

Sindaco : Paolo Dosi

Assessore : Silvio Bisotti

Dirigente della D.O. Riqualificazione e Sviluppo del Territorio : arch. Taziano Giannessi

Tecnico : arch. Alessandra Balestrazzi




QUADRO CONOSCITIVO

G7

RELAZIONE GEOLOGICO - SISMICA

A cura di:

 **Ambiter s.r.l.**
dott. geol. Giorgio Neri
dott. geol. Marco Rognà

Comune di Piacenza

Provincia di Piacenza

Comune di Piacenza

PIANO STRUTTURALE COMUNALE (P.S.C.)

QUADRO CONOSCITIVO

AMBITER s.r.l.

v. Nicolodi, 5/a 43126 – Parma tel. 0521-942630 fax 0521-942436 www.ambiter.it info@ambiter.it

DIREZIONE TECNICA

dott. geol. Giorgio Neri

A CURA DI

dott. geol. Marco Rogna

CODIFICA

1 1 3 2 - R G S - 0 2 / 1 3

ELABORATO

DESCRIZIONE

G7

Relazione Geologica - Sismica

04								
03								
02	Lug. 2013	M. Rogna				M. Rogna	G. Neri	Emissione per adozione
01	Lug. 2011	M. Rogna				M. Rogna	G. Neri	Emissione
REV.	DATA	REDAZIONE				VERIFICA	APPROV.	DESCRIZIONE

FILE	RESP. ARCHIVIAZIONE	COMMESSA
1132_GEO_rev_02-00.doc	CG	1132

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
2.1. ASSETTO GEOLOGICO – STRUTTURALE DEL MARGINE MERIDIONALE DEL BACINO PERISUTURALE PADANO	5
2.2. STRATIGRAFIA.....	10
2.2.1. <i>Supersistema del Quaternario Marino</i>	11
2.2.2. <i>Supersistema Emiliano Romagnolo (ESS)</i>	12
2.3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI DI DETTAGLIO DEL COMUNE DI PIACENZA	16
3. GEOMORFOLOGIA	19
3.1. LA PIANURA PEDEMONTANA	19
3.1.1. <i>Il F. Trebbia</i>	21
3.1.2. <i>Il T. Nure</i>	22
3.2. LA FASCIA DI MEANDREGGIAMENTO DEL F. PO	23
3.2.1. <i>Il F. Po e le zone golenali</i>	23
3.2.2. <i>Le zone perifluviali</i>	24
3.3. SISTEMA IDROGRAFICO SUPERFICIALE MINORE	25
3.4. ATTIVITÀ GEODINAMICA	26
3.5. RISCHIO IDRAULICO	29
3.5.1. <i>Art. 11 – Fascia A - Fascia di deflusso - Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua</i> ..	31
3.5.2. <i>Art. 12 – Fascia di esondazione - Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua</i>	31
3.5.3. <i>Art. 13 – Fascia C - Fascia di inondazione per piena catastrofica – Zone di rispetto dell'ambito fluviale</i>	32
4. ASSETTO STRATIGRAFICO	32
4.1. DEPOSITI DI CONOIDE ALLUVIONALE AD ALIMENTAZIONE APPENNINICA	33
4.2. DEPOSITI D'INTERCONOIDE AD ALIMENTAZIONE APPENNINICA.....	33
4.3. DEPOSITI DI ARGINE NATURALE, BARRA FLUVIALE E CANALE FLUVIALE AD ALIMENTAZIONE APPENNINICA	34
4.4. DEPOSITI DELLA PIANA DI MEANDREAGGIAMENTO DEL FIUME PO.....	34
4.5. PERICOLOSITÀ AL RITIRO E AL RIGONFIAMENTO DELLE TERRE COESIVE	35
4.5.1. <i>Mineralogia dei depositi prevalentemente argillosi e limosi</i>	35
4.5.2. <i>Active zone</i>	36
4.5.3. <i>Effetti della vegetazione</i>	37
5. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO	38
5.1. INQUADRAMENTO IDROSTRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO	38

5.1.1.	<i>Idrostratigrafia del territorio del Comune di Piacenza</i>	39
5.1.2.	<i>Architettura del bacino idrogeologico nell'area di studio</i>	41
5.2.	COMPORTAMENTO IDRODINAMICO DELL'ACQUIFERO	42
5.3.	VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO	49
5.4.	PIANO REGIONALE TUTELA ACQUE	51
5.5.	POZZI AD USO IDROPOTABILE	52
5.5.1.	<i>Zone di tutela assoluta e zone di rispetto delle opere di captazione</i>	52
6.	PEDOLOGIA	62
6.1.	BELLARIA (BEL1)	63
6.2.	BORGHESA (BOG1)	64
6.3.	CASTELVETRO, SU AREE RARAMENTE INONDABILI (CAS1)	65
6.4.	CASTELVETRO, SU AREE FREQUENTEMENTE INONDABILI (CAS2)	66
6.5.	MORTIZZA, SU AREE RARAMENTE INONDABILI (MOR1)	67
6.6.	MORTIZZA, SU AREE FREQUENTEMENTE INONDABILI (MOR2)	69
6.7.	RONCOLE VERDI ARGILLOSA LIMOSA (RNV2)	70
6.8.	RONCOLE VERDI FRANCA ARGILLOSA LIMOSA (RNV1)	71
6.9.	CONFINE FRANCA ARGILLOSA LIMOSA (CON3)	73
7.	SISMICITÀ DEL TERRITORIO	75
7.1.	STORIA SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE	76
7.2.	CARATTERISTICHE SISMOTETTONICHE	79
7.3.	PERICOLOSITÀ SISMICA	81
7.3.1.	<i>Definizione della pericolosità sismica locale</i>	82
7.3.2.	<i>Aree potenzialmente soggette ad effetti locali</i>	84
7.3.3.	<i>Analisi degli elementi di amplificazione sismica</i>	87
8.	FATTIBILITÀ DELLE TRASFORMAZIONI ALL'INSEDIAMENTO	88
8.1.	FATTIBILITÀ CON LIEVI LIMITAZIONI ALL'INSEDIAMENTO RESIDENZIALE E INDUSTRIALE	88
8.2.	FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI ALL'INSEDIAMENTO RESIDENZIALE E INDUSTRIALE	89
8.3.	FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI ALL'INSEDIAMENTO RESIDENZIALE E INDUSTRIALE	90
8.4.	DISPOSIZIONI GENERALI IN MERITO ALLA SENSIBILITÀ SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE	90
8.5.	PERICOLOSITÀ AL RITIRO E AL RIGONFIAMENTO DELLE TERRE COESIVE	91
8.5.1.	<i>Mineralogia dei depositi prevalentemente argillosi e limosi</i>	91
8.5.2.	<i>Active zone</i>	93
8.5.3.	<i>Effetti della vegetazione</i>	93

1. INTRODUZIONE

Lo studio geologico del territorio comunale è mirato a definire le scelte localizzative compatibilmente alle potenzialità ed alla vocazione del territorio e a verificare puntualmente che i diversi processi di urbanizzazione riguardino zone geologicamente idonee, che le variazioni indotte sull'ambiente non costituiscano pericolo per gli stessi insediamenti e che queste non arrechino danni irreversibili alle risorse naturali.

Con la Circolare n° 1288 del 11 febbraio 1983 la Regione ha dettato le modalità di realizzazione dello studio geologico. Per le aree di pianura sono individuati come prioritari gli aspetti idrogeologici e geotecnici. In particolare sono richieste per gli aspetti idrogeologici la determinazione delle caratteristiche dell'acquifero sotterraneo, delle quote e dell'escursione della falda freatica.

Dal punto di vista geotecnico devono essere individuate le limitazioni tipologiche degli interventi, definendo linee generali di tendenza al comportamento geotecnico dei terreni.

Con atto n. 1677/2005 del 24.10.2005 la Giunta regionale ha emanato le prime indicazioni applicative in merito al decreto ministeriale 14 settembre 2005 recante "Norme tecniche per le costruzioni", secondo le quali, in via di prima applicazione, si richiama l'esigenza che le scelte del PSC siano fondate su una adeguata analisi delle caratteristiche sismiche del territorio, attraverso la consolidata prassi seguita per l'elaborazione degli strumenti urbanistici nella Regione Emilia-Romagna a partire dalla L.R. 47/1978.

A tale scopo la circolare evidenzia che il quadro conoscitivo del PSC deve essere dotato di una adeguata relazione geologica di inquadramento del territorio, formata secondo le indicazioni tecniche di cui alla circolare 1288 dell'11 febbraio 1983.

Inoltre, si sottolinea che nei Comuni sismici l'analisi delle caratteristiche sismiche del territorio non può essere limitata alle sole condizioni geomorfologiche, ma va estesa alle condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio.

Infatti, "oltre agli elementi geomorfologici, gli aspetti fisici del territorio che influiscono sulla pericolosità locale comprendono le caratteristiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche che possono determinare effetti di amplificazione del moto sismico, addensamento e liquefazione."

Le previsioni del PSC in merito agli ambiti suscettibili di urbanizzazione e per gli interventi sul territorio urbanizzato devono risultare coerenti con le risultanze del quadro conoscitivo e, di conseguenza, nella Valsat deve essere contenuta un'esplicita valutazione della potenziale ammissibilità degli interventi di trasformazione ipotizzati, per la non presenza di cause escludenti e per la conformità delle previsioni agli eventuali fattori limitanti.

Inoltre, sempre in via di prima applicazione, si richiama l'esigenza che il POC sia corredato dalle analisi di ammissibilità degli interventi pianificati, secondo quanto già richiesto per la relazione geologica – così come previsto dal punto C.3 della Circolare 1288/1983.

Lo studio geologico e sismico che accompagna il Piano Strutturale Comunale (PSC) provvede quindi ad un'attenta ricostruzione dell'assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico del territorio comunale, indispensabile per la valutazione della vulnerabilità dell'ambiente idrico sotterraneo e per le prime valutazioni di compatibilità geologico-geotecnica dei nuovi insediamenti.

Il presente studio, in riferimento all'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", ha effettuato un'indagine di primo livello del territorio Comunale di Piacenza.

Il primo livello è diretto a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.).

L'individuazione delle aree soggette ad effetti locali si basa su rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati. Tale analisi è stata svolta sulla base dei dati disponibili che derivano dalla banca dati geognostici della Regione Emilia Romagna.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'assetto fisico del territorio comunale ha seguito le sorti della pianura padana e del fronte Appenninico settentrionale, nel corso della loro storia evolutiva.

Dal Cretaceo (circa 100 MA) fino ai giorni nostri la regione padana ed appenninica è stata soggetta ad alterne fasi di compressione e stasi tettoniche, instaurate dalle interazioni tra la placca africana e la placca euroasiatica e, più in dettaglio, dalla microplacca dell'Arco Appenninico Settentrionale e dalla microplacca Adriatica.

È a partire dall'Oligocene superiore che inizia la formazione della catena dell'Appennino settentrionale attraverso il meccanismo di sovrascorrimento della microplacca dell'Arco Appenninico Settentrionale a scapito della microplacca Adriatica e della sua copertura sedimentaria, che instaura un processo di deformazione continentale polifasica. In particolare, nell'ambito di tale processo, si possono riconoscere due stadi compressivi principali:

- primo stadio compressivo: si sviluppa dall'Oligocene superiore al Pliocene inferiore, durante il quale è definita la strutturazione dell'arco dell'Appennino Settentrionale (stadio collisionale) e, in zona antistante (avanfossa padana), la delineaione del bacino perisuturale padano – adriatico (Bally e Snelson 1980); all'inizio del Pliocene tale bacino costituiva un grande golfo invaso dalle acque marine (propaggine occidentale del Mare Adriatico), limitato a nord dalle Alpi, a sud-ovest dagli Appennini e a nord-est dalle Dinaridi (Catena montuosa della Jugoslavia);
- secondo stadio compressivo: si sviluppa a partire dal Pliocene medio (circa 5,0 MA) in poi coinvolgendo anche il margine meridionale del bacino perisuturale padano nel processo di strutturazione della catena appenninica (in senso geografico dal margine appenninico settentrionale fino a circa l'asse del Fiume Po); il processo deformativo del margine meridionale del bacino perisuturale si sviluppa attraverso la formazione di sovrascorrimenti, faglie, duplicazioni e pieghe, in parte sepolte dalle coperture alluvionali quaternarie e in parte evidenti lungo il margine morfologico appenninico settentrionale.

Nell'epoca quaternaria, successivamente al pleistocene medio, la crescente estensione di terre emerse e soggette ad erosione consentì ai corsi d'acqua alpini ed appenninici di colmare di sedimenti il bacino padano conferendone l'attuale assetto e morfologia.

2.1. Assetto geologico – strutturale del margine meridionale del bacino perisuturale padano

Il margine meridionale del bacino perisuturale padano è di tipo "complesso" (secondo Ricci Lucchi, 1986), perché interessato da sovrascorrimenti, faglie, duplicazioni, pieghe e bacini che si estendono da est ad ovest interessando per intero la pianura emiliana romagnola (Fig. 2.1).

In particolare nel sottosuolo antistante il margine morfologico dell'Appennino settentrionale, dal Piemonte meridionale fino al limite orientale della Romagna, seguendo poi l'allineamento Appennini – Mare Adriatico, sono presenti, a livello delle formazioni mesozoiche e mio-plioceniche (sepolte quindi da una più o meno spessa coltre alluvionale quaternaria), due serie principali di thrusts a sviluppo sequenziale frontale.

Essi costituiscono due sistemi di grandi pieghe asimmetriche con andamento anticlinalico (Fig. 2.2), formatesi attraverso molteplici faglie inverse e sovrascorrimenti, immergenti verso sud/sud-ovest con inclinazioni comprese tra i 15° e i 30°, che racchiudono un bacino satellite ad esse parallelo.

In letteratura geologica queste zone di scollamento tettonico sono note come “External Thrust Front” (ETF), sull'allineamento di Cremona – Parma – Reggio Emilia – Correggio (RE) – Mirandola (MO) – Ferrara e Ravenna, e “Pedeapenninic Thrust Front” (PTF), lungo il margine morfologico dell'Appennino Settentrionale.

Da nord a sud il margine meridionale del bacino perisuturale padano è quindi caratterizzato dalle seguenti strutture:

1. External Thrust Front (ETF): alto strutturale frutto dell'involuppo delle rampe frontali dei thrust sepolti, che esprime la zona di confine tra la Monoclinale pedealpina¹, che si apre in direzione nord a partire dal fronte settentrionale dell'alto strutturale medesimo, e la regione “Apennines” (microplacca dell'arco Appenninico settentrionale) a sud;
2. bacino minore o satellite: depressione racchiusa a nord dall'alto strutturale dell'ETF e a sud dalle strutture embricate del PTF; si estende in zona antistante al margine morfologico dell'Appennino emiliano romagnolo con allungamento in direzione ovest/nord-ovest ed est/sud-est, presentandosi con geometrie non costanti che esprimono settori strutturalmente svincolati tra loro in relazione all'andamento planimetrico delle strutture sepolte associate all'External Thrust Front” (ETF) e al Pedeapenninic Thrust Front (PTF);
3. Pedeapenninic Thrust Front (PTF); esprime la zona di confine tra il margine morfologico appenninico e il suddetto bacino satellite.

Il comune di Piacenza si colloca in corrispondenza del bacino minore o satellite. Nelle Tavv. G1 e G4 sono rappresentate le proiezioni in superficie topografica dei sovrascorrimenti sepolti: le proiezioni dei sovrascorrimenti sepolti comprese sull'allineamento dei centri frazionali di Roncaglia e Gerbido appartengono all'External Thrust Front.

Le suddette strutture sono l'espressione della collisione tettonica tra la microplacca dell'Arco Appenninico Settentrionale e la microplacca Adriatica. Le deformazioni formatesi e la parziale subduzione della microplacca adriatica sotto quella dell'Arco Appenninico Settentrionale sono causate

¹ L'avanfossa (Dennis 1967) antistante al sistema progradante della falde tettoniche di ricoprimento appenniniche.

dalle spinte nord-est vergenti, impresse dal movimento di convergenza tra la zolla africana ed europea a seguito dell'estensione dell'Oceano Atlantico (Livemore e Smith 1985).

L'External Thrust Front è suddiviso in tre margini planimetricamente arcuati, denominati da ovest verso est "Piemonte Folds", "Emilia Folds" e "Ferrara Folds" (Fig. 2.1). A sud delle "Ferrara Folds", si estendono altri sistemi di thrust, sempre associati al meccanismo di deformazione delle precedenti, noti come "Romagna Folds" e "Adriatico Folds".

L'External Thrust Front è quindi caratterizzato da una serie di strutture ad arco, concave verso sud, che si raccordano in due zone di incrocio (Pavia e Reggio Emilia), dove il fronte appare notevolmente arretrato (Fig. 2.1). Questo assetto strutturale è probabilmente dovuto alla presenza, nella crosta superiore padana, di zone con maggiore rigidità che hanno impedito lo scollamento delle successioni mesozoiche e terziarie dal basamento sottostante, bloccando in tal modo la traslazione verso nord (Bernini e Papani, 1987).

Le principali cause sono imputabili alle manifestazioni magmatiche effusive, subvulcaniche ed epiplutoniche del Paleozoico, Trias medio e Terziario (in parte accertate nei pozzi profondi AGIP), verosimilmente responsabili delle maggiori anomalie magnetiche positive della Pianura Padana (Bolis et al., 1981).

Le anomalie risultano, infatti, in larga misura coincidenti con le porzioni più arretrate dell'External Thrust Front e delle zone di incrocio fra gli archi. In particolare l'anomalia presente a sud del Lago di Garda, estesa dal Mantovano fino alla pianura parmense e reggiana, corrisponde alla zona di incrocio tra Emilia Folds" e "Ferrara Folds", mentre l'anomalia presente nella zona di Pavia, estesa nella pianura pavese e allessandrina, corrisponde alla zona di incrocio tra "Emilia Folds" e "Piemonte Folds".

Il Pedepenninic Thrust Front è invece costituito da un margine discontinuo, planimetricamente parallelo al limite morfologico dell'Appennino settentrionale, segmentato da faglie trasversali, coincidenti con alcuni dei principali corsi d'acqua (Stirone, Taro, Enza, ecc.). Si tratta di una serie di thrusts e duplicazioni crostali che hanno determinato il sollevamento e il basculamento dei depositi affioranti nella fascia pedepenninica.

Le faglie trasversali al Pedepenninic Thrust Front sono inoltre all'origine della suddivisione dell'Appennino settentrionale in settori a differente comportamento tettonico, responsabili altresì della traslazione differenziale dei vari settori dell'Appennino settentrionale come appunto testimoniano le rientranze del margine appenninico tra il F. Taro e il T. Enza e tra i F. Panaro e il F. Reno.

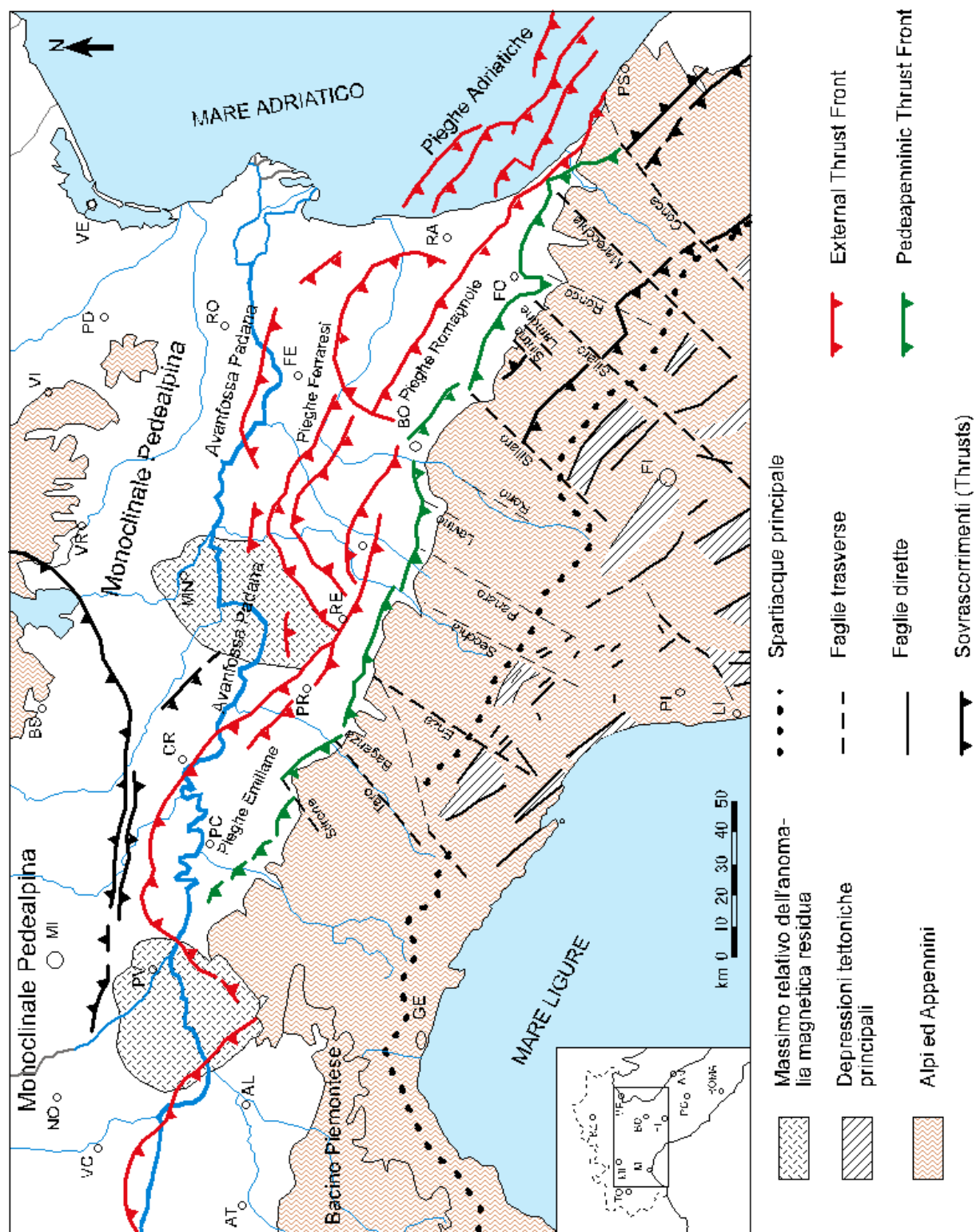


Figura 2.1: Struttura tettonica semplificata dell'Appennino settentrionale e dell'avanfossa padano - adriatica (AGIP 1983; modificato).

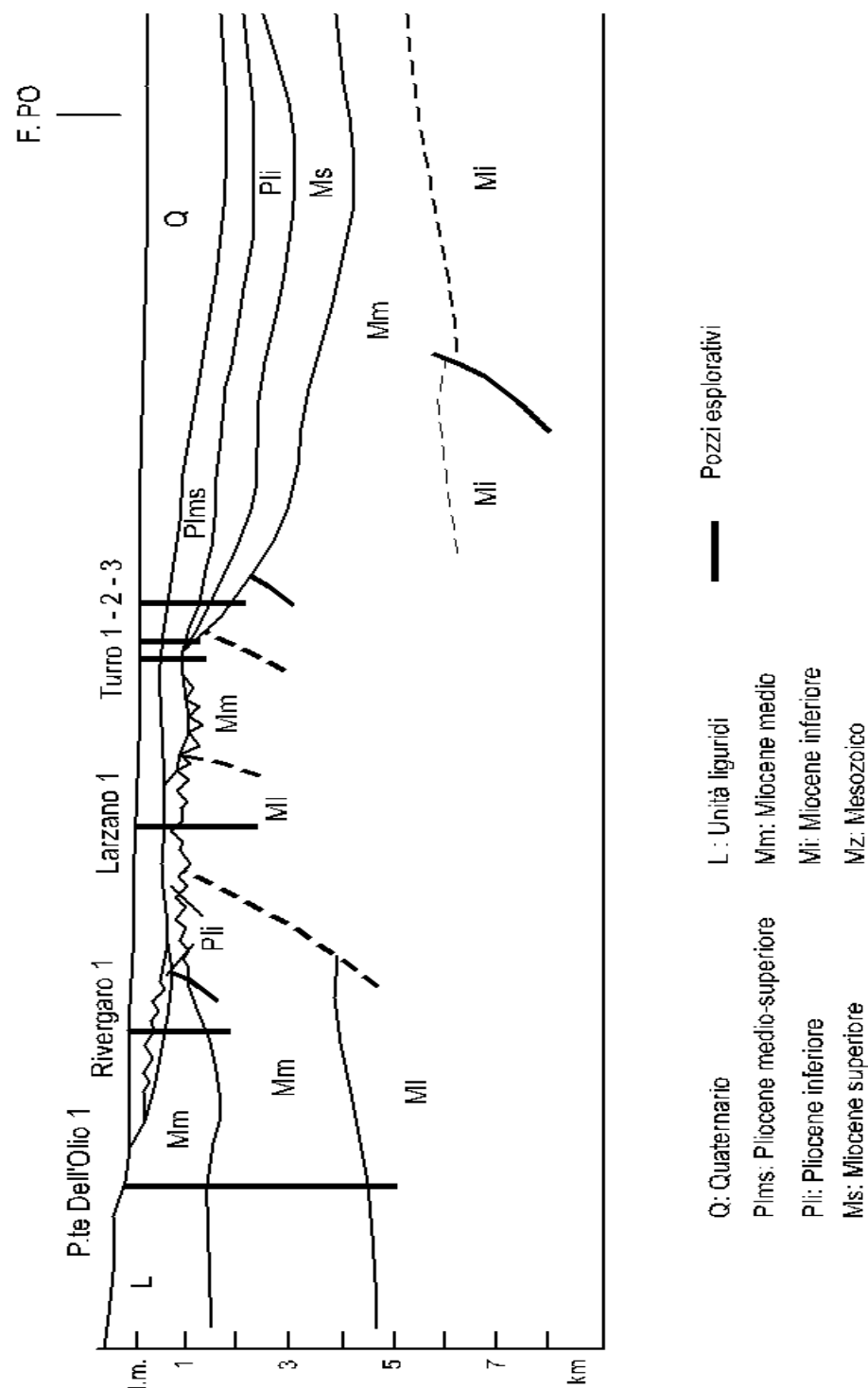


Figura 2.2: Sezione geologica del fronte di accavallamento pedeappenninico (PTF) e del fronte di accavallamento esterno (ETF); Pieri e Groppi (1981).

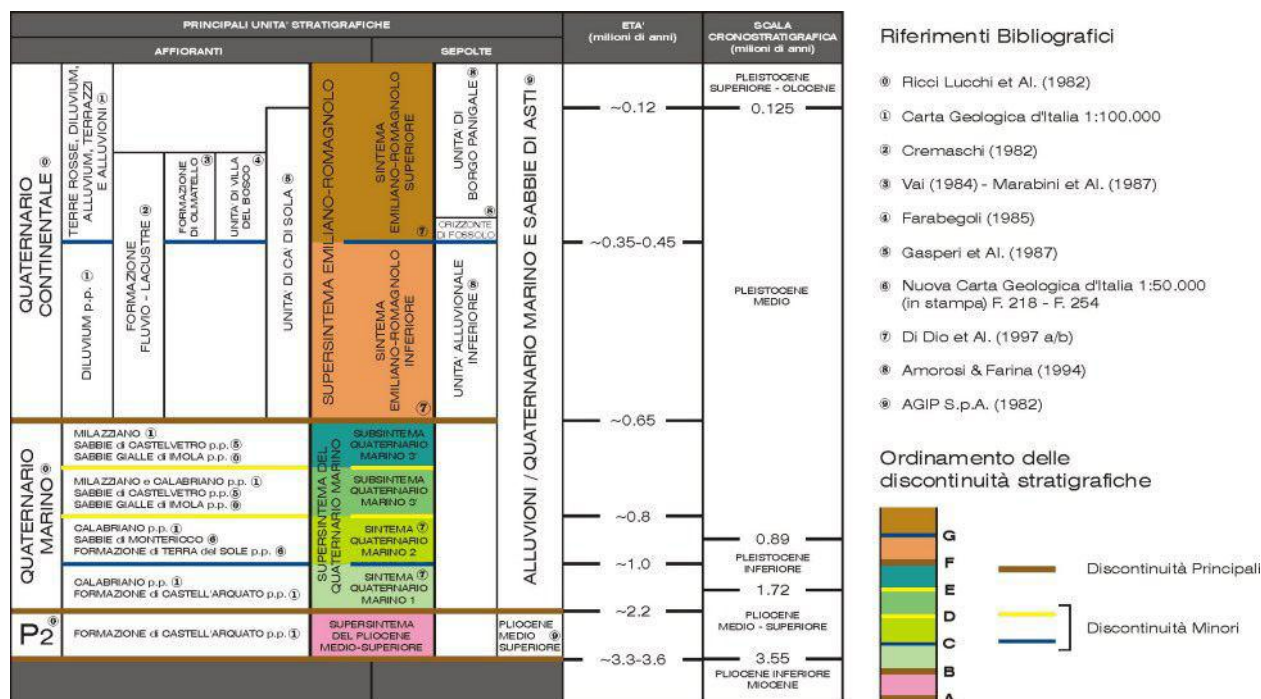


Figura 2.3: Inquadramento geologico-stratigrafico (G. Di Dio 1998)

2.2. Stratigrafia

I depositi affioranti nell'area in esame sono stati attribuiti dal Servizio Geologico Regionale al dominio: Dominio Padano Adriatico.

Si tratta di quella serie di unità cosiddette "Neoautoctoni", ovvero sedimentati posteriormente alle principali fasi orogenetiche dell'Appennino Settentrionale; hanno carattere regressivo, con sabbie e peliti torbiditiche alla base, seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio, progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali;

Nei profili sismici si riconosce una sola direzione di progradazione nord/est-vergente, originata dai sistemi deltizi ad alimentazione appenninica.

Le unità stratigrafiche del Dominio Padano Adriatico, descritte nel presente studio, rientrano nella classe delle Sequenze Deposizionali sensu Mitchum et Al. (1977). Dal punto di vista gerarchico si distinguono 2 Sequenze Principali (Supersistemi, secondo la terminologia delle U.B.S.U.) denominate come segue:

- Supersistema del Quaternario Marino, costituito da depositi di ambiente marino;
- Supersistema Emiliano-Romagnolo, costituita da depositi di ambiente continentale.

Il Supersistema del Quaternario Marino può essere ulteriormente suddiviso in 3 cicli progradazionali (dal più antico al più recente):

- Alloformazione del Torrente Stirone (Qm1) – (Pliocene superiore - Pleistocene inferiore);

- Alloformazione di Costamezzana (Qm2) - (Pleistocene inferiore – medio);
- Allomembro del Quaternario Marino 3 (Qm3) - (Pleistocene medio).

Il Supersistema del Emiliano Romagnolo può essere ulteriormente suddiviso in 2 sistemi principali (dal più antico al più recente):

- Sistema (o Alloformazione) Emiliano Romagnolo inferiore - (Pleistocene medio);
- Sistema (o Alloformazione) Emiliano Romagnolo superiore - (Pleistocene medio - Olocene).

Nell'ambito del territorio comunale affiora unicamente il Sistema (o Alloformazione) Emiliano Romagnolo superiore che ricopre le unità più antiche.

2.2.1. Supersistema del Quaternario Marino

Il Supersistema del Quaternario Marino, sedimentato tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore, è costituito da terreni paralici e marini depositi al di sopra di una superficie di discontinuità regionale.

In corrispondenza della città di Piacenza presenta uno spessore di circa 300 metri, costituito dalle unità di seguito descritte.

2.2.1.1. Alloformazione del Torrente Stirone (ATS)

L'Alloformazione del Torrente Stirone (Sistema del Quaternario Marino 1) è costituita da depositi paralici e marini composti da due litofacies in parte eteropiche. Il limite basale è netto e discordante con il Supersistema del Pliocene Medio-Superiore o con altri domini tettonici.

Il limite basale è marcato dalla presenza di un livello calcarenitico di spessore plurimetrico ("calcarenite fossilifera"), rappresentante uno strato guida nei profili sismici; è interpretato come deposito residuale corrispondente alla migrazione dell'antica linea di costa al di sopra della superficie di inconformità basale del Supersistema del Quaternario Marino (Di Dio et al. 1997).

1. Litofacies ATSB: litofacies prevalentemente sabbiosa, localmente associata a ghiaie e peliti fossilifere. Le sabbie sono organizzate in corpi plurimetrici, di notevole estensione laterale, costituiti da strati sabbiosi, gradati e amalgamati e da strati sabbiosi con laminazione piano parallela e hummocky. Sono comuni i livelli ricchi di resti conchigliari. Talora si incontrano corpi ghiaioso-sabbiosi con tessitura ben selezionata, che mostrano strutture di embriciatura e laminazione obliqua. Questi corpi sono intercalati da livelli pelitici o sabbioso pelitici di spessore decametrico: depositi paralici e di fronte deltizio.
2. Litofacies ATSA: litofacies prevalentemente fine, costituita da peliti sovente bioturbate e con presenza di fossili marini. Si intercalano strati sottili di sabbie fini, gradati, talvolta con detrito conchigliare alla base e con laminazione piano-parallela oppure di tipo hummocky.

Eccezionalmente, intercalati alle peliti, si possono rinvenire livelli con ghiaie e ciottoli in matrice pelitica: depositi di prodelta, piattaforma e scarpata sottomarina.

2.2.1.2. Alloformazione di Costamezzana (CMZ)

L'Alloformazione di Costamezzana (Sintema del Quaternario Marino 2) è costituita grossolanamente da 3 associazioni di facies, sovrapposte ciclicamente e giustapposte, che individuano, nel complesso, un prisma sedimentario costiero con tendenza regressiva e progradante verso nord, nord-ovest:

1. depositi prossimali di delta-conoide: sabbie e ghiaie argillose in strati spessi, frequentemente gradati e amalgamati, con intercalati livelli argillosi sottili, discontinui, biancastri, sterili, alternate a banconi argilloso-limosi con livelli ricchi in resti vegetali lignitizzati;
2. depositi lagunari: sabbie medio-fini in strati sottili e medi con laminazione piano-parallela oppure di tipo hummocky, intercalate a limi argillosi verdi, debolmente bioturbati, contenenti talora macrofaune oligotipiche;
3. depositi di delta-conoide ad alta energia fluviale e marina: sabbie, sabbie ghiaiose e subordinatamente ghiaie ciottolose in strati massivi o con una gradazione diretta poco sviluppata e comunque sovente mascherata dalle frequenti amalgamazioni tra strati successivi che possono inglobare clasti pelitici di dimensioni anche metriche. Frequenti anche la stratificazione obliqua a grande scala e le laminazioni trattive. La matrice delle ghiaie è costituita sempre da sabbia medio grossolana.

Il contatto di base è erosivo o netto e discordante sull'Alloformazione del Torrente Stirone o sul Supersintema del Pliocene Medio-Superiore.

2.2.1.3. Sintema del Quaternario Marino 3

Il Sintema del Quaternario Marino 3 è rappresentato da un prisma sedimentario costiero con tendenza regressiva e progradante verso nord, nord-ovest. Si tratta di limi sabbiosi in strati spessi e molto spessi con intercalazioni sabbiose, d'ambiente litorale; in subordine da ghiaie solitamente alterate, in corpi discontinui a geometria lenticolare, d'ambiente deltizio con locale sviluppo di livelli torbosi e da limi argillosi d'ambiente lagunare.

2.2.2. Supersintema Emiliano Romagnolo (ESS)

Il Supersintema Emiliano Romagnolo, depostosi a partire da circa 800.000 anni BP, è costituito da terreni continentali, sedimentati al di sopra di una superficie di discontinuità regionale.

In corrispondenza di Piacenza lo spessore di tali sedimenti continentali è di circa 200 metri.

2.2.2.1. Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore (LES)

L'Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore (LES), depostosi probabilmente tra circa 800.000 e 450.000 anni BP (Pleistocene medio), è un'unità sedimentata in ambiente di piana alluvionale durante un prolungato periodo di subsidenza regionale.

Il contatto di base è netto e discordante, talora erosivo, sull'Allogruppo Quaternario Marino.

La successione stratigrafica è caratterizzata da limi e limi argillosi prevalenti di colore grigio-azzurro, talora con screziature giallo-ocracee di ossidazione, con intercalazioni ghiaiose le quali, in corrispondenza dei paleo-apparati fluviali principali (Tebbia e Nure) possono diventare predominanti. Sono frequenti i livelli ricchi in sostanza organica (prevalentemente frustoli carboniosi) e con presenza di gasteropodi continentali: depositi di piana alluvionale e localmente di conoide alluvionale distale.

In corrispondenza di Piacenza l'Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore presenta una potenza di circa 60 m.

2.2.2.2. Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore (UES)

L'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore è un'Unità alluvionale prevalentemente grossolana, di età Pleistocene medio – Olocene.

Il limite di tetto è rappresentato dalla superficie topografica, mentre il contatto di base è netto e discordante sull'Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore e su tutte le altre unità più antiche.

L'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore è suddivisa in cinque allomembri, che dal più recente a quello più antico sono:

1. Allomembro di Ravenna (AES8)²: Pleistocene superiore - Olocene; post circa 20.000 anni B.P;
2. Allomembro di Villa Verucchio (AES7): Pleistocene superiore;
3. Allomembro di Agazzano (AES3): Pleistocene medio;
4. Allomembro di Maiatico (AES2): Pleistocene medio;
5. Allomembro di Monterlinzana (AES1): Pleistocene medio.

In corrispondenza di Piacenza l'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore presenta una potenza di circa 140 m.

L'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore nel territorio in esame è caratterizzato da due direzioni di progradazione: la prima, assiale, est-vergente, originata dal Fiume Po; la seconda, trasversale, nordest-vergente, originata dai sistemi di alimentazione appenninica. Sulla base delle direzioni di progradazione possono essere individuate le seguenti classi di sistemi deposizionali:

² Per la descrizione si rimanda al successivo cap.3.3.

1. pianura pedemontana ad alimentazione appenninica; si estende dal margine morfologico dell'Appennino Settentrionale fino all'Autostrada Torino – Piacenza e poco oltre, lungo l'asse del F. Trebbia e fino all'Autostrada Milano Bologna e poco oltre in corrispondenza del T. Nure;
2. pianura alluvionale ad alimentazione assiale (paleoPo); caratterizza le aree rivierasche del Fiume Po per una fascia d'estensione di circa 1 – 2 km e poco oltre;

I suddetti sistemi deposizionali, in profondità si presentano interdigitati tra loro in relazione al tasso di apporto sedimentario, alle oscillazioni eustatiche del livello marino e alle fasi di attività e stasi tettonica, che nel corso del riempimento del bacino padano hanno determinato la continua variazione del depocentro bacinale.

Nell'area in esame dell'Alloformazione emiliano-romagnola superiore affiora solamente l'allomembro di Ravenna.

Sistema deposizionale della Pianura pedemontana ad alimentazione appenninica

Il sistema deposizionale della Pianura pedemontana ad alimentazione appenninica (a livello dell'Allomembro di Ravenna) si estende dal margine morfologico dell'Appennino fino all'altezza dell'autostrada del Sole lungo l'asse del T. Nure e dell'Autostrada Torino – Piacenza all'altezza del Fiume Trebbia.

Il sistema deposizionale della Pianura pedemontana è caratterizzato da depositi prevalentemente ghiaiosi nelle aree attigue e contigue dei corsi d'acqua principali e limi e/o argille prevalenti o comunque più abbondanti nelle aree perfluviali d'interconoide.

Il rapporto tra materiali grossolani e fini, elevato nella zona di alta pianura, decresce linearmente procedendo verso valle e verso le zone più interne delle aree perfluviali (zone d'interconoide), fino a valori medi, generalmente superiori all'unità.

I sedimenti sono organizzati in grandi sistemi di conoide alluvionale, dove le litologie grossolane (ghiaie e sabbie) costituiscono estesi corpi tabulari, interdigitati da cunei di materiali essenzialmente fini (limi ed argille).

In altri termini la "Pianura pedemontana" è il frutto della coalescenza dei sistemi di conoide alluvionale e delle zone d'interconoide.

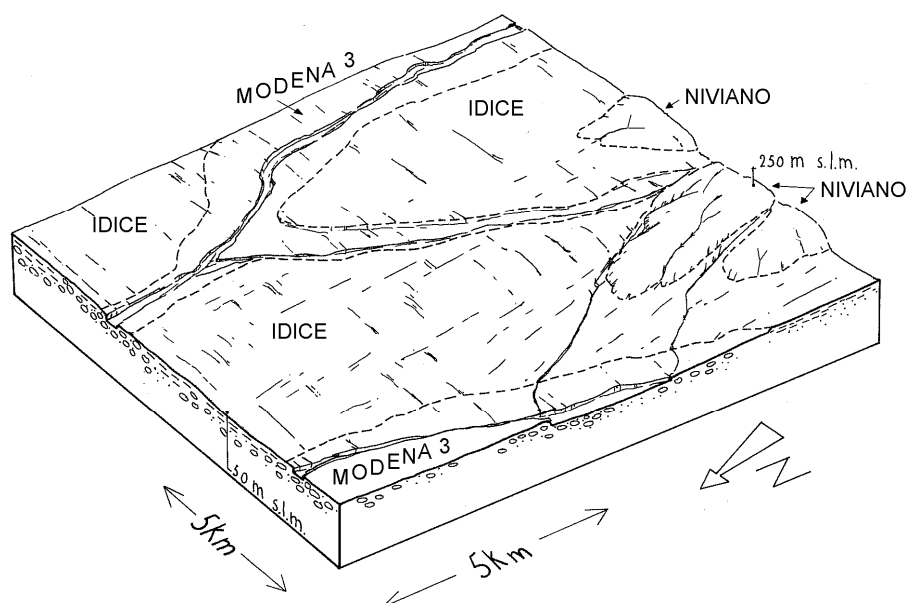


Figura 2.4: Conformazione del rilievo del sistema deposizionale della Pianura Pedemontana ad alimentazione appenninica (tratta da "I suoli dell'Emilia Romagna" 1994).

Sistema deposizionale della Pianura alluvionale ad alimentazione assiale (paleoPo)

La Pianura alluvionale ad alimentazione assiale all'altezza del territorio comunale di Piacenza si estende dall'asse del Fiume Po per circa qualche chilometro in direzione sud.

Il sistema deposizionale è caratterizzato da spesse bancate di sabbie prevalenti e ghiaie con locali intercalazioni lentiformi di argille e limi; il rapporto tra materiali grossolani e fini risulta alto.

Il tratto di pianura con la successione sedimentaria descritta è definito anche "Piana di meandreggiamento del Fiume Po".

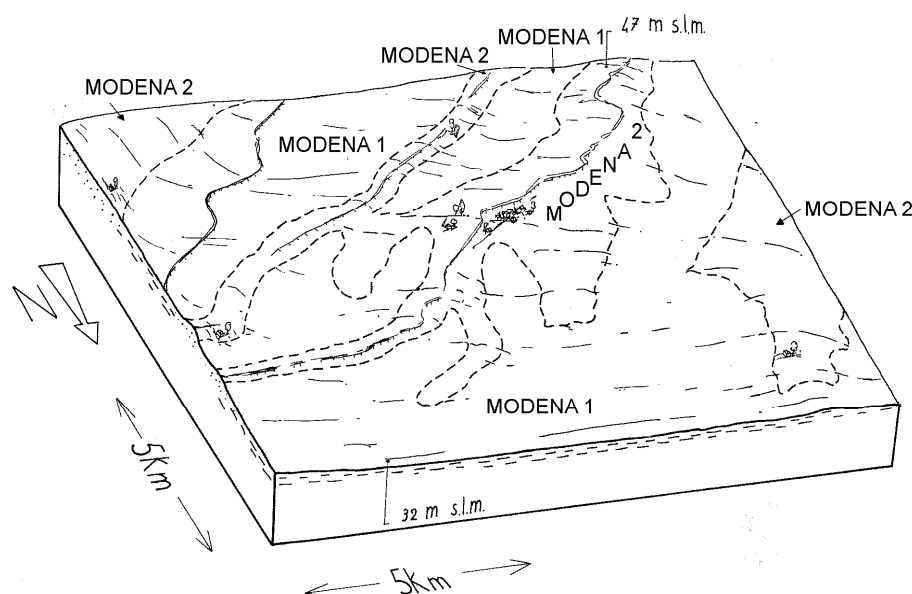


Figura 2.5: Conformazione del rilievo del sistema deposizionale della Piana alluvionale ad alimentazione appenninica (tratta da "I suoli dell'Emilia Romagna" 1994).

2.3. Caratteristiche geologiche locali di dettaglio del Comune di Piacenza

I depositi affioranti nel territorio comunale di Piacenza sono stati cartografati nella Tav. G1 (GEOLOGIA alla scala 1:10.000). Le unità geologiche definite in legenda sono state individuate sulla base delle loro caratteristiche morfologiche, stratigrafiche e pedologiche (profilo di alterazione dei suoli; per una sezione verticale con spessore di almeno 1,5 m).

Nella zonizzazione geologica, oltre al rilievo di dettaglio in sito, sono state consultate anche le seguenti documentazioni cartografiche:

- I suoli dell'Emilia Romagna - Carta 1:250.000 (1994). Servizio Cartografico - Ufficio Geologico della Regione Emilia Romagna;
- Progetto CARG a cura della Regione Emilia-Romagna:

Nel complesso i depositi affioranti sono relativi all'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore. Di tale unità affiora solamente la sottounità definita in letteratura geologica come Allomembro di Ravenna.

Si tratta di un'unità di origine fluviale dell'Olocene - Pleistocene Superiore. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 18 – 20 metri. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m ed è di tipo A/Bw/Bk(C).

Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sugli altri allomembri e sulle unità più antiche. La parte superiore dell'Allomembro di Ravenna è nota come Unità Modena costituita da una successione sedimentaria la cui deposizione è inquadrabile

nell'ambito degli eventi alluvionali che hanno caratterizzato gli ultimi 1.500 anni di storia evolutiva (post IV-VII sec. d.C.).

Appartenenti all'Allomembro di Ravenna sono state cartografate le unità di seguito descritte.

- Depositi di conoide alluvionale: Sono caratterizzati da superfici pianeggianti, incise da numerosi canali minori che scorrono per lo più all'interno di alvei regolarizzati secondo percorsi rettilinei. Tali superfici sono discretamente sopraelevate rispetto all'alveo dei fiumi attuali e dei terrazzi più recenti e presentano deboli ondulazioni legate alla rimozione ed al trasporto dei materiali alluvionali, mobilizzati dai corsi d'acqua minori che le attraversano. La litologia è costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, localmente con copertura discontinua di limi argillosi.
- Depositi d'interconoide: Sono caratterizzati da superfici pianeggianti, incise da numerosi canali minori che scorrono per lo più all'interno di alvei regolarizzati secondo percorsi rettilinei. Tali superfici sono leggermente sopraelevate rispetto all'alveo dei fiumi attuali e dei terrazzi più recenti e presentano deboli ondulazioni legate alla rimozione ed al trasporto dei materiali alluvionali, mobilizzati dai corsi d'acqua minori che le attraversano. La litologia è costituita da limi e in subordine da sabbie e argille sedimentati in ambiente di piana alluvionale, solcate localmente da canali di ghiaie;

Appartenenti al tetto dell'Allomembro di Ravenna e quindi note come unità Modena sono state cartografate le unità di seguito descritte.

- Depositi di canale fluviale, rotta e argine prossimale: Unità costituita dall'alternanza di ghiaie, sabbie, argille e limi sedimentati in ambiente di piana alluvionale; nelle aree prossimali ai corsi d'acqua e ai paleolavei predominano le litologie ghiaiose e sabbiose e tendenzialmente sabbiose, mentre in aree distali si registra, associate alle litologie precedenti, un maggiore frequenza di litologie fini limose ed argillose. I depositi di canale fluviale, rotta e argine prossimale caratterizzano i depositi terrazzati più bassi, e quindi più recenti, che bordano il T. Nure e il Fiume Trebbia;
- Depositi di canale fluviale in evoluzione del Fiume Trebbia e del T. Nure: Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da un sottile livello limoso argilloso discontinua. Affiorano nella fasce di pertinenza del T. Nure e del Fiume Trebbia periodicamente mobilitate dalle piene fluviali;
- Depositi di canale fluviale in evoluzione del Fiume Po: la morfologia è costituita da un ampio canale quasi completamente fissato dalle opere spondali, dove si assiste alla presenza di ambienti deposizionali di elevata energia; la successione stratigrafica è caratterizzata da sabbie grossolane e ghiaietto con stratificazione piano parallela o a festoni;
- Depositi di argine naturale, barra fluviale e canale fluviale, indistinti, della piana di meandreggiamento del Fiume Po: la fascia di meandreggiamento è larga mediamente qualche km ed è caratterizzata nel complesso da un assetto tendenzialmente suborizzontale con superfici piane e/o ondulate, leggermente degradanti verso est, che conservano le forme subcircolari e a

festoni tipiche dei meandri estinti; la successione stratigrafica è tipicamente caratterizzata da sabbie in facies di canale attivo e barra fluviale, chiuse verso l'alto da una successione fining-upward di riempimento canale (in sequenza sabbie, limi ed argille).

3. GEOMORFOLOGIA

L'attuale assetto geomorfologico dell'ambito geografico in esame è il risultato dell'effetto combinato di alterne vicende climatiche di varia intensità, lente deformazioni tettoniche ed interventi antropici, che si sono imposti negli ultimi millenni ed hanno direttamente interagito sulla rete idrografica.

L'area di progetto ricade in quel settore di pianura pedemontana distale che borda la fascia di meandreggiamento del F. Po, compresa ad est dal T. Nure e ad ovest dal F. Trebbia.

Il limite morfologico tra la pianura pedemontana e la fascia morfologica del F. Po è molto sfumato a seguito degli interventi antropici che hanno pesantemente condizionato la superficie del suolo. Rimangono anche se talvolta non ben conservati i salti di pendenza degli antichi orli di terrazzo fluviale. Tali salti di pendenza sono visibili a nord di Dossi di Roncaglia e a sud di Gerbido.

Nell'ambito geografico in esame i corsi d'acqua sono rimaste le uniche zone che mantengono ancora, nonostante i massicci interventi di regimazione (arginature, pennelli, traverse, ecc.), un alto grado di naturalità con frequenti emergenze morfologiche.

Contrariamente le aree perifluviali esprimono il congelamento di una situazione originatasi antecedentemente alla limitazione degli alvei fluviali entro percorsi prefissati, in cui le opere di bonifica agraria, infrastrutturazione ed insediamento hanno conferito al rilievo un assetto costante ed uniforme livellando tutte le asperità del terreno. Le superfici del suolo conservano tuttavia, anche se in forma relittuale, ancora le tipiche geometrie dell'ambiente fluviale.

3.1. La pianura pedemontana

La pianura pedemontana, nell'ambito geografico in esame, è costituita dall'impalcatura della conoide alluvionale del F. Trebbia e di rango inferiore del T. Nure. Il paesaggio, nel suo complesso, è contraddistinto dai seguenti aspetti:

- il F. Trebbia mostra un andamento tipicamente rettilineo, mentre il T. Nure lo presenta fino all'altezza di Roncaglia per poi assumere un andamento molto sinuoso, talora meandriforme; entrambi i corsi d'acqua scorrono nelle aree topograficamente inferiori;
- le zone perifluviali, comprese tra i suddetti corsi d'acqua, sono caratterizzate da alcuni ordini di terrazzi fluviali impostati a quote gradualmente superiori, esprimendo un'età di formazione progressivamente più antica;
- le superfici di tali terrazzi fluviali sono generalmente sub-pianeggianti con deboli ondulazioni a seguito delle incisioni prodotte dalla rete idrica secondaria, e digradano leggermente verso N-NE con pendenze medie pari a 0,5 – 1,0%;
- le superfici di terrazzo, verso il lato fiume, sono interrotte lateralmente da scarpate di alcuni metri (orli di terrazzi fluviali) o da sensibili aumenti di pendenza;

- la rete idrica secondaria (Rio Riello, Rio Stradazza, Rio Santa Vittoria, Colatore Rifiuto, Colatore Riazza) interessa le zone perifluviali comprese tra i corsi d'acqua principali (F. Trebbia e T. Nure) e scorre nelle aree topograficamente inferiori generando deboli ondulazioni alle superfici del piano campagna.

Le caratteristiche stratigrafico - sedimentologiche della pianura pedemontana sono tipiche dei corsi d'acqua con le seguenti qualità specifiche: medio - alto trasporto solido totale; medio - alto rapporto tra trasporto solido al fondo e trasporto solido totale, granulometria grossolana, medio - bassa sinuosità; medio - alto rapporto tra larghezza e profondità del talweg; medio – alta pendenza del talweg.

Il F. Trebbia e il T. Nure allo stato attuale non presentano le suddette caratteristiche, perché dal Pleistocene superiore, durante le glaciazioni, ai giorni nostri hanno subito una generale perdita di competenza.

In passato, per effetto delle condizioni climatiche glaciali e quindi più umide con abbondanti precipitazioni, presentavano alvei più grandi con maggiore energia.

Nell'Olocene invece, a seguito del miglioramento climatico l'attività dei corsi d'acqua è progressivamente scemata, determinando l'evoluzione degli alvei fluviale verso forme maggiormente in equilibrio con la cadente morfologica e la natura dei sedimenti affioranti.

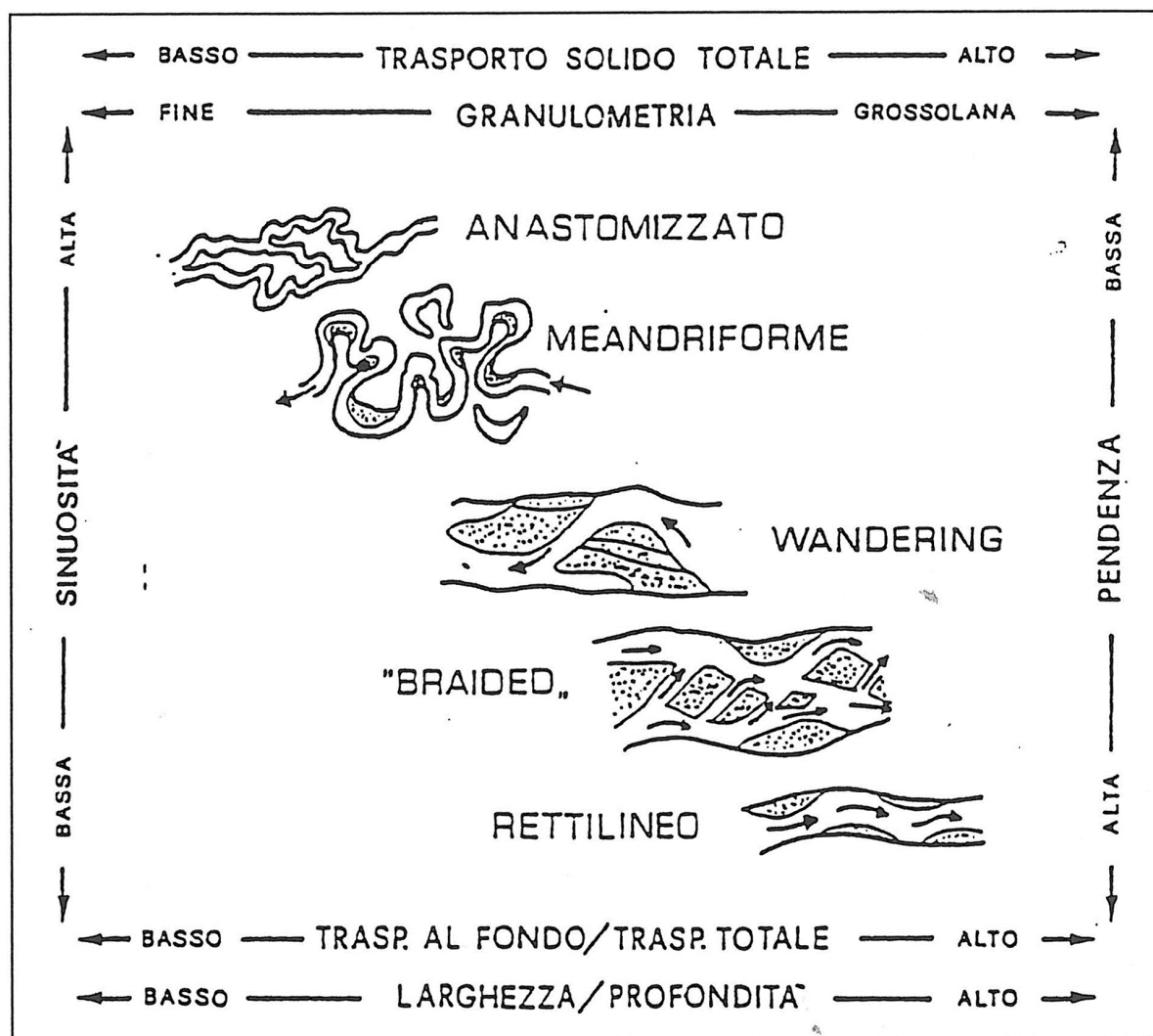


Figura 3.1: Classificazione schematica delle principali morfologie d'alveo di base ai principali fattori che la determinano (da Billi, 1987)

3.1.1. Il F. Trebbia

Il F. Trebbia nel tratto individuato nella Tav. G2 possiede una configurazione di drenaggio tipo "wandering". Si tratta di un alveo fluviale inciso nel materasso ciottoloso caratterizzato da un unico canale principale attivo con barre laterali alternate, che sovente presentano una forma a semi-losanga più o meno allungata.

Le barre e i canali rappresentano delle unità morfologicamente distinte che interagiscono tra loro; le barre si accrescono a scapito dei canali attivi, i quali a loro volta tendono a mantenere la sezione costante e, quindi, ad erodere le barre stesse.

Le barre fluviali presentano inoltre sponde ben definite e solo di rado, a parte quelle topograficamente più basse, sono sommerse dalle piene. Sulle barre più grandi, che costituiscono vere e proprie isole, è presente in genere una fitta copertura vegetale, costituita da essenze arboree, arbustive ed erbacee,

che conferisce alle stesse una maggiore stabilità e resistenza all'erosione garantendo, contemporaneamente, una maggiore conservazione.

In alcuni tratti, affiancato al canale principale è presente un canale secondario, generalmente aderente ad una delle due sponde, con dimensioni variabili, fino ad un massimo pari alla grandezza di quello principale. Tale canale secondario è solitamente generato in concomitanza di piene di una certa entità, per taglio delle barre laterali longitudinali (per questo si definisce canale di taglio).

Il canale di taglio a seguito delle piene successive può occludersi ed essere definitivamente abbandonato, oppure allargarsi fino a diventare egli stesso il canale principale.

Le sponde dell'alveo inciso hanno un andamento generale pressappoco parallelo e rettilineo.

Durante le piene fluviali l'alveo ciottoloso è completamente o quasi sommerso dalle acque, le quali esercitano una debole azione erosiva capace, ad ogni evento, di modificare parzialmente la geometria delle barre e dei canali.

In questo tratto fluviale, il F. Trebbia è contraddistinto da un assetto in equilibrio precario ed è sufficiente che avvengano piccole variazioni dei parametri idraulici e geomorfologici, perché il corso d'acqua cambi spontaneamente il suo tracciato e la sua configurazione di drenaggio.

3.1.2. Il T. Nure

Il T. Nure, contrariamente al F. Trebbia presenta una configurazione di drenaggio a canale singolo nel parte meridionale del territorio comunale e molto sinuoso, talora meandriforme in quella settentrionale, incassato nelle alluvioni antiche della pianura pedemontana.

Tale corso d'acqua presenta un tracciato non in equilibrio con l'attuale cadente morfologica e la natura litologica del substrato, i quali dovrebbero, invece, essere di tipo "braided" o "wandering".

L'attuale configurazione di drenaggio è stata invece acquisita durante il Pleistocene, quando il T. Nure doveva possedere, in relazione ad un clima tipicamente freddo umido (periodo delle glaciazioni), le seguenti qualità specifiche: medio - basso trasporto solido totale; medio - basso rapporto tra trasporto solido al fondo e trasporto solido totale, granulometria medio - fine, medio - basso rapporto tra larghezza e profondità del talweg; medio – bassa pendenza del talweg.

L'attività geodinamica, manifestatasi negli ultimi millenni, e il miglioramento delle condizioni climatiche hanno profondamente condizionato l'assetto e la competenza dei corsi d'acqua. In particolare l'attività geodinamica ha determinato un generalizzato sollevamento della fascia collinare e della pianura pedemontana, comportando un aumento della cadente morfologica, mentre le variazioni climatiche hanno indotto un decremento delle portate e delle frequenze delle piene, riducendo conseguentemente la competenza dei corsi d'acqua.

Gli effetti combinati dei due fattori morfoevolutivi, da un lato hanno consentito l'approfondimento dell'alveo nel materasso alluvionale antico, mentre dall'altro lato hanno impedito al T. Nure, in

relazione alla perdita del potere erosivo e deposizionale, di modificare la sua conformazione di drenaggio.

In altri termini il corso d'acqua presenta allo stato attuale un tracciato relitto costituitosi in un precedente periodo geologico.

3.2. La fascia di meandreggiamento del F. Po

3.2.1. Il F. Po e le zone golenali

L'alveo del Po, dopo aver attraversato la Collina di Torino, il Monferrato e l'Appennino dell'Oltrepò pavese, a valle della confluenza col Ticino, assume una posizione assiale sino alla foce. Dalla confluenza col F. Ticino fino all'altezza di Cremona esso forma ampi meandri, quasi tutti ormai rettificati ad opera dell'uomo nei secoli XVIII – XX.

In questo tratto la fascia di meandreggiamento è larga mediamente 6 - 8 km ed è caratterizzata nel complesso da un assetto tendenzialmente suborizzontale con superfici piane e/o ondulate, leggermente degradanti verso est, che conservano le forme subcircolari e a festoni tipiche dei meandri estinti.

Il Fiume Po è rappresentato da un singolo canale (o al massimo 2), inciso molto sinuoso e fiancheggiato da argini naturali e barre di meandro. In particolare nel tratto in esame descrive un ampio meandro strizzato con concavità rivolta verso sud (Località Mortizza).

Il corso d'acqua nonostante sia regolato da importanti opere spondali, che hanno ormai quasi completamente conseguito la stabilizzazione planimetrica del tracciato fluviale, è caratterizzato da fenomeni di erosione laterale nelle parti convesse delle curve e di sedimentazione attiva in quelle concave.

Il rapporto erosione/sedimentazione, come emerso dagli ultimi rilievi delle sezioni Brioschi, risulta allo stato attuale inferiore all'unità. Gli evidenti effetti sull'asta fluviale sono relativi alla progressiva progradazione delle barre di meandro e all'estensione delle isole fluviali, con conseguente restringimento della sezione di deflusso.

Gli argini naturali derivano dalla sedimentazione operata dalle acque di tracimazione e costituiscono piccoli rilievi, paralleli alla direzione della corrente fluviale, con geometria cuneiforme, in cui il lato fiume risulta meno esteso e maggiormente inclinato del lato esterno.

Le barre di meandro si sviluppano, invece, nella parte concava dei meandri e sono il prodotto della divagazione del canale attivo; l'evoluzione dei meandri avviene, infatti, per mezzo di erosione laterale a spese della sponda esterna e sedimentazione in corrispondenza della sponda interna. Tracce morfologiche di antichi percorsi del Fiume Po sono individuabili fino ad oltre 2 Km dell'attuale alveo.

Lungo le principali tracce di paleoalvei recenti sono, in genere, impostati i sistemi di lanche. Morfologicamente si tratta di strette e lunghe depressioni arcuate nel piano campagna, con sovente affioramento della superficie freatica in specchi lacustri di forma lenticolare.

Le zone umide, nell'ambito di uno stesso sistema lanchivo, sono generalmente collegate da un canale, il quale a sua volta è direttamente convergente nel Fiume Po. In riferimento al grado di interrimento le lanche possono essere distinte in attive, relitte e terminali.

Le lanche attive (presenti nell'area in esame in località Bosco Pontone) sono in collegamento idraulico con il corso d'acqua e, nei periodi con livelli idrometrici superiori alla magra ordinaria, presentano un battente d'acqua continuo.

Le lanche relitte (non presenti nell'area in esame) sono marcate da fasce di ambiente palustre con frequente affioramento della falda e sono in collegamento idraulico del corso d'acqua solo per condizioni idrometriche significative.

Le lanche terminali rappresentano l'ultimo stadio d'evoluzione delle lanche, nel senso di un progressivo interrimento dell'alveo abbandonato con conseguente perdita delle connotazioni morfologiche e naturalistiche tipiche degli ambienti umidi e palustri; nel territorio comunale è stato individuato un esempio di lanca terminale, posta a nord-est del centro abitato di Roncaglia e rappresentato dal vecchio tracciato del T. Nure.

3.2.2. Le zone perifluviali

Al di fuori delle fasce di pertinenza fluviale la forte pressione antropica, come già affermato, ha determinato la sostanziale alterazione degli elementi morfologici.

Solo localmente sono individuabili, attraverso l'accurato esame cartografico, per analisi dell'andamento delle curve di livello, e aereofotogrammetrico, alcune forme relitte a testimonianza della passata dinamica evolutiva del territorio.

L'andamento altimetrico evidenzia forti correlazioni con la distribuzione del reticolo idrografico. Sono riconoscibili, infatti, anche a distanze relativamente elevate dall'attuale tracciato dei corsi d'acqua antichi paleoalvei con andamento parallelo alle principali direttrici idrografiche. In particolare per il Fiume Po sono individuabili paleoalvei recenti, medio-recenti ed antichi fino a 2 Km a sud dell'attuale tracciato.

Allo stato attuale la dinamica morfologica delle zone perifluviali, non più alimentata dalla naturale divagazione del Fiume Po, ristretto entro le aree golenali da imponenti strutture arginali, è caratterizzata solamente da una notevole attività sinmorfofenetica, indotta dal processo di consolidazione degli strati di terreno costituenti il sottosuolo.

Le zone esterne all'argine maestro, a differenza delle fasce golenali continuamente compensate dagli apporti alluvionali, sono soggette ad importanti fenomeni di subsidenza tuttora attivi.

Le principali cause possono essere sia di origine geologica che antropica. Le cause geologiche sono relative all'effetto del carico litostatico, per l'accumulo sulla verticale dei depositi alluvionali, e alle escursioni della superficie piezometrica, per fattori essenzialmente climatici.

Le cause antropiche sono, invece, relative alle sole variazioni dei livelli piezometrici indotti da eccessivi emungimenti idrici o per modifiche nei livelli di base dei corsi d'acqua per eccessiva attività estrattiva in alveo.

3.3. Sistema idrografico superficiale minore

Altro significativo aspetto paesaggistico evidente nella piana pedemontana, è la tessitura del sistema idrografico minore ampiamente modificata e estesa nel corso del periodo storico dalle opere di bonifica agraria.

La rete idrografica minore è infatti rappresentata da una fitta serie di cavi, canali e fossi artificiali, o perlomeno con un evidente grado di antropicità, frutto degli interventi di miglioramento fondiario operati al fine di assicurare ai terreni agricoli un sufficiente e regolare drenaggio nei periodi di pioggia ed un'adeguata dotazione di acque irrigue nei mesi asciutti.

Nel territorio comunale di Piacenza sono distinguibili tre differenti classi di drenaggio:

- drenaggi naturali: sono costituiti da rii e piccoli corsi d'acqua nei quali a tratti prevale la componente antropica; essi incidono il materasso alluvionale con percorsi circa rettilinei seguendo la direzione d'immersione del piano campagna verso N-NE;
- drenaggi connessi alla centuriazione di età romana; si sviluppano in diversi settori del territorio comunale; si tratta di una tessitura idrografica che riflette la disposizione degli elementi della centuriazione (il decumano massimo, i cardini e i decumani) i quali si intersecano ortogonalmente formando quadri di terreno con superficie rigorosamente pari a 200 iugeri, circa 50 ettari;
- drenaggi dovuti a bonifiche medioevali e moderne nelle aree palustri; si estendono in tutta l'area in esame a parte le zone di insediamento della centuriazione romana; sono caratterizzati da una geometria che definisce particelle relativamente piccole quadrangolari perfettamente adattate alla morfologia del territorio; si possono distinguere drenaggi a maglie rettangolari delimitate da canali regolari, drenaggi a maglie rettangolari strette delimitate da drenaggi longitudinali e, infine, drenaggi disposti a fitta rete di canali paralleli e ravvicinati.

Dall'esame della distribuzione spaziale delle tre differenti tipologie di drenaggio si evince che le aree aventi, nel regolare incrocio di strade e canali, persistenze della centuriazione romana, sono tutte collocate nei settori topograficamente più elevati e morfologicamente più stabili. Questi elementi, per la duratura permanenza sul territorio, giustificano a loro volta la stabilità morfologica e la perfetta aderenza della pianificazione romana al paesaggio.

Qualora fossero, dunque, presenti delle brusche interruzioni o delle rilevanti discontinuità nel tessuto centuriale è ipotizzabile l'intervento di un fattore fisico (ad es. il mutamento del tracciato di un corso

d'acqua; paleoalvei) a modificare profondamente l'assetto territoriale e, quindi, il drenaggio superficiale.

3.4. Attività geodinamica

Per la pianura padana non esistono lavori a scala regionale che segnalano aree a diversa velocità di abbassamento o innalzamento. L'unico lavoro finora disponibile, la "Carta neotettonica dell'Appennino settentrionale" (Bartolini *et alii*, 1982), per il periodo Pleistocene medio – Presente, considera tutto l'Appennino emiliano-romagnolo in sollevamento o abbassamento senza individuare zone a diverso tasso di crescita o decrescita.

Sulla base delle quote dei terrazzi datati, risulta evidente che lungo il margine appenninico-padano i maggiori sollevamenti si registrano tra il Reno e il Taro in Emilia, dal Bidente al Savio in Romagna (>1 mm/anno), mentre i sollevamenti minori si registrano nell'Emilia occidentale (a ovest del Taro) e nella Romagna occidentale tra il Santerno e il Montone (<1 mm/anno).

Per le restanti aree, dove poche sono le indicazioni ricavabili dai terrazzi, non è possibile una stima quantitativa dei sollevamenti. Tuttavia, è possibile, sulla base di dati morfostrutturali, riconoscere, naturalmente con una certa approssimazione, aree a diverso grado di sollevamento, recente e in atto.

Le aree più sollevate, per la presenza di finestre tettoniche, assottigliamenti della coltre alloctona ligure ed epiligure, la presenza di alti strutturali della successione carbonatica e riattivazioni di sovrascorrimenti e formazioni di *thrusts* fuori sequenza, sono l'alto Appennino emiliano (tasso >1 mm/anno) e tutto l'Appennino romagnolo a monte del sovrascorrimento individuato nel basamento; risultano invece meno sollevati, per il forte spessore della coltre alloctona, il basso e medio Appennino piacentino, modenese e bolognese, (tasso <1 mm/anno) cioè tutti i settori a valle del raddoppio.

Il Comune di Piacenza, sulla base di quanto riportato in precedenza è caratterizzato da un tasso di sollevamento < 1 mm/anno in quasi tutto il territorio, a parte il settore settentrionale dove invece è soggetto a movimenti verticali negativi tuttora in atto.

Gli effetti del sollevamento sulle opere d'arte possono essere considerati trascurabili, purché i terreni di fondazione presentino caratteristiche geotecniche areali uniformi. In questi casi l'abbassamento della superficie topografica interessa vaste aree senza indurre cedimenti differenziali alle fondazioni dei fabbricati.

Qualora il sottosuolo non presenti condizioni di uniformità geotecnica si possono instaurare conseguenze gravi sulla statica dei manufatti.

Il valore della subsidenza è < 1 mm/anno; sembrerebbe apparentemente ridotto anche se occorre sottolineare l'effetto del sollevamento indotto dalle strutture tettoniche sepolte.

Il fenomeno della subsidenza è un lento e generalizzato abbassamento della superficie topografica che risulta particolarmente attivo nei livelli corticali del sottosuolo e tende a smorzarsi con la profondità.

Questo fenomeno è manifesto in particolare modo nei depositi alluvionali a granulometria fine (limi ed argille) di recente formazione, mentre risulta meno evidente nelle zone di affioramento dei depositi a granulometria grossolana quali le sabbie.

Le cause generatrici della subsidenza possono avere origini sia naturali sia artificiali. La subsidenza naturale si rivela su grandi areali, non visibili a livello locale, ed è indotta dal lento consolidamento della copertura alluvionale quaternaria per le variazioni dei livelli piezometrici e per il carico litostatico dei sedimenti accumulati sulla verticale dai corsi d'acqua.

Gli effetti sulle opere d'arte possono essere considerati trascurabili, purché i terreni di fondazione presentino caratteristiche geotecniche areali uniformi. In questi casi l'abbassamento della superficie topografica interessa vaste aree senza indurre cedimenti differenziali alle fondazioni dei fabbricati.

Qualora il sottosuolo non presenti condizioni di uniformità geotecnica si possono instaurare conseguenze gravi sulla statica dei manufatti.

La subsidenza artificiale si verifica invece su piccole aree ed è provocata principalmente dalle seguenti cause:

- l'eccessivo emungimento di acqua che in genere interessa aree corrispondenti al cono d'influenza dei pozzi idrici;
- le vibrazioni di macchine o del traffico veicolare che comporta la riorganizzazione delle particelle di terreno determinandone la compattazione;
- le variazioni dello stato di consistenza del terreno, per effetto di escavazioni.

Il fenomeno può risultare estremamente pericoloso per la stabilità dei fabbricati, perché può far insorgere sensibili cedimenti differenziali.

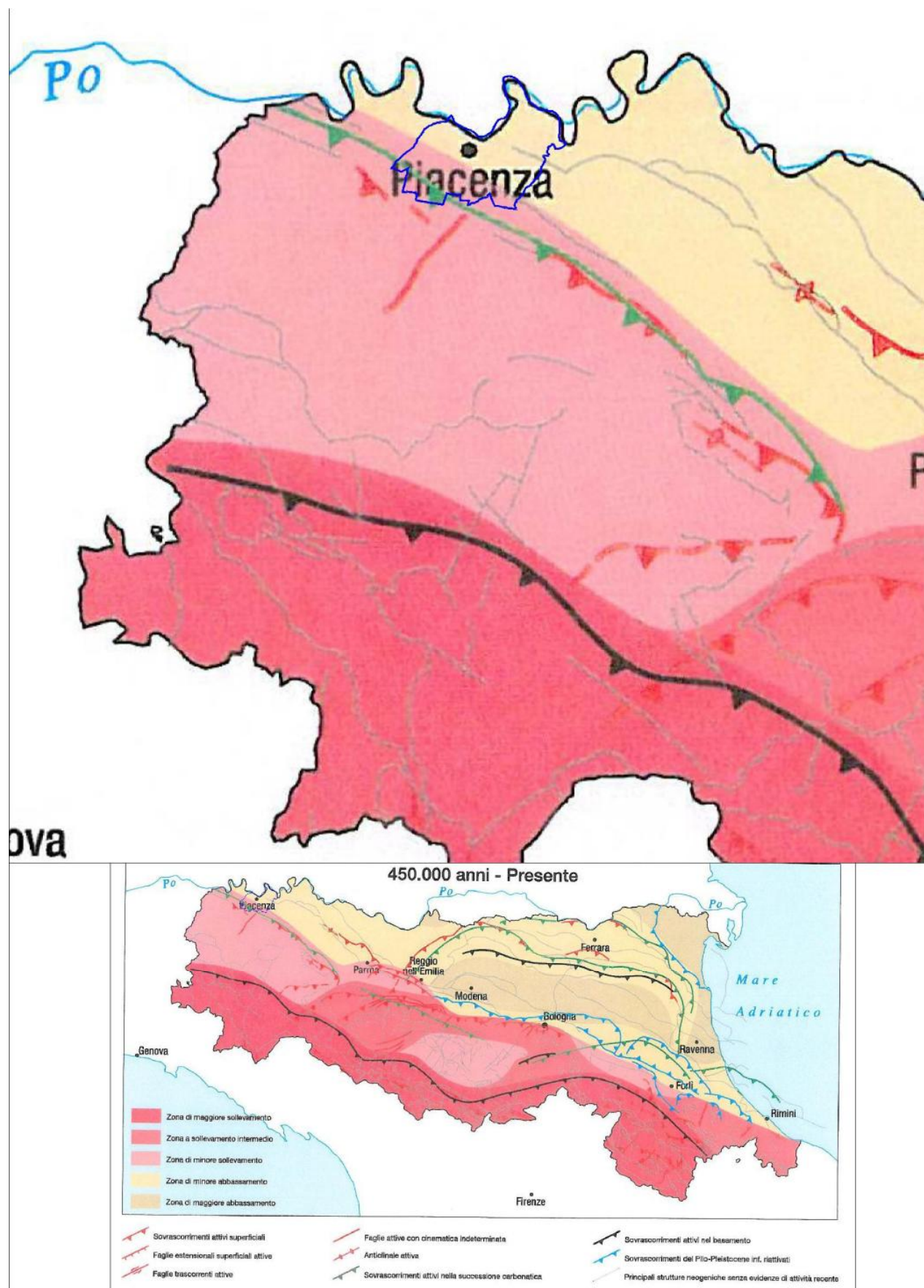


Figura 3.2: Attività geodinamica

3.5. Rischio idraulico

Le aree a rischio idraulico presenti nel territorio comunale sono indotte, sia dalla rete idrografica principale (Fiume Po, Fiume Trebbia e T. Nure), sia dalla rete idrica secondaria afferente al consorzio di bonifica.

Le aree a rischio adiacenti ai corsi d'acqua principale sono mappate nella tavola G2, individuate sia dal PAI sia dal PTCP e comprendono la fascia A, la Fascia B e la Fascia C.

Le aree a rischio adiacenti ai corsi d'acqua secondari sono segnalate dal Consorzio di Bonifica che evidenzia, in occasione di eventi meteorici di particolare intensità, fenomeni di allagamento delle zone rivierasche e per questo la necessità di predisporre interventi mirati di tutela.

In particolare nella successiva Figura 3.3 sono individuati 15 punti di criticità idraulica che meritano approfondimenti analitici e una progettazione idraulica indirizzata alla mitigazione del rischio.

Le aree a rischio idraulico sono:

1. CHIAVICA RIFIUTINO;
2. CHIAVICA ZONA SARDEGNA;
3. RIO S. LAZZARO – ZONA UNIVERSITÀ;
4. ZONA MAFALDA DI SAVOIA: QUARTIERE LA GIARONA (PRESSI MOTEL K2);
5. DIVERSIVO DI EST - IMMISSIONE NEL T. NURE;
6. ZONA MIRANDOLINA DI MONTALE (SUD VIA EMILIA);
7. RIO BALLERINO;
8. ZONA NOVATE;
9. FRAZIONE MUCINASSO;
10. ZONA CANILE MUNICIPALE: SGRONDO RIO S. LAZZARO NEL RIELLO;
11. DIVERSIVO DI OVEST: VASCA DI LAMINAZIONE GALLEANA (già inserita nel PSC);
12. AREE IN PROSSIMITÀ DELLE ACQUE PUBBLICHE: RIELLO, RIFIUTO, STRADAZZA;
13. BORGO S. FRANCA (ZONA BESURICA);
14. FRAZ. S. ANTONIO;
15. FRAZ. VEGGIOLETTA.

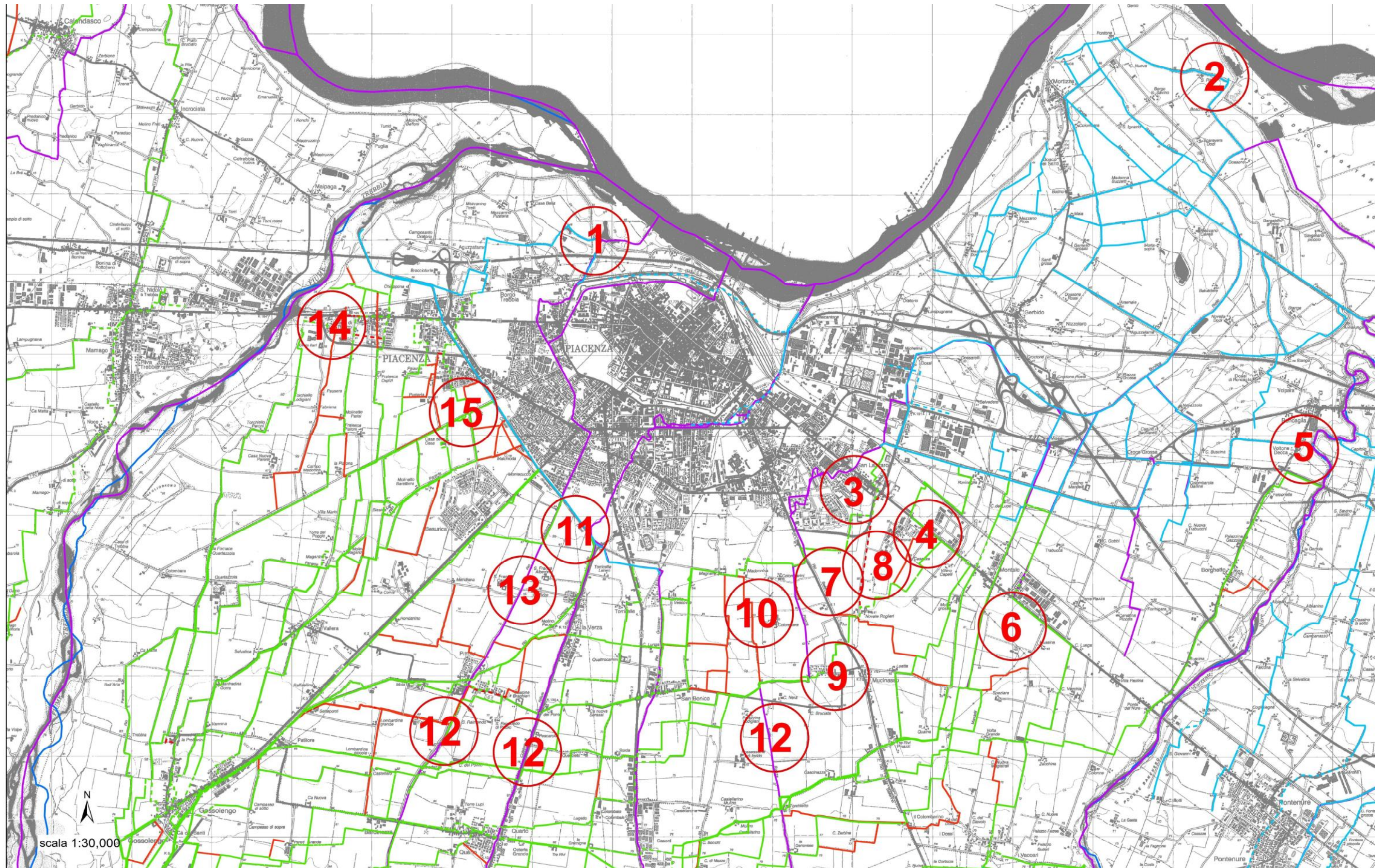


Figura 3.3: Zone a rischio idraulico della rete idrica secondaria

3.5.1. Art.11 – Fascia A - Fascia di deflusso - Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua

1. (D) La fascia A è definita dall'alveo o canale che è sede prevalente del deflusso della corrente di piena oppure, nel caso dei laghi e dei bacini, dall'area corrispondente all'invaso, secondo il significato indicato nella Relazione del presente Piano. La fascia A è suddivisa nelle seguenti zone:

- a. zona A1, alveo attivo oppure invaso nel caso di laghi e bacini;
- b. zona A2, alveo di piena;
- c. zona A3, alveo di piena con valenza naturalistica.

2. (I) Nella fascia A è obiettivo prioritario assicurare, compatibilmente con le condizioni di sicurezza degli insediamenti e delle infrastrutture esposti, il deflusso della piena di riferimento e il mantenimento o il recupero delle condizioni di equilibrio idraulico e geomorfologico dell'alveo, affinché venga favorita l'evoluzione naturale del corso d'acqua in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni dei manufatti nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra. Sono quindi ammessi e favoriti, conformemente alle direttive tecniche di settore, gli interventi di salvaguardia della dinamica fluviale e di mitigazione del rischio idraulico, oltre che gli interventi di conservazione degli spazi naturali e loro riqualificazione nel caso in cui risultino degradati.

3.5.2. Art.12 – Fascia di esondazione - Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua

1. (D) La fascia B è definita dalla porzione di territorio esterna alla fascia A interessata da inondazioni al verificarsi dell'evento di piena con tempo di ritorno di 200 anni, secondo il significato indicato nella Relazione del presente Piano. La fascia B è suddivisa nelle seguenti zone:

- a. zona B1, di conservazione del sistema fluviale;
- b. zona B2, di recupero ambientale del sistema fluviale;
- c. zona B3, ad elevato grado di antropizzazione.

2. (I) Nella fascia B è obiettivo prioritario mantenere e ottimizzare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali del contenimento e della laminazione delle piene, conservare e migliorare le caratteristiche naturali e ambientali del sistema fluviale. Sono quindi ammessi e promossi, compatibilmente con le esigenze di officiosità idraulica, interventi di riqualificazione e rinaturazione, che favoriscano:

- a. la riattivazione dei processi evolutivi naturali dell'alveo e la ricostituzione di ambienti umidi naturali;

- b. il ripristino e l'ampliamento delle aree a vegetazione spontanea, allo scopo di favorire, ove possibile, gli equilibri ambientali e idrogeologici;
- c. il recupero dei territori perifluviali ad uso naturalistico e ricreativo.

3.5.3. Art.13 – Fascia C - Fascia di inondazione per piena catastrofica – Zone di rispetto dell'ambito fluviale

1. (D) La fascia C è definita dalla porzione di territorio esterna alla fascia B interessata da inondazioni per eventi di piena eccezionali, secondo il significato indicato nella Relazione del presente Piano. La fascia C si articola nelle seguenti zone:

- a. zona C1, extrarginale o protetta da difese idrauliche;
- b. zona C2, non protetta da difese idrauliche.

2. (I) Nella fascia C l'obiettivo prioritario è quello di conseguire un livello di sicurezza adeguato per le popolazioni e il territorio rispetto al grado di rischio residuale, anche con riferimento all'adeguatezza delle eventuali difese idrauliche, e di recuperare l'ambiente fluviale, principalmente tramite specifici piani e progetti di valorizzazione.

4. ASSETTO STRATIGRAFICO

Attraverso l'analisi delle unità geologiche affioranti e delle stratigrafie di numerose perforazioni, eseguite per la ricerca idrica e d'idrocarburi, sono state individuate 4 macroaree con assetto stratigrafico sostanzialmente omogeneo dal punto di vista geotecnico (Tav. G1).

I limiti tra le varie macroaree sono da intendersi indicativi, in quanto il passaggio da una sequenza stratigrafica e l'altra è spesso continuo; inoltre sono stati trascurati gli elementi geologici minori.

Tale schematizzazione ha la finalità di fornire un orientamento sulle possibili problematiche geotecniche delle opere di fondazione.

Si tratta quindi di un documento non sostitutivo delle specifiche indagini in sito e degli studi da eseguire in fase di POC, di Piani d'attuazione e di Progettazione, come previsti da:

- D.M. 14.1.2008 *"Approvazione Norme tecniche per le costruzioni"*;
- Eurocodici 7 e 8.

Il territorio del comune di Piacenza sulla base dei dati stratigrafici disponibili (Fonte Regione Emilia Romagna) è caratterizzato dalle seguenti unità litologiche (v. Tav. G1)

- Depositi di conoide alluvionale ad alimentazione appenninica, prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi;

- Depositi d'interconoide ad alimentazione appenninica costituiti da alluvioni sabbiose e limo-argillose solcate localmente da canali di ghiaie;
- Depositi di canale fluviale, rotta e argine prossimale ghiaiosi e sabbiosi ad alimentazione appenninica, localmente intercalati da lenti di sabbie fini limose e limi argillosi;
- Depositi di argine naturale, barra fluviale e canale fluviale, indistinti, della piana di meandreggiamento del Fiume Po ad alimentazione assiale costituiti da sabbie e sabbie limose prevalenti;

4.1. Depositi di conoide alluvionale ad alimentazione appenninica

La successione stratigrafica è costituita da livelli di ghiaie poligeniche ed eterometriche in matrice sabbiosa e/o limosa e sabbie amalgamati o con sottili intercalazioni di argille e/o limi di limitata continuità areale. I livelli ghiaiosi sono quasi sempre prossimi al piano campagna o comunque a ridotta profondità.

Le eventuali intercalazioni limose ed argillose, generalmente con sviluppo spaziale ridotto, possono presentare localmente spessori anche superiori ai 2 metri. Il rapporto ghiaia ed argilla è comunque superiore all'unità.

Le condizioni di edificabilità dal punto di vista geologico-geotecnico, sono favorevoli.

I terreni di fondazione presentano prevalentemente un comportamento granulare con alta e medio-alta resistenza al taglio e bassi e medio bassi indici di compressibilità.

Il tetto delle ghiaie e lo spessore dei livelli ghiaiosi potrebbe però essere discontinuo in senso spaziale, comportando, in caso di fondazioni superficiali, possibili problematiche connesse ai cedimenti differenziali.

4.2. Depositi d'interconoide ad alimentazione appenninica

Si tratta della zona d'interdigitazione dei depositi di conoide distale del T. Nure e del F. Trebbia con quelli di paleo alveo e barra fluviale del F. Po.

La successione stratigrafica è costituita da livelli di ghiaie di ghiaie poligeniche ed eterometriche in matrice sabbiosa e/o limosa e sabbie intervallati da livelli di argille e/o limi. Il rapporto ghiaia ed argilla è generalmente pari all'unità.

Le condizioni di edificabilità dal punto di vista geologico-geotecnico, sono in genere favorevoli. La presenza anche consistente di argille e limi a comportamento coesivo con bassi e medio-bassi valori di resistenza al taglio ed alti e medio alti indici di compressibilità, comporta limitazioni nell'applicazione dei carichi per fondazioni dirette.

Anche nelle situazioni più favorevoli con presenza di terreni a comportamento granulare il tetto delle ghiaie e lo spessore dei livelli ghiaiosi potrebbe essere discontinuo in senso spaziale, comportando, in caso di fondazioni superficiali, possibili problematiche connesse ai cedimenti differenziali.

Per carichi significativi, o per inaccettabilità di cedimenti da parte delle strutture, è necessaria la realizzazione di fondazioni profonde, da intestare nei livelli ghiaiosi sottostanti, dei quali dovrà essere verificata la resistenza e lo spessore.

4.3. Depositi di argine naturale, barra fluviale e canale fluviale ad alimentazione appenninica

I depositi di canale e barra fluviale appartengono alle zone di pertinenza fluviale del T. Nure e del Fiume Trebbia. La successione stratigrafica è costituita da livelli di ghiaie poligeniche ed eterometriche in matrice sabbiosa e/o limosa e sabbie amalgamati o con sottili intercalazioni di argille e/o limi di limitata continuità areale. I livelli ghiaiosi sono quasi sempre prossimi al piano campagna o comunque a ridotta profondità.

Le eventuali intercalazioni limose ed argillose, generalmente con sviluppo spaziale ridotto, possono presentare localmente spessori anche superiori ai 2 metri. Il rapporto ghiaia ed argilla è generalmente pari all'unità.

Le condizioni di edificabilità dal punto di vista geologico-geotecnico sarebbero favorevoli se non intervenissero problematiche di natura idraulica legate alla vicinanza del T. Nure e del F. Trebbia

I terreni di fondazione presentano prevalentemente un comportamento granulare con alta e medio-alta resistenza al taglio e bassi e medio bassi indici di compressibilità.

Il tetto delle ghiaie e lo spessore dei livelli ghiaiosi potrebbe però essere discontinuo in senso spaziale, comportando, in caso di fondazioni superficiali, possibili problematiche connesse ai cedimenti differenziali.

4.4. Depositi della piana di meandreaggiamento del Fiume Po

I depositi della piana di meandreaggiamento del Fiume Po appartengono alle zone di pertinenza fluviale del F. Po. La successione stratigrafica è costituita da livelli di sabbie, sabbie ghiaiose e sabbie limose amalgamati o con sottili intercalazioni di limi sabbiosi e/o limi argillosi di limitata continuità areale. I livelli sabbiosi prevalenti sono quasi sempre prossimi al piano campagna o comunque a ridotta profondità.

Le condizioni di edificabilità dal punto di vista geologico-geotecnico sarebbero favorevoli se non intervenissero problematiche di natura idraulica legate alla vicinanza del F. Po

I terreni di fondazione presentano prevalentemente un comportamento granulare con alta e medio-alta resistenza al taglio e bassi e medio bassi indici di compressibilità.

Il tetto delle sabbie e lo spessore dei livelli sabbiosi potrebbe però essere discontinuo in senso spaziale, comportando, in caso di fondazioni superficiali, possibili problematiche connesse ai cedimenti differenziali.

4.5. Pericolosità al ritiro e al rigonfiamento delle terre coesive

I depositi prevalentemente argillosi e i depositi prevalentemente limosi, diffusamente estesi in tutto il territorio comunale, sono interessati e saranno interessati dai fabbricati civili industriali esistenti e di futura realizzazione.

Trattandosi di materiali a comportamento coesivo con un'alta frazione di argilla si possono determinare fenomeni di rigonfiamento e plasticizzazione nei periodi umidi e fenomeni di ritiro e fessurazione per essiccamento nei periodi siccitosi.

Gli effetti di ritiro e rigonfiamento comportano tensioni negative molto elevate che possono incidere negativamente nei fabbricati comportando, in determinate condizioni di carico ed ambientali, danni alla struttura in elevazione, in alcuni casi compromissori della stabilità del fabbricato medesimo.

4.5.1. Mineralogia dei depositi prevalentemente argillosi e limosi

I materiali fini limosi e/o argillosi dei depositi di argine naturale e dei depositi di piana inondabile sono costituiti principalmente da minerali fillosilicati a struttura complessa e composizione chimica variabile, noti anche come minerali argillosi.

Terre costituite esclusivamente da minerali argillosi sono tuttavia rare, poiché contengono quasi sempre anche microcristalli di quarzo, calcite, feldspati e miche.

I minerali argillosi sono, dal punto di vista chimico, dei silicati idrati, principalmente di alluminio e magnesio, con struttura costituita dalla sovrapposizione di strati tetraedrici e strati ottaedrici. Gli strati tetraedrici sono formati da tetraedri SiO_4 con il silicio al centro della struttura e l'ossigeno ai lati.

Questi tetraedri sono collegati mediante tre vertici ad altri tetraedri in modo che l'insieme determina anelli esagonali che si estendono in due direzioni del piano formando dei foglietti. Gli strati ottaedrici sono costituiti da ottaedri centrati da cationi bivalenti (es. Magnesio), o trivalenti (es. Alluminio), collegati tra loro per spigoli e con ai vertici gruppi ossidrilici; gli ottaedri si collegano tra loro o a stretto contatto oppure secondo un motivo ancora esagonale.

I minerali argillosi sono costituiti dall'alternanza di foglietti tetraedrici e foglietti ottaedrici, in rapporto 1:1 (fillosilicati a due piani, es. Caolinite) oppure 2:1 (fillosilicati a tre strati, es. Smectiti). Il variare dei cationi, la presenza o meno di livelli di molecole d'acqua, l'inserimento di cationi tra i pacchetti di

foglietti o la possibilità dei pacchetti di dilatarsi tra loro perdendo o immagazzinando acqua, individuano i diversi minerali argillosi evidenziati dalle analisi mineralogiche.

Senza addentrarsi in approfondimenti cristallografici, di seguito sono riportati alcuni dati relativi ai minerali argillosi tipici dei depositi di piana inondabile e di argine naturale:

- Caolinite: tipo 1:1, formula indicativa $Al_4(OH)_8Si_4O_{10}$;
- Smectiti³: famiglia di minerali tra cui la Montmorillonite, tipo 2:1, formula indicativa $Al_2(OH)_2Si_4O_{10}$, reticolo espandibile;
- Miche: famiglia di minerali tra cui: in dipendenza del disordine strutturale si parla di Illite (tipo 2:1, formula indicativa $KAl_4(OH)_4Si_8-9AlO_{20} \cdot nH_2O$) se è alto e di Muscovite se è basso;
- Clorite, formula generale $(Mg,Fe,Al)_{12}(Si,Al)_8O_{20}(OH)_{16}$;

I minerali non argillosi, la cui percentuale diminuisce al diminuire del raggio delle particelle, sono costituiti da:

- Quarzo, SiO_2 , presente in granuli rotondeggianti;
- Feldspati, $(K,Na,Ca)Al(Si,Al)_3O_8$, in granuli prismatici;
- Calcite, $CaCO_3$, in granuli, romboedri, spesso d'origine biologica; aumentando la sua percentuale si passa dalle argille alle argille marnose, alle marne argillose, alle marne fino ai calcari senza soluzione di continuità; la sua presenza influenza fortemente alcune caratteristiche industriali e la qualità del prodotto finito;
- Dolomite, $MgCO_3$, in grani simili alla Calcite.

I legami cristallografici delle smectiti tra i foglietti tetraedrici e foglietti ottaedrici sono molto labili e le variazioni del contenuto d'acqua comportano fenomeni di rigonfiamento e ritiro di notevole entità.

4.5.2. Active zone

Il fenomeno responsabile dei fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei minerali argillosi è la variazione del contenuto d'acqua, influenzata dalle oscillazioni piezometriche della falda idrica e della risalita, capillare e dalla variabilità stagionale con alterni periodi umidi e secchi.

La fascia di sottosuolo interessata dal fenomeno di variazione del contenuto d'acqua e, quindi dei conseguenti effetti di ritiro e rigonfiamento dei minerali argillosi, è nota come "Active Zone" e si estende dal piano campagna fino alla profondità di qualche metro.

Essendo i fabbricati, normalmente realizzati nel territorio comunale di Piacenza, costituiti da elementi strutturali di laterizio e talora cemento armato, che nel complesso assumono un comportamento

³ Importante il caso delle Smectiti: la distanza tra i pacchetti diminuisce di 1,5 volte in caso di perdita dell'acqua di interpacchetto: ciò si traduce in elevati ritiri durante l'essiccazione e in elevati rigonfiamenti in caso di aumento del contenuto d'acqua.

fragile, i fenomeni di rigonfiamento e ritiro per essiccamento possono determinare la formazione di lesioni strutturali e cedimenti che esulano sia dal valore della capacità portante ammissibile, sia dai cedimenti di consolidazione ed immediati per effetto del carico indotto dal fabbricato.

L'approfondimento delle fondazioni alla quota di 1,0 metri dalla superficie topografica potrebbe essere una condizione minima per non risentire degli effetti delle variazioni di umidità stagionali e dell'azione del gelo e del disgelo, ma purtroppo non sufficiente nei confronti delle seguenti azioni naturali ed antropiche:

- presenza di alberi di alto fusto;
- tubazioni interrato (acquedotti, fognature) rotte e disperdenti;
- irrigazioni a ridosso delle fondazioni;
- costruzione di pavimentazioni impermeabilizzate a ridosso delle fondazioni;
- variazioni del contenuto d'acqua susseguenti alla costruzione delle fondazioni nella stagione umida o nella stagione secca.

4.5.3. Effetti della vegetazione

Uno fenomeni più eclatanti di variazione ed amplificazione dell'Active Zone è la presenza di alberi d'alto fusto a ridosso delle fondazioni.

Pioppi, salici, querce, necessitano di circa 300 l d'acqua al giorno nei periodi secchi (Mouroux *et al.*, 1988). Un albero adulto dissecca il terreno per una distanza uguale a 1.5 volte la sua altezza (Philipponat, 1991).

La suzione indotta dal richiamo di acqua da parte delle radici varia con le stagioni tra 100 kPa e 1000 kPa. I problemi maggiori si hanno in corrispondenza di argille sovraconsolidate con un contenuto d'acqua prossimo al limite plastico: l'assorbimento da parte delle radici anche di modesti quantitativi di acqua comporta una forte riduzione della suzione del terreno, dell'ordine di 300-400 KPa, che a sua volta provoca un incremento dello sforzo effettivo ed un'elevata variazione di volume (Pugh *et al.*, 1995).

Le precauzioni sono quindi quelle di governare la presenza di alberi d'alto fusto a distanze inferiori di 30 metri dalle fondazioni e che i sistemi fognari siano a perfetta tenuta e dotate delle necessarie azioni di manutenzione e controlli. Nella seguente Fig. 4.1 è riportato un elenco di specie tipiche della pianura padana e la distanza alla quale dovrebbero stare dalle fondazioni.

Classificazione In funzione dei danni prodotti	Specie	1	2	3	4
		H altezza metri	massima distanza metri	distanza tra edificio e albero metri	distanza minima
1	quercia	16-23	30	13	1 H
2	pioppo	25	30	15	1 H
3	tiglio	16-24	20	8	0.5 H
4	frassino	23	21	10	0.5 H
5	platano	25-30	15	7.5	0.5 H
6	salice	15	40	11	1 H
7	olmo	20-25	25	12	0.5 H
8	biancospino	10	11	7	0.5 H
9	acero/sicomoro	17-24	20	9	0.5 H
10	ciliegio/pruno	8	11	6	1 H
11	faggio	20	15	9	0.5 H
12	betulla	12-14	10	7	0.5 H
13	sorbo selvatico	8-12	11	7	1 H
14	cipresso	18-25	20	3.5	0.5 H

Specie di alberi e loro classificazione (in ordine decrescente) in funzione dei danni provocati alle fondazioni (Driscoll, 1983).

1. massima altezza raggiunta dalla pianta.
2. massima distanza raggiunta dalle radici.
3. distanza tra l'edificio e l'albero in funzione della specie.
4. distanza minima per edifici costruiti su suoli soggetti al fenomeno del ritiro (si moltiplica l'altezza H dell'albero per un coefficiente che dipende dalla specie di albero).

Figura 4.1: Specie di alberi e loro classificazione in funzione dei danni provocati alle fondazioni

5. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

5.1. Inquadramento Idrostratigrafico e Idrogeologico⁴

L'IDROSTRATIGRAFIA è quella branca della geologia che studia l'architettura dei Bacini Idrogeologici attraverso la definizione e la mappatura delle UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE.

Le Unità Idrostratigrafiche sono corpi geologici cartografabili, in ciascuno dei quali ha sede un circuito idrologico ragionevolmente definito e distinto (Maxey, 1964).

I mattoni dell'idrostratigrafia sono le IDROFACIES, informalmente dette LIVELLI, vale a dire corpi geologici con caratteristiche sedimentologiche e petrofisico-idrauliche omogenee. Un'associazione latero-verticale di Idrofacies, più o meno complessa, le cui caratteristiche petrofisiche d'insieme consentano l'accumulo e il transito di quantitativi d'acqua economicamente sfruttabili, si definisce

⁴ Tratto da G. Di Dio (2006)

SISTEMA ACQUIFERO. Un'associazione latero-verticale di Idrofacies a permeabilità d'insieme bassa, invece, forma una **BARRIERA DI PERMEABILITA' REGIONALE** o **SISTEMA ACQUITARDO**.

I Sistemi Acquiferi e le Barriere di Permeabilità Regionali (Sistemi Acquitardi) costituiscono le unità base dell'Idrostratigrafia. Insieme più o meno complessi di Sistemi Acquiferi e Barriere di Permeabilità Regionali possono essere accorpati in Unità Idrostratigrafiche di rango gerarchico crescente fino a comprendere l'intero Bacino Idrogeologico.

Nello studio del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola, il Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna ha utilizzato una particolare sottoclasse d'Unità Idrostratigrafiche, denominate **UNITA' IDROSTRATIGRAFICO-SEQUENZIALI** (Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP, 1998). Le caratteristiche peculiari delle Unità Idrostratigrafico-Sequenziali (UIS) sono le seguenti:

1. sono costituite da una o più unità Stratigrafiche a limiti discontinui (limiti di discontinuità stratigrafica), denominate Sequenze Deposizionali, sensu Mitchum et Al. (1977).
2. comprendono in posizione basale e/o sommitale una Barriera di Permeabilità Regionale.

L'identificazione di una Sequenza Deposizionale con un'Unità Idrostratigrafica discende dalla considerazione seguente: una Sequenza Deposizionale è per definizione un corpo geologico complesso, formato da facies con geometrie e caratteri petrofisici variabili, ma legate geneticamente, cioè deposte in ambienti sedimentari contigui ed in continuità di sedimentazione. Le superfici di strato possono quindi toccare, ma non intersecare i limiti della Sequenza Deposizionale a cui appartengono.

Dal momento che, se si escludono le aree di affioramento o i pozzi plurifenestrati, i flussi idrici sotterranei avvengono con componente parallela alle superfici di strato molto maggiore di quella ortogonale, si può concludere che tali flussi risultino necessariamente confinati all'interno di una singola Sequenza Deposizionale. Ne consegue che, per la definizione data ad inizio paragrafo, ogni Sequenza Deposizionale è un'Unità Idrostratigrafica. Inoltre, se si tiene in considerazione anche la seconda caratteristica, si potrà essere certi che ogni UIS così definita sia idraulicamente isolata da quelle adiacenti. Un risvolto pratico importante di queste scelte teoriche è che il livello piezometrico misurato in un Sistema Acquifero appartenente a una determinata UIS è di norma indipendente dai livelli piezometrici misurati, sulla stessa verticale, in Sistemi Acquiferi contenuti in altre UIS.

5.1.1. Idrostratigrafia del territorio del Comune di Piacenza

La Figura 5.1 illustra il quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola, in cui si inserisce l'area di studio.

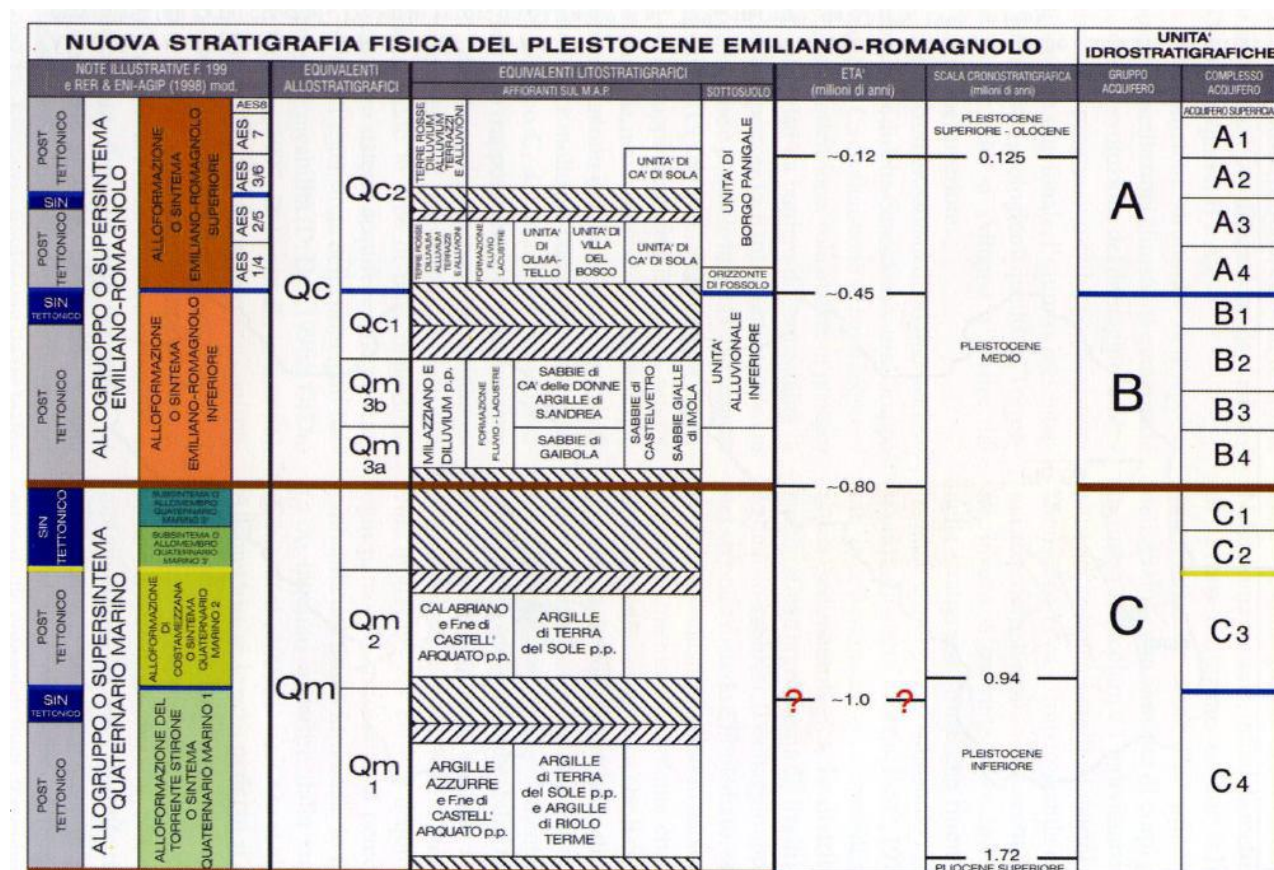


Figura 5.1: Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola. Da “Di Dio G. (2001): Il quadro delle conoscenze. In STUDI SULLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI \ 15. Nuova Carta della vulnerabilità del parmense ed indirizzi di tutela delle acque. A cura di G. Alifracco. 9-20, Pitagora ed., Bologna”.

Le Unità Idrostratigrafico-Sequenziali di rango superiore sono 3, denominate **Gruppi (di) Acquiferi A**, B e C, a loro volta suddivise in 12 UIS, gerarchicamente inferiori, denominate **Complessi (di) Acquiferi**. Esse affiorano estesamente sul margine meridionale del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati dal Fiume Po e dai suoi affluenti negli ultimi 20.000 anni, contenenti Sistemi Acquiferi quasi sempre freatici, di scarsa estensione e potenzialità (**Complesso Acquifero Superficiale o A0**; Fig. 5.2).

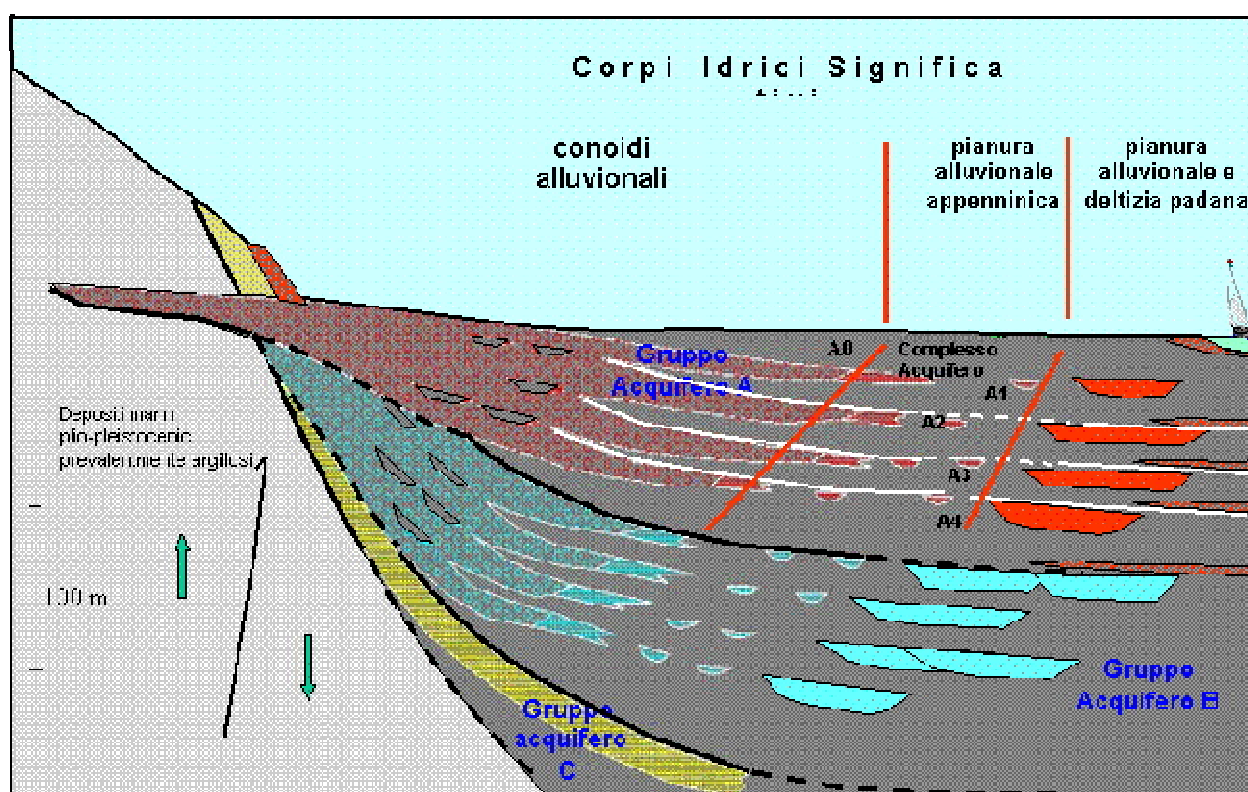


Figura 5.2: Sezione idrostratigrafica rappresentativa del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola. Figura tratta dagli elaborati conoscitivi a supporto del Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna.

I corpi geologici che fungono da acquiferi sono costituiti da sedimenti ghiaiosi e sabbiosi di origine deltizia, litorale e alluvionale depositi dai paleo-fiumi appenninici e dal Paleo-fiume Po a partire da circa 1 milione di anni fa (nella provincia di Piacenza). Ciascun Gruppo Acquifero è idraulicamente separato, almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti, grazie a Barriere di Permeabilità Regionali.

Al suo interno ogni Gruppo Acquifero è composto da serbatoi acquiferi sovrapposti e giustapposti, parzialmente o totalmente isolati tra loro, suddivisi in Complessi e Sistemi Acquiferi.

Le principali barriere di permeabilità in senso orizzontale sono costituite da corpi geologici decametrici, a prevalente granulometria fine, interpretabili come sistemi deposizionali interdeltizi o di interconoide e bacino interfluviale, che si giustappongono a sistemi deposizionali deltizi, di conoide alluvionale e fluviali, ricchi in materiali grossolani.

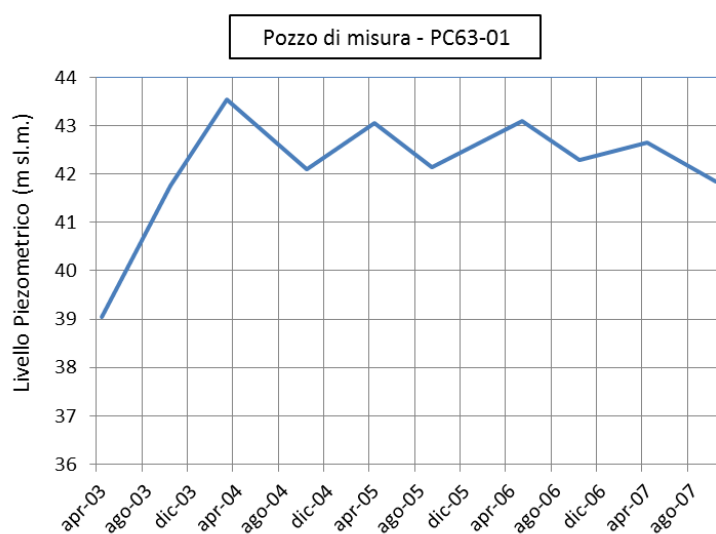
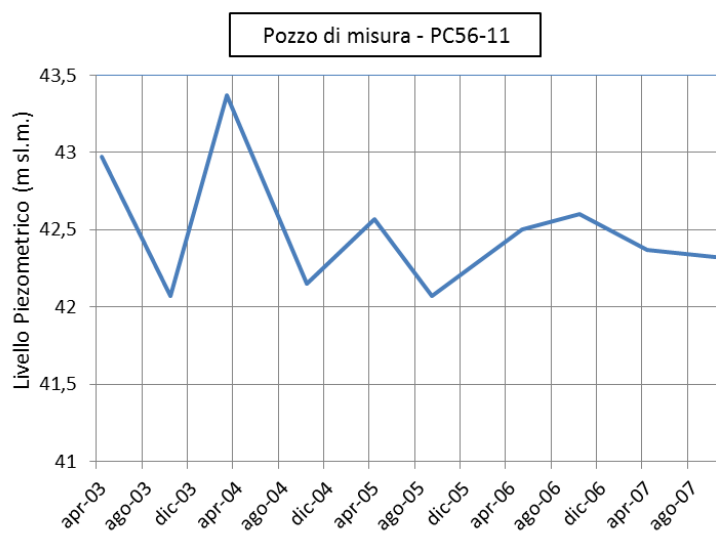
5.1.2. Architettura del bacino idrogeologico nell'area di studio

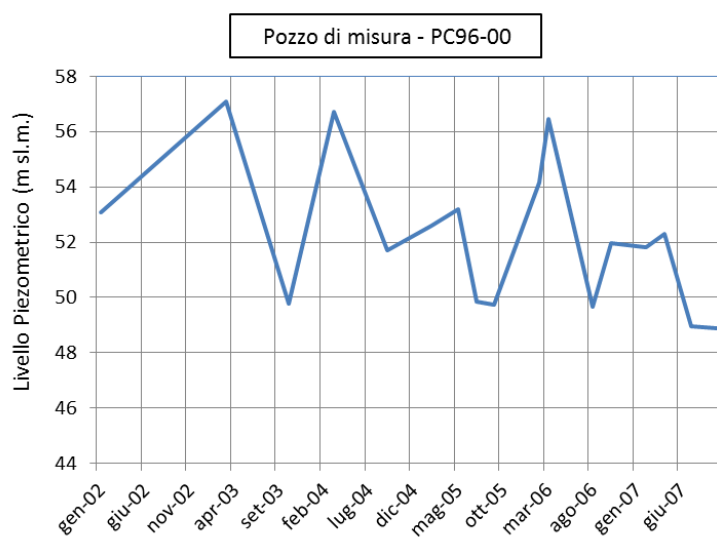
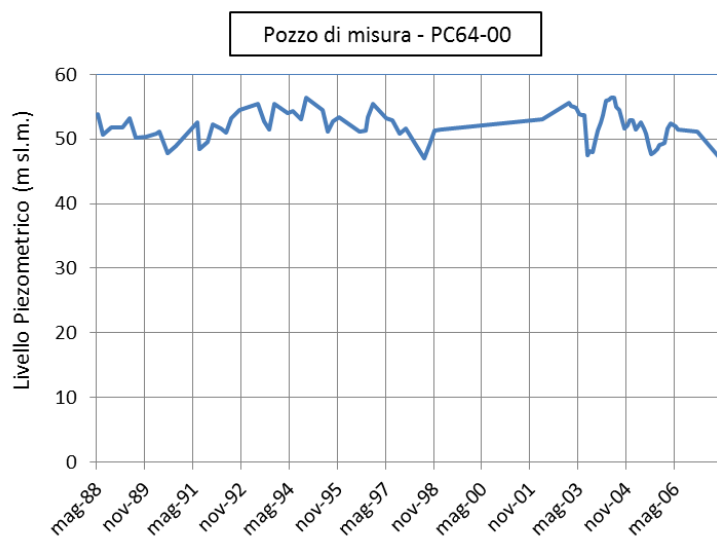
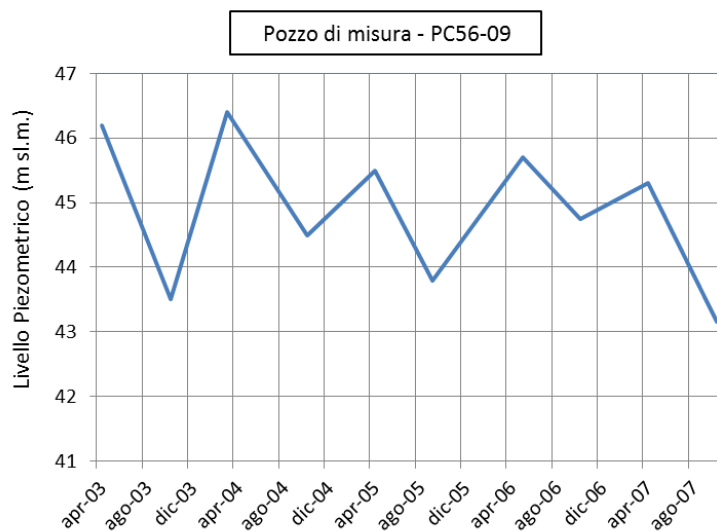
I rapporti geometrici fra i Complessi Acquiferi e le caratteristiche geometrico-stratigrafiche e idrogeologiche più importanti sono:

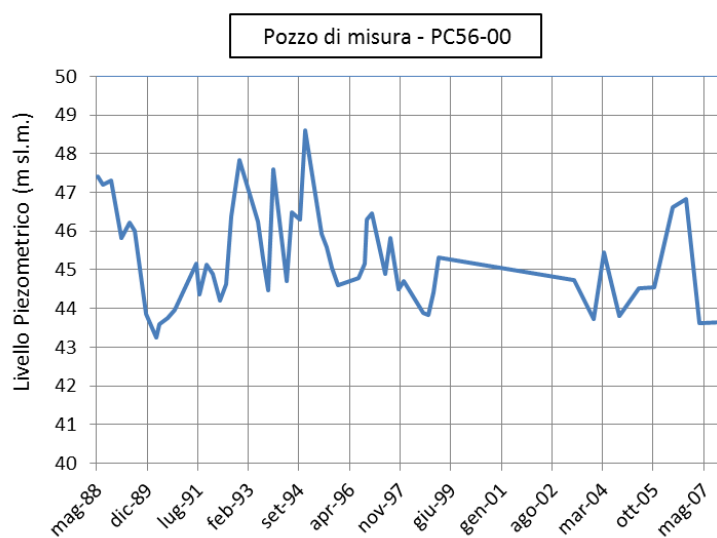
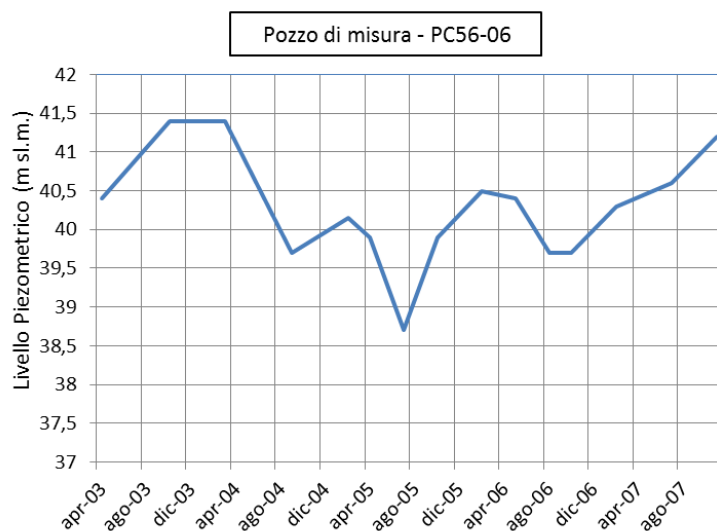
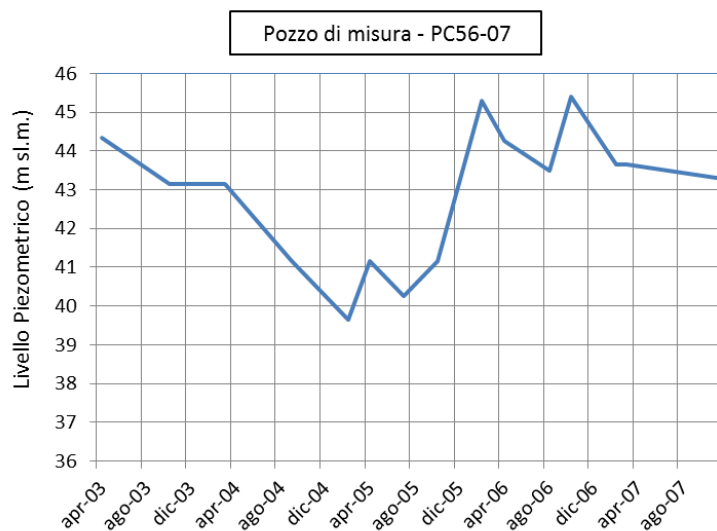
1. I depositi grossolani di origine marino-marginale e di delta-conoide ascritti al Gruppo Acquifero C: costituiscono Sistemi Acquiferi confinati di grande estensione, intercalati da Barriere di Permeabilità di notevole spessore (> 8 m) e continuità, la cui correlazione è possibile in tutta l'alta pianura piacentina;
2. il Gruppo Acquifero C risulta deformato e strutturato per effetto dei movimenti tettonici tardo-quadernari del Margine Appenninico Padano; in conseguenza di ciò, gli assi strutturali sepolti condizionano notevolmente la profondità a cui può essere incontrato uno stesso Sistema Acquifero del Gruppo C;
3. il tetto del Gruppo Acquifero C in Comune di Piacenza si estende alla profondità di circa 200 metri dalla superficie topografica;
4. i Gruppi Acquiferi B e A, d'origine alluvionale, non costituiscono mai, se non nelle zone strettamente apicali di conoide, un acquifero freatico, monostrato e indifferenziato. Essi sono invece molto più complessi e articolati del Gruppo C a causa della giustapposizione e sovrapposizione di differenti sistemi deposizionali, ma possono comunque essere studiati e cartografati in dettaglio, evidenziando le aree di interconnessione presenti tra Sistemi Acquiferi generalmente separati e l'estensione delle principali Barriere di Permeabilità;
5. la superficie erosiva di separazione tra Gruppo Acquifero A e B in Comune di Piacenza si estende alla profondità di 140 metri dalla superficie topografica;
6. lo spessore dei sedimenti, appartenenti al sistema Emiliano Romagnolo Superiore, che contengono il Gruppo Acquifero A è di circa 140 metri.

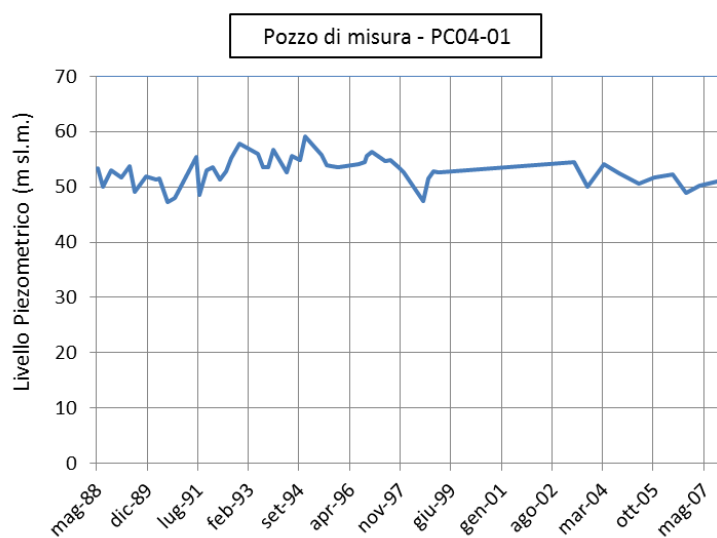
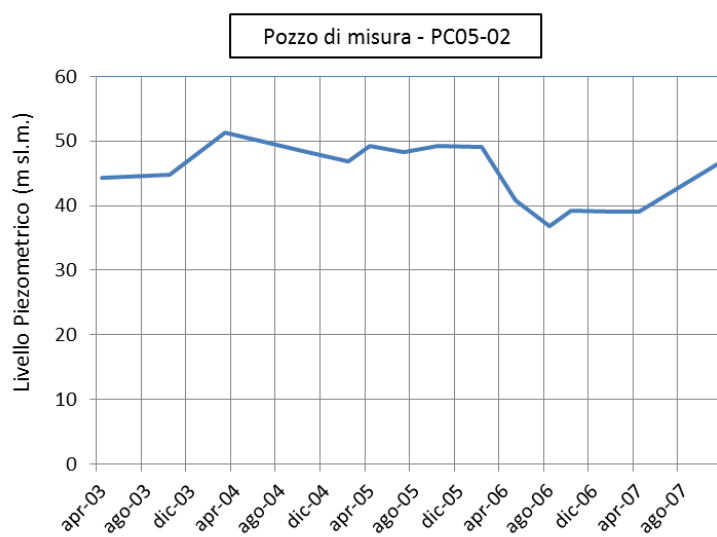
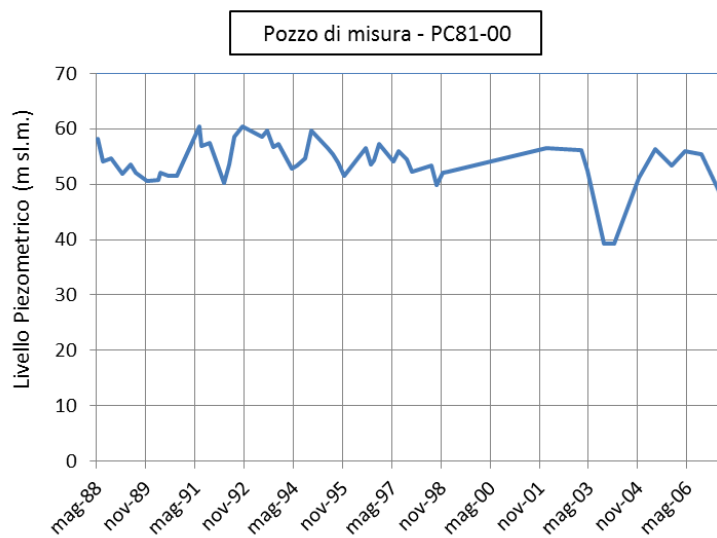
5.2. Comportamento idrodinamico dell'acquifero

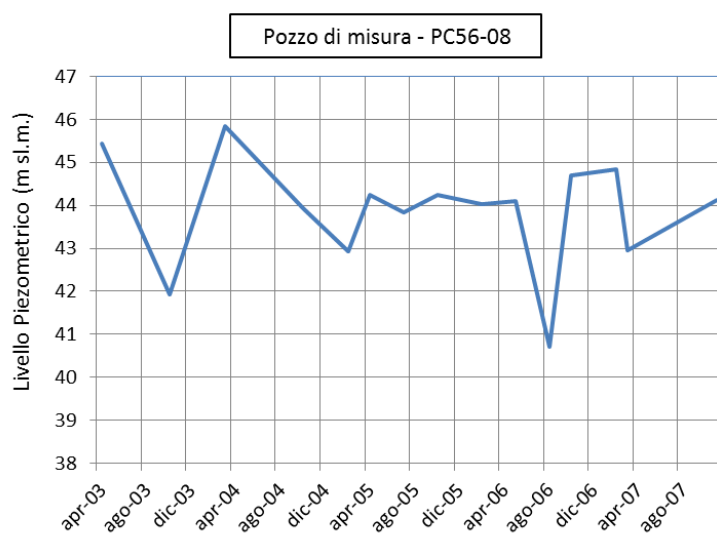
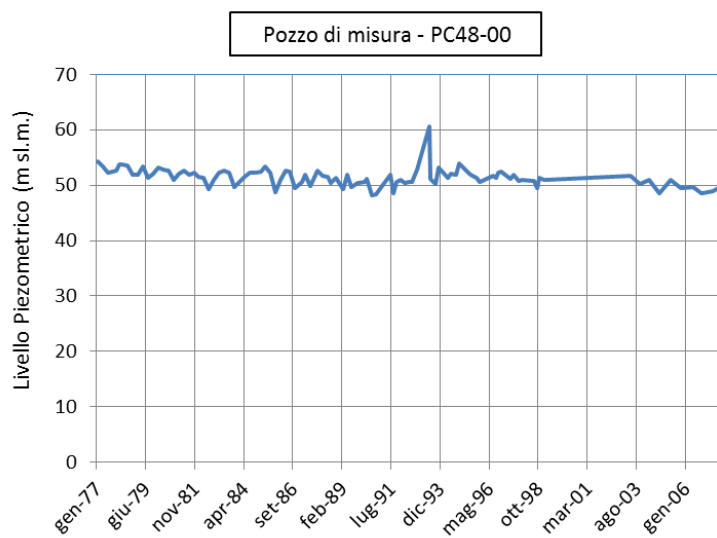
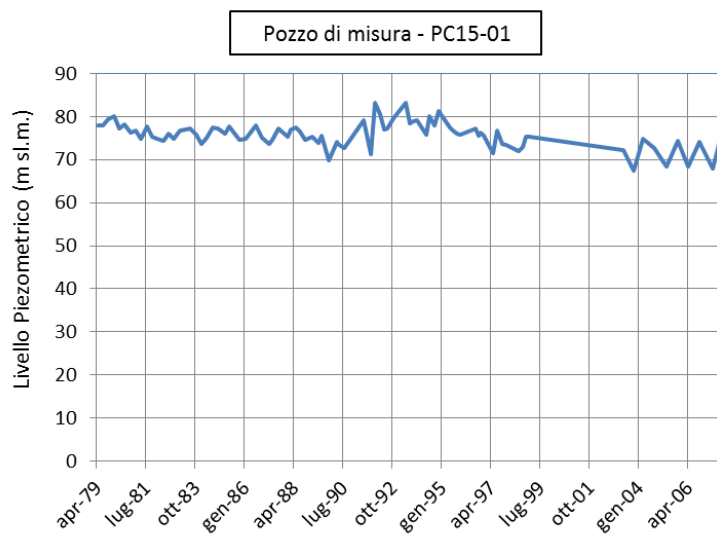
In relazione all'assetto strutturale dei gruppi di acquiferi che caratterizzano il bacino idrografico della pianura emiliana romagnola, gli acquiferi del gruppo A, sono quelli interessati direttamente o indirettamente dalle infrastrutture e dai fabbricati attuali e futuri che interessano il territorio comunale di Piacenza. La Carta Idrogeologica (v. Tav. G3) esprime, attraverso la rappresentazione grafica delle linee isopiezometriche, l'assetto e il moto della falda idrica superficiale; in particolare è stata ricostruito il livello della superficie piezometrica relativo al periodo primaverile del 2004. Si tratta di un valore di massimo relativo nel periodo di osservazione dal 1977 – 2007. I pozzi di riferimento, che hanno permesso, la ricostruzione del dato idrogeologico appartengono alla rete di misura ARPA e sono individuati nella Tav. G3.

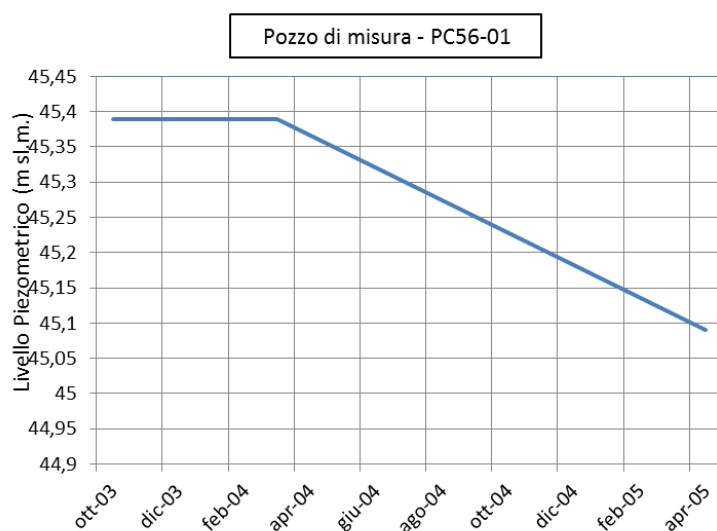
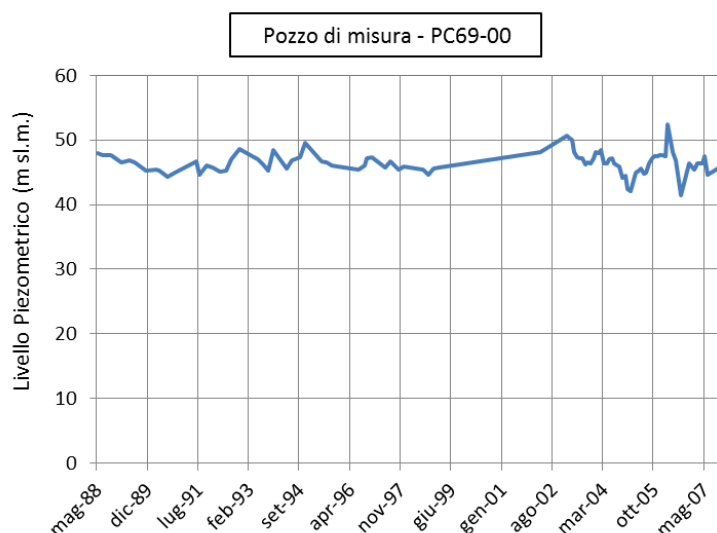












Analizzando la serie dei dati messi a disposizione si evince quanto segue:

- i pozzi registrati evidenziano nel corso del loro servizio un livello piezometrico in apparente equilibrio;
- nella primavera del 2004 in tutti i pozzi si è verificato uno dei picchi più alti nei livelli delle falde ed è stato utilizzato per la costruzione della superficie piezometrica;
- tale valore non deve essere preso come valore di massimo assoluto, perché nonostante la falda sia monitorata per un tempo molto lungo i dati registrati sono in realtà pochi e non rappresentativi per fornire dati attendibili per la progettazione delle costruzioni ed infrastrutture.

La finalità delle indagini verte nella rappresentazione grafica della superficie reale della falda idrica, attraverso la quale è possibile determinare, con sufficiente approssimazione, l'orientazione degli assi principali di flusso (flusso della falda, assi drenati, corsi d'acqua drenanti o alimentanti la falda e spartiacque piezometrici), la presenza di anomalie strutturali nel serbatoio e l'influenza esercitata da queste sul flusso idrico sotterraneo, le aree soggette ad intensi emungimenti e, infine, la variazione

areale del gradiente idraulico. Tali aspetti sono fondamentali per valutare gli effetti indotti dalle infrastrutture sull'ambiente idrico sotterraneo.

Le linee isopieze sono state tracciate con un'equidistanza di 5 metri, convenzione resa necessaria per meglio rappresentare l'andamento della falda idrica in funzione sia della variabilità che dei bassi valori del gradiente idraulico.

Gli acquiferi superficiali e il regime idraulico sotterraneo presentano le seguenti caratteristiche:

- la direzione del flusso idrico sotterraneo è nel complesso diretta verso nord-est;
- nel settore nord-est del territorio comunale, nella zona di meandreggiamento del Fiume Po, la direzione del flusso idrico sotterraneo risente del limite a potenziale imposto indotto dal Fiume Po medesimo; conseguentemente il flusso idrico sotterraneo subisce un'inflessione verso est con direzione prevalente est/nord-est;
- il T. Nure e il Fiume Trebbia esercitano sugli acquiferi laterale un'azione alimentante;
- il T. Nure e il Fiume Trebbia costituiscono dei limiti a potenziale imposto che, ad ogni variazione dei livelli idrometrici, determinano effetti sul livello piezometrico dell'acquifero superficiale, in proporzione alla conducibilità idraulica del mezzo terreno e della distanza del punto di osservazione.
- le falde idriche presentano un regime idraulico a pelo libero; solo in un limitato settore in corrispondenza di zona con bassa vulnerabilità all'inquinamento in relazione alla presenza di una spessa copertura fine si sono instaurate condizioni idrauliche semiconfinat;
- nell'area di studio la quota della falda idrica ricade tra le isopieze 70 m s.l.m. nel settore sud-ovest e 43 m s.l.m. nel settore nord-est;
- la quota della falda idrica nel capoluogo comunale si attesta quote comprese tra 47,0 m s.l.m. e 44 m s.l.m.;
- nell'area di studio la soggiacenza arriva a 15 m nel settore sud-ovest e 1 m nel settore nord-est;
- la soggiacenza nel capoluogo comunale si attesta a valori compresi tra 12 e 6 m;
- nell'area di studio il gradiente idraulico è pari a 0.5% nel settore sud-ovest e 0,05% nel settore nord-est;
- il gradiente idraulico nel capoluogo comunale si attesta al 0,1 – 0,2%.

5.3. Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento

La vulnerabilità degli acquiferi è un parametro che definisce la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad

ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinamento fluido o idroveicolato, tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea.

La carta della vulnerabilità degli acquiferi (v. Tav. G3) fornisce quindi una classificazione delle aree maggiormente esposte al rischio di inquinamento, e di quelle in cui risulta potenzialmente più deleteria la possibilità di propagazione di inquinanti provenienti dalla superficie nei serbatoi idrici sotterranei, considerando sia quelli che alimentano le falde superficiali (freatiche o a pelo libero) che profonde (falde confinate).

La metodologia adottata è quella proposta dal C.N.R. – Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche, analoga a quella utilizzata anche per l'elaborazione della carta della vulnerabilità della pianura piacentina contenuta negli elaborati del PTCP adottato dalla Provincia di Piacenza. In particolare, il metodo utilizzato prevede l'analisi dei seguenti fattori:

- litologia di superficie: le caratteristiche granulometriche strettamente connesse alla velocità di infiltrazione di un eventuale inquinante consentono una stima della capacità di autodepurazione, filtrazione, assorbimento e degradazione chimico – biologica dei terreni;
- profondità del tetto dell'acquifero: la protezione operata dai terreni di copertura varia con il variare dello spessore di tale barriera naturale;
- caratteristiche idrauliche delle falde: è stata operata la distinzione tra falde a pelo libero e falde in pressione, in quanto queste ultime, a differenza delle prime, si oppongono alla propagazione degli agenti inquinanti nel mezzo liquido.

Mediante l'analisi incrociata di tali parametri è stata ottenuta una zonizzazione qualitativa del territorio per aree omogenee, in funzione del grado di vulnerabilità degli acquiferi (basso, medio, alto, elevato, estremamente elevato).

Dalla zonizzazione ricavata è stato quindi evidenziato come le aree maggiormente vulnerabili (a grado di vulnerabilità estremamente elevato) siano limitate all'alveo attuale del F. Trebbia, del F. Po e del T. Nure, costituito da alluvioni ghiaiose o ghiaioso – sabbiose ad elevata permeabilità, per lo più disperdenti ed in diretta connessione idraulica con i vari acquiferi. Le aree a grado di vulnerabilità elevato sono invece localizzate ai margini delle precedenti, in corrispondenza delle fasce golenali, e comprendono gli apporti fluviali più recenti, costituiti da sedimenti ad elevata permeabilità (ghiaie prevalenti).

Allontanandosi dall'asta fluviale del F. Trebbia, del F. Po e del T. Nure, si nota una diminuzione del grado di vulnerabilità del sistema. In particolare, nelle zone di interconoide, si rileva la presenza di consistenti coperture limo – argillose, che riducono il grado di vulnerabilità alle classi medie e basse.

Analogamente, muovendosi dall'alta pianura verso Nord, si passa dal grado di vulnerabilità alto a quello medio e basso, all'incirca in corrispondenza della Via Emilia, dove ha inizio lo sviluppo di coperture di natura prevalentemente argillosa, particolarmente impermeabili, che costituiscono importanti fattori di protezione dell'acquifero più superficiale.

5.4. Piano Regionale Tutela Acque

Il Piano Regionale Tutela Acque (PTA) della Regione Emilia Romagna costituisce lo strumento mediante il quale la Regione, in adeguamento ai principi generali espressi dalla L. 36/94, persegue la tutela e il risanamento delle acque superficiali e sotterranee secondo la disciplina generale definita dal D.Lgs 152/99.

Il PTA della regione Emilia Romagna costituisce lo strumento di pianificazione per il raggiungimento degli obiettivi di qualità fissati dalle Direttive Europee e recepite nella norma italiana, utilizzando un criterio integrato che prende in considerazione, oltre agli aspetti più tipicamente di carattere qualitativo, anche gli aspetti quantitativi (minimo deflusso vitale, risparmio idrico, verifica delle concessioni, diversione degli scarichi, etc.).

A tal fine, il Piano individua, fra l'altro, zone di protezione corrispondenti ad aree da assoggettare a specifiche modalità di gestione finalizzate alla tutela delle risorse idriche sotterranee e superficiali, individuandole anche cartograficamente.

Relativamente all'ambiente idrico sotterraneo il Piano Regionale Tutela Acque distingue le aree di protezione delle acque sotterranee in zone del territorio pedecollina-pianura, collinare-montano.

Per il Comune di Piacenza, le zone di protezione delle acque sotterranee sono articolate in settori di ricarica delle falde di tipo A (aree caratterizzate da ricarica diretta della falda), di tipo B (aree caratterizzate da ricarica indiretta della falda), di tipo C (bacini imbriferi di primaria alimentazione dei settori di tipo A e B), di tipo D (fasce adiacenti agli alvei fluviali con prevalente alimentazione laterale subalvea), emergenze naturali di falda (fontanili), zone di riserva (presenza di risorse non ancora destinate al consumo umano e potenzialmente sfruttabili).

Il territorio comunale di Piacenza è suddiviso come illustrato nella Tav. G.3 ed esplicito in seguito:

- Settore A: Aree caratterizzate da ricarica diretta della falda, generalmente a ridosso della pedecollina, idrogeologicamente identificabili come sistema monostrato, contenente una falda freatica in continuità con la superficie da cui riceve alimentazione per infiltrazione;
- Settore B: Aree caratterizzate da ricarica indiretta della falda, generalmente comprese tra la zona A e la media pianura, idrogeologicamente identificabili come sistema debolmente compartimentato, in cui la falda freatica superficiale segue una falda semiconfinata in collegamento per drenanza verticale;
- Settore D: Fasce adiacenti agli alvei fluviali (250 metri per lato) con prevalente alimentazione laterale subalvea.

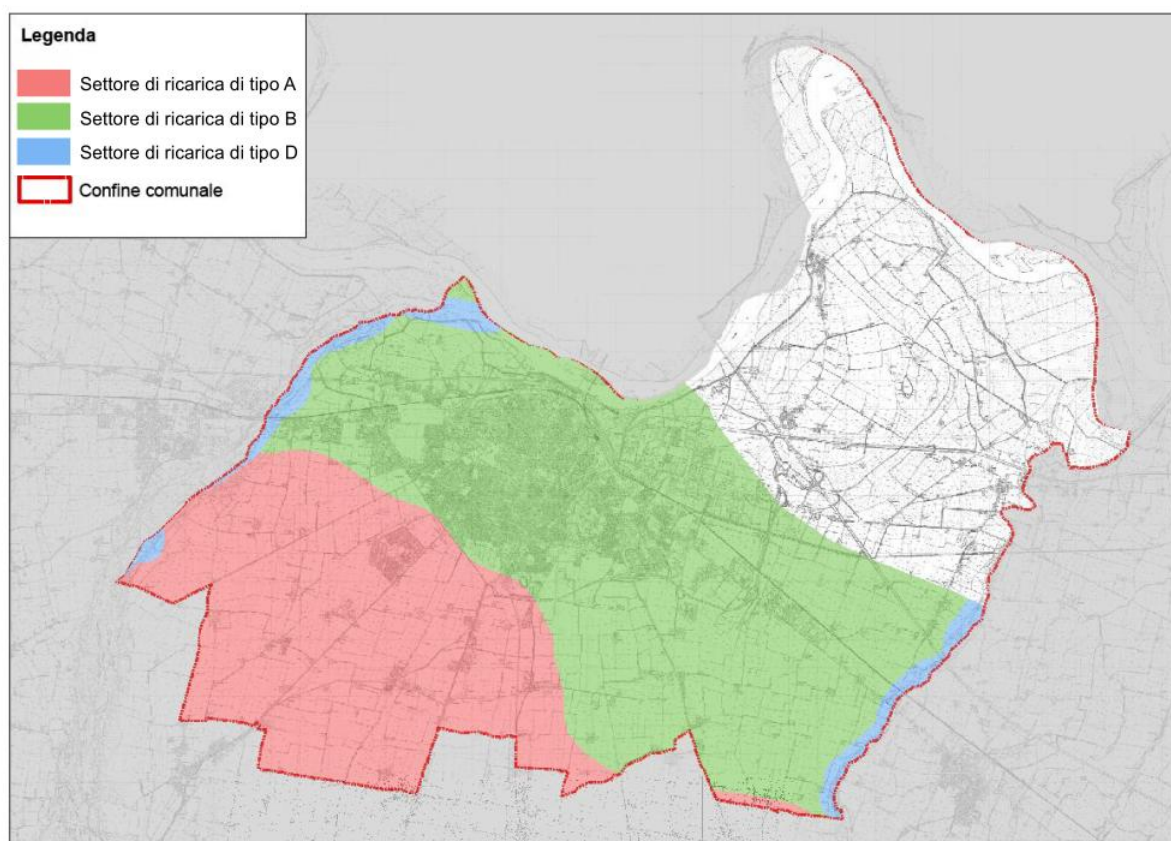


Figura 5.3 – Settori di ricarica della falda nel Comune di Piacenza

5.5. Pozzi ad uso idropotabile

Come specificato dal D.Lgs.152/2006 e s.m.i., *le regioni per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione.*

5.5.1. Zone di tutela assoluta e zone di rispetto delle opere di captazione

La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni: essa deve avere un'estensione in caso di acque sotterranee di almeno 10 metri di raggio dal punto di captazione, mentre la zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera di captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa; in assenza dell'individuazione da parte della Regione della zona di rispetto, la stessa ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione.

Nel territorio comunale di Piacenza sono presenti 23 pozzi ad uso idropotabile, di cui tre fuori esercizio, rappresentati cartograficamente in Figura 5.4, con le rispettive zone di rispetto individuate da una circonferenza di raggio 200 m dal punto di captazione applicando il criterio geometrico. In Tabella 5.1 i pozzi sono individuati nel dettaglio, in particolare è inserita la foto aerea relativa a ogni singolo pozzo (in cui vengono indicate zona di tutela assoluta e zona di rispetto), seguita dalla rappresentazione cartografica che indica le destinazioni d'uso del suolo circostanti, evidenziando la presenza di fonti di potenziale pressione (centri di pericolo).

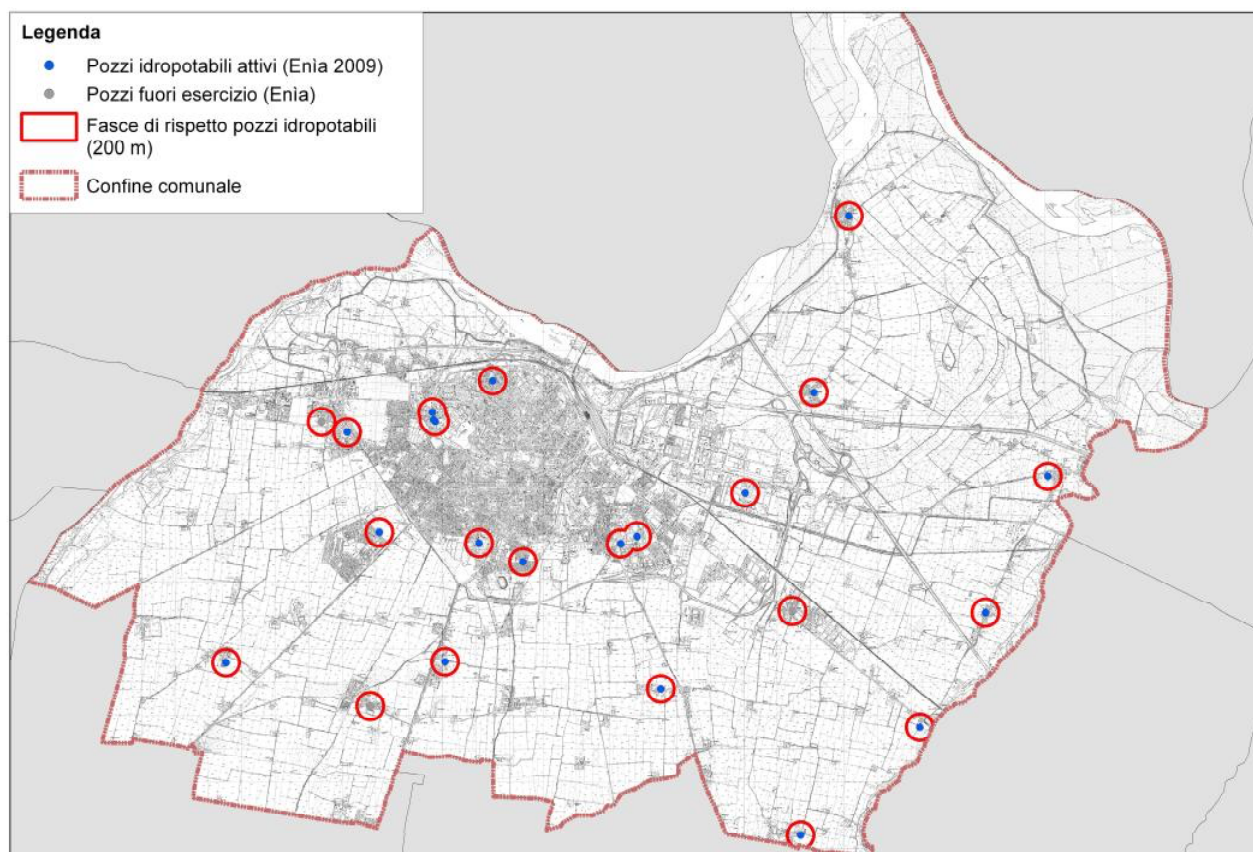










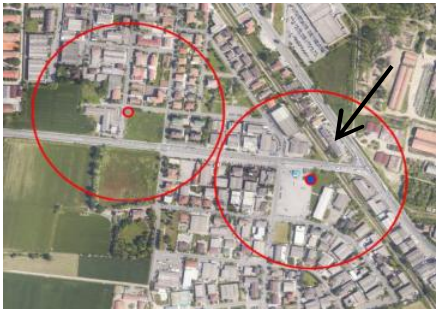








































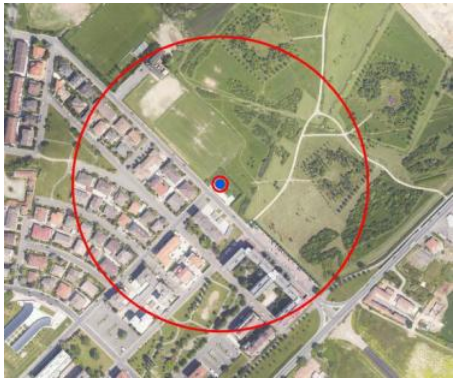





















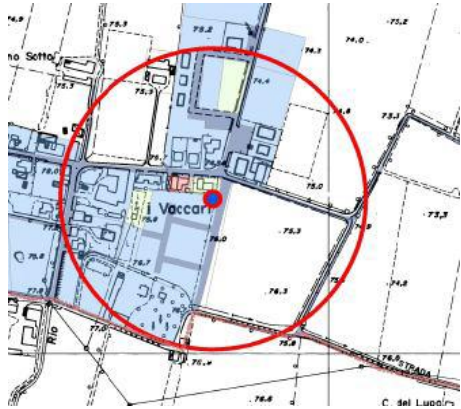

Figura 5.4 – Pozzi idropotabili situati all'interno del Comune di Piacenza, con le relative fasce di rispetto (criterio geometrico).











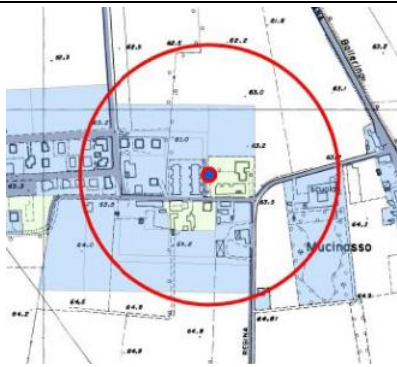






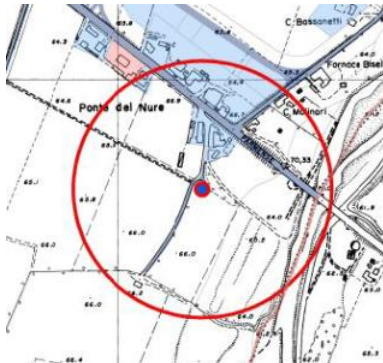






Tabella 5.1 – Informazioni relative ai pozzi idropotabili situati all'interno del Comune di Piacenza: rappresentazione cartografica e, destinazioni d'uso relative alle aree di rispetto, qualità delle acque distribuite.










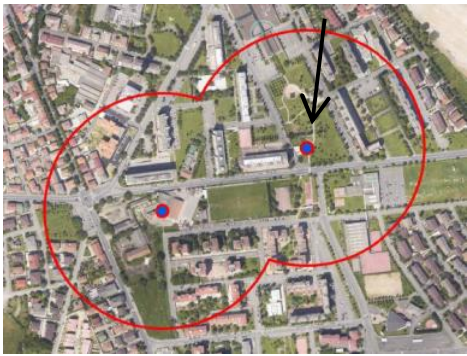








Pozzo	Foto aerea	Rappresentazione cartografica	Legenda
Pozzo Via Bentelli (fuori esercizio)			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m)  Pozzi idropotabili (Enia 2009)  Pozzi fuori esercizio (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Aree militari  Produttivo  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p>
Pozzo Via Einaudi (Veggieletta 2)			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m)  Pozzi idropotabili (Enia 2009)  Pozzi fuori esercizio (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Aree militari  Produttivo  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p>
Pozzo Via XXIV Maggio 53 (Barriera Torino 3)			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m)  Pozzi idropotabili (Enia 2009)  Pozzi fuori esercizio (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Aree militari  Produttivo  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p>


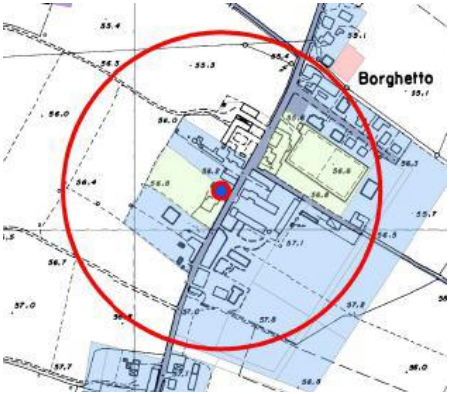


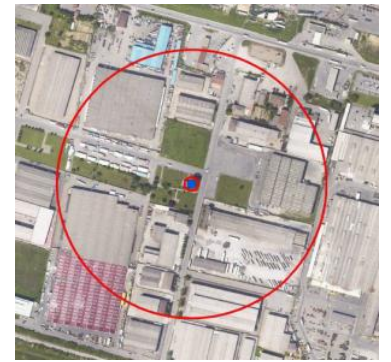
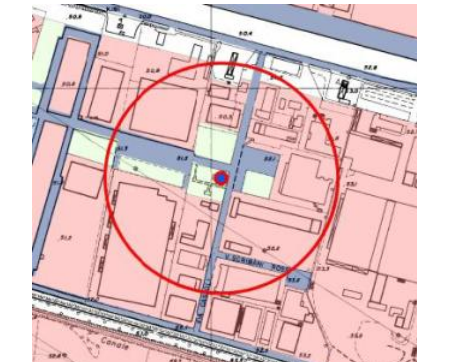
Pozzo	Foto aerea	Rappresentazione cartografica	Legenda
Pozzo Via XXIV Maggio 53 (Barriera Torino 2)			<p>  Pozzi: area di tutela assoluta (10 m) e fascia di rispetto (200 m) </p> <p>  Pozzi idropotabili (Enia 2009) </p> <p>  Pozzi fuori esercizio (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Aree militari  Produttivo  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p> <p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m) </p>
Pozzo Via XXIV Maggio (Barriera Torino 4)			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m) </p> <p>  Pozzi idropotabili (Enia 2009) </p> <p>  Pozzi fuori esercizio (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Aree militari  Produttivo  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p>
Pozzo Via De Longe (Besurica)			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m) </p> <p>  Pozzi idropotabili (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Aree industriali dismesse  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p>









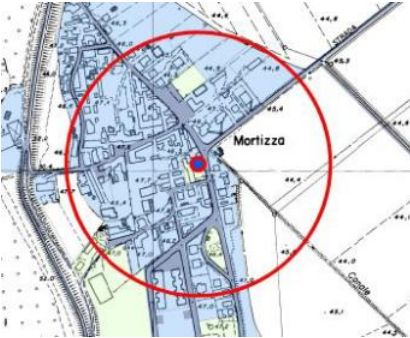





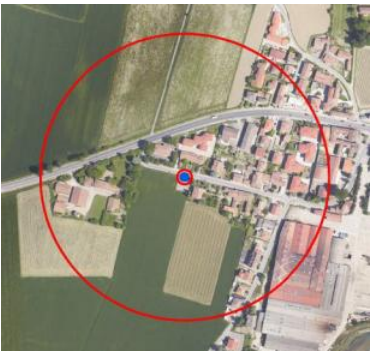







Pozzo	Foto aerea	Rappresentazione cartografica	Legenda
Pozzo Via Zambelli (Vallera)			<p>□ Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m)</p> <p>● Pozzi idropotabili (Enia 2009)</p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <ul style="list-style-type: none"> Residenziale Servizi Viabilità e parcheggi
Pozzo Via Degani			<p>□ Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m)</p> <p>● Pozzi idropotabili (Enia 2009)</p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <ul style="list-style-type: none"> Aree industriali dismesse Aree militari Produttivo Residenziale Servizi Viabilità e parcheggi
Pozzo Via Galilei (fuori esercizio)			<p>□ Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m)</p> <p>● Pozzi fuori esercizio (Enia 2009)</p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <ul style="list-style-type: none"> Cimiteri Residenziale Servizi Viabilità e parcheggi

Pozzo	Foto aerea	Rappresentazione cartografica	Legenda
Pozzo Via Repetti (La Verza)			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m)  Pozzi fuori esercizio (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Produttivo  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p>
Pozzo Via Foresti			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m)  Pozzi idropotabili (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p>
Pozzo Via Forlini (I Vaccari)			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m)  Pozzi idropotabili (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Produttivo  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p> <p>  Confine comunale </p>

Pozzo	Foto aerea	Rappresentazione cartografica	Legenda
Pozzo Via Labò (Galleana)			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m) </p> <p>  Pozzi idropotabili (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Aree industriali dismesse  Produttivo  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p>
Pozzo Via Diani (Mucinasso)			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m) </p> <p>  Pozzi idropotabili (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p>
Pozzo Via Emilia Parmense (Ponte sul Nure)			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m) </p> <p>  Pozzi idropotabili (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Produttivo  Residenziale  Viabilità e parcheggi </p> <p>  Confine comunale </p>

Pozzo	Foto aerea	Rappresentazione cartografica	Legenda
Pozzo Via Farnesiana (Farnesiana 1)			<p> Pozzi: area di tutela assoluta (10 m) e fascia di rispetto (200 m)</p> <p> Pozzi idropotabili (Enia 2009)</p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p> Aree industriali dismesse</p> <p> Produttivo</p> <p> Residenziale</p> <p> Servizi</p> <p> Viabilità e parcheggi</p>
Pozzo Via Marinai D'Italia (Farnesiana PEEP)			<p> Pozzi: area di tutela assoluta (10 m) e fascia di rispetto (200 m)</p> <p> Pozzi idropotabili (Enia 2009)</p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p> Aree industriali dismesse</p> <p> Produttivo</p> <p> Residenziale</p> <p> Servizi</p> <p> Viabilità e parcheggi</p>

Pozzo	Foto aerea	Rappresentazione cartografica	Legenda
Pozzo Borghetto			<p>Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m)</p> <p>Pozzi idropotabili (Enia 2009)</p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <ul style="list-style-type: none"> Produttivo Residenziale Servizi Viabilità e parcheggi Cimiteri
Pozzo Via Scotti (fuori esercizio)			<p>Pozzi: area di tutela assoluta (10 m) e fascia di rispetto (200 m)</p> <p>Pozzi fuori esercizio (Enia 2009)</p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <ul style="list-style-type: none"> Produttivo Residenziale Servizi Viabilità e parcheggi
Pozzo Via Conti (Caorsana)			<p>Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m)</p> <p>Pozzi idropotabili (Enia 2009)</p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <ul style="list-style-type: none"> Produttivo Residenziale Servizi Viabilità e parcheggi

Pozzo	Foto aerea	Rappresentazione cartografica	Legenda
Pozzo Gerbido			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m) </p> <p>  Pozzi idropotabili (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p>
Pozzo Mortizza			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m) </p> <p>  Pozzi idropotabili (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p>
Pozzo Roncaglia nuovo			<p>  Pozzi: zona di tutela assoluta (10 m) e zona di rispetto (200 m) </p> <p>  Pozzi idropotabili (Enia 2009) </p> <p>Destinazione d'uso da PRG</p> <p>  Produttivo  Residenziale  Servizi  Viabilità e parcheggi </p>

6. PEDOLOGIA

Il suolo, essendo l'ambiente di contatto tra litosfera, atmosfera e biosfera, è soggetto all'azione integrata di numerosi processi fisici, chimici e biologici, a loro volta condizionati dal tempo (durata dei processi pedogenetici), dal clima, dalla morfologia (rilievo) dalla roccia madre, e dagli organismi viventi (fattore biotico).

In riferimento all'ampia gamma di fattori che influenzano i processi pedogenetici, nelle zone di specifico interesse è utilizzata la metodologia di analisi introdotta dalla Regione Emilia Romagna "I suoli dell'Emilia Romagna". La classificazione e la zonizzazione dell'areale pedologico è basata sui seguenti caratteri:

- pendenza: parametro per la stima in percentuale del gradiente topografico dell'orizzonte pedogenetico;
- rocciosità: parametro per la valutazione in percentuale del grado di affioramento del substrato roccioso;
- pietrosità superficiale: parametro utilizzato per quantificare in percentuale la frazione grossolana;
- profondità: profondità alla quale si attesta il confine tra il suolo e il sottostante substrato roccioso;
- disponibilità d'ossigeno: parametro valutato mediante la misurazione dell'acqua libera, l'imbibizione capillare e le tracce di idromorfia;
- tessitura: parametro che definisce la composizione granulometrica del suolo attraverso la stima della percentuale di sabbia (diametro: 2 - 0,05 mm), limo (diametro: 0,05 - 0,002 mm) e argilla (diametro: < 0,002 mm);
- scheletro: parametro per quantificare il tipo e i volumi dei frammenti rocciosi con diametro > 2 mm presenti nel suolo;
- calcare totale: parametro per la quantificazione in percentuale del calcare presente nella frazione di suolo inferiore a 2 mm;
- reazione: parametro per la valutazione del grado di acidità e di alcalinità del suolo in funzione del pH;
- salinità: parametro per la quantificazione del contenuto salino in funzione della conducibilità elettrica dell'estratto di saturazione espressa in millimhoms per cm.

Il quadro pedologico del Comune di Piacenza è caratterizzato dalle consociazioni di suolo descritte nei successivi capitoli.

6.1. BELLARIA (BEL1)

Descrizione

I suoli Bellaria sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura da media a moderatamente fine. E' presente ghiaia non alterata a partire da due metri circa di profondità.

Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 1994)	loamy, mixed, mesic Udifluventic Ustochrepts
Legenda FAO	Calcaric Cambisols

Ambiente


I suoli Bellaria sono in aree di conoide o in superfici terrazzate recentemente abbandonate ed incise dai fiumi appenninici ed in zone di pianura pedecollinare interessate di recente da rotte fluviali di modesta entità.

In queste terre la pendenza varia dallo 0,5 allo 0,8%.

Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura da media a grossolana. La densità di urbanizzazione è elevata. L'uso agricolo del suolo è a seminativo semplice, prato e vigneto.

Opere atte a regolare il deflusso delle acque non sono in genere necessarie.

PROFILO DI RIFERIMENTO

<p>Ap 0-50 cm; franco limoso, di colore bruno grigiastro scuro (2.5Y4/3), frammenti poliedrici moderatamente sviluppati; molte radici fini; macropori fini; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH 7,9); limite abrupto lineare.</p> <p>Bw 50-65 cm; franco, con lenti a tessitura franco sabbiosa, di colore bruno oliva (2.5Y4/4); struttura principale poliedrica subangolare media moderatamente sviluppata e secondaria poliedrica subangolare grossolana moderatamente sviluppata; poche radici fini; macropori fini; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH = 8,1); limite chiaro lineare.</p> <p>BC 65-95 cm; franco limoso, con lenti a tessitura franco sabbiosa, di colore bruno oliva (2.5Y4/4); struttura poliedrica angolare molto grossolana, debolmente sviluppata; poche radici fini; macropori fini; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH = 8,2); limite chiaro ondulato.</p> <p>C1 95-135 cm; franco limoso, di colore bruno oliva (2.5Y4/4); massivo; poche radici fini; macropori molto fini; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH = 8,2); limite chiaro lineare.</p> <p>C2 135-155 cm; franco limoso, di colore bruno oliva (2.5Y4/4); struttura poliedrica angolare molto grossolana, debolmente sviluppata; poche radici fini; macropori molto fini; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH = 8,3); limite chiaro lineare.</p>	
--	--

Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H ₂ O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	50	31,0	52,0	17,0	2,1	7,9	20,0	5,0	13,5		6,2
50	65	38,0	52,0	10,0	1,0	8,1	26,0	4,0	9,7		
65	95	27,0	62,0	11,0	0,9	8,2	25,0	11,0	10,0		8,6
95	135	23,0	67,0	10,0	0,8	8,2	27,0	5,0	8,6		
135	155	61,0	31,0	8,0	0,6	8,3	30,0	4,0	6,8		

6.2. BORGHESA (BOG1)Descrizione

I suoli Borghesa sono molto profondi, a tessitura da media a moderatamente fine, molto calcarei e moderatamente alcalini. E' presente ghiaia non alterata oltre il metro di profondità.

Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 1994)	loamy, mixed, mesic Udifluventic Ustochrepts
Legenda FAO	Calcaric Cambisols

Ambiente

I suoli Borghesa sono nella piana pedemontana in ambiente di conoide recente, paleoalvei e terrazzi alluvionali. In queste terre la pendenza è attorno allo 0.2-1%. Il substrato è costituito da alluvioni ghiaiose con tessitura da media a grossolana, mentre il materiale di partenza è costituito da depositi prevalentemente limosi. L'uso agricolo del suolo è a seminativo semplice, prati poliennali.

PROFILO DI RIFERIMENTO

<p>Ap 0-45 cm; franco argilloso limoso, di colore bruno grigiastro scuro (2.5Y4/3); frammenti poliedrici moderatamente sviluppati; comuni radici fini; macropori molto fini; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH = 7,9); limite chiaro lineare.</p> <p>Bw 45-80 cm; franco limoso, di colore bruno oliva (2.5Y4/4); struttura poliedrica subangolare molto grossolana; moderatamente sviluppata; poche radici molto fini; macropori fini; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH = 8,1); limite chiaro lineare.</p> <p>BC 80-105 cm; franco limoso, di colore bruno grigiastro scuro (2.5Y4/3); struttura poliedrica angolare media, moderatamente sviluppata; macropori fini; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH = 8,1); limite abrupto lineare.</p> <p>2C 105-150 cm; sabbioso franco estremamente ghiaioso grossolano; ghiaia grossolana 60%, prevalentemente calcarea o calcareo marnosa; terra fine di colore bruno grigiastro scuro (2.5Y4/2); incoerente; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH = 8,1).</p>	
--	--

Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H ₂ O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	45	5,0	66,0	29,0	2,7	7,9	9,0	4,0	23,1		3,9
45	80	9,0	74,0	17,0	1,4	8,1	21,0	7,0	17,8		4,9
80	105	29,0	54,0	17,0	1,0	8,1	25,0	6,0	16,2		5,4
105	135	84,0	8,0	8,0	0,4	8,1	26,0	2,0	8,8		9,5

6.3. CASTELVETRO, su aree raramente inondabili (CAS1)Descrizione

I suoli "Castelvetro su aree raramente inondabili" sono molto profondi, molto calcarei e moderatamente alcalini, a tessitura franca limosa o franca.

Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 1994)	loamy, mixed, mesic Aquic Ustochrepts
Legenda FAO	Calcaric Cambisols

Ambiente

I suoli "Castelvetro su aree raramente inondabili" sono nella piana a meandri lungo il corso attuale del fiume Po in superfici comprese tra l'argine maestro e gli arginelli minori destinati a contenere le piene ordinarie.

In queste terre la pendenza varia dallo 0,1 allo 0,5%.

Il substrato è costituito da sedimenti fluviali a tessitura da media a grossolana, talvolta presenti in strati a tessitura contrastante. La densità di urbanizzazione è moderata. L'uso agricolo del suolo è a seminativo semplice e colture legnose (pioppo).

Opere atte a regolare il deflusso delle acque sono necessarie saltuariamente e solo a livello aziendale (scoline poco profonde, baulature).

PROFILO

DI

RIFERIMENTO

Ap 0-50 cm; franco limoso, di colore bruno oliva (2.5Y4/4); frammenti poliedrici subangolari grossolani debolmente sviluppati; macropori molto fini, 0,1%; comuni radici fini; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH =7,8); limite chiaro lineare.

Bw 50-70 cm; franco limoso, di colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/4), con comuni screziature bruno giallastre (10YR5/6) e bruno grigiastre (2.5Y5/2); struttura poliedrica angolare grossolana moderatamente sviluppata; macropori fini 0,5%; poche radici fini; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH =8,1); limite chiaro lineare.

C1 70-85 cm; franco limoso, di colore bruno oliva (2.5Y5/4), con comuni screziature grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2) e bruno giallastre (10YR5/6); massivo, macropori molto fini 0,5%; poche radici fini; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH =8,1); limite chiaro lineare.

C2 85-100 cm; franco limoso, di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), con comuni screziature bruno giallastre (10YR5/6); massivo, macropori molto fini 0,5%; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH =8,1); limite chiaro lineare.

C3 100-120 cm; franco limoso, di colore bruno oliva (2.5Y5/4), con molte screziature bruno grigiastre (2.5Y5/1) e comuni screziature bruno giallastro scuro (10YR4/6); massivo, macropori molto fini 0,2%; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH =8,1); limite chiaro ondulato.

C4 120-160 cm; franco sabbioso, di colore bruno grigiastro (2.5Y5/2), con molte screziature bruno giallastre (10YR5/6); massivo, macropori molto fini 0,1%; violenta effervescenza all'HCl; moderatamente alcalino (pH =8,1).



Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H ₂ O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	50	22,0	58,0	20,0	2,1	7,8	12,0	5,0	18,7		4,6
50	70	5,0	74,0	21,0	1,1	8,1	18,0	10,0	18,2		5,0
70	85	38,0	53,0	9,0	0,6	8,1	15,0	3,0	13,4		6,8
85	100	42,0	52,0	6,0	0,5	8,1	14,0	3,0	11,1		8,3
100	120	41,0	52,0	7,0	0,5	8,1	14,0	3,0	13,1		6,9
120	160	50,0	44,0	6,0	0,5	8,1	15,0	3,0	8,7		10,8

6.4. CASTELVETRO, su aree frequentemente inondabili (CAS2)

Descrizione

I suoli "Castelvetro su aree frequentemente inondabili" sono molto profondi, molto calcarei e moderatamente alcalini, a tessitura franca limosa o franca.

Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 1994)	loamy, mixed, mesic Aquic Ustochrepts
Legenda FAO	Calcaric Cambisols


Ambiente

I suoli "Castelvetro su aree frequentemente inondabili" sono nella piana a meandri lungo il corso attuale del fiume Po in superfici comprese tra l'alveo e gli arginelli minori destinati a contenere le piene ordinarie.

In queste terre la pendenza varia dallo 0,1 allo 0,5%.

Il substrato è costituito da sedimenti fluviali a tessitura da media a grossolana, talvolta presenti in strati a tessitura contrastante. La densità di urbanizzazione è moderata. L'uso agricolo del suolo prevalente è a pioppeto, subordinatamente a seminativo semplice.

PROFILO DI RIFERIMENTO

<p>Ap 0-25 cm; franco limoso, di colore bruno oliva (2.5Y4/4); frammenti poliedrico subangolari grossolani, debolmente sviluppati; macropori fini, 0.3%; radici molto fini, poche; effervescenza all'HCL, violenta; limite chiaro lineare.</p> <p>Bw 25-70 cm; franco limoso, di colore bruno oliva (2.5Y4/4) con comuni screziature di colore grigio (2.5Y5/1) e bruno giallastro (10YR 5/6); aggregazione poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata; macropori fini, 0.3%; radici molto fini, poche; effervescenza all'HCL, violenta; limite chiaro ondulado.</p> <p>C1 70-110 cm; franco limoso, di colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3) con comuni screziature di colore grigio (2.5Y5/1) e bruno giallastro (10YR 5/6); struttura massiva; macropori fini, 0.3%; radici molto fini, poche; effervescenza all'HCL, violenta; limite graduale lineare.</p> <p>C2 110-150 cm; franco limoso, di colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3) con comuni screziature di colore grigio (2.5Y5/1) e bruno giallastro scuro (10YR 4/6); struttura massiva; macropori fini, 0.5%; radici molto fini, poche; effervescenza all'HCL, violenta; limite sconosciuto.</p>	
---	---

Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H2O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	25	8,0	79,0	13,0	2,3	8,0	18,0	10,0			
25	70	8,0	81,0	11,0	1,8	8,0	18,0	10,0			
70	110	4,0	80,0	16,0	1,3	8,1	23,0	12,0			
110	150	5,0	80,0	15,0	1,3	8,1	23,0	11,0			

6.5. MORTIZZA, su aree raramente inondabili (MOR1)

Descrizione

I suoli "Mortizza, su aree raramente inondabili" sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura media o moderatamente grossolana. E' presente la sabbia entro 1 metro di profondità.

Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 1994)	loamy over sandy, mixed (calcareous), mesic Fluventic Ustochrepts
Legenda FAO	Calcaric Fluvisols


Ambiente

I suoli "Mortizza, su aree raramente inondabili" sono nella piana a meandri lungo il corso attuale del fiume Po in superfici comprese tra l'argine maestro e gli arginelli minori destinati a contenere le piene ordinarie, in ambiente di barra di meandro.

In queste terre la pendenza varia dallo 0,1 allo 0,6%.

Il substrato è costituito da sedimenti fluviali a tessitura grossolana. La densità di urbanizzazione è moderata. L'uso agricolo del suolo è a seminativo semplice e colture legnose (pioppo).

PROFILO DI RIFERIMENTO

<p>Ap 0-40 cm; franco limoso, di colore bruno oliva (2,5Y4/4); frammenti poliedrici subangolari grossolani, macropori molto fini, 0,3%; poche radici molto fini; moderatamente alcalino, violenta effervescenza all'HCl; limite chiaro lineare.</p> <p>Bw 40-70 cm; franco limoso, di colore bruno oliva (2,5Y4/4); struttura poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata, macropori fini, 0,3%; poche radici molto fini; moderatamente alcalino, violenta effervescenza all'HCl; limite abrupto lineare.</p> <p>2C 70-150 cm; sabbia, di colore bruno grigiastro scuro (2,5Y4/2) (colore asciutto bruno grigiastro chiaro-2,5Y6/2); incoerente; moderatamente alcalino, violenta effervescenza all'HCl.</p>	
--	---

Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H ₂ O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	40	19,0	64,0	17,0	1,8	7,9	13,0	5,0			
40	70	11,0	74,0	15,0	1,1	8,0	16,0	6,0			
70	120	95,0	3,0	2,0	0,1	8,2	9,0	1,0			
120	150	96,0	3,0	1,0	0,1	8,1	9,0	1,0			

6.6. MORTIZZA, su aree frequentemente inondabili (MOR2)

Descrizione

I suoli "Mortizza, su aree frequentemente inondabili" sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura moderatamente grossolana o media. E' presente la sabbia entro 1 metro di profondità.

Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 1994)	loamy over sandy, mixed, mesic Udifluventic Ustochrepts
Legenda FAO	Calcaric Cambisols


Ambiente

I suoli "Mortizza, su aree frequentemente inondabili" sono nella piana a meandri lungo il corso attuale del fiume Po in superfici comprese tra l'alveo e gli arginelli minori destinati a contenere le piene ordinarie, in ambiente di barra di meandro.

In queste terre la pendenza varia dallo 0,1 allo 0,6%.

Il substrato è costituito da sedimenti fluviali a tessitura grossolana. La densità di urbanizzazione è moderata. L'uso agricolo del suolo è a pioppeto.

PROFILO DI RIFERIMENTO

<p>Ap 0-30 cm; franco limoso, di colore bruno oliva (2.5Y4/3); frammenti poliedrico subangolari medi, debolmente sviluppati; macropori molto fini, 0.2%; radici fini, molte; effervescenza all'HCL, violenta; limite chiaro lineare.</p> <p>Bw 30-60 cm; franco limoso, di colore bruno oliva (2.5Y4/4); aggregazione poliedrico subangolare media, debolmente sviluppata; macropori fini, 0.5%; radici fini, comuni; effervescenza all'HCL, violenta; limite chiaro ondulato.</p> <p>C1 60-80 cm; franco, di colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/4); struttura massiva; macropori fini, 0.5%; radici molto fini, poche; effervescenza all'HCL, violenta; limite abrupto lineare.</p> <p>2C2 80-150 cm; sabbioso, di colore bruno giallastro chiaro (2.5Y 6/3); struttura incoerente; effervescenza all'HCL, violenta; limite sconosciuto.</p>	
---	--

Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H2O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	30	6,0	76,0	18,0	2,4	8,0	18,0	11,0	23,8		0,3
30	60	5,0	77,0	18,0	1,5	8,2	20,0	11,0	21,6		0,2
60	80	27,0	64,0	9,0	1,0	8,2	16,0	5,0	18,9		0,4
80	110	99,0	0,5	0,5	0,1	8,3	3,0	2,0	1,3		2,3

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H ₂ O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
110	150	99,0	1,0	0,0	0,1	8,4	4,0	3,0	4,1		0,7

6.7. RONCOLE VERDI argillosa limosa (RNV2)

Descrizione

I suoli "Roncole Verdi argillosa limosa" sono molto profondi, da non calcarei a scarsamente calcarei, da neutri a debolmente alcalini ed a tessitura argillosa limosa nella parte superiore, da non calcarei a moderatamente calcarei, da debolmente a moderatamente alcalini ed a tessitura argillosa limosa o franca argillosa limosa in quella inferiore.

Sono presenti in profondità (80-100 cm) orizzonti a forte accumulo di carbonato di calcio.

Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 1994)	fine, mixed, mesic Udertic Ustochrepts
Legenda FAO	Haplic Calcisols

Ambiente

I suoli "Roncole Verdi argillosa limosa" si trovano nella piana pedemontana in ambiente di conoide alluvionale ed interconoide alluvionale e nella piana a copertura alluvionale, nell'ambiente di argine naturale prossimale antico su superfici debolmente rilevate, non più interessate da apporti sedimentari nel corso degli ultimi millenni.

In queste terre la pendenza varia tra lo 0,1 e il 2,0%.

Il substrato è presumibilmente costituito da alluvioni fini o moderatamente fini.

L'uso agricolo del suolo è a seminativo semplice e arborato, subordinato il vigneto e il frutteto.

PROFILO DI RIFERIMENTO

Ap1 0-40 cm; argilloso limoso; colore tra bruno scuro e bruno (10YR4/3); struttura poliedrica angolare fine forte (nei primi 15 cm) e struttura poliedrica subangolare grossolana debolmente sviluppata; pochi noduli di Mn, piccoli; effervescenza debole; debolmente alcalino; limite chiaro ondulato.

Ap2/Bw 40-55 cm.; argilloso; colore tra bruno scuro e bruno (10YR4/3); frammenti poliedrici sub angolari grossolani debolmente sviluppati; poche facce di pressione; pochi noduli di Mn, piccoli; effervescenza debole; debolmente alcalino; limite chiaro ondulato.

Bw 55-70 cm; argilloso limoso, colore della matrice bruno giallastro (10YR5/6), colore delle facce degli aggregati tra bruno scuro e bruno (10YR4/3); aggregazione poliedrica angolare grossolana, moderatamente sviluppata; comuni facce di pressione; pochi noduli di Mn, piccoli; effervescenza debole; moderatamente alcalino; limite chiaro lineare.

Bk1 70-90 cm; franco argilloso limoso, colore della matrice oliva bruno chiaro (2.5Y5/4); screziature bruno grigiastre (2.5Y5/2) e giallo brunastre (10YR6/8), comuni, fini, con contrasto distinto e limite chiaro; aggregazione poliedrica subangolare grossolana, moderatamente sviluppata, tendente a prismatica; poche pellicole orientate per pressione; comuni concentrazioni soffici di carbonato di calcio, medie; effervescenza violenta; moderatamente alcalino; limite chiaro lineare.

Bk2 90-115 cm; franco argilloso limoso, colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); molte screziature grigie brunastre chiare (2.5Y6/2) e comuni giallo brunastre (10YR6/8), fini, con contrasto distinto e limite chiaro; aggregazione poliedrica subangolare grossolana, moderatamente sviluppata che si suddivide in poliedrica fine; molte concentrazioni soffici e poche concrezioni di carbonato di calcio medie e fini; effervescenza violenta; moderatamente alcalino; limite graduale lineare.

Bgb 115-140 cm; argilloso limoso; colore grigio scuro (5Y4/1); screziature comuni bruno scure (7.5YR5/8) e bruno giallastro (10YR5/8), fini, a contrasto distinto, con limite chiaro disposte soprattutto nella matrice; aggregazione poliedrica subangolare grossolana fortemente sviluppata, tendente a prismatica, pellicole orientate per pressione e scorrimento; concentrazioni soffici di carbonato di calcio, filiformi, comuni; frammenti carboniosi; effervescenza debole; moderatamente alcalino.

Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H ₂ O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	40	12,0	40,0	48,0	1,7	7,5	1,0	0,0	31,3		0,7
40	55	11,0	37,0	52,0	0,9	7,7	1,0	0,0	32,3		0,8
55	70	12,0	42,0	46,0	1,0	8,1	5,0	3,0	27,2		4,0
70	90	20,0	50,0	30,0	0,8	8,3	24,0	11,0	19,0		1,2
90	115	11,0	51,0	38,0	0,7	8,4	26,0	14,0	20,3		0,9
115	140	13,0	43,0	44,0	0,8	8,3	4,0	3,0	27,2		1,3

6.8. RONCOLE VERDI franca argillosa limosa (RNV1)Descrizione

I suoli "Roncole Verdi franca argillosa limosa" sono molto profondi, da non calcarei a scarsamente calcarei, da neutri a debolmente alcalini ed a tessitura franca argillosa limosa nella parte superiore, da **AMBITER s.r.l.**

non calcarei a moderatamente calcarei, da debolmente a moderatamente alcalini ed a tessitura argillosa limosa o franca argillosa limosa in quella inferiore. Sono presenti in profondità (80-130 cm) orizzonti a forte accumulo di carbonato di calcio.

Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 1994)	fine, mixed, mesic Udic Ustochrepts
Legenda FAO	Haplic Calcisols

Ambiente

I suoli "Roncole Verdi franca argillosa limosa" si trovano nella piana pedemontana in ambiente di conoide alluvionale ed interconoide alluvionale e nella piana a copertura alluvionale, nell'ambiente di argine naturale prossimale antico su superfici debolmente rilevate, non più interessate da apporti sedimentari nel corso degli ultimi millenni.

In queste terre la pendenza varia tra lo 0,1 e il 2,0%.

Il substrato è presumibilmente costituito da alluvioni fini o moderatamente fini.

L'uso agricolo del suolo è a seminativo semplice e arborato, subordinato il vigneto e il frutteto.

PROFILO DI RIFERIMENTO

<p>Ap 0 - 65 cm; franco argilloso limoso; colore della matrice tra bruno e bruno scuro (10YR4/3); colore secco bruno oliva chiaro (2.5Y 5/4); poche pisoliti ferromanganesifere, fini; poche concrezioni di carbonato di calcio, fini; non calcareo; debolmente alcalino; limite abrupto ondulato.</p> <p>Bw1 65 - 85 cm; argilloso; colore della matrice bruno oliva (2.5y 4/4); facce bruno grigiastro scuro (2.5y 4/2); struttura prismatica grossolana e poliedrica angolare media fortemente sviluppate; poche pisoliti ferromanganesifere, fini; poche concrezioni di carbonato di calcio, fini; molte pellicole orientate per pressione; non calcareo; moderatamente alcalino; limite chiaro lineare.</p> <p>Bw2 85 - 100 cm; argilloso limoso; colore della matrice tra bruno grigiastro scuro e bruno oliva (2.5y 4/3); struttura poliedrica angolare grossolana debole; pochi pori molto fini; poche pisoliti ferromanganesifere, fini; poche concrezioni di carbonato di calcio, fini; comuni pellicole orientate per pressione; scarsamente calcareo; moderatamente alcalino; limite graduale.</p> <p>Bk 100 - 130 cm; franco argilloso limoso; colore della matrice bruno oliva chiaro (2.5y 5/4); facce e superfici dei pori tra grigio e grigio chiaro (5Y 6/1); struttura poliedrica angolare grossolana moderatamente sviluppata; molti pori molto fini; comuni concentrazioni soffici di carbonato di calcio, fini; comuni concrezioni di carbonato di calcio, grossolane; molto calcareo; moderatamente alcalino; limite sconosciuto.</p>	
--	--

Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H ₂ O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	65	14,0	49,0	37,0	1,8	7,8	0,0	0,0	30,2		0,9

65	85	14,0	39,0	47,0	0,6	8,1	0,0	0,0	29,0		0,9
85	110	12,0	45,0	43,0	0,6	8,1	1,0	1,0	27,9		0,9
100	130	16,0	55,0	29,0	0,4	8,2	19,0	19,0	17,6		1,4

6.9. CONFINE franca argillosa limosa (CON3)

Descrizione

I suoli "Confine franca argillosa limosa" sono molto profondi; gli orizzonti superficiali sono da non calcarei a scarsamente calcarei, da debolmente acidi a moderatamente alcalini ed a tessitura franca argillosa limosa con scheletro ghiaioso da assente a comune; gli orizzonti profondi sono da non calcarei a molto scarsamente calcarei, da neutri a debolmente alcalini ed a tessitura da media a moderatamente fine con scheletro ghiaioso da abbondante a molto abbondante.

Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 1994)	loamy skeletal, mixed, mesic Udic Ustochrepts
Legenda FAO	Chromic Cambisols

Ambiente

I suoli "Confine franca argillosa limosa" sono in antiche superfici della piana pedemontana, in prossimità dei principali corsi d'acqua appenninici.

In queste terre la pendenza varia dallo 0,5 al 3%.

Il substrato è costituito da alluvioni ghiaiose. La densità di urbanizzazione è elevata. L'uso del suolo è a prato poliennale e seminativo semplice, con subordinati il vigneto ed il frutteto.

PROFILO

DI

RIFERIMENTO

Ap 0-40 cm umido; bruno scuro (10YR 3.5/3); franco argilloso limoso; scheletro scarso arrotondato ghiaioso grossolano; struttura poliedrica subangolare molto grossolana tendente alla prismatic moderatamente sviluppata; concentrazioni soffici di carbonato di calcio poche e fini; pori medi, molti, tubulari ad alta continuità e pori grossi comuni; molto debole effervescenza; limite chiaro lineare;

2Bw 40-60 cm umido; bruno scuro (7.5YR 3/4); franco argilloso limoso; scheletro comune alterato arrotondato ghiaioso grossolano; struttura poliedrica subangolare media moderatamente sviluppata; pori medi, comuni ad alta continuità; debole effervescenza; limite chiaro ondulato;

2C 60-120 cm umido; bruno giallastro scuro (10YR 3/4); franco argilloso; scheletro molto abbondante, arrotondato, ciottoloso, in parte alterato; debole-forte effervescenza; limite sconosciuto;



Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min. cm	Prof. Max. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H ₂ O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	40	22,0	46,0	32,0	1,2	8,0	1,0	0,9	21,2		0,4
40	60	23,0	52,0	25,0	2,4	7,9	1,0	0,9	23,0		0,4

7. SISMICITÀ DEL TERRITORIO

La Provincia di Piacenza è soggetta ad un'attività sismica bassa, indotta da alcuni e storicamente documentati terremoti, con epicentro nell'ambito del territorio provinciale, e di riflesso dagli eventi più intensi provenienti dalle province limitrofe.

Dall'esame delle registrazioni dei terremoti, riportati nella specifica letteratura divulgativa (catalogo ENEL - PFG, bollettino sismico mensile dell'Istituto Nazionale di Geofisica e rapporti sull'attività sismica dell'Istituto di Geofisica e Geodetica dell'Università di Genova), si evince che la sismicità si concentra, in particolare modo, nel settore settentrionale.

Nel complesso il territorio provinciale può essere ritenuto potenzialmente pericoloso, anche se la sismicità è molto bassa. Nell'ambito territoriale della pianura piacentina gli epicentri dei terremoti sono concentrati lungo i piani di rottura del substrato terziario in corrispondenza del fascio di accavallamento dell'E.T.F., descritto nel precedente par. 2.1.

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla base degli studi effettuati dal Servizio Sismico Nazionale (S.S.N.) e dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (G.N.D.T.), ha suddiviso il territorio nazionali in 4 classi con livelli decrescenti di pericolosità sismica.

In Figura 7.1 è riportata la classificazione sismica della regione Emilia Romagna. La massima intensità risentita nel territorio Comunale di Piacenza è pari a $I \leq 6$. Il territorio comunale è stato inoltre classificato, ai sensi dell'Ord. P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 in 'zona 4'.

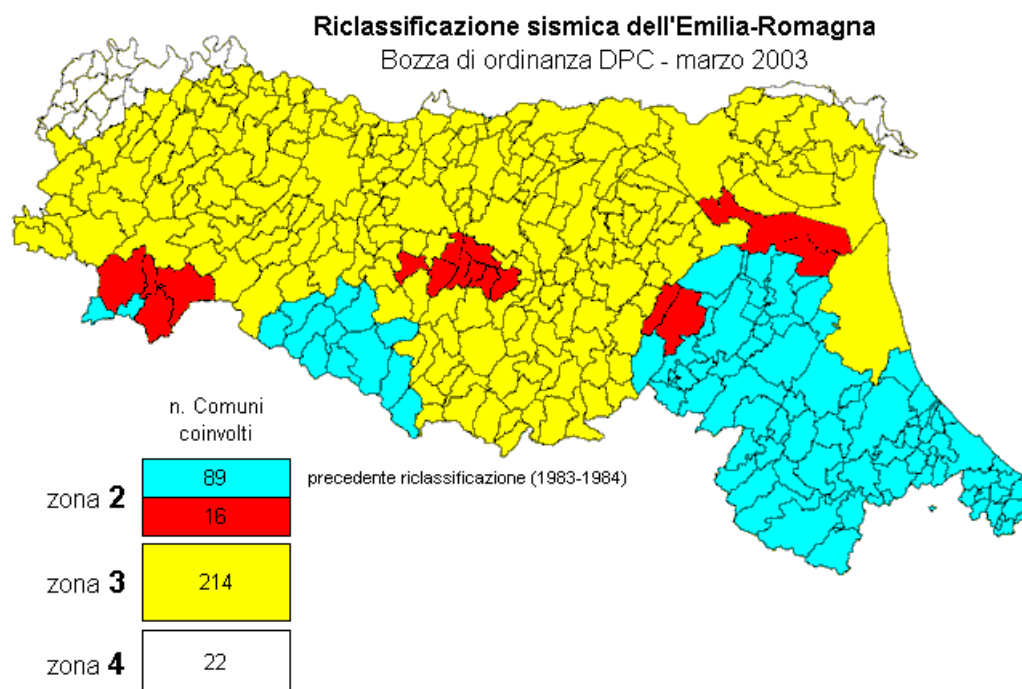


Figura. 7.1 – Classificazione sismica della regione Emilia Romagna.

7.1. Storia sismica del territorio comunale

Per un'analisi della sismicità che ha interessato in passato l'area in oggetto si è fatto riferimento ai seguenti cataloghi:

1. catalogo NT4.1 (1997): comprende gli eventi principali con intensità macrosismica $I_{MCS} > 4.0$ avvenuti dal 1000 al 1980; nell'area del comune di Piacenza e nelle aree circostanti sono stati estratti (Figura 7.2) circa dieci terremoti con intensità epicentrale MCS I = 4 - 6 e cinque terremoti con intensità epicentrale MCS I = 6 e 8; in termini di magnitudo tali eventi sono pari a $M = 5 - 6$.

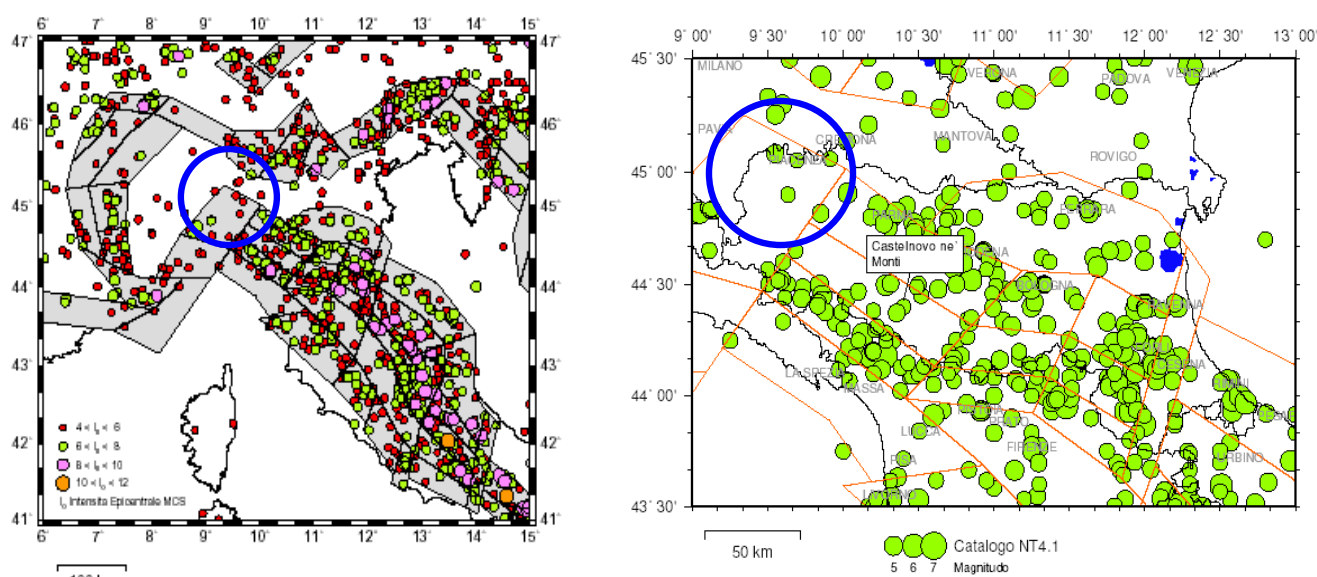


Figura 7.2 – Epicentri dei terremoti che hanno interessato l'area in esame, in funzione dell'intensità macrosismica ($I_{MCS} > 4$) e della magnitudo.

2. Catalogo Parametrico ("unificato") dei Terremoti Italiani (CPTI): primo prodotto comune di riferimento per le stime di hazard, nato nel 1999 come risultato degli studi operati nel settore della sismologia storica e della macrosismica degli ultimi venti anni. Il catalogo contiene 2480 eventi di cui sono riportate le seguenti informazioni e a cui è associato un database di riferimento per poter compiere le necessarie correlazioni tra ciascun evento e il sito in esame:

- Tr tipo di record
- Ye anno
- Mo mese
- Da giorno
- Ho ora

- Mi minuto
- Se secondo
- AE denominazione dell'area dei massimi effetti
- Rt codice bibliografico dello studio di riferimento
- Np numero dei punti di intensità
- Imx intensità massima (scala MCS)
- Io intensità epicentrale (scala MCS)
- Lat latitudine in gradi e decimali
- Lon longitudine in gradi e decimali
- Me Magnitudo equivalente
- dE errore associato alla stima di Me
- Mm magnitudo macrosismica
- dM errore associato alla stima di Mm
- tM codice di determinazione di Mm
- Ms magnitudo strumentale
- dS errore associato alla stima di Ms
- tS codice di determinazione di Ms
- Ma magnitudo media pesata
- dA errore associato alla stima di Ma

Da tutti gli eventi con dati di base è possibile selezionare le notizie in modo da definire "*storie sismiche*" dei singoli siti, identificanti cioè la successione temporale delle intensità risentite (in una definita località) rispetto alle intensità epicentrali dei vari eventi nel corso dei secoli.

Analizzando i dati di sito è necessario comunque tener conto che la ricostruzione dell'impatto d'ogni singolo terremoto dipende sia dal livello d'approfondimento delle ricerche, in relazione al contesto antropico in cui si è verificato un evento (densità e rilevanza degli insediamenti abitati), sia da fattori più propriamente fisici (condizioni di sito da cui dipendono i possibili effetti locali e di sito).

Per l'area in esame sono stati estratti 8 eventi principali (Tabella 7.2 e Figura 7.3) con intensità macrosismica al sito maggiore di $I_{MCS} > 5$: per gli eventi del 11/4/1837 (Alpi Apuane) e del 23/1/1910 (Ponte dell'Olio), non essendo disponibili dati ed informazioni di risentimento al sito nel database del catalogo, il valore di intensità macrosismica al sito è stato valutato esclusivamente tramite specifiche leggi di attenuazione.

Per l'evento del 7/4/1786 (Piacenza) è possibile notare una sostanziale differenza tra il valore di intensità macrosismica desunto dal database del catalogo CPTI e quello ricavato con legge di attenuazione, testimonianza di particolari condizioni di sito che potrebbero influenzare l'effettivo impatto del sisma sul territorio.

Tabella 7.2 – Caratteristiche dei principali eventi sismici verificatisi nell'area in esame.

Anno	Mese	Giorno	Latitudine	Longitudine	Intensità Epicentrale	Intensità a (Piacenza)	Intensità a (Piacenza)	Distanza epicentrale	Località con massimi effetti
1303	3	22	45,05	9,69	5,5	5,5	5,5	1	Piacenza
1738	11	5	44,91	10,03	7		7		Parma
1786	4	7	45,30	9,59	6,5	5,7	7	27	Piacenza
1837	4	11	44,17	10,18	9,5	5,9		106	Alpi Apuane
1887	2	23	43,92	8,07	9		5,5		Liguria occidentale
1901	10	30	45,58	10,50	8		6		Salò
1910	1	23	44,90	9,63	5,5	5,5		18	Ponte dell'Olio
1951	5	15	45,25	9,55	6,5		6		Lodigiano

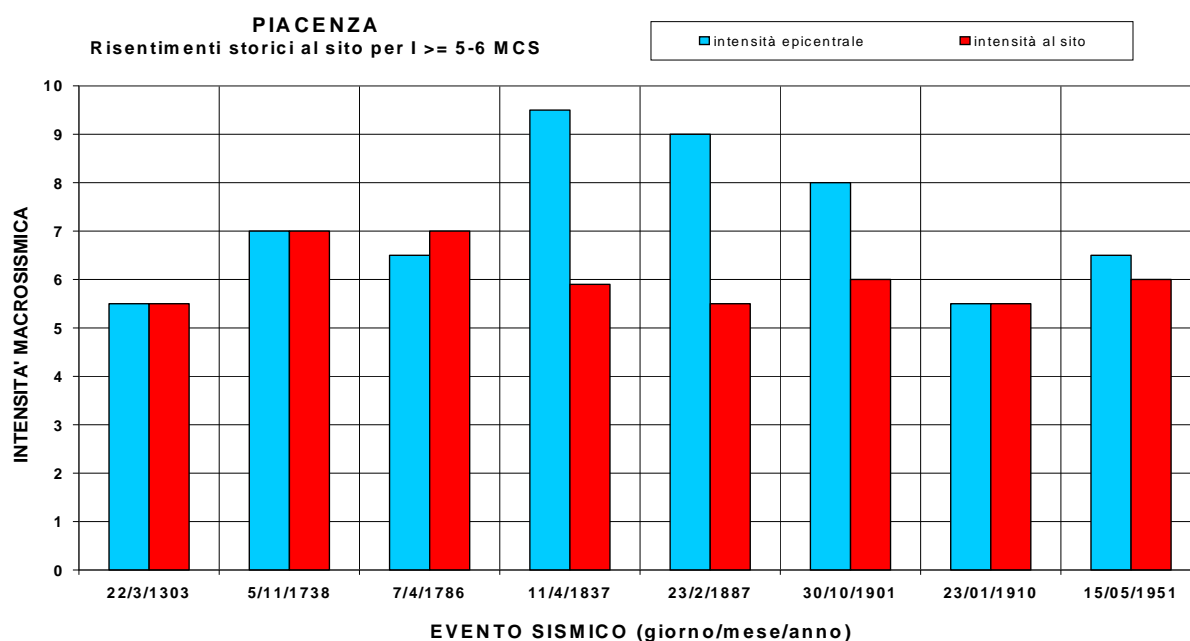


Figura 7.3 – Intensità macrosismica dei principali eventi sismici verificatisi nell'area in esame.

- Bollettino della sismicità strumentale del Centro Nazionale Terremoti – INGV: registrati nel periodo 1984-2001, da cui è stato possibile estrarre e localizzare gli epicentri degli eventi registrati dalla Rete Sismica INGV-CNT con magnitudo $M < 4,9$: per l'area in esame si nota una bassa sismicità, piuttosto dispersa, con alcune concentrazioni di eventi superficiali (profondità ipocentrali comprese tra 5 e 10 km) e con alcuni eventi più profondi isolati (profondità ipocentrali superiori a 30 km) (Figura 7.4).

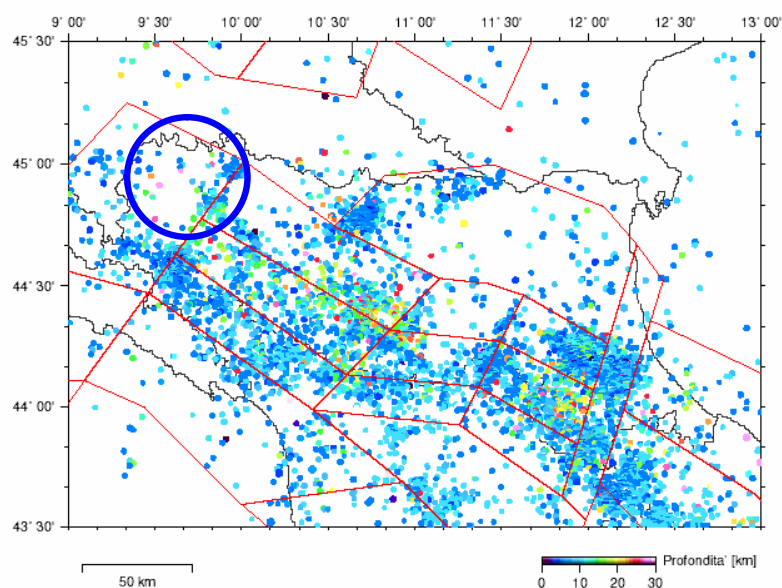


Figura 7.4 – Epicentri degli eventi registrati nell'area in esame dalla Rete Sismica INGV-CNT con magnitudo inferiore a 4.9.

L'osservazione della sismicità storica dai cataloghi sopra riportati denota per l'area di Piacenza:

- una storia sismica di estensione temporale ampia con il primo evento riportato risalente al 1303;
- un ampio intervallo tra il primo e il secondo evento riportato, che denota una probabile scarsa completezza del catalogo unita ad una relativamente bassa sismicità dell'area;
- una concentrazione degli eventi più dannosi (il massimo grado osservato corrisponde al settimo) posteriori al 1700.

Nel complesso le informazioni disponibili delineano un quadro in cui la pericolosità sismica appare determinata dall'alta frequenza d'eventi moderati (intensità macrosismica $I_{MCS} > 5 - 6$) e dalla bassa frequenza di eventi più intensi (intensità macrosismica $I_{MCS} > 6 - 7$).

7.2. Caratteristiche sismotettoniche

L'Istituto di Geofisica e Vulcanologia ha prodotto una zonizzazione sismogenetica (ZS) del territorio nazionale che tiene conto dell'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale.

Il rapporto conclusivo, previsto in ottemperanza all'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274, è a cura di Stucchi et al. (2004).

La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche.

Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità osservata è stato considerato il catalogo storico contenente 2.488 eventi degli ultimi 1.000 anni con intensità epicentrali maggiore o uguale al V – VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4.

Il territorio nazionale è stato quindi suddiviso in 36 Zone Sismogenetiche e il territorio comunale di Piacenza, ricade nel settore settentrionale della Zona Sismogenetica 911 (Tortona - Bobbio):

- Zona Sismogenetica 911: rappresenta la porzione più esterna ed occidentale della fascia in compressione dell'Appennino Settentrionale, caratterizzata dallo sprofondamento passivo della litosfera adriatica (placca tettonica "Adria") sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale (placca tettonica "Northern Apenninic Arc") con cinematismi attesi di sovrascorrimenti e faglie trascorrenti aventi assi SW-NE; i terremoti storici hanno raggiunto il valore massimo pari a $M_d = 4,1$; le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 8 e 12 Km con profondità efficace di 8 km; nella Zona Sismogenetica 911 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a $M_{max} = 5,68$.

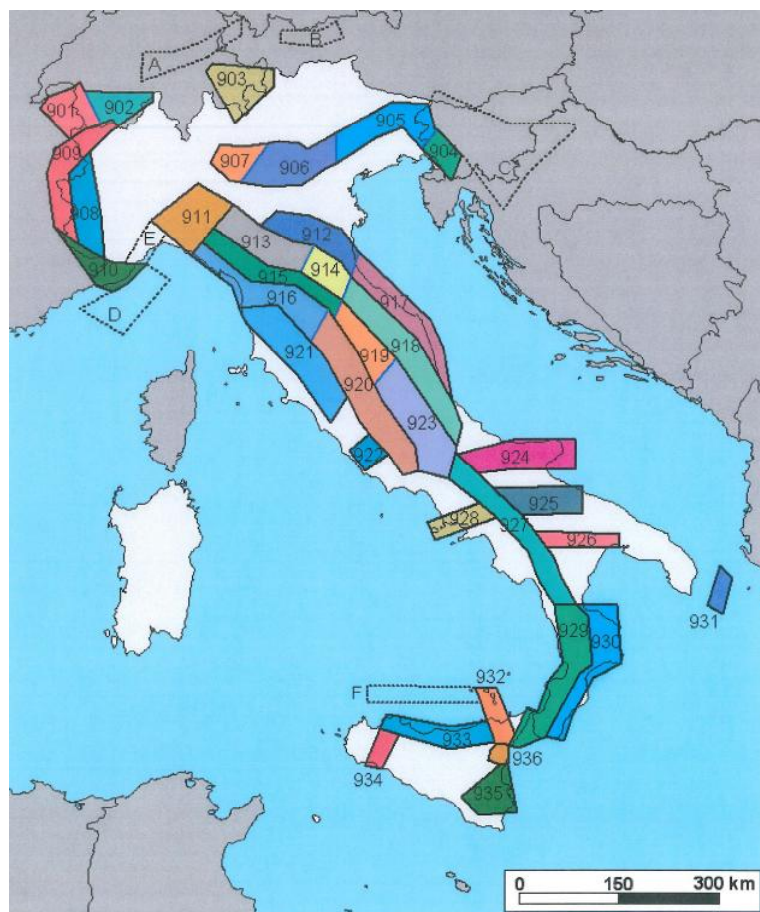


Figura 7.5 – Zonizzazione sismogenetica.

7.3. Pericolosità sismica

La pericolosità e il rischio sismico del territorio nazionale sono stati affrontati dal Servizio Sismico Nazionale (SSN), utilizzando il calcolo probabilistico di Cornell, risalente alla fine degli anni '60, in grado di considerare tutte le possibili sorgenti influenzanti il moto del terremoto. Il Servizio Sismico Nazionale, per tutto il territorio nazionale, ha elaborato la pericolosità sismica di base di cui al DM 14.1.2008 che rappresenta l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento V_R . Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le stazioni di riferimento che quantificano la pericolosità sismica di base per il territorio comunale di Piacenza sono (v. Tav. G5 "PERICOLOSITA' SISMICA"): 13822, 14041, 14042, 14043, 14044, 14264, 14265, 14266, 14267, 14486, 14487, 14488.

Analizzando i dati riportati per ognuna delle suddette stazioni il comune di Piacenza presenta i seguenti dati di pericolosità:

- accelerazione di picco per suoli di tipo A con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni per un periodo di ritorno di 475 anni. (v. Fig. 16): $PGA = 0,075 - 0,100$;
- intensità macrosismica: MCS = VI grado;
- magnitudo: $M = 6,14$

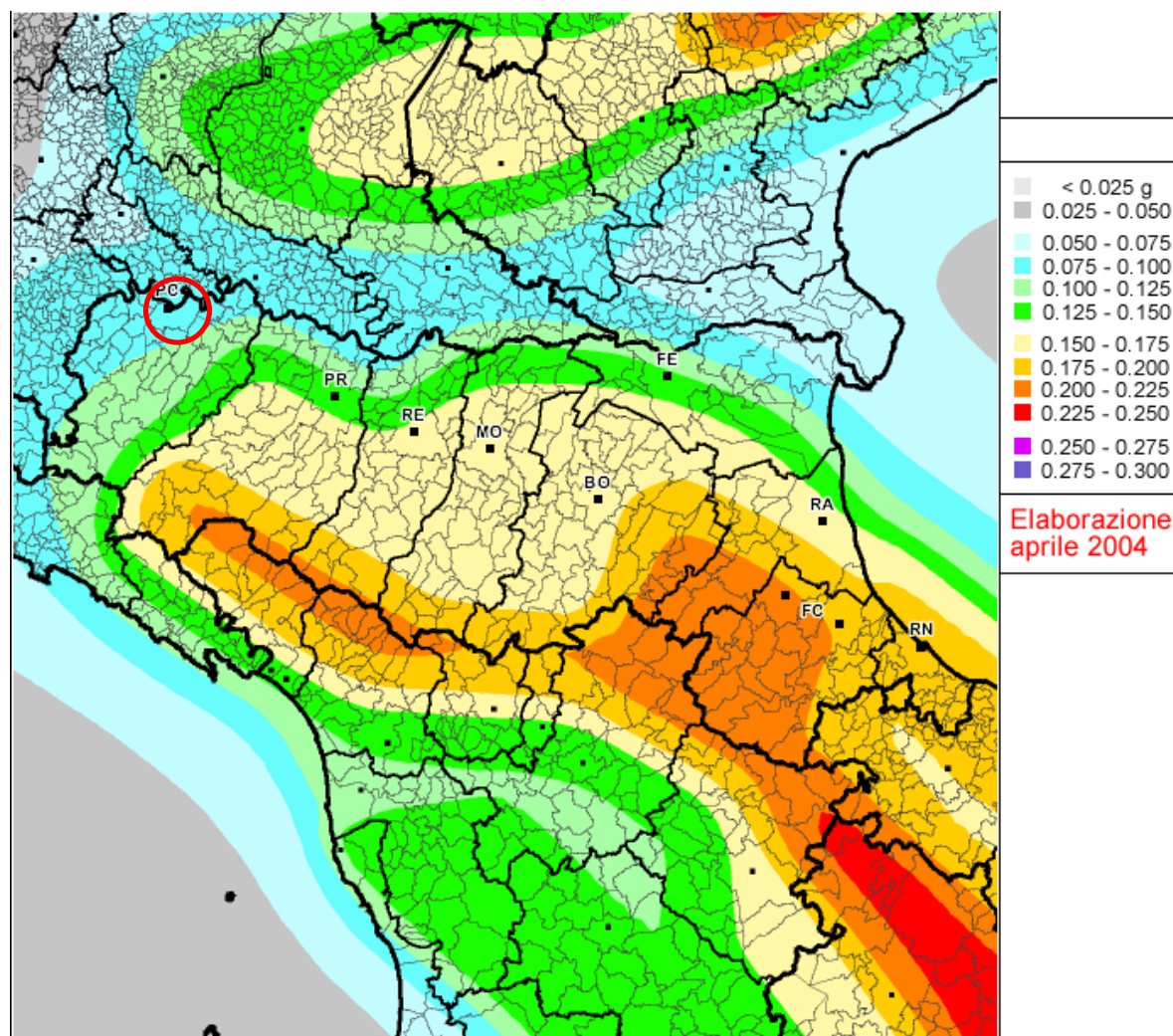


Figura 7.6 – PGA (g) con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni).

7.3.1. Definizione della pericolosità sismica locale

Partendo dalle caratteristiche sismotettoniche complessive della pianura piacentina e delle principali manifestazioni sismiche, sia epicentrali, sia di risentimento dalle altre zone sismo genetiche presenti nel bacino padano, la pericolosità sismica del territorio comunale di Piacenza è stata approfondita in relazione alle condizioni geologiche e morfologiche locali.

Le caratteristiche sismiche di un'area sono definite dalle sorgenti sismogenetiche, dall'energia, dal tipo e dalla frequenza dei terremoti. Questi aspetti sono comunemente indicati come "pericolosità sismica di base" e sono quelli considerati per la classificazione sismica.

Da queste caratteristiche deriva il moto di *input* atteso, per il calcolo del quale non sono considerate le caratteristiche locali e il territorio è trattato come se fosse uniforme ed omogeneo cioè pianeggiante e costituito da suolo rigido in cui la velocità di propagazione delle onde S (V_s) è maggiore di 800 m/s (suolo A dell'Eurocodice 8 - parte 1, EN 1998-1, 2003, dell'OPCM 3274/2003 e del DM 14.1.2008).

Il moto sismico può essere però modificato dalle condizioni geologiche e morfologiche locali. Alcuni depositi e forme del paesaggio possono amplificare il moto sismico in superficie e favorire fenomeni di instabilità dei terreni quali cedimenti, frane o fenomeni di liquefazione. Queste modificazioni dovute alle caratteristiche locali sono comunemente definite “effetti locali”.

La zonazione del territorio sulla base della risposta sismica del terreno è perciò uno dei più efficaci strumenti di definizione e rappresentazione della pericolosità sismica e, quindi, di prevenzione e riduzione del rischio sismico, poiché fornisce un contributo essenziale per l'individuazione delle aree a maggiore pericolosità sismica e agevola la scelta delle aree urbanizzabili con minor rischio e la definizione degli interventi ammissibili.

La Tav. G4 “PERICOLOSITA' SISMICA” risulta particolarmente efficace per la scelta delle aree di nuova previsione edificatoria, per la definizione delle indagini di approfondimento e degli interventi ammissibili, anche nelle aree già urbanizzate, soprattutto se utilizzate fino dalle fasi preliminari dei processi di pianificazione territoriale e urbanistica.

Tale cartografia è stata redatta in conformità agli “Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica” di cui alla deliberazione n. 112 del 2/5/2007 dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna” (D.A.L. 112/2007).

Esiste ormai un generale accordo su quali depositi e forme del paesaggio possono, durante o a seguito di un terremoto, determinare amplificazioni del moto sismico in superficie o concorrere a modificare in maniera permanente l'assetto del territorio causando cedimenti, franamenti e rotture del terreno.

Le conoscenze territoriali oggi disponibili in Emilia-Romagna, soprattutto grazie alle carte geologiche, alle banche dati geognostiche, alle carte topografiche e ai modelli digitali del terreno, permettono la rapida individuazione degli elementi geologici e morfologici che possono favorire gli effetti locali.

Nella Tabella 7.3 sono elencati i principali elementi del territorio che concorrono alla pericolosità sismica locale in Emilia-Romagna.

Depositi che possono determinare amplificazione (spessore ≥ 5 m): detriti di versante (frane, detriti di falda, detriti eluvio-colluviali, detriti di versante s.l., depositi morenici, depositi da geliflusso); detriti di conoide alluvionale; depositi alluvionali terrazzati e di fondovalle; accumuli detritici in zona pedemontana (falde di detrito e coni di deiezione); depositi fluvio-lacustri riporti antropici poco addensati; substrato affiorante alterato o intensamente fratturato (per uno spessore ≥ 5 m); litotipi del substrato con $V_s < 800$ m/sec ⁵ .
Elementi morfologici che possono determinare amplificazione: creste, cocuzzoli, dorsali allungate, versanti con acclività $> 15^\circ$ e altezza ≥ 30 m

⁵ Possono rientrare in questa categoria le argille e le argille marnose oligo-mioceniche della Successione Epiligure, le argille e le argille marnose tardo messiniane e plio-pleistoceniche, le sabbie poco cementate plio-pleistoceniche.

<p>Depositi suscettibili di amplificazione, liquefazione e cedimenti: depositi granulari fini (sabbie) con livello superiore della falda acquifera nei primi 15 m dal piano campagna, (fattori predisponenti al fenomeno di liquefazione); depositi (spessore ≥ 5 m) di terreni granulari sciolti o poco addensati o di terreni coesivi poco consistenti, caratterizzati da valori NSPT < 15 o cu < 70 kpa.</p>
<p>Aree soggette ad instabilità di versante: aree instabili: aree direttamente interessate da fenomeni franosi attivi; aree potenzialmente instabili: aree in cui sono possibili riattivazioni (frane quiescenti) o attivazioni di movimenti franosi (tutti gli accumuli detritici incoerenti, indipendentemente dalla genesi, con acclività $> 15^\circ$; pendii costituiti da terreni prevalentemente argillosi e/o intensamente fratturati⁶ 2 con acclività $> 15^\circ$; versanti con giacitura degli strati a franapoggio con inclinazione minore o uguale a quella del pendio; aree prossime a zone instabili che possono essere coinvolte dalla riattivazione del movimento franoso; scarpate subverticali; accumuli detritici incoerenti prossimi all'orlo di scarpate).</p>
<p>Elementi che possono determinare effetti differenziali, sia amplificazione che cedimenti: contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico – meccaniche molto diverse; cavità sepolte.</p>

Tabella 7.3: principali condizioni geologiche e geomorfologiche che possono determinare effetti locali in Emilia-Romagna (da *"Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"*, D.A.L. n. 112/2007).

7.3.2. Aree potenzialmente soggette ad effetti locali

La carta di pericolosità sismica locale (G4 "PERICOLOSITA' SISMICA") è realizzata secondo le procedure indicate negli *"Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"* (D.A.L. 112/2007).

I dati di base disponibili utilizzati sono:

- Carta geologica (G1);
- Carta geomorfologica (G2);
- la banca dati della Carta geologica Appennino emiliano-romagnolo 1:10.000 aggiornata, con i dati IFFI, al 2006 (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli);
- la legenda della Carta geologica Appennino emiliano-romagnolo 1:10.000 per il territorio provinciale di Piacenza (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli);
- la banca dati della Carta geologica di pianura 1:25.000 della Regione Emilia-Romagna (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli);
- la banca dati geognostici di pianura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

Dalla cartografia tematica sopra citata sono stati individuate le seguenti classi:

1. Depositi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi con locali intercalazioni fini di spessore contenuto: la successione stratigrafica, fino alla profondità di 30 metri dal piano campagna è costituita da livelli di ghiaie e sabbie amalgamati o con sottili intercalazioni di argille e/o limi di limitata continuità areale; le intercalazioni presentano in alcuni casi spessori superiori ai 2 metri; la

⁶ Rientrano in questa categoria i terreni con spaziatura della fratturazione < 20 cm.

presenza di un profilo costituito da ghiaie prevalenti consente l'assegnazione alla CATEGORIA DI SUOLO TIPO B o C;

2. Depositi misti ghiaiosi e sabbiosi intercalati da depositi fini limosi e argillosi: la successione stratigrafica, fino alla profondità di 30 metri dal piano campagna è costituita da livelli di ghiaie e sabbie con intercalazioni di argille e/o limi, talora con spessori di oltre 5 metri; la presenza di un profilo costituito dall'alternanza di terreni grossolani e fini consente l'assegnazione alla CATEGORIA DI SUOLO TIPO C;
3. Depositi prevalentemente sabbiosi: la successione stratigrafica, fino alla profondità di 30 metri dal piano campagna è costituita da livelli di sabbie prevalenti con locali intercalazioni di argille e/o limi, di spessore generalmente non superiore a 2 metri; la presenza di un profilo costituito da sabbie prevalenti con o senza livelli fini consente l'assegnazione alla CATEGORIA DI SUOLO TIPO C.

I depositi delle classi 1 e 2 sono suscettibili di amplificazione per le caratteristiche litologiche.

I depositi della classe 3 sono suscettibili di amplificazione per le caratteristiche litologiche e soprattutto, in relazioni alla presenza di sabbie sature, di cedimenti in caso di sollecitazioni sismiche.

Nel territorio del Comune di Piacenza, sebbene siano fatte analisi su grandi areali senza approfondimenti di dettaglio, comunque obbligatori a scala progettuale, appare la presenza di unità geologiche suscettibili al fenomeno della liquefazione.

La liquefazione secondo la definizione riportata nell'eurocodice EU8, è la riduzione di resistenza al taglio e/o di rigidità causata durante il moto sismico dall'aumento delle pressioni interstiziali in terreni saturi non coesivi, tale da provocare deformazioni permanenti significative o persino da indurre nel terreno una condizione di sforzi efficaci quasi nulla.

Nel comune di Piacenza il rischio insito ad eventuali processi di liquefazione è legato ad eventi sismici di magnitudo superiore a $M > 5$ ed ad accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) superiori di $a_g > 0,1g$. Analizzando le classi di terreno sopra identificate (v. Tav. G4) sono presenti terreni suscettibili alla liquefazione, perché presentano le seguenti caratteristiche:

- la granulometria è costituita in prevalenza da sabbie fini e medie con contenuto di fine inferiore o uguale al 35%;
- si trova sotto il livello della falda idrica;
- è da poco a mediamente addensati.
- si trova a profondità inferiori ai 20 metri dal piano campagna;
- la resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} < 30$ colpi/30 cm oppure $q_{c1N} < 180$ kPa; dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinato dalle prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore

della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.

La liquefazione, nei casi documentati in letteratura, (Kishida 1969, Gibbs 1979, Bureau of Reclamation degli Stati Uniti, Atomic Energy Commission degli Stati Uniti), si è verificata solo in sabbie relativamente sciolte, caratterizzate da valori della densità relativa $D_r < 75\%$.

Il fenomeno non appare probabile in terreni con valori superiori della densità relativa, e soprattutto quando le sabbie includono ghiaie o ciottoli. In quest'ultimo caso se il deposito ghiaioso è compreso tra terreni poco permeabili, indipendentemente dalla sua capacità drenante, può essere soggetto al fenomeno della liquefazione.

Nei terreni a grana fine (limi ed argilla), sebbene caratterizzati da bassi valori della permeabilità, la possibilità che si possa verificare il fenomeno è molto ridotta o addirittura nulla, grazie all'influenza determinante dei legami interparticellari, ovvero della coesione. La composizione granulometrica dei terreni all'interno dei quali si è possibile il fenomeno della liquefazione è riportato in Figura 17.

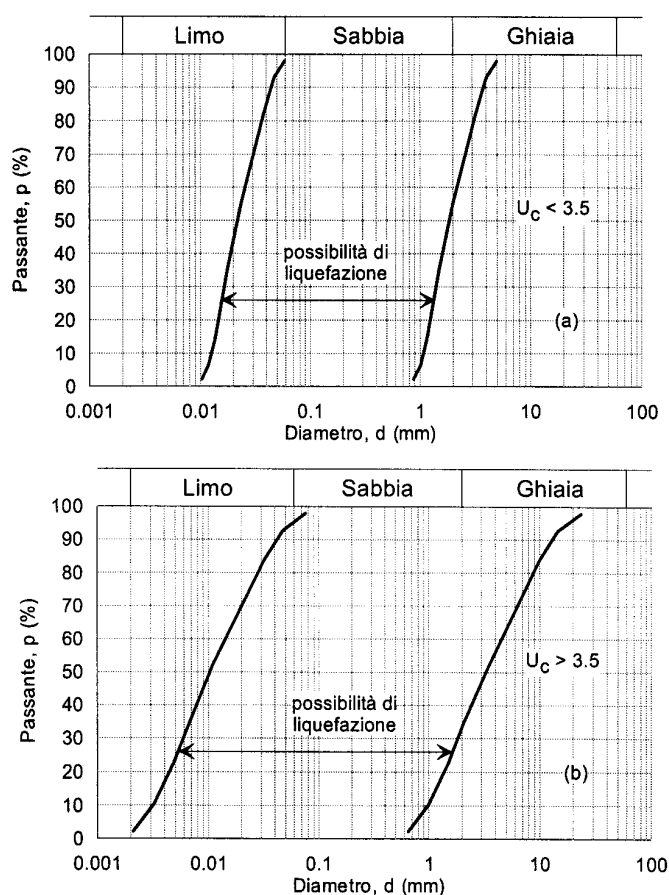


Figura 7.7 – Distribuzione granulometrica critica di terreni soggetti a liquefazione sia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ sia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$

Secondo l'Eurocodice 8 la liquefazione può verificarsi in terreni di fondazione composti da estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa e falda al piano campagna. Inoltre la norma, in presenza di un contenuto di ghiaia, non esclude il verificarsi del fenomeno, però non dà indicazioni in merito.

Da osservazioni in sito si è anche visto che la resistenza alla liquefazione aumenta con la profondità. In particolare, la liquefazione si è verificata in depositi sabbiosi saturi fino ad una profondità di circa 15 - 20 m per pressioni litostatiche inferiori a 200 kPa.

La banca dati geognostici di sottosuolo disponibile per tutta la pianura emiliano-romagnola ha permesso di cartografare anche nella Tav. G4 i principali corpi del sottosuolo che possono influenzare il moto sismico in superficie. In particolare è rappresentata:

- la suddivisione delle principali unità litologiche;
- il limite indicativo tra zone con substrato marino profondo (>100 m da p.c.) e poco profondo (<100 m da p.c.); tale distinzione è richiesta dagli indirizzi regionali per la microzonazione sismica;
- le zone del territorio comunale nelle quali si possono verificare amplificazioni sismiche per effetti topografici.

7.3.3. Analisi degli elementi di amplificazione sismica

Gli elementi di amplificazione sismica individuati nella Tav. G4 sono in seguito riassunti.

- Depositi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi con locali intercalazioni fini di spessore contenuto. Le aree ricadenti in questa classe sono potenzialmente soggette ad amplificazione per caratteristiche stratigrafiche e, perciò, dovrà essere sempre valutato il coefficiente di amplificazione per caratteristiche litologiche. In alcuni casi, le ghiaie antiche e molto spesse possono avere la velocità delle onde di taglio molto alte fino a valori pari a $V_s = 650 \div 700$ m/s; tali ghiaie se intervallate o ricoperte da terreni soffici, con minore velocità delle onde di taglio, possono determinare un elevato salto d'impedenza e comportarsi come *riflettori sismici* e generare amplificazioni anche rilevanti del segnale sismico.
- Depositi misti ghiaiosi e sabbiosi intercalati da depositi fini limosi e argillosi. Tutte queste aree sono potenzialmente soggette ad amplificazione per caratteristiche stratigrafiche e, perciò, dovrà essere sempre valutato il coefficiente di amplificazione per caratteristiche litologiche; in tali aree possono tuttavia essere presenti depositi argillosi con alta plasticità suscettibili di cedimenti in caso di azioni cicliche;
- Depositi prevalentemente sabbiosi. Tutte queste aree sono potenzialmente soggette ad amplificazione per caratteristiche stratigrafiche e, perciò, dovrà essere sempre valutato il coefficiente di amplificazione per caratteristiche litologiche; in tali aree sono inoltre presenti litologie suscettibili alla liquefazione, perché costituite da sabbie fini e medie, da poco a mediamente addensati, con contenuto di fine inferiore o uguale al 35%, si trovano sotto falda e a

profondità inferiori ai 20 metri dal piano campagna. In tali zone dovrà essere sempre verificato il rischio di liquefazione.

- Sovrascorrimenti sepolti. Sono stati rappresentati i principali limiti tettonici in quanto è possibile che questi mettano a contatto litologie con caratteristiche meccaniche molto diverse e che, all'intorno di questi contatti, si possano verificare, oltre all'amplificazione, anche cedimenti differenziali. Perciò, nelle aree poste a cavaliere di questi contatti, nel caso siano ammessi interventi, dovranno essere verificate le caratteristiche meccaniche dei terreni ed eventualmente valutati il coefficiente di amplificazione litologico e i cedimenti.

8. FATTIBILITÀ DELLE TRASFORMAZIONI ALL'INSEDIAMENTO

Le analisi geologiche hanno permesso di verificare che i diversi processi di urbanizzazione riguardino zone geologicamente idonee, che le variazioni indotte sull'ambiente non costituiscano pericolo per gli stessi insediamenti e che queste non arrechino danni irreversibili alle risorse naturali.

In proposito è stata redatta la carta contenente la fattibilità delle trasformazioni all'insediamento residenziale e industriale, espresse nella Tavola 6. In particolare è stata prodotta una zonizzazione del territorio comunale in classi di fattibilità, desunta dalla cartografia di analisi (tavole 1, 2, 3, 4 e 5) attribuendo un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono definito dalle carte di analisi medesime.

La carta della fattibilità delle trasformazioni all'insediamento residenziale e industriale è dunque una mappa della pericolosità che fornisce le indicazioni in ordine alle destinazioni d'uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, alle opere di mitigazione del rischio ed alle necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali.

Si evidenzia che ogni progetto d'intervento edificatorio, infrastrutturale e/o di servizio, deve essere corredato da una relazione geologica, geotecnica e sismica, in conformità al D.M. 14.1.2008 " Norme Tecniche sulle Costruzioni".

8.1. Fattibilità con lievi limitazioni all'insediamento residenziale e industriale

Nel territorio comunale di Piacenza la classe 1 è rappresentata nel settore centro meridionale del territorio comunale.

In linea generale si tratta di zone che presentano problematiche sotto il profilo idrogeologico perché suscettibili all'inquinamento delle acque sotterranee, ma facilmente risolvibili attraverso adeguati accorgimenti costruttivi da definire in sede di progettazione, sulla base di specifici approfondimenti per la mitigazione del rischio.

In particolare le attività edificatorie potranno essere attuate solo dimostrando, in sede progettuale e tramite opportuno studio idrogeologico, che gli interventi non arrecheranno impatti negativi sulle falde sotterranee e nel caso dovranno prevedersi tutte le misure di salvaguardia possibili.

Tutti i nuovi interventi edilizi dovranno essere realizzati con modalità atte a consentire una corretta regimazione delle acque superficiali. In particolare i materiali impiegati per le pavimentazioni dovranno favorire l'infiltrazione nel terreno e comunque la ritenzione temporanea delle acque di precipitazione.

Tutti i nuovi interventi edilizi dovranno inoltre essere realizzati in modo da non alterare la funzionalità idraulica del contesto in cui s'inseriscono garantendo il mantenimento dell'efficienza della rete di convogliamento e di recapito delle acque superficiali.

E' vietato interrompere e/o impedire il deflusso superficiale dei fossi e dei canali nelle aree agricole, sia con opere definitive sia provvisorie, senza prevedere un nuovo e/o diverso recapito per le acque di scorrimento intercettate.

Per gli interventi edilizi che provochino l'impermeabilizzazione di grandi superfici di terreno, al fine di evitare un aumento eccessivo di carico idraulico nella rete di scolo superficiale e nella rete fognaria esistente si dovranno utilizzare degli appositi sistemi di laminazione.

La gestione degli scarichi, dei pozzi e delle acque di prima pioggia è rimandata alle Norme Tecniche del PTCP vigente.

8.2. Fattibilità con modeste limitazioni all'insediamento residenziale e industriale

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso delle aree, per la presenza delle zone di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile, della fascia C del Piano di Assetto Idrogeologico e di un grado di vulnerabilità alto ed elevato all'inquinamento delle acque sotterranee.

Le attività edificatorie potranno essere attuate solo dimostrando, in sede progettuale e tramite opportuno studio idrogeologico, che gli interventi non arrecheranno impatti negativi sulle falde sotterranee e nel caso dovranno prevedersi tutte le misure di salvaguardia possibili.

Tutti i nuovi interventi edilizi dovranno essere realizzati con modalità atte a consentire una corretta regimazione delle acque superficiali. In particolare i materiali impiegati per le pavimentazioni dovranno favorire l'infiltrazione nel terreno e comunque la ritenzione temporanea delle acque di precipitazione.

Tutti i nuovi interventi edilizi dovranno inoltre essere realizzati in modo da non alterare la funzionalità idraulica del contesto in cui s'inseriscono garantendo il mantenimento dell'efficienza della rete di convogliamento e di recapito delle acque superficiali.

E' vietato interrompere e/o impedire il deflusso superficiale dei fossi e dei canali nelle aree agricole, sia con opere definitive sia provvisorie, senza prevedere un nuovo e/o diverso recapito per le acque di scorrimento intercettate.

Per gli interventi edilizi che provochino l'impermeabilizzazione di grandi superfici di terreno, al fine di evitare un aumento eccessivo di carico idraulico nella rete di scolo superficiale e nella rete fognaria esistente si dovranno utilizzare degli appositi sistemi di laminazione.

Le attività edificatorie nelle zone di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile potranno essere attuate solo dimostrando, in sede progettuale e tramite opportuno studio idrogeologico, che gli interventi non arrecheranno impatti negativi sulle falde sotterranee e nel caso dovranno prevedersi tutte le misure di salvaguardia possibili.

La gestione degli scarichi, dei pozzi e delle acque di prima pioggia è rimandata alle Norme Tecniche del PTCP vigente.

8.3. Fattibilità con gravi limitazioni all'insediamento residenziale e industriale

La classe "Fattibilità con gravi limitazioni" comprende le zone fluviali e perfluviali della rete idrica superficiale (T. Nure, F. Po e F. Trebbia).

L'alta pericolosità comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle aree. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

8.4. Disposizioni generali in merito alla sensibilità sismica del territorio comunale

Il presente studio, in riferimento all'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", ha effettuato un'indagine di primo livello del territorio Comunale di Piacenza.

Dall'analisi geologico-sismica, esplicita nei precedenti capitoli, emerge che il territorio comunale è caratterizzato da situazioni stratigrafiche che generano amplificazioni sismiche locali per l'assetto stratigrafico. La natura dei depositi potrebbe inoltre comportare, in caso di forti terremoti, cedimenti sia per la presenza di terreni con proprietà geotecniche scadenti, sia per la presenza di terreni potenzialmente liquefacibili.

Nelle successive fasi di pianificazione attuativa (POC, PUA, ecc.) e di progettazione delle opere pubbliche e private dovranno quindi essere effettuati specifici approfondimenti mirati a verificare le condizioni locali, al fine di orientare correttamente l'ubicazione e il dimensionamento delle strutture.

L'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 prevede 2 ulteriori livelli di approfondimento:

1. Secondo livello di approfondimento: consiste in un'analisi semplificata della pericolosità locale, la quale può essere basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologici più dettagliati di quelli della presente relazione, su prove geofisiche in sito e su prove geotecniche di tipo standard; il numero delle verticali indagate deve essere tale da consentire un'adeguata caratterizzazione geotecnica spaziale dei terreni e delle formazioni presenti nell'area di studio;
2. Terzo livello di approfondimento: deve essere effettuato nei seguenti casi:
 - aree soggette a liquefazione e densificazione;
 - aree instabili e potenzialmente instabili;
 - aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;
 - aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.
 - l'analisi approfondita richiede un significativo numero di prove geofisiche e geotecniche, sia in sito che in laboratorio, rivolte alla definizione del comportamento dei terreni sotto sollecitazione dinamica.

8.5. Pericolosità al ritiro e al rigonfiamento delle terre coesive

I depositi prevalentemente argillosi e i depositi prevalentemente limosi sono diffusamente estesi in tutto il territorio comunale.

In questi di materiali a comportamento coesivo con un'alta frazione di argilla si possono determinare fenomeni di rigonfiamento e plasticizzazione nei periodi umidi e fenomeni di ritiro e fessurazione per essiccamento nei periodi siccitosi.

Gli effetti di ritiro e rigonfiamento possono incidere negativamente nei fabbricati comportando, danni alla struttura in elevazione, in alcuni casi compromissori della stabilità del fabbricato medesimo.

8.5.1. Mineralogia dei depositi prevalentemente argillosi e limosi

I materiali fini limosi e/o argillosi dei depositi di argine naturale e dei depositi di piana inondabile sono costituiti principalmente da minerali fillosilicati a struttura complessa e composizione chimica variabile, noti anche come minerali argillosi.

Terre costituite esclusivamente da minerali argillosi sono tuttavia rare, poiché contengono quasi sempre anche microcristalli di quarzo, calcite, feldspati e miche.

I minerali argillosi sono, dal punto di vista chimico, dei silicati idrati, principalmente di alluminio e magnesio, con struttura costituita dalla sovrapposizione di strati tetraedrici e strati ottaedrici. Gli strati tetraedrici sono formati da tetraedri SiO_4 con il silicio al centro della struttura e l'ossigeno ai lati.

Questi tetraedri sono collegati mediante tre vertici ad altri tetraedri in modo che l'insieme determina anelli esagonali che si estendono in due direzioni del piano formando dei foglietti. Gli strati ottaedrici sono costituiti da ottaedri centrati da cationi bivalenti (es. Magnesio), o trivalenti (es. Alluminio), collegati tra loro per spigoli e con ai vertici gruppi ossidrilici; gli ottaedri si collegano tra loro o a stretto contatto oppure secondo un motivo ancora esagonale.

I minerali argillosi sono costituiti dall'alternanza di foglietti tetraedrici e foglietti ottaedrici, in rapporto 1:1 (fillosilicati a due piani, es. Caolinite) oppure 2:1 (fillosilicati a tre strati, es. Smectiti). Il variare dei cationi, la presenza o meno di livelli di molecole d'acqua, l'inserimento di cationi tra i pacchetti di foglietti o la possibilità dei pacchetti di dilatarsi tra loro perdendo o immagazzinando acqua, individuano i diversi minerali argillosi evidenziati dalle analisi mineralogiche.

Senza addentrarsi in approfondimenti cristallografici, di seguito sono riportati alcuni dati relativi ai minerali argillosi tipici dei depositi di piana inondabile e di argine naturale:

- Caolinite: tipo 1:1, formula indicativa $Al_4(OH)_8Si_4O_{10}$;
- Smectiti⁷: famiglia di minerali tra cui la Montmorillonite, tipo 2:1, formula indicativa $Al_2(OH)_2Si_4O_{10}$, reticolo espandibile;
- Miche: famiglia di minerali tra cui: in dipendenza del disordine strutturale si parla di Illite (tipo 2:1, formula indicativa $KAl_4(OH)_4Si_8-10Al_{20}.nH_2O$) se è alto e di Muscovite se è basso;
- Clorite, formula generale $(Mg,Fe,Al)_{12}(Si,Al)_8O_{20}(OH)_{16}$;

I minerali non argillosi, la cui percentuale diminuisce al diminuire del raggio delle particelle, sono costituiti da:

- Quarzo, SiO_2 , presente in granuli rotondeggianti;
- Feldspati, $(K,Na,Ca)Al(Si,Al)_3O_8$, in granuli prismatici;
- Calcite, $CaCO_3$, in granuli, romboedri, spesso d'origine biologica; aumentando la sua percentuale si passa dalle argille alle argille marnose, alle marne argillose, alle marne fino ai calcari senza soluzione di continuità; la sua presenza influenza fortemente alcune caratteristiche industriali e la qualità del prodotto finito;
- Dolomite, $MgCO_3$, in grani simili alla Calcite.

I legami cristallografici delle smectiti tra i foglietti tetraedrici e foglietti ottaedrici sono molto labili e le variazioni del contenuto d'acqua comportano fenomeni di rigonfiamento e ritiro di notevole entità.

⁷ Importante il caso delle Smectiti: la distanza tra i pacchetti diminuisce di 1,5 volte in caso di perdita dell'acqua di interpacchetto: ciò si traduce in elevati ritiri durante l'essiccazione e in elevati rigonfiamenti in caso di aumento del contenuto d'acqua.

8.5.2. Active zone

Il fenomeno responsabile dei fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei minerali argillosi è la variazione del contenuto d'acqua, influenzata dalle oscillazioni piezometriche della falda idrica e della risalita, capillare e dalla variabilità stagionale con alterni periodi umidi e secchi.

La fascia di sottosuolo interessata dal fenomeno di variazione del contenuto d'acqua e, quindi dei conseguenti effetti di ritiro e rigonfiamento dei minerali argillosi, è nota come "Active Zone" e si estende dal piano campagna fino alla profondità di qualche metro.

Essendo i fabbricati, normalmente realizzati nel territorio comunale di Piacenza, costituiti da elementi strutturali di laterizio e talora cemento armato, che nel complesso assumono un comportamento fragile, i fenomeni di rigonfiamento e ritiro per essiccamento possono determinare la formazione di lesioni strutturali e cedimenti che esulano sia dal valore della capacità portante ammissibile, sia dai cedimenti immediati e di consolidazione per effetto del carico indotto dal fabbricato.

L'approfondimento delle fondazioni alla quota di 1,0 metri dalla superficie topografica potrebbe essere una condizione minima per non risentire degli effetti delle variazioni di umidità stagionali e dell'azione del gelo e del disgelo, ma non sufficiente nei confronti delle seguenti azioni naturali ed antropiche:

- presenza di alberi di alto fusto;
- tubazioni interrate (acquedotti, fognature) rotte e disperdenti;
- irrigazioni a ridosso delle fondazioni;
- costruzione di pavimentazioni impermeabilizzate a ridosso delle fondazioni;
- variazioni del contenuto d'acqua durante la costruzione delle fondazioni.

8.5.3. Effetti della vegetazione

Uno dei fenomeni più frequenti di amplificazione dell'Active Zone è la presenza di alberi d'alto fusto a ridosso delle fondazioni.

Pioppi, salici, querce, necessitano di circa 300 l d'acqua al giorno nei periodi secchi (Mouroux *et al.*, 1988). Un albero adulto dissecca il terreno per una distanza uguale a 1.5 volte la sua altezza (Philipponat, 1991).

La suzione indotta dal richiamo di acqua da parte delle radici varia con le stagioni tra 100 kPa e 1000 kPa. I problemi maggiori si hanno in corrispondenza di argille con un contenuto d'acqua prossimo al limite plastico: l'assorbimento da parte delle radici anche di modesti quantitativi di acqua comporta una forte riduzione della suzione del terreno, dell'ordine di 300-400 KPa, che a sua volta provoca un incremento dello sforzo effettivo ed un'elevata variazione di volume (Pugh *et al.*, 1995).

Le precauzioni sono quindi quelle di governare la presenza di alberi d'alto fusto a distanze inferiori di 30 metri dalle fondazioni.

Nella seguente Fig. 8.1 è riportato un elenco di specie tipiche della pianura padana e la distanza alla quale dovrebbero stare dalle fondazioni.

Classificazione In funzione dei danni prodotti	Specie	1	2	3	4
		H altezza metri	massima distanza metri	distanza tra edificio e albero metri	distanza minima
1	quercia	16-23	30	13	1 H
2	pioppo	25	30	15	1 H
3	tiglio	16-24	20	8	0.5 H
4	frassino	23	21	10	0.5 H
5	platano	25-30	15	7.5	0.5 H
6	salice	15	40	11	1 H
7	olmo	20-25	25	12	0.5 H
8	biancospino	10	11	7	0.5 H
9	acero/sicomoro	17-24	20	9	0.5 H
10	ciliegio/pruno	8	11	6	1 H
11	faggio	20	15	9	0.5 H
12	betulla	12-14	10	7	0.5 H
13	sorbo selvatico	8-12	11	7	1 H
14	cipresso	18-25	20	3.5	0.5 H

Specie di alberi e loro classificazione (in ordine decrescente) in funzione dei danni provocati alle fondazioni (Driscoll, 1983).

1. massima altezza raggiunta dalla pianta.
2. massima distanza raggiunta dalle radici.
3. distanza tra l'edificio e l'albero in funzione della specie.
4. distanza minima per edifici costruiti su suoli soggetti al fenomeno del ritiro (si moltiplica l'altezza H dell'albero per un coefficiente che dipende dalla specie di albero).

Figura 8.1: Specie di alberi e loro classificazione in funzione dei danni provocati alle fondazioni