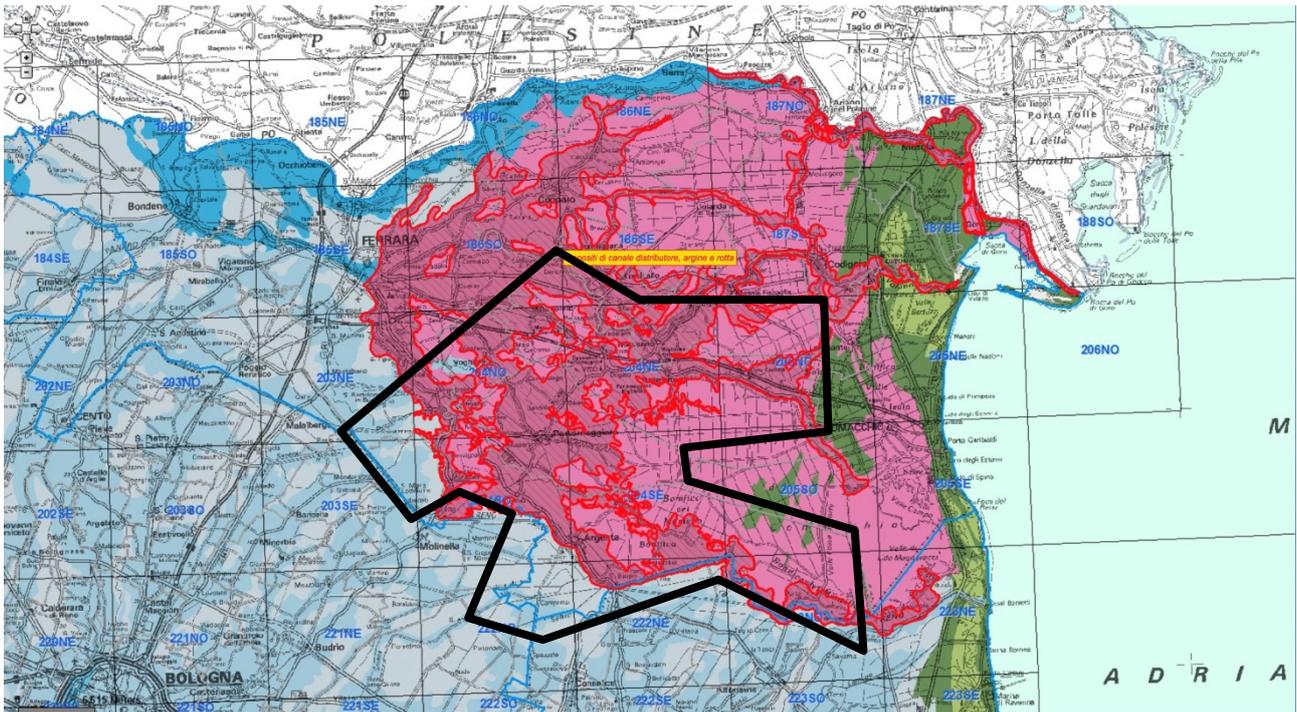


Fig. 3/2: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 250 000). Scala Libera. Sono evidenziati in rosso i Depositi di canale distributore, argine e rotta.

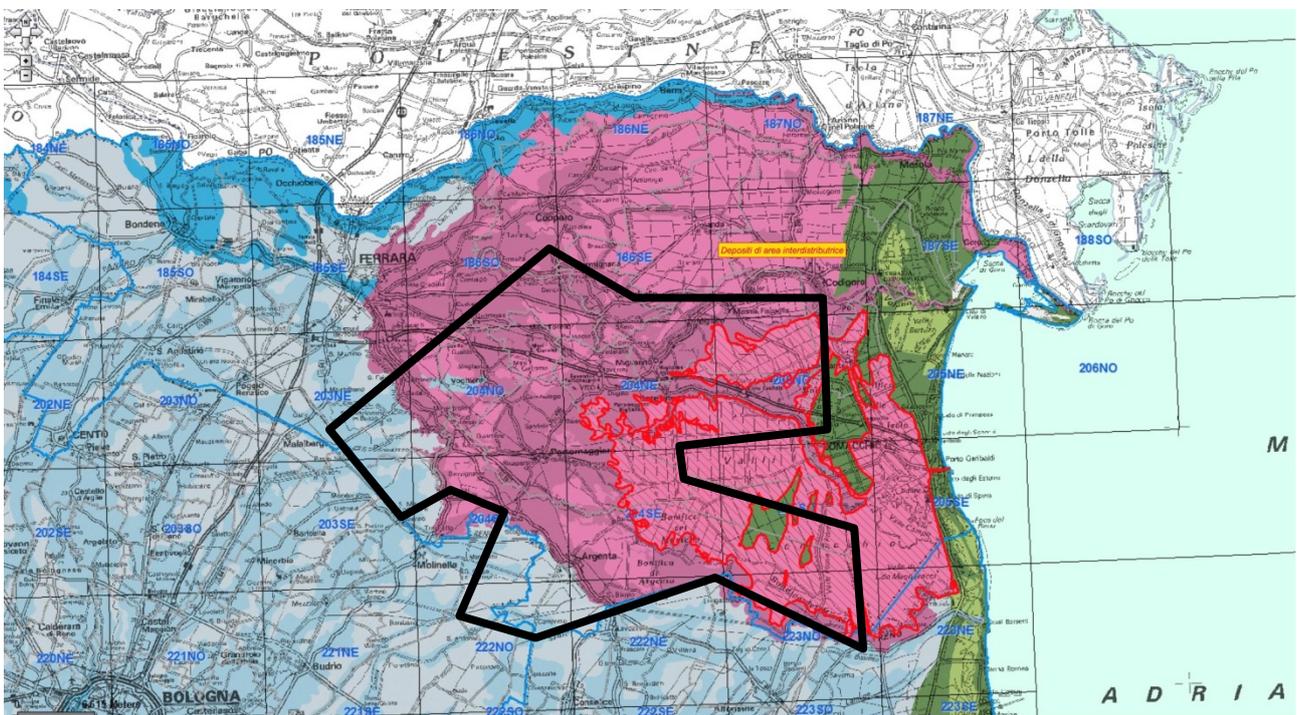


Fig. 3/3: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 250 000). Scala Libera. Sono evidenziati in rosso i Depositi di area interdistributrice (la maggiore dell’Unione dei Comuni, quella delle Valli del Mezzano/Comacchio); tutte le restanti porzioni individuate dal viola più chiaro (ben evidenti) sono ulteriori bacini di aree interdistributrici, occluse fra i singoli corsi idrici.

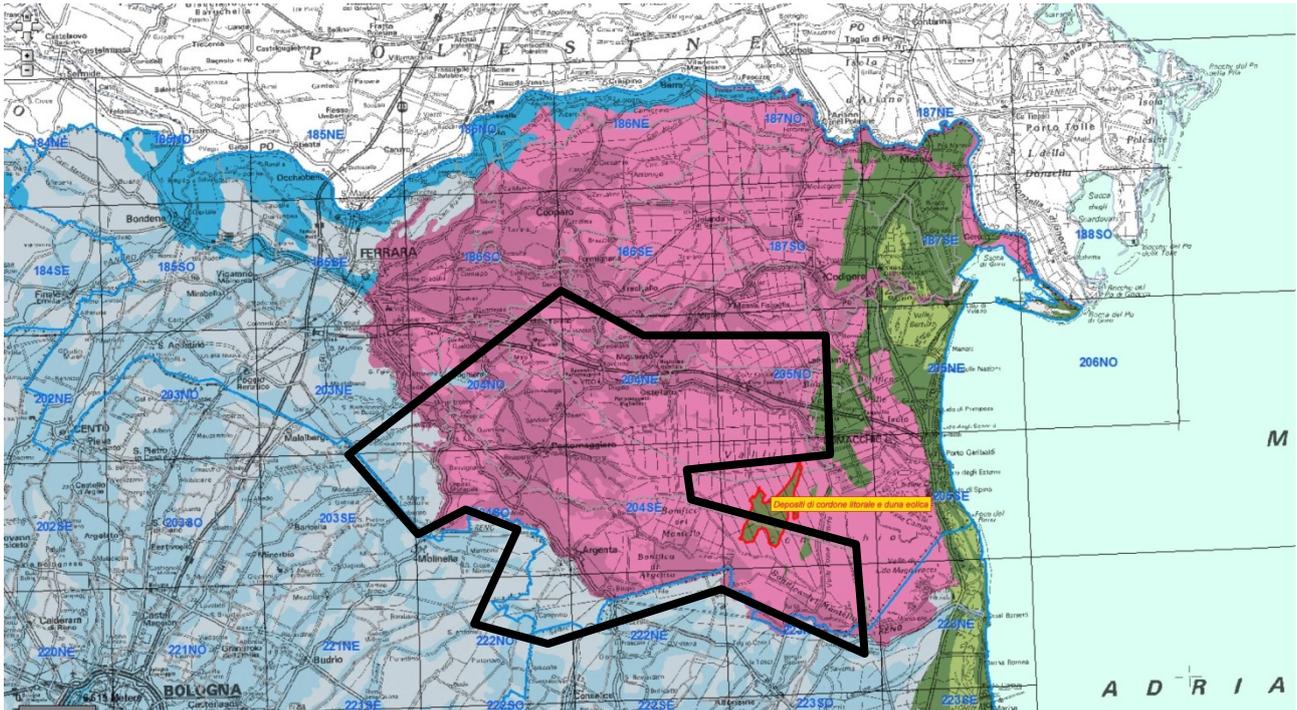


Fig. 3/4: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 250 000). Scala Libera. Sono evidenziati in rosso i Depositi di cordone litorale e dune eoliche.

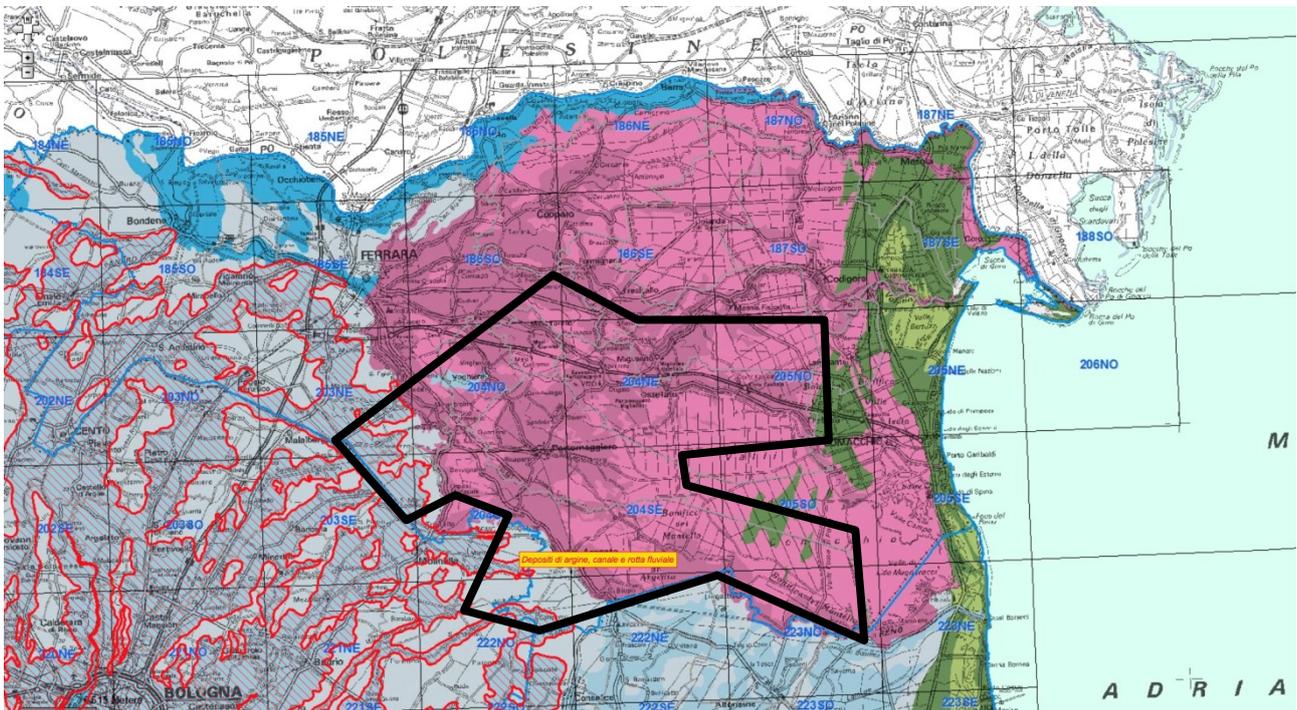


Fig. 3/5: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 250 000). Scala Libera. Sono evidenziati in rosso i Depositi di canale distributore, argine e rotta dei torrenti appenninici presenti in destra Reno.

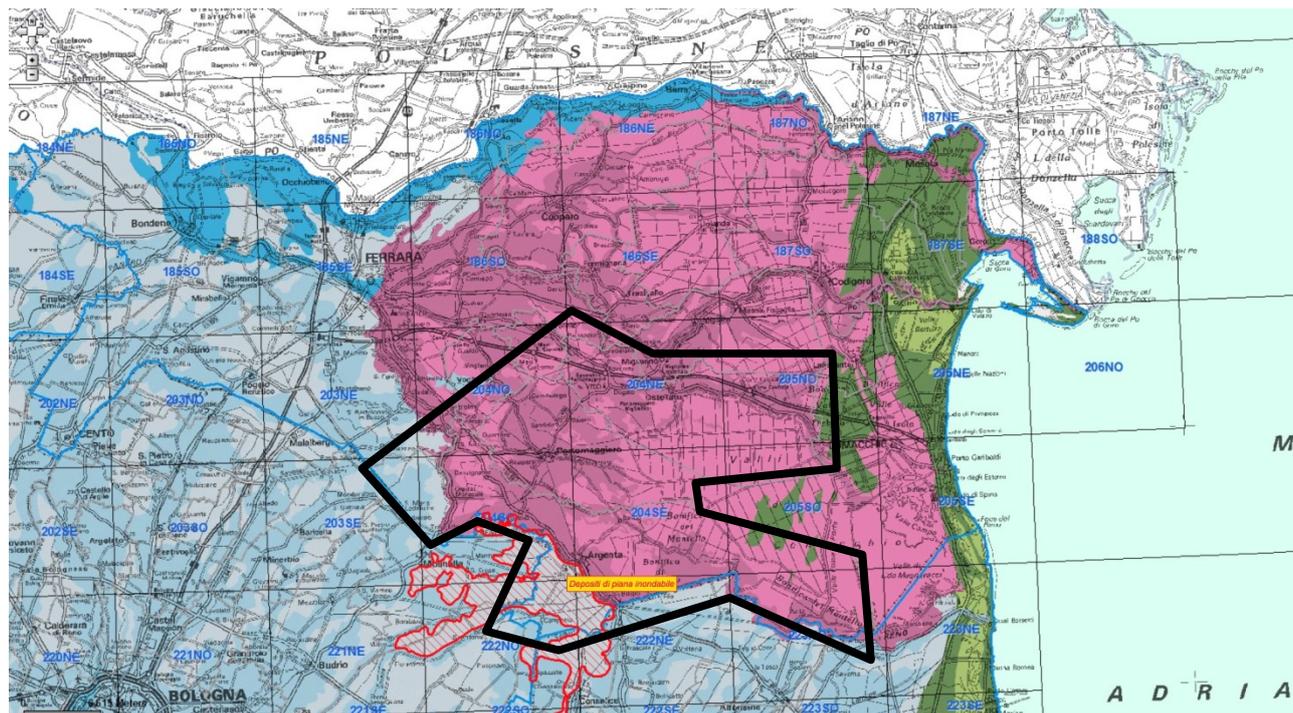
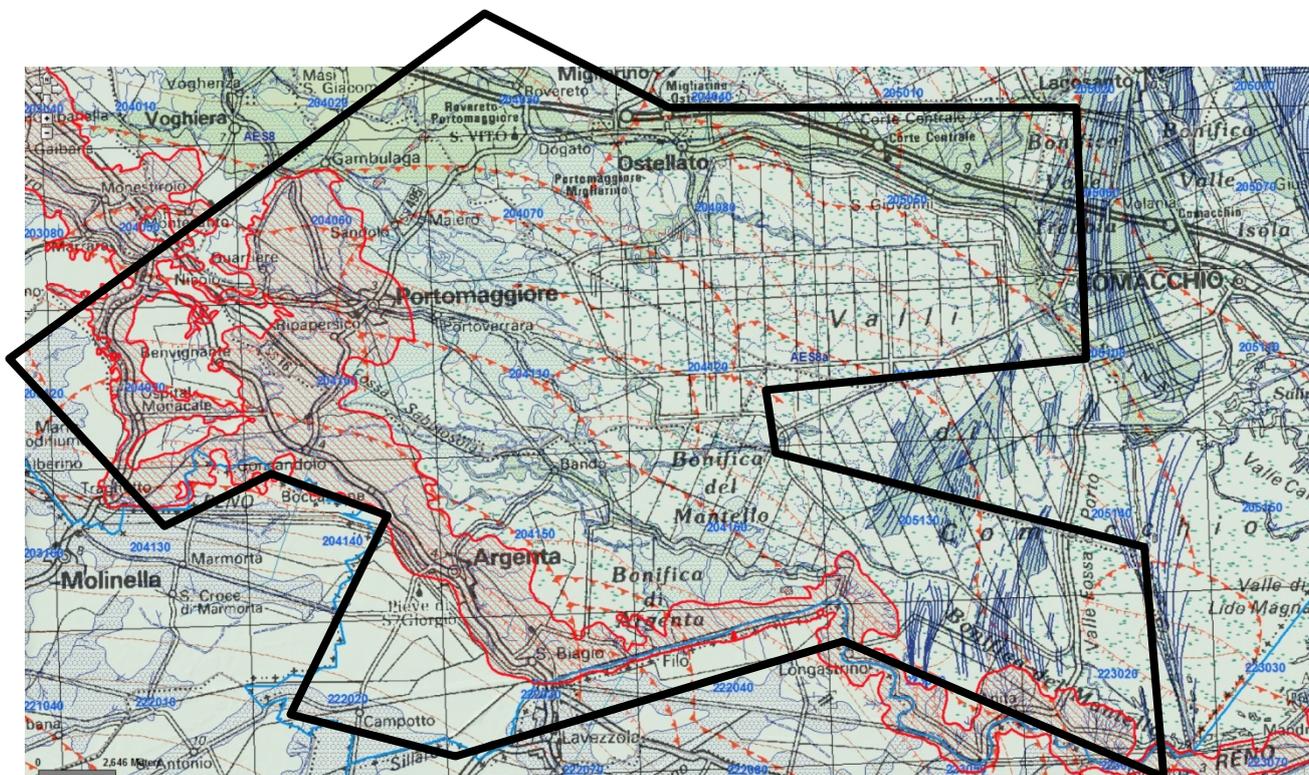


Fig. 3/6: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 250 000). Scala Libera. Sono evidenziati i Depositi di piana inondabile (nella fattispecie quelli presenti in destra Reno).

A.2.3.1 Elementi deposizionali di maggior dettaglio:

Scendendo in maggior dettaglio (sulla base della cartografia alla scala 1: 100 000, non si ritiene utile per il presente strumento di pianificazione spingersi a scale di ulteriore dettaglio) si possono meglio specificare i sopra riportati ambienti deposizionali locali. Si riportano altresì le descrizioni delle singole deposizioni che appartengono a AES8a: Sintema emiliano-romagnolo superiore- Subsintema di Ravenna- Unità di Modena dell'Olocene.



Ambienti deposiz. e litologie (50K)

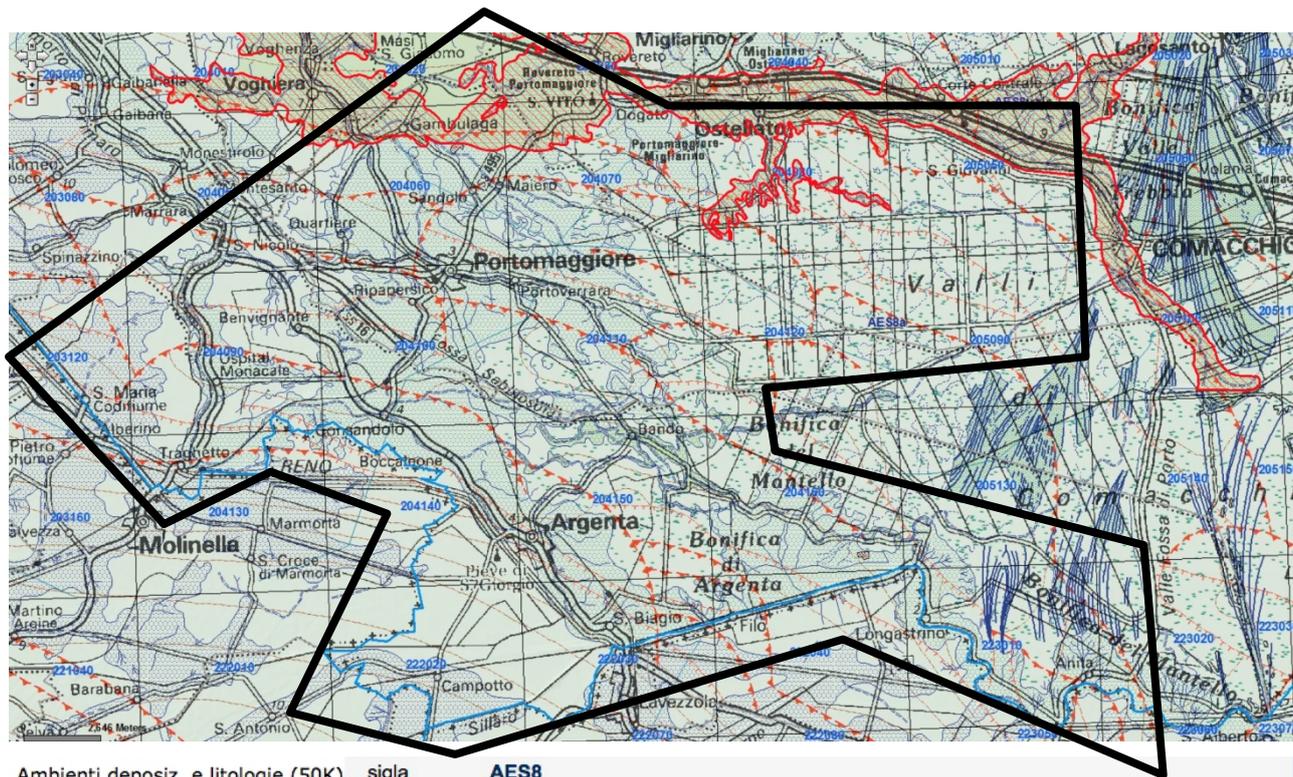
[sabbia limosa di piana deltizia](#)

Unità geologiche (50K)

[AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena](#)

sigla	AES8a
nome	unità di Modena
nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
tipo	unità
descrizione	Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana deltizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro
legenda	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
etÀ	Olocene
sigla tessitura	SL
tessitura	sabbia limosa
deposito	deposito di canale distributore, argine e rotta
ambiente	piana deltizia

Fig. 3/6: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 100 000), Scala Libera e Legenda. Sono evidenziate in rosso i Depositi Sabbioso- Limosi ascrivibili alle divagazioni del paleo Po di Primaro ed alle divagazioni del Sandolo/Persico presenti attorno al Capoluogo di Portomaggiore.



Ambienti deposiz. e litologie (50K)

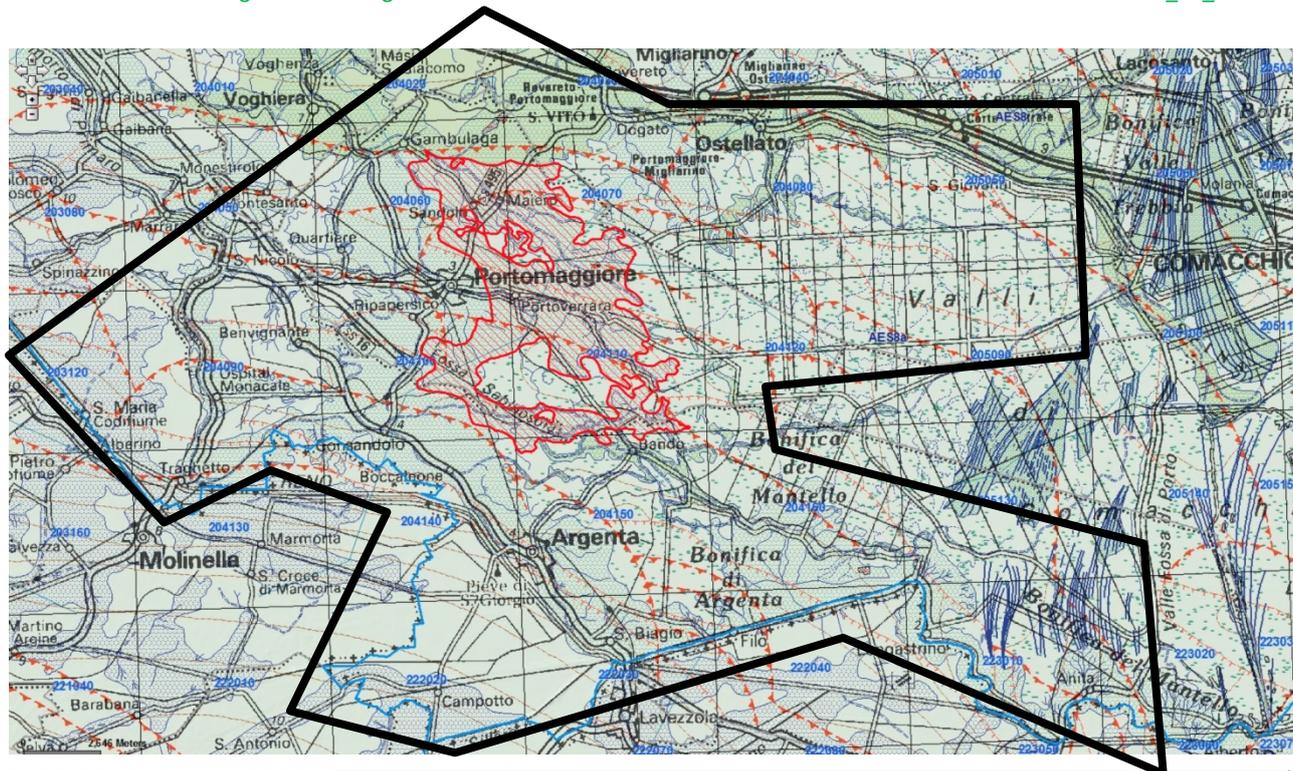
[sabbia limosa di piana delizia](#)

Unità geologiche (50K)

[AES8 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subintema di Ravenna](#)

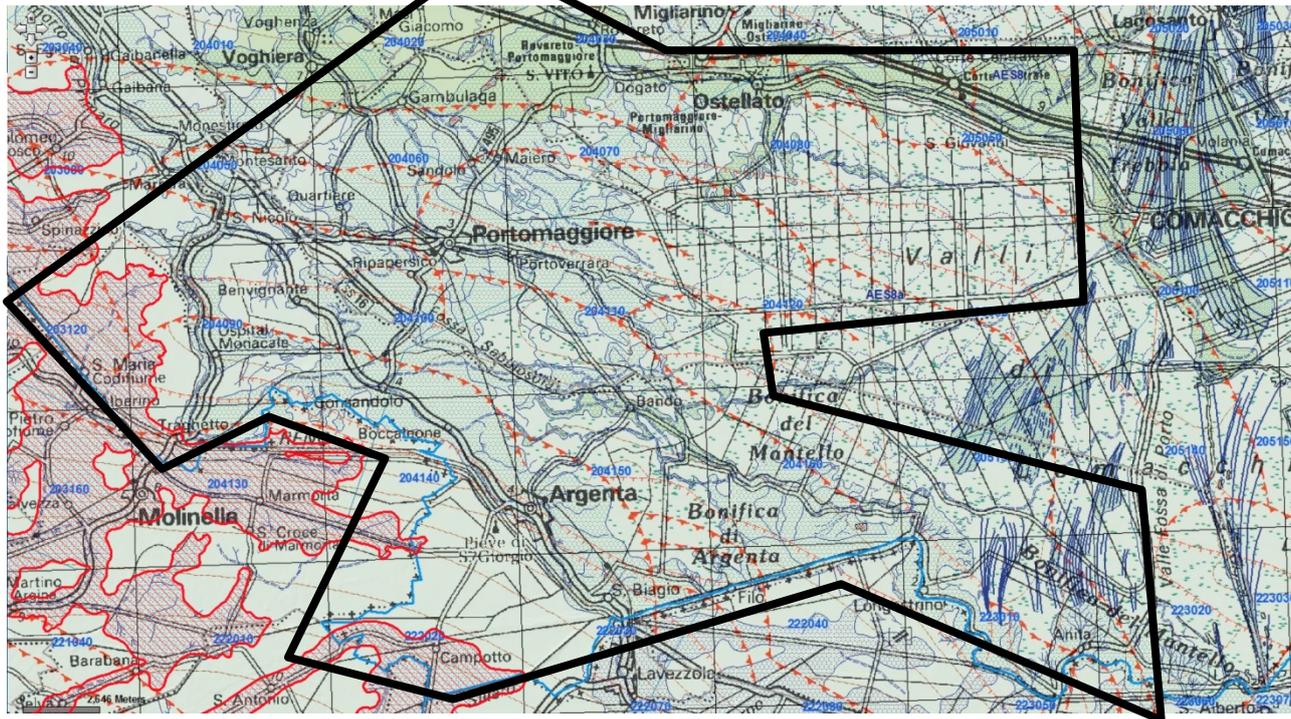
sigla	AES8
nome	Subintema di Ravenna
nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subintema di Ravenna
tipo	subintema
descrizione	Unità costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da limi, limi sabbiosi e limi argillosi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana delizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta spesso un suolo parzialmente decarbonato non molto sviluppato di colore giallo-bruno
legenda	AES8 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subintema di Ravenna
etÀ	Pleistocene sup. - Olocene
sigla tessitura	SL
tessitura	sabbia limosa
deposito	deposito di canale distributore, argine e rotta
ambiente	piana delizia

Fig. 3/7: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 100 000), Scala Libera e Legenda. Sono evidenziati in rosso i Depositi Sabbioso- Limosi ascrivibili alle divagazioni del paleo Po Spinetico relative alle porzioni più settentrionali del Comune di Ostellato e con riferimento al Capoluogo stesso di Ostellato.



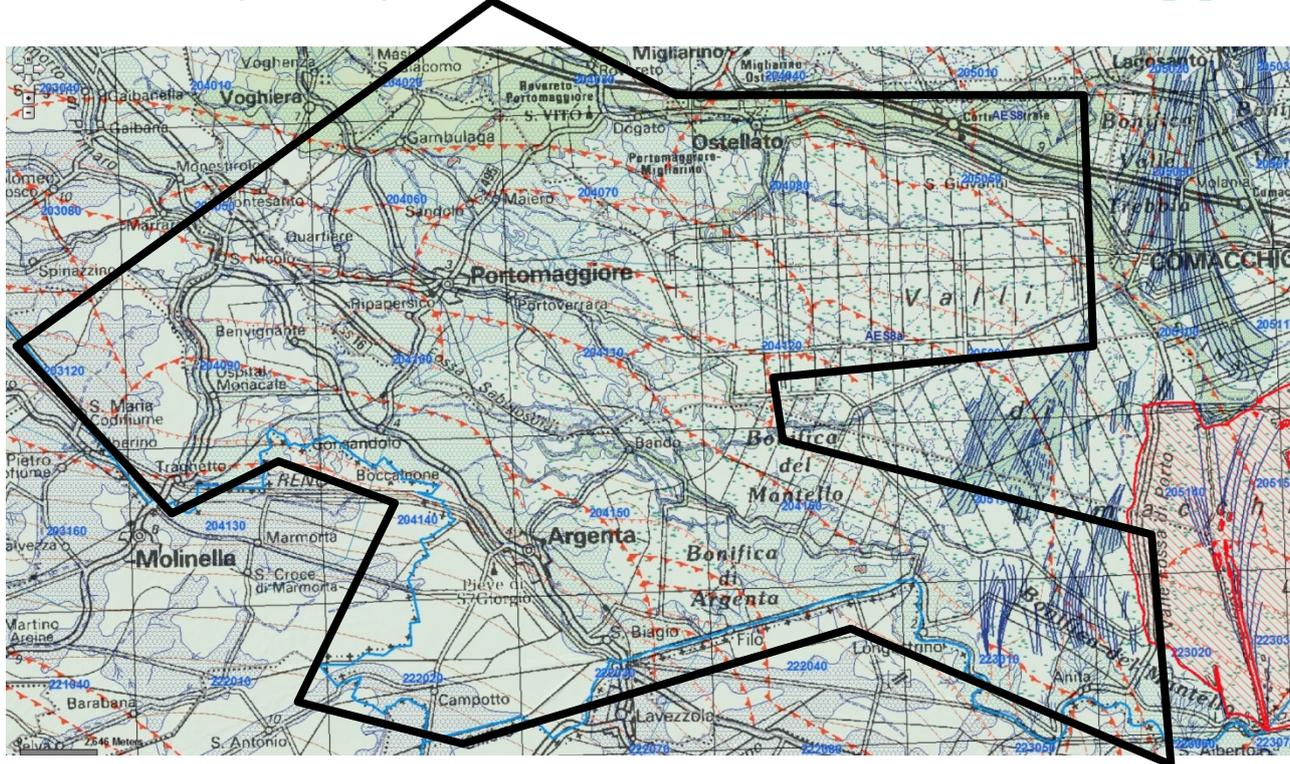
Ambienti deposiz. e litologie (50K)	sigla	AES8a
sabbia limosa di piana delizia	nome	unità di Modena
Unità geologiche (50K)	nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena	tipo	unità
	descrizione	Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana delizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro
	legenda	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
	etÀ	Olocene
	sigla tessitura	SL
	tessitura	sabbia limosa
	deposito	deposito di delta minore in area interdistributrice
	ambiente	piana delizia

Fig. 3/8: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 100 000), Scala Libera e Legenda. Sono evidenziati in rosso i Depositi Sabbioso- Limosi ascrivibili alle divagazioni del “Sistema Bandissolo-Sabbiosola- Benvignante” presenti attorno al Capoluogo di Portomaggiore ed individuato sino alla frazione di Bando, lo scrivente ritiene di poterlo estendere sino a poco a Nord della frazione di Menate.



Ambienti deposiz. e litologie (50K)	sigla	AES8a
	nome	unità di Modena
sabbia limosa di piana alluvionale	nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
	tipo	unità
Unità geologiche (50K)	descrizione	Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana deltizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro
AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena	legenda	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
	etÀ	Olocene
	sigla tessitura	SL
	tessitura	sabbia limosa
	deposito	deposito di canale, argine e rotta fluviale
	ambiente	piana alluvionale

Fig. 3/9: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 100 000), Scala Libera e Legenda. Sono evidenziati in rosso i Depositi Sabbioso- Limosi ascrivibili alle divagazioni dei paleo Savena, Idice e Sillaro relative alle porzioni più meridionali del Comune di Argenta, in destra Reno.



Ambienti deposiz. e litologie (50K)

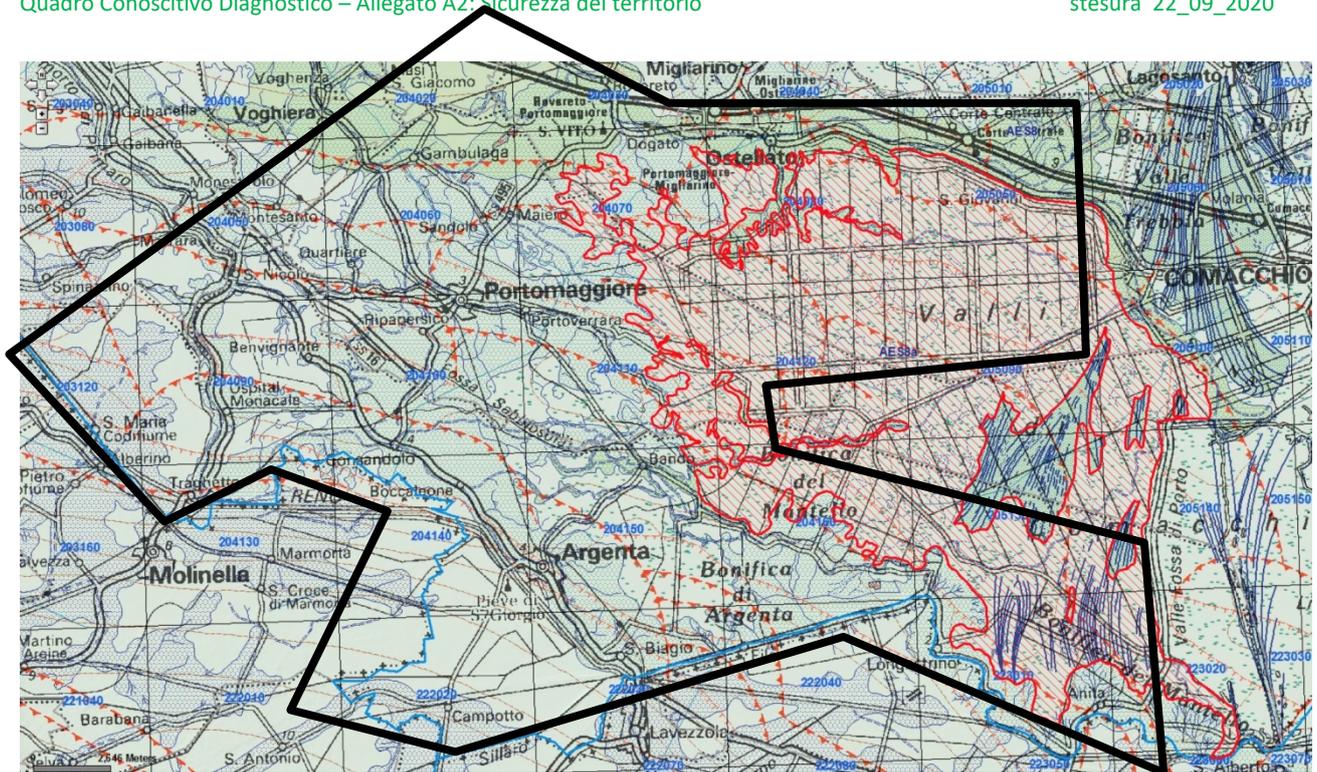
[argilla limosa con torba di piana deltizia](#)

Unità geologiche (50K)

[AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena](#)

sigla	AES8a
nome	unità di Modena
nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
tipo	unità
descrizione	Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana deltizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro
legenda	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
etÀ	Olocene
sigla tessitura	ALT
tessitura	argilla limosa con torba
deposito	deposito di palude in area interdistributrice
ambiente	piana deltizia

Fig. 3/10: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 100 000), Scala Libera e Legenda. Sono evidenziati in rosso i Depositi Argillo- Limosi con Torba caratterizzanti le attuali Valli di Comacchio.



Ambienti deposiz. e litologie (50K)

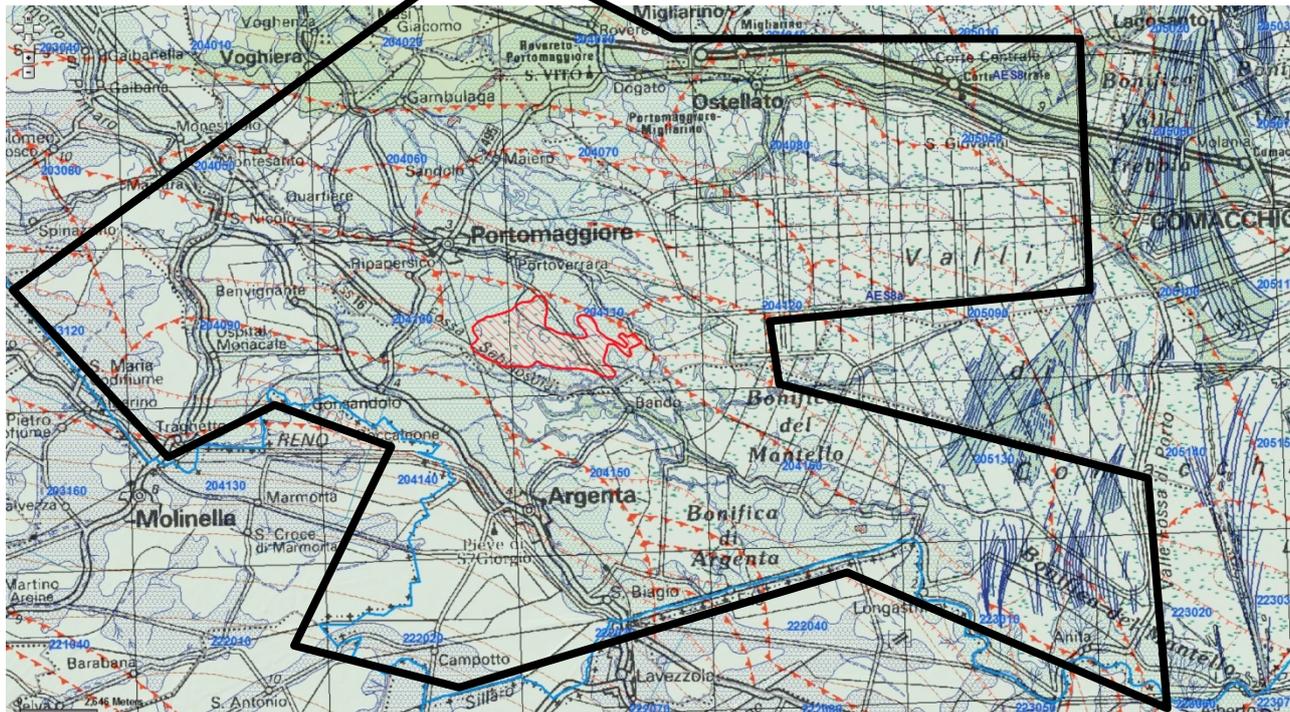
[argilla limosa con torba di piana delizia](#)

Unità geologiche (50K)

[AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena](#)

sigla	AES8a
nome	unità di Modena
nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
tipo	unità
descrizione	Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana delizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro
legenda	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
etÀ	Olocene
sigla tessitura	ALT
tessitura	argilla limosa con torba
deposito	deposito di palude in area interdistributrice
ambiente	piana delizia

Fig. 3/11: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 100 000), Scala Libera e Legenda. Sono evidenziati in rosso i Depositi Argillo- Limosi con Torba caratterizzanti le Valli bonificate del Mezzano/di Comacchio e del Mantello.



Ambienti deposiz. e litologie (50K)

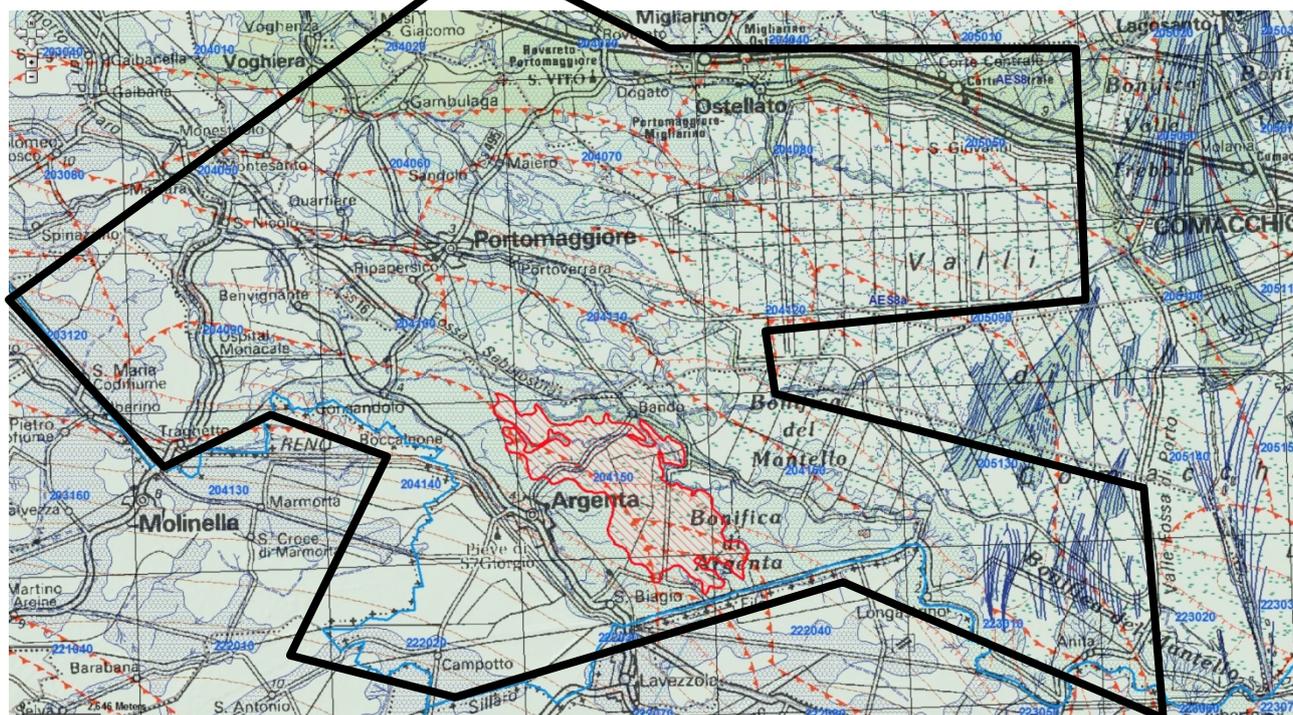
[argilla limosa con torba di piana delizia](#)

Unità geologiche (50K)

[AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena](#)

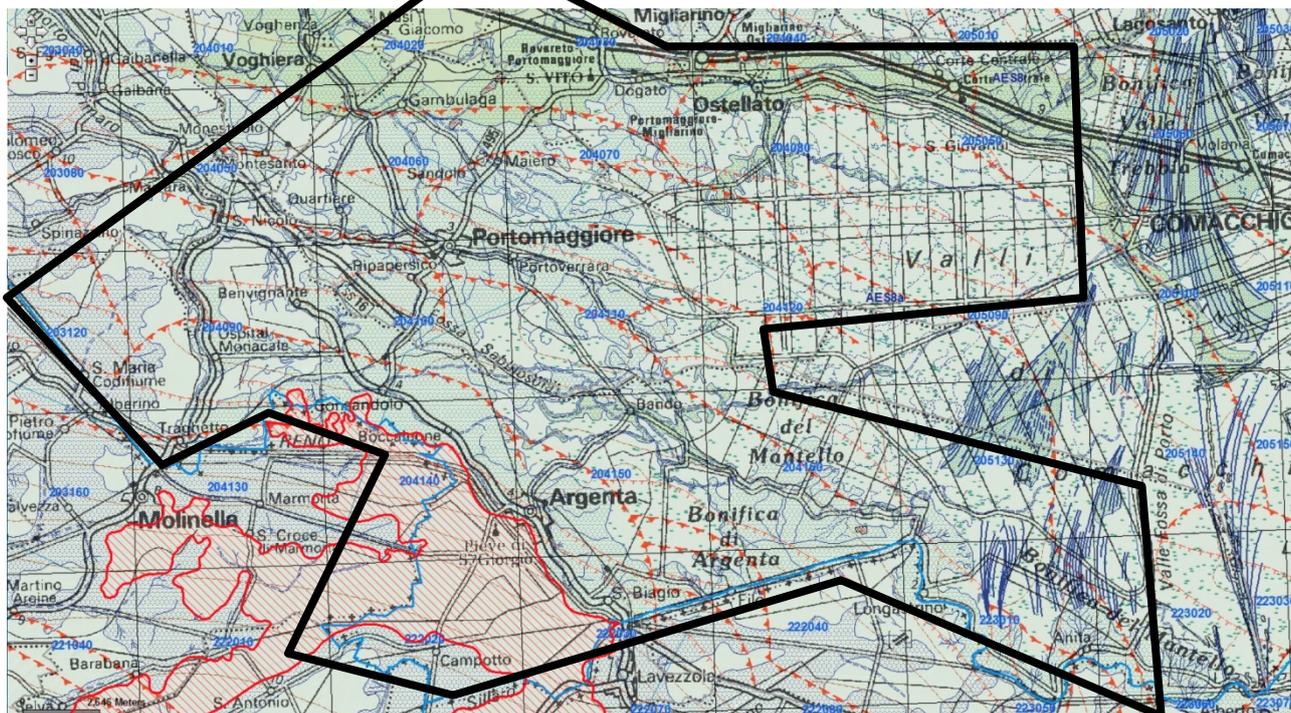
sigla	AES8a
nome	unità di Modena
nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
tipo	unità
descrizione	Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana delizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro
legenda	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
etÀ	Olocene
sigla tessitura	ALT
tessitura	argilla limosa con torba
deposito	deposito di palude in area interdistributrice
ambiente	piana delizia

Fig. 3/12: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 100 000), Scala Libera e Legenda. Sono evidenziati in rosso i Depositi Argillo- Limosi con Torba caratterizzanti le Valli bonificate comprese fra le frazioni di Bando e Portoverrara.



Ambienti deposiz. e litologie (50K)	sigla	AES8a
argilla limosa con torba di piana deltizia	nome	unità di Modena
Unità geologiche (50K)	nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena	tipo	unità
	descrizione	Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana deltizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro
	legenda	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
	etÀ	Olocene
	sigla tessitura	ALT
	tessitura	argilla limosa con torba
	deposito	deposito di palude in area interdistributrice
	ambiente	piana deltizia

Fig. 3/13: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 100 000), Scala Libera e Legenda. Sono evidenziati in rosso i Depositi Argillo- Limosi con Torba caratterizzanti le Valli bonificate presenti a Nord e ad Est di Argenta.



Ambienti deposiz. e litologie (50K)

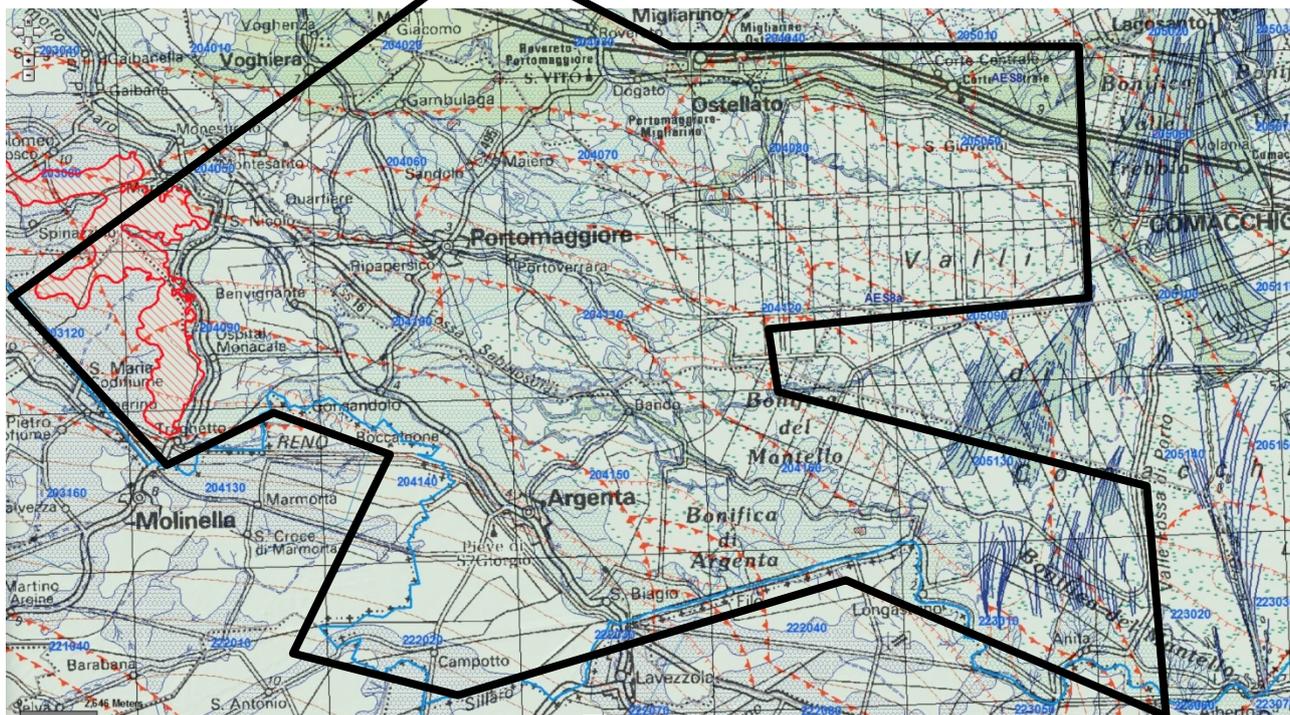
[argilla limosa di piana alluvionale](#)

Unità geologiche (50K)

[AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subintema di Ravenna - unità di Modena](#)

sigla	AES8a
nome	unità di Modena
nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subintema di Ravenna - unità di Modena
tipo	unità
descrizione	Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana deltizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro
legenda	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subintema di Ravenna - unità di Modena
etÀ	Olocene
sigla tessitura	AL
tessitura	argilla limosa
deposito	deposito di piana inondabile in area interfluviale
ambiente	piana alluvionale

Fig. 3/14: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 100 000), Scala Libera e Legenda. Sono evidenziati in rosso i Depositi Argillo- Limosi caratterizzanti le Valli bonificate presenti in destra Reno nel Comune di Argenta.



Ambienti deposiz. e litologie (50K)

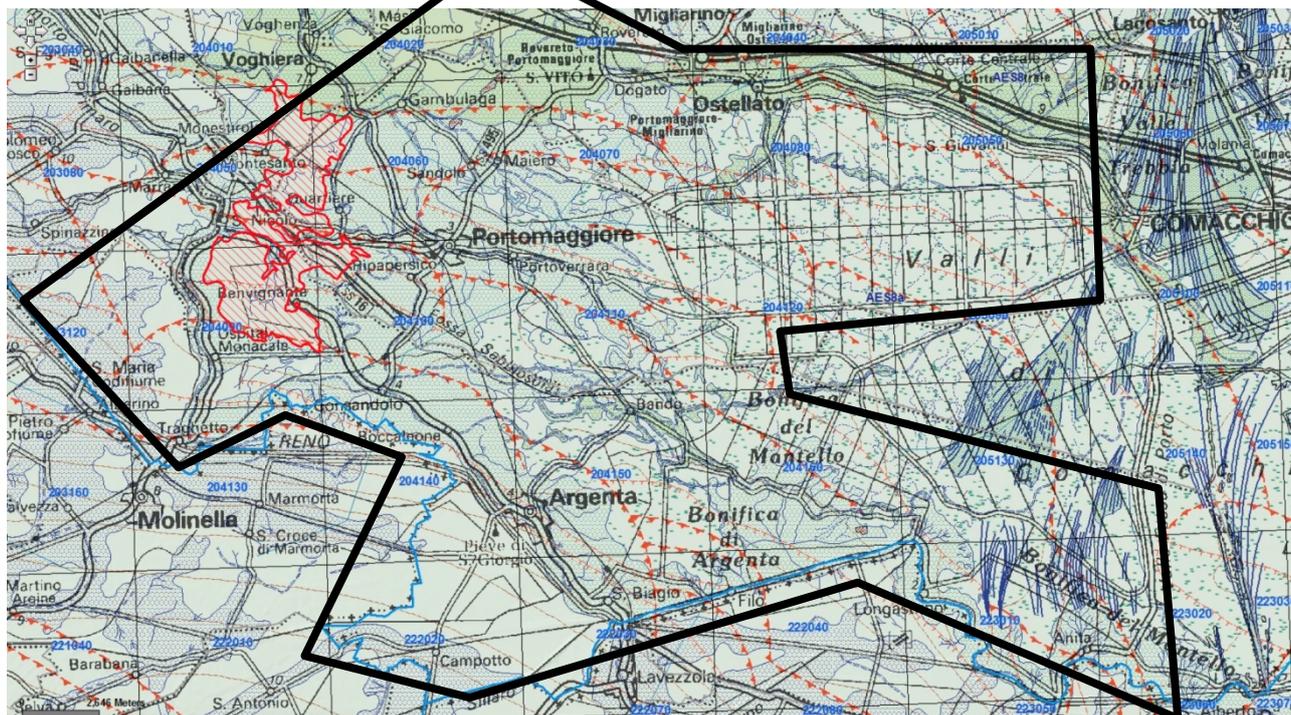
[argilla limosa di piana alluvionale](#)

Unità geologiche (50K)

[AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena](#)

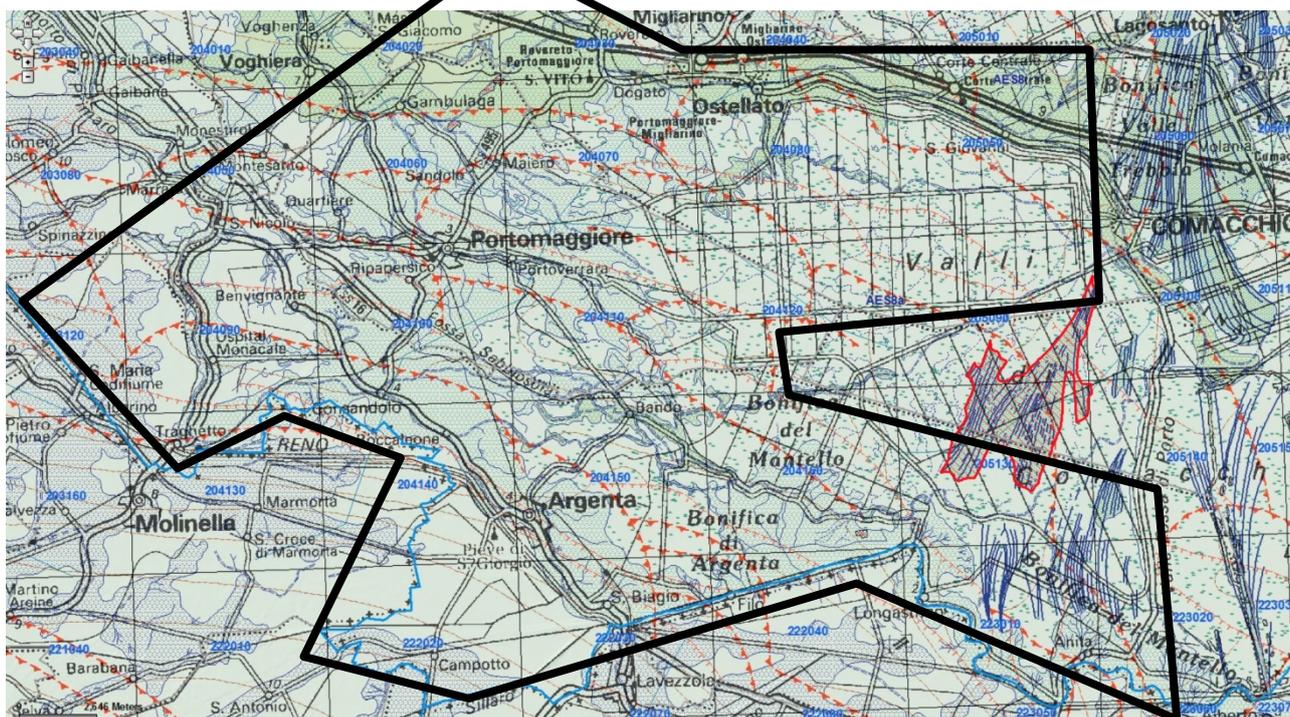
sigla	AES8a
nome	unità di Modena
nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
tipo	unità
descrizione	Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana deltizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro
legenda	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
etÀ	Olocene
sigla tessitura	AL
tessitura	argilla limosa
deposito	deposito di piana inondabile in area interfluviale
ambiente	piana alluvionale

Fig. 3/15: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 100 000), Scala Libera e Legenda. Sono evidenziati in rosso i Depositi Argillo- Limosi caratterizzanti le porzioni intravallive presenti in destra Reno a Nord di Santa Maria Codifume nel Comune di Argenta.



Ambienti deposiz. e litologie (50K)	sigla	AES8a
argilla limosa di piana delizia	nome	unità di Modena
Unità geologiche (50K)	nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena	tipo	unità
	descrizione	Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravallive; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana delizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro
	legenda	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
	etÀ	Olocene
	sigla tessitura	AL
	tessitura	argilla limosa
	deposito	deposito di intercanale in area interdistributrice
	ambiente	piana delizia

Fig. 3/16: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 100 000), Scala Libera e Legenda. Sono evidenziati in rosso i Depositi Argillo- Limosi caratterizzanti le porzioni intravallive presenti in destra Reno a Nord di Santa Maria Codifiume nel Comune di Argenta e nel Comune di Portomaggiore ad Ovest del Capoluogo.



Ambienti deposiz. e litologie (50K)

[sabbia di piana costiera, fronte delizia e piana di sabbia](#)

Unità geologiche (50K)

[AES8 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsistema di Ravenna](#)

sigla	AES8
nome	Subsistema di Ravenna
nome completo	Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsistema di Ravenna
tipo	subsistema
descrizione	Unità costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi ricoperte da una coltre limosa argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da limi, limi sabbiosi e limi argillosi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana delizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta spesso un suolo parzialmente decarbonatato non molto sviluppato di colore giallo-bruno
legenda	AES8 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsistema di Ravenna
etÀ	Pleistocene sup. - Olocene
sigla tessitura	S
tessitura	sabbia
deposito	deposito di cordone litorale
ambiente	piana costiera, fronte delizia e piana di sabbia

Fig. 3/17: Stralcio di Cartografia Geologica regionale (base al 100 000), Scala Libera e Legenda. Sono evidenziati in rosso i Depositi Sabbiosi caratterizzanti i cordoni litorali presenti nelle Valli del Mezzano.

Le cartografie riportate dovranno essere intese alla scala e per gli scopi del presente documento di Pianificazione; ogni eventuale intervento di modifica del territorio dovrà ricondursi alla scala puntuale di dettaglio d'intervento e ciò potrà modificare in maniera anche sensibile le indicazioni riportate dalla Cartografia Geologica di riferimento Regionale. Si deve infatti osservare che soprattutto in relazione alla definizione areale delle deposizioni legate alle divagazioni dei paleo corsi idrici, tali definizioni appaiono (di solito) molto più estese di quanto si possa poi rilevare puntualmente. Le indicazioni cartografiche debbono cioè essere considerate qualitative, che ben si riconducono agli scopi di un documento di Pianificazione; lo

scopo deve essere infatti inteso nella necessità di indicare la possibile/probabile presenza di deposizioni granulari. Dati i meccanismi di costruzione delle pianure e soprattutto quelli tipici del territorio in esame, non sempre attorno ai paleo-alvei/dossi si possano rilevare solamente deposizioni granulari. Con maggior diffusione ci si dovrà piuttosto attendere litotipi vari, fra di loro organizzati in corpi lenticolari/festonati e/o interdigitati con le argille circostanti. Sempre in relazione alle definizioni puntuali finalizzate a qualsiasi modifica/utilizzo del territorio si rende quantomeno importante anche la corretta definizione delle frazioni intermedie, limose.

A.2.3.2 Litologia di superficie:

Da quanto sinora illustrato discende anche la distribuzione delle deposizioni superficiali sui territori dell'Unione. La cartografia tematica di riferimento per il presente PUG è sostanzialmente la stessa già utilizzata dal precedente PSC la quale a sua volta discendeva dall'apposita cartografia redatta dall'Amministrazione Provinciale (Carta della litologia di superficie della Provincia di Ferrara) stralci della quale vengono riportati nelle due figure seguenti. **La carta consegue da analisi granulometriche di campioni di terreno raccolti a profondità comprese fra 10 cm e 80 cm circa dal piano campagna ed è quindi riferibile solo a tale contesto**, in sostanza utilizzando un'espressione riportata in precedenza, si è di fronte all'ultima fotografia o all'ultima fetta della grande torta, la più superficiale del lungo e complesso processo di costruzione della Pianura. Rifacendosi ai meccanismi di "costruzione" della pianura, **il territorio dell'Unione vede la prevalenza in affioramento di litologie composte da miscele binarie e ternarie di sabbia, limo e argilla. Le sabbie che sono organizzate come lenti/corpi festonati seguono ovviamente le direttrici dei paleoalvei dei maggiori corpi idrici.** Ampie deposizioni di Argille Organiche/Torbe sono presenti nei comuni di Ostellato, Portomaggiore e Argenta in corrispondenza delle Bonifiche. Ove le deposizioni Organiche/Torbose presentano spessori notevoli e percentuali di presenza organica elevate e peculiari; sono infatti presenti estesi resti vegetali totalmente o parzialmente indecomposti. Questi terreni presentano colore nerastro o comunque particolarmente scuro e denotano scarsissime capacità meccaniche quali scarsissima portanza e conseguenti elevatissimi cedimenti la cui maturazione può lungamente protrarsi nel tempo. Questi terreni sono naturalmente caratterizzati da forte anisotropia spazio- temporale che è connessa alla loro "costruzione" vegetale. Tali terreni sono poi particolarmente sensibili all'umidità contenuta ed alla sua variazione nel tempo (che può essere o meno regolata dai cicli stagionali). In sostanza sono terreni che inducono fortissime penalizzazioni all'edificazione. Anche il loro comportamento idrologico è fortemente penalizzante. Su larga parte delle Valli del Mezzano queste torbe sono intervallate/ sovrastate dalle dune eoliche fossili di retro- spiaggia già in precedenza descritte. Ciò è riconducibile ad un ambiente deposizionale peculiare ove le sabbie sono ritmicamente alternate alle torbe e la loro "interazione" è ampiamente diversa dalle situazioni di interdigitazione fra deposizioni fluviali e deposizioni vallive così tipiche di tutta la Pianura.

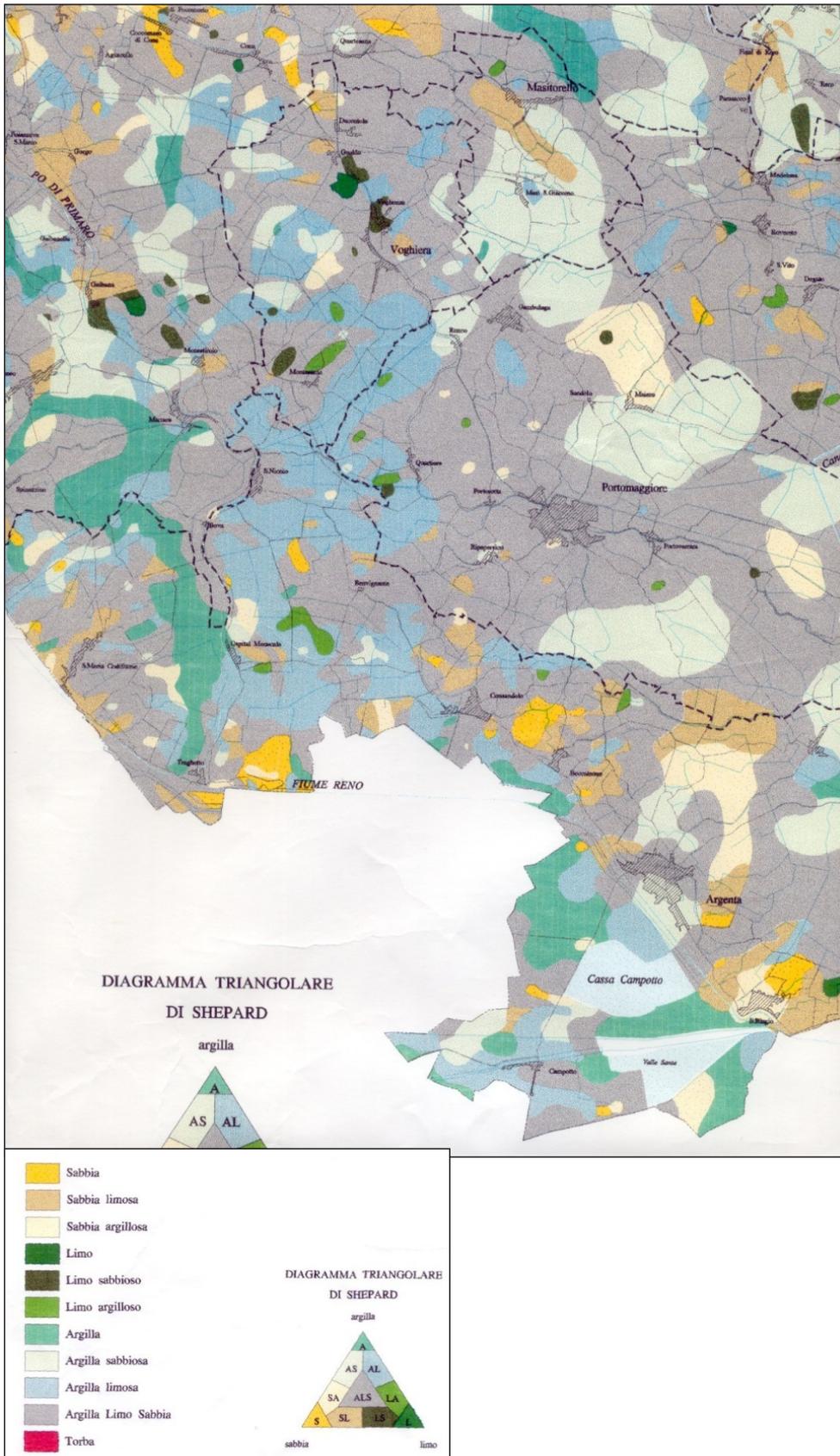


Fig. 3/18: Stralcio a Scala Libera della carta della litologia di superficie della Provincia di Ferrara, porzione Ovest.

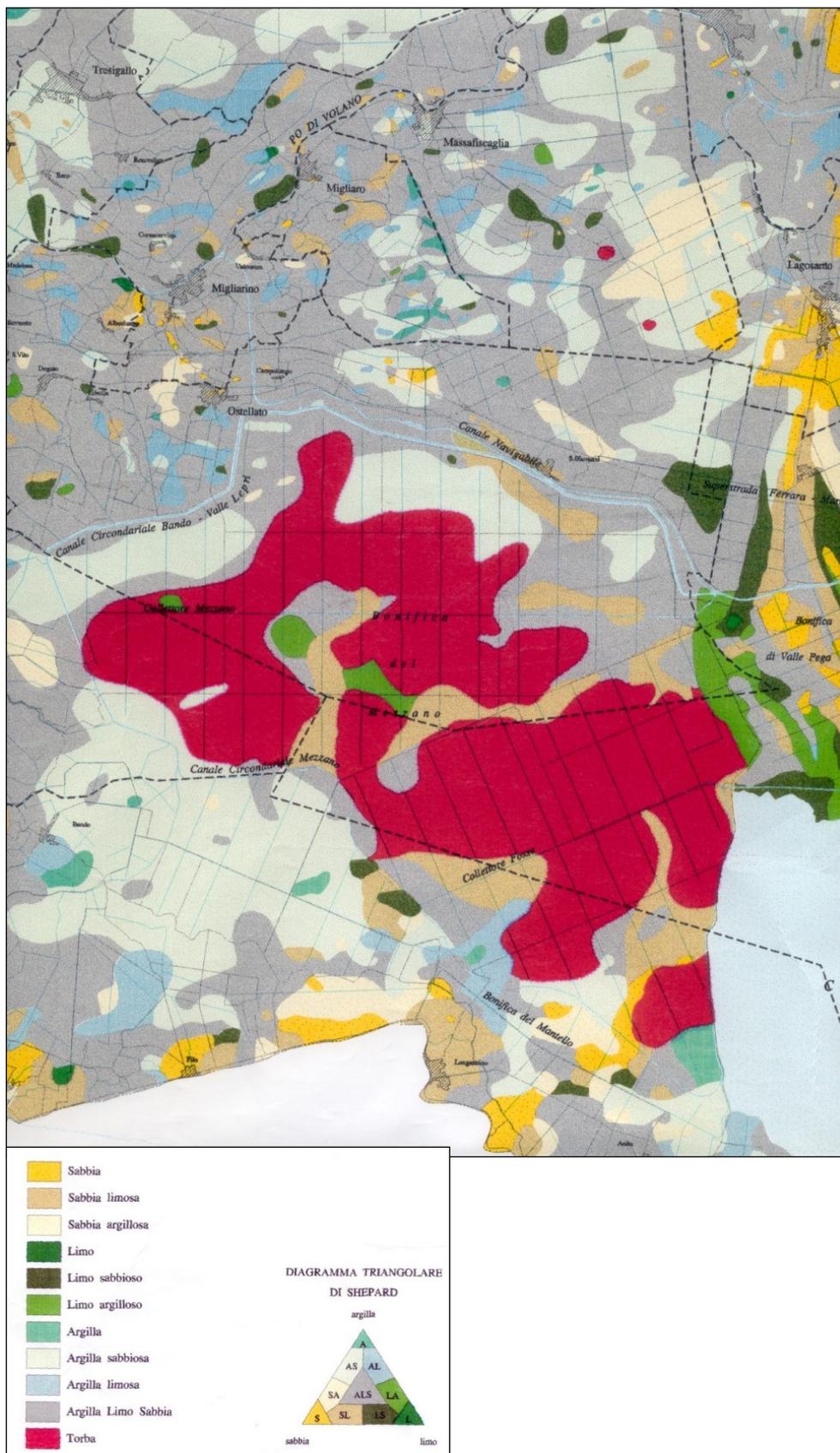


Fig. 3/19: Stralcio a Scala Libera della carta della litologia di superficie della Provincia di Ferrara, porzione Est.

Anche per tali cartografie vale quanto già ampiamente riportato circa la scala e gli obiettivi del presente lavoro di caratterizzazione per il PUG, ovvero che le aree individuate dalla cartografia debbono essere intese come puramente indicative/di natura “qualitativa” ed ogni qualsiasi intervento di trasformazione del territorio dovrà meglio approfondire anche il tema delle deposizioni superficiali. Essendo il tema “Deposizioni Superficiali” riferibile allo spessore massimo di 80 cm dal p.c., tale tema ha scarsa rilevanza per l’aspetto geotecnico, ovvero l’interazione fra terreni e strutture (da realizzarsi) ma può rivestire diversa e non inferiore importanza per quanto riguarda altre tematiche: dall’assetto idraulico (si pensi alla impermeabilizzazione dei terreni in connessione alla modificazione di ampie superfici) alla realizzazione di infrastrutture, ampie superfici ecc.

A.2.4. ASSETTO TOPOGRAFICO DEL TERRITORIO

La particolare evoluzione del territorio ne ha ovviamente condizionato l’assetto altimetrico. L’assetto del territorio dell’Unione dei Comuni è peculiare anche nell’ambito della Bassa Pianura Padana: in un contesto completamente pianeggiante si possono infatti rilevare forme rilevate e aree particolarmente estese per le quali il piano di campagna risulta essere posizionato al di sotto del livello medio marino. S’è già ampiamente illustrato come l’evoluzione locale sia riconducibile sia alla componente naturale che a quella antropica e come le due componenti abbiano originato o contribuito ad originare forme caratteristiche. Il riferimento locale è la Carta Altimetrica (redatta sulla base del Modello Altimetrico della Provincia di Ferrara) che sintetizza, mediante isoipse di equidistanza 1 metro l’assetto plani- altimetrico complessivo, basandosi sulle quote puntuali della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000. Dall’analisi di tale carta si evidenzia una costante diminuzione delle quote dirigendosi da ovest verso est, con valori passanti da quote positive massime di +7/+8 metri sino a quote negative di -3/-4 metri nella porzione orientale del territorio dell’Unione, i numerosi dossi dei paleoalvei e le dune delle antiche linee di costa costituiscono numerose soluzioni di continuità al gradiente di abbassamento del piano di campagna. I dossi che presentano quote maggiori sono quelli del Po di Volano, del Padoa Vetere/Spinetico e del Primaro.

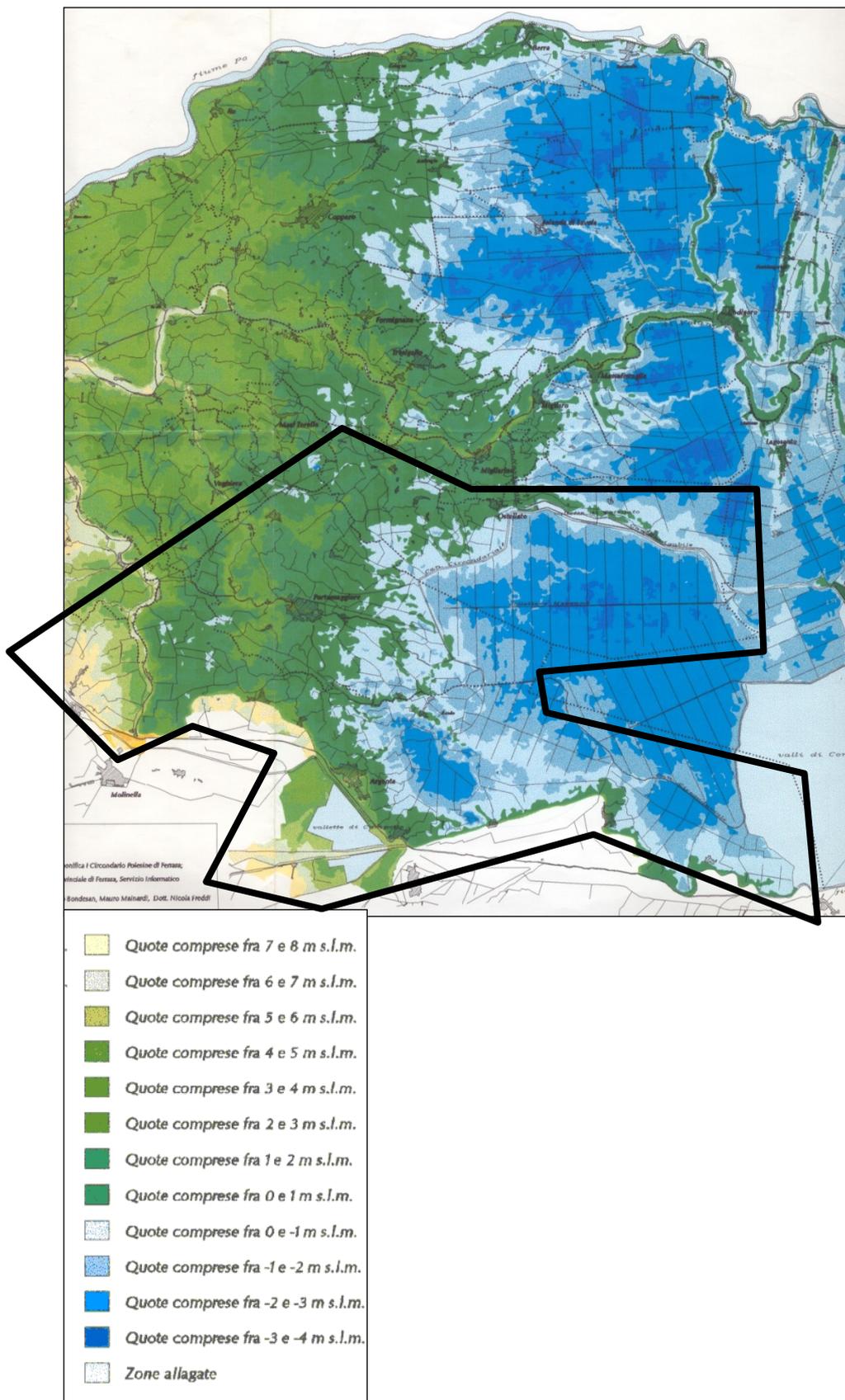


Fig. 4/1: Stralcio a Scala Libera e Legenda del modello altimetrico della Provincia di Ferrara.

A.2.4.1 Subsidenza:

Avendo già ampiamente illustrato di come il fenomeno della Subsidenza abbia fortemente contribuito alla formazione delle pianura ed all'assetto litostratigrafico ed altimetrico complessivo dei territori dell'Unione, si potrà aggiungere che la componente naturale origina abbassamenti di valore variabile e diseguali nel tempo e nello spazio., non inferiori a 2 mm l'anno. Per il territorio dell'Unione dei Comuni, le componenti antropiche sono costituite dall'estrazione di acque fossili da bassa o media profondità per usi industriali ed agricoli. Anche l'estrazione di metano rientra nelle cause della subsidenza antropica. Sussistono altre cause, il prosciugamento di estese zone umide e conseguente abbassamenti di livello delle falde freatiche e costipamento meccanico dei sedimenti non più immersi in falda e altri fenomeni la cui complessità esula dalla scala d'analisi propria di uno strumento di Pianificazione.

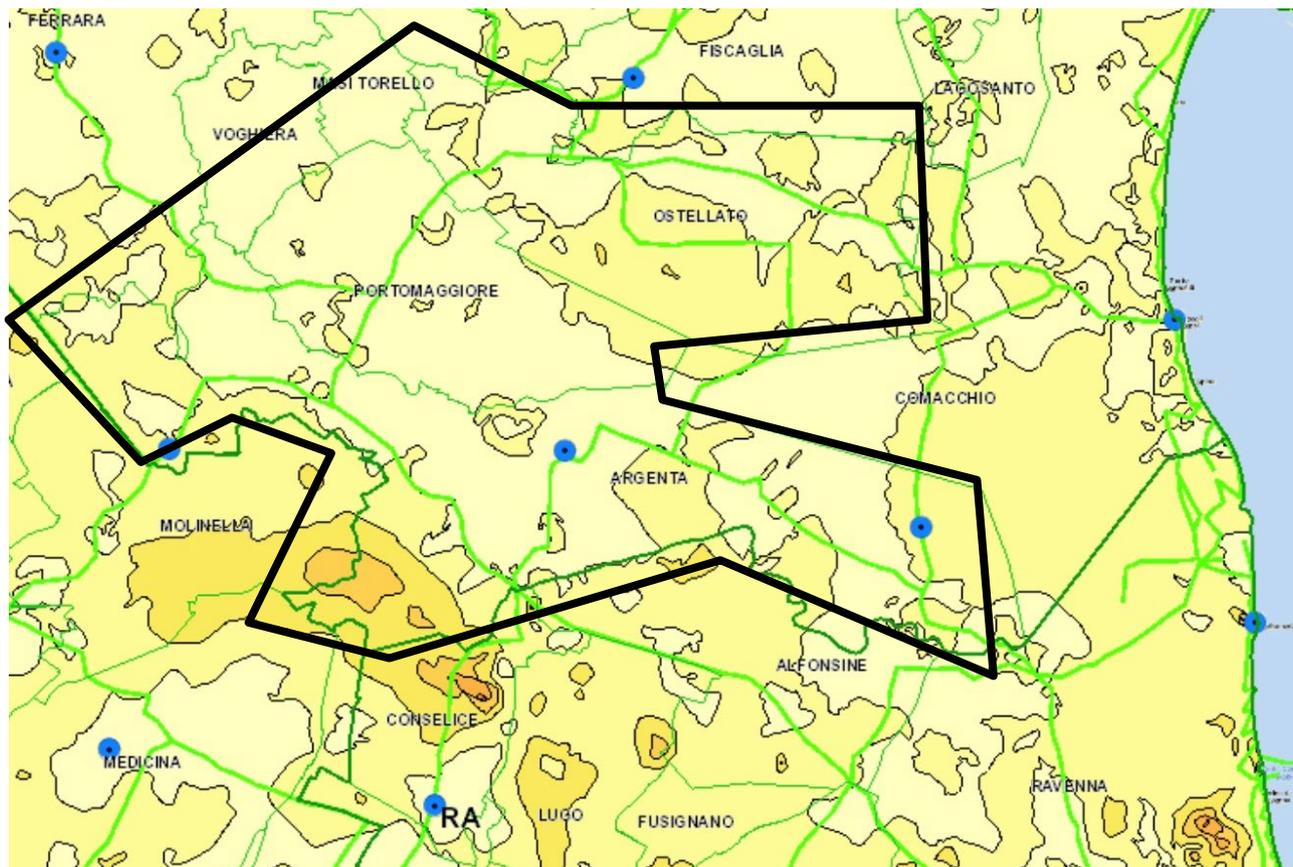
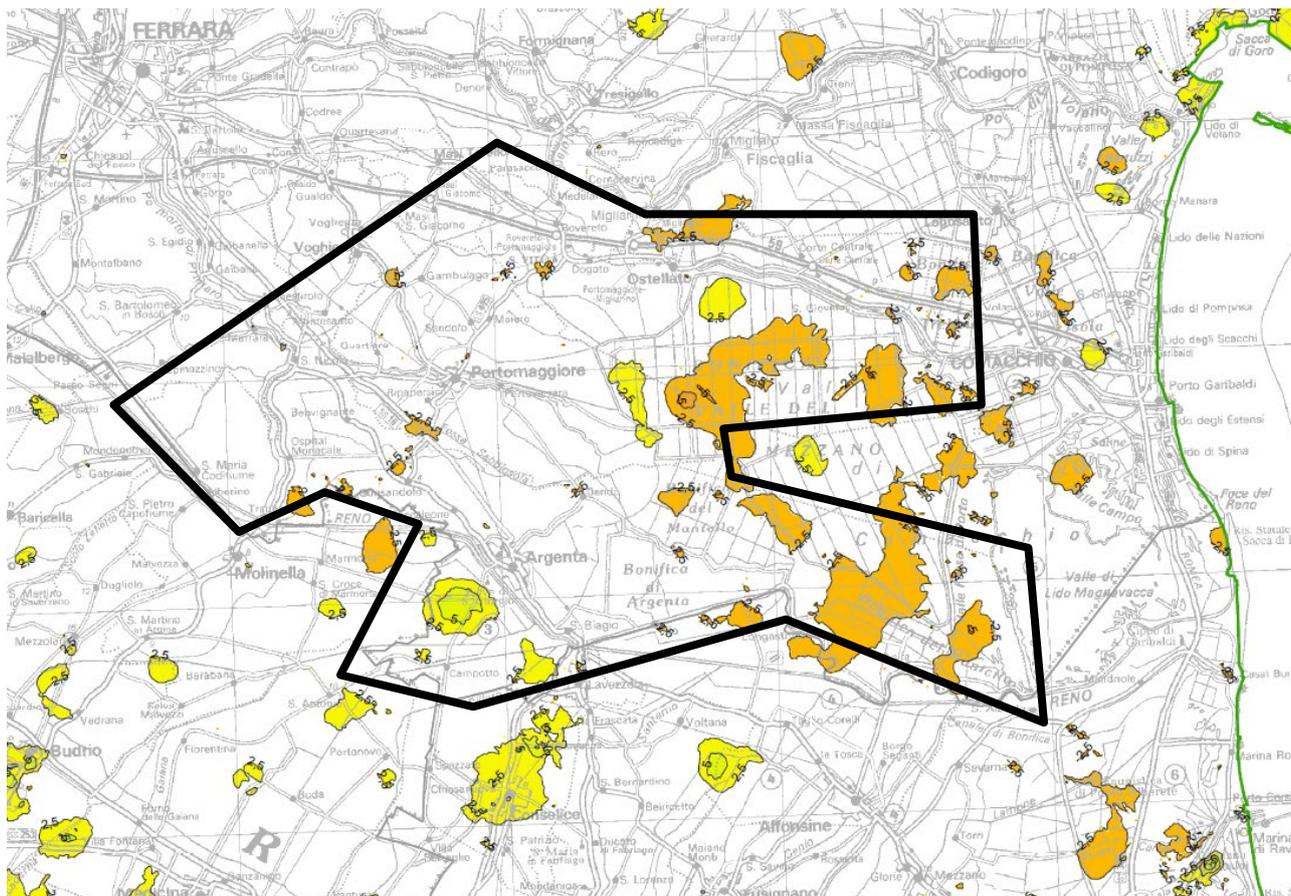


Fig. 4/2: Carta delle curve di eguale velocità di abbassamento del suolo (cm/anno) campagna di misura ARPAE periodo 2011- 2016

Dall'analisi della carta, con riferimento alla Rete Regionale di Controllo della Subsidenza (della Struttura Tematica di Ingegneria Ambientale di ARPAE), per il periodo 2011- 2016 si rileva una situazione (riportata alla Figura seguente) per la quale:

- il Comune di Argenta è caratterizzato da velocità di movimento verticale del suolo comprese fra 0 e 10 mm/anno. La porzione a maggior movimento è sita in destra idraulica del Reno, verso i confini con i Comuni di Molinella e Conselice.
- Il Comune di Portomaggiore è quasi completamente caratterizzato da velocità di movimento verticale del suolo comprese fra 0 e 2,5 mm/anno, con piccolissime porzioni di territorio per le quali il valore del movimento è compreso fra 2,5 e 5 mm/anno.
- il Comune di Ostellato è caratterizzato da velocità di movimento verticale del suolo comprese fra 0 e 7,5 mm/anno; per metà territorio si individuano velocità comprese fra 0 e 2,5 mm/anno, la restante porzione vede velocità comprese fra 2,5 e 5 mm/anno con piccolissime porzioni di velocità comprese fra 5 e 7,5 mm/anno.

In merito alle variazioni del fenomeno della subsidenza, comparando i movimenti verticali degli anni di rilievo 2006- 2011 con quelli dell'ultima registrazione disponibile (ovvero 2011- 2016) si può osservare la situazione riportata alla seguente cartografia.

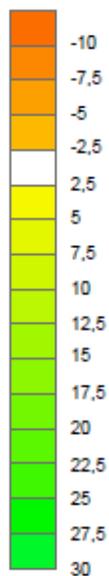


Legenda

 Confine regionale

 Curva di livello 100 m s.l.m.

Variazioni delle velocità di movimento verticale del suolo dal periodo 2006-2011 al periodo 2011-2016 (mm/anno)



 Isolinee di variazione (mm/anno): equidistanza 2,5

 Area non analizzata

Figg. 4/3: Carta delle Variazioni delle Velocità di Movimento verticale del Suolo, comparazione fra il periodo 2006- 2011 e 2011- 2016. Scala Libera. Fonte: ARPAE.

Dalla carta si evince che i maggiori incrementi, compresi fra 2,5 e 5 mm si hanno in destra Reno e fra lo stesso Reno ed il Torrente Idice in Comune di Argenta. ciò a ricalcare la precedentemente riportata curve di eguale velocità di abbassamento del suolo. In altre ridotte porzione dell’Unione e delle Valli del Mezzano/Bonifica del Mantello ecc. si registrano variazioni positive, ovvero riduzione del fenomeno. Il documento di ARPAE, Rilievo della Subsidenza nella Pianura Emiliano- Romagna (Aprile 2018), per la Provincia di Ferrara riporta quanto segue:

“ **5.6 – Ferrara.** Nella Provincia di Ferrara in generale non si evidenziano fenomeni subsidenziali significativi: gli abbassamenti mediamente si attestano intorno ai 2 mm/anno, compatibili quindi con una subsidenza di tipo naturale. Rispetto al precedente rilievo si segnala solo un incremento subsidenziale in corrispondenza di Mirabello con massimi di circa 10 mm/anno.”

A.2.5. ELEMENTI DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRITORI DELL'UNIONE

I territori dell'Unione sono caratterizzati da una Storia Sismica che seppur di medio- bassa intensità deve essere considerata con attenzione, cosa che sino ad un recentissimo passato (anno 2009!) non è avvenuta, infatti i Comuni di Argenta, Portomaggiore ed Ostellato non erano considerati sismici dalla Legislazione Nazionale (come il resto della Prov. di FE). Sino all'anno 2009 il concetto di protezione sismica nell'edilizia locale non era sostanzialmente presente né dal punto di vista tecnico né dal punto di vista della percezione del fenomeno, che anzi continuò ad essere sostanzialmente negato sino all'anno 2012. Il 20 e 29 maggio 2012 due scosse di Magnitudo $M_w = 5,9$ riportarono all'attenzione di Tecnici, Pianificatori, Politici, Imprenditori e Cittadinanza una realtà naturale per troppo tempo negligenzatamente ignorata. Gli effetti sismici e co-sismici dell'evento hanno causato ingentissimi danni al tessuto sociale storico e produttivo.

I concetti di Rischio Sismico e di Protezione debbono fare ancora molta strada, così come le pratiche di corretta pianificazione e di educazione al rischio. È comunque importante che tale strada sia entrata nel novero delle cose di cui tenere conto. Il percorso è ancora molto lungo e non da escludersi che possa comportare anche bruschi ripensamenti o riconsiderazioni sulle direzioni prese, ed è reso arduo dal 'pesante zaino' degli attuali tessuti urbani ove nulla è stato progettato, realizzato e mantenuto (se non in piccole percentuali) come atto a resistere al sisma. Tutto l'edificato sino agli anni 80 può essere ritenuto molto debole, dagli anni '80 al 2009 si confida evidentemente non sulla progettazione anti-sismica ma piuttosto sulla non eccessiva usura dei materiali e su di una migliore qualità di costruzione: cose non sempre appurabili e che nel complesso potrebbero rivelarsi insufficienti qualora sottoposte ad un test sismico reale, specie se per eventi di Magnitudo maggiore di 5,2/5,5.

I Comuni dell'Unione si sono recentemente dotati dei documenti di "Pianificazione sismica" più approfonditi: gli Studi di Micro-zonazione Sismica di II e di III Livello (MSII e MSIII). Tali strumenti pur riportando contenuti altamente specialistici registrano forti limitazioni d'applicabilità nelle fasi progettuali.

Il presente PUG, con una nuova Cartografia del tetto e del letto degli orizzonti granulari nei centri urbani (che verrà descritta più oltre), ha l'obiettivo di rendere le risultanze degli studi di MS di più semplice approccio e di più proficuo utilizzo per i soggetti le cui azioni sono tese alla modifica del territorio, che potranno trovare giovamento nell'avere a disposizione documenti più agili e "comprensibili". La cartografia della profondità del tetto e del letto delle sabbie per gli abitati si configura come cartografia qualitativa di approccio alla tematica co-sismica di maggior pericolo per i territori dell'Unione: la Liquefazione delle Sabbie immerse in falda. Trattasi di argomento altamente specialistico che interessa l'intera Unione e per il quale ogni ulteriore approfondimento tecnico sarà demandato ai documenti di MS. Fermo restando che per quanto riguarda qualsiasi trasformazione del territorio che abbia rilevanza sismica le argomentazioni tecniche di conoscenza e di progettazione puntuale dovranno obbligatoriamente uniformarsi a quanto previsto dalla Normativa Nazionale (DM/NTC) e Regionale di riferimento; ogni intervento edificatorio/di trasformazione dell'edificato è infatti regolato da Autorizzazione Sismica (Comune di Argenta) o da Deposito Sismico (Ostellato e Portomaggiore).

A.2.5.1. Fondamenti geologici della sismicità locale:

L'Emilia- Romagna è interessata da una sismicità media e bassa (rispetto alla sismicità nazionale) caratterizzata da eventi sismici storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6,2 e intensità massime comprese fra IX e X grado della scala MCS. Tale sismicità è dovuta al processo orogenetico appenninico ancora attivo ed alle connesse strutture telluriche profonde ancora attive. I maggiori terremoti si sono verificati nell'Appennino romagnolo e lungo la costa riminese. **Fra i settori interessati da sismicità frequente ma generalmente di minore energia si individua l'arco della dorsale ferrarese sul quale risiede il territorio dell'Unione dei Comuni**, ovvero la Sorgente Sismo- genetica ITIS141 (Argenta)/ITCS012 (Malalbergo- Ravenna). Per la parte settentrionale del Comune di Ostellato si può riscontrare anche la "terminazione" della Sorgente Sismogenetica ITIS 090 (Ferrara) e ITCS 050 Poggio Rusco- Migliarino).

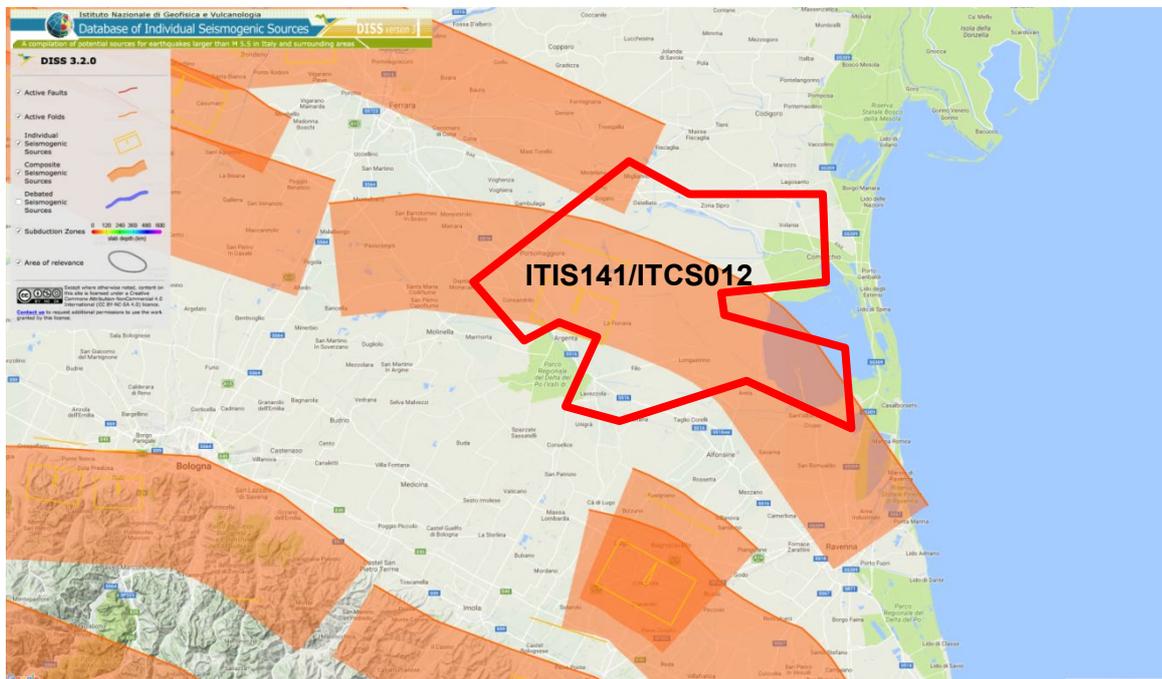


Fig. 5/1: Sorgenti Sismo- Genetiche locali. Scala Libera, come tratto da apposito sito dell’INGV.

Di seguito si riporta descrizione delle Sorgenti Sismo- Genetiche locali.

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITIS141
Name	Argenta
Compiler(s)	Burrato P.(1), Valensise G.(1), Vannoli P.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Valensise G.(1), Vannoli P.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	10-Feb-2014
Updated	10-Feb-2014
Display map ...	 
Related sources	ITCS012

PARAMETRIC INFORMATION

	PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Location [Lat/Lon]	44.64 / 11.85	LD	Based on macroseismic and geological data by Toscani et al. (2009).
Length [km]	8.0	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Width [km]	5.7	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Min depth [km]	3.0	OD	Based on seismic profile and geomorphological observations.
Max depth [km]	6.3	OD	Based on seismic profile and dislocation modeling.
Strike [deg]	110	OD	Based on geological and geomorphological observations.
Dip [deg]	35	OD	Based on geological and geomorphological observations.
Rake [deg]	90	OD	Inferred from geological data, constrained by orientation of T axes.
Slip Per Event [m]	0.4	ER	Calculated from M_0 using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min... max	0.49...0.55	OD	Calculated using geologic subsurface data from Maesano et al. (2015).
Recurrence [y] min... max	727...816	EJ	Calculated from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	5.8	EJ	Value inferred from elaboration of the macroseismic data.

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

INFORMATION ABOUT THE ASSOCIATED EARTHQUAKES

Latest Earthquake	19 Mar 1624	CPTI11
Penultimate Earthquake	Unknown	See "Commentary" for information.

ACTIVE FAULTS

ACTIVE FOLDS

COMMENTARY

COMMENTS

This source belongs to the outer Northern Apennines thrust front that straddles the region across the lower Reno River valley down to the city of Ravenna (to the southeast) and is the easternmost part of the Ferrara Arc thrust front. This fault system is the N- to NE-verging external arc at the north-eastern tip of the Northern Apennines chain, well into the Po Plain, and marks the northeastern most advanced thrust with damaging seismogenic potential in the Apennines.

Based on the analysis of the subsurface data provided by the oil industry (e.g. Cassano et al., 1986; Pieri and Groppi, 1981; Fantoni and Franciosi, 2010) and on geomorphological observations provided by several investigators, we propose that this seismogenic source has the following geometrical characteristics:

- the strike of is chosen according with the general orientation of mapped buried tectonic structures;
- the fault dips towards the S-SW, in agreement with subsurface evidence and based on the characteristic distance between the synclinal and anticlinal axes;
- the rake is based on strike and on general geodynamic considerations;
- the down-dip width is based on modeling of the characteristic distance between the synclinal and anticlinal axes and on the assumptions made concerning the minimum and maximum faulting depth;
- the minimum and maximum depth are constrained by subsurface geology, by the symmetry of the anticline and by the general aspect-ratio of the anticline-syncline couple;
- the length is based on scaling with width and constrained by geomorphological observations.

Current historical catalogues report a large event in 1624 that falls very close to the ITIS141 Source, having its epicentral area near the town of Argenta. We therefore associate this historical earthquake with the ITIS141 Source. Our preferred source model is consistent with the largest damage distribution reported in the current catalogues.

The historical and instrumental catalogues show a number of intermediate to damaging earthquakes that besides the 1624 event have affected the area and may be associated to other still unknown individual sources belonging to the same thrust front; to the southeast (although of uncertain location, due to their age), there is the 725 A.D. (Mw 5.6, Classe-Ravenna) earthquake; in the center of the region, the 30 December 1967 (Mw 5.4, Bassa Padana) event; W-ward, the 22 October 1796 (Mw 5.6, Bassa Padana) and 13 January 1909 (Mw 5.5, Bassa Padana) earthquakes. However, based on their damage distribution some of these events may also have been generated by deep sources (i.e. not belonging to the Northern Apennines thrust system; see Vannoli et al., 2015).

OPEN QUESTIONS

1) What is the average return time of the Argenta Source? Current historical catalogues, which cover a time span of about 1,000 years, report only the large 1624 event as falling very close to it.

2) What is the seismic behaviour of the Argenta Source? Does it rupture only in large M 6 rather infrequent events? Or it can also rupture in smaller earthquakes in the M range 5-5.5, alternated with long aseismic periods?

SUMMARIES

No specific study exists on the Argenta Source and on the 1624 earthquake. Nevertheless, information on the location, geometry and recent activity of the source can be obtained from a number of papers dealing with the subsurface geology and geomorphology of the Po Plain.

Pieri and Groppi (1981) This paper offers a reconstruction of the subsurface geology of the Po Plain using data derived from exploratory seismic lines and oil wells stratigraphies. Their NE- oriented section 11 drawn across the Cotignola oil field, shows the presence of a major north-verging anticline that deforms sediments as recent as middle-upper Pliocene, and possibly Quaternary. This anticline following their reconstruction is part of the Romagna Folds, that are the more internal folds of the Ferrara-Romagna Arc.

Cassano et al. (1986) These investigators provide a comprehensive summary of subsurface and surface geophysical and geological data along several transects crossing the Po Plain from the Southwest to the Northeast. Their re-interpretation of Section 11 of Pieri and Groppi [1981] using the new data-set, shows a major anticline driven by a low-angle north- verging blind thrust culminating at Cotignola.

Burrato et al. (2003) They analyse in detail the fluvial system of the Po Plain and identify several areas where significant drainage anomalies (e.g., river diversions and shifts in channel patterns) with wave-length comparable to that of tectonic structures of crustal significance are suggestive of the presence of active blind thrust or reverse faults. As second step of their approach the authors compare the position of the drainage anomalies with the location of known buried anticlines, to corroborate the hypothesis of the tectonic nature of the anomalies. Following the observation that some of the anomalies are associated also with historical earthquakes, they propose that these blind thrusts may be potential sources of rather infrequent large earthquakes beneath the Po Plain. Burrato et al show that the Idice river exhibits a significant anomaly in its trend as it crosses an anticline reported in the official geological map.

Toscani et al. (2009) They use geological, structural and morphotectonic data to draw a N-S-striking section between Bologna and Ferrara, aimed at analyzing whether and how the deformation is partitioned among the frontal thrusts of the Northern Apennines and identifying the potential sources of damaging earthquakes. The Authors identify active anticlines based on the correspondence among drainage anomalies, historical seismicity and buried ramps. They also analyze the evolution of the Plio-Quaternary deformation by modeling in a sandbox the geometry, kinematics and growth patterns of the thrust fronts. As a final result, they show that the extent and location of some of the active thrusts studied are compatible with the location and size of the main historical earthquakes, among which the 1624 event, and discuss the hypothesis that they may correspond to their causative seismogenic faults.

Figg. 5/2: descrizione della Sorgente Sismogenetica ITIS141.

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS012
Name	Malalbergo-Ravenna
Compiler(s)	Burrato P.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), D'Ambrogi C.(2), Maesano F.E.(2), Toscani G.(3), Vannoli P.(1), Valensise G.(1), Basili R.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 3) Universit di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy
Created	16-Oct-2013
Updated	25-Jun-2015
Display map ...	 
Related sources	ITIS141

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE	
Min depth [km]	2.0	LD	Based on data of instrumental seismicity.
Max depth [km]	8.0	LD	Based on data of instrumental seismicity.
Strike [deg] min... max	85...150	OD	Based on consideration on regional geological data.
Dip [deg] min... max	20...40	OD	Based on consideration on regional geological data.
Rake [deg] min... max	80...120	OD	Based on geological data, constrained by orientation of T axes.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.49...0.55	LD	Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	6.0	EJ	Based on geological data and analysis of regional seismicity.

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

COMMENTS

This Composite Source straddles the region across the lower Reno River valley down to the city of Ravenna (to the southeast) and belongs to the Ferrara Arc thrust front. This fault system is the N- to NE-verging external arc at the north-eastern tip of the Northern Apennines chain, well into the Po Plain, and marks the northeastern most advanced thrust with damaging seismogenic potential in the Apennines.

Historical and instrumental catalogues (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) show a number of intermediate to damaging earthquakes that have affected the area; to the southeast (although of uncertain location, due to their age), there is the 725 A.D. (Mw 5.6, Classe-Ravenna) earthquake; in the center of the region, the 18 March 1624 (Mw 5.4, Argenta) and 30 December 1967 (Mw 5.4, Bassa Padana) events; W-ward, the 22 October 1796 (Mw 5.6, Bassa Padana) and 13 January 1909 (Mw 5.5, Bassa Padana) earthquakes.

This source is a forwarding and shallower arc than the rest of the Romagnan Apennines outer thrust it is part of, and it includes the right ramp of the front. It may account for the intermediate to damaging seismicity of the region.

The strike of this source was based on that of the mapped regional structures (N85°-150°). The dip was based on geological observations and geometrical considerations (20°-40°). The rake represents pure to oblique thrusting, based on geological observations (80-120). The minimum and maximum depth were based on tectonic and geometrical considerations concerning the thrust geometry (2.0 and 8.0 km, respectively). The slip rate was calculated using geologic subsurface data (Maesano et al., 2015; 0.49 – 0.55 mm/y). The maximum magnitude was taken from the largest damaging earthquake occurred within the area (Mw 6.0).

Figg. 5/3: descrizione della Sorgente Sismogenetica ITCS012.

A.2.5.3 Storia sismica locale:

L'assetto strutturale profondo non potrà che riverberarsi alla superficie, originando risentimenti sismici locali. Per il territorio dell'Unione si hanno numerose registrazioni storiche (non strumentali sino ad recentissimo passato) degli effetti di tali eventi. La storia sismica locale è varia ed articolata. Di seguito si riportano due mappe degli epicentri dei terremoti avvenuti nella Regione Emilia-Romagna dal XIII secolo ad oggi. Si può osservare come la maggior sismicità sia concentrata nella zona dell'Appennino Romagnolo. Relativamente ai pressi (molto allargati invero) dell'area in esame (riquadro nero) si osservano alcuni eventi di magnitudo compresa tra 5.4 e 5.9 (Mw).

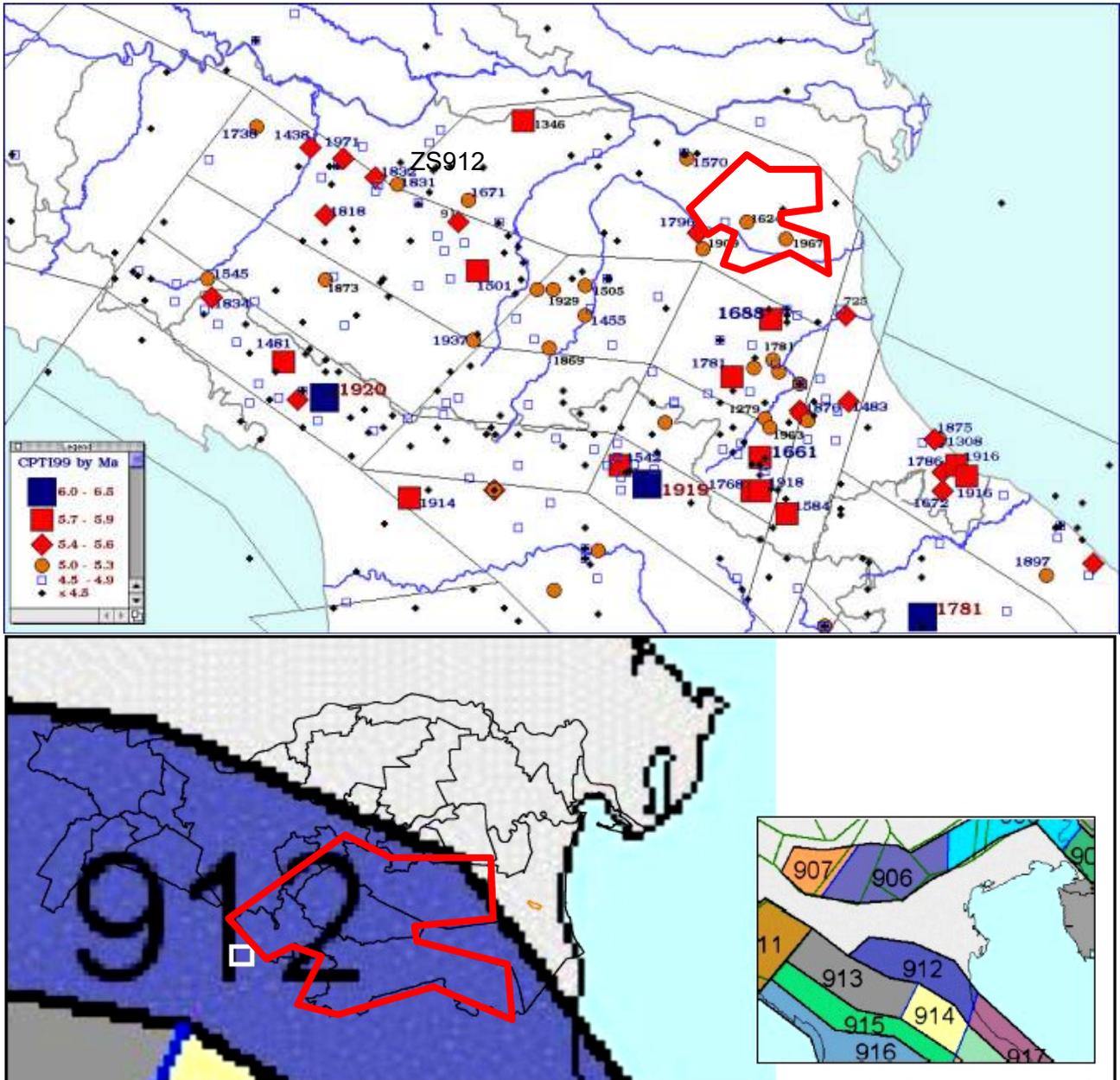


Fig. 5/4: Mappa degli epicentri dei terremoti avvenuti in Emilia- Romagna dal XIII sec. ad oggi per classi di magnitudo (CPTI 99). Scala Libera. Solo una modesta porzione (la porzione di Nord- Est) del Comune di Ostellato è esterna alla ZS 912. In merito alla individuazione delle ZS, queste sono relative all’assetto strutturale profondo. L’individuazione è ovviamente importante anche in relazione all’aspetto della Classificazione Sismica Nazionale di cui si dirà più oltre.

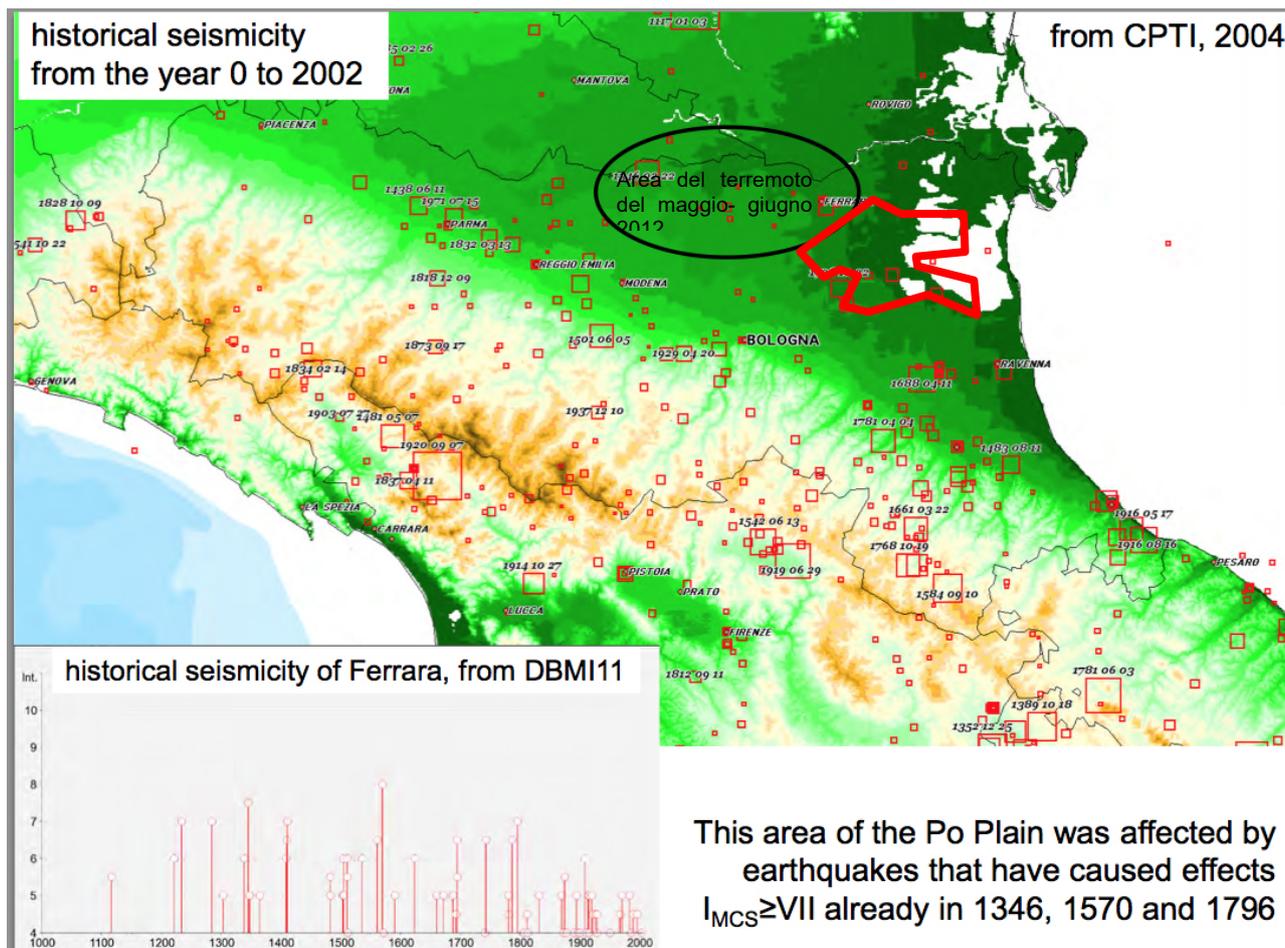


Fig. 5/5: Mappa degli epicentri dei terremoti avvenuti in Emilia- Romagna dal XIII sec. ad oggi per classi di magnitudo (CPTI 99). Scala Libera, la figura riporta come importante raffronto l’area del “cratere sismico” (come volgarmente ed imprecisamente denominato) dell’evento del maggio-giugno 2012.

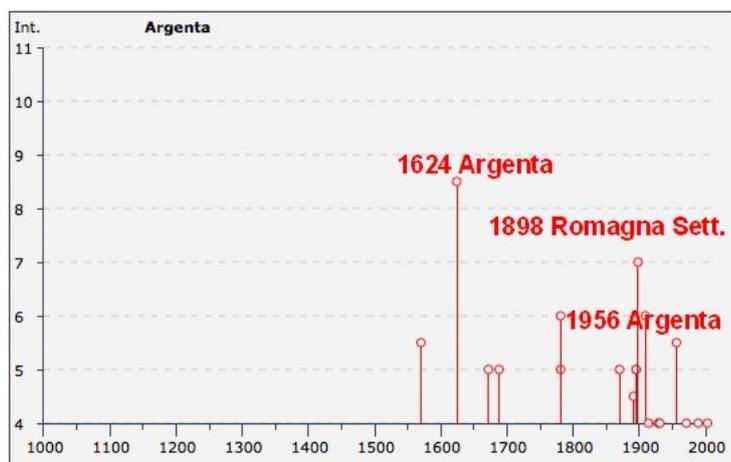
Di seguito si riporta una tabella di restituzione degli eventi sismici localmente registrati (tratta dal sito dell’I.N.G.V.). Argenta è stata colpita da due forti terremoti nel 1624 (Intensità VIII-IX, Mw 5.4) e nel 1898 (Intensità VII, Mw 5). In precedenza anche il terremoto di Ferrara del 1570 aveva originato risentimenti non trascurabili. Nel 1956 si è avuto l’evento nominato Argenta ($M_L = 4,82$; $I = 7$). La sequenza sismica di maggio (20 e 29) e giugno 2012 ha sensibilmente modificato la cognizione di sismicità dell’area della Bassa Pianura Padana/della Provincia di Ferrara che era ampiamente sottovalutata e che invece avrebbe dovuto suscitare maggior considerazione. Durante l’evento del 2012, soprattutto nel Comune di Argenta e in misura minore nel Comune di Portomaggiore si sono registrati danni soprattutto agli edifici delle chiese maggiori, danni che si sono sviluppati anche in presenza di accelerazioni molto ridotte rispetto a quelle epicentrali.

A1



PlaceID IT_40315
 Coordinate (lat, lon) 44.615, 11.837
 Comune (ISTAT 2015) Argenta
 Provincia Ferrara
 Regione Emilia-Romagna
 Numero di eventi riportati 45

Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
NF	2000	05	06	22	07	0	Faentino	85	5 4.08
3	1887	09	30	15	55		Faenza	10	5 4.12
NF	2003	12	07	10	20	3	Forlivese	165	5 4.18
3-4	2002	11	02	10	57	4	Ferrarese	79	4 4.21
NF	2005	07	15	15	17	1	Forlivese	173	4-5 4.29
3-4	1891	08	01	13	32	2	Lugo	15	4-5 4.36
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6 4.43
5	1895	07	30	10	47		Comacchio	10	5 4.47
3	1889	03	08	02	57	0	Bolognese	38	5 4.53
7	1898	01	16	13	10		Romagna settentrionale	110	6 4.59
7	1898	03	09	11	43		Romagna settentrionale	68	6 4.59
5	1895	03	23				Comacchio	33	6 4.65
4	1895	08	07	19	49	3	Appennino tosco-emiliano	84	5 4.67
NF	2000	05	08	12	29	5	Faentino	126	5 4.67
NF	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6 4.71
4	1931	03	27	02	46	5	Ferrarese	7	6 4.74
2	2000	05	10	16	52	1	Faentino	151	5-6 4.82
3	1895	06	10	01	47		Prealpi Trevigiane	73	6 4.85
4	1989	09	13	21	54	0	Prealpi Vicentine	779	6-7 4.85
6	1620	06	22				Ravennate	2	6-7 4.86
5-6	1956	02	20	01	29	4	Argenta	17	5-6 4.96
3-4	1983	11	09	16	23	5	Parmense	850	6-7 5.04
4	1929	04	10	05	44		Bolognese	87	6 5.05
NF	1904	11	17	05	02		Pistoiese	204	7 5.10
3	1929	04	22	08	26		Bolognese	41	6-7 5.10
4	2003	09	14	21	42	5	Appennino bolognese	133	6 5.24
3	1911	02	19	07	18	3	Forlivese	181	7 5.26
6	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7 5.36
3	1898	03	04	21	05		Parmense	313	7-8 5.37
8-9	1624	03	19				Argenta	18	7-8 5.43
5-6	1570	11	17	19	10		Ferrarese	58	7-8 5.44
3	1889	12	08				Gargano	122	7 5.47
4	1971	07	15	01	33	2	Parmense	228	8 5.51
5	1672	04	14	15	45		Kiminese	92	8 5.59
6	1781	07	17	09	40		Faentino	46	8 5.61
5	1870	10	30	18	34		Forlivese	41	8 5.61
4	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7 5.63
F	1725	10	29	17	40		Appennino tosco-emiliano	28	8 5.67
5	1688	04	11	12	20		Romagna	39	8-9 5.84
4-5	1891	06	07	01	06	1	Valle d'Illasi	403	8-9 5.87
3	1918	11	10	15	12	2	Appennino forlivese	187	9 5.96
3	1928	03	27	08	32		Carnia	359	9 6.02
5	1781	04	04	21	20		Faentino	96	9-10 6.12
F	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9 6.27
3	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11 7.08



Figg. 5/6: storia sismica locale, L'Intensità Sismica (Is) massima registrata è pari a 8,5.

A.2.5.3.1 Storia Sismica del Comune Di Argenta:

La storia sismica del Comune di Argenta è estesa ed articolata. Di seguito se ne riportano tabelle di restituzione (tratte da siti istituzionali quali quello dell'I.N.G.V.). La città di Argenta, in particolare, è stata colpita da due forti terremoti nel 1624 (Intensità VIII-IX, Mw 5.4) e nel 1898 (Intensità VII, Mw 5). In precedenza anche il terremoto di Ferrara del 1570 aveva originato risentimenti non trascurabili. Nel 1956 si è avuto l'evento nominato Argenta (ML= 4,82; I= 7) e negli ultimi anni si sono ulteriormente registrati alcuni piccoli terremoti (ML < 4) di cui l'ultimo il 25 Marzo 2010, di magnitudo locale (ML) 2.3, con epicentro nel Comune di Ostellato (da dati INGV). Alla seguente tabella si riporta la storia sismica molto articolata del Comune di Argenta (come tratta dall'apposito sito dell'INGV).

Argenta



PlaceID IT_40315
 Coordinate (lat, lon) 44.615, 11.837
 Comune (ISTAT 2015) Argenta
 Provincia Ferrara
 Regione Emilia-Romagna
 Numero di eventi riportati 45

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	2000	05	06	22	07	0	Faentino	85	5	4.08
3	1887	09	30	15	55		Faenza	10	5	4.12
NF	2003	12	07	10	20	3	Forlivese	165	5	4.18
3-4	2002	11	02	10	57	4	Ferrarese	79	4	4.21
NF	2005	07	15	15	17	1	Forlivese	173	4-5	4.29
3-4	1891	08	01	13	32	2	Lugo	15	4-5	4.36
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
5	1895	07	30	10	47		Comacchio	10	5	4.47
3	1889	03	08	02	57	0	Bolognese	38	5	4.53
7	1898	01	16	13	10		Romagna settentrionale	110	6	4.59
7	1898	03	09	11	43		Romagna settentrionale	68	6	4.59
5	1895	03	23				Comacchio	33	6	4.65
4	1895	08	07	19	49	3	Appennino tosco-emiliano	84	5	4.67
NF	2000	05	08	12	29	5	Faentino	126	5	4.67
NF	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71
4	1931	03	27	02	46	5	Ferrarese	7	6	4.74
2	2000	05	10	16	52	1	Faentino	151	5-6	4.82
3	1895	06	10	01	47		Prealpi Trevigiane	73	6	4.85
4	1989	09	13	21	54	0	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
6	1620	06	22				Ravennate	2	6-7	4.86
5-6	1956	02	20	01	29	4	Argenta	17	5-6	4.96
3-4	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
4	1929	04	10	05	44		Bolognese	87	6	5.05
NF	1904	11	17	05	02		Pistoiese	204	7	5.10
3	1929	04	22	08	26		Bolognese	41	6-7	5.10
4	2003	09	14	21	42	5	Appennino bolognese	133	6	5.24
3	1911	02	19	07	18	3	Forlivese	181	7	5.26
6	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
3	1898	03	04	21	05		Parmense	313	7-8	5.37
8-9	1624	03	19				Argenta	18	7-8	5.43
5-6	1570	11	17	19	10		Ferrarese	58	7-8	5.44
3	1889	12	08				Gargano	122	7	5.47
4	1971	07	15	01	33	2	Parmense	228	8	5.51
5	1672	04	14	15	45		Riminese	92	8	5.59
6	1781	07	17	09	40		Faentino	46	8	5.61
5	1870	10	30	18	34		Forlivese	41	8	5.61
4	1914	10	27	09	22		Lucchese	660	7	5.63
F	1725	10	29	17	40		Appennino tosco-emiliano	28	8	5.67
5	1688	04	11	12	20		Romagna	39	8-9	5.84
4-5	1891	06	07	01	06	1	Valle d'Illassi	403	8-9	5.87
3	1918	11	10	15	12	2	Appennino forlivese	187	9	5.96
3	1928	03	27	08	32		Carnia	359	9	6.02
5	1781	04	04	21	20		Faentino	96	9-10	6.12
F	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
3	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08

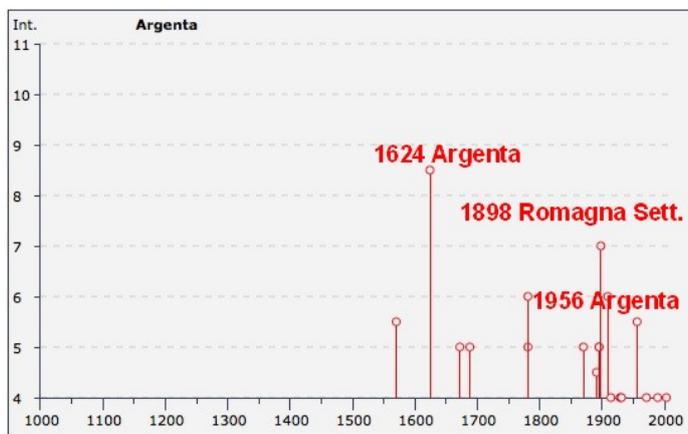


Fig. 5/7: storia sismica di Argenta, L'Intensità Sismica (Is) massima registrata è pari a 8,5.

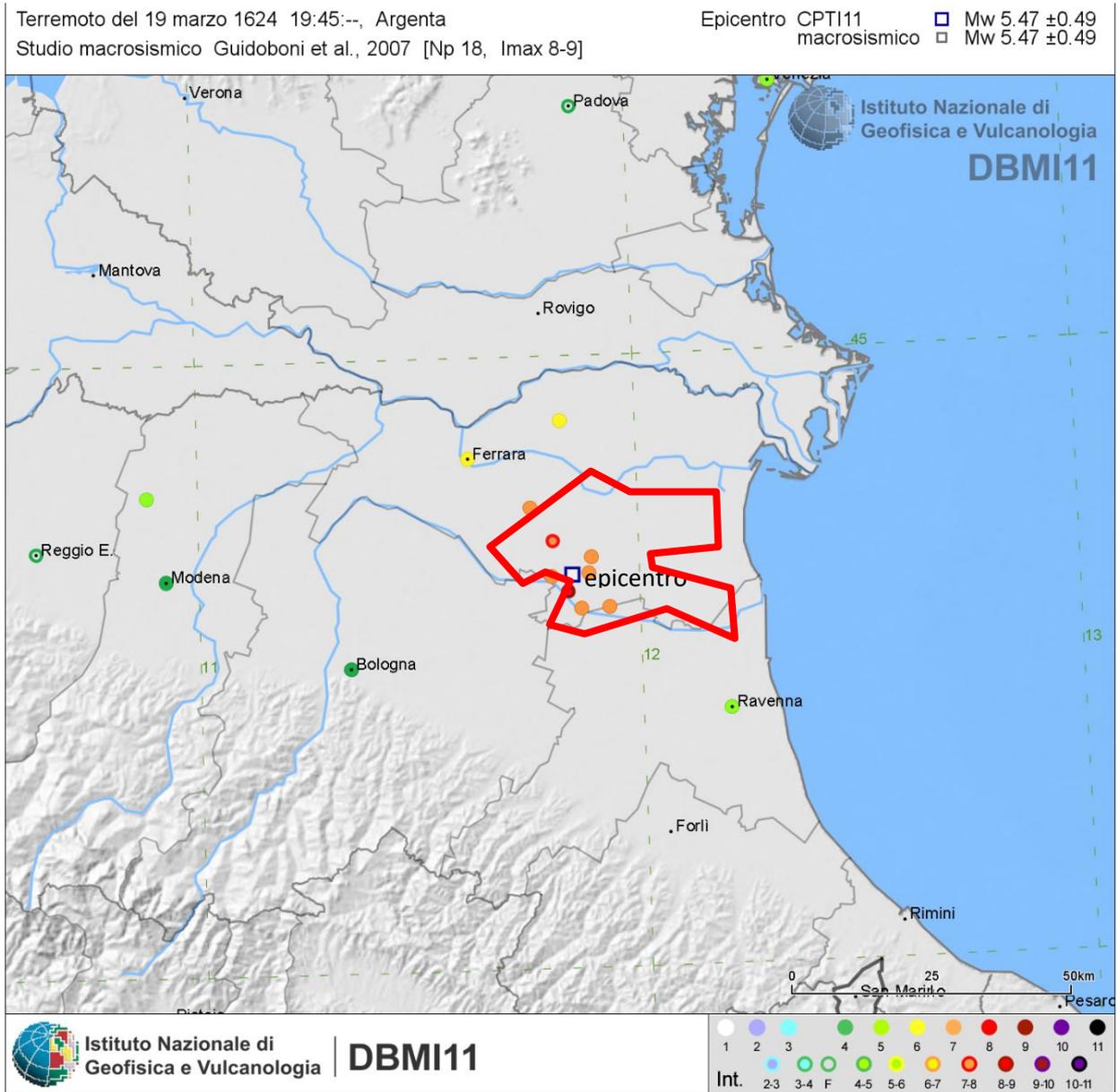


Fig. 5/8: evento del 1624: Argenta. Scala Libera, epicentro ed area in esame.

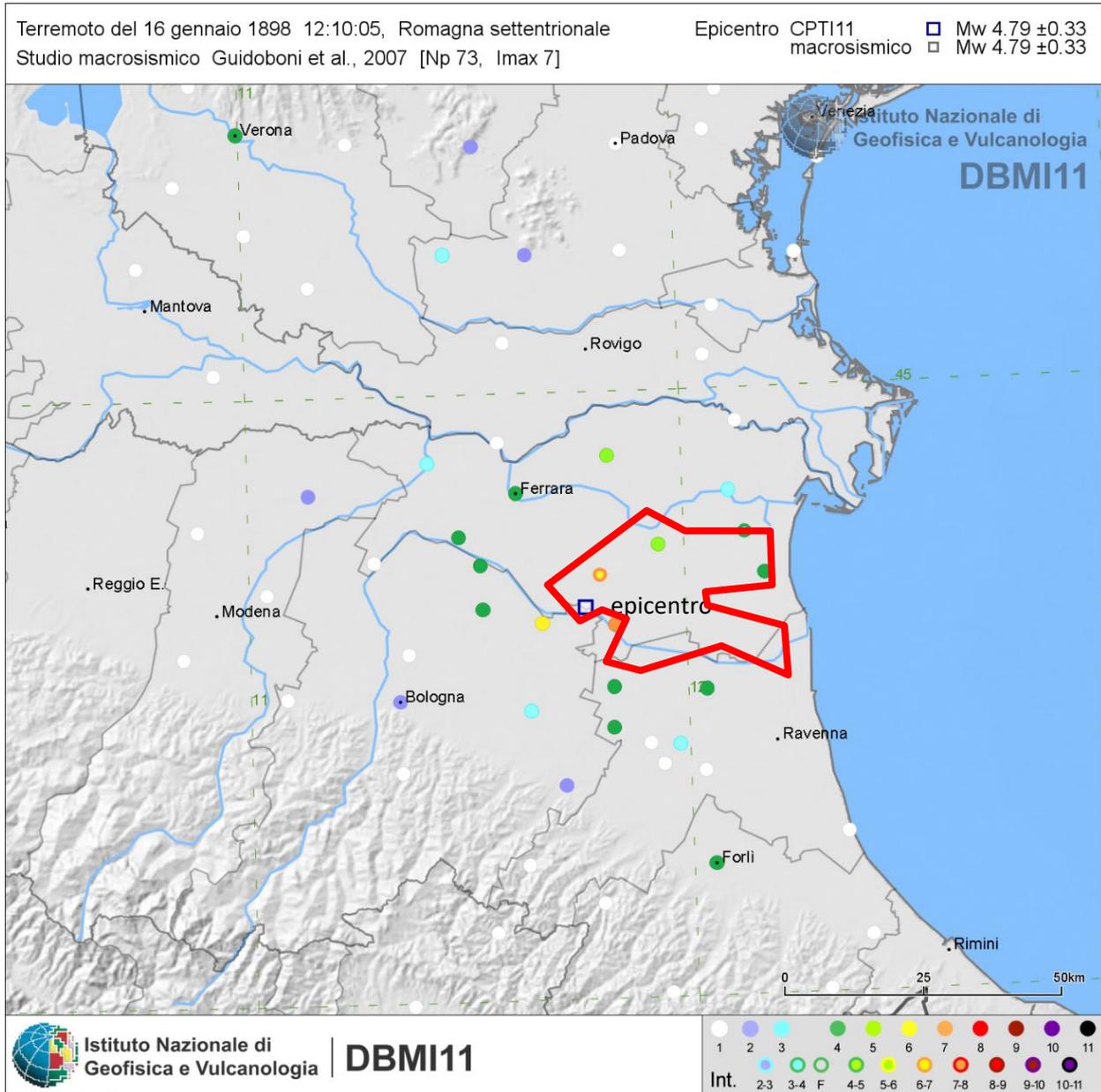


Fig. 5/9: evento del 1898: Romagna Settentrionale. Scala Libera, epicentro ed area in esame.

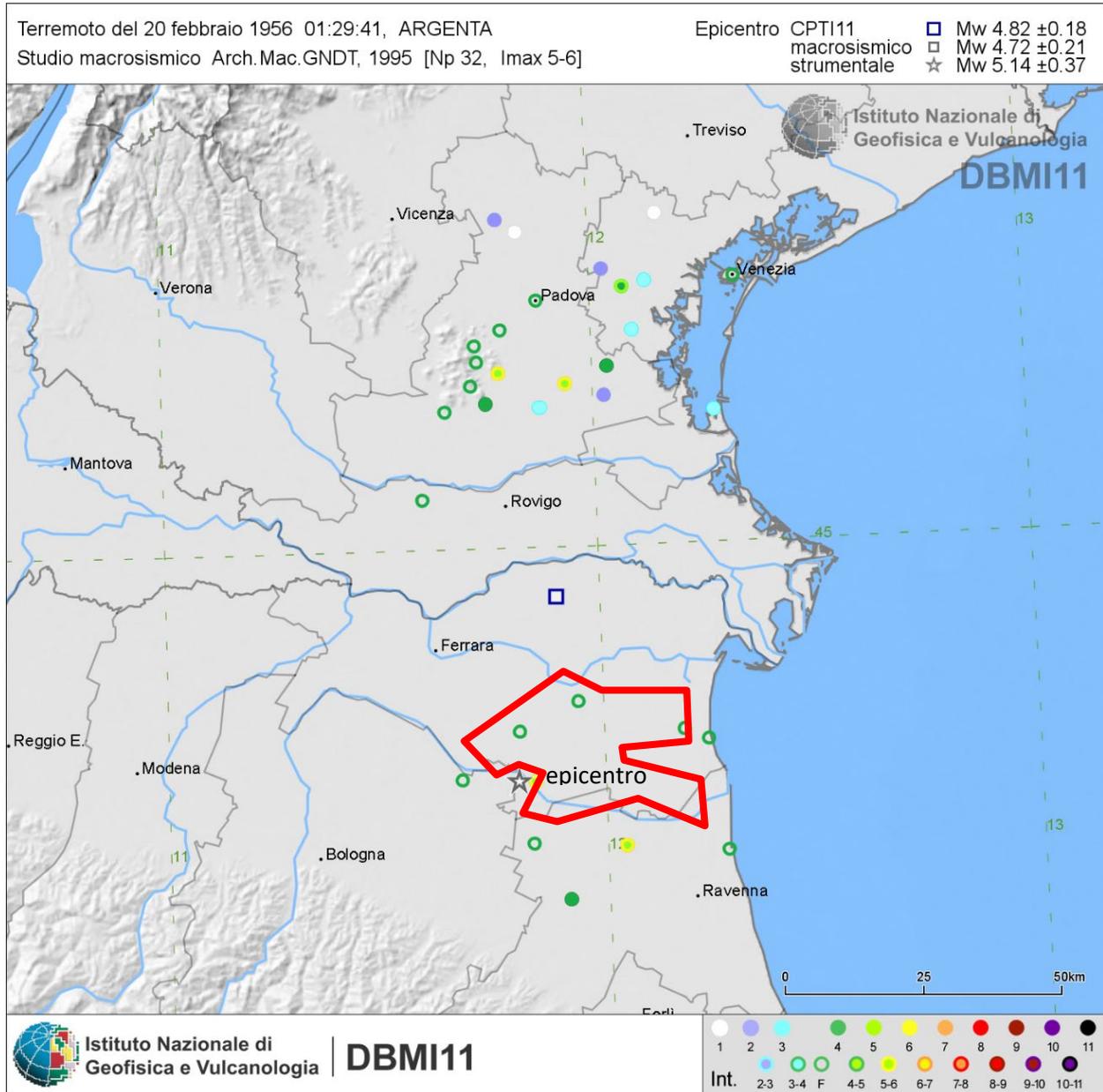


Fig. 5/10: evento del 1956: Argenta. Scala Libera, epicentro ed area in esame.

A.2.5.3.2 Storia Sismica del Comune di Portomaggiore:

La storia sismica del Comune di Portomaggiore è estesa ed articolata. Di seguito se ne riportano tabelle di restituzione (tratte da siti istituzionali quali quello dell'I.N.G.V.).

Portomaggiore



PlaceID IT_40932
 Coordinate (lat, lon) 44.698, 11.805
 Comune (ISTAT 2015) Portomaggiore
 Provincia Ferrara
 Regione Emilia-Romagna
 Numero di eventi riportati 29

Effetti	In occasione del terremoto del							NMDF	Io	Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale			
5-6	1570	11	17	19	10		Ferrarese	58	7-8	5.44
7-8	1624	03	19				Argenta	18	7-8	5.43
F	1891	06	07	01	06	1	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
3-4	1895	03	23				Comacchio	33	6	4.65
5	1895	07	30	10	47		Comacchio	10	5	4.47
2-3	1895	08	07	19	49	3	Appennino tosco-emiliano	84	5	4.67
6	1898	01	16	13	10		Romagna settentrionale	110	6	4.59
6	1898	03	09	11	43		Romagna settentrionale	68	6	4.59
3-4	1904	02	25	18	47	5	Reggiano	62	6	4.81
NF	1907	04	25	04	52		Veronese	122	6	4.79
NF	1908	07	10	02	13	3	Carnia	119	7-8	5.31
5-6	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
4-5	1911	02	19	07	18	3	Forlivese	181	7	5.26
5	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63
6	1916	05	17	12	50		Riminese	132	8	5.82
4	1918	11	10	15	12	2	Appennino forlivese	187	9	5.96
4	1920	09	07	05	55	4	Garfagnana	750	10	6.53
3-4	1929	04	10	05	44		Bolognese	87	6	5.05
4	1931	03	27	02	46	5	Ferrarese	7	6	4.74
5-6	1956	02	20	01	29	4	Argenta	17	5-6	4.96
4	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
4	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71
3-4	1989	09	13	21	54	0	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
NF	2000	05	06	22	07	0	Faentino	85	5	4.08
NF	2000	05	08	12	29	5	Faentino	126	5	4.67
3-4	2000	05	10	16	52	1	Faentino	151	5-6	4.82
3	2002	11	02	10	57	4	Ferrarese	79	4	4.21
NF	2005	07	15	15	17	1	Forlivese	173	4-5	4.29

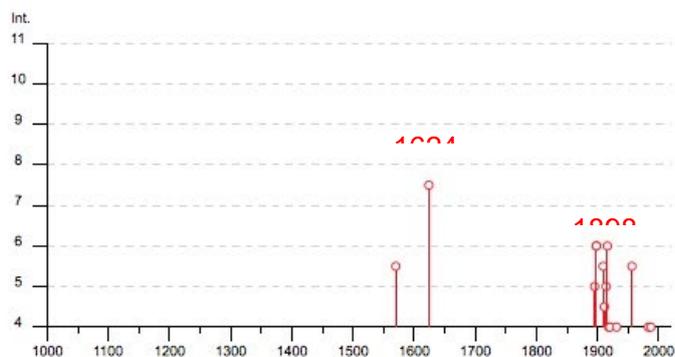


Fig. 5/11: storia sismica del Comune di Portomaggiore, L'Intensità Sismica (Is) massima registrata è pari a 7,5.

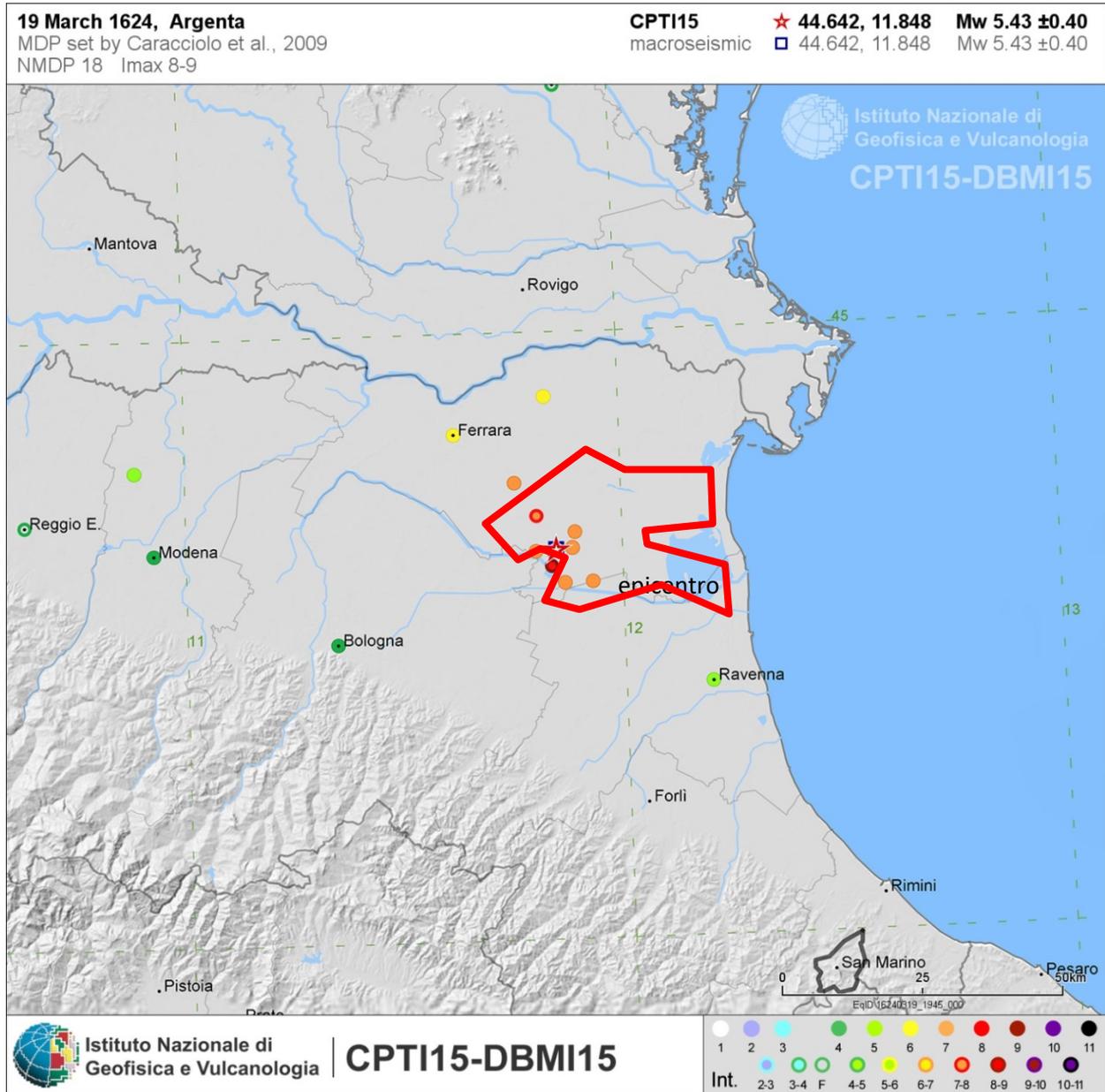


Fig. 5/12: evento del 1624: Argenta. Scala Libera, epicentro ed area in esame.

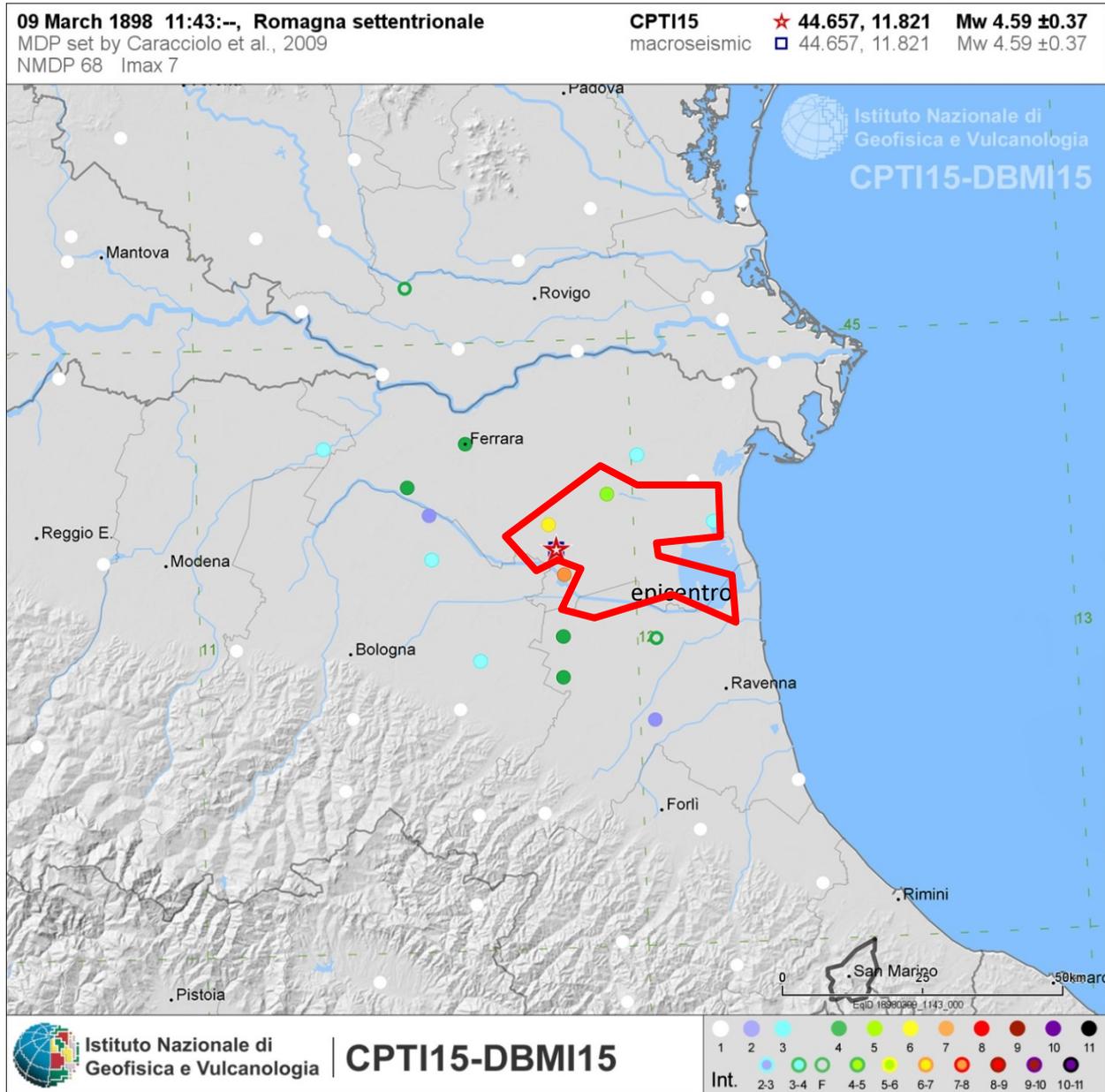


Fig. 5/13: evento del 1898: Romagna Settentrionale. Scala Libera, epicentro ed area in esame.

Fig. 5/14: storia sismica del Comune di Portomaggiore, L'Intensità Sismica (Is) massima registrata è pari a 7,5.

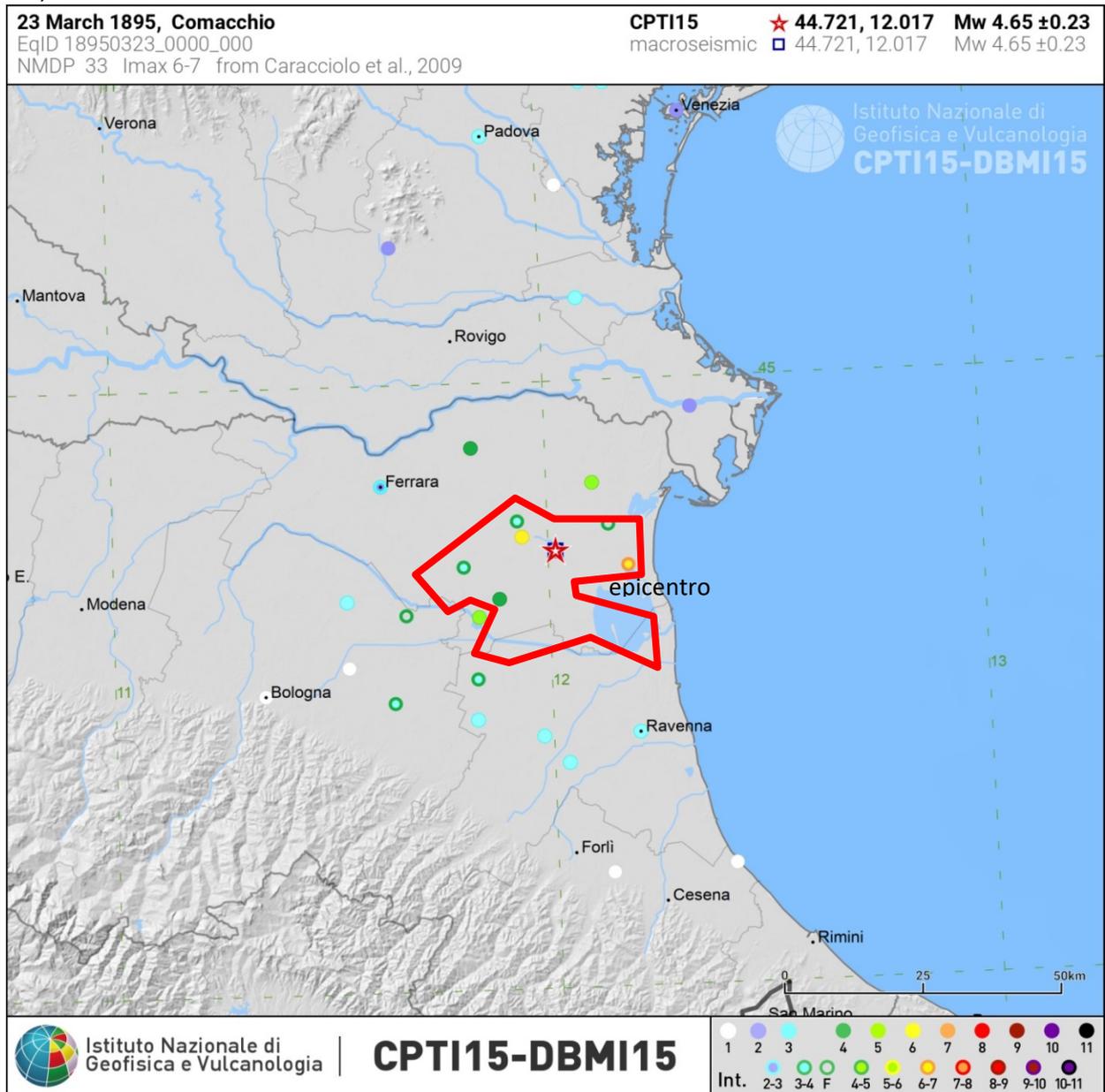


Fig. 5/15: evento del 1624: Argenta. Scala Libera, epicentro ed area in esame.

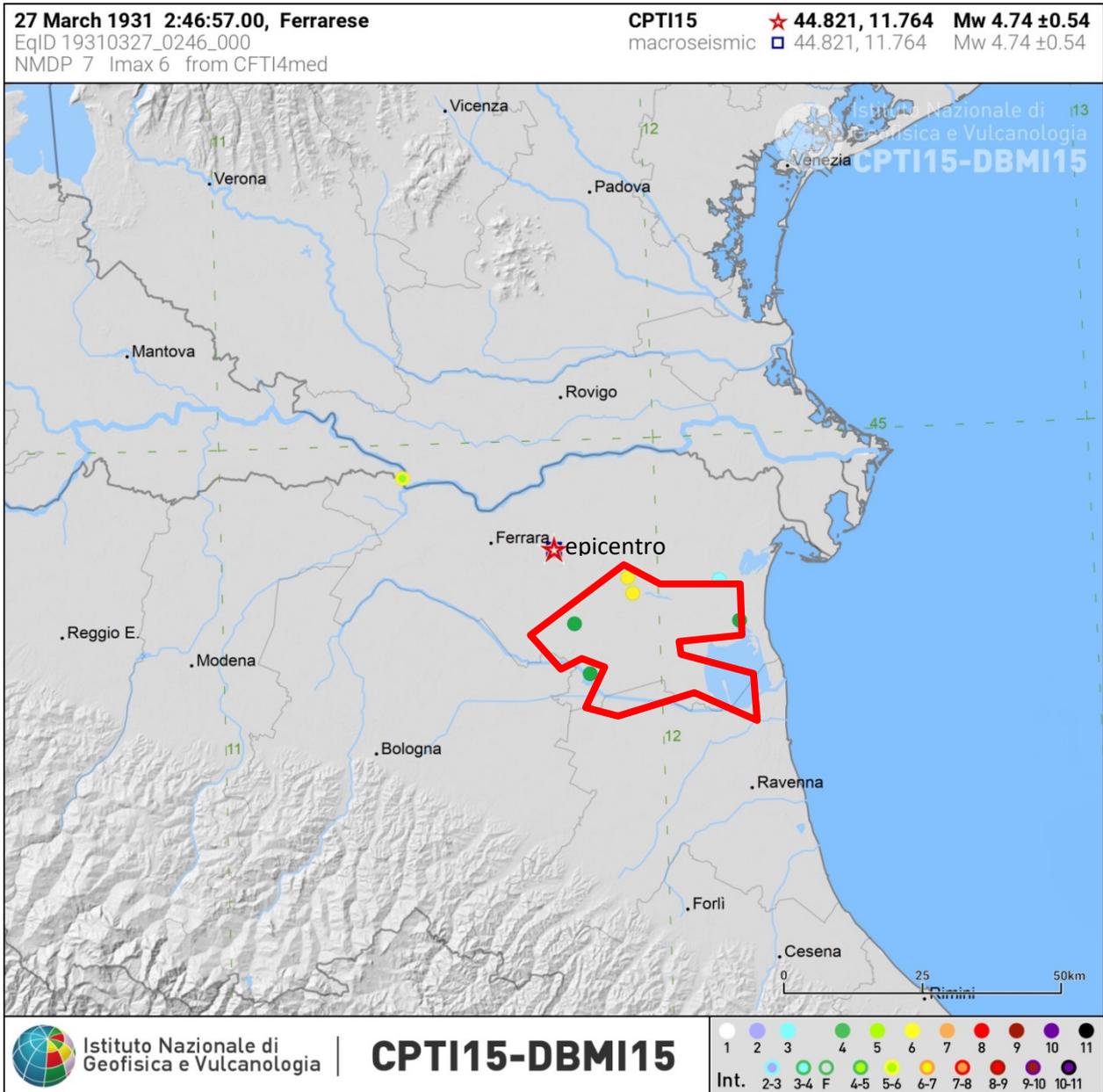


Fig. 5/16: evento del 1898: Romagna Settentrionale. Scala Libera, epicentro ed area in esame.

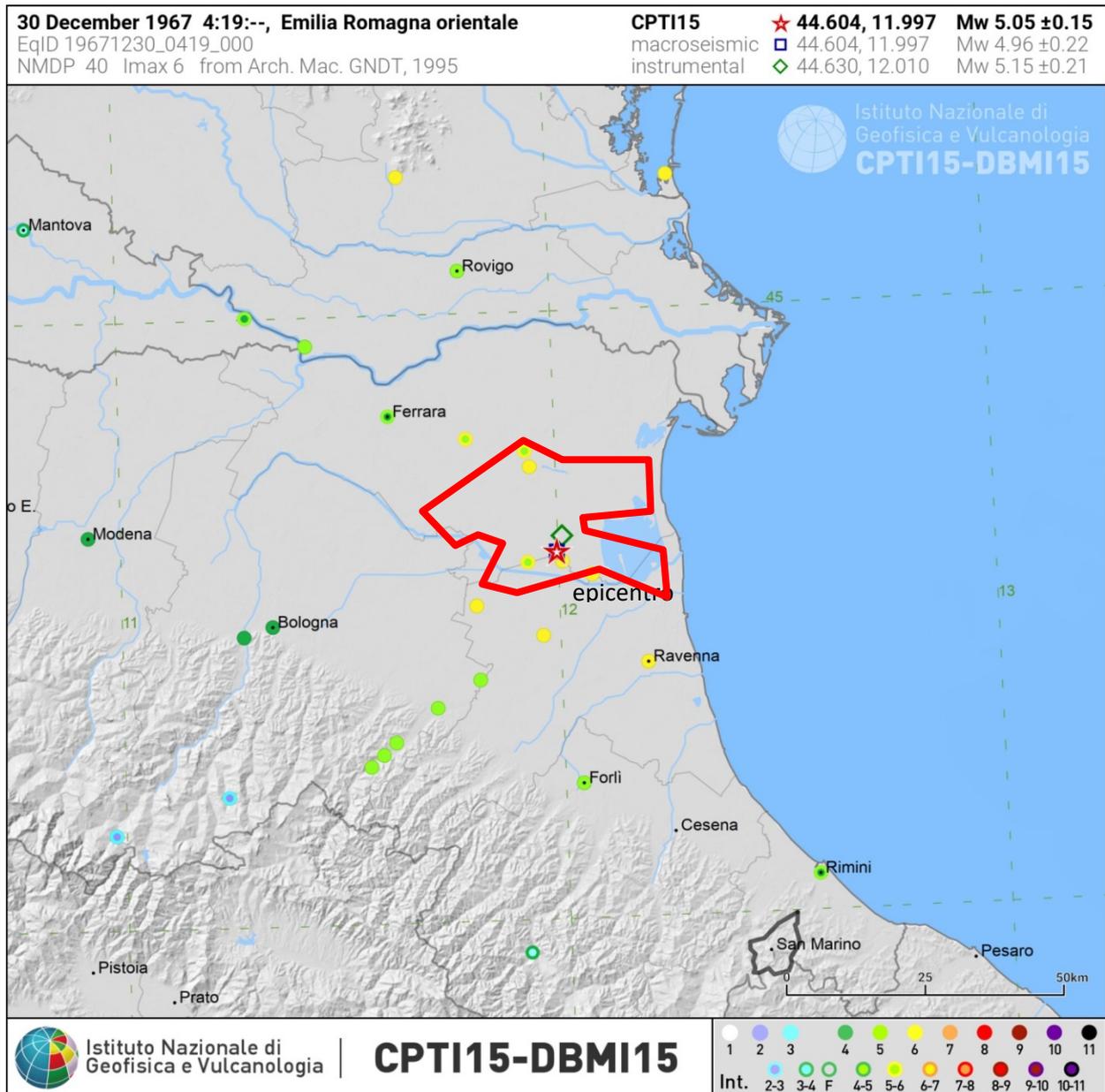
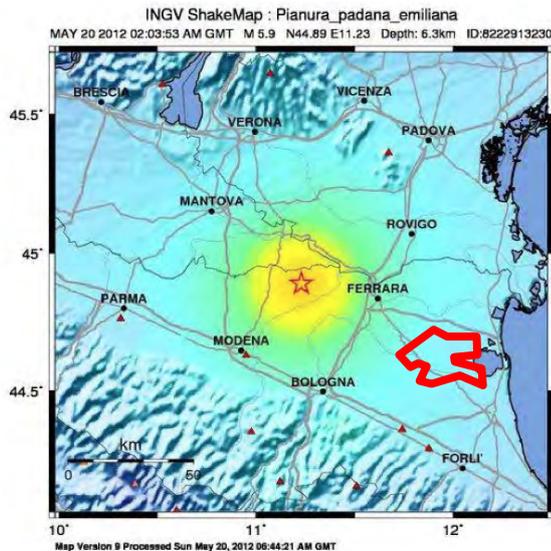


Fig. 5/17: evento del 1898: Romagna Settentrionale. Scala Libera, epicentro ed area in esame.

Chiaramente la sequenza sismica di maggio (20 e 29) e giugno 2012 ha sensibilmente modificato la cognizione di sismicità dell'area della Bassa Pianura Padana/della Provincia di Ferrara che era francamente sottovalutata e che come illustrato denota già in realtà una incontestabile valenza di non poco conto e che avrebbe dovuto aver maggior considerazione generale, anche come educazione al connesso rischio, rivolta alla cittadinanza. in merito all'evento del 2012, per il territorio dell'Unione dei Comuni e con maggior riferimento in primis al Comune di Argenta e in secundis al Comune di Portomaggiore si sono registrati danni soprattutto agli edifici delle chiese maggiori. Tali danni si sono sviluppati anche in presenza di accelerazioni molto ridotte rispetto a quelle epicentrali. Il Comune di Ostellato non ha registrato danneggiamenti di questo tipo. Di seguito si riportano una serie di figure relative a tale sequenza sismica.



On May 20, 2012 at 04:03 (local time) an earthquake $M_L=5.9$ struck the Po Plain.

The epicenter was located east of Mirandola and north of the Final Emilia (Modena Province).

The same day another 2 shocks $M_L > 5$ were felt.

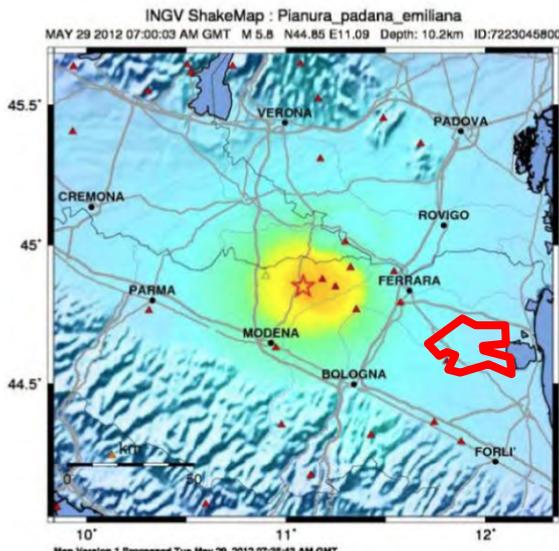
In the municipalities of Mirandola, S. Felice sul Panaro and Finale Emilia effects up to $I_{EMS} = VII$ were observed (data from QUEST report, INGV).

People evacuated after the shocks of 20/5 were about 7000

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(mg)	<0.1	0.5	2.4	6.7	19	24	44	83	>156
PEAK VEL.(cm/s)	<0.07	0.4	1.9	5.8	11	22	43	83	>160
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

epicenter coordinates: 44.89°N, 11.23°E
depth: 6.3 km

Fig. 5/18: Ubicazione degli epicentri degli eventi del 20 maggio 2012 e sviluppo areale delle relative intensità; il quadratino riporta l'area in esame, Scala libera (immagini tratte da L. Martelli- SGS Regione Emilia- Romagna; 7th Euregeo, Bologna 12- 15 Giugno 2012). Scala Libera.



At 09:00 (local time) on May 29, 2012 another strong earthquake, $M_L=5.8$, shaken the Modena Plain.

The epicenter was located near Medolla (MO), 10 km WSW from the 20/5 main shock.

Also this new shock caused effects up to $I_{EMS}=VII$ (from QUEST report, INGV), aggravating the situation in the municipalities of Medolla, Concordia sulla Secchia, Cavezzo and S. Possidonio (MO), and in some towns of the Mantua province.

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(mg)	<0.1	0.5	2.4	6.7	19	24	44	83	>156
PEAK VEL.(cm/s)	<0.07	0.4	1.9	5.8	11	22	43	83	>160
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

epicenter coordinates: 44.85°N, 11.09°E
depth: 10.2 km

Fig. 5/19: Ubicazione degli epicentri degli eventi del 29 maggio 2012 e sviluppo areale delle relative intensità; il quadratino riporta l'area in esame, Scala libera (immagini tratte da L. Martelli- SGS Regione Emilia- Romagna; 7th Euregeo, Bologna 12- 15 Giugno 2012). Scala Libera.

A.2.5.4 Elementi di Classificazione Sismica Nazionale:

La Legislazione Nazionale affronta il tema scindendolo in strumenti di Pianificazione (a vari livelli di approfondimento: PUG, MSL ecc.) e di Legislazione Tecnica Progettuale (DM/NTC). A seguito del terremoto del Molise del 2002, è stata elaborata una nuova Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale; il territorio dell'Unione non è omogeneo dal punto di vista della caratterizzazione sismica nazionale: il Comune di Argenta è classificato come Zona Sismica 2 (in precedenza non era nemmeno -inopinatamente classificato come sismico). I comuni di Portomaggiore e Ostellato sono invece classificati in Zona Sismica 3. Al Comune di Argenta è associato un valore di accelerazione massima al suolo (rigido, A) compreso tra 0,125 e 0,175 g. Ai comuni di Portomaggiore e Ostellato sono invece associate accelerazioni comprese tra 0,125 e 0,175 g per Portomaggiore e fra 0,075 e 0,125g per Ostellato; tali valori sono riferiti al suolo rigido A e dovranno quindi essere coniugati ai singoli Fattori di Amplificazione i cui valori debbono essere individuati o tramite l'Approccio Semplificato (Tab.3.2.II del DM/NTC 2018) e attraverso la redazione di appositi Studi di Risposta Sismica Locale (RSL), anche con riferimento agli strumenti di pianificazione sismica MSIL e MSIII dei tre comuni.

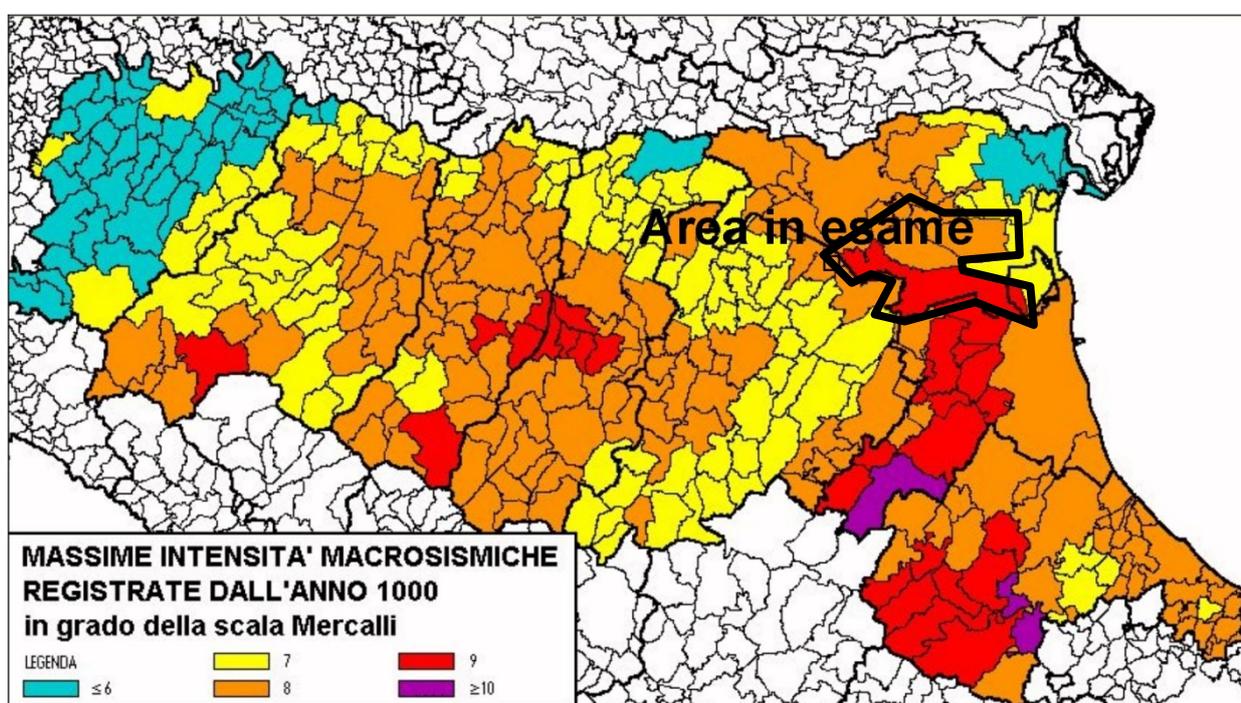


Fig. 5/20: Tavola a Scala Libera delle Massime Intensità Macrosismiche, dall'anno 1000.

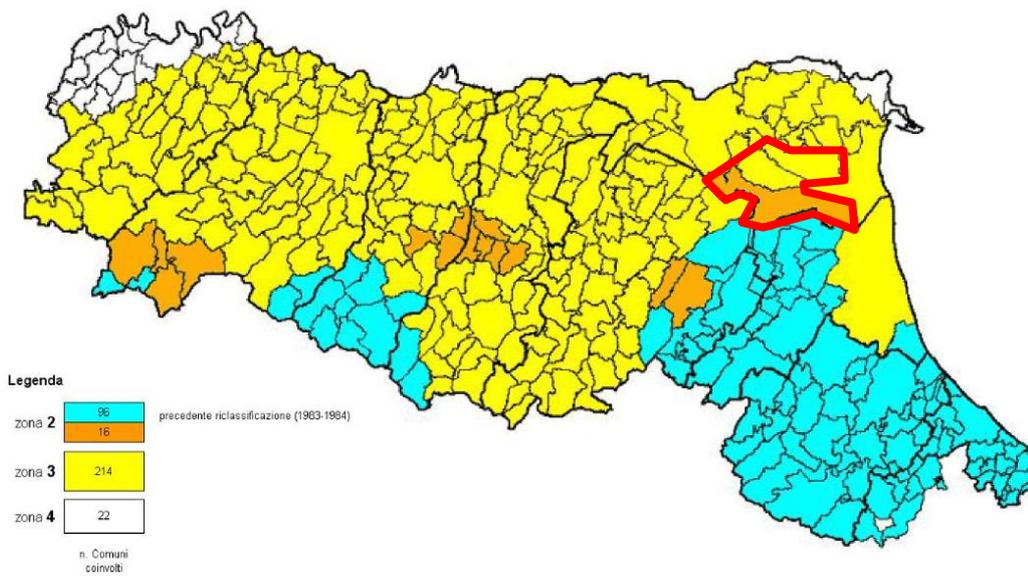


Fig. 5/21: Classificazione sismica del territorio regionale secondo l’OPCM 3274/2003. Il Comune di Argenta è evidenziato dal riquadro nero (colore arancione) è l’unico di ZS2 della Provincia di Ferrara.

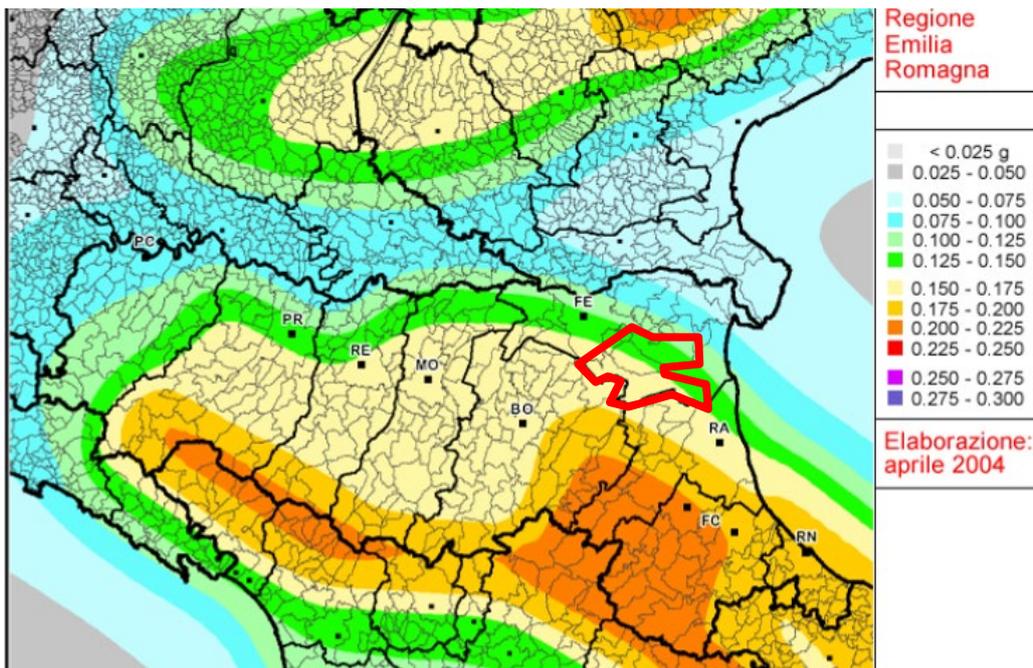


Fig. 5/22 Mappa di pericolosità sismica della Regione Emilia-Romagna espressa in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi (Cat. A). (Meletti & Montalbo, 2007).

A.2.5.5 Valori di Magnitudo localmente attesi (per i tre Comuni):

La magnitudo attesa per il territorio dell'Unione dei Comuni (e di una ulteriore fascia molto estesa della Provincia di Ferrara, ovvero per la Zona Sismica 912) è pari a $M_w = 6,14$ il valore è indicato dall'INGV (come riportato dalla seguente tabella).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Savoia	901		5.79	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+2(d)	6.14
Vallese	902		6.10	6.14	6.14		6.14		6.14
Grigioni-Valtellina	903		5.79	5.68	5.22	+3(b)	5.91	+4(d)	6.14
Trieste -Monte Nevoso	904		5.71	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Friuli -Veneto Orientale	905	6.4	6.66	6.60	6.60		6.60		6.60
Garda-Veronese	906	6.2	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Bergamasco	907	5.9	5.67	5.68	5.68	G	5.91	+2(d)	6.14
Piemonte	908		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Alpi Occidentali	909		5.54	5.45	5.45	+1(a)	5.68	+3(d)	6.14
Nizza-Sanremo	910	6.3	6.29	6.37	6.37		6.37		6.37
Tortona-Bobbio	911		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Dorsale Ferrarese	912	6.2	5.88	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Appennino Emiliano-Romagn.	913		5.85	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Forlivese	914		5.97	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Garfagnana-Mugello	915	6.4	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Versilia-Chianti	916		5.52	5.45	5.45	+1(c)	5.68	+3(d)	6.14
Rimini-Ancona	917	6.1	5.94	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzz.	918		6.23	6.14	6.14	+1(a)	6.37	+1(a)	6.37
Appennino Umbro	919	6.0	6.33	6.37	6.37		6.37		6.37
Val di Chiana-Ciociaria	920		5.57	5.68	5.45	+1(b)	5.68	+3(d)	6.14
Etruria	921		5.91	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Colli Albani	922		5.53	5.45	5.45		5.45		5.45
Appennino Abruzzese	923	6.7	6.99	7.06	7.06		7.06		7.06
Molise-Gargano	924	6.7	6.73	6.83	6.83		6.83		6.83
Ofanto	925		6.72	6.83	6.83		6.83		6.83
Basento	926	5.8	5.84	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Sannio-Irpinia -Basilicata	927	6.8	6.96	7.06	7.06		7.06		7.06
Ischia-Vesuvio	928		5.78	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+1(a)	5.91
Calabria Tirrenica	929	7.0	7.24	7.29	7.29		7.29		7.29
Calabria Ionica	930	6.0	6.60	6.60	6.60		6.60		6.60
Canale d'Otranto	931		6.90	6.83	6.83		6.83		6.83
Eolie-Patti	932	6.1	6.06	6.14	6.14		6.14		6.14
Sicilia settentrionale	933		5.89	5.91	5.91	+1(c)	6.14	+1(c)	6.14
Belice	934		6.12	6.14	6.14		6.14		6.14
Iblei	935		7.41	7.29	7.29		7.29		7.29
Etna	936		5.30	5.22	5.22	+1(a)	5.45	+1(a)	5.45

Tabella 6. Valori di Mwmax da DISS2 e CPTI2 (col.3, 4, 5); valori di Mwmax dopo l'applicazione degli intervalli di completezza CO-04.2 (col.6); azioni e valore finale di Mwmax1 (col.7, 8); azioni e valori finali di Mwmax2 (col.9, 10). Le azioni indicano l'aumento (in numero di classi) rispetto ai valori della colonna 6 determinato da:

Fig. 5/7: Tabella (Tab. 6) tratta dal Rapporto Conclusivo della Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica (Aprile 2004) dell'INGV.

Il valore di 6,14 parrebbe essere molto penalizzante dato che, come in precedenza riportato, gli eventi direttamente riconducibili ai territori in esame indicano valori massimi di M_w pari a 5,5 dell'evento di Argenta 1624 e dato che la misura della Magnitudo è logaritmica, quindi $M = 6,14$ "mette in gioco" energie sismiche enormemente superiori a $M = 5,5$ (di quasi 30 volte maggiori e non di solo 0,6 volte in più!). Il valore di 6,14 è caratteristico dell'intera Zona Sismica 912 ma l'analisi statistico/probabilistica delle magnitudo e delle distanze degli eventi da ogni specifico punto (e per il presente lavoro ci si è riferiti ai centri dei tre soli capoluoghi) ricondurrebbe a valori di M_w pari a 5.2 (per percentuali di accadimento comprese fra il 20 e 25%) e quindi enormemente più ridotti di $M_w = 6,14$ (che si riconduce a percentuali massime attese di accadimento dell' 1%). Si consideri però che anche per l'evento Emilia 2012 ci si sarebbe dovuti riferire a valori di M_w di circa 5,20 l'evento ha però poi registrato Magnitudo dell'ordine di $M_w = 5,9$. Ciò sta a significare che valori di M attorno a 6,0 sono giustificati ed anche se le probabilità corrispondenti sono molto basse ad oggi le possibilità di individuazione statistico- probabilistica non possono essere

ritenute sufficientemente robuste (per una complessa serie di motivazioni) e non possono smentire il valore di 6,14. Si osservi che tali valori sono validi **solo per CU (Classe d'Uso) II**.

A.2.5.5.1 Studio di Disaggregazione per Argenta Capoluogo:

Dalla di seguito riportata analisi di disaggregazione dei valori di M, relativa alle registrazioni storiche del territorio del Comune di Argenta si potrà notare come il valore localmente atteso di Mw sia compreso fra 5,17 e 5,19. Nel complesso (si vedano le seguenti figure) l'assetto previsto è il seguente:

- MI compreso fra 4,0 e 4,5 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 15 e 20%;
- MI compreso fra 4,5 e 5,0 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 25 e 30%;
- MI compreso fra 5,0 e 5,5 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 11 e 15%;
- MI compreso fra 5,5 e 6,0 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 5 e 7%;
- MI > 6,0 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 0 e 1%.

Lo studio di disaggregazione indica anche le distanze epicentrali più probabili, che per il caso in esame sono comprese fra 0 e 30 Km, con minori risentimenti sino a 100 Km. Si osservi che tali valori sono validi solo per **CU (Classe d'Uso) II**.

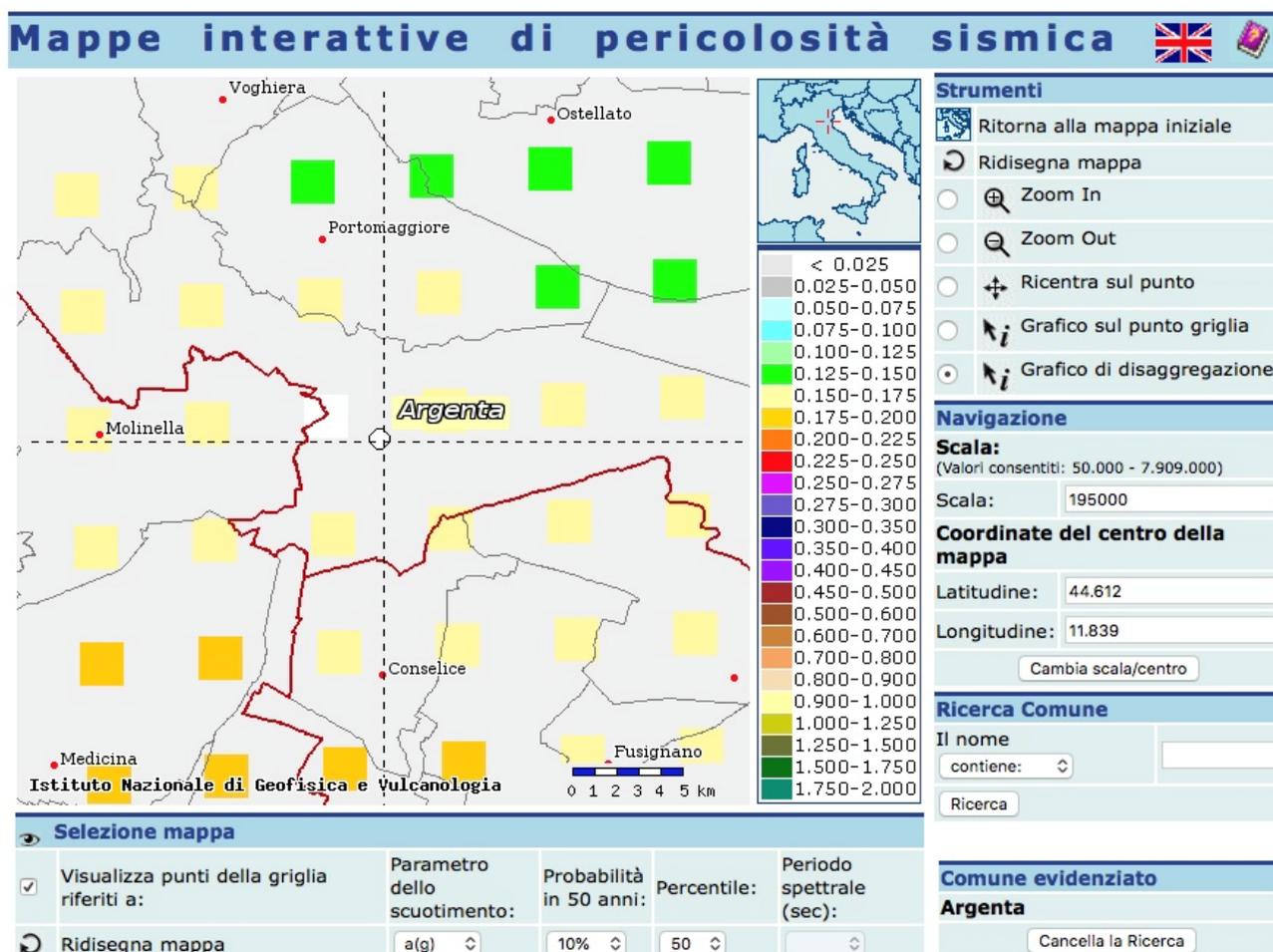


Fig. 5/8: Ubicazione dell'area in esame per lo studio di disaggregazione, **per CU II**.

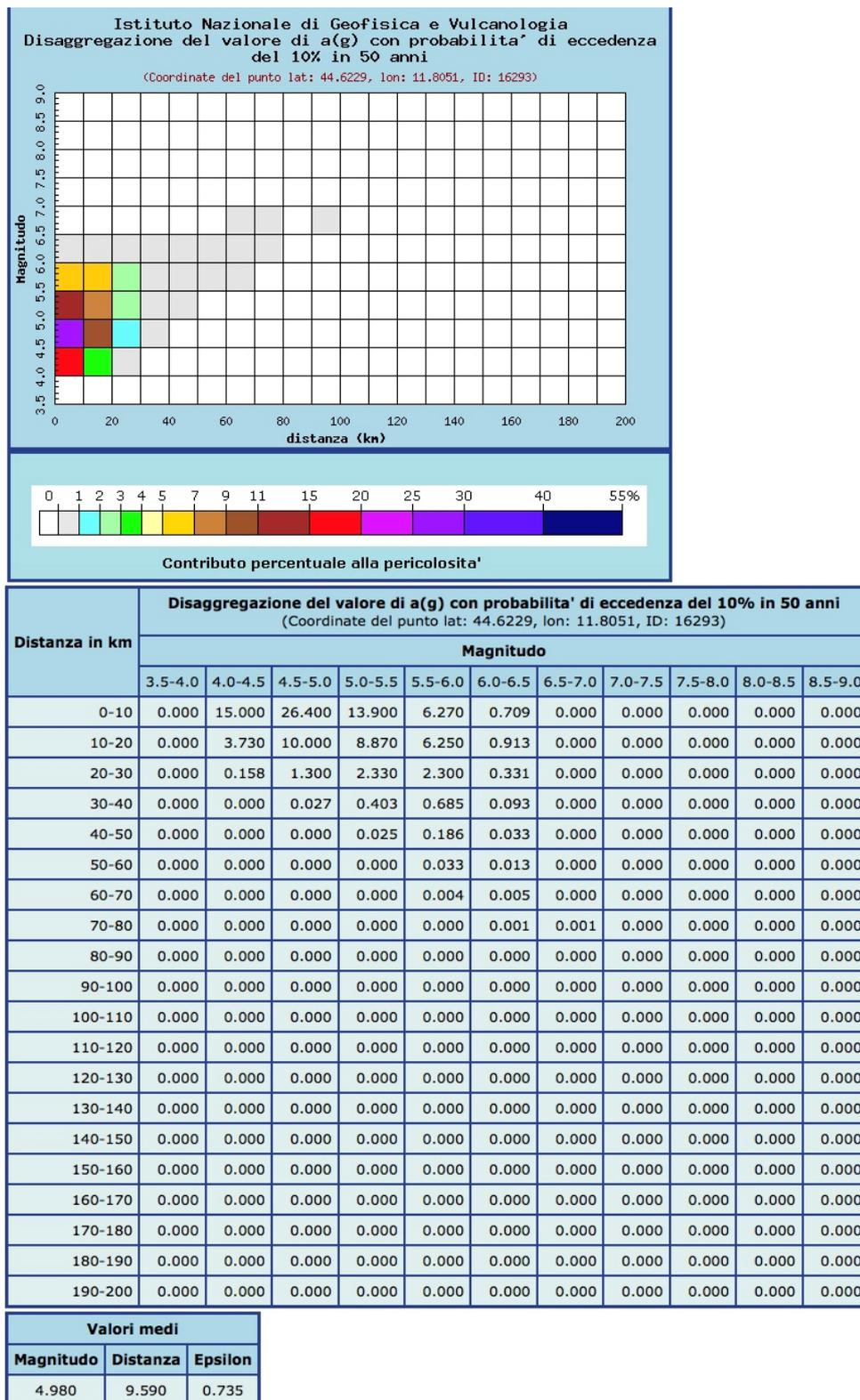


Fig. 5/9: tabelle di disaggregazione dei valori di M per l'area in esame (tratte dal sito del Progetto DPC-INGV- S1). La Magnitudo riportata è la Magnitudo Locale M_L (Richter) da non confondersi con la Magnitudo Momento M_W . Le due scale misurano "oggetti" sostanzialmente diversi e sono quindi scarsamente comparabili. Il corrispondente valore di M_W può essere comunque inteso maggiore di 5, sulla base di correlazioni "qualitative" proposte da vari Autori. Per il caso in esame il valore di M sarebbe pari a 5,21:

$M_w = 0,953M_L + 0,422$; $3,9 \leq M_L \leq 6,8$ (Yenier, Erdogan, Akkar- 2008), oppure pari a 5,22: $M_w = 0,812M_L + 1,145$; (INGV, 2004). Si osservi che tali valori sono validi **solo per CU (Classe d’Uso) II.**

A.2.5.5.2 Studio di Disaggregazione per Ostellato Capoluogo:

Dalla di seguito riportata analisi di disaggregazione dei valori di M, relativa alle registrazioni storiche del territorio del Comune di Ostellato si potrà notare come il valore localmente atteso di Mw sia compreso fra 5,13 e 5,16. Nel complesso (si vedano le seguenti figure) l’assetto previsto è il seguente:

- MI compreso fra 4,0 e 4,5 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 15 e 20%;
- MI compreso fra 4,5 e 5,0 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 25 e 30%;
- MI compreso fra 5,0 e 5,5 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 11 e 15%;
- MI compreso fra 5,5 e 6,0 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 5 e 7%;
- MI > 6,0 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 0 e 1%.

Lo studio di disaggregazione indica anche le distanze epicentrali più probabili, che per il caso in esame sono comprese fra 0 e 30 Km, con minori risentimenti sino a 120 Km. Si osservi che tali valori sono validi solo per **CU (Classe d’Uso) II.**

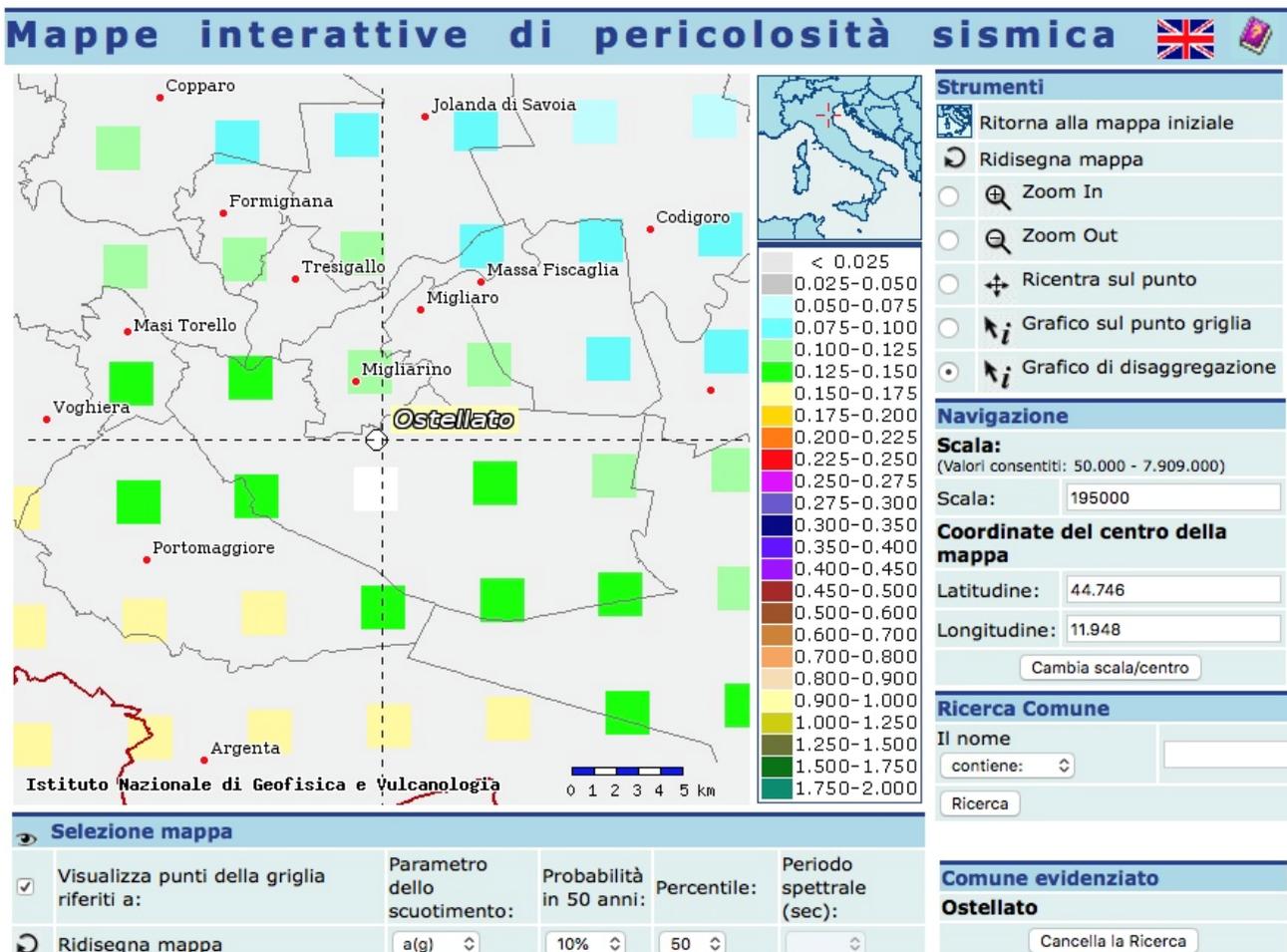


Fig. 5/10: Ubicazione dell’area in esame per lo studio di disaggregazione, **per CU II.**

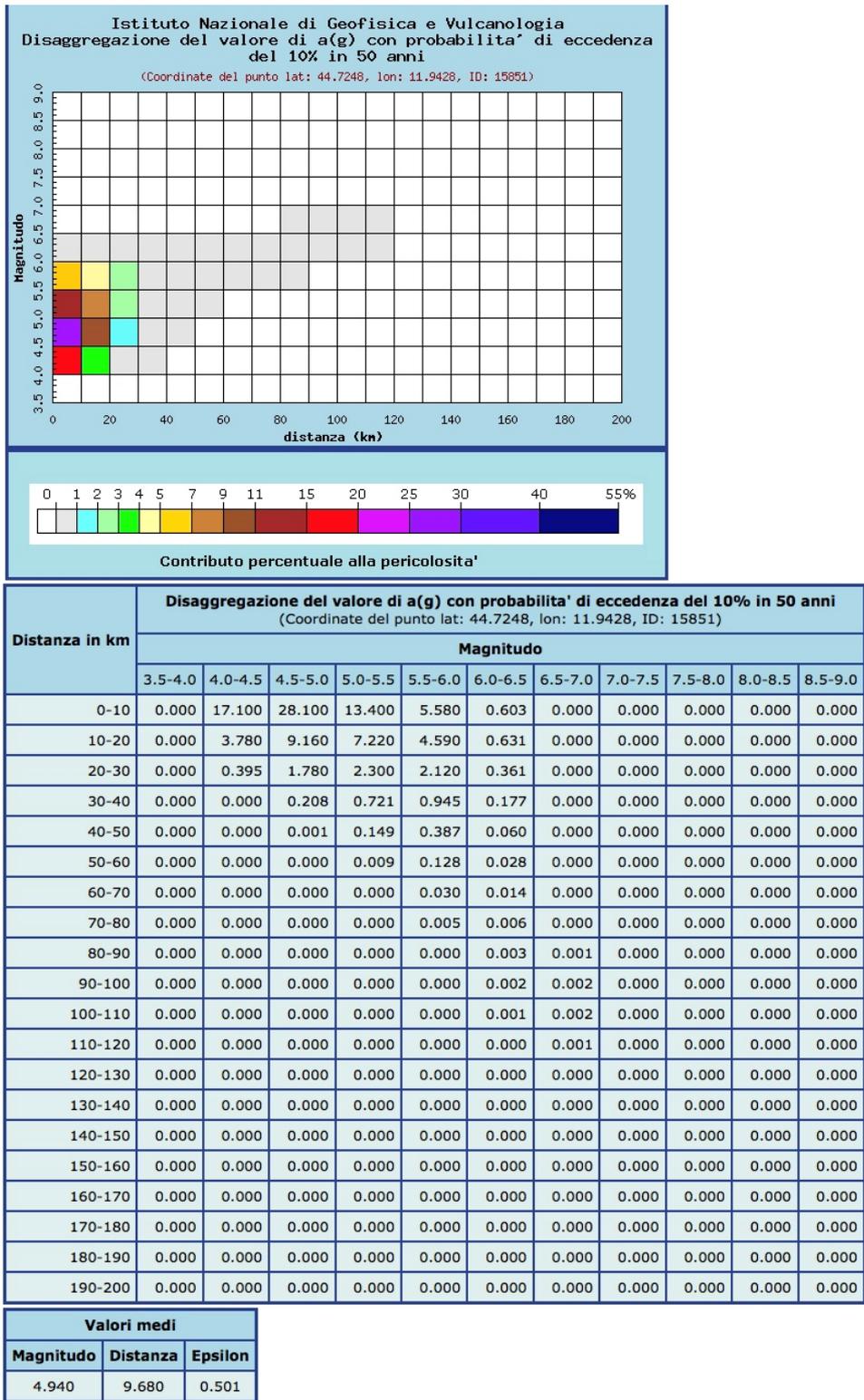


Fig. 5/11: tabelle di disaggregazione dei valori di M per l'area in esame (tratte dal sito del Progetto DPC-INGV- S1). La Magnitudo riportata è la Magnitudo Locale M_L (Richter) da non confondersi con la Magnitudo Momento M_W . Le due scale misurano "oggetti" sostanzialmente diversi e sono quindi scarsamente comparabili. Il corrispondente valore di M_W può essere comunque inteso maggiore di 5, sulla base di correlazioni "qualitative" proposte da vari Autori. Per il caso in esame il valore di M sarebbe pari a 5,21: $M_W = 0,953M_L + 0,422$; $3,9 \leq M_L \leq 6,8$ (Yenier, Erdogan, Akkar- 2008), oppure pari a 5,22: $M_W = 0,812M_L + 1,145$; (INGV, 2004). Si osservi che tali valori sono validi solo per **CU (Classe d'Uso) II**.

5.5.3 Studio di Disaggregazione per Portomaggiore Capoluogo:

Dalla di seguito riportata analisi di disaggregazione dei valori di M, relativa alle registrazioni storiche del territorio del Comune di Portomaggiore si potrà notare come il valore localmente atteso di Mw sia compreso fra 5,15 e 5,17. Nel complesso (si vedano le seguenti figure) l’assetto previsto è il seguente:

- MI compreso fra 4,0 e 4,5 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 15 e 20%;
- MI compreso fra 4,5 e 5,0 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 25 e 30%;
- MI compreso fra 5,0 e 5,5 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 11 e 15%;
- MI compreso fra 5,5 e 6,0 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 5 e 7%;
- MI > 6,0 riconduce a percentuali massime (di accadimento) comprese fra 0 e 1%.

Lo studio di disaggregazione indica anche le distanze epicentrali più probabili, che per il caso in esame sono comprese fra 0 e 30 Km, con minori risentimenti sino a 110 Km. Si osservi che tali valori sono validi solo per **CU (Classe d’Uso) II**.

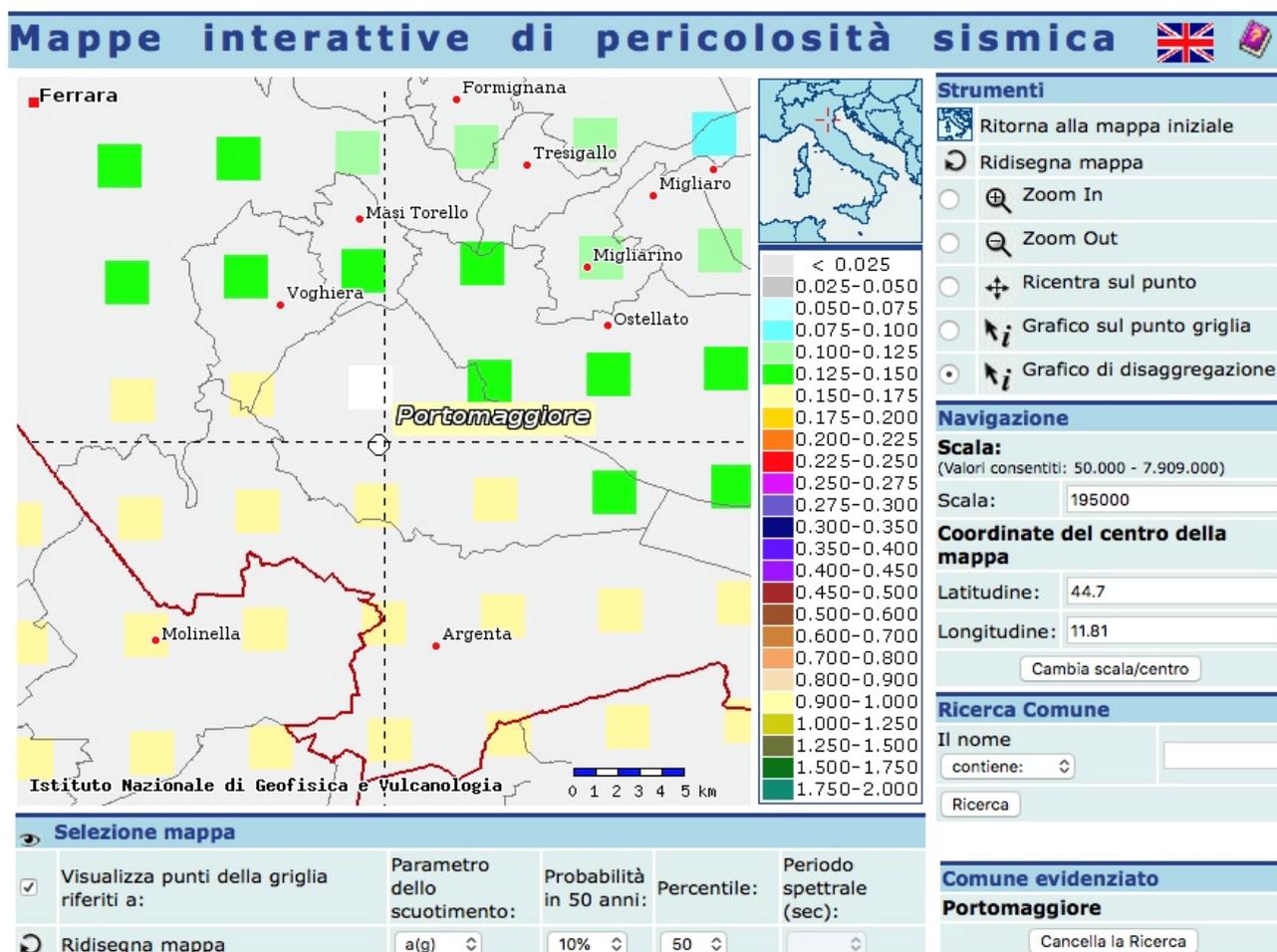
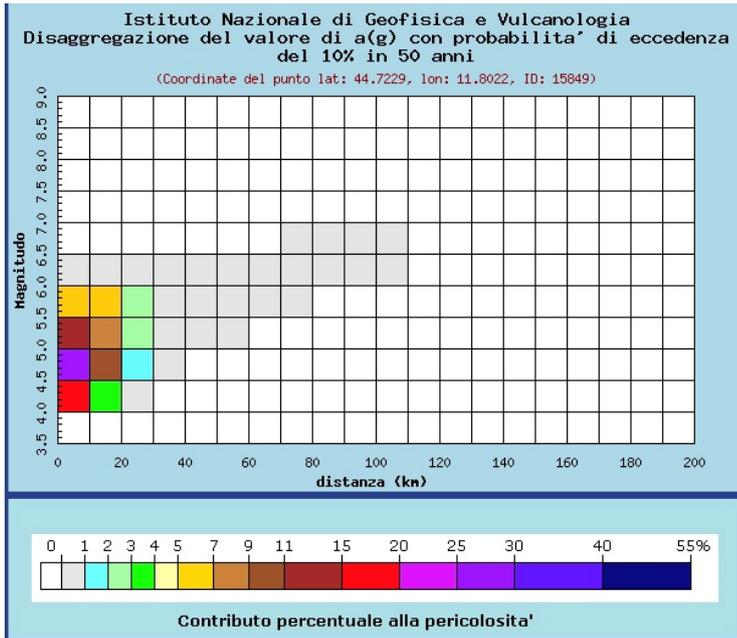


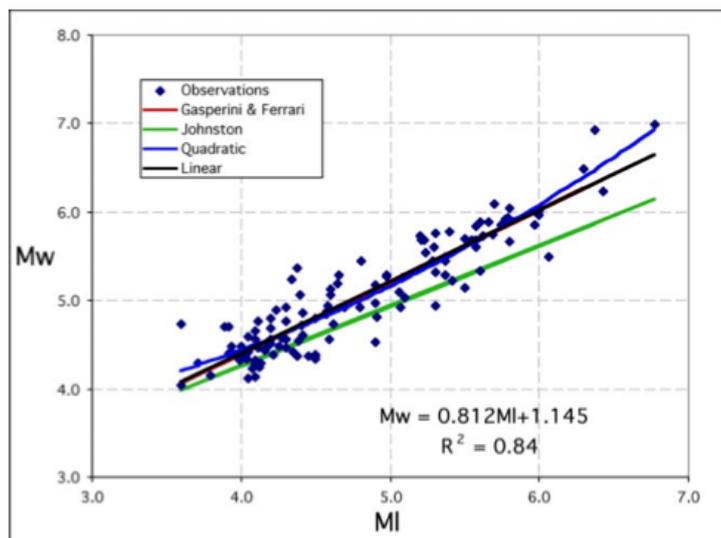
Fig. 5/12: Ubicazione dell’area in esame per lo studio di disaggregazione, per CU II.



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.7229, lon: 11.8022, ID: 15849)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	16.300	28.000	14.300	6.270	0.698	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.660	9.270	7.710	5.140	0.727	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.240	1.400	2.040	2.020	0.356	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.080	0.521	0.768	0.129	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.059	0.251	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.001	0.056	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.960	9.420	0.621

Fig. 5/13: tabelle di disaggregazione dei valori di M per l'area in esame (tratte dal sito del Progetto DPC-INGV- S1). La Magnitudo riportata è la Magnitudo Locale M_L (Richter) da non confondersi con la Magnitudo Momento M_w . Le due scale misurano "oggetti" sostanzialmente diversi e sono quindi scarsamente comparabili. Il corrispondente valore di M_w può essere comunque inteso maggiore di 5, sulla base di correlazioni "qualitative" proposte da vari Autori. Per il caso in esame il valore di M sarebbe pari a 5,21: $M_w = 0,953M_L + 0,422$; $3,9 \leq M_L \leq 6,8$ (Yenier, Erdogan, Akkar- 2008), oppure pari a 5,22: $M_w = 0,812M_L + 1,145$; (INGV, 2004). Si osservi che tali valori sono validi solo per **CU (Classe d'Uso) II**.



Regressione tra Mw e ML. In nero la legge empirica utilizzata in CPTI2. Per confronto sono anche riportate: i) la regressione quadratica (blu); ii) le regressioni lineari ricavate da Johnston (1996) per le regioni continentali stabili (verde) e da Gasperini e Ferrari (2000) per l'Italia (rosso).

Fig. 5/14 grafico di regressione MI- Mw tratto dal Rapporto Conclusivo della Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica dell'INGV (Aprile 2004).

A.2.5.6 Pericolosità Sismica e co-sismica e ulteriori considerazioni sul connesso rischio:

E' opportuno valutare se proteggersi da eventi rari (o molto rari) ma molto pericolosi o se proteggersi da eventi molto meno rari ma molto meno pericolosi. La questione non può essere posta in termini così semplici, il **Rischio sismico** dipende infatti dalla diretta (e complessa) interazione fra le componenti **Esposizione, Vulnerabilità e Pericolosità: $R = P \times V \times E$** .

Per il territorio dell'Unione oltre alla Pericolosità da scuotimento sismico vi è anche la **Pericolosità co-sismica derivante dalla Liquefazione degli orizzonti granulari saturi (sabbie) e da i suoi effetti: cedimenti post sismici, veicolazione verso la superficie di fluidi** composti da sabbie e acque e possibilità di frane lungo i dossi rilevati (e di quanto su di essi costruito: edifici, strade). Il significato del termine Vulnerabilità è relativo all'attitudine di edifici, ponti, strade ecc. di danneggiarsi (o meno) all'atto di un evento; Il termine Esposizione è connesso al valore (economico, morale, storico, civile, strategico ecc.) "contenuto" o connesso ai singoli "contenitori" (edifici ecc.).

La pericolosità sismica è riconducibile a componenti dirette e a componenti indirette. Fra le componenti dirette vi sono gli scuotimenti (orizzontali e verticali) e le loro modalità e possibili combinazioni, altra componente può essere l'apertura di fratture nel suolo. Alle componenti indirette ovvero co- sismiche possono ascrivere la Liquefazione degli orizzonti granulari saturi ed i suoi effetti: cedimenti post sismici, veicolazione verso la superficie di fluidi composti da sabbie e acque e frane per lateral- spreading dei dossi rilevati (e di quanto su di essi costruito, come si vedrà). Altro effetto co- sismico che può interessare il territorio dell'Unione dei Comuni è legato al cedimento post- sismico delle argille soffici.

Ovviamente è possibile proteggersi dagli effetti dei fenomeni sismici e co- sismici, è cioè possibile ridurre la vulnerabilità degli edifici, sia con riguardo alle strutture in elevazione che con riferimento alle strutture fondali. È altresì possibile operare sulla riduzione diretta del rischio per esempio con riferimento diretto

all'insorgere dei fenomeni liquefattivi e dei connessi cedimenti. In tal caso si tratta di modificare (con opportune tecnologie) le caratteristiche naturali dei terreni di fondazione.

Si ritiene sia compito di una corretta pianificazione territoriale **l'individuazione di zone per le quali si può prevedere l'insorgenza dei singoli fenomeni sismici e co- sismici. Nella fase di pianificazione, tale individuazione è in linea di massima ancora più importante che determinare l'entità dei fenomeni stessi** e ciò per una serie di motivi. Riferendosi ad esempio alla Liquefazione, gli attuali metodi di quantificazione numerica del fenomeno si riferiscono all'individuazione di Indici di Pericolosità o meglio di Potenziale Liquefazione (ILP). A parte tutta una non trascurabile problematica d'individuazione del corretto metodo di verifica da utilizzarsi (per il quale si rimanda ai contenuti degli Studi di MS dei singoli Comuni) e dato che esistono numerosi metodi di verifica, a parte ulteriori e fondate considerazioni che sarebbe corretto riportare sulle basi teoriche di tali metodi che non possono dirsi valide per i territori della Bassa Padana, sorvolando su tutto ciò (ammettendo cioè che non sia attualmente disponibile nulla di meglio) si deve piuttosto osservare che il singolo valore dell'indice ILP potrebbe non determinare una individuazione immediatamente corretta, ne tantomeno "intuitiva" dell'entità del problema da cui proteggersi o da mitigare (se necessario/se opportuno). Per la liquefazione in sostanza si ritiene non sufficiente individuare un numero – seppure inserito in una apposita Legislazione Nazionale e Regionale – ma si ritiene ampiamente più corretto e premiante aggiungere **una descrizione qualitativa che sia di supporto decisionale ad una più corretta descrizione dei rischi sismici. In pratica si ritiene premiante passare dal riportare uno sterile numerico, che potrebbe essere del tutto de- contestualizzato al riportare una informazione magari meno sintetica ma che possa essere più facilmente comprensibile anche a soggetti non tecnici** ovvero non specialisti, una indicazione "qualitativa". Anche qualora i soggetti fossero Tecnici (opportunamente versati nelle problematiche della Liquefazione) occorre ulteriormente osservare che, al di là della tematica sui metodi di verifica, occorre osservare che nella determinazione del valore numerico di ILP incidono in maniera significativa alcune variabili che nel passaggio fra fase di Pianificazione ed Edificazione (per la quale vale il DM/NTC 2018) spesso possono non trovare conferma. Si consideri ad esempio che gli edifici vengono suddivisi (dal DM/NTC) in quattro Classi d'Uso e che gli "ILP da Pianificazione" sono riferiti alla sola Classe d'Uso II. Per gli edifici quali (ad esempio) i capannoni agricoli, le scuole, gli edifici strategici e le strutture industriali, i valori di "ILP da Pianificazione" non hanno valore alcuno e possono quindi essere ritenuti pericolosamente fuorvianti. V'è poi da considerare un irrisolvibile paradosso che affligge la rappresentazione dei fenomeni co- sismici in: esiste infatti un insanabile cortocircuito fra Pianificazione e DM/NTC: il Decreto prevede infatti che in caso di fenomeni di liquefazione non si possa utilizzare la procedura semplificata di individuazione delle Categorie di Suolo contenuta nello stesso DM, per la definizione dei valori di PGA. Nel caso di Liquefazione occorre infatti produrre apposito Studio di Risposta Sismica Locale (in sintesi) ovvero avvalersi di studi locali (ove e qualora presenti). Escludendo quindi che la rappresentazione del fenomeno della Liquefazione in fase di Pianificazione possa appoggiarsi a valori di PGA (che, si noti- il Decreto individua come $S X Ag/g$) legati alla Categoria di Suolo, si deve constatare come, ove la Pianificazione (MS) correttamente utilizzi valori di PGA derivanti da studi locali, questi studi potrebbero però subire o meglio necessitare di sensibili variazioni in fase di progettazione/edificazione diretta. Vi sono infatti da risolvere alcuni problemi: soprattutto per i territori della Bassa Pianura Padana, come quelli dell'Unione dei Comuni delle Valli e Delizie, dove la presenza delle deposizioni "sciolte" è ingentissima (centinaia di metri sino a oltre il migliaio) e dove quindi la determinazione di parametri fondamentali quali: la profondità del bed- rock o del bed- rock- like, la Stratigrafia profonda ovvero ben oltre 50 metri di profondità, l'individuazione delle caratteristiche di "decadimento meccaniche dei litotipi", i profili di Vs ecc. è di difficilissima determinazione. Ed infatti nemmeno in fase di Pianificazione tali dati sono disponibili. Si è quindi ad osservare che nella maggior parte dei casi i valori di PGA utilizzati negli studi di MS non sono quasi mai sufficientemente robusti. E sono comunque sempre riferiti alla sola Classe d'Uso II. Sarebbe invece massimamente premiante e altamente opportuno che le fasi più approfondite di "Pianificazione sismica" si occupassero dell'individuazione di tali importanti dati. In modo tale che le successive fasi, quelle progettuali dei singoli interventi possano affrontare la redazione degli studi locali sulla base di informazioni robuste ed utilizzabili. Si è in presenza di

un importante fattore di scala che pare non essere debitamente rispettato: nelle le fase di “Pianificazione Sismica” più approfondita quali gli studi di MS (II e III Livello) l’assenza di dati robusti circa tali importantissime tematiche non è spiegabile. Sono infatti queste, tematiche a più ampia scala di qualsiasi intervento diretto, tematiche che richiedono la messa in atto di capacità economiche e scientifiche che non possono che essere – con la massima evidenza – del tutto proprie delle fasi di Pianificazione piuttosto che delle successive fasi. La Pianificazione deve essere a supporto dell’intero processo, decisionale/progettuale/realizzativo che sta alla base di qualsiasi trasformazione del territorio. Si è invece assistito anche per il territorio dell’Unione dei Comuni Valli a Delizie a Strumenti di MS di II e III Livello che si sono avventurati nella precisa e puntuale definizione di valori locali di ILP. E ciò sulle basi che possono essere equivoche e potenzialmente caratterizzate dagli inconvenienti sopra descritti. Sarebbe stato massimamente preferibile che tali strumenti di MS riportassero invece informazioni robuste di profondità di Bed- Rock o di Bed- Rock Like, stratigrafie profonde correlate a valori robusti di Vs e di decadimento delle caratteristiche “geotecnico- sismiche” delle varie deposizioni presenti. In tali condizioni gli studi locali utilizzati in fase di MS non potranno che denotare debolezze che in definitiva ne invalidano un’applicazione generalizzata. E similmente anche in fase di decisione/progettazione e realizzazione non ci si potrà che appoggiare a basi di studio non sufficientemente robuste. È quindi **opportuno che gli strumenti di MS pur se altamente specializzati e apparentemente fortemente approfonditi vengano attentamente valutati in maniera critica all’atto di qualsiasi intervento di modifica del territorio, in perfetto accordo con l’approccio prestazionale del DM/NTC e con le responsabilità tecniche e progettuali che ne derivano.**

Gli strumenti di MS dell’Unione potranno invece essere correttamente citati circa l’indicazione di corretta utilizzabilità locale del Metodo di Robertson & Wride (NCCER 2209 ecc.) per la verifica alla liquefazione degli orizzonti saturi granulari. In tal senso gli strumenti locali di MS dimostrano importante rilievo. Lo Studio di MS di III Livello del Comune di Argenta ha potuto concludere che il metodo di verifica di migliore utilizzo locale sia quello di Robertson & Wride (nella definizione NCEER 2009 ecc.), ciò contrasta fortemente con quanto in precedenza indicato dalla Regione Emilia- Romagna che “proponeva” (non si capisce a quale titolo) piuttosto l’utilizzo del metodo ben più penalizzante di Boulanger & Idriss (2014). In accordo con le conclusioni dello Studio di MSIII si ritiene che il metodo suggerito dalla Regione non sia correttamente utilizzabile per il territorio dell’Unione e poiché la stessa Regione ha validato lo Studio di MS si può quindi concludere che sia in fase di Pianificazione che nelle fasi successive il metodo localmente di più accettabile utilizzo sia appunto quello di Robertson & Wride al quale la documentazione di PUG si riferirà. Ciò non toglie che ogni operatore/Progettista che affronti il problema sul territorio dell’Unione dei Comuni (come sul territorio nazionale) potrà scegliere quale metodo utilizzare validandone risultanze e scelte nelle more permesse dall’approccio prestazionale del DM/NTC. Allo stato dell’arte si può comunque concludere che siano in assoluto da preferirsi metodi numerici (seppur semplificati) di utilizzo generalizzato basati sulle risultanze di indagini puntuali CPTU/SCPTU e che – preferibilmente – si appoggino ai dati di caratterizzazione sismica discendenti da Studi di Risposta Sismica Locale, soprattutto in presenza di Liquefazione (come previsto dal DM/NTC).

Per tornare al tema del Rischio è ovvio che a parità di condizioni il Rischio maggiore corrisponde all’evento di Mw 6,14. Adottando tale evento come riferimento locale, pur apparendo esagerato rispetto agli eventi sismici locali (Argenta 1624, Mw= 5,50) ci si sarebbe messi al riparo dall’evento sismico dell’Emilia del 2012 che riportava percentuali di “accadibilità” trascurabili. Nel complesso quindi **il valore di Magnitudo (w) atteso è di difficile determinazione ma è indispensabile per la corretta individuazione dell’entità dei fenomeni co- sismici da liquefazione, è quindi un dato importantissimo per i Tecnici/Progettisti e si ritiene che il valore indicato dall’INGV debba essere preso come riferimento.** È ovvio che ai Progettisti è consentito produrre considerazioni critiche circa l’attendibilità dei vari eventi, circa la valutazione complessiva del Rischio e delle sue componenti e delle possibilità di riduzione. In tali considerazioni rientra anche il valore di Mw come del resto potrebbe rientrare l’importanza dell’intervento da realizzarsi, le situazioni locali (campo libero, ricostruzione in ambito urbano, ampliamenti di strutture già da lungo tempo

presenti ecc. solo per riportare alcuni esempi) ecc. Fattori che rientrano nelle componenti V e E ma che però non possono essere genericamente presi in considerazione da alcun strumento di pianificazione.

A.2.5.7 Liquefazione delle sabbie sature immerse in falda

Occorre descrivere brevemente il fenomeno della liquefazione delle sabbie. Tale fenomeno è largamente diffuso sul territorio dell'Unione (e della Bassa Padana) ed è direttamente legato alla genesi delle pianure come le vediamo oggi connessa in maniera indissolubile alla divagazione dei corsi idrici (dossi/paleo- alvei). L'attuale assetto dei dossi o delle deposizioni granulari più superficiali costituisce solo l'ultima fotografia di tale fenomeno di formazione ma l'analisi tridimensionale evidenzia la presenza di corpi lenti immerse nelle ampie (sostanzialmente ubiquitarie) deposizioni di materiali fini (Argille e Torbe). Queste lenti segnano la presenza di antichi corpi idrici e normalmente terminano bruscamente "contro" le circostanti Argille e Torbe che rappresentano il retaggio depositivo degli ambienti intravallivi di valle/palude sui quali scorrevano e divagavano gli stessi paleo- corsi idrici. Il territorio dell'Unione è caratterizzato da una fitta rete di divagazione di tali corpi idrici, rintracciabili a profondità diverse. Per la Pericolosità da Liquefazione ci si riferisce alle deposizioni comprese fra il piano di campagna e le profondità di 15 e 20 metri. Si possono riscontrare deposizioni sabbiose di modesta entità spaziale/ridotta distribuzione areale/modesto spessore e deposizioni di notevole continuità e persistenza e che sostanzialmente coincidono con i dossi maggiormente rilevati e sui quali insistono i maggiori centri abitati dell'Unione. Gli abitati si sono sviluppati lungo i corsi dei fiumi perché i corrispondenti dossi erano le uniche fasce di territorio (organizzate come lingue di terreno più o meno estese) che in epoche durante le quali non erano possibili estese opere di bonificazione e durante le quali le arginature d'origine antropica non erano ancora presenti (realizzate da fine '700), le uniche fasce di territorio che emergevano dalle acque anche durante le alluvioni pressoché annuali. Tali fasce di territorio che all'epoca consentirono di vincere la sfida capitale contro le acque – come tutti ben sappiamo i nostri territori sono/erano caratterizzati non solo dalle divagazioni dei fiumi ma bensì anche dall'estesa presenza di ampie plaghe paludose, la cui bonificazione ha origine antica e ha visto il proprio termine solo negli anni 70 del 900 - ora evidenziano un portato di Pericolosità non prevedibile per le conoscenze antiche (e comunque non evitabile), quello appunto della Pericolosità da Liquefazione delle Sabbie. Non tutte le sabbie sono liquefacibili per natura geologica ma quelle del territorio dell'Unione lo sono quasi sempre. Il portato storico si correla alle (soprattutto recenti) evoluzioni del tessuto edilizio locale. Infatti se da un lato non si è più in presenza delle modeste edificazioni "originarie" o comunque presenti sino alla fine della Seconda Guerra Mondiale (normalmente caratterizzate da modesta realizzativa), quelle connesse alla ricostruzione post- bellica, pur più recenti, denotano comunque scarsa attitudine al contrasto di azioni sismiche e co- sismiche. Liberatici del problema delle acque circostanti, imbrigliati i fiumi in alti argini artificiali, eliminate le grandi alluvioni ora dobbiamo fare i conti con le conseguenze di estese urbanizzazioni sopra i e con le relative vulnerabilità agli effetti co- sismici.

Gli Studi di MS hanno individuato valori di ILP di Pericolosità da Bassi a Alti. Le situazioni maggiormente preoccupanti sono rappresentate:

- dal dosso del **Primaro** (per gli abitati di: **San Nicolò, Ospital Monacale, Traghetto, Consandolo, Boccaleone, Argenta, San Biagio, Case Selvatiche, Filo, Molino di Filo, Menate e Longastrino**),
- dal paleo corso idrico del **Po di Voghenza/Padoa- Vetere** (per gli abitati di **Runco e Portomaggiore**)
- e dal paleo-alveo del **Po di Volano** (abitati di **Rovereto, San Vito, Dogato, Libolla, Ostellato, Campolungo e San Giovanni**).

Anche altri abitati (Gambulaga, Sandolo, Maiero, Quartiere, Portorotta, Ripapersico e Portoverrara e ancora Bando e La Fiorana) si sono sviluppati su paleo-alvei secondari.

In sostanza ad oggi sappiamo che i dossi lungo i quali sorgono i centri abitati dell'Unione dei Comuni sono tutti potenzialmente liquefacibili, seppur con livelli di pericolosità diversi: la Pericolosità maggiore è relativa al Comune di Argenta, ove le accelerazioni sismiche attese sono più elevate.

A.2.5.8 Carta del Letto e del Tetto degli Orizzonti Granulari Saturi:

La Carta del Letto e del Tetto dei Sedimenti Saturi Granulari riporta indicazioni qualitative di estrema sintesi circa profondità di letto e tetto dei corpi granulari saturi dei maggiori paleo-alvei che interessano il territorio dei Comuni ed in ispecie che interessano gli abitati e le aree produttive (ecc.), tali indicazioni consentono l'immediata **individuazione della pericolosità locale e consentiranno quindi valutazioni circa le possibilità (o meno) di intervento e/o di mitigazione e/o dell'opportunità di realizzazione di qualsivoglia intervento di uso/trasformazione del territorio**. E ciò in fase di PUG, senza dover penetrare ulteriori documenti specialistici di MSL (la cui analisi sarà demandata alle fasi successive).

Le carte riportano le seguenti indicazioni di sintesi/"qualitative" per ogni singolo abitato:

- estensione delle deposizioni granulari;
- profondità di tetto e letto delle lenti granulari (dall'alto verso il basso), per ogni punto di indagine riportato;
- Pericolosità co-sismica da Liquefazione: come indicazioni puntuali di ILP solo per le indagini giudicate robuste/attendibili e con ulteriori esplicazioni circa i necessari valori tecnici di riferimento. Occasionalmente sono riportate "istruzioni di approfondimento" della stessa tematica o altre indicazioni utili;
- individuazione delle "Vene Idrauliche" dei maggiori paleo- alvei;
- sono individuati anche i tratti di attuali rilevati realizzati su porzioni di dossi (normalmente paleo- arginali) che possono denotare fenomeni di instabilità durante l'evento sismico, per fenomeni sismici diretti (scuotimento) che indiretti (instabilità, crolli ecc.).

Fra le carenze di indicazione riconducibili all'esposizione del singolo valore puntuale di ILP (come avviene nella cartografia degli studi di MS) v'è appunto l'assenza delle profondità degli orizzonti granulari potenzialmente liquefacibili. La semplice indicazione di un numero di ILP si rivela quindi insufficiente se non fuorviante: il valore di ILP disgiunto dai valori di profondità degli orizzonti granulari potenzialmente liquefacibili non consente infatti di valutare se tali orizzonti costituiscano penalizzazione assoluta o se le si possa by- passare o migliorare (ad esempio con pali o altro) e se tali operazioni possano essere **economicamente sostenibili**. La fase di Pianificazione è molto lontana dalla fase di Progettazione dell'intervento ed è evidente che gli strumenti di Pianificazione non possano essere informati delle possibilità progettuali. Da qui quindi l'utilità delle carte del letto e del tetto delle lenti sabbiose.

A.2.5.8.1 Descrizione delle situazioni di maggior pericolosità della Carta del Letto e del Tetto degli Orizzonti Saturi Granulari:

La presente documentazione di PUG è dotata di apposita "Cartografia geomorfologica semplificata" che sulla base della Cartografia Geomorfologica della Provincia di Ferrara riporta in maniera grafica esemplificativa molte delle descrizioni riportate nella presente documentazione. Come già ampiamente riportato e come riportato dalla cartografia, i corpi idrici hanno originato dossi che sono quasi sempre perfettamente individuabili in quanto rilevati sulle campagne circostanti, in molti casi il dosso è particolarmente pronunciato costituendo un rilievo che si stacca dalla estrema piattezza della Bassa Pianura Padana, in maniera più o meno repentina ed evidente. In particolare questo è vero per il corso del Primaro che presenta situazioni non solo di notevoli differenze di quota ma anche di drastico cambio delle quote stesse (seppure in molte di tali situazioni si siano inserite modificazioni antropiche in epoche varie). In tali casi si possono sviluppare anche ulteriori effetti co- sismici, legati sia allo scuotimento che alla liquefazione, quali

ad esempio l'insorgere di **frane per lateral-spreading ovvero per cedimento del piede del rilievo o per crollo o per rotazione o per dinamiche complesse del fianco del dosso stesso**. Come ulteriore effetto/a volte invece come causa di questo fenomeno si possono anche aprire **fratture longitudinali** (che di solito si sviluppano normalmente) al corso del paleo- alveo. Effetti di questo tipo che sono pericolosissimi per gli edifici costruiti sui dossi si sono registrati durante gli eventi sismici dell'Emilia dell'anno 2012 (ricordando ad esempio Mirabello).

Comune di Argenta:

Il dosso del Primaro denota il massimo ed un assetto plani- altimetrico di maggior energia in corrispondenza de **“la Riviera del Primaro” che si sviluppa fra il Ponte della Bastia sin oltre l'abitato di Longastrino**. Lungo tale “riviera”, come già in precedenza riportato si sviluppano nuclei urbani che in larga percentuale risiedono direttamente **sul** corso del fiume e che presentano, per origine, periodi di sviluppo, modalità di costruzione, Vulnerabilità complessive di notevole entità.

Per tale porzione del paleo Primaro la Pericolosità da Liquefazione è compresa fra Media e Alta. Come descrizione qualitativa e prendendo in considerazioni gli studi di MSL, lavori privati basati su Studi di RSL e pur nei loro limiti già ampiamente illustrati. Vi si devono aggiungere gli **ulteriori rischi co-sismici “da crollo” delle sponde** (artificiali) del dosso già in precedenza descritti. Altre porzioni del Primaro presentano situazioni assimilabili anche se la minor presenza del tessuto costruito le individua come complessivamente meno “rischiose” sia dal punto di vista della Liquefazione che dei possibili citati fenomeni di instabilità del dosso e/o del rilevato attuale eventualmente instaurato sul dosso. Altri episodi di rischio da frana co-sismica delle sponde del dosso possono individuarsi fra San Nicolò e Traghetto ed ancora presso la frazione di Consandolo. Nel capoluogo di Argenta poi tale fenomeno può sicuramente individuarsi a Sud del Cimitero mentre nel centro dell'abitato può essere escluso, il fiume scorreva lungo l'attuale Via Matteotti ed il suo corso è ancora perfettamente riconoscibile, così come il rilievo il quale però è stato nel tempo ampiamente ridotto dall'urbanizzazione. Per tale motivo si può ritenere che nel centro del capoluogo non ci si dovrebbero attendere fenomeni da lateral- spreading o simili. Il fenomeno di apertura di fratture nel terreno, solitamente o in senso longitudinale(e/o anche immediatamente ai piedi del dosso) non è purtroppo prevedibile. Occorre comunque osservare come fratture nei terreni, durante l'evento dell'Emilia del 2012 si siano comunque avute anche in situazioni distanti dai dossi pur essendo questa eventualità molto più rara.

Il paleo corso del Primaro è poi “afflitto” da scuotimenti sismici di maggior entità rispetto a quelli caratterizzanti i Comuni di Portomaggiore ed Ostellato. Argenta è infatti individuata in Zona Sismica 2 mentre gli altri due comuni siano di Zona Sismica 3. Ciò che distingue le due zone è appunto il livello di scuotimento atteso.

La pericolosità da liquefazione per il capoluogo di Argenta è Alta. Per Boccaleone, Consandolo, Ospital Monacale e San Nicolò i valori di Pericolosità sono compresi fra Bassi e Medi. Anche in questi casi ci si riferisce a descrizioni qualitative e prendendo in considerazioni gli studi di MSL, lavori privati basati su Studi di RSL e pur nei loro limiti già ampiamente illustrati.

Comune di Portomaggiore:

Il corpo divagativo del Po di Voghenza/Padoa Vetere attraversa il territorio comunale da Nord-Ovest a Sud- Est attraversando anche il centro del Capoluogo. Sino a Portomaggiore il suo corso è facilmente individuabile e riconoscibile nell'andamento in pianta e nel rilievo (pur smussato nel tempo) del dosso che costeggia l'attuale S.P. 29, sulla quale si individua l'abitato di **Runco**. All'altezza del quale (toponimo Borgo Lodi) divaga prima verso Nord e poi Verso Nord- Est il paleo corso del Verginese sul cui dosso non particolarmente rilevato è insediata la frazione di **Gambulaga**, oltre la quale sino a tempi recenti si sono coltivati con notevole profitto abbondanti giacimenti sabbiosi fossili. In corrispondenza dell'attuale Cava Campanella (coltivazione ormai

esauritasi da tempo) il Verginese, in corrispondenza di una decisa curva verso Nord- Est origina poi due distinti episodi divagativi sui quali si sono insediati le frazioni di **Sandolo** (verso Sud) e **Maiero** (verso Sud- Est).

Per tornare al corso del paleo Po di Voghenza/Padoa Vetere (ecc.) la sua presenza è ovviamente obliterata all'interno del **Capoluogo** ma riprende vigore verso Est ovvero verso Portoverrara e l'attuale S.P. 57 rappresenta l'attuale retaggio dell'immissione verso le allora presenti Valli.

Tornando in corrispondenza di Runco, verso Sud si denota il distaccarsi dal corso principale del paleo Persico sul cui ancora evidente dosso si rilevano gli abitati di Quartiere, Portorotta e Ripapersico. **In corrispondenza di tutte le situazioni indicate si denotano valori di Potenziale Liquefazione per nulla trascurabili. Ciò è soprattutto vero per la frazione di Gambulaga e Runco** ove le caratteristiche litologico- deposizionali riconducono a dover affrontare con la massima attenzione qualsiasi edificazione e/o modifica/trasformazione degli attuali edifici/abitati e più in generale di qualsiasi importante trasformazione del territorio che implichi interventi edificatori. Pur non denotando il Comune di Portomaggiore le accelerazioni tipiche del Comune di Argenta, nelle citate ubicazioni il fenomeno liquefattivo può presentare dimensioni rilevanti.

Comune di Ostellato:

La situazione del Comune di Ostellato è anch'essa legata alla presenza dell'importante corpo divagativo ascrivibile al paleo Po di Volano o più correttamente al suo ampio sistema divagativo. Tutte le frazioni, da Nord al **Capoluogo: Rovereto, Medelana, San Vito, Dogato, la stessa Libolla** (che pure è esterna all'attuale tracciato) presenti lungo la S.P. 68 devono il loro impianto al dosso del paleo fiume, che, pur non essendo rilevabile in elevazione, lo resta in pianta perdendo poi definizione all'interno del Capoluogo. Riprende poi facile riconoscibilità in corrispondenza della frazione di Campolungo e sino al toponimo Bivio Gallare e infine sino alla frazione di San Giovanni. Per il Comune di Ostellato gli studi relativi al fenomeno di Liquefazione non sono particolarmente sviluppati e pur denotano valori di accelerazioni ampiamente inferiori a quelle caratterizzanti il Comune di Argenta si rilevano valori non trascurabili di ILP soprattutto in riferimento alle frazioni di **Medelana e Rovereto e di San Giovanni** essendo tale situazioni legate ai particolari assetti litostratigrafici- deposizionali delle stesse frazioni.

A.2.5.8.2 Ulteriori considerazioni circa la Carta del Letto e del Tetto degli Orizzonti Saturi Granulari:

Attorno ai corsi principali si sviluppano per il meccanismo di divagazione altri corsi idrici minori ("secondari") e possono altresì svilupparsi ventagli di rotta/sormonto arginale. Di norma tali forme sono riconducibili a deposizioni granulari di modesto spessore ma in alcuni casi possono assumere spessori rilevanti e/o estensioni areali non trascurabili. In alcune porzioni del territorio dell'Unione i corpi divagativi "secondari" possono svilupparsi come una fitta rete.

In tutti i casi il fenomeno della liquefazione dovrà essere tenuto in debita considerazione con riferimento chiaro a quanto disposto dalla Normativa Nazionale che regola l'edificazione (DM/NTC). Soprattutto in considerazione che, per il meccanismo di creazione della Pianura è evidente che molte delle deposizioni divagative granulari non possono essere rilevate alla superficie (come detto, alla superficie è visibile solamente l'ultima registrazione/immagine delle deposizioni granulari). In questi casi è indispensabile condurre appositi studi di Caratterizzazione Stratigrafica puntuale. E ciò anche se, per il territorio dei Comuni dell'Unione i corpi paleo- idrici sono già ampiamente e correttamente individuati e nel complesso si

può escludere che si possano riscontrare in profondità corpi divagativi granulari di dimensioni rilevanti o meglio che tali deposizioni non abbiano comunque riscontri alla superficie/corrispondenze con i paleo corsi/dossi principali. Ciò però non significa che, considerando scale e obbiettivi della Pianificazione i corpi deposizionali presenti in profondità siano definiti con la necessaria precisione richiesta dalle successive fasi di uso/trasformazione del territorio. In sostanza poiché il fenomeno co-sismico da liquefazione è di complessa valutazione e deve essere messo in correlazione alle caratteristiche delle eventuali trasformazioni del territorio e considerando le disposizioni Normative è ovvio che **qualsiasi edificazione/trasformazione deve essere correttamente preceduta dall'esecuzione di robuste indagini stratigrafiche dirette (ed eventualmente indirette).**

Nella fattispecie il **corretto approccio prevede la realizzazione di indagini quali: CPTU/SCPTU/CPTE, prevede anche l'individuazione della corretta misura della velocità delle onde S sino a profondità di almeno 30 metri dal p.c., la corretta valutazione delle caratteristiche granulometriche dei materiali (in sostanza se questi rientrano o meno nei Fusi Liquefacibili e quanto sia la percentuale di termini Fini e la loro caratterizzazione di eventuale Plasticità. Date poi le deposizioni tipiche del territorio dell'Unione è auspicabile addivenire anche a migliori caratterizzazioni della componente Limosa.** Si ricorda ulteriormente che il DM/NTC prevede che nel caso di Pericolosità da Liquefazione si debba realizzare apposito Studio di Risposta Sismica Locale (RSL) le cui risultanze serviranno di base alla redazione delle verifiche numeriche per la determinazione della Pericolosità derivante da Liquefazione. Per tutto ciò riportato, si potrà concludere che **l'analisi della possibile presenza di orizzonti saturi granulari e la connessa necessità di eseguire apposite verifiche non potrà essere ricondotta alle sole aree di dosso/di deposizioni superficiali ma dovrà essere tenuta in debita considerazione anche per le restanti aree del territorio dell'Unione e/o per tutte le aree che semplicemente individuano la presenza di lenti sabbiose consistenti.** Questa considerazione appare scontata ma in realtà l'evoluzione della Pianificazione ha recentemente proposto "oggetti" quali la Carta Semaforica di I Livello (presente nell'ultimo PSC) che si ritiene di dover decisamente superare rimandando (come sempre) le definizioni puntuali alle fasi di uso/trasformazione del territorio (Indagine e Progettazione) e tralasciando di riportare informazioni così grossolane se non addirittura errate (soprattutto in considerazione della logica che dovrebbe indirizzare la Pianificazione).

Per ricapitolare, è di certo evidente che le fasce di territorio a maggior probabilità di Pericolosità da Liquefazione – e per i paleo corsi già descritti non si tratta di una semplice probabilità ma bensì della sicurezza che ciò avvenga – sono le aree di dosso e le sue fasce contermini, come appunto individuato dall'apposita cartografia annessa al presente PUG, ciò però non significa che esternamente a tali aree il fenomeno della liquefazione non possa avvenire: per tali aree il PUG si limiterà a ricordare la valenza del DM/NTC.

Il pericolo maggiore da liquefazione è riconducibile non solo alla presenza di lenti granulari (potenzialmente liquefacibili, si osservi che non tutte lo sono) di spessore rilevante (perlomeno metrico), ma bensì anche alle situazioni stratigrafiche ove la presenza di tali lenti (o deposizioni) sia più prossima al piano di campagna e/o ove queste lenti non siano sovrastate da deposizioni fini di spessore superiore a 5/6 metri (per semplificare). In pratica **la presenza di deposizioni granulari entro i primi dieci metri di profondità dal piano di campagna individua le situazioni a maggior pericolosità potenziale.**

Il fenomeno co-sismico da cedimenti delle argille soffici può invece caratterizzare le porzioni di territorio intravallive cioè comprese fra i vari dossi. Nelle porzioni più profonde, di palude si sono depositate le Torbe ovvero le Argille Organiche che oltre ad essere particolarmente soffici normalmente sono caratterizzate anche da forte anisotropia spaziale e temporale di comportamento ad esempio all'assunzione dei carichi (e maturazione dei relativi cedimenti) e quindi, unitamente alle "normali" argille ed argille soffici già denotano problematiche statiche, ancor prima che dinamiche (non così per le sabbie che invece denotano ottime

caratteristiche meccaniche). Il presente PUG non individua apposita cartografia per la definizione di tale fenomeno co- sismico rimandando l'individuazione le sue possibilità di insorgenza alle necessarie approfondite considerazioni geotecniche richieste per la definizione del fenomeno stesso. Tali considerazioni geotecniche non possono essere parte di un processo di Pianificazione in quanto richiederebbero un numero di indagini puntuali che eccede gli obiettivi e la scala della Pianificazione. L'individuazione della possibilità d'insorgenza del fenomeno è da ricondursi altresì all'analisi delle carte di distribuzione degli ambienti deposizionali, ove i territori della antiche valli/paludi sono da considerarsi come quelli di massima probabilità di insorgenza del fenomeno in questione. Ovviamente anche in questo caso sarà massimamente opportuno rivolgersi a quanto previsto dal DM/NTC per le fasi di uso/trasformazione del territorio.

A.2.6. PERICOLOSITÀ IDRAULICA/IDROGEOLOGICA E RISCHI CONNESSI.

A.2.6.1 Inquadramento generale:

Per i territori dell'Unione la Pericolosità Idrogeologica è riconducibile sostanzialmente alla sola Pericolosità Idraulica. L'attuale assetto del territorio dell'Unione, direttamente legato all'evoluzione naturale ed in seguito antropica del reticolo idraulico naturale ed alle importanti opere di bonifica costituisce particolare elemento di pericolosità complessa e differenziata. L'esteso reticolo idraulico realizzato dalle opere bonifica svolge azione promiscua di drenaggio/sgrondo e di alimentazione irrigua la cui gestione è suddivisa in tre competenze territoriali di bonifica: la maggior parte del territorio, ovvero la parte che si sviluppa a Nord (in sinistra idraulica) del Fiume Reno (e fra questo ed il Fiume Po, presente a Nord ed all'esterno del territorio dell'Unione) è di competenza idraulica del **Consorzio della Bonifica Ferrarese**; la parte del Comune di Argenta che si sviluppa a Sud (in destra idraulica) del Fiume Reno e sino al Torrente Sillaro è di competenza del **Consorzio della Bonifica Renana**. Infine è presente una piccola porzione del territorio del Comune di Argenta, in destra Sillaro di competenza del **Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale**.

Possono quindi individuarsi tre territori che denotano ben distinte caratteristiche proprie: la parte del ferrarese è rappresentata dalle terre "basse" e dai territori delle bonificazioni di vari periodi storici fra i quali si annoverano le bonificazioni più recenti (Valli del Mezzano) che interessano una porzione del territorio dei Comuni di Ostellato e di Argenta. La dinamica di funzionamento del reticolo di bonifica prevede che le acque vengano sollevate meccanicamente ed immesse in collettori principali che essendo ubicati a quote più elevate possono recapitare a mare. Tutto ciò avviene tramite un complesso sistema di sollevamenti idraulici (idrovoce) e chiuse che regolano il sistema. Il sistema è altamente gerarchizzato ed a completo controllo antropico e deve contemperare esigenze contrastanti quali appunto lo sgrondo a mare e l'alimentazione idrica (dai corsi idrici naturali) per funzione irrigua. Sono normalmente presenti diversi livelli idrometrici e quindi i sollevamenti possono essere molteplici e di entità differenziata. La parte del ferrarese è normalmente caratterizzata da numerose idrovore solitamente di piccole/medie dimensioni e di altrettanto numerose piccole e medie chiuse e paratoie. Sottendono a tutto ciò pochi grandi impianti di sollevamento presenti sul territorio dell'Unione soprattutto nelle porzioni più orientali, che costituiscono l'ultimo sollevamento e cacciata a mare. Il reticolo dei canali di bonifica è ampio e ramificato a partire dalle piccole scoline agricole che caratterizzano/caratterizzavano (perlomeno sino a pochi anni fa) le campagne. Dalle scoline si passa ai fossi, agli scoli, ai canali ed infine ai grandi canali circondari.

Il panorama (ovviamente non solo idraulico) dei terreni sottesi alla **Bonifica Renana** vede anch'esso la presenza di numerosi corpi idrici d'origine antropica che però sono presenti in maniera meno diffusa e ramificata. In destra idraulica del Fiume Reno è presente, all'altezza del capoluogo di Argenta l'importantissimo nodo idraulico del Saiarino che immette in Reno tutte le acque di scolo della fascia di territorio sottesa dal bacino del Fiume Reno compresa fra l'Appennino, la Città di Bologna e sino appunto ad Argenta. Il sistema è di ampia e complessa regolazione antropica.

Infine la piccola porzione di territorio di competenza del **Consorzio Romagnolo** vede una situazione molto più semplificata ma non per questo meno problematica delle altre, dato che si configura come recapito finale del reticolo idraulico che gestisce le acque di scolo di un'ampia fascia di territorio e che tale recapito risulta essere quantomeno problematico e non solo perché si configura come "cul de sac".

A.2.6.2 Pericolo di Alluvionamento "dal basso", Reticoli di Bonifica:

Il maggior elemento di pericolosità idraulica derivante dalla gestione di questi reticoli di bonifica è legata alle possibilità di alluvionamento "dal basso", è questa la situazione tipica di quando il sistema complessivo di allontanamento/sollevamento delle acque non riesce a far fronte allo scolo delle acque di precipitazione.

Tale evenienza si è prodotta non poche volte nel corso degli ultimi 30 anni ed in alcuni casi le superfici allagate furono particolarmente estese e l'allagamento si protrasse per periodi temporali sino a 48 ore. Soprattutto a seguito degli eventi degli anni 1996, 2001 ecc., l'ampia porzione di territorio dell'Unione gestita del Consorzio di Bonifica Ferrarese ha visto una estesa opera di miglioramento e ridimensionamento del sistema di bonifica. In sostanza sono state eseguite importanti opere di ri-sezionamento di molti canali, miglioramento di numerosi impianti ed ulteriori importanti opere di efficientamento complessivo del sistema di bonifica. A seguito di tali operazioni non si sono più registrate crisi estese del sistema ed episodi di alluvionamento su superfici così ampie. I sistemi di bonifica non possono che soffrire di fragilità intrinseche aggravate nel tempo dall'evoluzione dell'uso dei territori. L'intensificazione degli usi, la realizzazione di estese urbanizzazioni abitative ed industriali, l'introduzione di nuove pratiche agricole e dalle connesse nuove modalità di conduzione dei fondi agricoli ecc. costituiscono sfide tecnologiche di notevole impegno. **Altro elemento di massimo aggravio è costituito dai cambiamenti delle modalità di precipitazione registrati negli ultimi anni, ampiamente variate nei valori dei singoli eventi e nelle distribuzioni degli stessi eventi.**

Si deve considerare che l'intero reticolo complessivo di bonifica è stato progettato, nella maggior parte dei casi ampiamente prima della Seconda Guerra Mondiale e ove anche realizzato in seguito, la sua concezione non poteva certamente prevedere che le modalità di sviluppo dei fenomeni meteorici delle precipitazioni potesse subire un cambiamento così brusco come quello registrato negli ultimi dieci anni. Né ovviamente poteva prevedere una intensificazione dell'uso del territorio così intensa come quella avvenuta fra gli anni '60 e i primi anni del 2000.

I recenti lavori di adeguamento hanno consentito un'azione importantissima di chiusura del gap (instauratosi nel tempo). Si deve però ricordare che tali lavori debbono comunque contemperare anche problematiche di origine naturale: la subsidenza, fattore naturale e tipico dei territori dell'Unione di cui si è già riportato all'apposito capitolo della presente documentazione. Poiché nelle condizioni della Bassa Padana il rilievo è modestissimo e spesso ridotto a dimensioni decimetriche o poco maggiori ed i canali presentano quindi normalmente pendenze molto ridotte, le variazioni di anche soli pochi centimetri nei livelli idraulici, nei livelli idrici e dei piani di campagna possono essere di rilevante importanza. In tali condizioni è evidente come la subsidenza possa influenzare la funzionalità del reticolo di bonifica. Si deve altresì considerare che la subsidenza non si sviluppa in maniera omogenea ma bensì denota abbassamenti differenziali che possono costituire ulteriore elemento di difficoltà al corretto funzionamento del reticolo di bonifica.

Oltre al fenomeno della subsidenza (sia in termini assoluti che differenziali), oltre al drammatico cambiamento del regime delle precipitazioni, oltre al fatto che il reticolo di bonifica essendo largamente a regime promiscuo deve contemperare esigenze diametralmente opposte (sgrondo dei terreni e loro irrigazione) occorrerà anche attentamente considerare come **la complessità del sistema dovrà nell'immediato futuro affrontare anche la sfida dell'innalzamento del livello medio marino.**

Il reticolo di bonificare dovrà quindi affrontare nei prossimi anni non solo gli effetti della subsidenza ovvero una mera questione di aumento delle quote che dovranno essere affrontate da canali e sollevamenti ma **non si può escludere che debba ripensare tutta la modalità di recapito a mare** e che ciò potrebbe non essere riconducibile solo a questioni di quote. Infatti un generalizzato innalzamento marino non potrà che essere controllato da estese e complesse strutture di barriere a mare la cui realizzazione dovrà tenere in debito conto anche la presenza dei recapiti finali del reticolo di bonifica.

La situazione è quindi evidentemente complessa e deve essere considerata per scale ed estensioni che non potranno essere affrontate dai singoli Consorzi. In più il fenomeno da affrontare è in continua evoluzione ed appare quanto meno complicata anche solo la sua valutazione dimensionale e di incremento nel tempo.

A.2.6.2.1 Territorio regolato dal Consorzio di Bonifica della Pianura di Ferrara:

La gestione idraulica del Consorzio di Bonifica della Pianura di Ferrara interessa non solo il territorio dell’Unione ma bensì l’intera Provincia di Ferrara e quindi territori di morfologia e condizioni idrauliche ben diverse. Tutti i centri urbani dell’Unione dei Comuni ad eccezione del solo abitato di Campotto sono regolati dal reticolo di Bonifica della Pianura Ferrarese. L’assetto idraulico è complesso e deve “fare i conti” con le esigenze più disparate del territorio, dalle necessità irrigue connesse all’esteso utilizzo agricolo del territorio alle esigenze di sgrondo delle porzioni agricole e dei numerosi abitati. La presenza dei fiumi, di numerosi rilevati, delle linee di comunicazione/trasporto delle zone produttive/industriali disegnano un complesso “organismo” idraulico la cui regolazione si dimostra vieppiù complessa nel tempo, per i motivi già illustrati che si aggiungono al colossale sforzo della normale manutenzione di un sistema così complesso ed esteso. La complessità del sistema deve tenere in conto anche della presenza dei Fiumi Po e Reno e delle relative complesse problematiche idrauliche. La conformazione del reticolo e le possibilità di evacuazione a mare delle acque, per i territori dell’Unione vedono la presenza di estese plaghe ubicate al di sotto del livello medio del mare. La promiscuità del sistema, la sostanziale assenza di possibilità d’invasi temporanei (casse d’espansione) raccordata all’estesissima pratica agricola ed alla diffusa presenza di abitati sono peculiarità alle quali tutte le attività del territorio dell’Unione dei Comuni dovranno fare riferimento. Gli insediamenti produttivi, la vita e lo sviluppo dei centri abitati così come delle case sparse e l’attività agricola sono sottese ai pericoli da alluvionamento dal basso e dai fiumi. È evidentemente questa la porzione più esposta a tali pericoli ed è anche la più estesa e la più antropizzata dell’Unione.

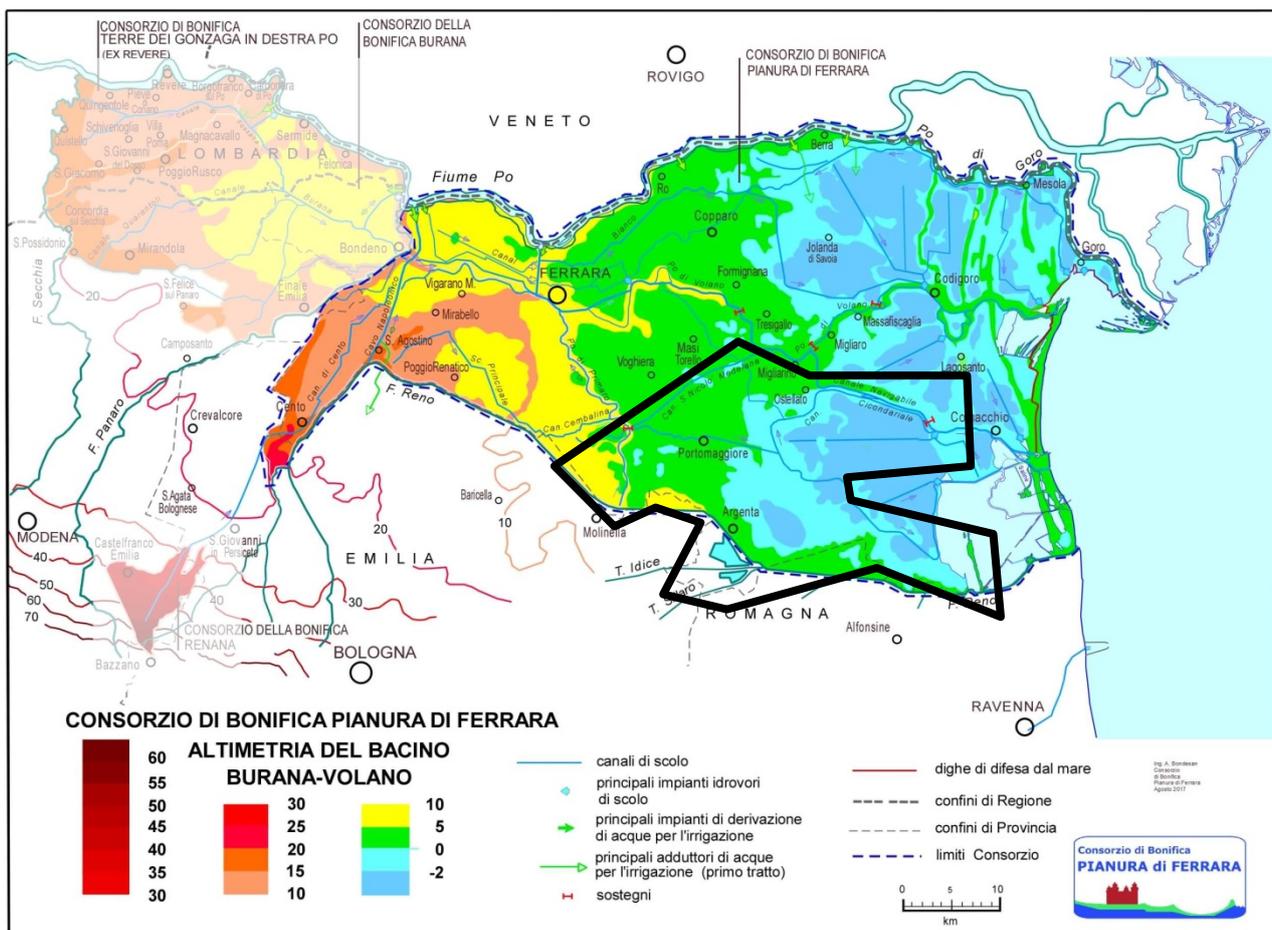


Fig. 6/1: rappresentazione a Scala Libera delle altimetrie e dello schema di massima di funzionamento del Consorzio di Bonifica della Pianura di Ferrara.

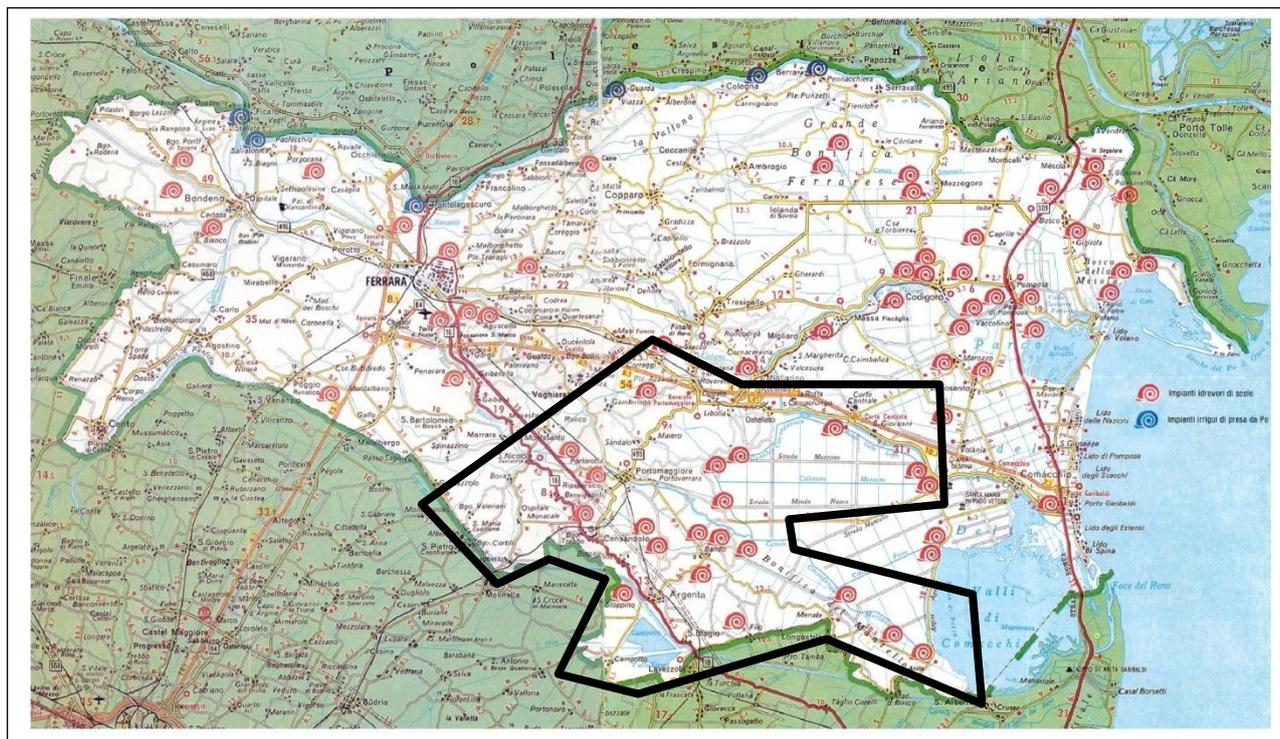


Fig. 6/2: Ubicazione a Scala Libera degli impianti idrovori del Consorzio di Bonifica della Pianura di Ferrara.

A.2.6.2.2 Territorio regolato dal Consorzio della Bonifica Renana

La gestione idraulica afferente al Consorzio della Bonifica Renana interessa solo una porzione del Comune di Argenta ampiamente meno urbanizzata di quanto riferibile all'ampia pianura gestita dal Consorzio Ferrarese. Nella fattispecie si rileva la sola presenza dell'abitato di Campotto. Il territorio è sostanzialmente agricolo con rare case sparse. L'abitato di Campotto è ubicato in prossimità di un nodo idraulico importante: Valle Santa, anche se di importanza inferiore al nodo di Saiarino (di cui si dirà). Oltre all'importante presenza dei nodi idraulici (di sollevamento) di Saiarino e Valle Santa si rileva la presenza di estese casse di espansione comprese fra Argenta, San Biagio e Campotto. Trattasi delle Casse/Valli di Bassarone, Campotto, Valle Santa ecc. L'utilizzo di tali casse ed addirittura di terreni agricoli direttamente connessi (ed appositamente individuati) è previsto, regolato ed è avvenuto (ad esempio) anche durante il tardo autunno dell'anno 2019. La presenza di tali estese casse d'espansione consente una ben più ampia possibilità di operazioni di controllo dei momenti anche eccezionali di piena/alluvione e sono a protezione non solo dell'abitato di Campotto e dei suoi interni ma bensì dell'intera Comunità Argentana. L'utilizzo di tali importantissimi elementi idraulici è consolidata nelle modalità con le quali il Consorzio della Renana può affrontare eventi di piena. Casse, terreni agricoli appositamente individuati e numerose possibilità di manovra sono alla base della sicurezza idraulica complessiva dell'Argentano. È infatti evidente come la gestione delle piene possa riverberare notevoli effetti positivi diretti sulla stabilità e sulla tenuta delle arginature di Reno (non solamente per le strutture in destra idraulica) Idice e Sillaro. Nel complesso la protezione dalle alluvioni di questa porzione di territorio è agevolata dalla struttura del territorio stesso e dalle dotazioni idrauliche peculiari. L'immissione in Reno resta il nucleo fondamentale del sistema e le eventuali evoluzioni delle varie quote idrauliche costituiranno elemento di notevole importanza futura. È infatti evidente che il recapito a mare del Fiume Reno non potrà che risentire direttamente del fenomeno dell'innalzamento del medio- mare e ciò potrà avere risentimenti locali pur distando la foce del fiume circa 40 Km dal recapito in Reno delle acque di scolo di Saiarino. Tutto ciò considerato si può

complessivamente concludere che la presenza dell’impianto di Saiarino rappresenti un rassicurante “salvagente” per la diffusa Comunità Argentana che risiede soprattutto in sinistra ed in misura enormemente più ridotta anche in destra Reno, ed in maniera diffusa anche direttamente sotto l’argine.

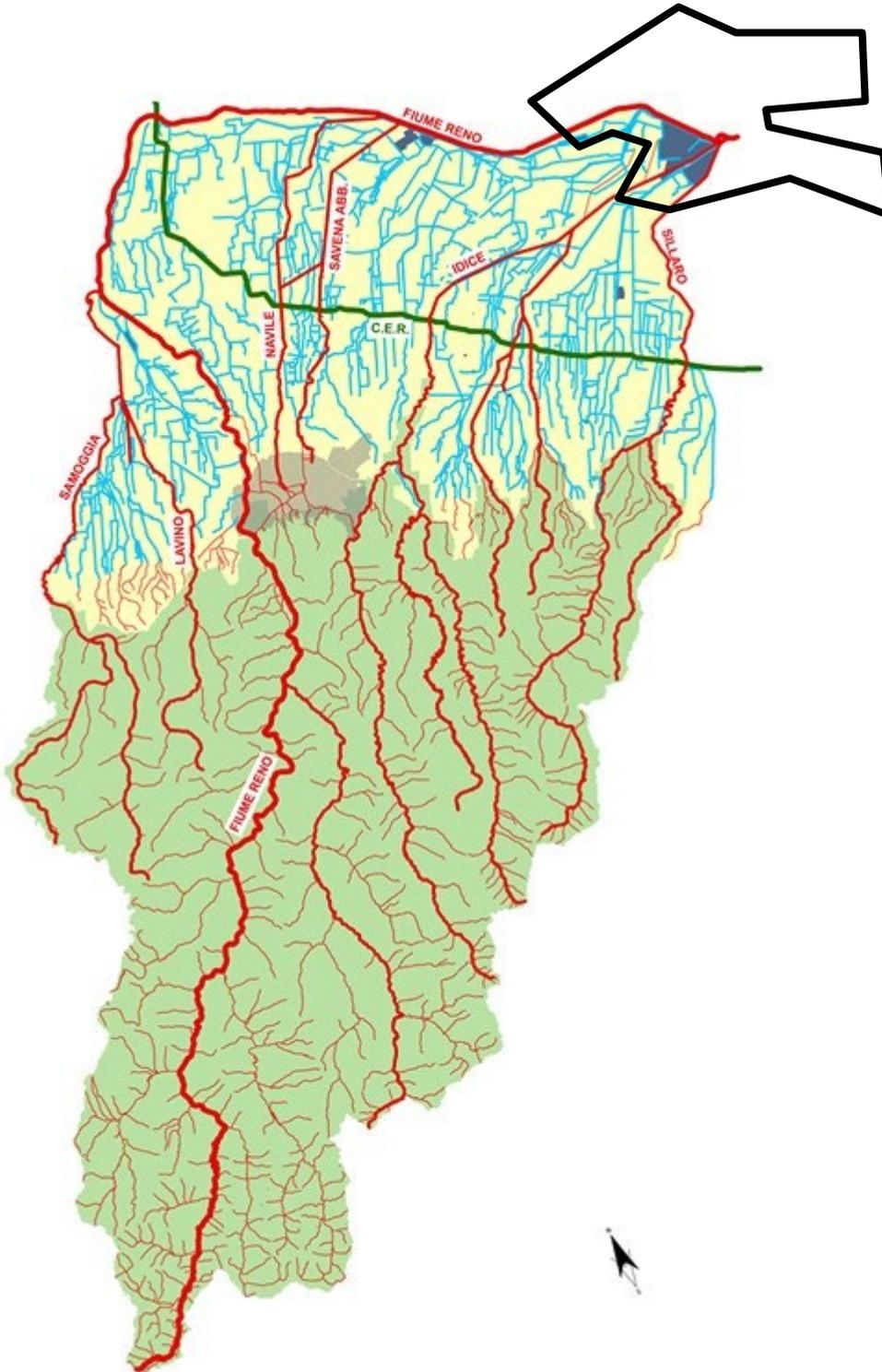


Fig. 6/3: rappresentazione a Scala Libera del bacino del Consorzio della Bonifica Renana. Si noti quanto sia estesa e come l’intero recapito avvenga in corrispondenza dell’Impianto Idrovoro del Saiarino/delle Valli di Argenta e Campotto.

A.2.6.2.3 Territorio regolato dal Consorzio della Bonifica della Romagna Occidentale:

La porzione di territorio regolato dal consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale interessa una porzione ridotta del Comune di Argenta compresa fra il confine con il Comune di Conselice a Sud e il corso del Sillaro a Nord. La superficie è di circa 340 Ha e vede la presenza di 4 abitazioni ed un centro aziendale agricolo. Quest'area quasi residuale date le modeste dimensioni ha nel tempo, anche recentemente, denotato problematiche di estesi alluvionamenti, riconducibili alla difficoltà di sgrondo delle estese superfici (non solo agricole, anzi) presenti nella parte romagnola (ovvero più a monte/ più a Sud) attraverso i corpi idrici terminali degli Scoli Zaniolo e Buonacquisto. Questa sorta di *cul de sac* idraulico costituisce una situazione localizzata che sarebbe auspicabile trovasse soluzione pur in presenza di un Rischio complessivo modesto in quanto riconducibile in maniera largamente predominante a superfici agricole (di cui comunque non si potrà non considerare il valore economico).

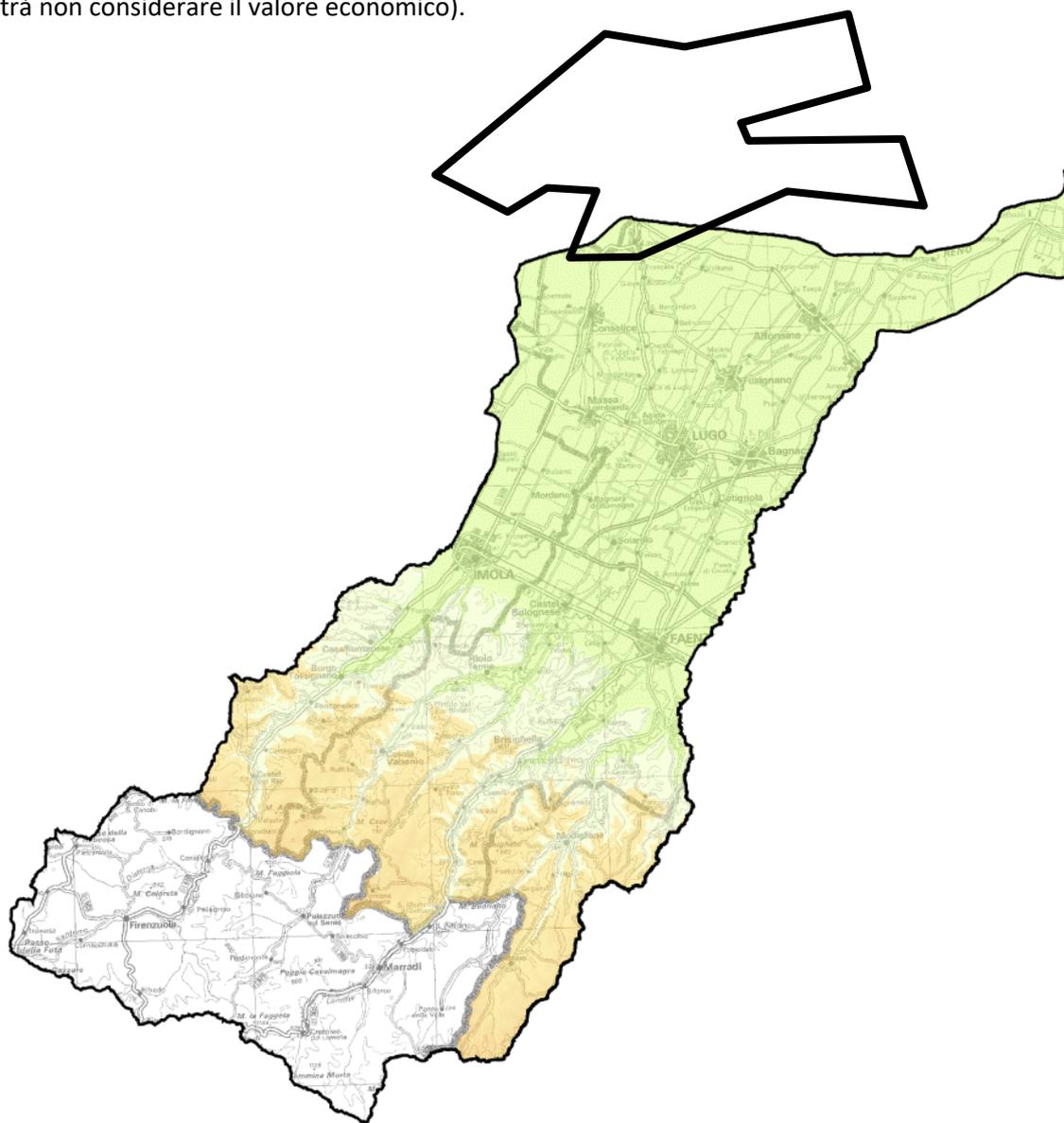


Fig. 6/4: rappresentazione a Scala Libera del territorio (e relative altimetrie) regolato dal Consorzio della Romagna Occidentale. In questo caso la porzione interessata del territorio dell'Unione è particolarmente ridotta ma è anch'essa in prossimità del recapito finale del Consorzio.

Nella fascia di territorio in destra Reno di gestione Renana/Romagna Occidentale sino ai confini col bolognese/col romagnolo si registrano ulteriori pericoli che derivano dalla gestione dei Torrenti Idice e Sillaro, dalle loro piene velocissime e dalle conformazioni particolarmente ristrette dei loro corsi fra argini dotate di golene di modeste dimensioni ed argini particolarmente rilevati (specie in rapporto alle dimensioni complessive degli stessi corpi idrici); ulteriore elemento di criticità idraulica locale è costituito dai recapiti dei due corpi idrici in Reno, che sono concomitanti ed avvengono poche decine di metri a monte del Ponte della Bastia (dello Zaniolo). Soprattutto l'Idice non appare allo stato attuale dotato dell'auspicabile struttura fisica ed organizzativa costituita da casse d'espansione e da strumenti di gestione delle piene; così che in casi di eventi eccezionali non resta che allagare estese superfici agricole presenti a Nord di Campotto, generando danni alle colture e fortunatamente in assenza di abitazioni. Anche tale situazione sarebbe auspicabile trovasse futura risoluzione.

Gli strumenti di Pianificazione oltre ad analizzare le funzionalità delle reti di bonifica dovranno tenere debito conto anche degli aspetti di Pericolosità Idraulica e del connesso Rischio. I Comuni dell'Unione sono dotati di appositi Piani Speditivi di Protezione Civile che si occupano di tali problematiche, la Pianificazione dovrà tenere tali piani nella massima considerazione e similmente dovrà avvenire per la documentazione della Direttiva Alluvioni (DA) e del connesso Piano di Gestione del Rischio da Alluvioni (PGRA, di cui si dirà più oltre).

A.2.6.3 Pericolo di Alluvionamento “dall’alto”, Arginature dei principali corsi idrici e connesso Rischio idraulico:

Sin'ora ci si è riferiti al pericolo da alluvionamento “dal basso”, la stabilità delle strutture arginali è stata solo implicitamente considerata come componente indiretta da ricondursi alle possibili mitigazioni dei più importanti eventi di piena. Vale la pena valutare anche il pericolo derivante da eventi estremi/rari di crollo e/o di sormonto delle difese arginali. Tema pur raro ha però recentemente (fine 2019) interessato il Torrente Idice, a monte del territorio del Comune di Argenta. Altro episodio, caratterizzato da cause e dinamiche completamente diverse ha interessato comunque anche l'Idrovia Ferrarese in territorio di Ostellato (estate 2019). Due casi che pur eminentemente diversi fra di loro hanno fatto drammaticamente emergere **la fragilità intrinseca delle strutture arginali**. Fragilità sono connesse alla loro realizzazione ormai lontana nel tempo. Si pensi che il capitale tratto del Drizzagno del Reno che rettificava il corso del Primario aggirando l'abitato di Argenta è stato realizzato a fine '700. Ovviamente tali opere sono state realizzate con le povere tecnologie dell'epoca. La “salute” complessiva delle arginature è un dato importante specie se rapportato alle notevoli altezze ed alle ridotte geometrie e spazi locali. Gli argini di Reno, Idice e Sillaro sono particolarmente elevati e per Idice e Sillaro, in alcuni casi non presentano sezione particolarmente allargata ed ancora non sempre dispongono di golene sufficienti all'attuale assetto idrografico. Considerando comunque non ottimale l'assetto di stabilità arginale complessiva di Idice e Sillaro, non si potrà non constatare come anche il Fiume Reno presenti fragilità localizzate che nel complesso dovranno essere attentamente considerate.

Molti fattori contestuali collaborano a creare condizioni di sempre maggiore pericolosità:

- **l'inevitabile innalzamento dei fondi di scorrimento** dei corpi idrici che già sono pensili sui terreni circostanti;
- il registrarsi di un numero di **eventi di piena sempre più in rapida successione**, caratterizzati dal transito particolarmente veloce e con culmini di piena sempre più alti, e il connesso **aumento dell'erosione delle banche interne**;
- **le alberature interne alle arginature**, presenti lungo le bancate che pur potendo svolgere azione di sostegno alle bancate stesse e consentendo anche la riduzione della velocità di deflusso, riducono però la sezione utile di transito della piena e possono altresì configurarsi come fonte di produzione

di materiale asportabile che può intasare le arcate dei vari ponti costituendo ostacolo notevole al transito della corrente e potenziale pericolo alla stabilità degli stessi ponti nonché, indirettamente anche delle arginature;

- la recente comparsa di elementi esogeni- “alieni” dannosi alla stabilità degli argini e la cui comparsa era assolutamente al di fuori di ogni possibile prevedibilità progettuale, ovvero **la presenza di animali fossatori (tassi, volpi, nutrie ecc.)** che realizzano tane negli argini che possono costituire grave pregiudizio alla tenuta statica ed idraulica delle arginature stesse;
- **l’eventuale presenza di pericolosi Fontanazzi** (in corrispondenza dei quali si possono avere pericolosissimi fenomeni di sifonamento al piede dell’argine) che ove non correttamente individuati costituiscono elementi di forte pericolosità;
- infine, a ciò si unisce **l’usura e le difficoltà di manutenzione dei rilevati arginali**, la loro inadeguatezza alle attuali condizioni idrauliche.

Circa i danni da animali fossatori, si può osservare come in molti casi tali tane possono essere molto profonde /molto sviluppate e possono costituire grave pregiudizio alla tenuta statica ed idraulica delle arginature stesse. Deve infatti considerarsi che un argine svolge sia un’azione statica di tenuta, per gravità all’acqua ma svolge altresì importantissima tenuta idraulica. Laddove la diminuzione della sezione idraulica resistente subisca drastiche riduzioni, la tenuta delle arginature è immediatamente compromessa. È evidente come l’erosione delle banche interne e la presenza di tane e/o buchi vari possa produrre tale pericolosissimo effetto. Oltretutto all’epoca della realizzazione degli argini non sempre erano immediatamente disponibili attorno al fiume materiali adatti (argille) a costituire un presidio idraulico di massima efficacia. Laddove il materiale utilizzato veda la presenza anche solo percentuale di limi tale presidio può essere già direttamente molto ridotto. Infine data l’origine della pianura (già ampiamente descritta) è quanto meno normale che il corso di un fiume “incontri” il suo stesso paleo- corso (o scorra sul suo stesso paleo- corso) e quindi le sue stesse deposizioni granulari. In alcuni casi tale assetto si può configurare come Fontanazzo e può originare pericolosissimi fenomeni di sifonamento al piede dell’argine che ove non correttamente individuati possono portare sino al crollo dell’argine stesso (come recentissimamente accaduto all’argine destro del Torrente Idice a monte del Comune di Argenta). La contemporanea (rara ma non improbabile) presenza di più fattori può costituire una prova temibilissima per le arginature. In definitiva, ove si sovrappongano erosione di banche interne, presenza di tane e fontanazzi, l’arginatura è a forte rischio ed è evidente che qualora tali elementi di pericolosità vadano a sovrapporsi ai già precedentemente descritti elementi di pericolosità normalmente insiti in qualsiasi arginatura, la componente di pericolo possa incrementare notevolmente.

Ove e qualora l’arginatura denoti elementi di Pericolosità lo sono anche i territori circostanti e tutto ciò che nel tempo vi si è costruito, in molti casi nelle immediate o immediatissime vicinanze del corso idrico, la densificazione abitativa e produttiva dei nostri territori ha visto infatti pericolosamente avvicinarsi abitazioni e aree industriali agli argini stessi.

A.2.6.4 Pericolo di Alluvionamento “dall’alto”: Scavalco delle Arginature dei principali corsi idrici e connesso Rischio idraulico:

L’eventualità dello scavalco delle sommità arginali è un altro elemento di possibile pericolosità idraulica. La quota idraulica delle sommità arginali è in molti casi ancora quella originaria, in altri casi può aver visto recenti ritocchi ma è evidente che, per tutti i vari motivi già in precedenza riportati, **data ormai l’anzianità delle arginature, le quote sommitali possono richiedere delle revisioni per gli eventi eccezionali di piena, ma data l’estremizzazione degli eventi meteorici, la probabilità che tali eventi eccezionali si presentino diventa sempre più alta.**

Ad oggi la pericolosità appare relativa ai soli Idice e Sillaro e secondariamente Reno, altri corpi idrici dell'Unione (Idrovia, Po Morto di Primaro ecc.) sono infatti rigidamente regolati nei loro livelli, per cui non sussiste tale possibilità. **In caso però di scavalco in sinistra idraulica del Fiume Reno, questo episodio coinvolgerebbe l'intero territorio dell'Unione (in sinistra Reno)**. Non si hanno informazioni esplicite o dirette di inadeguatezza dei livelli delle arginature del Fiume Reno, anzi è evidente come le grandi piene degli ultimi trenta anni si siano ubicate a franchi idraulici sufficienti, non altrettanto può dirsi per Idice e Sillaro. Se le numerose possibilità di controllo delle piene (nelle possibilità della Bonifica Renana) del Fiume Reno non fossero possibili in maniera così massiva come attualmente è, anche per il Fiume Reno lo scavalco della quota di rispetto idraulico potrebbe costituire una pericolosità da considerarsi con maggiore attenzione.

Gli argini di Reno, Idice e Sillaro sono particolarmente elevati (come coronamento) ed in alcuni casi non presentano sezione particolarmente allargata e/o non sempre dispongono di golene sufficienti all'attuale assetto idrografico. Se come recentemente dimostrato, si può legittimamente considerare problematico o comunque non ottimale l'assetto di stabilità arginale complessiva di Idice e Sillaro, non si potrà non constatare come anche il Fiume Reno presenti fragilità localizzate. Al di là della "salute" delle arginature, si potranno constatare alcune situazioni di pericolosità presenti soprattutto a monte del capoluogo di Argenta. Fra queste si possono segnalare:

- la ristrettezza delle dimensioni di corso idrico e golena e la ridotta altezza delle arginature nel tratto compreso fra Santa Maria Codifiume ed il ponte della Ferrovia Bologna- Portomaggiore all'altezza della località Traghetto (fra Traghetto e Molinella). Il tratto critico è sostanzialmente presente fra l'immissione del Savena in Reno presso la località Gandazzolo (in destra idraulica). L'immissione avviene tramite una importante opera idraulica, appunto l'Impianto di Gandazzolo. Immediatamente a valle del ponte si ha un notevole allargamento della golena che rappresenta il primo polmone di sfogo delle grandi piene e che costituisce un provvidenziale elemento di sicurezza per lo meno dal punto di vista geometrico. Tale allargamento avviene in corrispondenza ed approfittando dell'antico corso del Primaro, ovvero in un punto di fragilità. Non si hanno però informazioni circa fenomeni localizzati di sifonamento (che sono vieppiù pericolosi in caso di episodi di piena prolungata nel tempo). Seguendo il corso del Reno verso valle/verso Argenta si riscontrano le seguenti situazioni geometriche d'ostacolo al deflusso delle piene:

- la curva corrispondente all'attuale campo di Golf di Boccaleone;
- il sensibile restringimento golenale corrispondente al ponte di Via Cardinala, cioè all'entrata del capoluogo.

Si riscontrano anche i seguenti ponti presenti fra Santa Maria Codifiume e Anita:

- Ponte di Codifiume;
- Ponte di Traghetto;
- Ponte ferroviario linea Bologna- Portomaggiore a Traghetto;
- Ponte di Argenta;
- Ponte della Bastia a San Biagio;
- Ponte di Madonna del Bosco ad Anita.

I ponti possono costituire elementi localizzati di pericolosità idraulica sia diretta ad esempio per il restringimento delle sezioni idrauliche locali, sia indiretta per la possibile debolezza indotta dell'aggancio dell'opera d'arte alle arginature o per situazioni connesse all'accumulo di materiali legnosi alle pile dei ponti con conseguente sensibile ulteriore restringimento delle sezioni, situazione che può rappresentare non trascurabile pericolo per la stabilità dei ponti stessi (molti dei quali denotano fra l'altro preoccupanti situazioni di scarsa manutenzione).

Molte di tali situazioni sono riconosciute dalla componente di Rischio Idraulico del Piano Speditivo di Protezione Civile del Comune di Argenta (nella fattispecie).

Considerato gli elementi illustrati di pericolosità connessi a crolli/scavalchi arginali **si rimanda al già citato Studio di Rischio Idraulico contenuto nel Piano Speditivo di Protezione Civile dei Comuni dell'Unione ed alla Direttiva Alluvioni ed al connesso Piano di Gestione del Rischio di Alluvione.**

A.2.6.5 Direttiva Alluvioni (DA), Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

I vari elementi di Pericolosità sopra descritti, potranno essere ricondotti nella Pianificazione del presente PUG ai contenuti di Pericolosità e Rischio della Direttiva Alluvioni/ del Piano di Gestione del Rischio da Alluvioni. La precedente pianificazione di PSC riportava le seguenti componenti fisiche:

- aree storicamente allagate;
- criticità idrauliche, legate alle quote e alle litologie di superficie;
- criticità idrauliche di alcuni tratti fluviali;
- individuazione delle aree di bacino e dell'altezza dei rilevati.

L'analisi di tutta questa documentazione non poteva comunque ritenersi sufficiente per determinare correttamente il Rischio complessivo o puntuale, rendevasi necessario incrociare le corrispondenti cartografie con ulteriori dati e/o cartografie, ad esempio di utilizzo del territorio (urbanizzazione, presenza di reti e infrastrutture, zone produttive, zone agricole, case sparse ecc.) ed occorreva riferirsi ai Piani di Protezione Civile dei singoli Comuni.

Fermo restando l'assoluto obbligo di riferirsi ai singoli Piani di Protezione Civile si osserverà come nel frattempo la Direttiva Alluvioni ed il discendente Piano di Gestione del Rischio da Alluvioni abbiano "messo insieme" tutte le citate componenti. Fra le cose di cui ha fatto ordine la Direttiva vi sono le componenti Normative, le complesse componenti connesse alle Competenze dei vari enti (variamente riorganizzati a più riprese).

E' quanto meno apprezzabile che tutto ciò sia finalmente a disposizione dei Comuni, soprattutto in quanto alla redazione di tale potente strumento hanno fattivamente collaborato tutti gli Enti aventi titolo, mettendo fra l'altro a disposizione un enorme cumulo di conoscenze e esperienze. Le Amministrazioni Locali potranno così riferirsi a documenti unitari che, seppur in continua evoluzione rimandano a conoscenze, esperienze, valutazioni e procedure uniformi. La Direttiva CE 2007/60 e tutte le connesse Normative e Direttive Nazionali e Regionali hanno infine determinato (a seguito di uno sforzo organizzativo notevolissimo) ciò che ci si auspicava di poter disporre da tantissimo tempo. Ci si potrà perciò riferire a strumenti forti e agevolmente applicabili per la riduzione del Rischio Idraulico e per il contrasto degli effetti delle alluvioni già dalla fase di Pianificazione. È questa una svolta epocale che il PUG dell'Unione dovrà sentire come fondamentale sfida di ammodernamento dei propri strumenti.

Come l'approntamento delle documentazioni di MS furono oggetto di "rivoluzione culturale" nell'ambito del Rischio Sismico (pur con tutti i limiti e pur nella non ancora definitivamente maturata consapevolezza dell'effettivo Rischio, anzi nella non trasmissione a tutte le parti sociali, economiche, politiche ecc.), così similmente la documentazione connessa al PGRA dovrà essere occasione di "salto culturale epocale" in Pianificazione.

Si osserva che la pianificazione connessa al Rischio da Alluvionamento risulta essere molto più robusta di quanto addivenuto essere lo "standard" per gli Studi di MS. Le due tematiche presentano difficoltà di analisi e rappresentazione estremamente differenziate che giocano ampiamente a favore del Rischio da Alluvionamento, ove le grandezze in gioco (per estremizzare) sono ben più agevolmente individuabili, in parte prevedibili con un grado di indeterminatezza/imprecisione inferiore, in molti casi sono numericamente determinabili con una ben maggior precisione ed in altri casi sono storicamente riscontrabili in maniera più robusta.

Tutto ciò posto, aggiungendo che lo sforzo di costruzione di tale complesso “edificio” non può che riferirsi a sfere di competenze che sono molto più ampie e gerarchicamente superiori a qualsiasi strumento di Pianificazione comunale, tutto ciò posto non si potrà negare che, soprattutto in relazione agli eventi eccezionali (di cui più oltre si dirà), per la Pianificazione a livello di Amministrazioni Comunali, per i “decisori” siano essi Tecnici, Economici, Politici ecc. l’applicazione della DA/PGRA non potrà che costituire anche un elemento di choc per i territori dell’Unione.

I dati che “informavano” il precedente PSC non sono stati cancellati, tutt’altro: sono entrati in massima parte a far parte della citata “rivoluzione culturale” della DA/PGRA e sono entrati in tali strumenti potendosi giovare di un sistema di controllo e di validazione/omogeneizzazione dei singoli dati. Questo aspetto è altamente premiante e consente di non dover buttare le precedenti informazioni. Ciò è soprattutto vero per il Reticolo Secondario di Pianura, ove come si vedrà, l’assetto complessivo non muta eccessivamente rispetto alla precedente documentazione di PSC mentre ben altri e più profondi cambiamenti si avranno per gli eventi eccezionali riferibili ai Fiume Po e Reno.

Ancora una volta entrano in gioco considerazioni complesse circa il Rischio complessivo e circa le eventualità, i costi, l’utilità di proteggere/mitigare il territorio ed i suoi possibili usi e trasformazioni dal Rischio Idraulico; dette considerazioni possono anzi debbono dirigere qualsiasi ipotesi di trasformazione del territorio. Anche di adeguamento allo stesso mutato contesto idraulico.

A.2.6.5.1 PGRA: Elementi di Pericolosità locale

Dall’analisi del PGRA discende quanto segue:

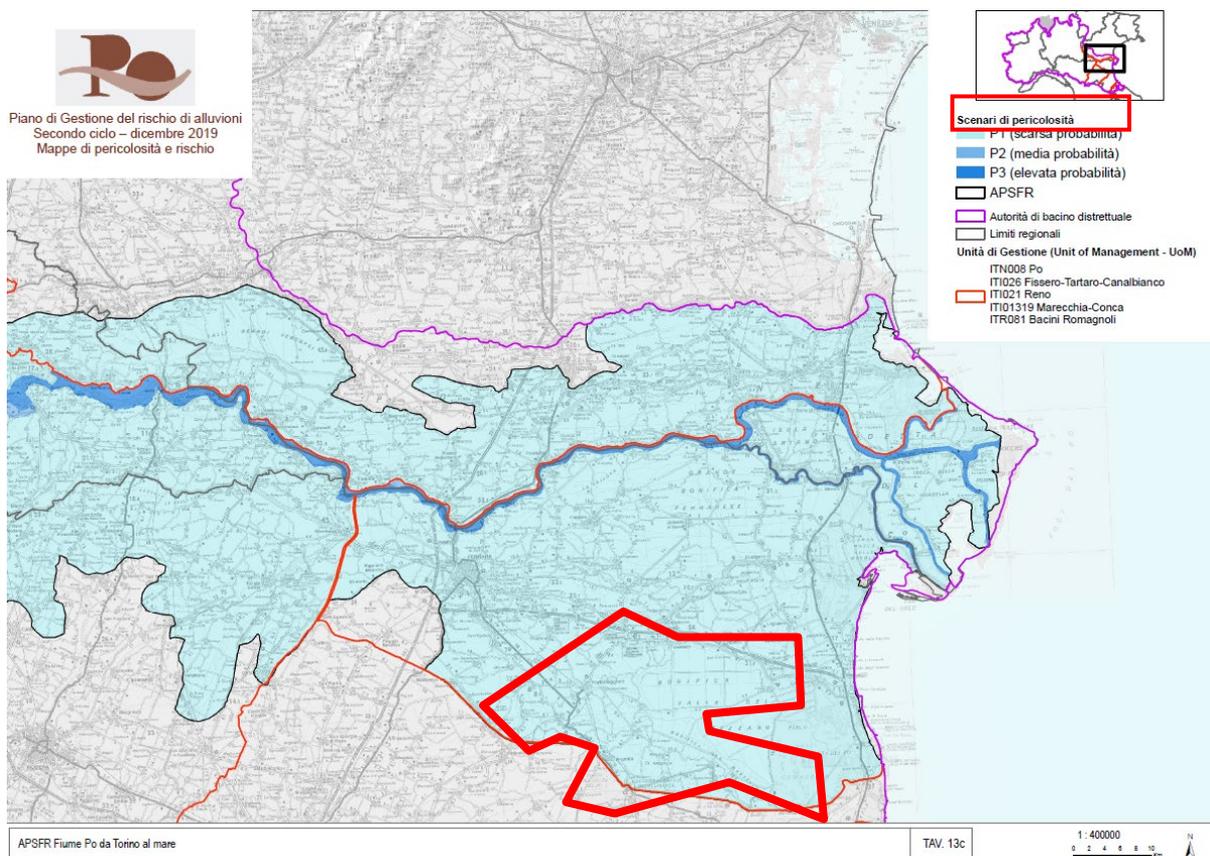
- a) la larga porzione del territorio dell’Unione compresa fra il corso del Navigabile a Nord, i confini Est del territorio, il corso del Po Morto di Primaro ad Ovest, il paleo corso del Primaro nel tratto compreso fra Traghetto e Boccaleone ed ancora a l’attuale corso del Reno fra Boccaleone e Anita a Sud (ovvero la quasi totalità del territorio) è individuata come caratterizzata da Alluvioni Rare: L- P1 sia relativamente al Bacino del Fiume Reno (Codice Scenario Alluvione: L; Codice Origine Alluvione: A11. Interessa 35 960 Abitanti), che relativamente al Bacino del Fiume Po (Codice Scenario Alluvione: L; Codice Origine Alluvione: A11. Interessa 827 930 Abitanti).
- b) la porzione di territorio in Comune di Argenta in destra idraulica del Po Morto di Primaro e sino al confine con il Comune di Molinella (BO) aggiunge la possibilità di Alluvioni Poco Frequenti del Fiume Reno: M- P2 (Codice Scenario Alluvione: M; Codice Origine Alluvione: A11 Interessa 2 700 Abitanti. Corso d’acqua: Fiume Reno) e di Alluvioni Rare: L- P1 (Codice Scenario Alluvione: L; Codice Origine Alluvione: A11 Interessa 320- 370 Abitanti. Corso d’acqua: Fiume Reno).
- c) la porzione di territorio in Comune di Argenta presente attorno alla Pieve di San Giorgio e costituita dalle Casse di Espansione: Bassarone, Val Campotto, altre aree agricole comunque utilizzabili come aree d’espansione ecc. aggiunge la possibilità di Alluvioni Frequenti: H- P3 (Codice Scenario Alluvione: H; Codice Origine Alluvione: A11 Interessa 32 Abitanti. Corso d’acqua: Torrente Idice e Altri).
- d) altre Alluvioni Poco Frequenti: M- P2 e Rare: L- P1 interessano i dintorni di Campotto sino al confine meridionale del Comune ovvero sino al Torrente Sillaro ed in sua sinistra idraulica (Codici Scenario Alluvioni: M e L; Codice Origine Alluvione: A11 Interessa 580 Abitanti. Corso d’acqua: Torrente Sillaro).
- e) per la porzione in destra Sillaro del Comune di Argenta sino al confine con il Comune di Conselice (RA), come già più volte descritta in relazione, si individuano Alluvioni Rare: L- P1 (Codici Scenario Alluvioni: L; Codice Origine Alluvione: A11 Interessa 20 Abitanti. Corso d’acqua: Fiume Reno e Torrente Sillaro).

Le definizioni sono le seguenti:

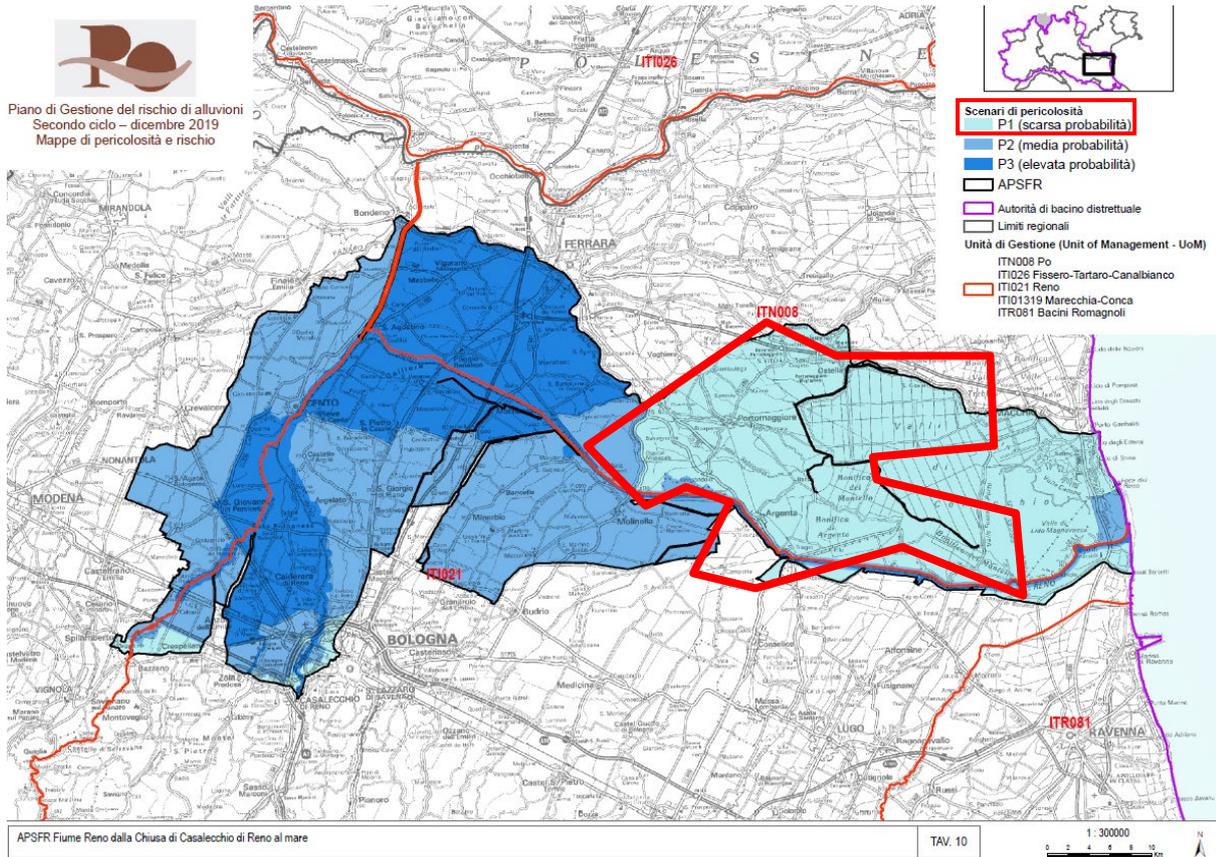
- **Alluvioni Rare L: Classe di Pericolosità P1- Bassa; Bassa Probabilità di Accadimento; Tempo di Ritorno compreso fra 200 e 500 Anni**, Scarsa Probabilità di Alluvioni o di Eventi Estremi. Per i territori dell’Unione ci si riferisce al Reticolo Principale (RP) dei Fiumi Po e Reno;

- **Alluvioni Poco Frequenti M: Classe di Pericolosità P2- Media; Media Probabilità di Accadimento Tempo di Ritorno compreso fra 100 e 200 Anni e P3; Elevata Probabilità d’Accadimento Tempo di Ritorno compreso fra 50 e 100 Anni**. Per i territori dell’Unione ci si riferisce Reticolo Secondario di Pianura (RSP).

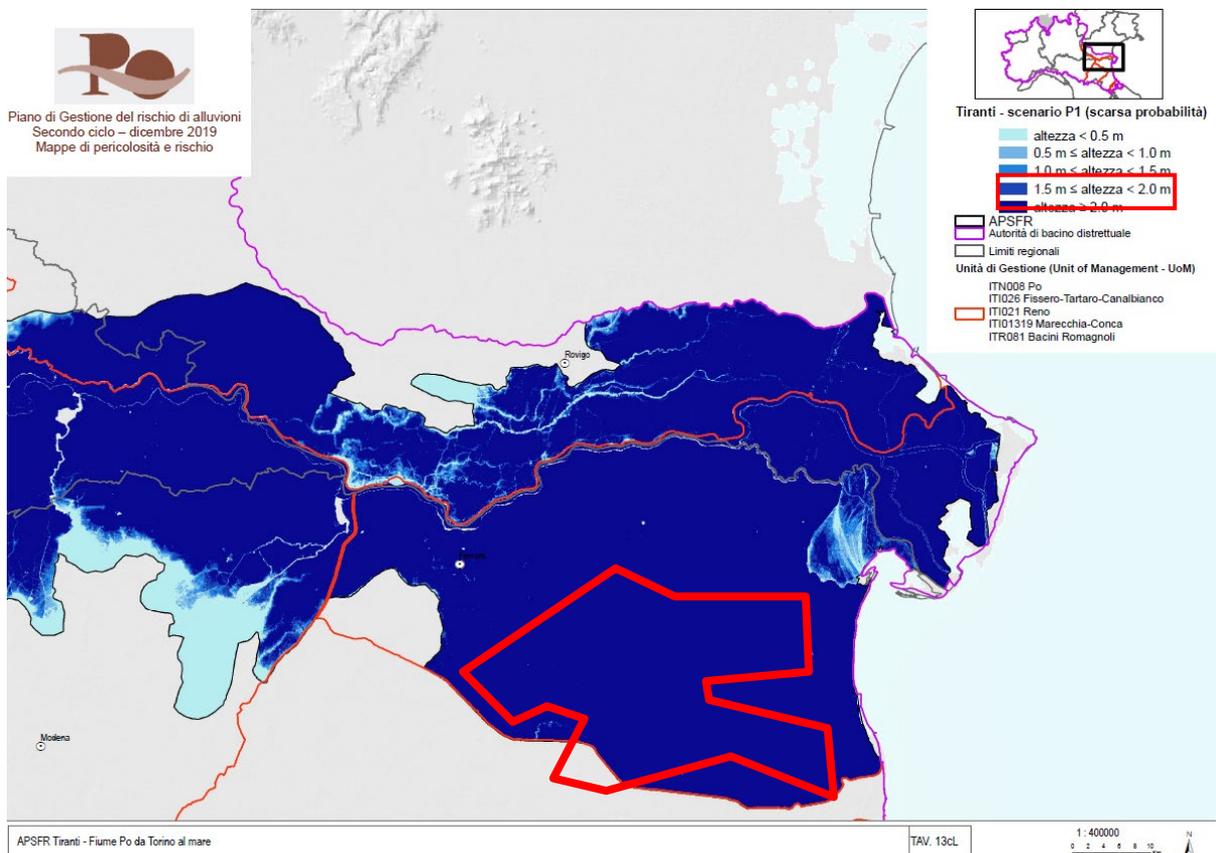
È di vitale importanza osservare che **il Tirante d’acqua atteso per lo Scenario P1, Alluvioni Rare L (Bassa Probabilità d’Accadimento) è uguale superiore a 2,00 m** (come riportato dalle seguenti figure del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Secondo Ciclo, Dicembre 2019) e, come visto, **interessa tutto il territorio dell’Unione**.



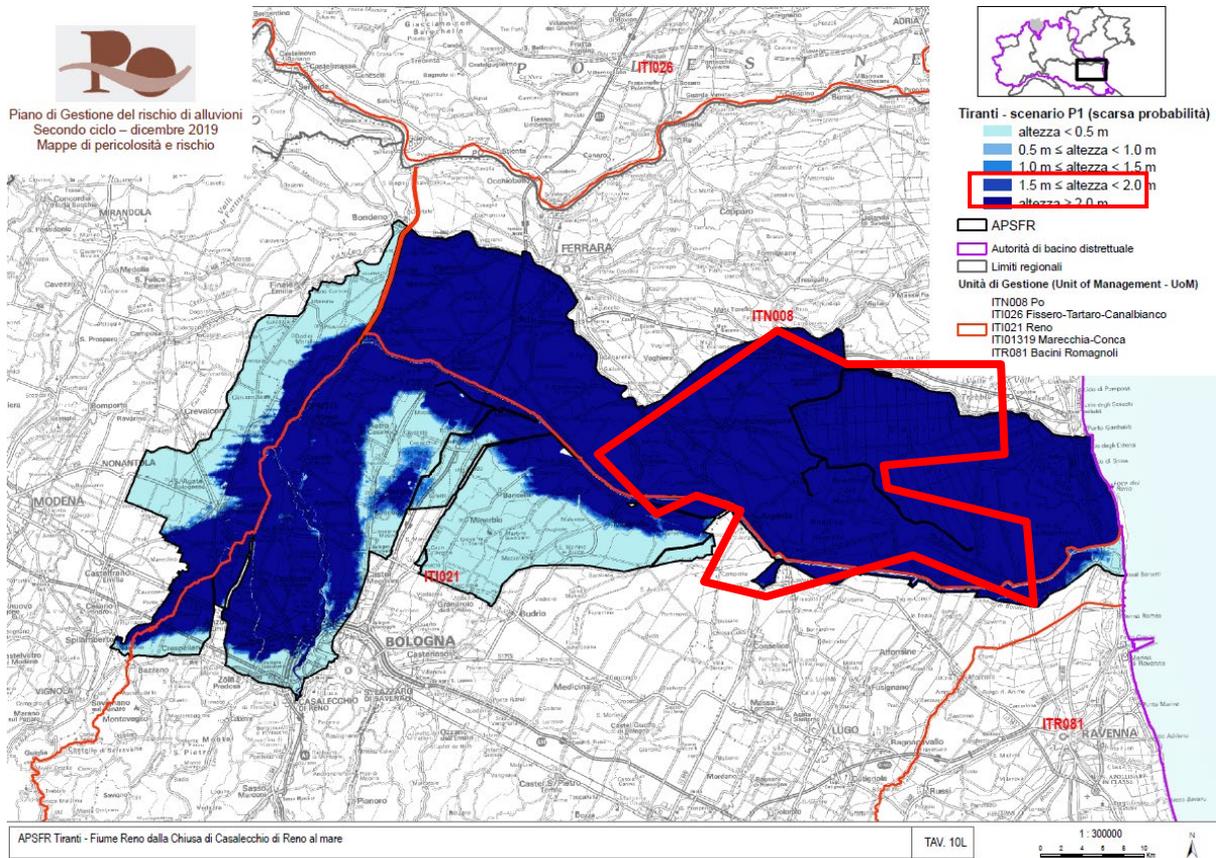
Tav. 6/5: Carta delle Aree Allagabili del Reticolo Principale Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Secondo Ciclo, Dicembre 2019. Scala Libera. **Reticolo Principale, Fiume Po. P1**



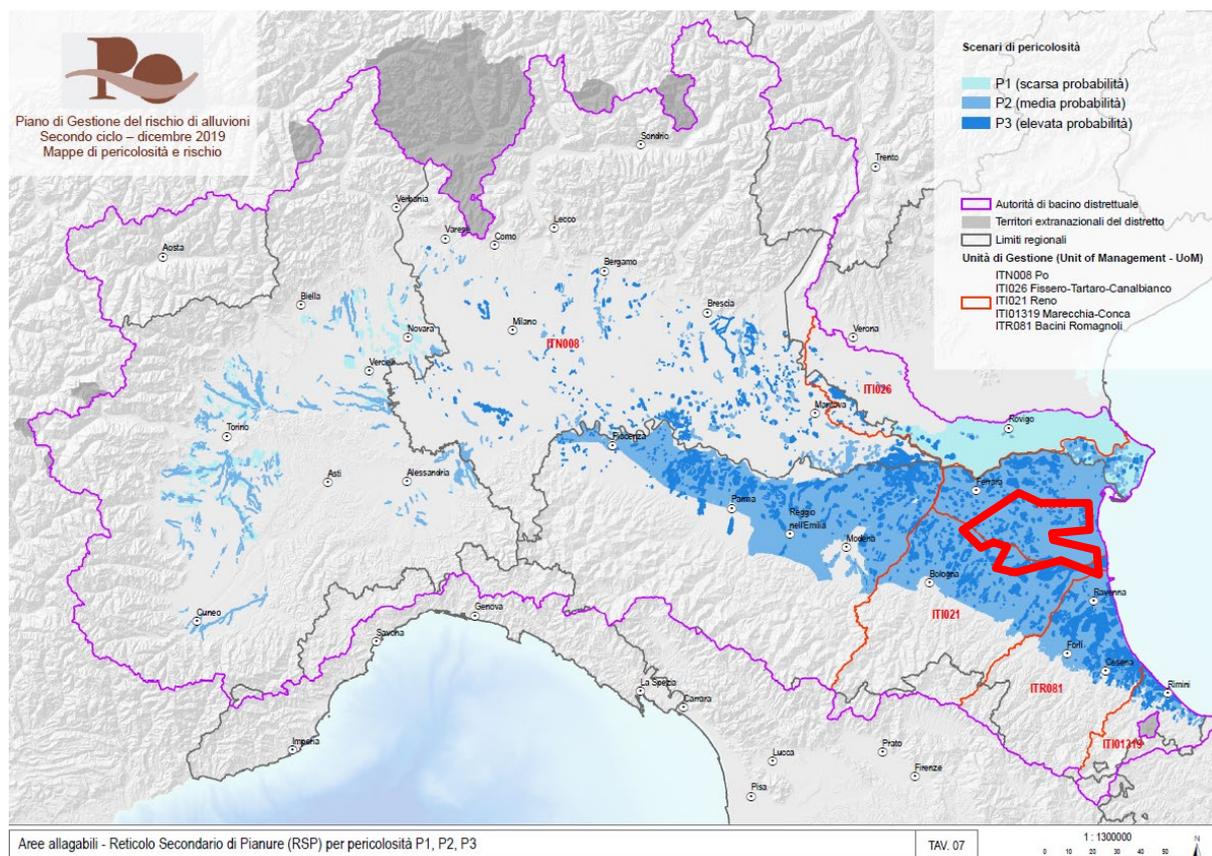
Tav. 6/6: Carta delle Aree Allagabili del Fiume Reno (Reticolo Principale) P1 del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Secondo Ciclo, Dicembre 2019. Scala Libera.



Tav. 6/7: Carta dei Tiranti delle Aree Allagabili del Scenario P1 del Fiume Po (Reticolo Principale) del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Secondo Ciclo, Dicembre 2019. Scala Libera.



Tav. 6/8: Carta dei Tiranti delle Aree Allagabili dello Scenario P1 del Fiume Reno (Reticolo Principale) del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Secondo Ciclo, Dicembre 2019. Scala Libera.

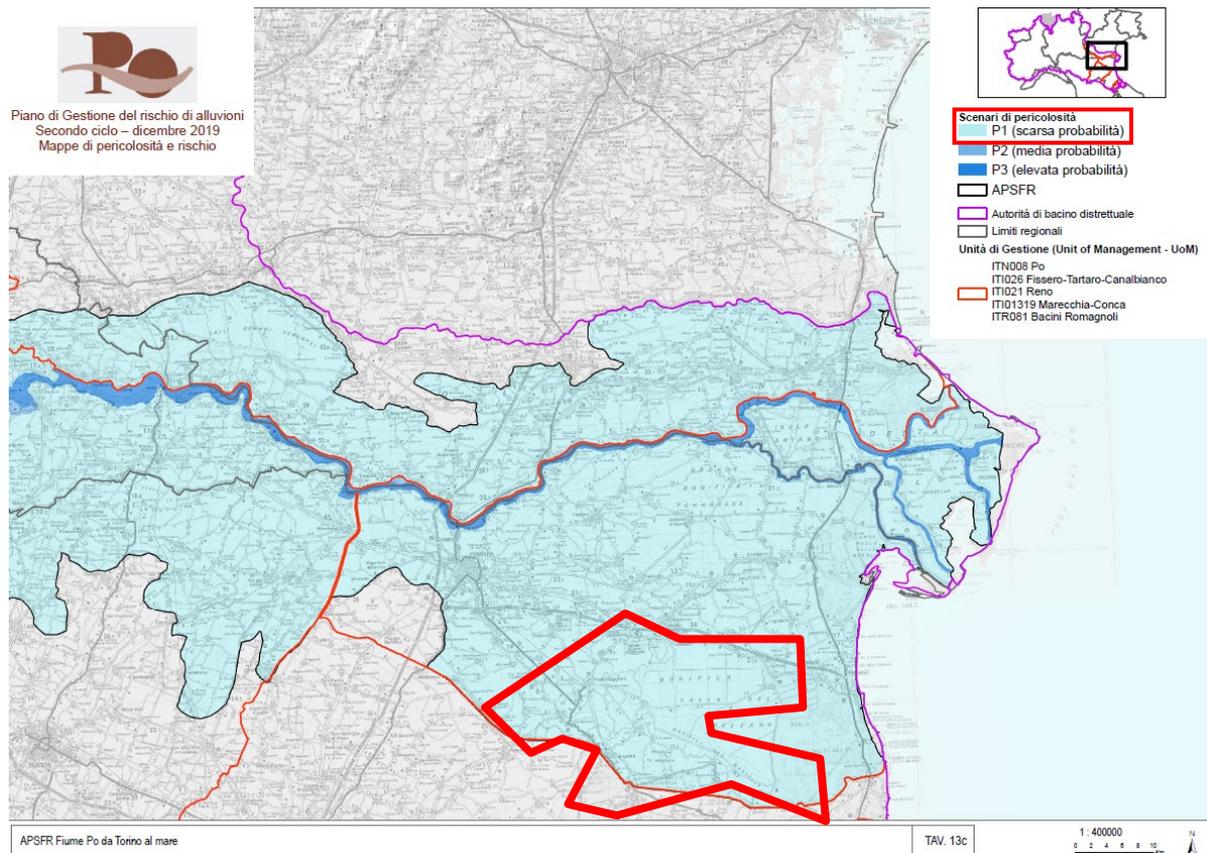


Tav. 6/9: Carta delle **Aree Allagabili del Reticolo Secondario di Pianura** del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Secondo Ciclo, Dicembre 2019. Scala Libera.

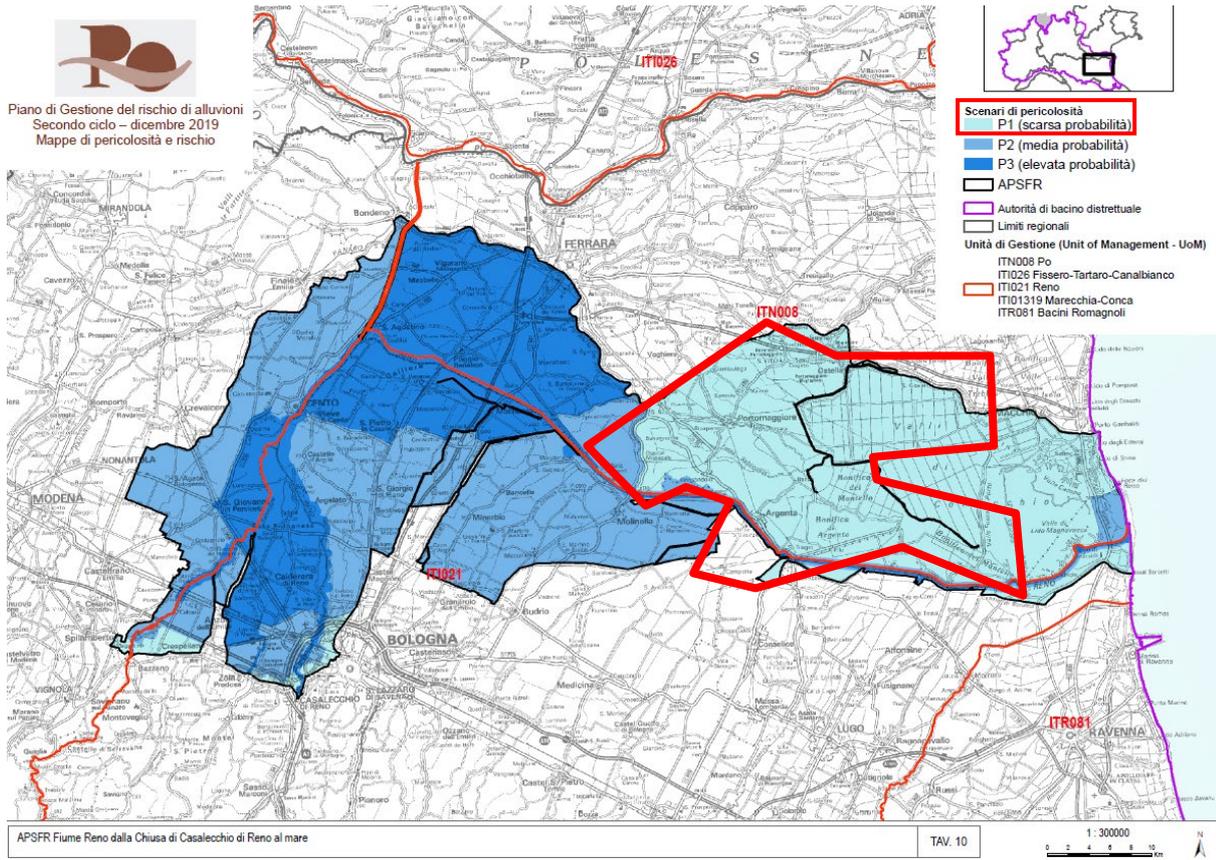
A.2.6.5.2 PGRA, Elementi di Rischio locale

La DA ed il connesso PGRA contengono approfondite valutazioni degli elementi che consentono la definizione di Rischio (da alluvionamento, ovviamente), quali gli elementi di Vulnerabilità (idraulica, sostanzialmente) del territorio e di Esposizione (degli abitati, delle infrastrutture, delle zone produttive, di strutture strategiche/rilevanti ecc.). L'assetto di tale Rischio è molto complesso e non può essere descritto che da puntuali analisi delle apposite cartografie dove, stante l'uniformità complessiva della Pericolosità da Reticolo Principale, gli elementi che localmente differenziano i singoli assetti sono riconducibili al Reticolo Secondario – oltre che ovviamente all'uso del territorio ed a tutte le ulteriori e complesse componenti "antropiche".

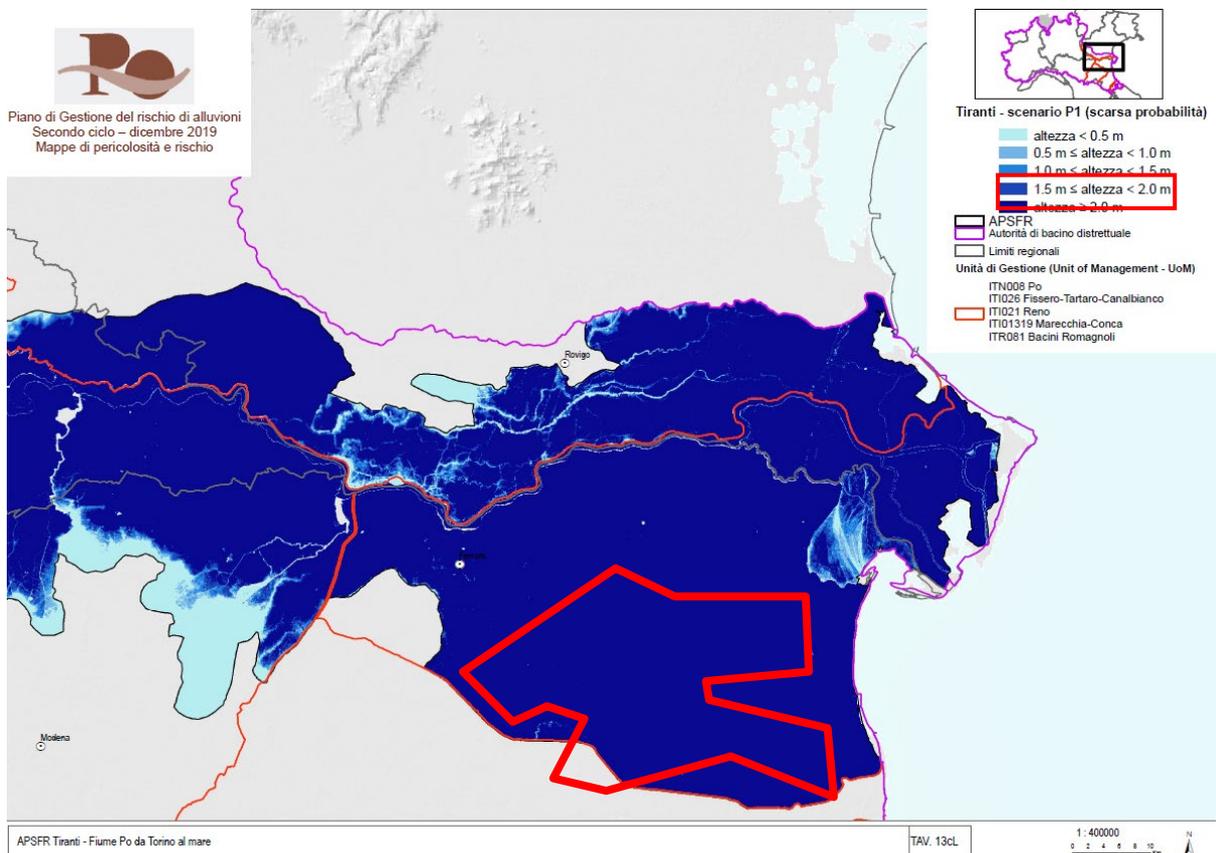
Dato l'assetto complessivo, **fra i dati che entrano con maggior peso ponderale nella definizione complessiva del Rischio vi sono anche i dati storici dell'alluvionamento che già all'epoca erano presenti nella documentazione di PSC.** La loro importanza resta quindi capitale e occorrerà quindi riferirsi ad essi per la corretta individuazione degli elementi di maggior pericolosità locale. Ciò consentirà di individuare i termini ponderali di Pericolosità di maggior probabilità/rilevanza, non sempre in maniera direttamente corrispondente ciò individua anche il Rischio, pur tuttavia può ricondurre a considerazioni indicative comunque rilevanti (ovviamente a parità di Esposizione).



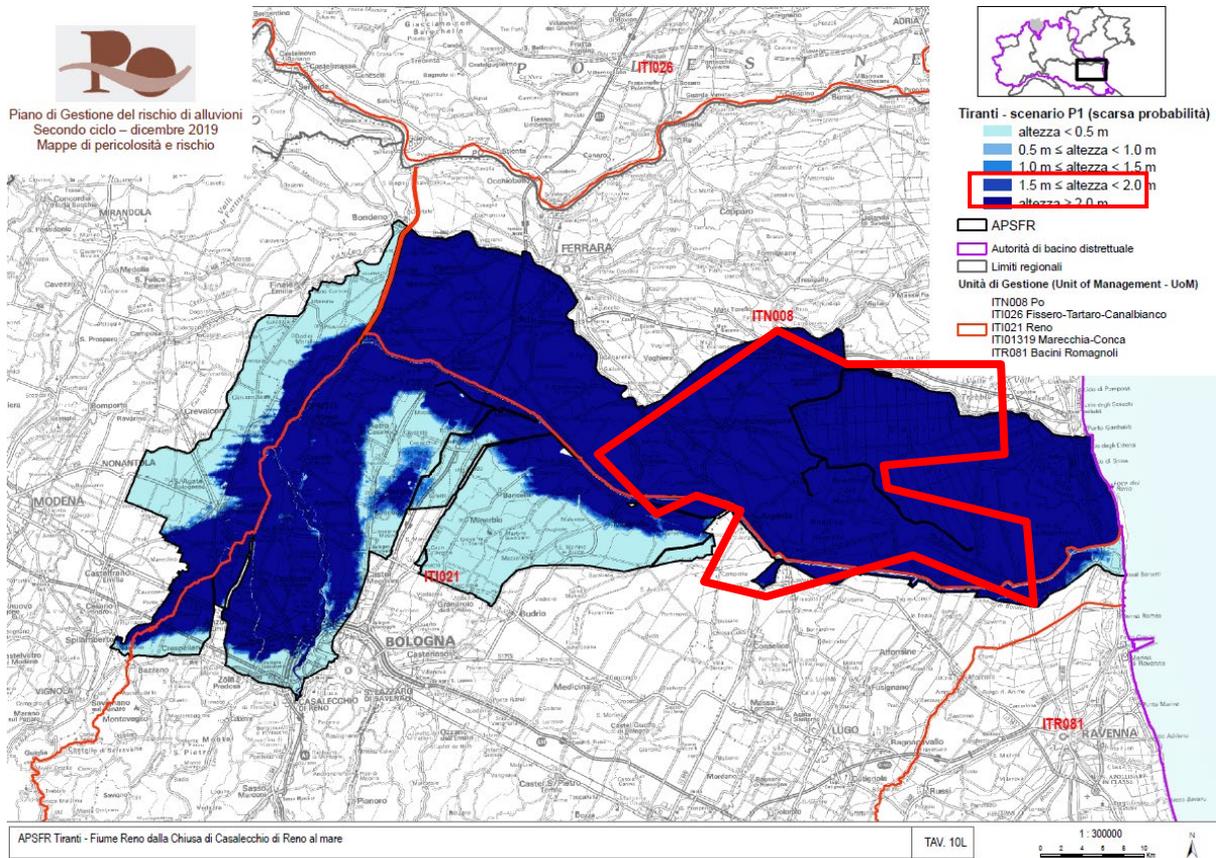
Tav. 6/10: Carta delle Aree Allagabili del Reticolo Principale Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Secondo Ciclo, Dicembre 2019. Scala Libera. **Reticolo Principale, Fiume Po. P1**



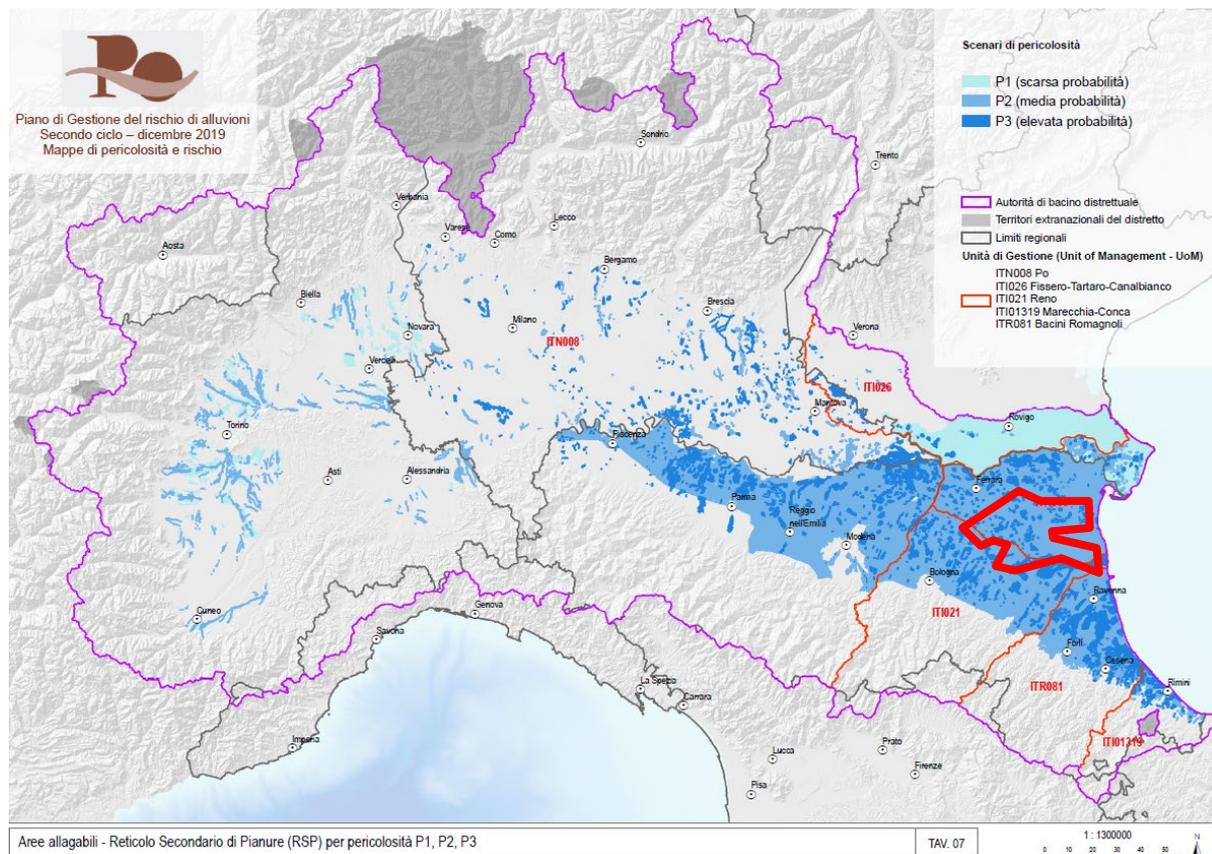
Tav. 6/11: Carta delle Aree Allagabili del **Fiume Reno (Reticolo Principale) P1** del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Secondo Ciclo, Dicembre 2019. Scala Libera.



Tav. 6/12: Carta dei Tiranti delle Aree Allagabili del Scenario P1 del Fiume Po (Reticolo Principale) del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Secondo Ciclo, Dicembre 2019. Scala Libera.



Tav. 6/13: Carta dei Tiranti delle Aree Allagabili dello Scenario P1 del Fiume Reno (Reticolo Principale) del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Secondo Ciclo, Dicembre 2019. Scala Libera.



Tav. 6/14: Carta delle **Aree Allagabili del Reticolo Secondario di Pianura** del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Secondo Ciclo, Dicembre 2019. Scala Libera.

A.2.6.6 Profondità della Falda Freatica

Nei territori della Bassa Padana, a Est di Ferrara la prima frangia capillare, sospesa viene normalmente individuata come “Falda freatica”. La sua alimentazione/ricarica avviene sostanzialmente in due modi: per infiltrazione diretta regolata dal regime delle precipitazioni (e dell’Umidità atmosferica), del regime termico atmosferico e con tempi di infiltrazione/ricarica connessi alla natura dei terreni più superficiali e per Perdite di Sub-Alveo dai corpi idrici e/o dai paleo corpi idrici più o meno pensili sulla pianura e quindi ad andamento orizzontale o comunque con modestissimi gradienti.

La prima modalità di alimentazione/ricarica è soggetta alla stagionalità e alle variazioni a più lungo termine dei trend di piovosità e temperatura e normalmente si riverbera in oscillazioni più o meno “ritmiche” del livello della falda. La seconda modalità è invece ampiamente più stabile e tende ad ammortizzare (ove possibile, in specie nelle immediatezze dei corsi idrici) l’oscillazione meteorica/termica della falda.

Per i territori dell’Unione la falda è rilevabile a profondità prossime/molto prossime ai piani di campagna. Ovviamente incide anche la quota s.l.m.m. degli stessi piani di campagna, ma possono rilevarsi profondità indicativamente comprese fra 1,00 m e 5,00 m dal p.c. Occasionali misure più superficiali o più profonde possono essere riferite ad assetti locali particolari.

Nel complesso comunque, da confronti con dati storici quali ad esempio quelli di PSC che risalgono a circa 15 anni addietro, la situazione della falda freatica può essere considerata stabile. Non si è assistito a depauperamenti drastici anche se è ovvio, anzi in diretta considerazione del fatto che **essendosi registrato una sensibile diminuzione della piovosità media, la falda freatica superficiale non potrà che registrare tale tendenza**, con abbassamenti (seppur ridotti) della superficie delle isobate.

Dato che come descritto, uno dei modi di alimentazione della falda freatica è direttamente connesso alle perdite per sub- alveo, ove i corpi idrici costituiscono una sorta di serbatoio la cui alimentazione si riconduce ad aree distanti nello spazio e per percentuali di difficile definizione anche nel tempo e dato che, come ampiamente descritto, nelle pianure i corpi depositivi granulari possono riscontrarsi anche in profondità, la falda denota un assetto sul territorio ove si possono individuare strutture particolari di alimentazione (alti isofreatici) e direzioni di drenaggio. Tali strutture possono interessare l'uso del territorio a larga scala e le sue eventuali trasformazioni quando si tratti di superfici sufficientemente estese.

Ovviamente qualsiasi intervento di eventuale trasformazione del territorio dovrà realizzare una attenta e puntuale analisi delle profondità della falda freatica locale, si pensi ad una delle trasformazioni più banali che possono vedere una diretta connessione con il livello della falda freatica, quale ad esempio la realizzazione di vani interrati o semi- interrati. Ma vi sono anche connessioni direttamente intuibili con la realizzazione di scavi, di opere infrastrutturali in scavo o anche in rilevato dato che comunque (e qui meno intuitivamente) la distanza della falda freatica dal piano di campagna, in connessione diretta con la natura (coesiva o granulare) dei primi terreni di fondazione concorre – a volte anche molto pesantemente- a determinare le performances geotecniche degli stessi terreni di fondazione. Ecco quindi che **la profondità della falda dal piano di campagna diviene un fattore geotecnico indiretto importante per i territori dell'Unione che dovrà quindi essere attentamente valutato**.

A.2.6.7 Corpi idrici profondi e sfruttamento della risorsa Acqua:

Le falde più profonde rivestono ovviamente minor importanza in quanto possono condizionare in maniera molto meno diretta e solitamente in maniera non rilevante l'uso, l'assetto e le possibilità di trasformazione del territorio. Ovviamente possono configurarsi come risorsa, si ritiene però che tale argomento, in vero molto importante, non possa che essere affrontato da un documento di Pianificazione se non a carattere altamente qualitativo.

Il precedente PSC riportava valutazioni di massima (Carta delle Risorse Idriche Sotterranee) individuando le disponibilità locali dei due acquiferi A e B di riferimento in termini di profondità (dal p.c.) e di spessore. L'informazione pur potendosi ritenere utile non riconduce però alla possibilità di determinare disponibilità numeriche nemmeno largamente indicative. Dalla redazione del PSC molte cose sono infine mutate circa le possibilità di sfruttamento delle acque fossili più profonde. Ad esempio si è sviluppato l'uso di acque superficiali non solo per fini agricoli, in Comune di Argenta si può ad esempio registrare un apposito accordo fra Regione, Consorzio di Bonifica e soggetto richiedente per l'uso (seppur ridotto e non primario) "industriale"/produttivo di acque superficiali.

Altri esempi vanno e/o andranno sempre più sviluppandosi in futuro e dovranno contemperare esigenze contrastanti e che saranno sempre più pressanti, si cita ad esempio: scarsità della risorsa -in ispecie se di acque superficiali, la cui disponibilità sarà sempre più preziosa- qualità della risorsa stessa, importanza delle produzioni e della connessa occupazione (specie in territori penalizzati), considerazioni circa i vari aspetti ambientali ecc.

Tutte queste esigenze potranno poi vedere future e rapide evoluzioni. Considerando poi che lo sfruttamento delle risorse idriche, di quelle più o meno profonde o anche di quelle superficiali è allo stato attuale giustamente regolato e gestito attraverso attente e approfondite analisi e considerazioni puntuali, si ritiene che le informazioni derivanti dal presente PUG non possano aggiungere informazioni premianti.

Gli acquiferi della Pianura Emiliano- Romagnola (sino al margine Appenninico) sono identificati in tre Gruppi che sono separati da barriere di permeabilità di estensione regionale e sono denominati Gruppo Acquifero A, B e C (a partire dal piano campagna). Il Gruppo A è sfruttato in modo intensivo. Il Gruppo B vede il solo sfruttamento localmente, il Gruppo C che è isolato dalla superficie per gran parte della sua estensione, è

raramente sfruttato. Il limite tra acqua dolce e salmastra definisce la base degli acquiferi utili per uso idropotabile e agricolo-industriale. Il limite tra acqua dolce e salmastra è posto convenzionalmente al valore di 10 ohm X m di resistività (equivalente a conducibilità di 1000 μ S/cm).

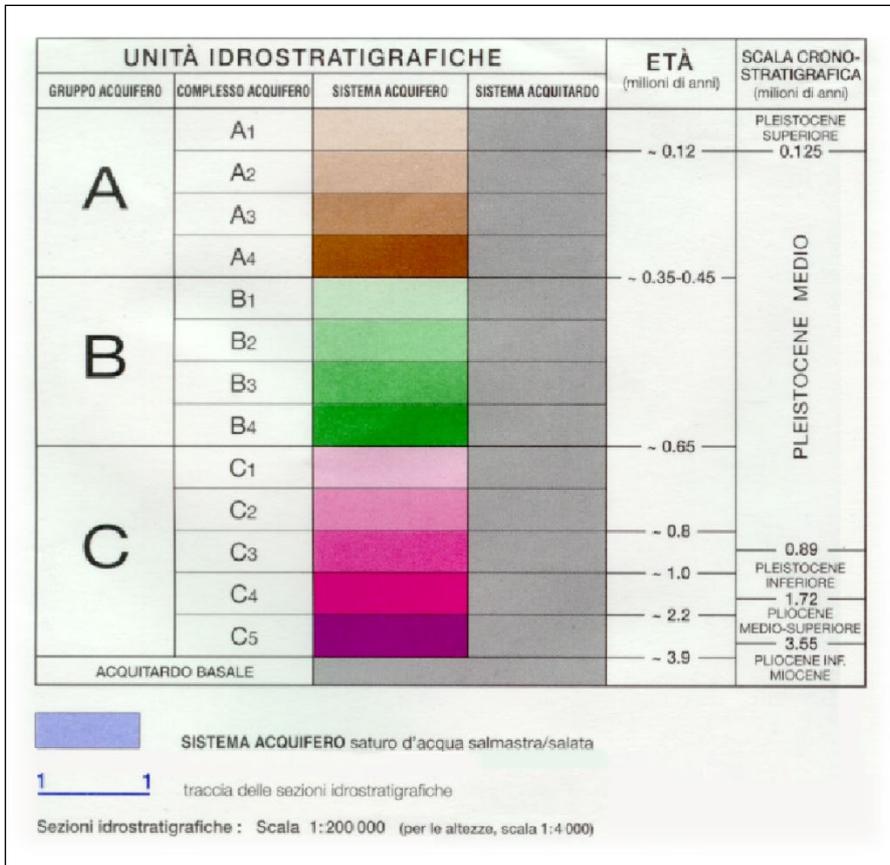


Fig. 6/15: Unità idrostratigrafiche della Pianura Padana Emiliano- Romagnola.

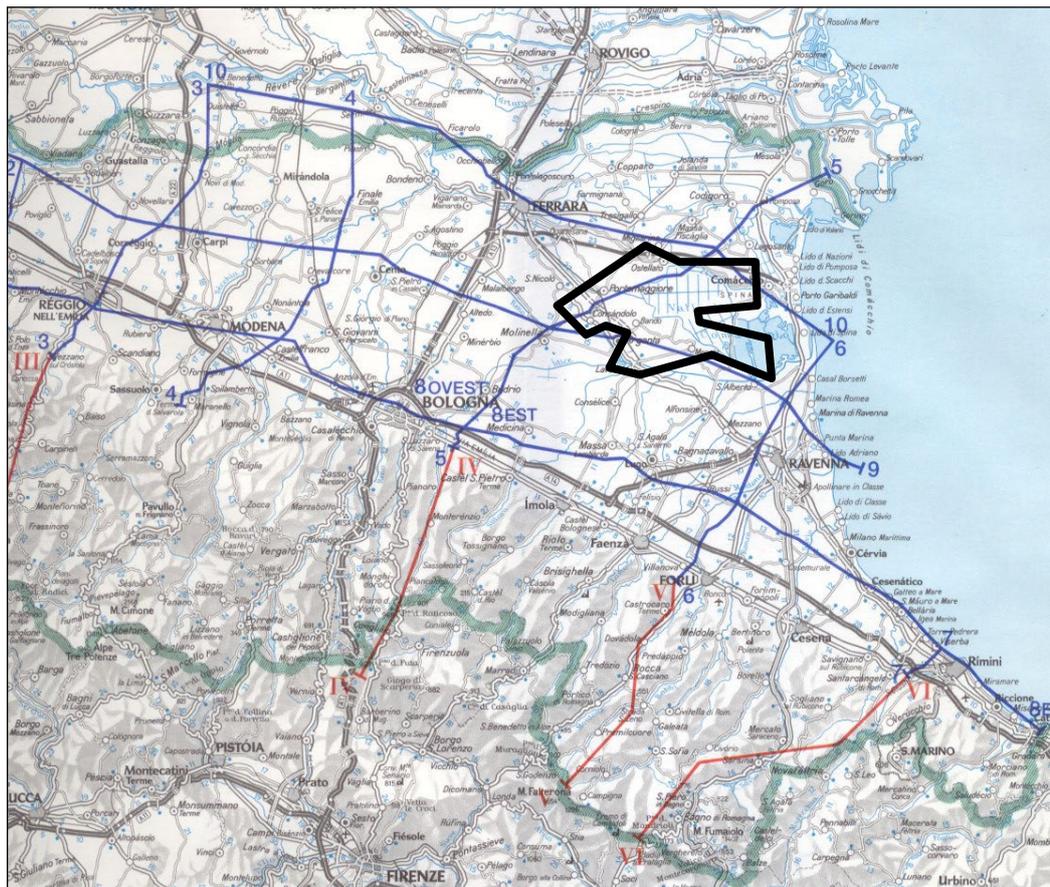


Fig. 6/15: Ubicazione dei profili idrostratigrafici relativi alle sezioni di cui di seguito. Scala Libera.

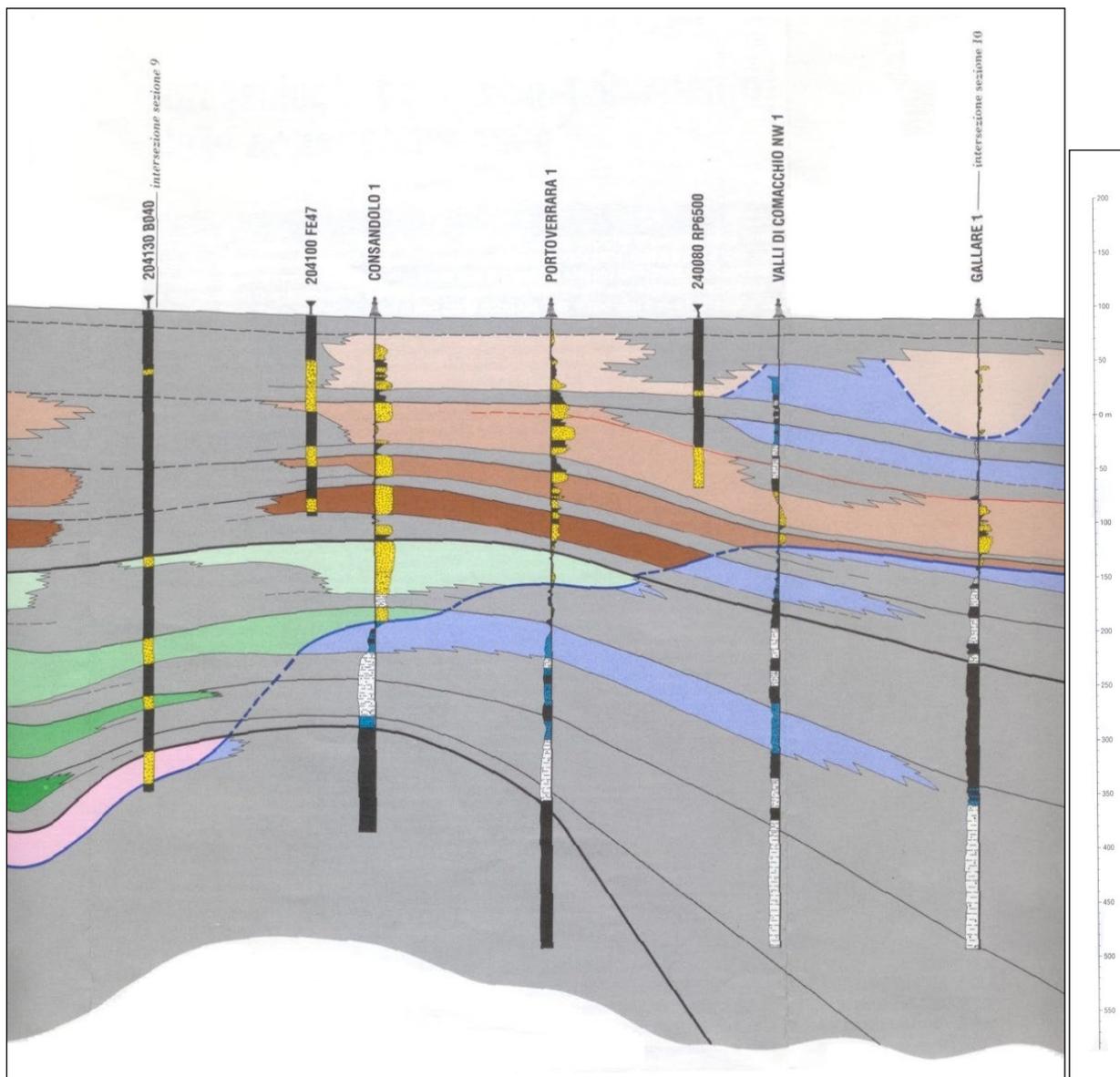


Fig. 6/16: Sezione idrostratigrafica 5 (SW- NE). Scala Libera.

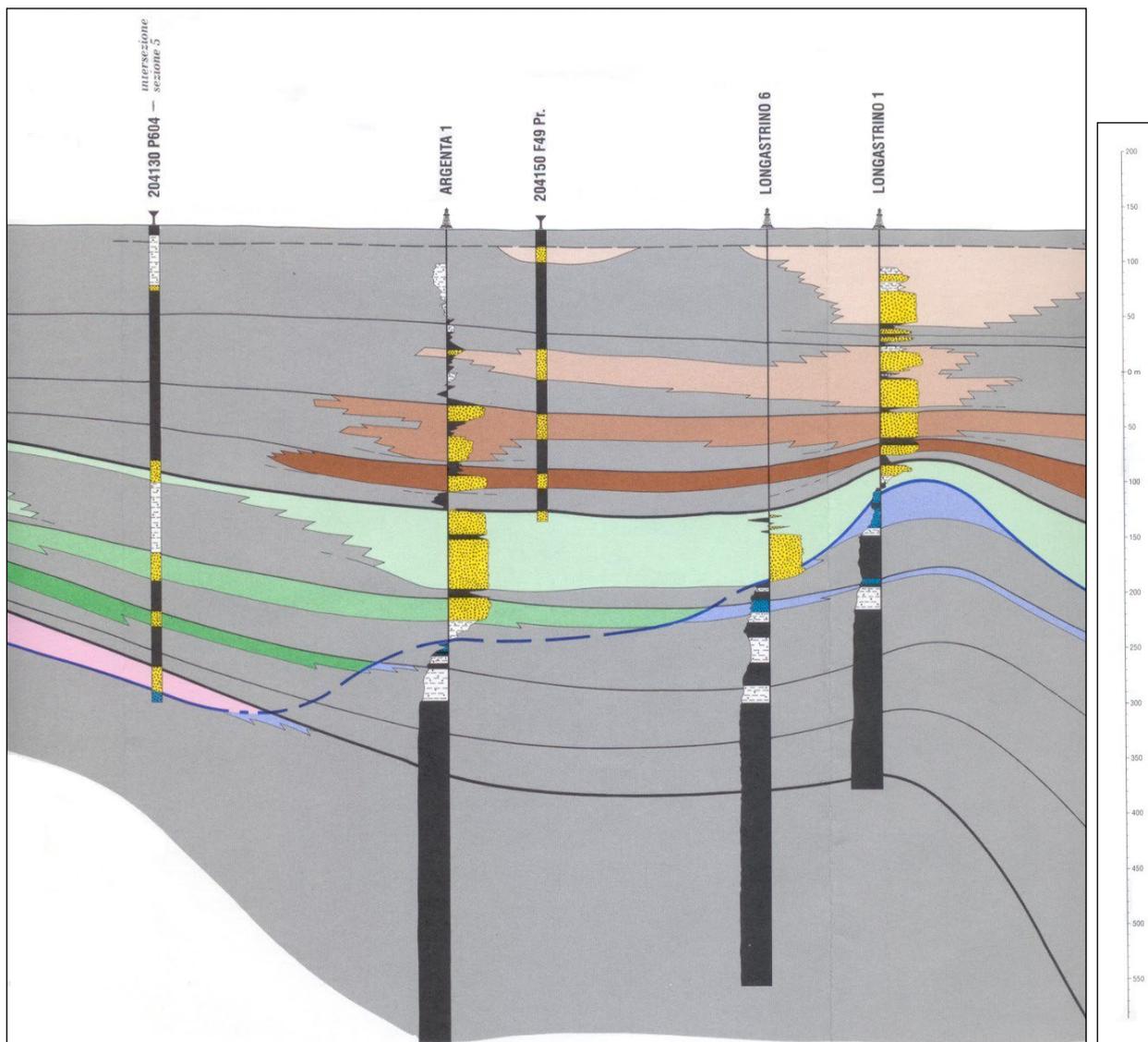


Fig. 6/17: Sezione idrostratigrafica 9 (WNW- ESE). Scala Libera.

Nelle sezioni riportate, i tredici Complessi Acquiferi stati correlati definendo i Gruppi A, B e C. All'interno di ciascun Complesso Acquifero sono evidenziate le seguenti componenti:

- Sistema Acquifero, evidenziato con appositi colori;
- gli Acquitardi, evidenziati con il colore grigio;
- il, evidenziato da una linea blu, che rappresenta la base degli acquiferi utili.

Al di sotto del limite acqua dolce-salmastro, i Sistemi Acquiferi sono saturi di acqua salmastra o salata a prescindere dal Complesso Acquifero di appartenenza. Nelle due sezioni è evidenziata con una linea rossa la superficie trasgressiva Tirreniana (riferibile a circa 0,13 Ma fa) che è sormontata dai depositi fini contenenti acquiferi salmastri, che chiudono la sequenza deposizionale corrispondente al Complesso Acquifero A2. Lo stralcio della Sez. 5 interessa i comuni di Ostellato e Portomaggiore, lo stralcio della Sez. 9 interessa il comune di Argenta.

Laddove i corpi idrici superficiali non possano di fornire le risorse idriche necessarie alle varie esigenze antropiche si dovrà ricorrere all'emungimento di acque da pozzi (profondi, intesi cioè non come i normali pozzi ad anelli di profondità superficiali). La disponibilità delle acque sepolte deve essere localmente valutata. **L'utilizzo di tali acque è regolato da apposita Normativa Nazionale e Regionale e dal preposto Ente di controllo (apposito Servizio di ARPAE).**

Lo sfruttamento di tali risorse fossili deve essere compatibile con le relative disponibilità, di quelle che sono vere e proprie georisorse. In alternativa allo sfruttamento di tali risorse fossili (ovvero non completamente rinnovabili e/o rinnovabili solo per tempi lunghissimi, ampiamente più estesi della scala di vita delle società umane) v'è la possibilità di realizzare appositi acquedotti industriali (di acque non fossili, superficiali, rinnovabili, di qualità inferiore e il cui uso sia compatibile) o ovviamente la rinuncia alla trasformazione di territorio che prevede la necessità di sfruttamento di tali acque.

Individuare tali elementi di penalizzazione sarebbe in teoria compito della Pianificazione; è però evidente come **gli studi specialistici debbono essere riferiti a profondità e livelli di approfondimento che difficilmente possono rientrare nei compiti del livello comunale**, per cui le indicazioni che verranno di seguito riportate, ancora una volta, debbono essere intese come qualitative e di indicazione generale di un assetto a grande scala, il cui sfruttamento è sotteso ad appositi studi specialistici e debitamente approfonditi, la cui validazione esce dal campo della Pianificazione ed entra in quello previsto dalla Legislazione Regionale e Nazionale.



Fig. 6/18: Profondità del limite dell’acquifero A. Scala Libera.

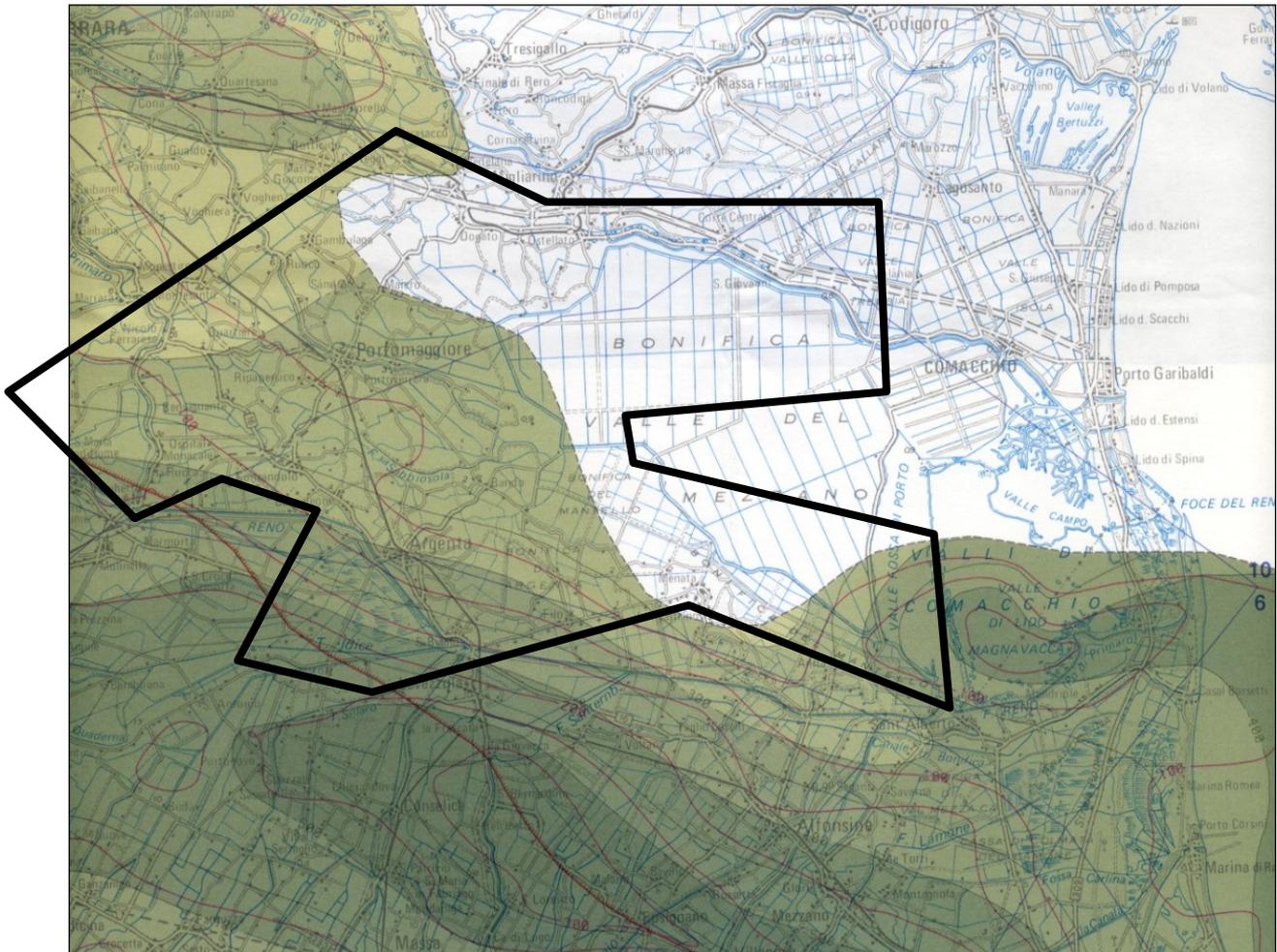


Fig. 6/19: Profondità del limite dell'acquifero B. Scala Libera.

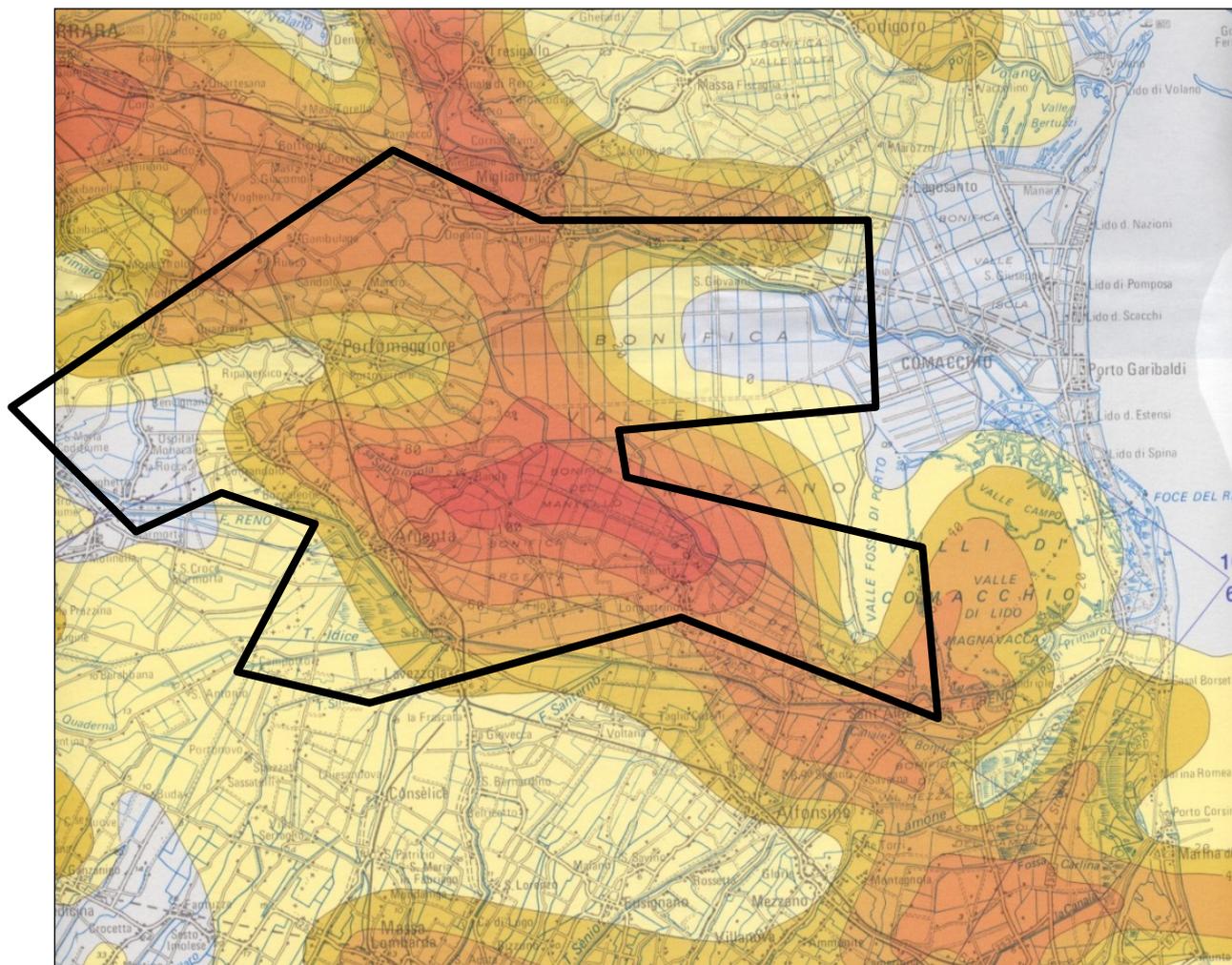


Fig. 6/20: Spessore cumulativo dell'acquifero A. Scala Libera.

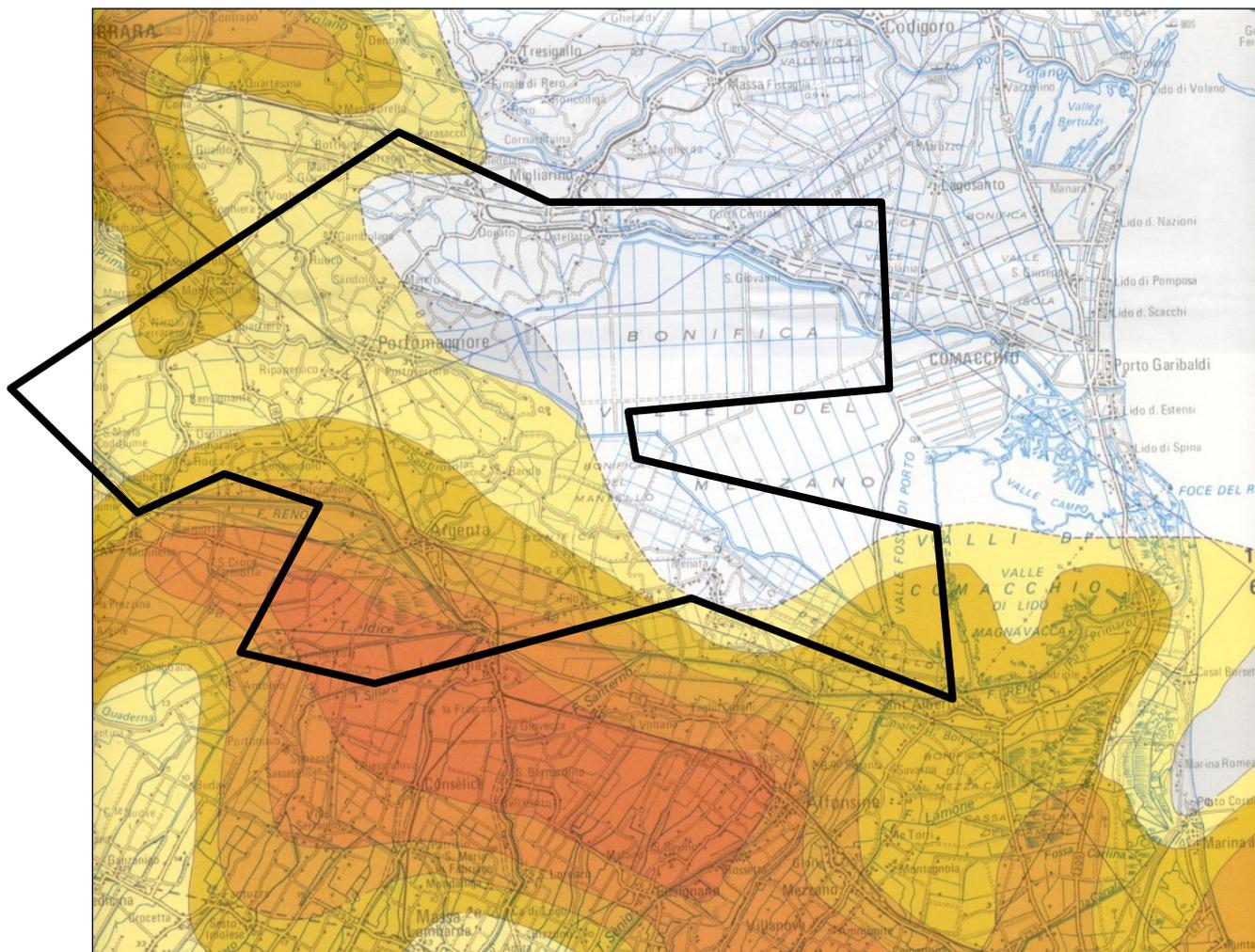


Fig. 6/21: Spessore cumulativo dell'acquifero B. Scala Libera.

Le carte sopra riportate riportano le isobate (linee di eguale profondità) della profondità della superficie basale del gruppo Acquifero (il riferimento è il livello medio del mare), una linea rossa che separa le aree la superficie è costituita da un limite di sequenza Deposizionale o di litofacies, dalle aree (lato della seghettatura) ove detta superficie rappresenta l'interfaccia acqua dolce- acqua salmastra. Tali mappe sono importanti in quanto consentono il calcolo del volume totale dei gruppi degli Acquiferi e consentono la stima della profondità utile dei pozzi di emungimento.

Oltre tali profondità la qualità delle acque denota considerevole detrimento. Alle Figg. 6/20 e 6/21 è riportata la distribuzione dello spessore cumulativo utile e le aree di ricarica diretta (superfici retinate) dei Gruppi A e B. Le isobate che racchiudono le varie aree forniscono spessore cumulativo di sabbie e ghiaie acquifere appartenenti ai singoli Gruppi Acquiferi che possono essere considerati adatti allo sfruttamento idropotabile (per funzionalità agricole e industriali). Tali mappe consentono di calcolare il volume e lo spessore utile degli acquiferi e delle riserve permanenti del sottosuolo.

Dall'analisi delle carte si può rilevare che all'interno del territorio dell'Unione dei comuni, ad Est della linea rossa tratteggiata è presente il solo Gruppo Acquifero A, in quanto il limite al letto dell'acquifero è costituito dal passaggio alle acque salmastre, nell'area occidentale della linea il gruppo Acquifero A

sormonta il gruppo Acquifero B. Si può evincere la profondità dell'interfaccia tra acqua dolce e acqua salmastra, che è molto variabile, passando da pochi metri sopra il livello del mare nell'area orientale del comune di Ostellato (aree della Bonifica del Mezzano) e raggiungendo quote di circa -200 m nelle porzioni occidentali. La profondità dell'interfaccia tra acquifero A e B varia da circa -100 m a -200 m dal livello del mare.

Lo spessore dell'acquifero utile varia in maniera significativa, presentando uno spessore massimo di circa 80 metri che si riduce in maniera drastica in corrispondenza della porzione orientale della Bonifica del Mezzano ed in corrispondenza agli abitati di S.Maria Codifiume- Tragetto- Ospital Monacale; in tali luoghi l'acquifero risulta inutilizzabile.

La profondità del limite basale del Gruppo Acquifero B varia in modo costante procedendo da nord verso sud da valori intorno a -200 m sul livello del mare nelle porzioni occidentali del Comune di Portomaggiore a valori intorno a -300 m ad Argenta. Lo spessore dell'acquifero utile varia quindi da uno spessore inferiore ai 20 metri a Portomaggiore, raggiungendo uno spessore pari a 80 metri nel territorio di Argenta. Tale acquifero presenta uno spessore tale da non essere utilizzabile ad oriente dell'abitato di Portomaggiore (comprendendo l'abitato di Maiero).