



Settembre 2024

Ufficio di Piano  
Responsabile  
arch. Simona Cerutti

Sindaco  
avv. Patrizia Calza

Consulenza Urbanistica generale  
arch. Gian Paolo Passoni

Assessore all'Urbanistica  
avv. Patrizia Calza

Collaboratori  
arch. Annalisa Castellani  
dott. Francesco Merli  
arch. Ilaria Morganti

Segretario Comunale  
dott. Rita Carotenuto



Assunzione

Adozione

Approvazione

QUADRO CONOSCITIVO

R.1	RELAZIONE ILLUSTRATIVA ESTRATTO DA QC - PSC
-----	--

# COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE

Piacenza



giugno 2011

## Progettisti

Federico Oliva Associati (prof. arch. Federico Oliva)  
arch. Gianpaolo Passoni  
con  
arch. Paolo Cocilovo

## Sindaco

Andrea Barocelli

## Assessore all'urbanistica

Andrea Barocelli

## Aspetti geologici, idrogeologici e ambientali

### AMBITER

dott. geol. Giorgio Neri  
dott. amb. Davide Gerevini  
dott. amb. Claudia Giardinà  
dott. nat. Silvia Del Fiore

dott. amb. Alessio Ravera  
dott. geol. Marco Rognà

## Ufficio tecnico

Responsabile del Settore tecnico  
geom. Natalino Foletti

# QC Quadro Conoscitivo

## QC1

RELAZIONE ILLUSTRATIVA  
APPROVAZIONE

## Indice

Premessa .....	3
<b>4.2 Geologia .....</b>	<b>3</b>
4.2.1 Inquadramento geologico .....	3
4.2.2 Assetto geologico – strutturale .....	5
4.2.3 Caratteristiche geologiche locali di dettaglio del Comune di Gragnano .....	11
<b>4.3 Geomorfologia .....</b>	<b>13</b>
4.3.1 Aspetti della pianura pedemontana nel territorio di Gragnano .....	14
4.3.2 Fattori di rischio geomorfologico .....	17
<b>4.4 Inquadramento geotecnico .....</b>	<b>20</b>
4.4.1 Successione stratigrafica TIPO 1.....	21
4.4.2 Successione stratigrafica TIPO 2.....	21
4.4.3 Successione stratigrafica TIPO 3.....	21
<b>4.5 Pedologia .....</b>	<b>22</b>
4.5.1 Suoli BELLARIA .....	22
4.5.2 Suoli BORGHESA .....	24
4.5.3 Suoli ROTTOFRENO Argilloso Limosi .....	26
4.5.4 Suoli CONFINE franco argilloso limosi .....	28
4.5.5 Suoli GHIARDO franca limosa .....	29
4.5.6 Suoli RONCOLE VERDI argillosa limosa.....	33
<b>4.6 Sistemi idrici superficiali .....</b>	<b>36</b>
<b>4.7 Idrogeologia .....</b>	<b>36</b>
4.7.1 Piezometria e campo di moto della falda .....	40
4.7.2 Vulnerabilità degli acquiferi .....	41
4.7.3 Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola .....	43
<b>4.8 Qualità dei suoli del territorio comunale.....</b>	<b>47</b>
<b>4.9 Fattibilità delle trasformazioni all'insediamento.....</b>	<b>57</b>
4.9.1 Fattibilità senza particolari limitazioni.....	58
4.9.2 Fattibilità con modeste limitazioni .....	58
4.9.3 Fattibilità con consistenti limitazioni .....	58
4.9.4 Fattibilità con gravi limitazioni.....	59
4.9.5 Disposizioni generali in merito alla sensibilità sismica del territorio comunale .....	59

## Premessa

La presente Relazione Geologica è stata redatta a cura di Ambiter srl ed è parte integrante della Relazione Illustrativa del Quadro Conoscitivo del Psc 2011 che si ritiene ancora ampiamente rappresentativa della situazione geologica attuale nel comune di Gragnano Trebbiense.

La relazione, si compone dei seguenti capitoli, dai quali è stato escluso l'originario capitolo 4.6 – Sismicità, in quanto di contenuto obsoleto e sostituito dalla relazione e dagli elaborati costituenti la Microzonizzazione sismica allegati al QC PUG:

- 4.2 Geologia;
- 4.3 Geomorfologia;
- 4.4 Inquadramento geotecnico;
- 4.5 Pedologia;
- 4.6 Sistemi idrici superficiali;
- 4.7 Idrogeologia;
- 4.8 Qualità dei suoli del territorio comunale;
- 4.9 fattibilità delle trasformazioni all'insediamento.

Allegati fuori testo:

- Tav. QC-AG 1 PSC - SISTEMA IDROGEOLOGICO: ASPETTI GEOLOGICI;
- Tav. QC-AG 2 PSC – SISTEMA IDROGEOLOGICO: ASPETTI GEOMORFOLOGICI;
- Tav QC-AG 3 PSC – SISTEMA IDROGEOLOGICO: ASPETTI IDROGEOLOGICI;
- Tav. QC-AG 4 PSC – SISTEMA IDROGEOLOGICO: VINCOLI;
- Tav. QC-AG 5 PSC – SISTEMA IDROGEOLOGICO: ASPETTI PEDOLOGICI;
- Tav. QC-AG 6 PSC – SISTEMA IDROGEOLOGICO: ASPETTI LITOLOGICI E LITOTECNICI;
- Tav. QC-AG 7 PSC – SISTEMA IDROGEOLOGICO: ASPETTI SISMICI;
- Tav. QC-AG 8 PSC – SISTEMA IDROGEOLOGICO: FATTIBILITA' DELLE TRASFORMAZIONI.

## 4.2 Geologia

### 4.2.1 Inquadramento geologico

Il territorio del Comune di Gragnano Trebbiense si sviluppa al passaggio tra l'alta pianura e le prime propaggini collinari, compreso tra il Fiume Trebbia ad Est ed i Torrenti Tidone e Luretta ad Ovest, per una superficie complessiva di circa 35 Km<sup>2</sup>, quasi interamente ricompresa nella zona di alta e media pianura.

Da un punto di vista plano altimetrico le quote massime, pari a circa 110 m s.l.m., sono rilevabili nella porzione meridionale del territorio comunale, mentre le minime, pari a circa 67 m s.l.m., sono rinvenibili in corrispondenza dell'abitato di Noce, nel settore Nord – orientale.

Per quanto riguarda i limiti amministrativi, il territorio comunale di Gragnano Trebbiense confina verso Est con i Comuni di Gossolengo e Piacenza, verso Nord con il Comune di Rottofreno, verso Ovest con il Comune di Borgonovo e verso Sud con i Comuni di Agazzano e Gazzola.

La strutturazione fisica e paesaggistica del territorio comunale ha seguito le sorti del bacino padano nel corso della sua storia evolutiva.

Durante la "Fase Toscana" (Miocene), posteriormente alla collisione continentale tra le placche Corso – Sarda ed Adriatica (Eocene medio), si venne a delineare, a Nord e ad Est degli accavallamenti e duplicazioni crostali in corso di strutturazione, relativi alla formazione della neo catena Appenninica, il bacino padano – adriatico.



In origine costituiva un grande golfo (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). Esso era gradualmente ridotto dalla traslazione verso nord/nord-est dalle falde di ricoprimento tettonico dell'Appennino settentrionale.

Il regime compressivo, instaurato dalle interazioni tra le placche Corso – Sarda ed Adriatica (attivo dal Cretaceo ai giorni nostri), comportò in direzione Nord - Est, un notevole raccorciamento del bacino padano attraverso la deformazione del basamento cristallino, della copertura sedimentaria meso-miocenica e dei terreni in corso di sedimentazione. L'acme deformativo si manifestò principalmente dal Miocene inferiore medio al Pliocene inferiore.

Nell'era Quaternaria il regime compressivo si esaurì in modo significativo consentendo ai corsi d'acqua alpini ed appenninici di colmare il bacino padano conferendo l'attuale assetto e morfologia. Seguendo lo schema dei rapporti stratigrafici di Dondi (1982), le sezioni geofisiche di Pieri e Groppi (1981) e il panorama geologico del Pede Appennino, la copertura sedimentaria, al di sopra del basamento cristallino fino al piano campagna, si compone delle seguenti unità:

- successioni carbonatiche di ambiente di piattaforma: sono sedimentate dal Giurassico - Cretaceo inf. fino all'Eocene medio prima della collisione continentale tra le placche Corso – Sarda ed Adriatica e quindi nel periodo antecedente alla formazione del bacino padano (sondaggio AGIP di Bagnolo in Piano - Reggio Emilia);
- successioni clastiche arenaceo - marnose (ante - Evaporitico): sono sedimentate dall'Eocene superiore al Miocene superiore, prima del periodo Messiniano<sup>4</sup>, ma successivamente alla collisione continentale tra le placche Corso – Sarda ed Adriatica, in fase di neoformazione del bacino padano; nella parte inferiore sono costituite da peliti marnose di ambiente di piattaforma esterna o bacinale, in rapporti eteropici con sedimenti torbidity più grossolani d'ambiente di conoide sottomarina; nella parte superiore sono invece costituite prevalentemente da marne d'ambiente di piana e conoide sottomarina con intercalazioni d'intervalli marnosi sabbiosi, talora conglomeratici;
- successioni clastiche Messiniane: sono sedimentate in piena crisi di salinità, in fase di forte regressione del mare; nelle zone marginali del bacino sono presenti sedimenti alluvionali costituiti da argille, sabbie ed arenarie e sedimenti di origine chimica costituiti da gessi, evaporiti e calcari solfiferi; nelle zone più interne del bacino padano sono sedimentati invece depositi conglomeratici, arenitici e pelitici di conoide sottomarina e sabbie di piattaforma continentale;
- successioni clastiche post - Messiniane: dopo la fase regressiva marina del Messiniano si ha nel periodo successivo (Pliocene), una fase di trasgressione caratterizzata da una sedimentazione prevalentemente di mare poco profondo; ai margini del bacino padano sedimentano sabbie litorali, mentre nelle parti interne argille e limi; verso la fine del Pliocene a seguito di una fase regressiva del mare l'ambiente deposizionale assume connotati prevalentemente litorali, mentre ai margini del bacino continua la sedimentazione delle sabbie verso le parti più interne, si assiste alla sedimentazione di depositi prevalentemente limosi e argilloso sabbiosi.
- successioni terrigene marine del Quaternario: caratterizzano il Pleistocene inferiore medio; il livello del mare inizialmente in fase di trasgressione con completa immersione di tutto il bacino padano regredisce con fasi alternanti fino all'altezza della città di Pescara, attualmente in fregio al mare Adriatico (fase della glaciazione wurmiana); la sedimentazione è caratterizzata da depositi prevalentemente fini, appartenenti ad un ambiente marino relativamente profondo, nella parte inferiore e da sabbie e ghiaie di ambiente deltizio con, locale, sviluppo di livelli torbosi di ambiente lagunare in quella superiore.
- successioni terrigene continentali del Quaternario: caratterizzano l'arco temporale compreso tra il Pleistocene medio - superiore e l'attuale; sono suddivisibili in un'unità inferiore e in un'unità superiore; l'unità inferiore basale è costituita da depositi alluvionali prevalentemente fini con intercalazioni di corpi

ghiaiosi e sabbiosi nastriformi, riferibili ad antichi paleovalle fluviali, dotati di limitata continuità laterale, e da un'unità superiore; l'unità superiore comprende, invece, i sistemi di conoide alluvionale nella zona antistante ai rilievi appenninici ed alpini e i sistemi fluvio-deltizi lungo la fascia del Po.

#### 4.2.2 Assetto geologico – strutturale

Il bacino padano è suddivisibile in una piattaforma settentrionale (Monoclinale pedealpina), debolmente immergente verso Sud, e in un margine padano meridionale caratterizzato da sovrascorrimenti, faglie, duplicazioni e pieghe. Entrambi i suddetti domini sono sepolti da sedimenti marini pliocenici e pleistocenici e sedimenti continentali pleistocenici ed olocenici (Fig. 4.2.1).

La successione Quaternaria appare quasi priva di deformazioni tettoniche; la presenza di strutture lenticolari, anche assai pronunciate con ampie ondulazioni (Castellarin et al., 1985), sono interpretabili come il riempimento in prevalenza passivo delle depressioni residue del sistema bacinale precedente.

Le strutture tettoniche presenti nella piattaforma settentrionale e nel margine meridionale, come manifestato dai recenti terremoti, sono sismicamente attive, a testimonianza che il processo orogenetico delle Alpi e degli Appennini non è ancora esaurito.

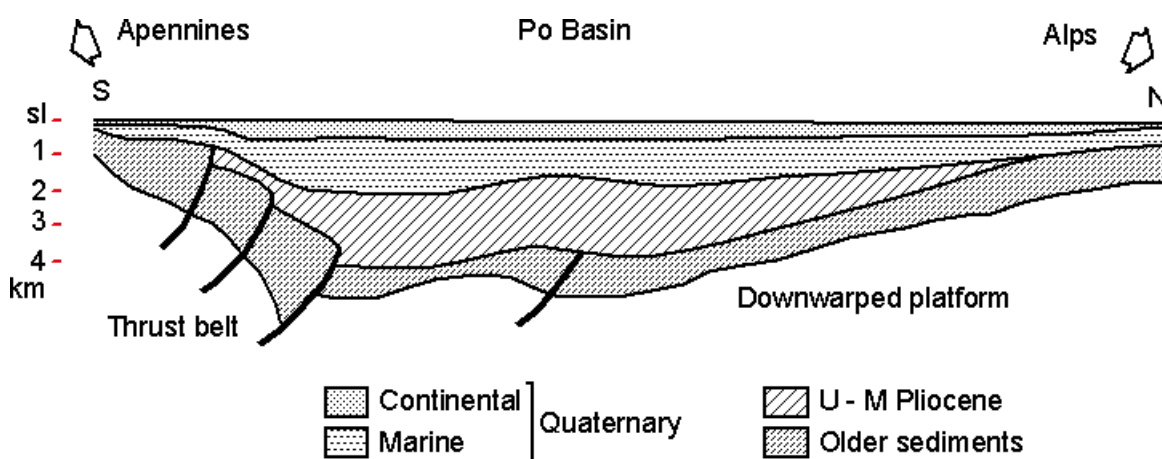


Figura 4.2.1 – Sezione schematica del bacino padano con in evidenza la piattaforma settentrionale (downwarped platform) e il margine meridionale (thrust belt) (Ori 1993, modificato).

##### ***Margine padano meridionale***

Il margine padano meridionale, nel settore relativo alla pianura di Parma, è di tipo "complesso" (secondo Ricci Lucchi, 1986), perché interessato da sovrascorrimenti, faglie, duplicazioni e pieghe che si estendono da est ad ovest interessando per intero la pianura emiliana fino al margine morfologico dell'Appennino Settentrionale (Fig. 4.2.2).

Nel sottosuolo della pianura emiliana, pavese e del Piemonte meridionale, a livello delle formazioni Mesozoiche e Mio - Plioceniche (sepolte quindi da una spessa coltre alluvionale quaternaria), sono presenti due serie principali di thrusts a sviluppo sequenziale frontale, costituenti un sistema di

grandi pieghe asimmetriche con andamento anticlinalico (Fig. 4.2.3).

Esse si sono formate attraverso molteplici faglie inverse e sovrascorrimenti, immergenti verso sud sud/ovest con inclinazioni comprese tra i 15° e i 30°.

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;
- Pedepenninic Thrust Front" (PTF), lungo il margine morfologico dell'Appennino Settentrionale.

L'ETF e il PTF si estendono su scala regionale in tutto il bacino padano meridionale, da Ovest ad Est, per convergere verso sud, all'altezza di Ravenna, seguendo l'allineamento Appennini – Mare Adriatico. Tali strutture sono l'espressione della collisione tettonica tra la placca Corso – Sarda (propaggine sud-ovest della zolla tettonica euroasiatica) e la placca Adriatica.

Le deformazioni formatesi e la parziale subduzione della zolla adriatica sotto quella Corso – Sarda sono all'origine delle spinte nord-est vergenti, impresse dal movimento rotazionale della zolla africana a seguito dell'estensione dell'Oceano Atlantico.

L'External Thrust Front, in pianura padana, è suddiviso in tre margini planimetricamente arcuati, denominati da ovest verso est "Piemonte Folds", "Emilia Folds" e "Ferrara Folds" (Fig. 4.2.2). 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. 4.2.2). 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".

Nel complesso "l'External Thrust Front" (ETF) esprime la zona di confine tra la regione "Alpine Homocline", a Nord (zolla Adriatica), e la regione "Apennines" (zolla Corso - Sarda), a Sud. In altri termini costituisce una dorsale sepolta (o alto strutturale) che divide verso nord il bacino padano vero e proprio, sede degli accumuli sedimentari più rilevanti, da un bacino minore o satellite, racchiuso tra la dorsale stessa e la catena appenninica.

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. 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.

#### ***4.2.2.1 Piattaforma settentrionale (Monoclinale Pedalpina)***

La Monoclinale Pedalpina si estende dall'asse del F. Po, interessando interamente la pianura lombardo – veneta, fino al margine morfologico Prealpino.

Si tratta di una piattaforma generalmente regolare, debolmente immergente verso Sud e interrotta solamente da un'estesa anomalia strutturale nota come Sistema Verona - Brescia e da altre secondarie a scala provinciale come le strutture di Piadena, Sanguinetto e Mantova.

Il sistema Verona Brescia rappresenta la principale anomalia strutturale presente nella Monoclinale Pedalpina, estesa nel sottosuolo della pianura lodigiana, bresciana e veronese, a livello delle formazioni Mesozoiche e Mio - Plioceniche (sepolte quindi da una spessa coltre alluvionale quaternaria).

E' costituita da una serie di thrusts a sviluppo sequenziale a ritroso, contrapposta al sistema strutturale di tipo frontale dell'External Thrust Front e del Pedepenninic Thrust Front, rappresentata da un sistema di grandi pieghe asimmetriche con andamento anticlinalico, formatesi attraverso molteplici faglie inverse e sovrascorrimenti, immergenti verso nord nord/ovest con inclinazioni comprese tra i 15° e i 30°.

Il sistema Verona - Brescia costituisce quindi un alto strutturale direttamente congiunto con la linea delle Giudicarie (linea di sutura della catena alpina). Connessa al sistema Verona - Brescia c'è anche la faglia di Verona, situata a Nord - Est dell'omologo centro abitato e impostata circa in corrispondenza del margine morfologico dei M. Lessini.

Si tratta di una struttura verticale orientata Nord - Ovest e Sud - Est e responsabile dei maggiori rilasci sismici nella storia del bacino padano.

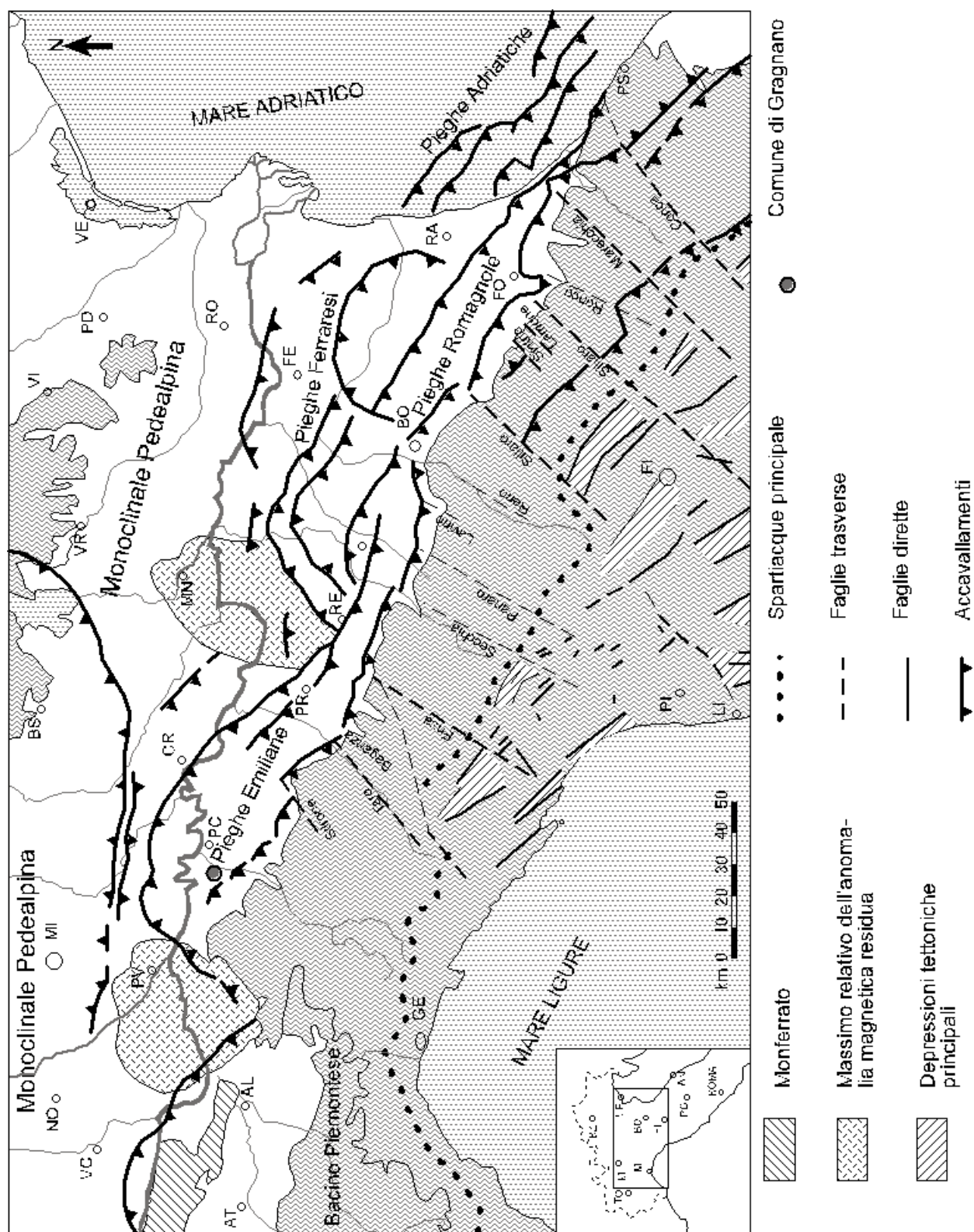


Figura 4.2.2 – Struttura tettonica semplificata dell'Appennino settentrionale e dell'avanfossa padana - adriatica (AGIP 1983; modificato).



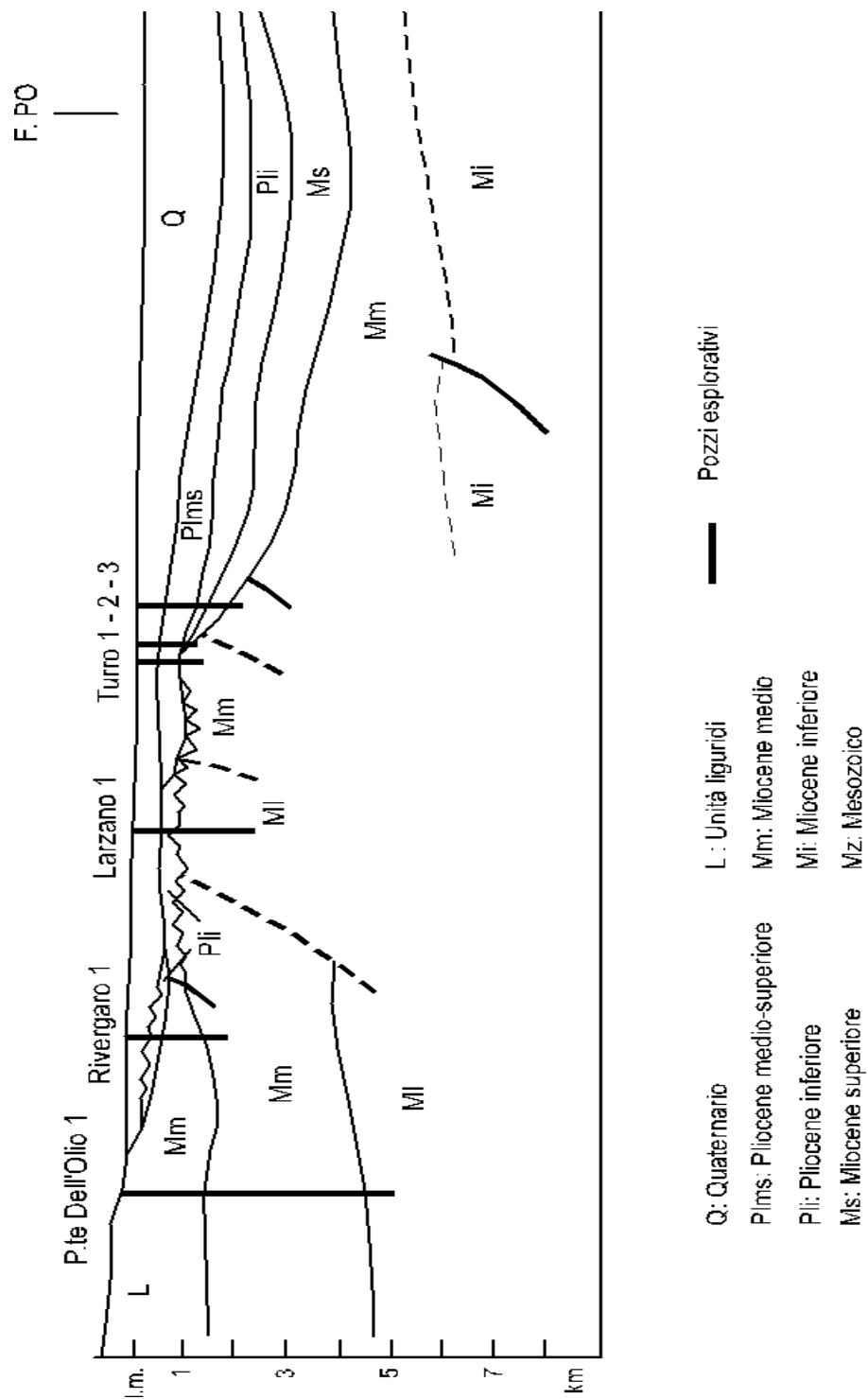


Figura 4.2.3 – Sezione geologica del fronte di accavallamento pedeappenninico (PTF) e del fronte di accavallamento esterno (ETF); Pieri e Groppi (1981).

#### **4.2.3 Caratteristiche geologiche locali di dettaglio del Comune di Gragnano**

I depositi affioranti nel territorio comunale di Gragnano sono stati cartografati nella Tav. QC2.1.1 (Aspetti geologici 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:

- Carta geologica dei depositi quaternari della Provincia di Parma (1996). Servizio Cartografico - Ufficio Geologico della Regione Emilia Romagna;
- 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 affiorano unicamente due sottounità definite in letteratura geologica come Allomembri: Allomembro di Ravenna e Allomembro di Villa Verucchio.

##### **4.2.3.1 Allomembro di Villa Verucchio**

Si tratta di depositi di conoide alluvionale del Pleistocene superiore costituiscono gli apparati di conoide alluvionale più antichi affioranti nella pianura pedemontana, ai piedi del margine morfologico dell'Appennino settentrionale..

La conformazione del rilievo è caratterizzata da ampie paleosuperfici debolmente incise e rilevate rispetto i principali corsi d'acqua, terrazzate dai depositi alluvionali del tardo Pleistocene – Olocene antico.

La successione stratigrafica è rappresentata dalla ripetizione di cicli elementari, di spessore in genere compreso tra qualche metro e 10 - 25 metri, costituiti da una base grossolana di ghiaie prevalenti e un tetto fine limoso ed argilloso.

##### **4.2.3.2 Allomembro di Ravenna**

L'allomembro di spessore pari ai circa 20 metri è suddiviso in due unità: Modena e Idice. 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, sull'Allomembro di Villa Verucchio

#### **UNITA' IDICE**

L'unità Idice è sedimentata nell'intervallo temporale compreso tra i 20.000 e i 1.500 anni fa nell'ambiente deposizionale della pianura pedemontana.

La conformazione del rilievo è caratterizzata da superfici prevalentemente piane con lievi depressioni, attraversate da corsi d'acqua minori.

Tali superfici sono inoltre 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 successione stratigrafica è costituita da depositi prevalentemente ghiaiosi, strutturati in spessi corpi a geometria cuneiforme e organizzati in cicli elementari a base grossolana e tetto fine.

#### UNITA' MODENA

L'unità Modena è 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.).

Tali depositi caratterizzano i terrazzi più bassi, e quindi più recenti, che bordano i corsi d'acqua principali. La successione stratigrafica è prevalentemente ghiaiosa, con intercalazioni sabbiose, a giacitura suborizzontale e geometria lenticolare.

#### DEPOSITI ATTUALI ED IN EVOLUZIONE DEL FIUME TREBBIA

La conformazione del rilievo è caratterizzata da un alveo inciso nel materasso alluvionale, avente una conformazione di drenaggio a canali anastomizzati.

Il F. Trebbia è delimitato da aree interfluviali terrazzate con superfici attestata a quote progressivamente più alte allontanandosi dall'asse fluviale.

Le litologie affioranti sono rappresentate da ghiaie prevalenti solitamente pulite, alle quali si associano sabbie sottoforma di matrice, procedendo verso valle, unitamente ad una graduale riduzione dello spessore medio dei ciottoli costituenti le stesse ghiaie.

In linea generale, da monte a valle si assiste ad un generale decremento delle classi granulometriche con aumento del grado di cernita.

I depositi affioranti nell'alveo del Fiume Trebbia sono soggetti ad un continuo processo di mobilitazione in relazione all'azione deposizionale ed erosiva della corrente fluviale e al regime idrologico di alternanza delle piene e delle morbide fluviali.

#### DEPOSITI ATTUALI ED IN EVOLUZIONE DEL TORRENTE LURETTA

La conformazione del rilievo è caratterizzata da un alveo inciso nel materasso alluvionale avente una conformazione di drenaggio a canale singolo molto sinuoso, talora meandriforme.

Il corso d'acqua è incassato nel sistema di depositi di conoide alluvionali antichi, delimitato da terrazzi con altezze dell'ordine di 4 – 5 metri.

Le litologie affioranti sono rappresentate da ghiaie prevalenti, alle quali si associano, procedendo verso valle sabbie e limi, unitamente una netta riduzione dello spessore medio dei ciottoli costituenti le stesse ghiaie. In linea generale da monte a valle si assiste ad un generale decremento delle classi granulometriche con aumento del grado di cernita.

I depositi affioranti nell'alveo del T. Luretta sono soggetti ad un continuo processo di mobilitazione, in relazione all'azione deposizionale ed erosiva della corrente fluviale e al regime idrologico d'alternanza delle piene e delle morbide fluviali.

#### DEPOSITI ATTUALI ED IN EVOLUZIONE DEL TORRENTE TIDONE

La conformazione del rilievo è caratterizzata da un alveo inciso nel materasso alluvionale avente una

conformazione di drenaggio a canale singolo, talora doppio, molto sinuoso che evolve verso nord ad una configurazione di tipo meandriforme.

Nell'alveo di piena si assiste all'affioramento di depositi alluvionali attuali e recenti, soggetti ad un continuo processo di mobilitazione. Le ghiaie sono le litologie prevalenti, sostituite progressivamente, procedendo verso la foce nel Fiume Po da sabbie fini e/o limi.

### 4.3 Geomorfologia

L'assetto geomorfologico dell'ambito geografico in esame è il risultato dell'effetto combinato d'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.

La conformazione del rilievo della pianura piacentina è caratterizzata dalle seguenti caratteristiche:

- dal margine morfologico dell'Appennino fino al sistema infrastrutturale dall'Autostrada A21 sono presenti depositi prevalentemente ghiaiosi in corrispondenza del F. Trebbia e delle zone contigue e limi e/o argille prevalenti o comunque più abbondanti nelle aree perfluviali. Il rapporto tra materiali grossolani e fini, elevato nella zona d'alta pianura, decresce linearmente procedendo verso valle e verso le zone più interne delle aree perfluviali, fino a valori medi, generalmente superiori all'unità. I sedimenti sono organizzati nel sistema della conoide alluvionale del F. Trebbia, dove le litologie grossolane (ghiaie e sabbie) costituiscono estesi corpi tabulari, interdigati da cunei di materiali essenzialmente fini (limi ed argille). Il tratto di pianura con la successione sedimentaria descritta è comunemente definito "Pianura pedemontana" ed è appunto il frutto della coalescenza dei sistemi di conoide alluvionale;
- dall'Autostrada A21 Piacenza fino all'asse del Fiume Po si estende la fascia di meandreggiamento del Fiume Po. Essa è sviluppata in senso spaziale per una fascia di circa qualche chilometro parallela all'asse fluviale del corso d'acqua. I depositi sono costituiti 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 comunemente definito "Piana di meandreggiamento del Fiume Po";

Il territorio comunale di Gragnano ricade in quel settore di pianura pedemontana che borda il margine appenninico, estendendosi in direzione Nord fino all'Autostrada A21, compresa ad ovest dal T. Tidone e ad est dal F. Trebbia ed attraversata in senso meridiano dal T. Luretta.

Essa si raccorda a nord con la fascia di meandreggiamento del Fiume Po, tramite un passaggio netto, e a sud con la fascia collinare del margine appenninico.

Il limite morfologico tra la pianura pedemontana e la fascia di meandreggiamento del Fiume Po è definito da una sensibile diminuzione del gradiente topografico, contraddistinto da lora da orli di terrazzo fluviale, da un netto calo della granulometria dei sedimenti (da ghiaie e sabbie prevalenti si passa a sabbie prevalenti) e dal passaggio di un modello fluviale con corso a canali intrecciati prevalenti a un modello fluviale con corso meandriforme.

Il limite morfologico tra la pianura pedemontana e la fascia collinare è, invece, definito da un netto salto di pendenza (orlo di terrazzo fluviale) con scarpate di parecchi metri modellate dalla dinamica

fluviale; il limite si presenta molto frastagliato in relazione alle depressioni vallive dei corsi d'acqua minori.

#### **4.3.1 Aspetti della pianura pedemontana nel territorio di Gragnano**

La pianura pedemontana, nell'ambito geografico in esame, è costituita dalla coalescenza dei sistemi di conoide alluvionale del F. Trebbia, del T. Luretta e del T. Tidone. Il paesaggio, nel suo complesso, è contraddistinto dai seguenti aspetti (Figure 4.3.1 e 4.3.2):

1. la maggior parte del territorio comunale è contraddistinto da zone di alta pianura (97%) con le seguenti caratteristiche:
  - quote comprese tra 60 e 100 m s.l.m.;
  - pendenze comprese tra 0,5 e 1,0%;
  - litologie prevalentemente grossolane (ghiaie e sabbie);
  - tracce di alvei abbandonati;
  - superfici caratterizzate da un buon drenaggio superficiale;
  - corsi d'acqua secondari non arginati e più o meno incassati;
  - alta vulnerabilità degli acquiferi;
2. una ridotta porzione del territorio comunale, al confine meridionale, è contraddistinta da una fascia di graduale passaggio tra l'alta pianura (di genesi olocenica e caratterizzata da depositi continentali) e la collina (per lo più già interessata da terreni prequaternari di origine marina), denominata zona dei pianalti terrazzati (3%), con le seguenti caratteristiche:
  - lembi residuali di antiche conoidi alluvionali, sviluppatasi durante i periodi glaciali ed interglaciali che si sono succeduti nel corso del Quaternario;
  - i caratteri litologici predominanti sono riferibili a depositi di tipo alluvionale, con ghiaie e sabbie prevalenti, più o meno cementate e alterate, e limi e argille in subordine; tali terreni appaiono, di norma, pedogenizzati (ossia alterati dalla lunga esposizione in ambiente subaereo), con formazione di paleosuoli argillosi e limosi in copertura e troncati verso l'alto dall'erosione subita;
  - tali superfici sono contraddistinte da una blanda inclinazione verso la pianura antistante, rispetto alla quale risultano terrazzate, ossia sopraelevate, di circa 10 - 20 m.

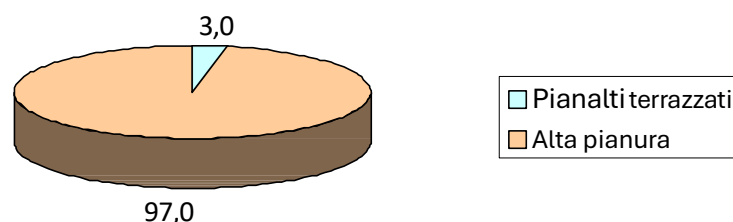


Figura 4.3.1 – Ripartizione geomorfologica del territorio comunale di Gragnano.

3. il F. Trebbia con andamento rettilineo e il T. Tidone e il T. Luretta con andamento molto sinuoso, talora meandriforme, scorrono nelle aree topograficamente inferiori; nella zona nord al limite con la fascia collinare sono impostati in ampie depressioni vallive le quali procedendo verso valle si riducono a contenute incisioni nel piano campagna;
4. le zone perifluviali comprese tra i suddetti corsi d'acqua sono impostati a quote gradualmente superiori, esprimendo un'età di formazione progressivamente più antica, separate dai corsi d'acqua da uno o più ordini di terrazzi fluviali;
5. le superfici 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%;
6. 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;
7. la rete idrica secondaria (Rio Gandore, Rio Frate) interessa le zone perifluviali comprese tra i corsi d'acqua principali (T. Tidone, T. Luretta e F. Trebbia) 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 Fiume Trebbia rispecchia pienamente tali caratteristiche mentre il T. Tidone e T. Luretta no, perché dal Pleistocene superiore, durante le glaciazioni, ai giorni nostri hanno subito una generale perdita di competenza.

In passato essi, 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 dell'alveo fluviale verso forme maggiormente in equilibrio con la cadente morfologica e la natura dei sedimenti affioranti.



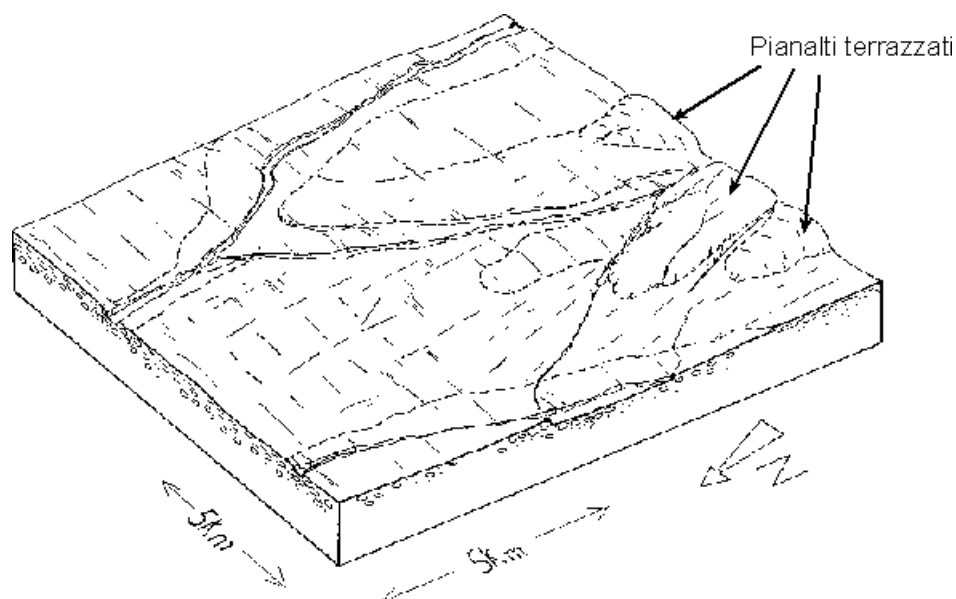


Figura 4.3.2 – Aspetto morfologico del territorio comunale di Gragnano.

#### 4.3.1.1 Il F. Trebbia

Il F. Trebbia nel tratto relativo al territorio comunale di Gragnano possiede una configurazione di drenaggio tipo “braided” (dalla terminologia anglosassone), comunemente detta anche a canali intrecciati.

Esso è caratterizzato da una distesa d’alluvioni ciottolose (ghiaie eterometriche pulite e/o in scarsa matrice sabbiosa), solcata da una rete anastomizzata di canali appena incisi che, con un caratteristico andamento sinuoso variamente accentuato, sostituiscono un definitivo alveo di magra.

Lungo i molteplici canali, in rapporto alla competenza della corrente, si concentrano i materiali con maggiore granulometria a costituire i cosiddetti pavimenti residuali, mentre nelle zone d’intercanale (sempre nell’ambito dell’alveo inciso) si individuano le barre fluviali.

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 interazioni e l’instabilità di barre e di canali generano condizioni di elevato attrito che determinano una notevole perdita di carico della corrente fluviale con conseguente sovralluvionamento e aumento topografico del letto fluviale.

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.

Nell’alveo a canali intrecciati l’alluvionamento predomina nettamente sull’erosione, la quale, tuttavia, risulta estremamente attiva a scapito dei terrazzi fluviali mettendo in evidenza una netta tendenza all’espansione laterale del corso d’acqua.

Nelle zone perifluviali il paesaggio è nel complesso caratterizzato da superfici pianeggianti, degradanti verso nord/nord-est con un gradiente topografico compreso tra 0.4 e 1,0%. Esse sono suddivise in uno o più di terrazzi fluviali impostati a quote progressivamente superiori allontanandosi dal corso d’acqua.

Le superfici di terrazzo sul lato fiume sono interrotte dai cosiddetti orli di terrazzo fluviale,

rappresentati in parte da scarpate subverticali e nella maggior parte dei casi da superficie più o meno acclive che raccordano dolcemente il terrazzo superiore a quello inferiore.

#### **4.3.1.2 Il T. Tidone e il T. Luretta**

Il T. Tidone e il T. Luretta, contrariamente al F. Trebbia, presentano una configurazione di drenaggio a canale singolo molto sinuoso, talora meandriforme, incassato nelle alluvioni antiche della pianura pedemontana.

Tali corsi d'acqua presentano dei tracciati 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. Tidone e il T. Luretta dovevano 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. Tidone e al T. Luretta, in relazione alla perdita del potere erosivo e deposizionale, di modificare la loro conformazione di drenaggio.

In altri termini i due corsi d'acqua presentano allo stato attuale un tracciato relitto costituitosi in un precedente periodo geologico.

#### **4.3.2 Fattori di rischio geomorfologico**

I fattori di rischio che interessano l'area in esame sono legati alle condizioni idrauliche della rete idrica superficiale e all'attività geodinamica indotta dai parziali impulsi orogenetici attivi in corrispondenza delle strutture tettoniche sepolte e da una generalizzata subsidenza.

Essendo le aree esaminate di pianura non sussistono situazioni di dissesto.

Analizzando la carta neotettonica dell'Appennino settentrionale (Bartolini et alii, 1982 – Intervallo IV - V) si evince quanto segue (Figura 4.3.3):

- il territorio comunale è attualmente in fase di sollevamento generalizzato nella parte meridionale e di abbassamento in quella settentrionale;
- l'entità dei movimenti geodinamici è ridotta;

Il sollevamento generalizzato è causato dalle spinte orogenetiche dell'Appennino settentrionale e si rivela su grandi areali, non visibili a livello puntuale.

Le evidenze morfologiche, presenti a livello locale, indotte dall'attività geodinamica, sono rappresentate dai terrazzamenti della fascia collinare, elevati di decine di metri sul piano basale della pianura pedemontana, e dalla configurazione di drenaggio a meandri del T. Luretta e del T. Tidone

non in equilibrio con la cadente morfologica e con la natura litologica del substrato.

In particolare tali corsi d'acqua acquisirono l'attuale tracciato nel Pleistocene in condizioni altimetriche e climatiche differenti da quelle odierne (cadente morfologica minore e condizioni climatiche di freddo umido).

L'attività geodinamica, manifestatasi attraverso un generalizzato sollevamento e basculamento verso nord-est della fascia collinare e della pianura pedemontana, e il miglioramento del clima, verso condizioni di caldo umido, hanno comportato rispettivamente l'aumento della cadente morfologica e il decremento delle portate e della frequenza delle piene.

In risposta il T. Tidone e il T. Luretta hanno approfondito il proprio alveo nel materasso alluvionale antico, senza modificare la loro conformazione di drenaggio a meandri. Il risultato attuale è la presenza di tracciati molto sinuosi con anse e meandri incassati nei depositi alluvionali.

Gli effetti del fenomeno di sollevamento generalizzato del suolo su eventuali opere d'arte possono essere considerati trascurabili, purché i terreni di fondazione presentino caratteristiche geotecniche areali uniformi.

Per quanto riguarda il fenomeno della subsidenza si tratta di 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 è meno evidente nelle zone d'affioramento dei depositi a granulometria grossolana, quali le ghiaie e le sabbie, presenti nella pianura pedemontana, e quindi in quasi tutto il territorio comunale di Gragnano.

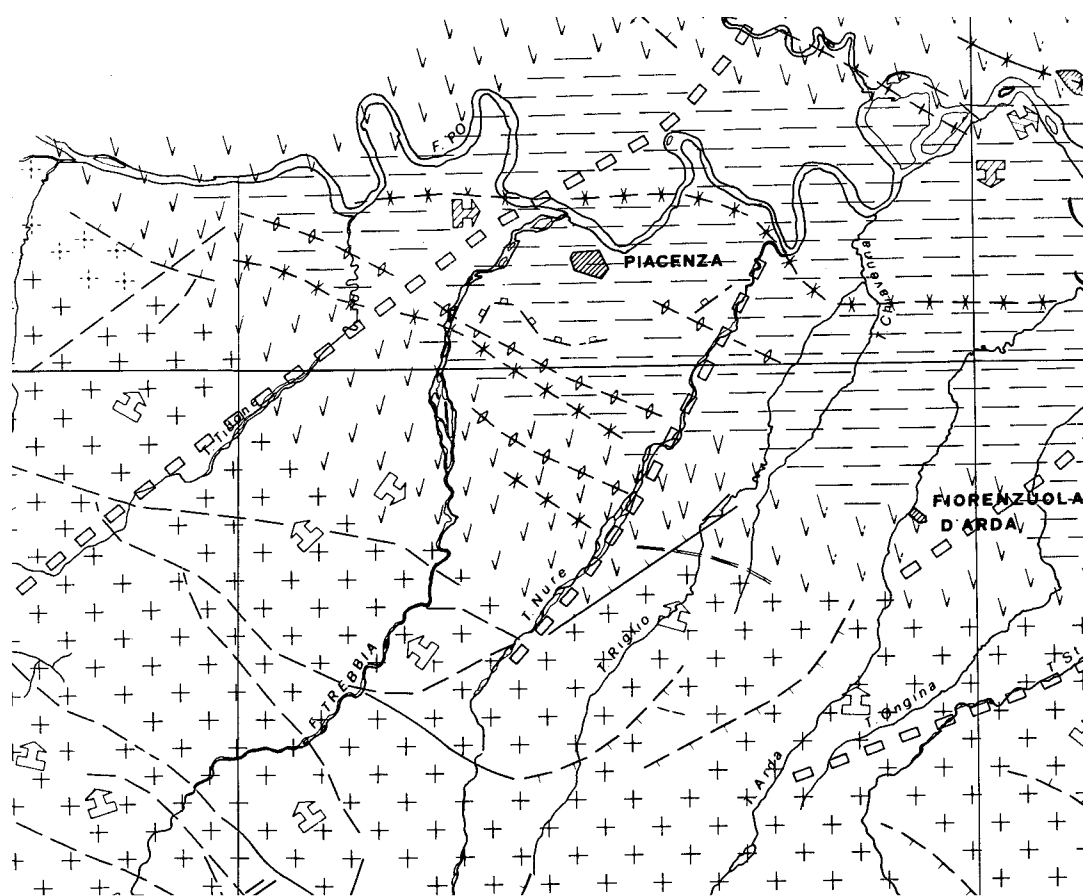
Le cause generatrici della subsidenza possono avere origini sia naturali sia artificiali. La subsidenza naturale si rivela su grandi areali, non visibili a livello locale, ed è indotta dal lento consolidamento della copertura alluvionale quaternaria per le variazioni dei livelli piezometrici e per il 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 accade 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.



### Legenda

+++	Zona in sollevamento		Faglia (certa o probabile) a prevalente rigetto verticale (i trattini sono rivolti verso la parte abbassata, le frecce indicano l'immersione del piano di faglia)
++	Zona in sollevamento probabile		Faglia (certa o probabile) a prevalente rigetto orizzontale
---	Zona in abbassamento		Faglia con caratteristiche incerte
- - -	Zona in abbassamento probabile		Flessura certa o probabile (i rettangoli sono rivolti verso la parte abbassata)
CC	Zona probabilmente stabile		Fascia trasversale di deformazione o discontinuità certa o probabile
Movimenti di verso variabile (si legga da sinistra verso destra). Per esempio:			Asse di sollevamento certo o probabile
J J J	Stasi, sollevamento, stasi probabile		Asse di abbassamento certo o probabile
V V V	Abbassamento, sollevamento (di entità minore)		Asse di anticlinale certo o probabile
+	Zona in sollevamento connesso con la messa in posto di masse magmatiche		Asse di sinclinale certo o probabile
a b	Zona in sollevamento (a) o abbassamento (b) differenziato. La freccia indica la parte meno sollevata (a) o quella più abbassata (b)		
	Zona interessata da traslazioni orizzontali		

Figura 4.3.3 – Stralcio della carta neotettonica dell'Appennino settentrionale (da Bartolini et alii, 1982).

#### 4.4 Inquadramento geotecnico

Il Comune di Gragnano è nel complesso caratterizzato, in modo disomogeneo, da una grande varietà di classi granulometriche.

Nell'area in esame affiorano principalmente, in relazione alla granulometria, due litotipi principali:

- i terreni ghiaiosi e tendenzialmente ghiaiosi a comportamento granulare, caratterizzati principalmente da alti valori di resistenza al taglio e bassi indici di compressibilità;
- i terreni prevalentemente argillosi e/o limosi a comportamento coesivo, caratterizzati principalmente da bassi valori di resistenza al taglio ed alti indici di compressibilità.

Tale suddivisione, apparentemente grossolana in relazione alla vasta gamma di classi granulometriche e di situazioni stratigrafiche presenti, esprime in linea generale il tipo di ambiente deposizionale.

I terreni ghiaiosi e tendenzialmente ghiaiosi sono, infatti, caratteristici di ambienti deposizionali di alta energia, in cui la sedimentazione è dominata dagli apporti grossolani lasciati dalle correnti trattive. Si tratta del tipico ambiente di canale, riscontrabile nel Fiume Trebbia, nel T. Tidone e nel T. Luretta.

I terreni prevalentemente argillosi e/o argilloso-limosi sono invece caratteristici di ambienti deposizionali di bassa energia, in cui le fasi di sedimentazione avvengono per sola decantazione o per correnti trattive molto deboli.

Questi ambienti si rinvencono nelle piane perifluviali lontano dai corsi d'acqua e al dominio delle correnti canalizzate, dove le acque, alimentate dai flussi di tracimazione, hanno occasione di ristagnare per lungo tempo.

La Tav. QC.2.1.6 è stata appunto studiata per rappresentare graficamente in senso spaziale a tutto il territorio comunale le citate unità.

Sono state effettuate 3 suddivisioni che attraverso una serie di isobate esprimono un ordine di grandezza della profondità a cui si trovano i terreni sabbiosi e conseguentemente lo spessore dei terreni argillosi e/o limosi.

A tale proposito sono stati considerati i profili stratigrafici dei pozzi idrici, derivanti dalla banca dati geognostici della Regione Emilia Romagna.

Le isobate sono state tracciate sia per interpolazione geometrica delle informazioni disponibili che in base a valutazioni relative alle peculiarità morfometriche dei corsi d'acqua e alle facies che li caratterizzano.

Per questo i limiti cartografici riportati nella Tavola n. QC.2.1.6 non possono essere interpretati come passaggi netti, poiché la transizione tra le differenti unità litologiche è sempre caratterizzata da una certa continuità.

Tali macroaree, essendo l'espressione di correlazioni geologiche e litostratigrafiche, hanno la finalità di dare un orientamento sulle possibili problematiche geologico-geotecniche a livello di grandi areali, senza entrare nel merito progettuale e di dimensionamento delle fondazioni di edifici e infrastrutture.

I limiti delle singole macroaree sono da intendersi indicativi, perché individuano ambiti territoriali con caratteristiche stratigrafiche sostanzialmente omogenee, trascurando l'eventuale presenza di elementi geologici minori.

Proprio in relazione alle possibili variazioni stratigrafiche locali in fase di POC, di Piani d'attuazione e di progettazione dovranno essere approfonditi gli aspetti geologici secondo le indicazioni fornite da:

- Circolare Regionale n. 1288 del 11 febbraio 1983 contenente "*Indicazioni metodologiche sulle*

## Ambiente

- indagini geologiche da produrre a corredo dei Piani urbanistici comunali";*
- D.M. 11.3.1988 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e le rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";*
- D.M. 14.9.2005 *"Norme tecniche per le costruzioni".*

### **4.4.1 Successione stratigrafica TIPO 1**

La successione stratigrafica TIPO 1 caratterizza la maggiorparte del territorio comunale. In termini geologici si tratta delle zone mediane e distali delle conoide alluvionali.

La successione stratigrafica è costituita ghiaie e sabbie prevalenti con intercalazioni di argille e/o limi, talora con spessori di oltre 5 metri.. Il rapporto ghiaia ed argilla è superiore all'unità.

Le condizioni di edificabilità sono buone nell'ipotesi di qualsiasi tipo di fondazione, con limitazioni di carico per quelle dirette. Qualora i carichi siano importanti, o i cedimenti differenziali non accettabili, è agevole l'esecuzione di fondazioni indirette, essendo i livelli ghiaiosi collocati a profondità contenute dal piano campagna.

In relazione alla variabilità laterale dei depositi, sono possibili cedimenti differenziali non trascurabili.

### **4.4.2 Successione stratigrafica TIPO 2**

La successione stratigrafica TIPO 2 caratterizza una fascia a controno del T. Luretta. In termini geologici si tratta delle zone più distali dei sistemi di conoide relativi alle unità depositatesi nell'Olocene e nel Pleistocene superiore (gli ultimi 20.000 anni). La successione stratigrafica è caratterizzata da ghiaie e sabbie prevalenti con copertura argillosa e limosa avente alti valori di resistenza al taglio ed alti indici di compressibilità. Le ghiaie sono presenti a profondità variabile, prevalentemente ad oltre 4 metri dal piano campagna.

La realizzazione di fondazioni dirette è possibile per basse condizioni di carico. Per condizioni di carico importanti sono possibili fondazioni indirette da intestare nello strato di ghiaie con tetto a circa 4 - 10 metri di profondità.

Altre problematiche sono legate allo spessore del suddetto strato che potrebbe presentare spessori non adeguati all'attestazione delle fondazioni indirette.

### **4.4.3 Successione stratigrafica TIPO 3**

La successione stratigrafica TIPO 3 caratterizza limitati settori del territorio comunale. In termini geologici si tratta dell'ambiente d'interconoide.

Le condizioni di sedimentazione hanno determinato la formazione di una successione stratigrafica costituita da argille e limi prevalenti con bassi valori di resistenza al taglio ed alti indici di compressibilità.

Fondazioni dirette sono possibili per basse condizioni di carico. Per condizioni di carico importanti sono possibili fondazioni indirette o metodi di trattamento dei terreni, tenendo presente che gli strati grossolani ghiaiosi e/o sabbiosi inferiori sono situati ad oltre 10 metri di profondità.



## 4.5 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 Zibello è caratterizzato dalle consociazioni di suolo descritte nei successivi capitoli.

### 4.5.1 Suoli BELLARIA

#### 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.

#### Ambiente

## 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.

## Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 2003)

Udifulventic Haplustepts loamy, mixed, superactive, mesic

## Classificazione WRB (1998)

Calcaric Cambisols

## PROFILO DI RIFERIMENTO

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.

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.

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.

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.

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.



## Ambiente

### Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min . cm	Prof. Max . cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H <sub>2</sub> 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	13,4		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		

#### **4.5.2 Suoli BORGHESA**

##### 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.

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.

##### Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 2003)

*Udifluventic Haplustepts loamy, mixed, superactive, mesic*

##### Classificazione WRB (1998)

Calcaric Cambisols

##### PROFILO DI RIFERIMENTO

## Ambiente

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.

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.

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.

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).



Prof. Min. . cm	Prof. Max. . cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H <sub>2</sub> 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	23,0		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

#### 4.5.3 Suoli ROTTOFRENO Argilloso Limosi

##### Descrizione

I suoli “Rottofreno argillosa limosa” sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini a tessitura argillosa limosa o franca argillosa limosa.

##### Ambiente

I suoli “Rottofreno argillosa limosa” sono presenti nella piana pedemontana in ambiente di interconoide e di conoide, talora in terrazzi alluvionali intravallivi. Occasionalmente si rilevano nella piana a copertura alluvionale in ambiente di argine naturale distale. In queste terre la pendenza è inferiore all'1%.

Il substrato è presumibilmente costituito da alluvioni fini o moderatamente fini. L'uso agricolo del suolo è a seminativo semplice e prati.

##### Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 2003)

*Udifluventic Haplustept fine, mixed, superactive, mesic*

##### Classificazione WRB (1998)

Calcaric Cambisols

## Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Ap1 0-20 cm: molto umido; struttura distinguibile poliedrica subangolare fine moderata; macroporosità tubolare costituita dal 4% di canali medi (1 mm) 3% di pori di 4 mm molti dei quali attraversano l'orizzonte e; vuoti planari, spessi 1 mm circa, la maggior parte dei quali attraversano l'orizzonte e sono ogni 5 cm circa; colore della faccia dell'aggregato umido bruno (10YR4/3); radici molte (30/dm<sup>2</sup>) fini (1mm); permeabilità moderata; attività biologica da anellidi; abbastanza adesivo e molto plastico; effervescenza violenta; resistente allo stato umido, deformabile; limite graduale lineare.

Ap2 20-60 cm: molto umido, struttura distinguibile poliedrica subangolare media moderata; macroporosità tubolare costituita da canali medi (2 mm) e 2% di 4 mm, molti quali attraversano l'orizzonte, vuoti planari, spessi 0.5 mm circa, discontinui e sono ogni 15 cm circa; colore della faccia di rottura umido bruno (10YR5/3); permeabilità moderatamente bassa; attività biologica da anellidi; abbastanza adesivo e molto plastico; effervescenza violenta; resistente allo stato umido, deformabile, limite graduale lineare.

Bw 60-90 cm: molto umido, struttura distinguibile poliedrica subangolare grossolana moderata; macroporosità tubolare costituita da canali fini (1 mm) 1%, pochi dei quali attraversano l'orizzonte, vuoti planari non rilevabili; colore della rottura umido bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); 10% circa di masse arricchite di ferro di colore non rilevabile, molto deboli, di 4 mm circa e 10% circa di masse impoverite di ferro (screziature grigiastre) di colore non rilevabile sempre di 4 mm, molto deboli; permeabilità moderatamente bassa; facce di pressione occasionali, masse non cementate di carbonati, irregolari, localizzate alla base dell'orizzonte, 0.5% di circa 2 mm; attività biologica da anellidi; abbastanza adesivo e abbastanza plastico; effervescenza violenta; resistente allo stato umido, deformabile; limite graduale lineare.

BCg 90-150 e ? cm: molto umido, struttura distinguibile poliedrica subangolare grossolana moderata; macroporosità costituita da pori tubulari 0.3% fini (1 mm); vuoti planari non rilevabili; colore della faccia di rottura umida bruno oliva chiaro (2.5Y5/4); 30% circa di masse arricchite di ferro (screziature rossastre) di colore bruno giallastro (10YR5/4), chiare, di 5 mm circa e 30% circa di masse impoverite di ferro (screziature grigiastre) di colore bruno grigiastro (2.5Y5/2) di 8 mm, deboli; permeabilità moderatamente bassa; facce di pressione occasionali, masse non cementate di carbonati, irregolari localizzati casualmente, 0,1% di circa 3mm, attività biologiche da anellidi; abbastanza adesivo e abbastanza plastico; effervescenza violenta; resistente, semifragile; limite sconosciuto.





Prof Min . cm	Prof Max . cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H <sub>2</sub> O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
10	20	15,0	46,0	39,0	1,8	7,8	25,0		23,5		
40	60	16,0	45,0	39,0	1,6	7,8	22,0				
70	90	14,0	48,0	38,0	1,1	7,9	28,0				
100	140	4,0	61,0	35,0	0,7	8,0	27,0				

#### 4.5.4 Suoli CONFINE franco argilloso limosi

##### 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.

##### 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.

##### Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 2003)

*Udic Haplustepts loamy skeletal, mixed, superactive, mesic*

##### Classificazione WRB (1998)

*Chromi Endoskeletal Cambisols*

## 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 prismatica moderatamente sviluppata; concentrazioni soffici di carbonato di calcio poche e fini; pori medi, molti, tubulari ad alta continuit  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 continuit ; 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 <sub>2</sub> 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	1,0	21,2		0,4
40	60	23,0	52,0	25,0	2,4	7,9	1,0	1,0	23,0		0,4

### 4.5.5 Suoli GHIARDO franca limosa

#### Descrizione

I suoli "Ghiardo franca limosa" sono molto profondi, non calcarei; a tessitura franca limosa e da debolmente acidi a debolmente alcalini nella parte superiore, a tessitura franca limosa o franca argillosa limosa e neutri o debolmente alcalini in quella inferiore.

### Ambiente

I suoli "Ghiardo franca limosa" sono in paleosuperfici debolmente incise e rilevate di diversi metri rispetto all'adiacente pianura pedemontana. In queste terre la pendenza varia da 0,5 a 2%.

Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura fine. La densità di urbanizzazione è abbastanza elevata e legata per lo più ad edilizia di tipo residenziale. Sono predominanti le aziende agricole di piccole e medie dimensioni. L'uso agricolo del suolo è in prevalenza a seminativo, subordinato il vigneto.

### Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 2003)

Aquic Haplustalfs fine silty, superactive, mixed, mesic

### Classificazione WRB (1998)

Ferric Stagnic Luvisol, thapto-Vertic

## PROFILO DI RIFERIMENTO

Ap1 0-25 cm. Franco limoso. Colore umido 10YR 4/2. Struttura zollosa media moderata. Friabile da umido, leggermente plastico. Fortemente radicato. Effervescenza 0. Limite graduale lineare.

Ap2 25-40 cm. Franco limoso argilloso. Colore umido 10YR 5/4. Struttura poliedrica angolare media moderata. Friabile da umido, leggermente plastico. Radici comuni. Macropori di origine biologica (canali e camere) comuni. Rivestimenti di FeMn occasionali sulle facce; masse cementate FeMn scarse, 3-4 mm. Effervescenza 0. Limite graduale ondulado.

Btg1 40-60/70 cm. Franco limoso argilloso. Struttura poliedrica angolare media evidente. Colore OMI 10YR 4/2, 60%; OMF 7.5YR 5/8 in aree 3-4 mm distribuite casualmente. Friabile da umido, leggermente plastico. Radici da scarse a comuni. Glosse scarse, associate al colore OMI. 5% concrezioni FeMn, 1 mm; scarse masse non cementate FeMn, 3-4 mm.

Effervescenza 0. Limite diffuso.

Btg2 60/70-85-115 cm. Franco limoso argilloso. Struttura prismatica fine moderata. Colore umido 10YR 5/4. Screziature OMI 10YR 5/1, 40% in bande verticali con limite netto, larghe da 2 a 5 mm. Rivestimenti di argilla discontinui nelle screziature. Rivestimenti di argilla occasionali altrove. 10% masse non cementate FeMn, distribuite a clusters. Rare concrezioni FeMn, <1 mm. Effervescenza 0. Limite chiaro ondulado

Bc 85/115-100/135 cm. Non strutturato. Colore umido 10YR 5/4. 50% tra masse cementate FeMn, fino a 10 mm, e concrezioni FeMn, <5 mm.

FL. Effervescenza 0. Limite abrupto ondulado

2Bssb 100/135-145/155 cm. Argilloso limoso. Colore umido 10YR 5/6. Screziature 10YR 6/1 5%, larghe da 1 a 3 mm, concentrate verso il limite superiore o in tasche. Struttura non descrivibile per stato di umidità. Estremamente plastico, estremamente adesivo. Radici da scarse a comuni. Facce di pressione continue. Facce di scivolamento non intersecantisi (?). Concrezioni FeMn 2-3%, <1 mm. Effervescenza

1. Limite diffuso.

2Bkssb 145/155-190 cm. Argilloso limoso. Colore umido 10YR 5/6.

Screziature 10YR 6/1, larghe da 1 a 3 mm, a limite diffuso. Struttura non descrivibile per stato di umidità. Estremamente plastico, estremamente



<p>adesivo. Facce di pressione continue. Facce di scivolamento intersecantisi. Masse cementate e non cementate da carbonati, totale 2%. Concrezioni FeMn 2-3%, &lt;1 mm scarse. AL. Effervescenza 1.</p> <p>Limite chiaro lineare.</p> <p>3Btgb 170/190-225 cm. Struttura poliedrica angolare fine moderata. Colore umido 7.5YR 4/6. Screziature 10YR 6/1 in reticolato, con bande verticali più grandi. Friabile da umido, molto plastico, non adesivo.</p> <p>Rivestimenti di argilla discontinui sulle facce, 7.5YR 4/2 e 4/4. Rivestimenti FeMn e masse cementate nelle screziature. FL. Effervescenza 0. Limite chiaro lineare.</p> <p>3Bcb 225+ cm. Osservato sul fondo. Oltre il 40% masse cementate di ferro con rivestimenti di FeMn, dimensioni fino a 5 mm.</p>	
--	--

#### Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento

Prof. Min . cm	Prof. Max . cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Materia org. %	pH in H <sub>2</sub> O	Calcare totale %	Calcare attivo %	CSC meq/100g	Cond. el. 1:5 (dS/m)	ESP
0	25	5,0	77,0	18,0	1,3	7,5	0,0	0,0	17,5		
25	40	4,0	61,0	35,0	0,4	7,5	0,0	0,0	22,6		
40	65	7,0	59,0	34,0	0,6	7,3	0,0	0,0	25,1		
65	115	7,0	56,0	37,0	0,3	7,3	0,0	0,0	25,3		
120	150	6,0	37,0	57,0	0,2	7,2	0,0	0,0	35,1		
150	170	1,0	39,0	60,0	0,2	7,4	0,0	0,0	33,9		
170	180	8,0	41,0	51,0	0,2	7,7	0,0	0,0	25,9		
190	225	5,0	63,0	32,0	0,2	7,5	0,0	0,0	20,0		

#### **4.5.6 Suoli RONCOLE VERDI argillosa limosa**

##### 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.

##### 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 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.

##### Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 2003)

Udertic Haplustepts fine, mixed, superactive, mesic

##### Classificazione WRB (1998)

Bathicalcic Vertic Cambisols

## 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 subangolari 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 <sub>2</sub> 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	20,2		0,9
115	140	13,0	43,0	44,0	0,8	8,3	4,0	3,0	27,2		1,3



## 4.6 Sistemi idrici superficiali

Il sistema idrico che si sviluppa nell'ambito del territorio comunale di Gragnano, fortemente influenzato dagli eventi antropici che si sono succeduti nei secoli passati, è caratterizzato dalla presenza di un reticolo idrografico principale di pianura e da un reticolo minore, costituito da una serie di canali artificiali ad uso irriguo.

Il bacino imbrifero del Fiume Trebbia, corso d'acqua avente un regime torrentizio, che proprio in corrispondenza di Rivergaro entra nella Pianura Pedemontana, ed affluisce quindi nel Fiume Po verso Piacenza, si sviluppa ampiamente oltre i limiti provinciali.

In particolare, il Fiume Trebbia nasce dal Monte Prelà e si estende per circa 115 Km all'interno di una valle stretta e profonda, lungo la quale si sviluppa il collegamento stradale Piacenza – Genova (Passo della Scoffera).

Escludendo il primo tratto, si denota una sporadica incidenza di opere di sistemazione, mentre l'asta di tale apparato fluviale si può considerare diffusamente canalizzata da un alveo arginato nella parte più a valle rispetto alla zona di studio.

Il Fiume Trebbia, in corrispondenza dell'area in esame, non presenta inoltre evidenti variazioni morfologiche di origine antropica, non essendo stato interessato in maniera particolarmente diffusa dalla pratica dell'attività estrattiva, il cui intensificarsi può comportare un approfondimento dell'alveo.

Le portate di tale apparato fluviale (che delimita il confine amministrativi, nella porzione orientale, dei Comune di Gragnano) è ricollegabile, nei mesi estivi, al delicato equilibrio di prelievi e rilasci dai bacini di accumulo presenti a monte.

I corsi d'acqua che contraddistinguono il reticolo idrografico minore, sono invece quasi esclusivamente alimentati dal deflusso diretto delle piogge, mentre le sorgenti hanno scarsissima rilevanza.

I suddetti corsi d'acqua presentano tutti le stesse caratteristiche idrologiche, caratterizzate da due massimi di portata in autunno ed in primavera ed un minimo particolarmente accentuato in estate.

Nel tratto medio – inferiore della valle del Fiume Trebbia, durante le stagioni più aride, quando vengono a mancare le precipitazioni, indispensabili per il ravvenamento delle locali falde effimere, le uniche risorse idriche disponibili si sono spesso rilevate le falde di subalveo dei corsi d'acqua principali.

Lo sfruttamento delle falde di subalveo non rappresenta a tutt'oggi problemi dal punto di vista della quantità.

Esso potrebbe tuttavia implicarne altri per quanto attiene alla qualità (inquinamenti collegati agli scarichi che sono dispersi negli alvei dei corsi d'acqua).

## 4.7 Idrogeologia

Il quadro stratigrafico proposto (Figura 4.8.1), ed oramai di ampio utilizzo per i depositi continentali della pianura emiliana, è schematizzato nel quadro sinottico delle unità stratigrafiche riconosciute regionalmente nel bacino sud-padano (Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP, 1998).

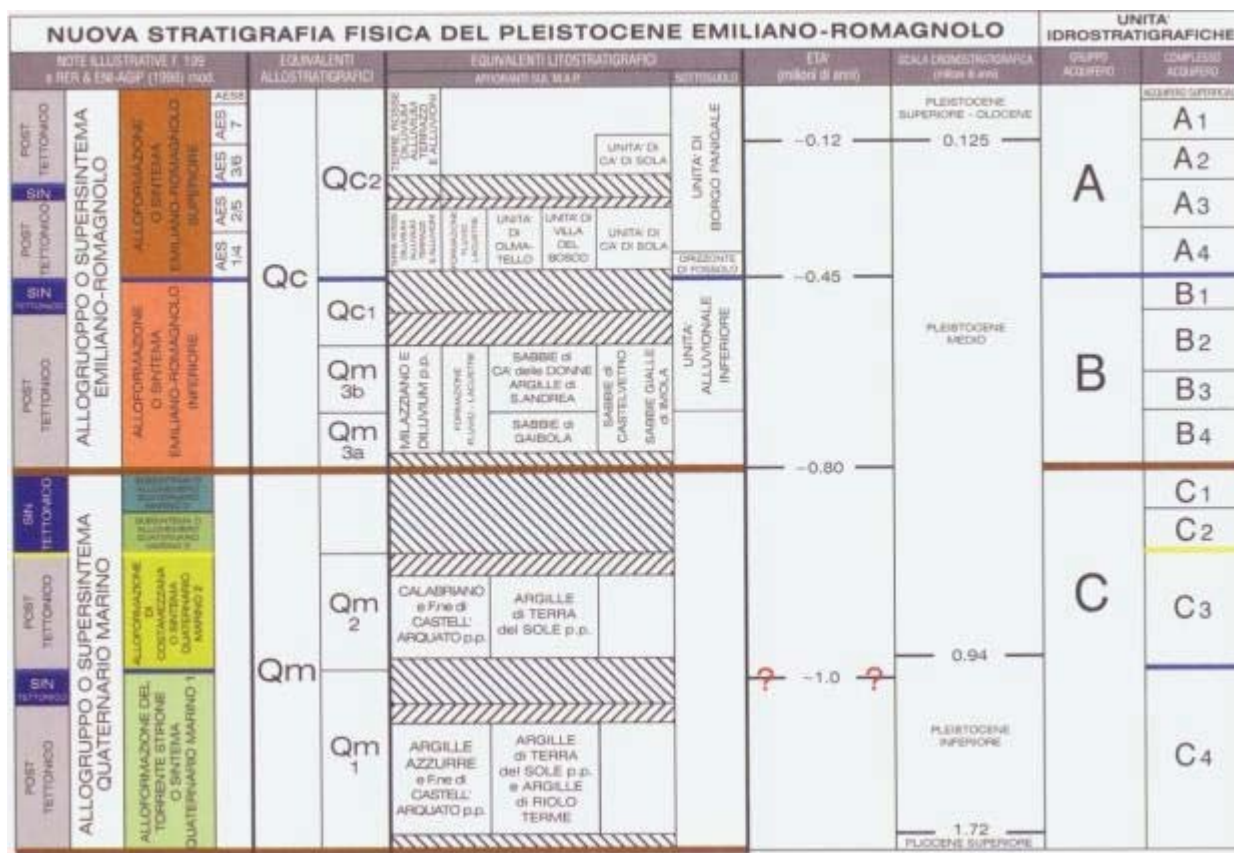


Figura 4.7.1 – Schema stratigrafico e idrostratigrafico fisica del Pleistocene emiliano-romagnolo (Regione Emilia Romagna, ENI-AGIP, 1998 – stralcio).

I terreni più antichi riportati sono i depositi di ambiente marino del Pliocene, che affiorano esclusivamente nell'area collinare (in zone esterne al territorio di Gagnano). La loro sommità ha un'età di circa 2 milioni di anni dal presente.

Al di sopra del Pliocene giacciono i terreni dell'Allogruppo o Supersistema Quaternario Marino (Qm). La porzione sommitale di tali depositi è comunemente rappresentata da sabbie di ambiente litorale o talvolta da ghiaie di ambiente fluviale.

Il tetto del Quaternario Marino è rappresentato da una netta superficie erosiva riconoscibile chiaramente nei profili sismici.

Al di sopra del Quaternario Marino giacciono in discordanza angolare i terreni dell'Allogruppo o Supersistema Quaternario Continentale (Qc) o Emiliano-Romagnolo.

Un'inconformità definibile regionalmente (Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP, 1998) consente di dividere quest'ultimo in due sintemi (o alloformazioni), inferiore e superiore, denominabili informalmente come Alluvionale Inferiore e Alluvionale Superiore.

I sedimenti dell'Alluvionale Inferiore sono riferibili a depositi di pianura alluvionale, risultano prevalentemente fini (argille-limose), e solo allo sbocco dei principali corsi d'acqua appenninici, sviluppano spessori significativi di ghiaie e sabbie.

I sedimenti dell'Alluvionale Superiore sono rappresentati da sequenze con porzione basale a depositi grossolani e porzione sommitale a depositi fini, spesse da una a più decine di metri.

Tali sequenze sono da ricollegarsi al progressivo e ciclico instaurarsi di sistemi di conoide alluvionale. Utilizzando le attribuzioni cronostratigrafiche (anni dal presente) dello schema stratigrafico, la successione locale dei depositi quaternari può così essere riassunta:

- Alloformazione o Sintema Alluvionale Superiore (da 450.000 al presente)
- Alloformazione o Sintema Alluvionale Inferiore (da 800.000 a 450.000)
- Allogruppo o Supersintema Quaternario Marino (da 2.000.000 a 800.000)

Le unità stratigrafiche così identificate sono state caratterizzate come Unità Idrostratigrafiche e ordinate in Gruppi e Complessi Acquiferi.

Sono state infatti distinte e cartografate, sia in superficie che nel sottosuolo, 3 Unità Idrostratigrafiche (Maxey, 1964) di rango superiore, denominate Gruppi Acquiferi A, B e C, che affiorano sul margine meridionale del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliana per poi immergersi verso Nord al di sotto dei sedimenti depositati dal Fiume Po e dai suoi affluenti.

I corpi geologici che fanno da acquiferi sono costituiti da sedimenti ghiaiosi e sabbiosi di origine deltizia, litorale e alluvionale, deposti dai paleo-fiumi appenninici a partire da circa 3,5 milioni di anni fa.

Ciascun Gruppo Acquifero è idraulicamente separato, almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti, grazie a livelli argillosi di spessore plurimetrico sviluppati a scala regionale.

I Gruppi Acquiferi A e B, di origine continentale e sede dei flussi idrici, non costituiscono mai un acquifero monostrato indifferenziato. Essi sono invece molto più complessi a causa della giustapposizione e sovrapposizione di differenti sistemi deposizionali.

Tali depositi possono essere analizzati evidenziando le aree di interconnessione presenti tra sistemi acquiferi generalmente separati e l'estensione delle principali barriere di permeabilità.

Le correlazioni stratigrafiche di dettaglio entro sistemi continentali complessi, quali le conoidi alluvionali, sono vincolate all'uso di modelli geologici concettuali appropriati vista la sovente quasi totale mancanza di livelli guida e di markers biostratigrafici.

In corrispondenza dell'ampia fascia di pianura che si estende all'interno del territorio provinciale piacentino, le notevoli risorse idriche a disposizione, uniformemente distribuite su tutta la superficie interessata, sono essenzialmente concentrate in corrispondenza delle numerose intercalazioni ghiaiose e sabbiose comprese nella coltre di sedimenti fluviali deposti dal Fiume Po e dai suoi affluenti appenninici nel corso del Quaternario.

Il numero e la consistenza degli acquiferi possono tuttavia cambiare passando da una zona all'altra. Ciò può dipendere da vari motivi come, ad esempio, la vicinanza di paleoconoidi e lo spessore complessivo dei depositi alluvionali, che poggiano al di sopra di un substrato impermeabile.

Nelle porzioni occidentale (Borgonovo e Castelsangiovanni) ed orientale (Carpaneto ed Alseno) dell'intera pianura piacentina, infatti, le falde idriche, a causa della bassa profondità del substrato marino (da 35 a 40 m), risultano essere particolarmente scarse, ad eccezione delle zone che si sviluppano in vicinanza degli apparati fluviali, nei quali l'aumento delle ghiaie acquifere comporta un discreto incremento nelle rese dei pozzi.

Le condizioni idrogeologiche migliori si riscontrano invece nel settore centro – settentrionale della pianura compresa tra gli alvei del T. Tidone e del T. Arda.

In questa fascia è rilevabile infatti un notevole incremento dello spessore della coltre alluvionale (60 – 150 m) ed un notevole sviluppo degli orizzonti dei paleoconoidi (conoidi del T. Tidone, del T. Luretta, del F. Trebbia, del T. Nure, del T. Riglio e del T. Chero).

In particolare, la disponibilità delle risorse idriche sotterranee presenta un palese massimo nel tratto di pianura impostato sul paleoconide del F. Trebbia, dove è ubicata l'area di interesse.

In questa zona i numerosi pozzi fino ad ora esplorati erogano quantitativi di acqua piuttosto alti, senza tuttavia originare significativi abbassamenti delle falde emunte, mentre l'unità idrogeologica risulta essere tipicamente costituita da bancate di ghiaie prevalenti, con intercalazioni di materiali fini, che configurano un acquifero multistrato, nel quale il serbatoio idrico è costituito dai sedimenti ghiaiosi, caratterizzati peraltro da elevati valori di conducibilità idraulica e di coefficiente di immagazzinamento.

Nell'ambito di tale sistema idrogeologico, da un punto di vista della dinamica idraulica, si possono differenziare gli ambienti appartenenti alla fascia di canale, nei quali la sedimentazione prevalente è quella costituita dai materiali grossolani (barre fluviali), da quelli di intercanale, caratterizzati dalla presenza di materiali grossolani (ghiaia e sabbia) interdigitati a sedimenti fini (limo e argilla).

In entrambi gli ambienti la sedimentazione dei materiali è strettamente correlata alle capacità dinamiche degli apparati fluviali durante le piene.

I processi relativi all'ambiente di canale e di intercanale hanno strutturato i depositi alluvionali fluvio - torrentizi in un'impalcatura di corpi tabulari a litologia grossolana (denominati "lobi di conoide"), interdigitati da cunei di materiale fine (denominati "frange di conoide").

I "lobi di conoide", in virtù dei loro elevati gradi di interconnessione, permeabilità e potenziale d'immagazzinamento, sono sede di acquiferi sotterranei di un certo rilievo.

#### **4.7.1 Piezometria e campo di moto della falda**

I principali elementi che caratterizzano il sistema idrogeologico all'interno della Provincia di Piacenza sono stati definiti, nell'ambito di uno studio condotto da ARPA (2001) su scala provinciale, mediante l'elaborazione di un modello matematico di flusso della falda.

I principali elementi che caratterizzano tale modello possono essere così sintetizzati:

- l'acquifero risulta formato da una sequenza di depositi alluvionali di consistente spessore, costituiti prevalentemente da ghiaie con sabbia, limo e argille;
- l'acquifero presenta un'elevata conducibilità idraulica, aumenta di spessore verso Nord e giace sul substrato Prequaternario caratterizzato da una bassa permeabilità;
- il flusso indisturbato della falda si dirige verso Nord – Nord/Est;
- l'alimentazione dell'acquifero può avvenire attraverso infiltrazione della precipitazione meteorica, ricarica dovuta alla perdita dal letto di fiumi, canali e fossi, ricarica aggiuntiva lungo il limite meridionale dell'acquifero, ricarica dovuta all'irrigazione;
- i deflussi dell'acquifero avvengono mediante perdite naturali per effetto di drenaggio da parte dei fiumi, prelievi dalla falda per uso potabile, irriguo, agricolo e industriale, deflussi perimetrali dell'area.

Le caratteristiche del campo di moto della falda in corrispondenza del territorio comunale di Gragnano, ed i rapporti della stessa con i corsi d'acqua superficiali, sono stati definiti attraverso la realizzazione di un elaborato cartografico (Tavola QC2.1.3 – Sistema idrogeologico: aspetti idrogeologici (scala 1:10.000)), ottenuto utilizzando alcuni dati idrogeologici a disposizione, relativi ad una rete di pozzi uniformemente distribuiti all'interno dell'area di interesse, che hanno consentito di trarre le seguenti conclusioni:

- evidente azione alimentante della falda esercitata dal F. Trebbia;
- direttrici di drenaggio coincidenti con paleovalvei;
- il regime idrico sotterraneo è tipicamente caratterizzato da falde freatiche e semi – confinate negli acquiferi superficiali e falde confinate in quelli profondi; gli assi principali di flusso di tali falde sono generalmente diretti verso Nord – Nord/Est, in accordo con l'orientamento della rete idrografica principale e del gradiente topografico. Ciò determina un andamento idrodinamico della superficie piezometrica piuttosto regolare, e di norma contraddistinto da una cadente subparallela al terrazzamento recente e medio - recente;
- le falde si attestano a quote di 90 m s.l.m. nel settore più meridionale della zona di studio (con soggiacenze variabili dai 4 a 10 metri dal piano campagna) mentre, nella porzione settentrionale di tale areale, il livello della superficie piezometrica si attesta alla quota di circa 60 m s.l.m. (con una soggiacenza media oscillante tra i 2 e i 4 m dal p.c.);
- il gradiente idraulico medio si attesta su valori pari a 0,6 – 0,7% nel settore meridionale e pari a 0,3 – 0,4% nel settore settentrionale;
- la falda è principalmente alimentata mediante filtrazioni di subalveo degli apparati fluviali e tramite infiltrazione nel terreno delle piogge efficaci;

- le falde in questione sono ampiamente utilizzate a livello locale per uso irriguo e domestico, localmente anche a scopo acquedottistico.

#### 4.7.2 Vulnerabilità degli acquiferi

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 delle acque sotterranee.

Allo scopo di definire la vulnerabilità degli acquiferi è stata consultata la “Carta della vulnerabilità degli acquiferi” (A.A.V.V. 2000), nella qual è fornita una classificazione delle aree maggiormente esposte al rischio d’inquinamento e di quelle in cui risulta potenzialmente più deleteria la possibilità di propagazione d’inquinanti provenienti dalla superficie nei serbatoi idrici sotterranei, considerando sia quelli che alimentano le falde superficiali (freatiche o a pelo libero) sia profonde (falde confinate). In particolare, la metodologia adottata è stata quella proposta dal C.N.R. – Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche, che prevede l’analisi dei seguenti fattori (Tabella 4.8.1):

- 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.

Tabella 4.7.1 – Classi di vulnerabilità degli acquiferi (A.A.VV. 2000).

Grado di Vulnerabilità	Litologia di superficie	Profondità a tetto ghiaie	Caratteristiche dell’acquifero
<i>B</i> <b>BASSO</b>	argilla limo	> 10 m > 10 m	falda a pelo libero o in press. falda in pressione
<i>B/</i> <b>BASSO LOCALMENTE</b> <i>M</i> <b>MEDIO</b>	Ghiaia alterata su terrazzi antichi		
<i>M</i> <b>MEDIO</b>	argilla limo limo sabbia	< 10 m > 10 m < 10 m > 10 m	falda a pelo libero o in pressione falda a pelo libero falda in pressione falda in pressione
<i>A</i> <b>ALTO</b>	sabbia sabbia e/o ghiaia limo	> 10 m < 10 m < 10 m	falda a pelo libero falda in pressione falda a pelo libero
<i>E</i> <b>ELEVATO</b>	limo sabbia	< 10 m < 10 m	falda a pelo libero

$E_E$ ESTREMAMENTE ELEVATO	ghiaia (alveo)	0 m	
----------------------------	----------------	-----	--

Mediante l'analisi incrociata dei parametri indicati nella precedente Tabella 4.8.1 è stata ottenuta una zonizzazione qualitativa del territorio comunale per aree omogenee, in funzione del grado di vulnerabilità degli acquiferi (medio, alto, elevato, estremamente elevato).

In particolare il territorio comunale di Gragnano è caratterizzato dalla seguente ripartizione (Figura 4.8.2):

1. Zone con grado di vulnerabilità Estremamente Elevato: interessano il 4% del territorio comunale e coincidono all'alveo fluviale del F. Trebbia dove la litologia di superficie è prevalentemente ghiaiosa;
2. Zone con grado di vulnerabilità Elevato: interessano il 6% del territorio comunale e si trovano in aree attigue al F. Trebbia e in corrispondenza d'antichi paleoalvei del corso d'acqua medesimo; la litologia di superficie è costituita da sabbie e/o limo, il tetto delle ghiaie è situato a profondità inferiori a 10 metri e le falde sono a pelo libero;
3. Zone con grado di vulnerabilità Alto: interessano il 44% del territorio comunale, precisamente le aree perifluviali contigue al F. Trebbia; la litologia di superficie è costituita prevalentemente da limo, il tetto delle ghiaie è situato a profondità inferiori a 10 metri e le falde sono a pelo libero;
4. Zone con grado di vulnerabilità Medio: interessano il 46% del territorio comunale, precisamente le aree più distali dall'asse fluviale del F. Trebbia; la litologia di superficie è costituita prevalentemente da limi ed argille, il tetto delle ghiaie è situato a profondità generalmente inferiori a 10 metri e le falde sono del tipo semi-confinato.

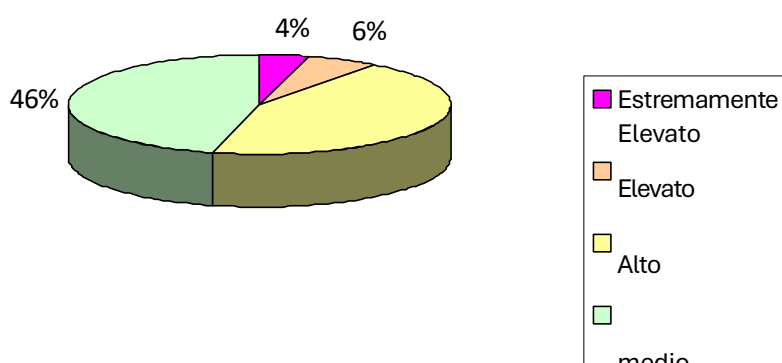


Figura 4.7.2 – Ripartizione percentuale del territorio comunale Gragnano per grado di vulnerabilità all'inquinamento.

#### 4.7.3 Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola

Il P.T.A. designa vulnerabili all'inquinamento da nitrati provenienti da fonti agricole, in fase di prima attuazione, le seguenti zone:

- a) *quelle individuate dalla Regione Emilia-Romagna con delibera del Consiglio Regionale del 11 febbraio 1997, n. 570;*
- b) *la zona delle conoidi delle province di Modena, Reggio Emilia e Parma;*
- c) *l'area dichiarata a rischio di crisi ambientale di cui all'art. 6 della legge 28 agosto 1989, n. 305 del bacino Burana-Po di Volano della provincia di Ferrara.*

Il territorio del Comune di Gragnano Trebbiense è quasi interamente interessato da Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (Figura 4.6.3).

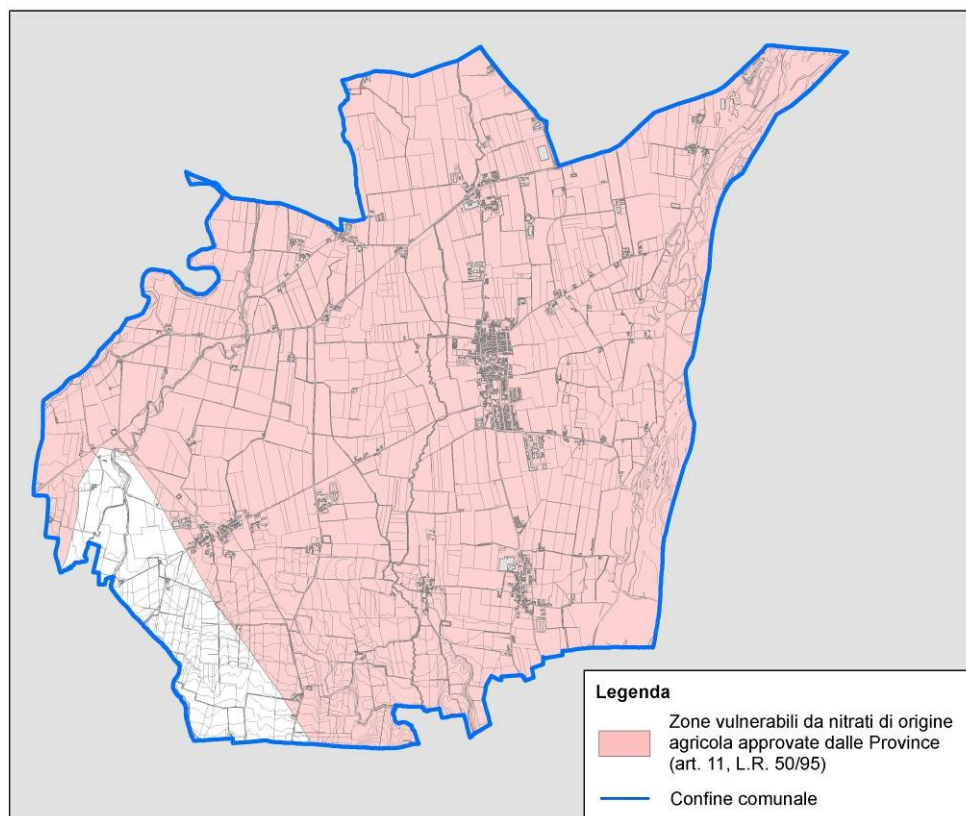


Figura 4.7.3 – Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola approvate dalle province (art.11 LR n.50/95) – Fonte: Relazione Generale del PTA (Figura 1-9 - ridisegnata).

La “Carta delle aree idonee allo spandimento dei liquami zootecnici in agricoltura (ex art.11 della LR.50/95)”, approvata con DGP n.358/2003, suddivide il territorio della Provincia di Piacenza sulla



base di tre differenti criteri: divieti, limitazioni in base alla vulnerabilità e prescrizioni, la cui sovrapposizione può dare luogo ai seguenti casi (Figura 4.8.4):

- spandimento vietato;
- spandimento ammesso in quantità non superiore ad un contenuto di azoto pari a 170 kg per ettaro all'anno ("zone vulnerabili");
- spandimento ammesso in quantità non superiore ad un contenuto di azoto pari a 340 kg per ettaro all'anno ("zone non vulnerabili");
- spandimento soggetto a particolari prescrizioni:
  - adeguate sistemazioni idraulico – agrarie atte ad evitare fenomeni di ruscellamento di liquame (DCR n. 570/1997, art.7);
  - obbligo di coltivazioni compatibili con l'ambiente fluviale e torrentizio (N.T.A. del PTCP, art.14).

In particolare, le aree su cui vige il divieto di spandimento sono:

- *aree non adibite a suolo agricolo* in riferimento all'art.2, comma 2, lett. b della L.R. 50/95; tra queste rientrano le aree urbanizzate e le aree occupate da bosco o calanchi;
- *riserve naturali* di cui all'art.2, comma 1, punto 1 della DCR n.570/1997; sono oggetto di divieto di spandimento le aree incluse nella Riserva naturale del Piacenziano;
- *zone esondabili* (art.2, comma 1, punto 2 della DCR n.70/1997): il divieto di spandimento vale nelle aree esondabili (fascia A1 del PTCP) e comunque per una fascia di 10 metri lineari dal limite degli invasi ed alvei di piena ordinaria dei laghi, bacini e corsi d'acqua naturali così come definito dall'art.14, commi 4 e 5 del PTCP;
- *zone di divieto individuate dalla Provincia* ai sensi dell'art.2, comma 1, punto 4 della DCR n.570/1997, con riferimento alle aree classificate dal PTCP come "A3 – alveo di piena con valenza naturalistica" (art.14, comma 13 delle NTA del PTCP);
- *zone di divieto di cui all'art.21 del D.Lgs.152/1999*: riguarda le zone di rispetto delle sorgenti e dei pozzi ad uso pubblico (pari ad un'area compresa nel raggio di 200 metri lineari dalla captazione).

Sono state, inoltre, individuate alcune zone sulle quali è necessario prestare particolare attenzione nello spandimento dei liquami, per evitare il peggioramento delle condizioni ambientali o di situazioni di dissesto idrogeologico:

- *aree che necessitano di adeguate sistemazioni idraulico - agrarie* atte ad evitare fenomeni di ruscellamento del liquame (art.7, comma 3 della DCR n.570/1997), con riferimento alle aree di

- frana attiva (dall'Inventario del dissesto della Regione Emilia Romagna) e alle aree con pendenza superiore al 15%;
- *aree per le quali è prescritto l'obbligo di metodi di coltivazione compatibili con l'ambiente fluviale e torrentizio* (art.14, comma 10, lett. e delle NTA del PTCP); in pratica sono le aree classificate come Fascia A2 nel PTCP (art. 14, comma 3, lett. b);
  - *sorgenti naturali di pianura*: risorgive e fontanili per un intorno di almeno 10 m. (art.36, comma 4 delle NTA del PTCP).

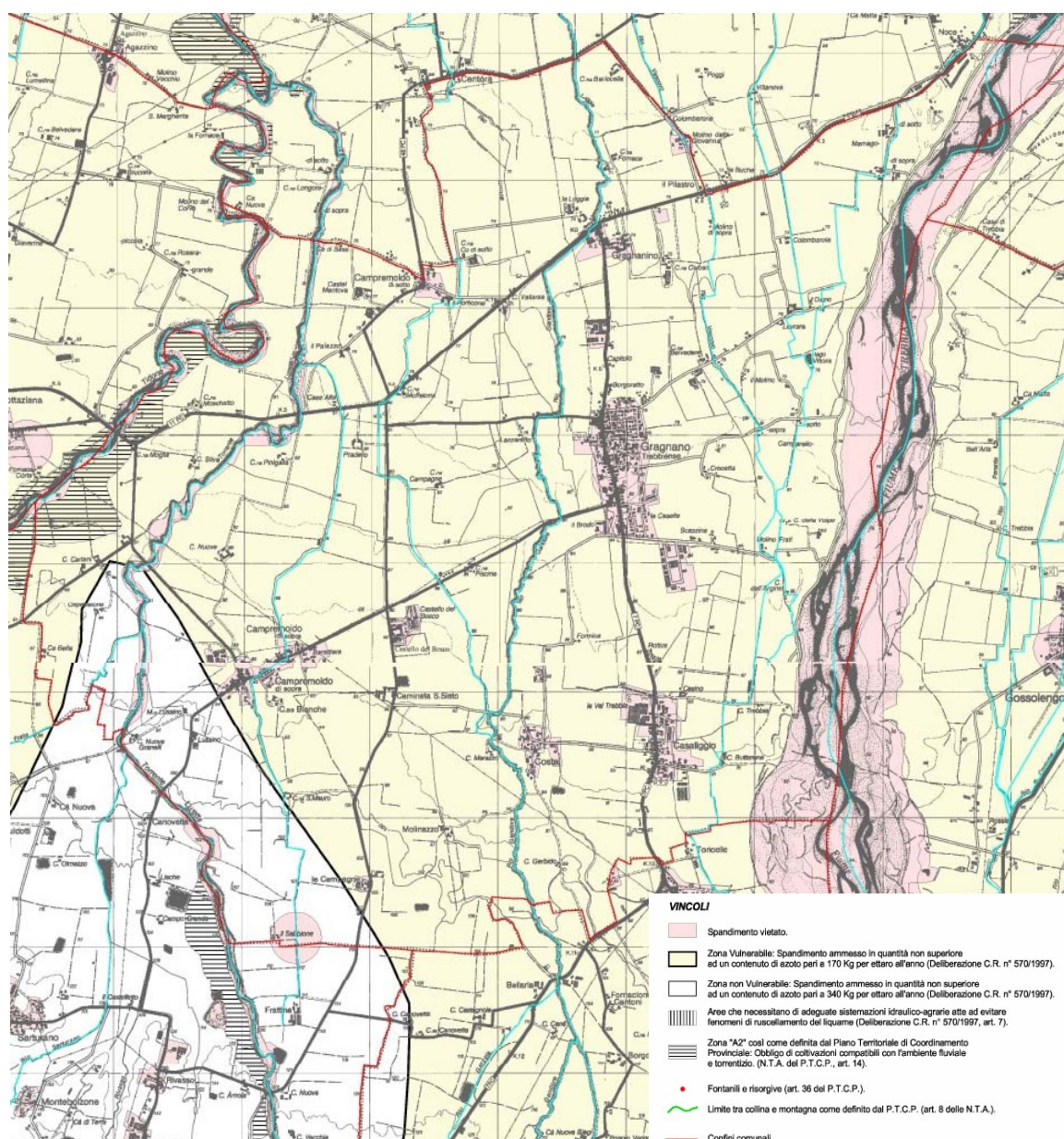


Figura 4.7.4 – Carta delle aree idonee allo spandimento dei liquami zootecnici in agricoltura (ex art.11 della LR.50/95) – estratto delle Tavole 161 SE e 179 NE.

I dati forniti dall'anagrafe nazionale zootecnica evidenziano che nel comune di Gagnano Trebbiense sono presenti 20 aziende con allevamento di bovini e bufalini e due aziende che allevano suini. Nel complesso, quindi, vengono allevati all'interno del territorio comunale 4.374 capi tra bovini e bufalini e 250 capi di suini (dati aggiornati al 31/03/2007).

La superficie complessiva dei terreni oggetto di spandimento dei liquami zootecnici risulta essere pari a 1.090 ha (dati aggiornati al 2003), che equivale all'incirca al 32% della superficie comunale complessiva (Figura 4.8.5).

Occorre evidenziare che, così come stabilito dall'art. 18 del Decreto del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali 7 aprile 2006 "Programma d'azione per le zone vulnerabili da nitrati da fonte agricola – Criteri e norme tecniche generali" reso attivo dalla Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n. 96/2007, la quantità di azoto disponibile nei terreni non deve superare il fabbisogno delle colture. Inoltre, nelle zone vulnerabili da nitrati la quantità di effluente non deve in ogni caso determinare un apporto di azoto disponibile al campo superiore a 170 kg per ettaro e per anno, inteso come quantitativo medio aziendale.

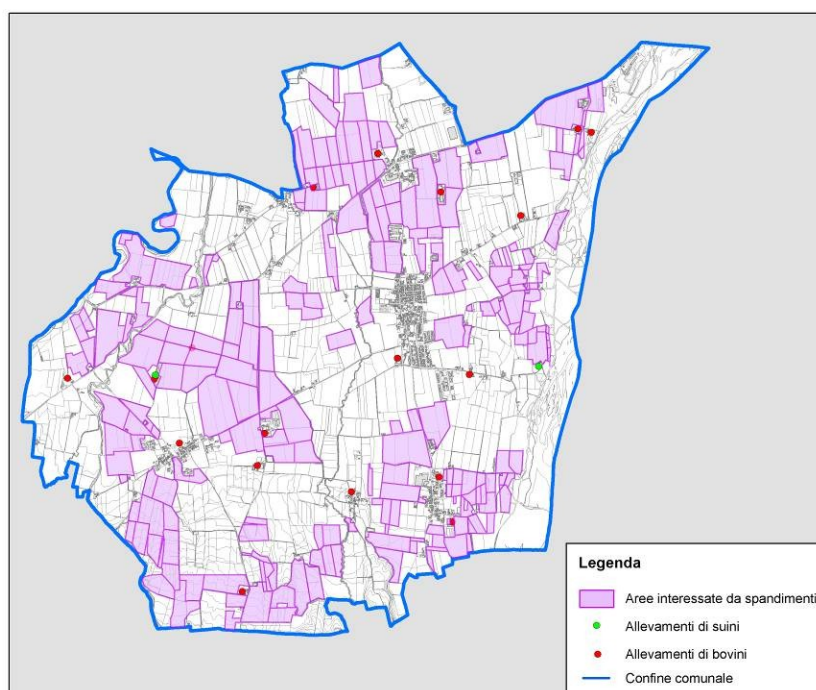


Figura 4.7.5 – Ubicazione delle aziende che allevano bovini e suini e delle aree oggetto di spandimento dei liquami zootecnici all'interno del territorio comunale di Gagnano.

## 4.8 Qualità dei suoli del territorio comunale

L'ARPA Sezione di Piacenza ha recentemente effettuato una campagna di controllo della qualità dei suoli della provincia di Piacenza, verificando la presenza e la concentrazione di metalli pesanti (cadmio, cromo, nickel, piombo, rame e zinco) e le principali caratteristiche di fertilità (tessitura, pH, carbonati totali, sostanza organica, fosforo e potassio assimilabili).

A seguito della richiesta del Comune, l'ARPA di Piacenza ha elaborato e trasmesso quattordici carte tematiche rappresentanti la qualità dei suoli del Comune di Gragnano Trebbiense.

Tali carte, tutte rappresentate cartograficamente in scala 1:30.000 e realizzate attraverso l'utilizzo dei software GS+ e ArcView 9.1, riguardano:

- la distribuzione dei campioni analizzati per i metalli e per la fertilità (Figure 4.9.1 e 4.9.2);
- la concentrazione di metalli pesanti, quali cadmio, cromo, nickel, piombo, rame e zinco (Figure 4.7.3 – 4.7.8);
- le caratteristiche della fertilità dei suoli, quali tessitura, pH, calcare totale, sostanza organica, pedologia, fosforo e potassio assimilabili (Figure 4.9.9 – 4.9.15);
- la localizzazione delle aree utilizzate per lo spandimento di fanghi di depurazione e di liquami zootecnici (Figura 4.9.15).

In Tabella 4.9.1 sono riportate le concentrazioni soglia di contaminazione del suolo (CSC) in relazione alla destinazione d'uso dei siti da bonificare, presenti nell'Allegato 5 del Testo Unico recante Norme in Materia Ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.). Per bonifica si intende *l'insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle stesse presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR).*

---

<sup>6</sup> Fonte: "Carte tematiche rappresentanti la qualità dei suoli del Comune di Gragnano Trebbiense" ARPA – Sezione Provinciale di Piacenza, Servizio Sistemi Ambientali – Eccellenza suolo.





Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente dell'Emilia-Romagna  
Sezione di Piacenza Sistemi Ambientali  
Eccellenza SUOLO



Comune di Gragnano

Distribuzione dei campioni  
analizzati per i metalli

**Legenda**

■ 2006\_Geoped\_metalli Events

1:30 000

Elaborazioni eseguite con GIS e ArcGIS 9.1 da  
dot. chim Antonio Nassisi

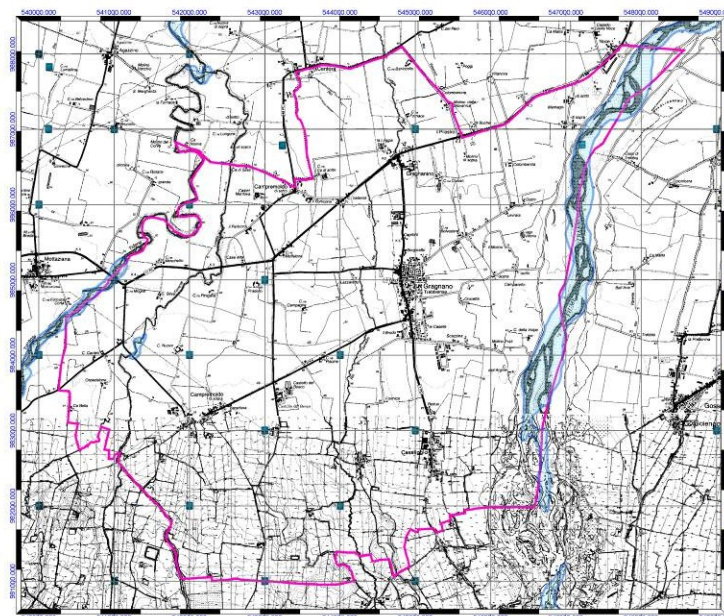


Figura 4.8.1 – Distribuzione dei campioni analizzati per i metalli nel Comune di Gragnano Trebbiense (fuori scala).



Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente dell'Emilia-Romagna  
Sezione di Piacenza Sistemi Ambientali  
Eccellenza SUOLO



Comune di Gragnano

Distribuzione dei campioni  
analizzati per la fertilità

**Legenda**

■ Gragnano\_fert\_sam

1:30 000

Elaborazioni eseguite con GIS e ArcGIS 9.1 da  
dot. chim Antonio Nassisi

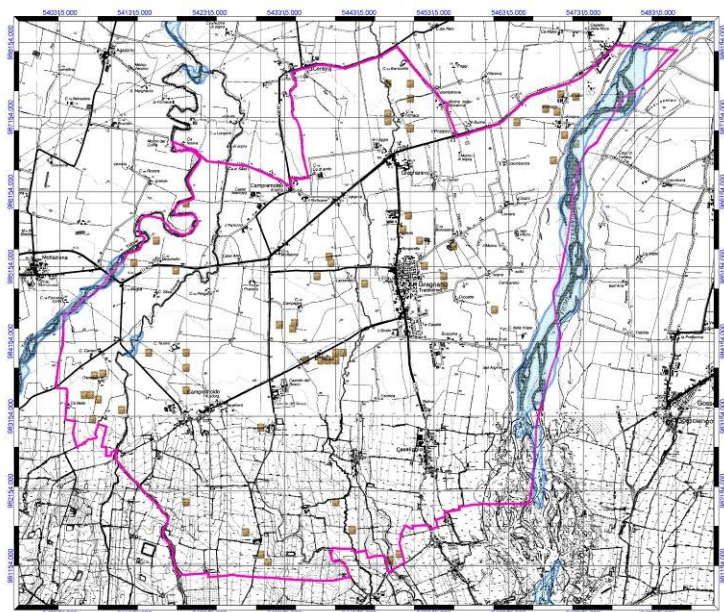


Figura 4.8.2 – Distribuzione dei campioni analizzati per la fertilità nel Comune di Gragnano Trebbiense (fuori scala)

Tabella 4.8.1 – Concentrazioni soglia di contaminazione del suolo relativamente alla destinazione d'uso dei siti da bonificare (Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

	Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg)	Siti ad uso commerciale e industriale (mg/kg)
<b>Cadmio</b>	2	15
<b>Cromo</b>	150	800
<b>Nichel</b>	120	500
<b>Piombo</b>	100	1.000
<b>Rame</b>	120	600
<b>Zinco</b>	150	1.500

Secondo quanto prescritto nell'Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., i livelli di cadmio nel suolo in siti ad uso pubblico o residenziale dovrebbero essere inferiori a 2 mg/kg. Gran parte del territorio comunale è caratterizzato da concentrazioni di cadmio inferiori a 0,32 mg/kg, ad eccezione della porzione localizzata a nord-est del centro abitato di Gragnano, nella quale i valori di concentrazione sono compresi nell'intervallo 0,321 – 0,42 mg/kg. Le concentrazioni di cadmio su tutto il territorio comunale si trovano, quindi, abbondantemente al di sotto dei limiti di legge (Figura 4.9.3).

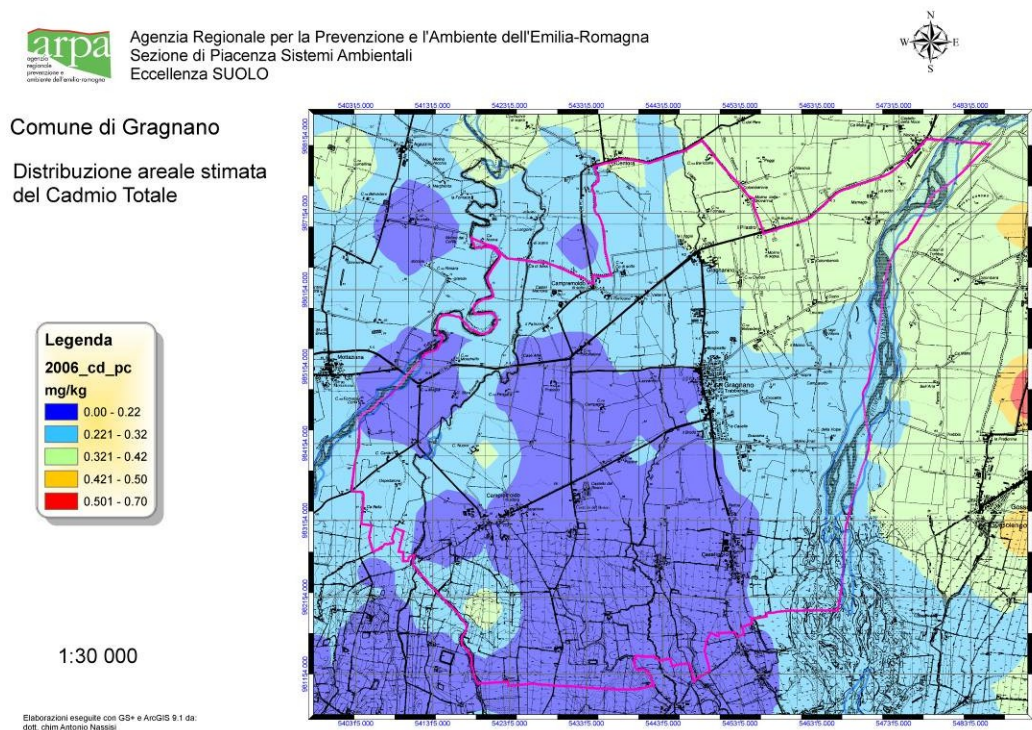


Figura 4.8.3 – Distribuzione del cadmio nei suoli del Comune di Gragnano Trebbiese (fuori scala). Le concentrazioni sono espresse in mg/kg.



Per quanto riguarda il cromo, i limiti di legge prevedono una concentrazione inferiore a 150 mg/kg per le aree ad uso residenziale, mentre per le aree commerciali e industriali è fissato il limite di 800 mg/kg. In gran parte del territorio comunale è stata riscontrata un'elevata concentrazione di cromo (concentrazioni comprese nell'intervallo 100-200 mg/kg), che mediamente può determinare il superamento dei livelli di concentrazione prescritti per le aree residenziali, ma non quelli per le aree industriali e commerciali. La concentrazione del cromo è, invece, minore di 100 mg/kg verso sud-ovest, mentre è compresa tra 200 e 300 mg/kg in una piccola porzione a nord, prossima al F. Trebbia (Figura 4.9.4).

In conclusione, si evidenzia che il centro abitato di Gragnano Trebbiese e buona parte del territorio circostante presentano concentrazioni di cromo superiori al limite previsto per le aree residenziali e di verde pubblico e privato.

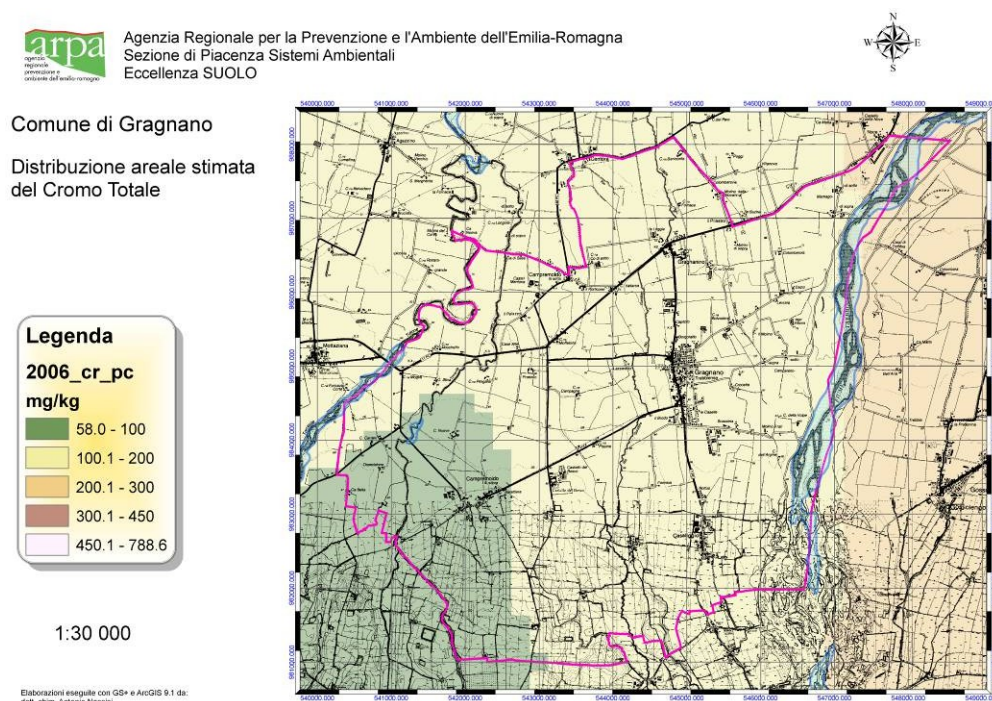


Figura 4.8.4 – Distribuzione del cromo nei suoli del Comune di Gragnano Trebbiese (fuori scala).  
Le concentrazioni sono espresse in mg/kg.

Il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. fissa, come valori soglia di contaminazione del suolo da parte del nichel, 120 mg/kg per le aree residenziali e 500 mg/kg per le aree industriali. Dalle analisi risulta che la parte del territorio comunale ad est del centro abitato di Gragnano presenta una concentrazione di nichel compresa tra 113-200 mg/kg, quindi mediamente superiore al limite previsto per le aree residenziali (Figura 4.9.5); ad est di Gragnano, invece, la concentrazione del nichel risulta essere inferiore a 113 mg/kg.



Comune di Gragnano

Distribuzione areale stimata  
del Nickel Totale

#### Legenda

2006\_ni\_pc  
mg/kg

6.6 - 25.0
25.1 - 50.0
50.1 - 75.0
75.1 - 113.0
113.1 - 200.0
200.1 - 500.0
500.1 - 800.0
800.1 - 1,231.7

1:30 000

Elaborazioni eseguite con GIS+ e ArcGIS 9.1 da:  
geol. chim. Antonio Nascini

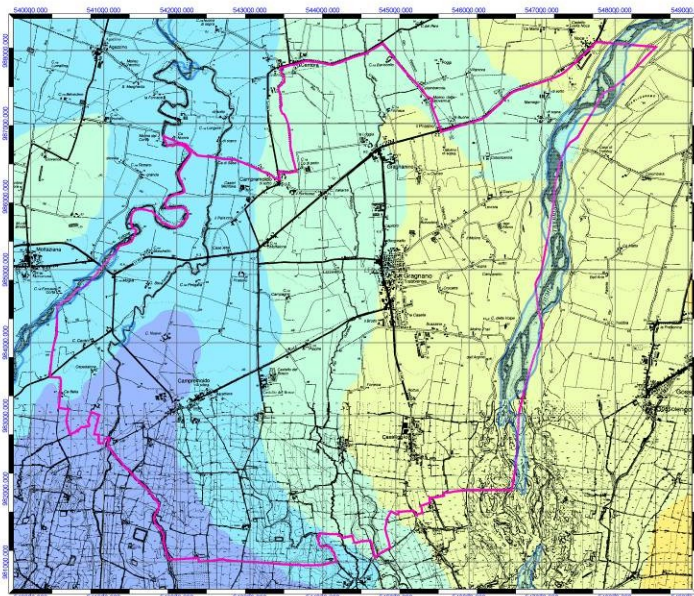


Figura 4.8.5 – Distribuzione del nichel nei suoli del Comune di Gragnano Trebbiese (fuori scala).  
Le concentrazioni sono espresse in mg/kg.

Il limite di concentrazione del piombo previsto per le aree residenziali è di 100 mg/kg. Quasi la totalità del territorio comunale presenta concentrazioni inferiori a 25 mg/kg, ad eccezione di una zona al centro del territorio, in cui la concentrazione del piombo raggiunge il valore di 50 mg/kg. In ogni caso, tutto il territorio del comune di Gragnano presenta valori di piombo abbondantemente al di sotto dei limiti di legge utilizzati quale riferimento (Figura 4.9.6).

Per quanto riguarda il rame, il valore soglia di contaminazione del suolo per le aree ad uso residenziale è fissato a 120 mg/kg. Anche in questo caso, il territorio comunale presenta una situazione omogenea nella quasi totalità della sua superficie, avendo una concentrazione di rame mediamente compresa tra 30-60 mg/kg, ben al sotto quindi della soglia fissata dalla legge utilizzata quale riferimento (Figura 4.9.7).

Per quanto riguarda lo zinco, la soglia fissata per le aree residenziali è di 150 mg/kg. Dalle analisi effettuate il territorio comunale si presenta suddiviso in due zone, entrambe caratterizzate da concentrazioni di zinco inferiori ai limiti di legge di riferimento: quella a nord-est con concentrazioni



variabili tra 100 e 120 mg/kg e la restante parte del territorio con concentrazioni comprese tra 80 e 100 mg/kg (Figura 4.9.8).

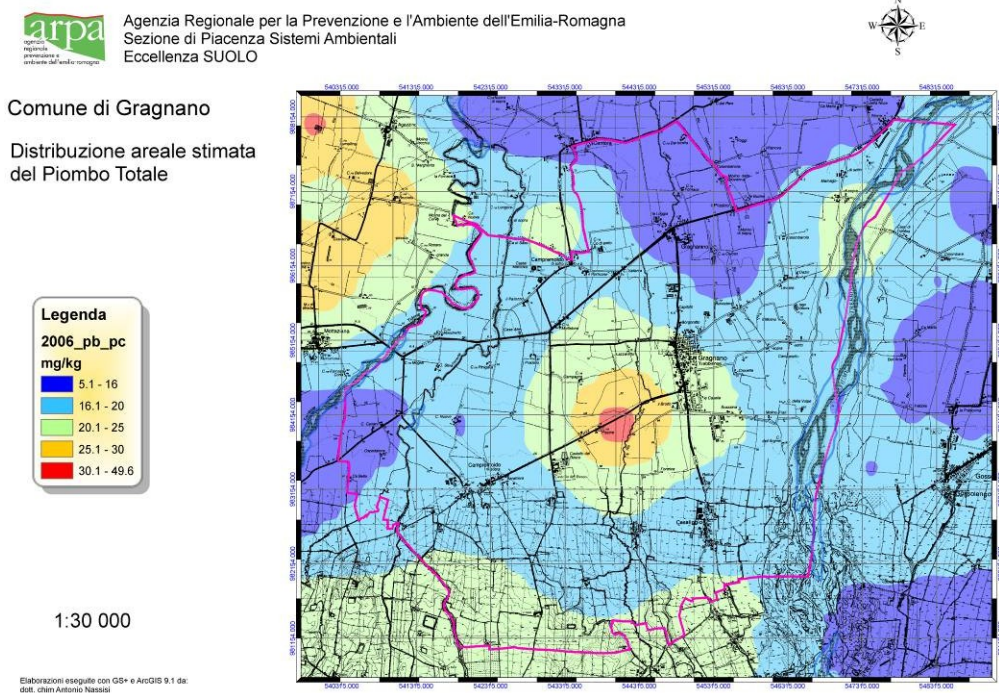


Figura 4.8.6 – Distribuzione del piombo nei suoli del Comune di Gragnano Trebbiense (fuori scala). Le concentrazioni sono espresse in mg/kg.

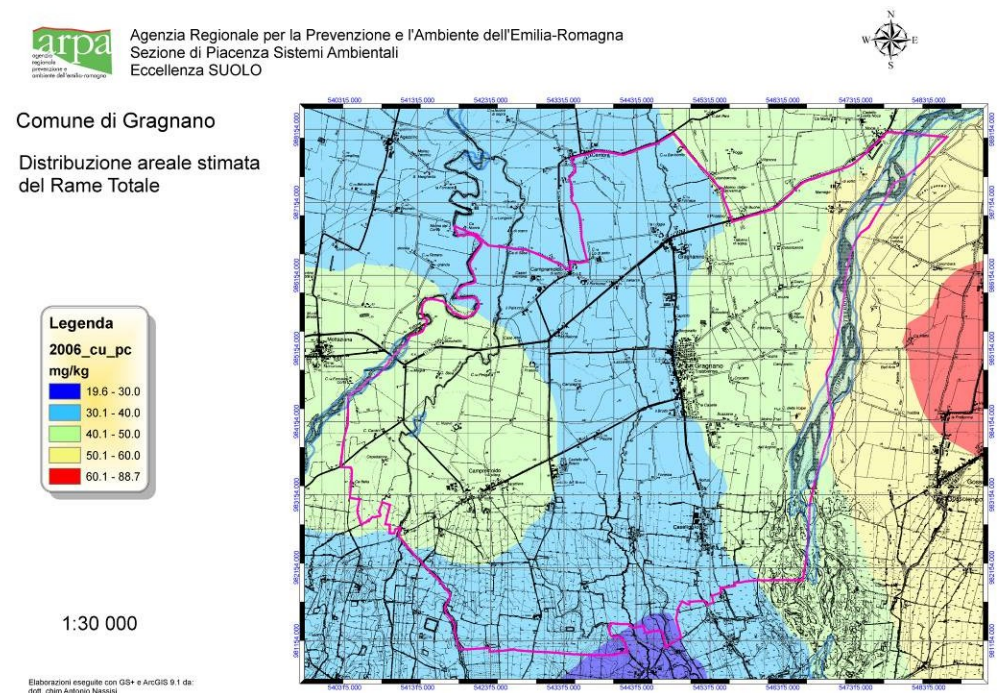


Figura 4.8.7 – Distribuzione del rame nei suoli del Comune di Gragnano Trebbiense (fuori scala). Le concentrazioni sono espresse in mg/kg.

Per quanto riguarda i parametri della fertilità, il territorio comunale presenta concentrazioni di calcare totale medie, con concentrazioni comprese tra 0 e 20 g/100g (Figura 7.4.9), mentre il fosforo assimilabile (Figura 4.9.10) è presente principalmente in quantità medio-elevate (concentrazioni comprese tra 10 e 25 mg/kg).

Il potassio assimilabile è presente nel territorio comunale per concentrazioni comprese tra 100 e 300 mg/kg; i valori più alti si riscontrano nella porzione centro-occidentale del territorio comunale (Figura 4.9.11).

La distribuzione della reazione del suolo (pH) evidenzia che i suoli del comune di Gragnano Trebbiense sono in parte alcalini e in parte subalcalini; infatti, il territorio comunale risulta suddiviso in due parti: quella centro-meridionale caratterizzata da valori di pH variabili tra 7,2 e 7,6 e la restante parte caratterizzata da valori di pH variabili tra 7,6 e 8,2 (Figura 4.9.12).

Nel Comune di Gragnano Trebbiense si riscontrano contenuti di sostanza organica intermedi (1,5 – 2%) nella porzione meridionale e in quella occidentale del territorio (Figura 4.9.13), mentre nella restante parte il contenuto di sostanza organica risulta essere mediamente alto (2 – 3%).

Relativamente alla tessitura dei suoli (Figura 4.9.14) si evidenzia che gran parte del territorio è caratterizzato da suoli franco limosi argillosi (FLA) e franco argillosi (FA), ad eccezione di due piccole aree prossime al F. Trebbia caratterizzate da suoli franchi (F).

Infine, si evidenzia che la distribuzione degli spandimenti dei liquami zootecnici nell'anno 2003 risulta distribuita in modo abbastanza omogeneo su tutto il territorio comunale (Figura 7.4.15), giungendo a lambire le aree prossime al F. Trebbia; la distribuzione degli spandimenti dei fanghi di depurazione, invece, è limitata esclusivamente ad una piccola area prossima al centro abitato di Campremoldo Sopra.

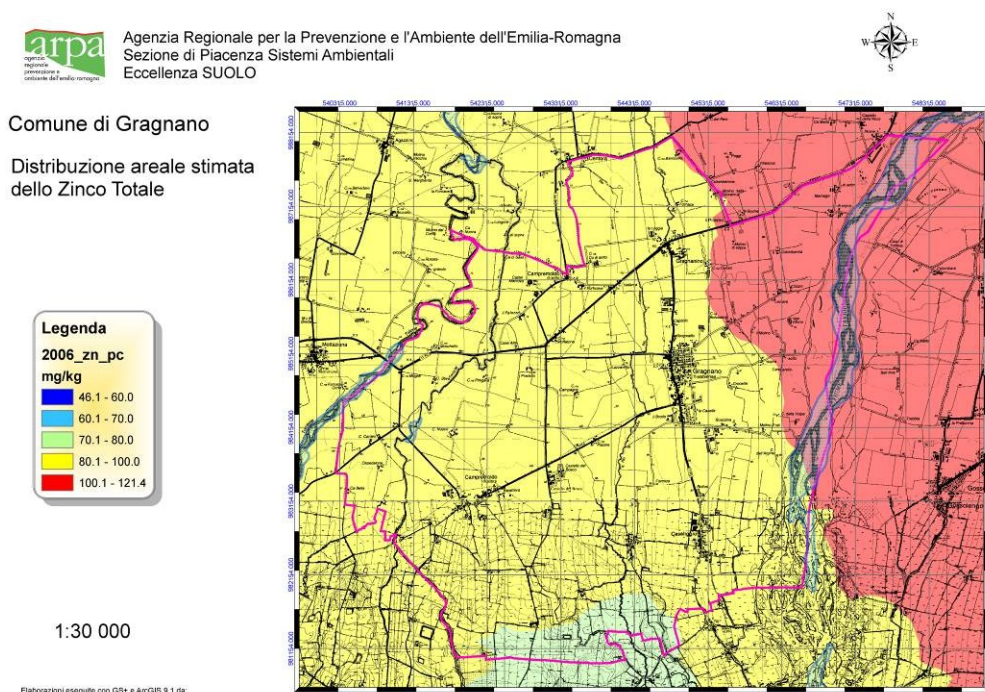


Figura 4.8.8 – Distribuzione delle zinco nei suoli del Comune di Gragnano Trebbiense (fuori scala). Le concentrazioni sono espresse in mg/kg.





Comune di Gragnano

Distribuzione areale stimata  
del Calcare Totale



1:30 000

Elaborazioni eseguite con GIS e ArcGIS 9.1 da:  
dott. chm Antonio Nascetti

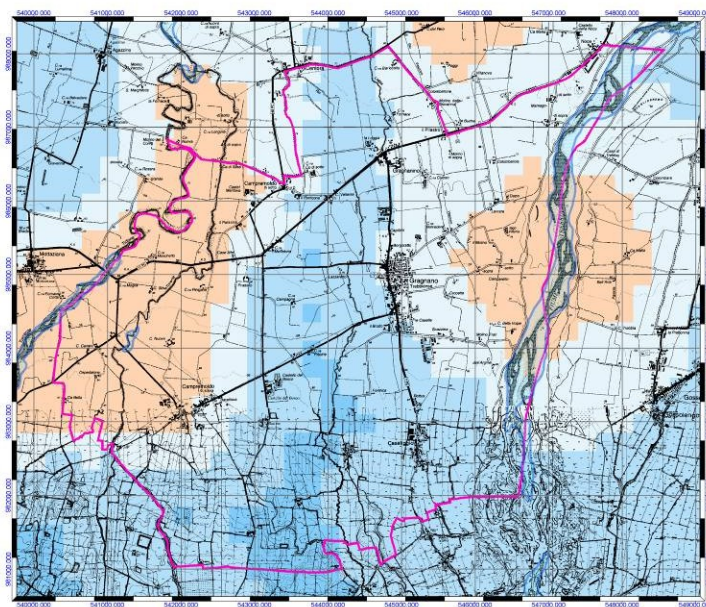
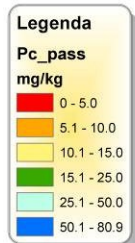


Figura 4.8.9 – Distribuzione del calcare totale nei suoli del Comune di Gragnano Trebbiense (fuori scala). Le concentrazioni sono espresse in g/100g.



Comune di Gragnano

Distribuzione areale stimata  
del Fosforo assimilabile



1:30 000

Elaborazioni eseguite con GIS e ArcGIS 9.1 da:  
dott. chm Antonio Nascetti

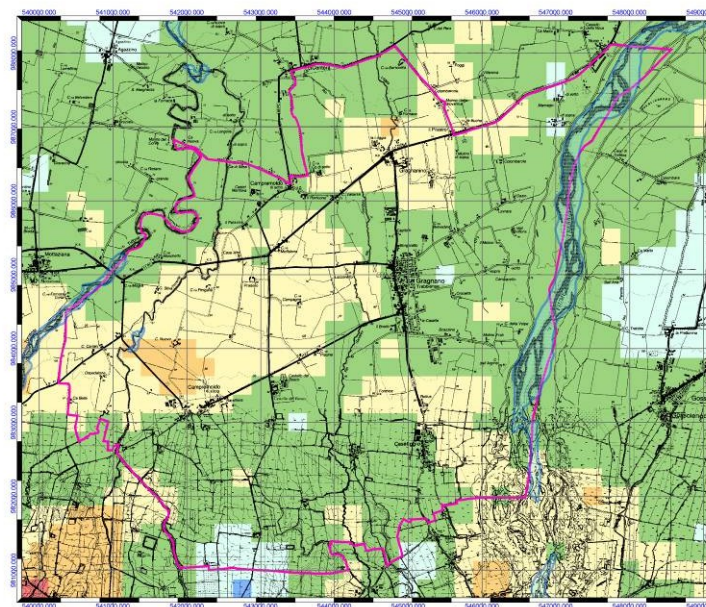


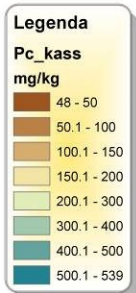
Figura 4.8.10 – Distribuzione del fosforo assimilabile nei suoli del Comune di Gragnano Trebbiense (fuori scala).





Comune di Gragnano

Distribuzione areale stimata  
del Potassio assimilabile



1:30 000

Elaborazioni eseguite con GIS+ e ArcGIS 9.1 da:  
dott. chm Antonio Nassisi

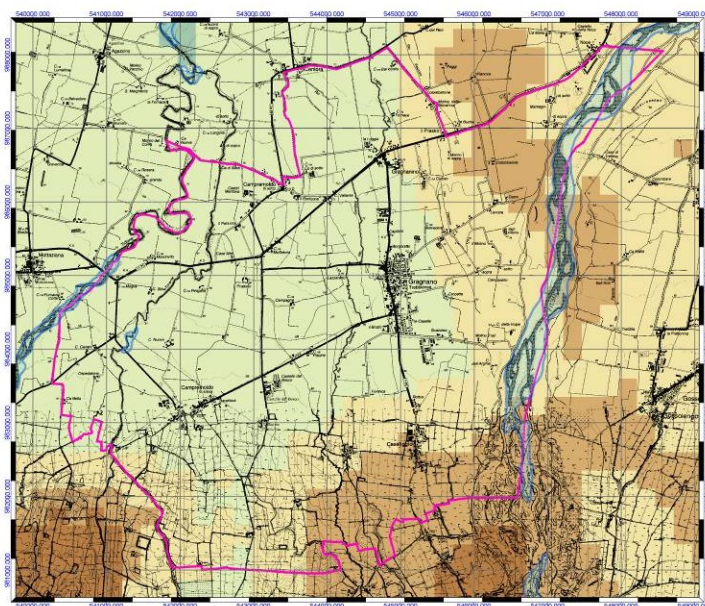


Figura 4.8.11 – Distribuzione del potassio assimilabile nei suoli del Comune di Gragnano Trebbiense (fuori scala). Le concentrazioni sono espresse in mg/kg.



Comune di Gragnano

Distribuzione areale stimata  
della reazione del suolo (pH)



1:30 000

Elaborazioni eseguite con GIS+ e ArcGIS 9.1 da:  
dott. chm Antonio Nassisi

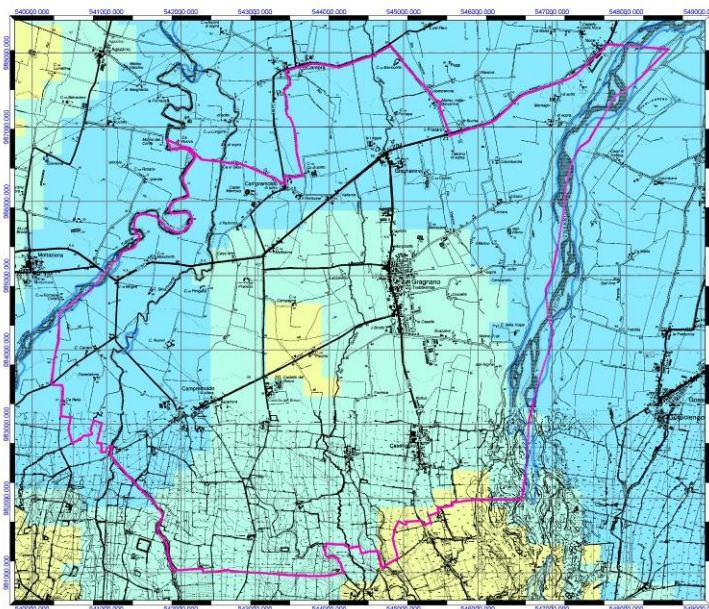


Figura 4.8.12 – Distribuzione della reazione del suolo (pH) nel Comune di Gragnano Trebbiense (fuori scala).





Comune di Gragnano

Distribuzione areale stimata  
della sostanza organica



1:30 000

Elaborazioni eseguite con GIS+ e ArcGIS 9.1 da:  
dot. chm Antonio Nassisi

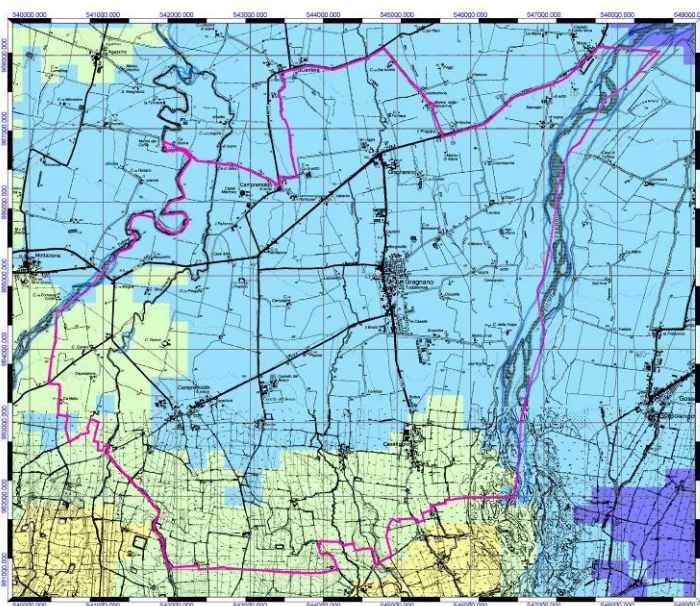
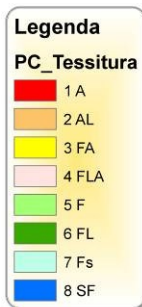


Figura 4.8.13 – Distribuzione della sostanza organica nei suoli del Comune di Gragnano Trebbiese (fuori scala).



Comune di Gragnano

Distribuzione areale stimata  
della tessitura



1:30 000

Elaborazioni eseguite con GIS+ e ArcGIS 9.1 da:  
dot. chm Antonio Nassisi

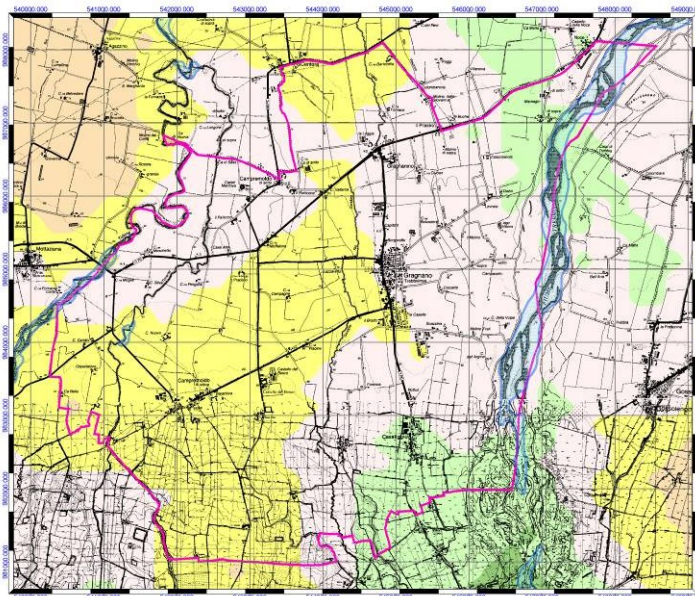


Figura 4.8.14 – Distribuzione della tessitura nei suoli del Comune di Gragnano Trebbiese (fuori scala).



Comune di Gragnano

Distribuzione aziende  
fanghi e liquami

#### Legenda

- Gragnano\_fanghi\_2002
- Gragnano\_spandimenti 2003

1:30 000

Elaborazioni eseguite con GIS e ArcGIS 9.1 da:  
dott. chm Antonio Nascetti

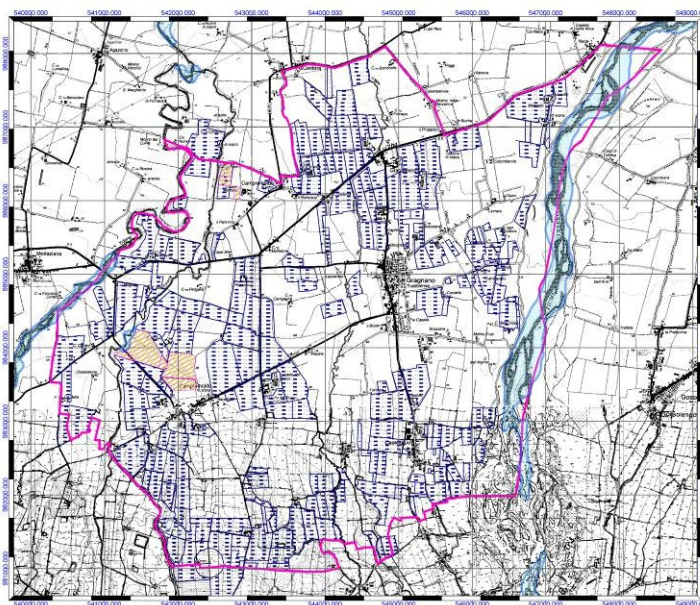


Figura 4.8.16 – Superfici utilizzate per lo spandimento dei liquami zootecnici e dei fanghi di depurazione nel Comune di Gragnano Trebbiense (fuori scala).

## 4.9 Fattibilità delle trasformazioni all'insediamento

Lo studio specialistico (cartografia e relazioni), redatto nell'ambito della predisposizione del PSC, relativo agli aspetti geologici, idrogeologici e sismici del territorio, rappresenta il riferimento primario per l'attuazione degli interventi e delle politiche di tutela e per le condizioni tecniche da porre nelle specifiche trasformazioni territoriali.

Lo studio geologico rappresenta inoltre il riferimento gestionale per tutti gli interventi ordinari di manutenzione e riqualificazione territoriale e ambientale.

In particolare 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 QC 2.1.8. In particolare è stata prodotta una zonizzazione del territorio comunale in classi di fattibilità, desunta dalla cartografia di analisi (tavole QC 2.1.1., QC 2.1.2., QC 2.1.3., QC 2.1.4., QC 2.1.5., QC 2.1.6., QC 2.1.7.) 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 limitazioni e 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.

Indipendentemente dalla zonizzazione in classi di fattibilità 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. LL.PP. 3797/1967, al D.M. LL.PP. 11/03/1988 e successive integrazioni e modifiche, alla D.G.R. 29/10/2001 n. 7/6645 e al D.M. del 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

#### **4.9.1 Fattibilità senza particolari limitazioni**

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni a variazioni di destinazione d'uso e per le quali dovrà essere applicato il D.M. LL.PP. 3797/1967, il D.M. LL.PP. 11/03/1988 e successive integrazioni e modifiche, il D.G.R. 29/10/2001 n. 7/6645, il D.M. del 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni" e il D.M. 14.1.2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche".

#### **4.9.2 Fattibilità con modeste limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni.

In linea generale si tratta di zone che presentano problematiche sotto il profilo geotecnico e idraulico, ma facilmente risolvibili attraverso adeguati accorgimenti costruttivi da definire in sede di progettazione, sulla base di specifici approfondimenti per la mitigazione del rischio.

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 bacini di accumulo temporaneo per la raccolta delle acque intercettate dalle coperture degli edifici nel rispetto di quanto previsto dal DPR 18.02.1999 n.

238. I manufatti di raccolta, di recapito e di accumulo delle acque meteoriche dovranno essere compresi, unitariamente, nelle opere di urbanizzazione primaria.

#### **4.9.3 Fattibilità con consistenti limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso delle aree, per le condizioni di pericolosità relative al rischio idrogeologico indotta da zone con grado di vulnerabilità alto ed elevato e da zone classificate in fascia C del PAI.

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 si 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 bacini di accumulo temporaneo per la raccolta delle acque intercettate dalle coperture degli edifici nel rispetto di quanto previsto dal DPR 18.02.1999 n.

238. I manufatti di raccolta, di recapito e di accumulo delle acque meteoriche dovranno essere compresi, unitariamente, nelle opere di urbanizzazione primaria.

#### **4.9.4 Fattibilità con gravi limitazioni**

La classe "Fattibilità con gravi limitazioni" comprende le zone classificate in fascia A e B del PAI.

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. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della L. 457/1978.

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.

A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

#### **4.9.5 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 Gragnano.

Dall'analisi geologico-sismica esplicito nei precedenti capitoli, emerge che il territorio comunale, non è caratterizzato da fenomeni di instabilità né da condizioni morfologiche acclivi. Possono essere tuttavia possibili amplificazioni sismiche locali dovute all'assetto stratigrafico.



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.

Le suddette analisi di secondo e terzo livello non eseguite durante la fase redazionale del PSC, dovranno, almeno in parte, trovare riscontro a corredo del POC in associazione alla consueta relazione geologica, così come previsto dalla legislazione urbanistica vigente, tenendo presente che tutto ciò che non verrà indagato in fase di pianificatoria sarà rinviato alla fase attuativa dei singoli interventi.