



COMUNE DI QUATTRO CASTELLA

PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

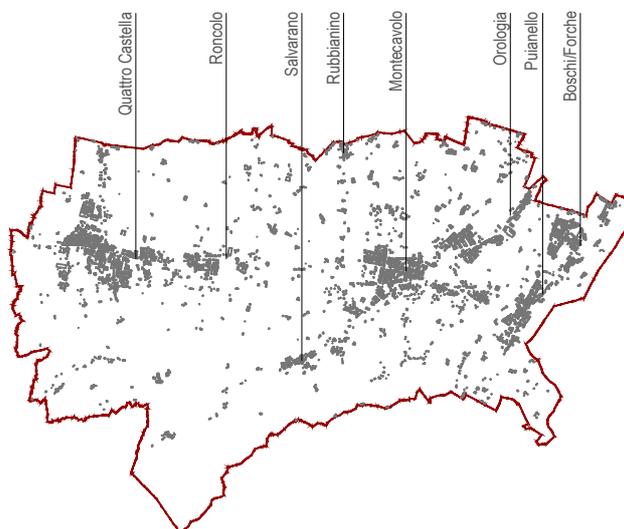
PIANO URBANISTICO GENERALE

MARZO 2018

ADOTTATO CON D.C. N° DEL
APPROVATO CON D.C. N° DEL

QUADRO CONOSCITIVO SISTEMA IDRO - GEOLOGICO Relazione geologica

QUADRO CONOSCITIVO
SISTEMA IDRO - GEOLOGICO
Relazione geologica



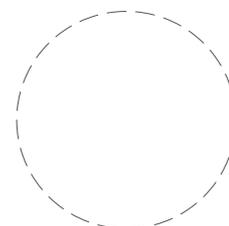
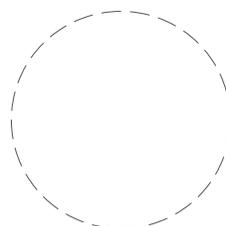
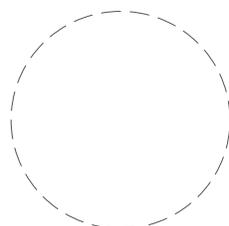
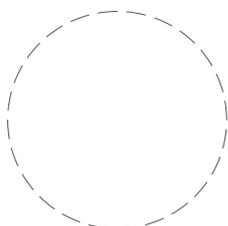
LUR N.24 del 21/12/2017

Il Responsabile d'Area
Arch. SAVERIO CIOCE

Il Responsabile all'Urbanistica
Arch. MARIASILVIA BOERI

Il Sindaco
Dott. ANDREA TAGLIAVINI

Il Vicesegretario
Dott. ANDREA IORI





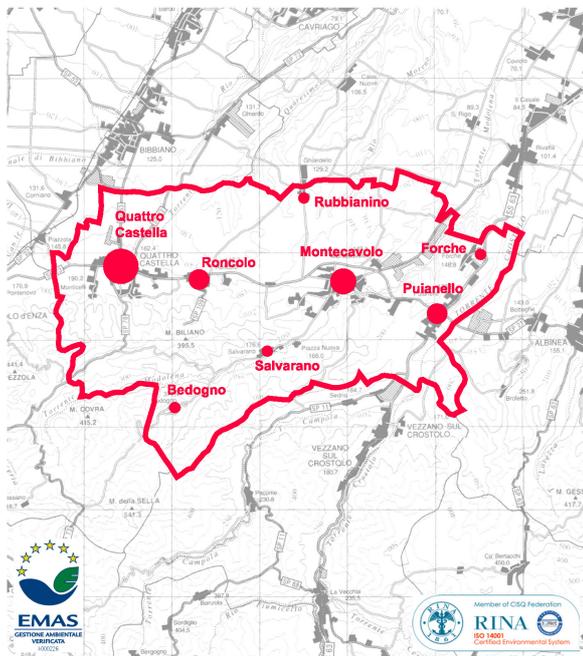
PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

COMUNE DI QUATTRO CASTELLA



POS

PIANO STRUTTURALE COMUNALE



QUADRO CONOSCITIVO

Art.28 Legge Rg. 24 Marzo 2000 n° 20



RELAZIONE GEOLOGICA

Il Sindaco
CESARE BEGGI

Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

L'Assessore
all'Urbanistica
ANDREA TAGLIAVINI



via Morandi, n. 3
42020 Quattro Castella
Reggio Emilia
tel 0522 887268
fax 0522 249540
e-mail: subsoil@virgilio.it
c.f.p. iva 01999810359



Pratica n° 2999

Redatto da : GDUrb

Nome file : 2999 Tassello prova grazia3.dwg

Dirigente Area Assetto e Uso del Territorio
Arch. Giuliana Motti
Responsabile Servizio Urbanistica - Edilizia Privata
Geom. Dalbo Rivi
Servizio LL.PP. - Patrimonio - Ambiente
Dott. Davide Giovannini
Geom. Daniele Prandi

Gruppo di lavoro Centro Coop. di Progettazione
Arch. Aldo Calli (progettista)
Geom. Grazia Bagnacani
Geom. Roberta Bagnacani
Ing. Simone Calli
Arch. M.Luisa Gozzi
Segr. Caterina Lucenti
Disegn. Simonetta Luciani
Arch. Antonino Nava
Urb. Moreno Veronese

Consulenti
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini (Studio geologico)
Arch. Elisabetta Cavazza (Sistema storico - paesaggistico)
Dott. Dario Mussini (Rete ecologica)
Studio Alfa srl (Studio impatto ambientale)
Dott. Gino Mazzoli (Partecipazione e ascolto)

**REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
COMUNE DI QUATTRO CASTELLA**

PSC Comune di Quattro Castella

Approfondimenti di natura geologica finalizzati
alla predisposizione del nuovo strumento
urbanistico generale PSC, così come definito
dalla legge regionale n° 20/2000 "Disciplina
generale sulla tutela ed uso del territorio"

Relazione Geologica

Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

Indice

1	Premessa.....	5
2	Rapporto tra PSC e PTCP	6
3	Assetto del territorio	8
3.1	Inquadramento geografico	8
3.2	Geomorfologia.....	9
3.3	Litologia di superficie.....	13
3.4	Geologia	16
3.4.1	La storia geologica.....	16
3.4.2	Geologia di dettaglio	17
3.4.3	Geologia strutturale	19
3.4.4	Emergenze geologico - ambientali e aree sensibili	22
3.5	Idrologia e idrogeologia.....	23
3.5.1	Reticolo idrografico	23
3.5.2	Assetto idrogeologico	24
3.5.3	Permeabilità.....	24
3.6	Classificazione sismica	26
3.6.1	Quadro normativo	26
3.6.2	Pericolosità sismica	29
3.6.3	Sismicità storica.....	30
4	Pericolosità del territorio	32
4.1	Generalità.....	32
4.2	Metodologia applicata	33
5	Elaborati cartografici di analisi e di sintesi.....	37
5.1	Carte descrittive dello stato di fatto del territorio	37
5.1.1	TAVOLA 1: “Carta geomorfologia”	37
5.1.2	TAVOLA 2: “Carta delle emergenze geologico-ambientali”	42
5.2	Carte di sintesi della pericolosità	42
5.2.1	TAVOLA 3: “Carta della vulnerabilità degli acquiferi”	42
5.2.2	TAVOLA 4: “ Carta della suscettibilità per frane superficiali”	46
5.2.3	TAVOLA 5: “Carta dei fenomeni di instabilità geomorfologica e pericolosità idrogeologica” ..	47
5.2.4	TAVOLA 6: “ Analisi sismica - Carta delle aree suscettibili ad effetti locali”	53
5.2.5	TAVOLA 7: “Analisi sismica - Carta delle aree suscettibili ad effetti attesi”	55
6	Conclusioni	58

6.1	Limiti e condizioni per lo sviluppo del territorio derivanti dall'assetto geologico	58
7	Bibliografia	62

ALLEGATI

Tavole:

- TAV. 1** Carta geomorfologia
- TAV. 2** Carta delle emergenze geologico-ambientali
- TAV. 3** Carta della vulnerabilità degli acquiferi
- TAV. 4** - Carta della suscettibilità per frane superficiali
- TAV. 5** - Carta dei fenomeni di instabilità geomorfologiche e pericolosità idrogeologica
- TAV. 6**- Analisi sismica - Carta delle aree suscettibili ad effetti locali
- TAV. 7** - Analisi sismica - Carta aree suscettibili ad effetti attesi

Schede geositi

1 Premessa

Il presente studio si inserisce in un programma di indagini e ricerche che ha come obiettivo la predisposizione del nuovo strumento urbanistico generale del Comune di Quattro Castella.

Esso costituisce una prima fase di lavoro finalizzata all'approfondimento delle conoscenze geologiche del territorio comunale e alla redazione di elaborati tecnici di supporto al Piano Strutturale Comunale (PSC).

Il PSC, redatto ai sensi della L.R. 20/2000, ha il fine di delineare le scelte strategiche di assetto e sviluppo del territorio e tutelare l'integrità fisica ed ambientale e l'identità culturale dello stesso.

Attraverso l'analisi delle problematiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche e geotecniche del territorio interessato, il lavoro si propone di fornire un quadro conoscitivo sufficientemente adeguato a sostenere le scelte strategiche operate dal piano e, nel contempo, effettuare valutazioni di sostenibilità ambientale e territoriale degli effetti derivanti dall'attuazione del piano stesso.

Attraverso il bilancio dello stato e delle tendenze evolutive del territorio, lo studio si propone, in primo luogo, di fornire indicazioni in merito ai rischi per le opere e le attività umane determinati, in particolare, da fenomeni di dissesto idrogeologico, di instabilità geologica e di pericolosità idraulica e dal rischio sismico, in secondo luogo, di identificare, sulla base delle conoscenze disponibili, le porzioni di territorio interessate da limiti alle trasformazioni derivanti da esigenze di difesa del suolo e tutela dei valori naturali e paesaggistici.

L'attività si è sviluppata a partire da una analisi di dettaglio dello stato di fatto del territorio comunale alla quale è seguita un'attività di elaborazione e di sintesi valutativa dello stato e delle tendenze evolutive del territorio, che ha portato alla realizzazione di carte di pericolosità.

Nel dettaglio, la metodologia applicata si è articolata in tre fasi:

- acquisizione della cartografia di base in supporto cartaceo e informatico e dei dati bibliografici disponibili;
- acquisizione e verifica di dati in campagna per i siti e i fenomeni che hanno richiesto approfondimenti;
- analisi, elaborazione e sintesi dei dati acquisiti e restituzione di tavole grafiche.

Le elaborazioni effettuate nell'ambito dello studio hanno portato alla definizione di carte descrittive dello stato di fatto del territorio e carte di sintesi della pericolosità, definite in relazione ai diversi aspetti trattati in fase di analisi (assetto geologico e geomorfologico, assetto idraulico, assetto idrogeologico, rischio sismico).

La prima tipologia di carte fornisce un quadro informativo dei diversi aspetti che caratterizzano il territorio, la seconda sviluppa il concetto di pericolosità relativamente ad uno specifico fenomeno (vulnerabilità degli acquiferi, instabilità geomorfologia, pericolosità idrogeologica, pericolosità sismica).

Tutte le tavole prodotte hanno come base cartografica la Carta Tecnica Regionale e sono elaborate e redatte in scala 1:10.000, ad ogni carta è associato un database alfanumerico georeferenziato.

2 Rapporto tra PSC e PTCP

La L.R. 20/2000 “Disciplina generale sulla tutela e l’uso del territorio” conferma il già esistente sistema di pianificazione territoriale articolato su tre livelli:

- livello regionale, attraverso il Piano territoriale regionale (PTR);
- livello provinciale, tramite il Piano territoriale di coordinamento provinciale (PTCP);
- livello comunale, attraverso il Piano urbanistico comunale costituito dal Piano strutturale comunale (PSC), il Regolamento urbanistico edilizio (RUE), e il Piano Operativo comunale (POC).

Il PTR, sulla base delle politiche nazionali ed europee, definisce, con riferimento al sistema territoriale regionale:

- gli obiettivi strategici per lo sviluppo sociale ed economico e l’organizzazione spaziale del territorio;
- gli indirizzi, gli obiettivi e i limiti generali di sostenibilità ambientale e territoriale e di salvaguardia delle risorse naturali ed antropiche;
- l’articolazione delle azioni di piano a livello regionale e provinciale.

Parte integrante del PTR è il Piano territoriale paesaggistico regionale (PTPR) che tratta nello specifico gli aspetti paesaggistici, ambientali e culturali del territorio regionale.

Il PTCP, con riferimento al sistema territoriale provinciale:

- adegua la programmazione regionale alle specificità locali intese in termini di consistenza, vulnerabilità e potenzialità delle risorse naturali ed antropiche presenti sul territorio;
- delinea lo scenario di riferimento condiviso dai comuni per il loro sviluppo sostenibile, garantendo che le condizioni di sostenibilità dei singoli comuni siano uguali e costanti a parità di condizioni ambientali e territoriali;
- stabilisce l’assetto al quale i comuni fanno riferimento al fine di definire il proprio ruolo socio - economico e il rango nel sistema insediativo provinciale;

- stabilisce gli indirizzi ai quali deve riferirsi la pianificazione comunale per gli aspetti di interesse, definendo, in particolare, criteri per la localizzazione e il dimensionamento di strutture e servizi di interesse provinciale e sovracomunale.
- costituisce quadro di riferimento per la perequazione territoriale, considerando il territorio provinciale come un sistema in competizione verso l'esterno, basato sulla solidarietà tra le parti costituenti il sistema stesso.

Il PUC, costituito da PSC, RUE e POC, con riferimento al territorio comunale e in coerenza con gli strumenti di pianificazione sovraordinati e, in particolare, con le condizioni e i limiti di sostenibilità ambientale e territoriale fissati dall'insieme delle comunità locali attraverso il PTCP:

- definisce la disciplina d'uso e le trasformazioni del suolo;
- stabilisce le linee di assetto e sviluppo del proprio territorio;
- individua gli interventi di tutela, valorizzazione e trasformazione del proprio territorio.

Nell'ambito della struttura gerarchica sopra esposta, il PTCP si configura come lo strumento di pianificazione territoriale che, in un quadro di concertazione con regione e comuni, orienta le scelte del territorio provinciale nel suo complesso, promuovendo l'identità e la coesione sociale attraverso un sistema di obiettivi strategici condivisi, e fissa gli indirizzi per lo sviluppo dei centri urbani.

In quanto strumento di indirizzo e coordinamento per la pianificazione urbanistica comunale, il PTCP costituisce il documento di riferimento per il PSC che, nell'ambito della pianificazione comunale, ha la funzione di piano strategico.

L'articolazione effettuata dalla L.R.20/2000 del Piano urbanistico comunale in tre strumenti di pianificazione (PSC, RUE e POC) risponde all'esigenza di separare gli aspetti strutturali di tutela validi a tempo indeterminato e le scelte strutturali di medio-lungo termine, dagli aspetti regolamentari e da quelli operativi e attuativi circoscritti nel tempo.

In tale contesto, il PSC ha il ruolo di piano urbanistico generale, nell'ambito del quale sono definiti gli obiettivi strategici e le scelte di assetto strutturale del territorio con valenza di lungo periodo che riguardano sviluppo, vincoli e tutele e che costituiscono aspetti invariati dell'assetto del territorio da definire in coerenza con le previsioni del PTCP.

3 Assetto del territorio

3.1 Inquadramento geografico

Il Comune di Quattro Castella è situato nella porzione centro occidentale della Provincia di Reggio Emilia, a sud ovest dei limiti comunali del Capoluogo, e confina a nord con i Comuni di Bibbiano e di Reggio Emilia, ad est con il Comune di Albinea, a sud con Vezzano sul Crostolo e ad ovest con S. Polo d'Enza.

Il territorio comunale ha un'estensione di circa 46 km², con una lunghezza massima, in senso longitudinale, di 7 km e, in senso latitudinale, di 11 km.

L'altimetria dell'area è compresa tra 442 m s.l.m. (M. delle Mandorle) e 106 m s.l.m. (confluenza di Rio delle Carole nel Torrente Quaresimo).

Il territorio è interessato da tre crinali principali: il primo, alle spalle dell'abitato di Quattro Castella, a sud dell'area calanchiva di Bergonzano, si estende dal confine comunale occidentale fino ai pressi del cimitero di Montecavolo; il secondo corre tra la valle del Rio Bercemme e quella del Torrente Modolena; l'ultimo, più meridionale, segna il confine comunale con Vezzano sul Crostolo e si biforca ad est in due rami terminanti uno alle spalle di Montecavolo, nei pressi di Villa Monteggio, e l'altro alla Mucciatella di Puianello.

L'area di pianura è caratterizzata dalla presenza di tipici dossi disposti in direzione NE-SW e corrispondenti ai terrazzi fluviali originati dai corsi d'acqua presenti sul territorio.

I principali centri abitati del Comune (il Capoluogo, Roncolo, Montecavolo e Puianello) sono ubicati al confine tra la zona collinare e quella di alta pianura, lungo la strada provinciale pedecollinare che attraversa il territorio da est ad ovest delineando il limite tra la pianura e i primi rilievi appenninici

Il territorio in oggetto è compreso nei seguenti 6 elementi della Carta Geografica Unica del territorio, edizione 2003, scala 1:10.000, divisi a loro volta in 4 fogli:

- 200100 "Bibbiano",
- 200110 "Cavriago",
- 200140 "San Polo d'Enza",
- 200150 "Quattro Castella",
- 218020 "Canossa",
- 200160 "Albinea".

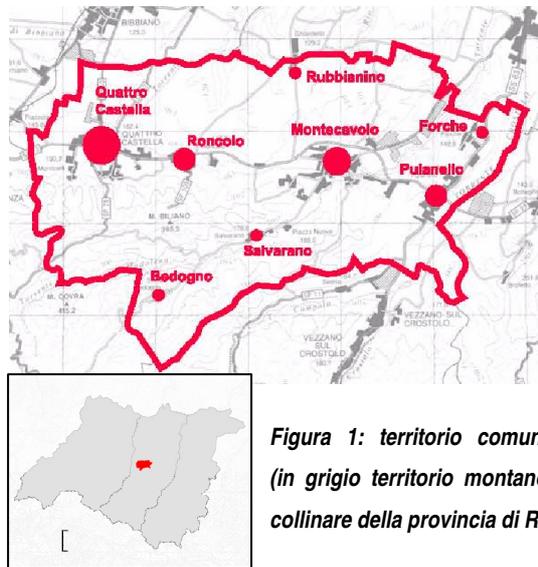


Figura 1: territorio comunale (in grigio territorio montano e collinare della provincia di RE)

3.2 Geomorfologia

Il territorio del Comune di Quattro Castella, ad un primo sguardo d'insieme, appare diviso in due settori distinti dal punto di vista geomorfologico, oltre che geografico e geologico, sviluppandosi tra la collina e la pianura, in una fascia altimetrica che va da 440 a 100 m circa s.l.m.

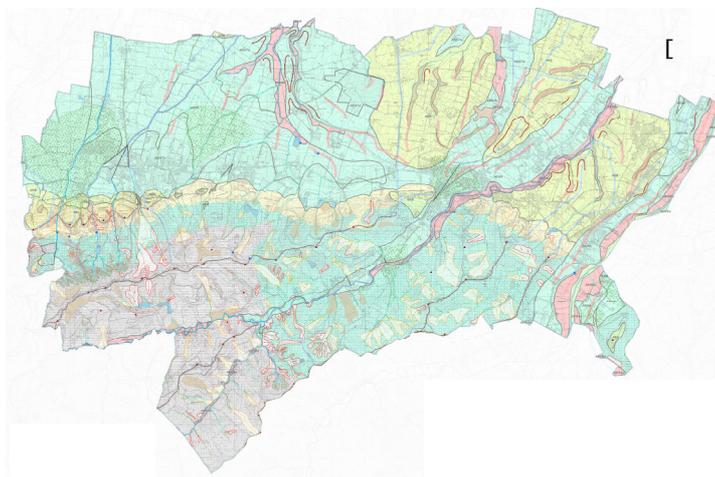


Figura 2: stralcio carta geomorfologica territorio comunale

Dal punto di vista geomorfologico, la porzione nord della Pianura Padana, prettamente pianeggiante, si contrappone a quella meridionale, di ambiente tipicamente collinare, che costituisce il limite morfologico della catena Appenninica. Tra i due ambienti si estende una fascia di transizione (pedecollina) di circa 200-250 m di altitudine, che raccorda l'alta pianura alle colline.

La parte dell'alta pianura presenta una morfologia tipicamente alluvionale: il substrato è costituito dai depositi del fiume Enza (apice meridionale della conoide) e del torrente Crostolo, rispettivamente ad ovest e ad est del torrente Modolena. Tale territorio, eroso dai corsi d'acqua che lo hanno creato, si presenta come un altopiano suddiviso in grandi o piccoli lembi e frastagliato da gradini scavati nel tempo dai rii.

La struttura morfologica, caratteristica delle aree occupate dagli alti terrazzi del Riss, è quella tipica di un "terrazzo alluvionale", originato da processi deposizionali e/o erosivi, conseguenti alle variazioni della dinamica fluviale indotta da cambiamenti climatici, e delimitato da scarpate fluviali (Figura seguente).

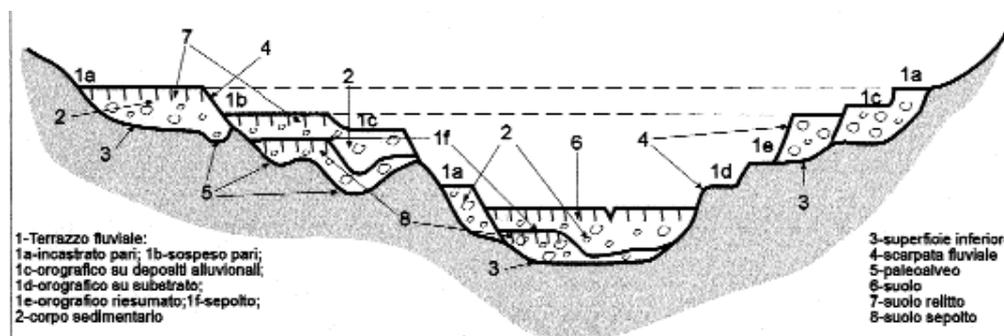


Figura 3: Schema illustrativo della struttura di una serie di terrazzi alluvionali (Terrazzi alluvionali climatici – CORTESI, Università di Siena)

All'interno del terrazzo, suddivisibile in unità morfologiche ed unità deposizionali, si distinguono quattro elementi principali (CAROBENE, 1980):

- la superficie superiore;
- il corpo sedimentario;
- la superficie inferiore;
- la scarpata del terrazzo.

La superficie superiore e la scarpata sono gli elementi più facilmente riconoscibili, mentre il corpo e la superficie inferiore possono essere molto articolati e la loro caratterizzazione necessita di indagini multidisciplinari.

La *superficie superiore* può originarsi alla fine di una fase di aggradazione (1a), quando la quantità di sedimenti che giungono dai versanti supera la capacità di trasporto del corso d'acqua e l'alveo sviluppa tracciati multicanale. Se l'alterazione si svolge per un lungo lasso di tempo, sul terrazzo possono svilupparsi suoli (6) che, quando non più in equilibrio con le attuali condizioni pedogenetiche, vengono denominati «suoli relitti» (7).

La *superficie inferiore* (3) si modella durante il massimo approfondimento dell'alveo, alla fine della fase di incisione. Questa si verifica quando un corso d'acqua è privo o quasi di carico solido e tutta la sua energia viene spesa nell'erosione e nel modellamento del fondo. La sua topografia, successivamente sepolta, può presentarsi più o meno articolata, a seconda della tipologia del tracciato e della distanza altimetrica dal livello di base. Nei pressi di quest'ultimo, lo sconfinamento dell'alveo può condurre al modellamento di ampie superfici pianeggianti (3), mentre nei tratti montani la superficie inferiore del terrazzo può essere estremamente articolata e solcata da numerosi paleoalvei (5).

Quando l'approfondimento della valle è operato da un tracciato ad elevata sinuosità e a basso carico solido, si possono modellare terrazzi erosivi a spese dei depositi più antichi (1c) o del substrato roccioso (1d). Si originano così i terrazzi orografici, in cui il corpo sedimentario è praticamente assente e la superficie inferiore e superiore coincidono.

Il *corpo sedimentario* è originato dalla sommatoria di eventi deposizionali alternati a eventi erosivi minori. Solo lo studio stratigrafico può permettere di valutare la complessità di un terrazzo. Infatti, dato che un evento deposizionale importante può seppellire eventi minori, nel corpo sedimentario si possono rinvenire suoli sepolti con gradi più o meno elevati di alterazione (8), superfici di erosione e persino antichi terrazzi sepolti (1f) (CREMASCHI, 1979). I suoli sepolti, se contengono materia organica, possono essere datati fino al limite del metodo del radiocarbonio (ca. 40 000 anni).

I terrazzi deposizionali, essendo caratterizzati da un'estrema uniformità topografica e genetica, ed essendosi depositi nel medesimo intervallo cronologico, assumono una notevole importanza da un punto di vista morfostratigrafico in quanto strumento di correlazione di un evento deposizionale lungo la valle (COLTORTI, NANNI, 1987).

In una pianura alluvionale, durante ogni ciclo climatico, si ha dapprima l'incisione della valle (interglaciale) e successivamente il suo riempimento (glaciale) (*COLTORTI, 1991*).

In aree di tettonica attiva, i fenomeni di sollevamento determinano, in genere, scarpate di maggiore altezza, mentre in aree stabili e prossime al livello di base regionale, questi processi si attuano all'incirca alla medesima quota ed i terrazzi sono poco differenziati topograficamente.

In aree in abbassamento i sedimenti più antichi sono in genere sepolti, ma l'entità della deposizione precedente all'abbassamento può controbilanciare, per tempi più o meno lunghi, questa tendenza.

Ad esempio, la Pianura Padana, notoriamente area di subsidenza attiva, è stata interessata durante il Pleistocene superiore da un'importante aggradazione e si sono originate estese conoidi alluvionali che talora, verso monte, si raccordano direttamente alle fronti dei grandi ghiacciai alpini. Durante l'Olocene, malgrado la subsidenza sia continuata, la diminuzione di carico solido ha indotto una generale incisione ed il terrazzamento di questa unità (*MARCHETTI, 1990*).

I terrazzi presenti nel territorio comunale sono percepiti nel paesaggio come lievi ondulazioni del piano campagna, con dislivelli di 5-10 m, originati sia dalla giacitura dei depositi che dalle incisioni operate dai corsi d'acqua.

Nel territorio, procedendo da ovest verso est, si osserva un aumento dei dislivelli. Nei pressi di Quattro Castella la superficie del terreno è prettamente pianeggiante e con rare incisioni, mentre a sud dell'abitato di Roncolo le incisioni si fanno più frequenti e i dislivelli si accentuano fino a divenire, nella zona orientale in corrispondenza di Montecavolo, alte scarpate di terrazzo. Ancora più ad est sono evidenti i terrazzi alluvionali creati dai Torrenti Modolena e Crostolo, che scorrono parallelamente l'uno all'altro con direzione SW-NE. La porzione di alta pianura, ad ovest del Modolena, è costituita dall'apice della conoide dell'Enza, mentre ad est dalla conoide del Crostolo.

La fascia di transizione (pedecollina) è caratterizzata da un forte incremento della pendenza che, a seconda delle tipologie di terreno presenti e del grado di umidità, può dare luogo a dissesti di tipo franoso o erosivo.

Tali fenomeni caratterizzano la zona ad occidente dell'allineamento Quattro Castella-Bergonzano, in cui la morfologia è prettamente calanchiva, e la porzione di territorio compresa tra tale allineamento e l'abitato di Roncolo, in cui sono presenti diversi processi geodinamici di tipo gravitativo, gli stessi che hanno creato l'orogenesi della catena appenninica.

Il processo di erosione, prettamente fluviale, ha prodotto un raro paesaggio caratterizzato da una serie di cocuzzoli che si affacciano sulla pianura, particolarmente suggestivi alle spalle dell'abitato di Quattro Castella.



Fotografia 1: i quattro colli affacciati sulla pianura

L'intero territorio collinare e di pianura è stato profondamente modificato dalla presenza dell'uomo attraverso le attività agricole, le opere di bonifica, la costruzione di centri urbani, infrastrutture ecc.

3.3 Litologia di superficie

La quasi totalità delle rocce presenti nel territorio comunale è di origine sedimentaria; mentre la parte collinare è occupata da rocce originariamente deposte in ambiente marino, nella zona di pianura sono presenti sedimenti di natura alluvionale, quindi di ambiente continentale.

Il limite geologico tra sedimenti marini e continentali non segue esattamente il limite geografico della catena Appenninica, ma è posto leggermente più a Sud, all'incirca in corrispondenza dello spartiacque della prima linea di colline. Infatti, mentre il versante Sud di tali colline è costituito di argille e sabbie marine Plio-Pleistoceniche, quello Nord è formato dalle alluvioni Quaternarie che continuano nella sottostante pianura.

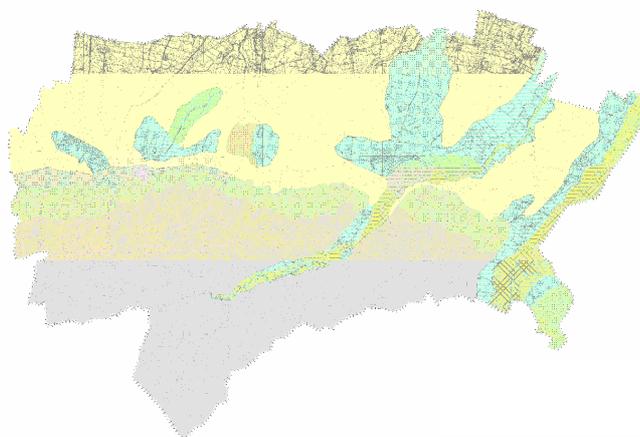


Figura 4: stralcio carta litologica e permeabilità del territorio comunale

Tra le rocce presenti nel settore collinare le più antiche, di età compresa tra l'Eocene medio-superiore e il Miocene medio (tra 40 e 10 milioni di anni fa), costituiscono una successione sedimentaria formata prevalentemente da argille, marne e arenarie appartenenti alla cosiddetta Unità Epiligure.

La successione Epiligure, che attualmente affiora nella porzione sud-occidentale del Comune, si depositò all'interno di "bacini satelliti" situati al di sopra di sedimenti molto più antichi, noti col nome di Unità Liguri. Queste ultime costituivano un grande corpo roccioso intensamente deformato e corrugato in migrazione verso Est dalle originarie aree di deposizione, in conseguenza delle spinte tettoniche responsabili della formazione dell'Appennino.

Una particolarità all'interno della successione Epiligure è costituita dal *mélange* o olistostroma di Canossa (Oligocene superiore), una grande frana sottomarina formata da rocce provenienti dalle Unità Liguri.

Tale corpo roccioso caotico è composto da una matrice prevalentemente argillosa in cui sono immersi blocchi rocciosi di diversa natura (soprattutto calcarei); raramente si osservano anche massi di origine vulcanica (basalti) di limitate dimensioni (geositi G.19 e G.20) costituiti da lembi dell'antico fondo oceanico in cui si depositarono la maggior parte delle rocce dell'Appennino.

La quasi totalità dei calanchi presenti nel territorio di Quattro Castella, compresi i più spettacolari poco a Nord di Bergonzano, sono impostati su terreni appartenenti all'olistostroma di Canossa.

Di età più recente sono le rocce argillose e sabbiose, estremamente ricche di fossili, presenti nella porzione sud-orientale del territorio comunale e in quella occidentale, in una ristretta fascia a Nord dei terreni Epiliguri. Tali sedimenti, riferibili all'intervallo di tempo tra circa 5,2 e 1,5 milioni di anni fa (comprendente il Pliocene e parte del Pleistocene inferiore), appartengono ad un grande ciclo sedimentario che inizia con depositi argillosi di mare profondo e subisce, col passare del tempo, una progressiva diminuzione di profondità, testimoniata dalla frequente presenza di sabbie.

Il settore della pianura è interamente occupato da sedimenti continentali Pleistocenici (circa 800.000 anni). Tale era geologica è caratterizzata dalla successione di diversi eventi glaciali e interglaciali che determinarono marcate variazioni sul clima e quindi sul trasporto solido dei corsi d'acqua appenninici. La genesi della pianura è dovuta all'azione di tali corsi d'acqua, che erodevano ingenti quantità di sedimenti dalla catena Appenninica in sollevamento per poi abbandonarli e risedimentarli una volta terminato il tratto montano del loro corso.

I depositi, costituiti da ghiaie, limi e argille, si presentano attualmente incisi dai corsi d'acqua assumendo così quella particolare morfologia che viene definita dei "terrazzi". I terrazzi risultano interessati da deformazioni tettoniche, in particolare faglie e blande pieghe, che testimoniano i movimenti più recenti della catena Appenninica.

Dal punto di vista litologico i depositi sono da fini a finissimi, fino alla sabbia e alla ghiaia, in genere poco classati, con netta prevalenza delle argille e dei limi. Queste unità poggiano su depositi fluviali più antichi ed il loro spessore, legato alla storia tettonico-morfologica locale, può variare di alcune decine di metri. L'unità della pianura alluvionale è il prodotto della sedimentazione prevalentemente verticale dovuta a processi di tracimazione di corsi d'acqua sinuosi (l'andamento rettilineo attuale è dovuto alle opere di regimazione iniziate già in età romana) che si svilupparono in canali intrecciati caratteristici del tratto di conoide pedemontana. I processi deposizionali hanno portato alla formazione di argini naturali, ventagli di rotta fluviale e piane di inondazione limose e argillose, mentre la migrazione degli alvei, ha condotto alla deposizione di corpi ghiaiosi nastriformi allungati nel senso di scorrimento delle acque.

La distribuzione superficiale delle classi granulometriche, soprattutto delle più grossolane, riflette tale ambiente deposizionale: le ghiaie affiorano secondo fasce allungate da sud a nord che, a partire dal piede delle conoidi, corrispondono ad antichi argini fluviali o fasce di migrazione dei meandri, spesso in parte sepolti da depositi di piena o di ventagli di rotta più recenti; le argille ed i limi hanno una distribuzione più irregolare che riflette una stratificazione lenticolare, derivante da singoli episodi di tracimazione.

I terrazzi tardo quaternari si estendono attualmente a lato dei corsi d'acqua responsabili della loro incisione e sono costituiti da sedimenti sciolti o poco coerenti a diversa granulometria e tessitura. Sono

presenti ghiaie organizzate in strati e lenti con elementi anche grossolani spesso alterati e decalcificati, miste a sabbia (raramente) e a limi (molto diffusi). I limi, raramente presenti in livelli potenti, possono inoltre ricoprire le ghiaie o esserne intercalati. Sono anche diffuse le argille, spesso miste a limi, che costituiscono la copertura dei terrazzi (paleosuoli).

L'assetto litostratigrafico locale, desunto dal rilievo geologico eseguito, dai sondaggi effettuati e dalla documentazione bibliografica consultata, vede la sovrapposizione dei depositi alluvionali di conoide (per uno spessore di circa 40 metri) ad una successione sedimentaria sottostante molto complessa, costituita da sedimenti che hanno riempito il bacino "perisuturale" padano a partire dal Pliocene inferiore (4 milioni di anni fa). In questo lasso di tempo, il passaggio da sedimentazione marina a continentale (come l'attuale) è avvenuto in modo discontinuo e intermittente a causa di continue variazioni del livello relativo del mare dovute a fenomeni combinati di natura tettonica e meteo-climatica.

3.4 Geologia

3.4.1 La storia geologica

Le rocce che oggi troviamo nel territorio comunale di Quattro Castella iniziarono a sedimentarsi oltre 150 milioni di anni fa, quando a seguito della scomposizione in placche della “Pangea”, nell’area si creò un ampio braccio di mare (solco ligure-piemontese) orientato circa NE-SW.

All’interno di questo nuovo braccio oceanico, per circa 100 milioni di anni, si deposero migliaia di metri di spessore di sedimenti (Unità Liguri) che, trasformati in rocce dalla diagenesi, oggi formano buona parte dell’Appennino settentrionale.

A partire da 30 milioni di anni fa (Oligocene), la compressione fu tale che i sedimenti liguri, già trasformati in rocce, furono traslati verso Est a ricoprire tettonicamente i sedimenti e le rocce del margine adriatico del continente africano. Alcune delle unità liguri, durante il loro trasporto tettonico, strapparono e portarono con sé pezzi della antica crosta oceanica, in particolare rocce magmatiche dette “ofioliti”.

Da 45 a 6,5 milioni di anni fa

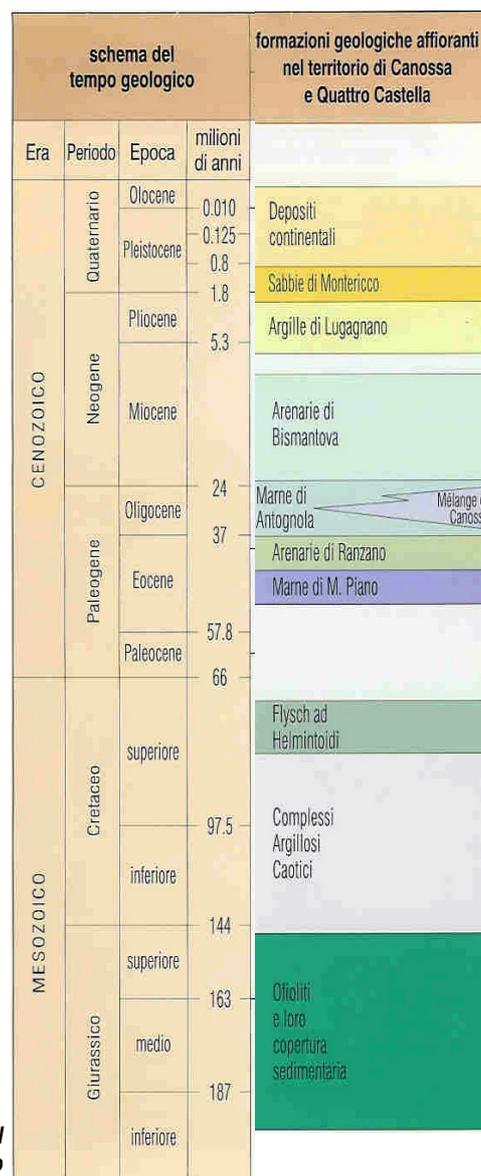
Sedimenti più recenti si deposero, durante parte dell’Eocene, nell’Oligocene e parte del Miocene, sulle Unità Liguri e ne condivisero il trasporto tettonico. Si tratta di rocce prevalentemente marnose ed arenacee dette “Epiliguri ” (Marne di Monte Piano, Arenarie di Ranzano, Marne di Antognola, Arenarie di Bismantova).

Da 6,5 a 1,6 milioni di anni fa

In questa fase il livello marino si abbassò a causa del bilancio idrologico negativo, lasciando la catena appenninica quasi completamente emersa. L’acqua residua, satura di sali, permise il deposito, nelle parti centrali del bacino, di grandi spessori di sedimenti di origine chimica (le rocce “evaporitiche”, costituite da gesso, anidrite e salgemma), mentre sui margini si depositarono circa 100 metri di gessi che, dove sono ben conservati, come in Romagna, formano la “vena del gesso” della Formazione gessoso-solfifera.

Durante il Pliocene, 5,3 milioni di anni fa, il mare invase nuovamente il bacino mediterraneo e riprese la sedimentazione di una consistente coltre di argille marine (Argille di Lugagnano).

Figura 5: schema del tempo geologico



Da 1,6 milioni a 11.000 anni fa

In questo periodo (Pleistocene) il golfo tra le Alpi e gli Appennini iniziò a ridursi in profondità e riempirsi di depositi sempre più sabbiosi (Sabbie di Montericco).

L'Appennino e la Pianura Padana assunsero un aspetto simile all'attuale, ma caratterizzato da ampie divagazioni dei corsi d'acqua, favorite dalle tracimazioni in occasione di grandi piene e guidate anche dai moti tettonici che hanno continuato ad interessare il substrato padano fino ai nostri giorni.

Gli ultimi 11.000 anni

Durante questo breve periodo (Olocene) i fenomeni geologici sono poco percettibili e non lasciano grandi segni. Essi si limitano ad alcune diversioni fluviali storicamente documentate, alla sedimentazione di qualche metro di materiali alluvionali nelle parti subsidenti della pianura, all'erosione fluviale lineare di alcuni metri nelle parti di pianura in lento sollevamento e a un gran numero di franamenti in Appennino.

3.4.2 Geologia di dettaglio

Tra le rocce presenti nel settore collinare, le più antiche, di età compresa tra l'Eocene medio-superiore e il Miocene medio (tra 40 e 10 milioni di anni fa), costituiscono una successione sedimentaria formata prevalentemente da argille, marne e arenarie appartenenti alla cosiddetta Unità Epiligure. Tale successione, depositatasi all'interno dei "bacini satelliti" situati al di sopra delle Unità Liguridi, attualmente affiora nella porzione sud-occidentale del Comune.

All'interno della successione Epiligure si trova il *mélange* o olistostroma di Canossa (età Oligocene superiore) composto da una matrice prevalentemente argillosa nella quale si trovano blocchi rocciosi di varia natura.

Sui terreni appartenenti all'olistostroma di Canossa è impostata la quasi totalità dei "calanchi" presenti nel territorio di Quattro Castella, compresi i più spettacolari, poco a Nord di Bergonzano;

Fotografia2: geosito calanchi a sud di Quattro Castella



Inoltre blocchi di basalto dell'antico fondo oceanico danno origine a due importanti geositi (G.19 e G.20): i basalti di Sasso Nero e di Cerreto.

Fotografia 3: geosito sasso nero

Le Unità Liguri pur essendo largamente presenti in altre zone, anche limitrofe, della catena Appenninica, non affiorano nel Comune di Quattro Castella. Parte di queste rocce alloctone (ad esempio: Flysch ad Helmintoidi, Complessi Argillosi Caotici) affiorano nei dintorni di Rossena.



Fotografia 4: geosito argille plioceniche a sud di Quattro Castella

Le rocce argillose e sabbiose, più recenti (Pleistocene), estremamente ricche di fossili, sono presenti nella porzione sud-orientale e in quella occidentale del territorio comunale, in una ristretta fascia a Nord dei terreni Epiliguri. Tali rocce appartengono ad un grande ciclo sedimentario che inizia con depositi argillosi di mare profondo (i migliori affioramenti si trovano a sud dei calanchi di Quattro Castella).

Tale ciclo sedimentario subisce col passare del tempo una progressiva diminuzione di profondità testimoniata dalla frequente presenza di sabbie, estremamente fossilifere, residui di antiche spiagge e linee di costa (i migliori affioramenti di “sabbie gialle” si trovano presso “Corte degli Ulivi”, a sud del castello di Bianello).



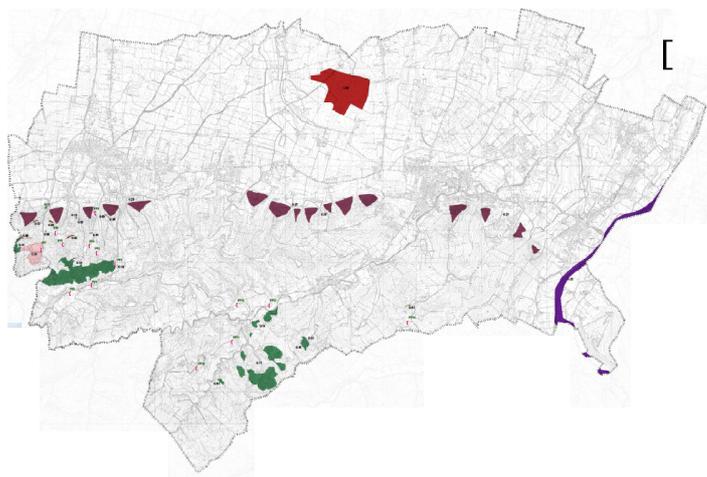
Fotografia 5: geosito “Corte degli Ulivi” sabbie calabriane con fossili marini

I gessi messiniani depositatisi tra il Miocene e il Plio-Pleistocene, affiorano nel Pedepennino reggiano, fra le valli del Crostolo e del Tresinaro, in condizioni tettoniche molto disturbate, mentre non affiorano affatto nella zona fra Quattro Castella e S.Polo, a causa di complessi disturbi tettonici, come la lunga faglia che affiora, con direzione Est-Ovest, nei calanchi tra Bergonzano e Quattro Castella.

Il settore della pianura è interamente occupato da sedimenti continentali Pleistocenici che si depositarono a partire dal Pleistocene medio (circa 800.000 anni fa), periodo caratterizzato dalla successione di diversi

eventi glaciali e interglaciali che determinarono marcate variazioni sul clima e quindi sul trasporto solido dei corsi d'acqua appenninici. Tali depositi, costituiti da ghiaie, limi e argille, si presentano attualmente incisi dai corsi d'acqua, assumendo così quella particolare morfologia che viene definita dei "terrazzi", già descritti nel capitolo 3. I terrazzi risultano interessati da deformazioni tettoniche, in particolare faglie e blande pieghe, che testimoniano i movimenti più recenti della catena Appenninica.

Figura 6: Stralcio carta geositi del territorio comunale



3.4.3 Geologia strutturale

L'Appennino settentrionale è una catena a "thrusts", facente parte del sistema alpino, formatasi per l'interazione fra le placche Africana ed Euroasiatica a spese della placca Adriatica.

Il thrust è un edificio strutturale formato da una pila di unità tettoniche riferibili a due principali domini sedimentari: il dominio Ligure, i cui sedimenti si sono depositi originariamente su crosta oceanica (Liguridi s.l., *Auctt.*) e il dominio Tosco-Umbro-Marchigiano, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria.

La formazione della catena dell'Appennino settentrionale inizia a partire dall'Oligocene superiore con movimenti tettonici compressivi che proseguono tuttora, modellando il territorio tramite deformazioni, sovrascorrimenti, spaccature, allineamenti, basculamenti e fenomeni di trascorrenza lungo l'asse della catena stessa.

Analizzando in dettaglio la Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna (Regione Emilia Romagna - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Edizione 2004, scala 1:250.000) si rileva la presenza, a scala regionale, di diverse superfici di discontinuità quali faglie attive e passive, sovrascorrimenti di diverse età, sia sepolti che manifesti, caratterizzati da andamento parallelo allo sviluppo della catena appenninica.

In particolare, nel territorio di Quattro Castella sono evidenti un insieme di sovrascorrimenti sepolti sia recenti (< 1 Ma) che Plio-Pleistocenici (4,5-1 Ma), con fronte d'accavallamento orientato W-E con uno

spostamento da sud verso nord. E' inoltre presente, ad est dell'area, un sovrascorrimento recente sepolto con orientamento SW-NE e movimento da SE verso NW.

Tali movimenti neotettonici sono irrilevanti, in quanto, pur essendo documentati, producono un sollevamento impercettibile alla scala temporale dell'uomo.

Nel territorio comunale di Quattro Castella non sono cartografati epicentri macrosismici di terremoti.

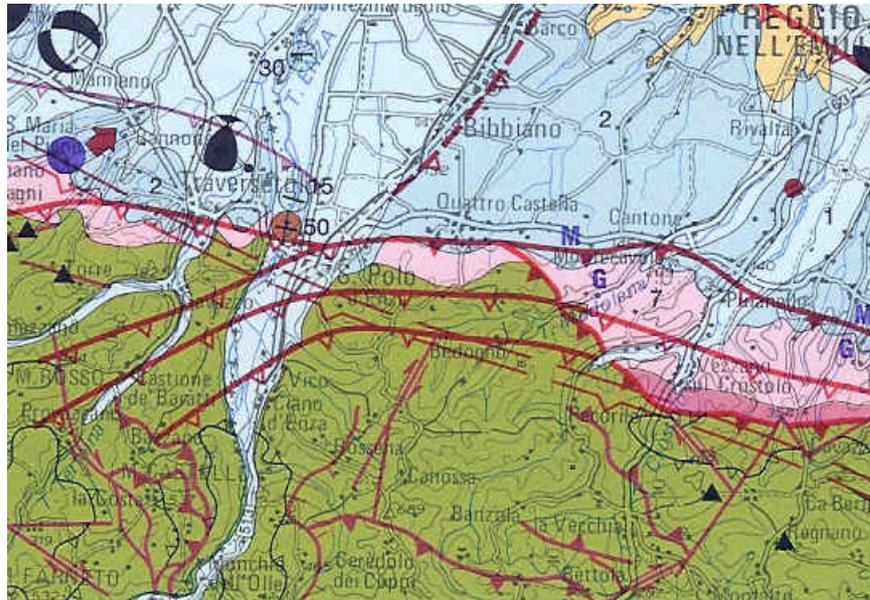
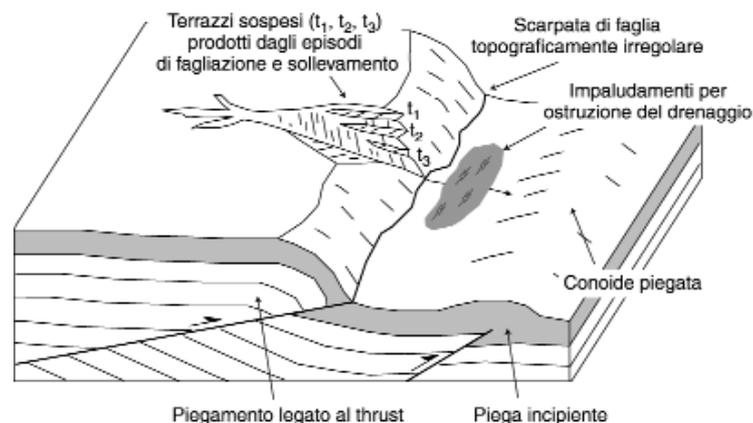


Figura 7: stralcio carta sismotettonica R.E.R. scala 1:250.000 Ed. 2004

Le deformazioni crostali recenti si individuano in superficie essenzialmente nella morfologia, contribuendo alla modifica delle forme del rilievo (figura seguente).

Tali "segnali morfologici" unitamente alle evidenze di carattere geologico aiutano l'individuazione e la descrizione delle strutture attive presenti in una determinata area.



In Emilia-Romagna, le evidenze geologiche, le sezioni sismiche e gli studi morfotettonici indicano come la tettonica attiva sia caratterizzata dalla presenza di strutture compressive attive, come sovrascorrimenti e piegamenti di attività molto recente ed attuale. In particolare, risultano attivi i sovrascorrimenti sepolti che

danno luogo agli archi di Piacenza-Parma, Reggio Emilia e di Ferrara. A tali strutture (in particolare alla dorsale Ferrarese) possono essere associati i fenomeni di fagliazione superficiale osservati in alcune aree di Pianura Padana, nelle province di Reggio Emilia e Modena (Pellegrini & Vezzani, 1978).

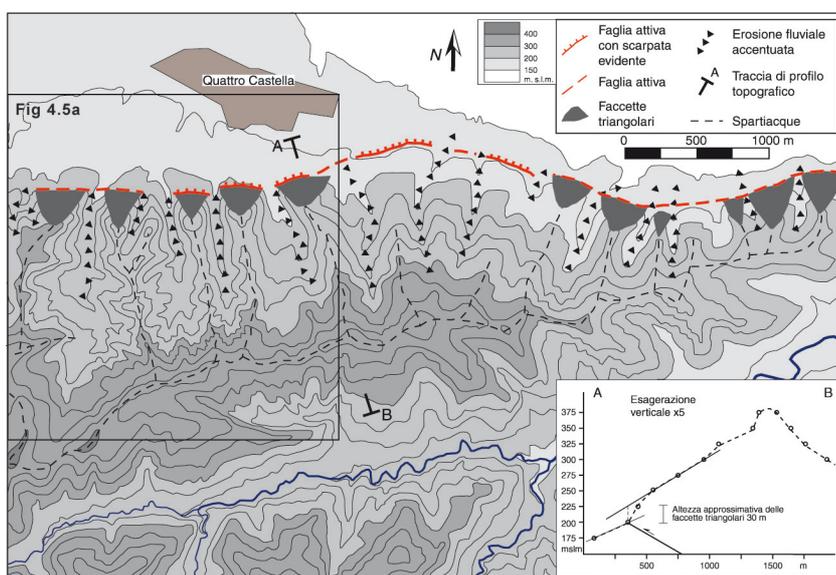
L'analisi morfostrutturale del margine pedeappenninico evidenzia che il settore a NW dell'Idice (BO) risulta caratterizzato dall'emersione in più punti del *thrust* pedeappenninico e dallo sviluppo di ben visibili anticlinali di *thrust* (chiaramente individuabili sia nelle immagini da satellite, sia dall'analisi di foto aeree)

Il settore compreso tra le valli del Taro (PR) e dell'Idice (BO) presenta numerose evidenze di strutture attive, tanto che è possibile tracciare un fronte attivo continuo, coincidente con il limite morfologico Appennino-Pianura Padana.

Geologicamente i depositi del Pleistocene medio (Sabbie gialle, Sabbie di Imola, depositi alluvionali del

SERI), sono piegati e fagliati; i terrazzi dell'alta pianura, costituiti per lo più da depositi del Pleistocene superiore, sono sollevati e basculati.

La figura a lato mostra l'area di Quattro Castella (RE) in cui è evidenziata la netta rottura del pendio che divide i rilievi a sud del centro abitato, costituiti da formazioni delle Unità Liguri e da depositi lagunari e marini del



Miocene superiore-Pliocene inferiore, dai depositi alluvionali attuali della Pianura Padana. Questa rottura di pendio è caratterizzata dalla presenza di una scarpata basale molto recente e lateralmente continua, da un allineamento di faccette triangolari e da forte incisione fluviale sul lato sollevato. L'altezza media delle faccette triangolari risulta intorno ai 50 m, con estremi di circa 15 e 70 m. Queste tipiche morfostrutture suggeriscono come la rottura di pendio di Quattro Castella corrisponda ad un versante di faglia attiva, continuo lateralmente per diversi chilometri e legato dall'azione del *thrust* frontale pedeappenninico.

È interessante notare che ad ovest di Quattro Castella le strutture attive del margine si biforcano e proseguono in catena, verso SW, nelle valli dell'Enza e del Parma, del Taro e del Ceno.

3.4.4 *Emergenze geologico - ambientali e aree sensibili*

Il geosito è un elemento fisico del paesaggio per il quale è possibile "definire un interesse geologico-geomorfologico per la conservazione" (Wimbledon, 1995). Le emergenze paesaggistiche definibili come geositi generalmente sono caratterizzate da un alto valore scenico paesaggistico al quale si aggiungono rappresentatività, esemplarità didattica, rarità e valore scientifico.

Nell'ambito territoriale del comune di Quattro Castella esistono molteplici aree con particolarità geologico - paesaggistiche riconosciute come "beni ambientali". Complessivamente sono stati censiti 21 geositi ubicati nel territorio collinare ed 1 lungo il torrente Crostolo.

Tutti i geositi sono situati in due aree distinte del territorio, una costituita dai colli tra Quattro Castella e Bergonzano e l'altra costituita dai calanchi dell'alto corso del torrente Modolena, in prossimità della confluenza con il rio Bercemme.

Come accennato in precedenza, i calanchi sono forme geologiche che rendono inabitabili ed intransitabili vaste porzioni del territorio, sottraendo terreni all'attività agricola, ma, al contempo, trasmettono un grande fascino all'osservatore per i giochi di colori, luci ed ombre e per la caratteristica forma del reticolo idrografico.

Maestosi sono, in particolare, i calanchi di Quattro Castella osservati da Bergonzano: una vista notevole è possibile da uno stretto sentiero che partendo da Bergonzano si addentra sulle creste dei calanchi. Lungo il sentiero è anche possibile vedere la lunga faglia verticale, disposta Est-Ovest, che mette a contatto le argille caotiche del Mèlange di Canossa con le Argille più recenti di Lugagnano.



Fotografia 6: geosito calanchi di Bergonzano.

3.5 Idrologia e idrogeologia

3.5.1 Reticolo idrografico

Il territorio comunale è caratterizzato da una rete drenante orientata prevalentemente da SW a NE, ricadente in gran parte nel bacino del torrente Modolena, affluente del torrente Crostolo, che a sua volta costituisce uno dei principali tributari del fiume Po. I bacini e sottobacini idrografici presenti sul territorio comunale sono il Torrente Crostolo, il Torrente Modolena, il Rio Bercemme, il Torrente Quaresimo, il Rio Enzola, il Rio Acquamarzia, il Rio Moreno, il Rio (in dx Modolena), il Rio Ghiardo, il Rio delle Carole e il Rio Canaletto-Montebellone.

I rilievi che delimitano lo spartiacque dei bacini superano di poco i 400 m s.l.m.

I corsi d'acqua principali che hanno modellato il tratto di pianura compreso nel comune di Quattro Castella sono il fiume Enza ed il torrente Crostolo. Questi scorrono ai margini dell'area interessata dal presente studio. Tra di essi esiste una serie di scolatori minori, i più importanti dei quali sono, procedendo da W ad E, il rio di Cavriago, il torrente Modolena e relativi affluenti, tra i quali il maggiore è il torrente Quaresimo.

L'andamento del reticolo minore dell'alta pianura è funzione diretta dell'organizzazione delle attività agricole del territorio ed è parzialmente condizionato dalle presenza dei terrazzi.



Fotografia 7: laghetto del territorio comunale nei pressi di Puianello.

Nel territorio comunale si segnala la presenza di un rilevante numero di invasi di cui 28 collinari e 18 di pianura (per una densità media di circa 1 lago per Km²). Si tratta in prevalenza di bacini artificiali realizzati a scopo irriguo e zootecnico negli anni '70, ad eccezione di 2 che originano da risorgive le cui acque sono state invasate per fini antropici.

Sul territorio comunale sono inoltre presenti 7 sorgenti naturali delle quali 5 in collina e 2 all'apice dell'alta pianura, in corrispondenza degli attuali laghi a sud della strada provinciale 23. Tutte le sorgenti sono captate, ma se ne ignora l'utilizzo.

Si ricorda che, nell'ambito delle attività previste dal "Protocollo d'Intesa" posto in essere tra Comune, Enti ed Istituzioni locali e Regione, verrà effettuato un approfondimento conoscitivo della rete idrografica

principale e secondaria del territorio, finalizzato alla definizione delle criticità idrauliche e dei fenomeni di dissesto. Tali approfondimenti andranno ad integrare la conoscenza disponibile ad oggi e permetteranno di meglio definire i limiti alle trasformazioni e le esigenze di tutela del territorio.

3.5.2 Assetto idrogeologico

Nell'ambito del territorio comunale di Quattro Castella sono presenti 3 campi pozzi di approvvigionamento idropotabile gestiti dell'AGAC, in località di Fola, Rubbianino e Managalana, nei quali sono in esercizio rispettivamente 3, 2 e 3 pozzi ed un quarto campo, gestito dal Consorzio Acquedotto di S. Bartolomeo, nel quale sono attivi 2 pozzi.

L'analisi delle stratigrafie e la correlazione dei dati hanno permesso di effettuare le seguenti osservazioni circa l'assetto idrogeologico di pianura:

- la successione sedimentaria presente al di sopra del substrato argilloso di mare profondo, nella porzione mediana del territorio comunale ha uno spessore di circa 110 metri, leggermente più potente a ridosso del margine collinare, e tende ad assottigliarsi verso settentrione, diminuendo fino a circa 40 metri in corrispondenza del confine comunale.
- sono presenti 3 orizzonti acquiferi separati tra loro da livelli argillosi impermeabili; di questi solo i due più profondi sono in pressione e sono sfruttati a scopo idropotabile; la falda più superficiale a pelo libero è ospitata in un acquifero multistrato a bassa permeabilità spesso alcune decine di metri (fino a 40 metri); le falde acquifere in pressione sono ospitate in livelli ghiaiosi con matrice sabbiosa presenti tra i 45 e i 50 m e tra i 65 e i 70/90 m di profondità.

Le falde acquifere ospitate nell'ambito delle formazioni affioranti nella parte collinare del territorio non sono collegabili con le falde della pianura, ad eccezione della fascia di transizione rappresentata dalla formazione delle Ghiaie e Sabbie Calabriane ad elevata permeabilità, la quale, con ogni probabilità, concorre all'alimentazione della falda più superficiale.

L'elaborazione dei dati freaticometrici rilevati durante la campagna d'indagine nell'ambito dei pozzi domestici e irrigui già censiti e rilevati per la realizzazione delle analisi relative alla Variante Generale al P.R.G. nel 1993, ha permesso di realizzare la carta delle isofreatiche con equidistanza 5 m relativa alla prima falda a pelo libero. In essa sono state inoltre inserite anche informazioni circa la presenza e l'assetto di paleovalvei sepolti e l'ubicazione dei pozzi di misura e di quelli a servizio dell'acquedotto comunale (Tavola 3).

3.5.3 Permeabilità

La permeabilità dei terreni, non potendo essere quantificata da analisi di laboratorio su campioni, è stata valutata in modo indiretto, in base alla granulometria dei terreni di superficie e al relativo spessore.

Sono definite le seguenti classi di permeabilità:

- *terreni permeabili per porosità*, costituiti dalle ghiaie affioranti;
- *terreni limitatamente permeabili* rappresentati da ghiaie alterate (generalmente in matrice argillosa);
- *terreni a permeabilità scarsa o nulla*, rappresentati da limi prevalenti, da argille limose e da argille prevalenti.

Nella porzione di pianura del territorio comunale la litologia prevalente per i primi 10 metri di profondità è caratterizzata da una forte presenza di argille e/o limi, con subordinate ghiaie nei pressi dei torrenti principali (Crostolo e Modolena) e in alcune aree nei pressi dei centri abitati di Quattro Castella, Roncolo e Montecavolo. A tale litologia, secondo la classificazione precedente, è associata una *permeabilità scarsa o nulla*.

Nella fascia di transizione tra la collina e la pianura, invece, sono presenti ghiaie con matrice argillosa, che corrispondono ad una *permeabilità limitata*.

3.6 Classificazione sismica

3.6.1 Quadro normativo

L'Italia è un Paese ad elevato rischio sismico, tale *Rischio* è espresso quantitativamente, in funzione dei danni attesi a seguito di un terremoto, in termini di perdite di vite umane e di costo economico dovuto ai danni alle costruzioni e alle attività produttive.

Con riferimento alle infrastrutture, il *Rischio* è determinato dalla convoluzione probabilistica $R=f(P,V,E)$ dei seguenti tre fattori: Pericolosità, Vulnerabilità ed Esposizione.

La *pericolosità sismica di un'area* è la probabilità che, in un certo intervallo di tempo, essa sia interessata da terremoti che possono produrre danni; è determinata, pertanto, dalla frequenza con cui avvengono i terremoti e dall'intensità che raggiungono. In senso probabilistico, è la probabilità che un valore prefissato di pericolosità, espresso da un parametro di moto del suolo (quale ad es. l'accelerazione massima PGA o il grado di intensità macrosismica), venga superato in un dato sito entro un fissato periodo di tempo.

La pericolosità sismica è quindi legata al sito in esame ed è strettamente influenzata dalla natura dei terreni che possono amplificare i fenomeni.

Il rischio, come definito dalla formula, è anche funzione dell'*Esposizione* dell'infrastruttura: più una certa area è densamente abitata, maggiore sarà la sua "esposizione" al rischio in esame.

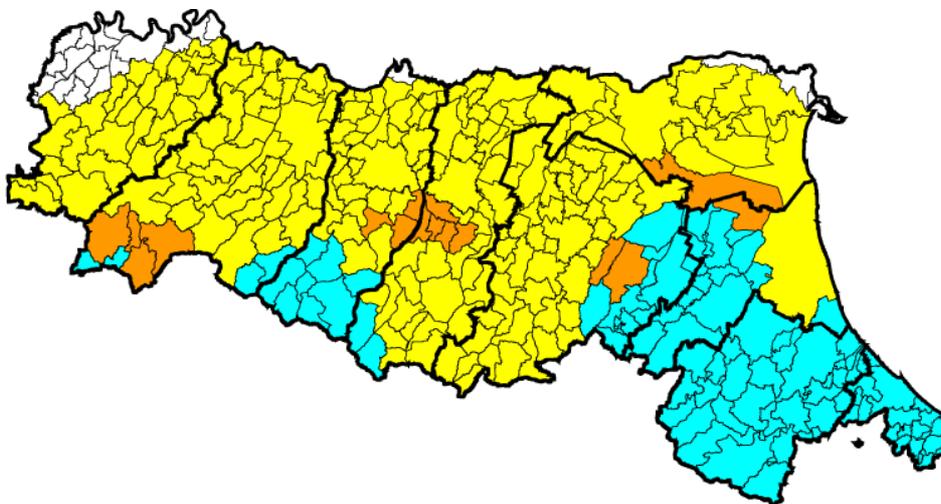
Il terzo fattore che influenza il rischio strutturale, la *Vulnerabilità*, definisce la propensione al danneggiamento di una infrastruttura a seguito di sollecitazioni. Quest'ultimo concetto è strettamente connesso alle modalità costruttive e ai materiali utilizzati per la realizzazione dell'opera.

A parità di pericolosità, un'area densamente popolata e caratterizzata da costruzioni poco resistenti al terremoto avrà un rischio elevato, mentre un'area dove non ci sono edifici, né popolazione, né altri beni avrà rischio nullo. Dunque elevata pericolosità sismica non significa necessariamente elevato rischio sismico.

La recente riclassificazione sismica del territorio nazionale, introdotta con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, prevede che tutto il territorio nazionale sia classificato sismico, con diversi gradi di pericolosità. In Emilia Romagna, in base ad una prima applicazione della nuova classificazione sismica, attualmente 105 comuni sono classificati in zona 2 (bassa sismicità), praticamente tutta la Romagna, il settore orientale della Provincia di Bologna, il comprensorio delle ceramiche modenese-reggiano, alcuni comuni del crinale tosco-emiliano delle Province di Modena, Reggio Emilia e Parma, 214 comuni in zona 3 (media sismicità) e i rimanenti 22 comuni in zona 4 (sismicità irrilevante) (tutti in pianura: l'estremità nord-occidentale delle Province di Piacenza, alcuni comuni in prossimità del

Po, nelle Province di Piacenza, Reggio Emilia e Ferrara, e la zona del delta del Po), non esistono comuni classificati in zona 1 (alta sismicità).

Figura 8: stralcio carta riassuntiva della classificazione sismica della R.E.R. prevista dall' O.P.C.M. 3274/03



In base a tale classificazione, il Comune di Quattro Castella risulta classificato in zona 3, come buona parte dei Comuni della Provincia di Reggio Emilia. A tale zona, considerata con “grado di sismicità bassa” (vecchia normativa $S = 6$), è assegnato un intervallo di valori dell’accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compreso tra 0,05 e 0,15 e, in particolare, ai fini della determinazione delle azioni sismiche, risulta assegnato un valore (a_g / g), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, pari a 0,15.

La classificazione nazionale esprime la sismicità di un’area sulla base dei terremoti avvenuti in epoca storica e della distanza dalle potenziali sorgenti sismogenetiche, senza considerare le caratteristiche locali del territorio che possono modificare il moto sismico atteso. Infatti, alcuni terreni e alcune forme del paesaggio possono aumentare gli effetti dei terremoti amplificando il moto sismico o favorendo fenomeni di instabilità (cedimenti o frane).

E’ per questo motivo che l’Eurocodice 8 (Norme europee per la progettazione strutturale - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica), la stessa O.P.C.M. 3274/2003 e le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/9/2005) richiedono che per la valutazione dell’azione sismica siano adeguatamente considerate le condizioni geologiche e morfologiche, attraverso dettagliati studi di microzonazione sismica.

In particolare, il D.M. 14/9/2005 (pubblicato sul suppl. ord. N.159 alla G.U. n.222 del 23 settembre 2005) “Norme Tecniche per le Costruzioni” che recepisce la nuova classificazione sismica nazionale (O.P.C.M. 3274/2003), richiede specifici studi per la valutazione della risposta sismica locale ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto (*punto 3.2.1*); in assenza di tali studi si utilizzeranno i criteri e i parametri proposti nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) le quali definiscono anche i criteri geologici e geotecnici per l’elaborazione di piani urbanistici e progettazione in ampie superfici (*punto 7.3.10*).

A livello regionale, l'art.37 della L.R. 31/2002 "Disciplina generale dell'edilizia" e s. m. i. stabilisce che nelle zone sismiche il parere di compatibilità degli strumenti di pianificazione riguarda le "condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio"; il punto 9.3 della Circolare n.6515 del 21/3/2003, sull'applicazione di alcune disposizioni della L.R. 31/2002 chiarisce che le "condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio" sono tutti gli aspetti fisici del territorio che influiscono sulla pericolosità locale, quali *le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e idrogeologiche che possono determinare instabilità dei versanti, effetti di amplificazione del moto sismico, addensamento e liquefazione*.

La deliberazione di Giunta Regionale n. 1677 del 24/10/2005 che recepisce il D.M. 14/9/2005, al *punto 6*, fornisce indicazioni sui contenuti e le modalità di approvazione degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, in particolare sulle analisi di pericolosità a supporto dei piani (*punto 6.1*) e sui pareri preventivi sui piani (*punto 6.2*). In questi punti la D.G.R. 1677 rimarca che gli strumenti urbanistici devono risultare compatibili con la pericolosità sismica locale, come previsto già dalla Circolare 1288 dell'11/2/1983 "Indicazioni metodologiche sulle indagini geologiche da produrre a corredo dei piani urbanistici comunali".

La pericolosità sismica di un'area va pertanto valutata sia in relazione alle caratteristiche sismiche (sorgenti sismogenetiche, energia, tipo e frequenza dei terremoti) che agli aspetti locali (geomorfologia e stratigrafia).

Le caratteristiche sismiche sono comunemente indicate componenti della "*pericolosità sismica di base*" e sono quelle considerate per definire la zona di appartenenza della classificazione sismica nazionale. Da queste caratteristiche deriva il moto di input atteso, per il calcolo del quale non sono valutate le caratteristiche locali, ma si considera il territorio uniforme cioè pianeggiante e costituito da suolo rigido, in cui la velocità di propagazione delle onde S è maggiore di 800 m/s (*Suolo A dell'Eurocodice 8, parte 1, dell'O.P.C.M. 3274/2003 e delle NTC*). Il moto sismico in superficie può però essere modificato dalle condizioni geologiche e morfologiche locali. Alcuni depositi e forme del paesaggio possono amplificare il moto sismico in superficie e favorire fenomeni di instabilità dei terreni quali cedimenti, frane o fenomeni di liquefazione (effetti locali).

Attraverso la *microzonazione sismica* è possibile suddividere il territorio in sottozone a diversa pericolosità sismica locale, tenendo conto sia della sismicità di base (distanza dalle sorgenti sismogenetiche, energia, frequenza e tipo dei terremoti attesi), che delle caratteristiche geologiche e morfologiche locali.

L'individuazione di aree a diversa pericolosità sismica permette di indirizzare le scelte di pianificazione verso gli ambiti a minore rischio sismico ed è particolarmente efficace se applicata fino dalle prime fasi della pianificazione urbanistica territoriale (PTCP e PSC).

A tal proposito si ricorda che, ai sensi dell'art.16 della LR 20/2000, la Regione Emilia-Romagna ha elaborato uno specifico "*Atto di indirizzo e coordinamento tecnico per la compilazione di studi di*

microzonazione sismica in Emilia-Romagna a supporto della pianificazione territoriale e urbanistica". Tale elaborato è stato approvato tramite Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna - progr. n°112 - oggetto n°3121, del 2 maggio 2007 ed entrato in vigore il 17 maggio 2007, in occasione della pubblicazione sul BUR dell'atto di indirizzo. A decorrere da tale data, i nuovi strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica generali devono essere integrati ai fini della loro approvazione con le analisi e metodologie previste nell'atto di indirizzo.

3.6.2 Pericolosità sismica

In coerenza con il quadro normativo sopra illustrato, in sede di formazione del quadro conoscitivo del PSC del Comune di Quattro Castella è stata effettuata un'analisi sperimentale della pericolosità sismica locale. L'analisi, per la cui trattazione di dettaglio si rimanda al capitolo 5, è stata finalizzata alla realizzazione di una cartografia comunale che mettesse in evidenza i diversi scenari di pericolosità sismica locale, definita, in questo specifico caso, tramite l'individuazione delle aree con caratteristiche geomorfologiche e stratigrafiche tali da generare possibili "effetti di sito" in occasione di un evento sismico (TAV. 6 - *Carta delle aree suscettibili ad effetti locali*, scala 1:10000). La zonazione del territorio sulla base della risposta sismica del terreno è da considerarsi uno dei più efficaci strumenti di definizione e rappresentazione della pericolosità sismica e quindi di prevenzione e riduzione del rischio sismico.

Nel rispetto e applicazione dei contenuti del già citato "Atto di indirizzo e coordinamento tecnico" della Regione Emilia Romagna, lo studio sismico è stato completato con l'individuazione sul territorio comunale degli "effetti attesi" in occasione di un evento sismico (TAV.7 - *Carta delle aree suscettibili ad effetti attesi*, scala 1:10000). Tali effetti, rappresentanti una prima speditiva definizione della risposta sismica locale, sono stati suddivisi in relazione a quanto previsto dalla normativa, tre gruppi (Livelli), due dei quali presenti nel territorio comunale (II e III Livello); per ogni gruppo è stato quindi previsto uno specifico programma di studi finalizzato alla valutazione dell'effettivo grado di pericolosità sismica locale, da definire nella fase di predisposizione e approvazione dei Piani Operativi Comunali e realizzare nell'ambito dei Piani Urbanistici Attuativi.

Le azioni condotte nel presente studio vogliono essere di supporto alla pianificazione territoriale e urbanistica nell'individuazione delle aree a maggior pericolosità sismica, favorendo sia le scelte di aree urbanizzabili esposte ad un minor rischio, sia la definizione degli interventi ammissibili.

3.6.3 Sismicità storica

Il terremoto, per l'intensità e la globalità del suo impatto, è senza dubbio l'evento naturale più disastroso che caratterizzi il territorio nazionale.

L'Italia è un paese ad elevata sismicità, per la frequenza degli eventi che hanno interessato il suo territorio e per l'intensità che alcuni di essi hanno storicamente raggiunto, determinando un rilevante impatto sociale ed economico.

Alcuni dati numerici permettono di evidenziare le reali dimensioni delle problematiche connesse al rischio sismico in Italia: 2.500 terremoti con intensità Mercalli (MCS) maggiore del V grado hanno colpito il nostro territorio nell'ultimo millennio, 200 dei quali distruttivi; 20 con intensità superiore od uguale al IX grado MCS dal 1900 ad oggi, un terremoto disastroso in media ogni 4 anni. A ciò si devono aggiungere le conseguenze sul patrimonio storico, artistico, monumentale fortemente esposto agli effetti del terremoto.

L'Emilia Romagna è interessata da una sismicità che può essere definita media se paragonata alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IXX grado della scala MCS. I maggiori terremoti (Magnitudo > 5,5) si sono verificati nel settore sud-orientale, in particolare nell'Appennino romagnolo e lungo la costa riminese.

Altri settori interessati da sismicità frequente, ma generalmente di minore energia (Magnitudo < 5,5), sono il margine appenninico-padano tra la Val d'Arda e Bologna, l'arco della dorsale ferrarese e il crinale appenninico. Quest'ultimo risente anche della sismicità di due importanti aree sismogenetiche della Toscana, il Mugello e la Garfagnana, dove, rispettivamente nel 1919 e nel 1920, si sono verificati terremoti di Magnitudo > 6.

La sismicità del territorio della provincia di Reggio Emilia risulta caratterizzata da elevata frequenza di accadimento a bassa magnitudo, al massimo pari a 6.0, decisamente inferiore a quella di altre aree del territorio italiano, quale la parte meridionale dell'Appennino che raggiunge e supera valori di magnitudo 7.0.

I terremoti storici che hanno colpito i comuni più "sismici" dell'Emilia Romagna hanno prodotto danni dell'VIII-IX grado della scala MCS, con Magnitudo stimata compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter; tali terremoti sono paragonabili alle scosse più forti della crisi sismica dell'Umbria-Marche iniziata il 27 settembre 1997.

Gli effetti macrosismici degli eventi nella pianura emiliana del 1987, 1996 e 2000 sono stati comunque, piuttosto modesti, se raffrontati all'impatto degli eventi o delle sequenze ben più significative dei terremoti sopra citati di Umbria e Marche del 1997-1998.

In particolare, il danneggiamento prodotto dal terremoto del 1996 ha interessato l'area di pianura compresa tra Parma e Modena e particolarmente alcune località tra il reggiano e il carpigiano. Le lesioni riscontrate sono risultate generalmente abbastanza leggere, con effetti ricorrenti quali caduta di comignoli,

tegole, cornicioni e singoli elementi architettonici, distacco di intonaci e lesioni più o meno gravi in singoli edifici. Gli effetti più significativi, valutati di VII grado MCS, hanno interessato gli abitati di Bagnolo in Piano e Correggio.

In diversi comuni della provincia di Reggio Emilia sono stati osservati effetti più lievi, distribuiti in modo irregolare. In alcuni casi si sono verificati danni più vistosi, ma isolati, su edifici degradati, chiese o campanili già danneggiati dal terremoto del 1987 e non ancora risistemati. In una certa misura, quindi, dal punto di vista macrosismico, il terremoto del 1996 si è sovrapposto a effetti prodotti dagli eventi del 1987; analogamente, ma in modo più vistoso, l'evento del giugno 2000 si è sovrapposto a un quadro di lesionamento degli edifici riconducibile in gran parte all'evento del 1996.

L'intensità massima stimata per l'ultimo evento del giugno 2000 non supera il VI grado MCS, con situazioni locali classificate fra il grado V e il grado VI della scala MCS.

4 Pericolosità del territorio

4.1 Generalità

La pericolosità di un territorio è definita come la "probabilità di occorrenza di un fenomeno potenzialmente pericoloso in un determinato intervallo di tempo e in una certa area".

La definizione di pericolosità include il concetto di spazialità e temporalità del fenomeno naturale e, marginalmente, il concetto di intensità o magnitudo, cioè la dimensione ed il potere distruttivo del fenomeno.

Il rapporto tra "pericolosità" e "rischio" è espresso dalla seguente formula, nota come "equazione del rischio":

$$R = H \times V \times E = H \times D$$

dove il rischio "R", definito come l'entità del danno atteso in una data area e in un certo intervallo di tempo t in seguito al verificarsi di un particolare evento calamitoso è dato da:

- la pericolosità "H", ovvero la probabilità di occorrenza dell'evento calamitoso entro un intervallo di tempo t ;
- la vulnerabilità "V", ovvero il grado di perdita (espresso in una scala da zero = "nessun danno" a uno = "perdita totale") prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi esposti a rischio risultante dal verificarsi dell'evento calamitoso temuto;
- il valore dell'elemento a rischio "E", ovvero il valore (che può essere espresso in termini monetari o di numero o quantità di unità esposte) della popolazione, delle proprietà e delle attività economiche, inclusi i servizi pubblici, a rischio in una data area.

Attraverso l'elaborazione di carte di pericolosità relative ai diversi fenomeni e aspetti del territorio dei quali si è detto nei capitoli precedenti, in questa sede si intende perseguire i seguenti obiettivi principali

- permettere il confronto con i fattori di rischio effettivo o potenziale;
- identificare le situazioni di incompatibilità al fine di poter procedere alla riduzione o alla eliminazione degli effetti indotti dal fenomeno;
- fornire obiettivi di intervento di carattere normativo e vincolistico di prevenzione e protezione;
- permettere un monitoraggio territoriale sulla base delle priorità determinate;
- indicare gli elementi conoscitivi essenziali per operazioni di pronto intervento in caso di evento catastrofico.

4.2 Metodologia applicata

La valutazione della pericolosità è stata effettuata attraverso l'analisi dei fattori che determinano le condizioni di instabilità e le mutue interazioni fra questi e ha richiesto la quantificazione, sia a livello spaziale che temporale, della probabilità che ogni tipologia di evento calamitoso possa verificarsi.

Per la rappresentazione della pericolosità sono stati redatti una serie di documenti analitici, consistenti in carte tematiche associate con banche-dati, che contengono i principali elementi previsionali. Tali dati di base sono stati elaborati mediante procedure statistiche e valutazioni soggettive che hanno permesso l'elaborazione di carte di sintesi della pericolosità del territorio per ogni argomento trattato.

Per la zonazione del territorio si è fatto riferimento al concetto di "area o bacino di pericolosità", ovvero alla zona in cui sono riunite le condizioni che stanno alla base del meccanismo di precarietà. Nel caso di fenomeni franosi o processi erosivi, il "bacino di pericolosità" è generalmente limitato all'estensione del versante; tuttavia, nel caso di fenomeni del tipo "colata o flusso detritico", che interessano spesso impluvi o aste fluviali montane e che sono in connessione con eventi idrologici, tale termine può essere esteso ad un'area più vasta o ad un intero bacino idrografico.

Nel dettaglio, la metodologia applicata si è articolata nelle seguenti fasi di lavoro:

- *Fase 1:* acquisizione della cartografia di base in supporto cartaceo e informatico e di dati bibliografici disponibili;
- *Fase 2:* acquisizione e verifica di dati in campagna per i siti e i fenomeni che hanno richiesto approfondimenti;
- *Fase 3:* elaborazione, analisi e sintesi dei dati acquisiti e restituzione di tavole grafiche.

Fase 1

Le informazioni bibliografiche sono state reperite negli archivi di Enti pubblici e privati e hanno riguardato pubblicazioni scientifiche, cartografie recenti e storiche e documentazione fotografica. In particolare:

- la base cartografica è la C.G.U. (Carta Geografica Unica del territorio, edizione 2003) scala 1:10.000, fornita dal Comune di Quattro Castella, aggiornata e vettorializzata, costituita da 6 elementi (200100 "Bibbiano", 200110 "Cavriago", 200140 "S.Polo D'Enza", 200150 " Quattro Castella", 218020 "Canossa", 200160 "Albinea") suddivisi a loro volta in 4 Fogli ciascuno;
- il reticolo idrografico del territorio comunale è ripreso dalla tavola collaudata tramite lo studio del Progetto L.O.T.O. 2005;
- la geologia del territorio è estrapolata dal Progetto Carg "Carta geologica della Regione Emilia Romagna" scala 1:10000, edizione 2007, della Regione Emilia Romagna, disponibile sul sito del

Servizio Geologico sismico e dei suoli della Regione Emilia Romagna, sezioni San polo d'Enza 200140; Vezzano sul Crostolo 200150; Casola Canossa 218020;

- la litologia del territorio è ripresa dalla “Carta geolitologica” (litologia prevalente nei primi 10 metri di profondità) scala 1:10.000 elaborata dallo scrivente in occasione della relazione di fattibilità geologica per la Variante Parziale al P.R.G. '99 del Comune di Quattro Castella;
- la vulnerabilità degli acquiferi è ripresa dalla “Carta della vulnerabilità intrinseca all'inquinamento” scala 1:10.000, elaborata dallo scrivente in occasione della relazione di fattibilità geologica per la Variante Parziale al P.R.G. '99 del Comune di Quattro Castella;
- le ortofoto digitali a colori “IT2000” (scala 1:10.000), riprese in giugno 1998 e le ortoimmagini da satellite “Quick Bird 2003/bn” (scala 1:10.000), riprese in marzo 2003, sono fornite dal Comune di Quattro Castella;
- la cartografia relativa ai fenomeni franosi è riferita alla “Carta dell'Inventario del dissesto” (ed. 2003 e aggiornamento. 2007) (scala 1:10000) del PTCP Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Reggio Emilia;
- la cartografia relativa alle frane superficiali è stata ripresa dalla “Carta della suscettibilità per frane superficiali” scala 1:25.000 del PTCP Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Reggio Emilia;
- alcuni elementi relativi alla geologia strutturale sono stati reperiti dalla “Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna” a cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto di Geoscienze e Georisorse Sezione di Firenze e Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione Emilia Romagna;
- la documentazione e la cartografia della franosità storica della regione Emilia Romagna è reperita da documenti vari.

Ad integrazione della cartografia e bibliografia disponibile sopra citata si sono inoltre utilizzate informazioni derivanti da: elaborazioni cartografiche recenti di corredo alle Varianti Generali ai piani regolatori; relazioni geologiche, geotecniche e idrogeologiche; tesi inedite e altre pubblicazioni della Provincia di Reggio Emilia.

Infine, la digitalizzazione delle curve di livello estratte dalla Carta Tecnica Regionale ha permesso di ottenere in ambiente GIS, mediante l'utilizzo delle estensioni per l'analisi tridimensionale (3D Analyst di ArcView) che utilizza la tecnica TIN (Triangulated Irregular Network), un modello digitale del terreno che descrive in modo fedele l'andamento altimetrico.

Nella seguente tabella si riassumono i documenti cartografici e bibliografici reperiti per la redazione del presente lavoro, indicandone la fonte nonché l'impiego nell'ambito dello studio.

Documentazione bibliografica e cartografica	Fonte	Uso
C.G.U. (Carta Geografica Unica del territorio) scala 1:5000 edizione 2003 aggiornata	Ufficio Tecnico Comune di Quattro Castella	Utilizzata come base cartografica per tutti gli elaborati restituiti
Carta Geologica della Regione emilia Romagna scala 1:10000 sezioni: San polo d'Enza 200140; Vezzano sul Crostolo 200150; Casola Canossa 218020.	Progetto Carg Regione Emilia Romagna disponibile sul sito del Servizio Geologico sismico e dei suoli della Regione Emilia Romagna	Utilizzata come base per la geolitologia del territorio
Carta geolitologica (litologia prevalente nei primi 10 m di profondità) scala 1:10.000 edizione 1999	Fattibilità geologica Variante Parziale al P.R.G. '99 del Comune di Quattro Castella	Utilizzata come base per la geologia dell'area di pianura
Carta dell'Inventario del Dissesto scala 1:10000 ed. 2003-2007	PTCP Provincia di Reggio Emilia	Utilizzata come base per la rappresentazione dei fenomeni di dissesto in tutte le carte elaborate
Ortofoto digitali a colori "IT2000" (scala 1:10.000) Regione Emilia Romagna	Ufficio Tecnico Comune di Quattro Castella	Utilizzata per l'interpretazione al suolo
Ortoimmagini da satellite Quick Bird 2003/bn(scala 1:10.000) Regione Emilia Romagna	Ufficio Tecnico Comune di Quattro Castella	Utilizzata in ultima analisi come controllo finale
Carta della vulnerabilità intrinseca all'inquinamento (scala 1:10.000) edizione 1999	Fattibilità geologica Variante Parziale al P.R.G. '99 del Comune di Quattro Castella	Utilizzata per la redazione della carta della litologia e vulnerabilità
Carta sismotettonica della regione Emilia Romagna (scala 1:250.000) CNR Firenze e Regione Emilia Romagna	Pubblicazione	Utilizzata per estrapolare alcuni elementi neotettonici per la redazione delle carte di analisi sismica.

La diversa natura delle fonti, pur ponendo problemi di omogeneizzazione nell'estrapolazione dei dati, ha consentito il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- realizzare una raccolta quanto più completa possibile delle caratteristiche del territorio;
- integrare le informazioni e consentire una verifica della loro valenza attraverso il confronto incrociato;
- utilizzare tali informazioni per la realizzazione dello studio.

Fase 2

Questa fase di rilevamento condotto in campagna è stata fondamentale per la verifica di quei luoghi e di quei fenomeni che, ad una prima osservazione sulla carta, risultavano di dubbia valutazione.

Fase 3

In questa fase di elaborazione ed analisi dei dati è stato indispensabile l'utilizzo del Sistema Informativo Geografico (GIS), nello specifico il pacchetto software della ESRI ArcView 8.1., che ha permesso una facile gestione delle informazioni spaziali acquisite e l'analisi di dati particolarmente complessi e riferiti a vaste aree.

Si è provveduto ad effettuare vari artifici informatici sovrapponendo diverse cartografie digitalizzate: la Carta Tecnica Regionale, nello specifico la C.G.U., le ortofoto digitali, le cartografie geologiche, litologiche, del dissesto, geomorfologiche ed idrogeologiche.

Si è poi suddiviso il territorio comunale in base alle caratteristiche degli elementi sopra elencati e si sono fatte considerazioni generali relative agli aspetti geologici, geomorfologici ed idrologici.

Dalla sintesi di tutti i dati raccolti risulta una grande varietà di fenomeni idro-geo-morfologici, di paesaggi ed elementi territoriali con differenti caratteristiche. Ogni elemento indagato ha necessitato di una procedura specifica per l'analisi e lo sviluppo dei temi e della rappresentazione cartografica.

Nel paragrafo successivo vengono illustrate la metodologia di lavoro adottata e la legenda grafica relative ad ogni tavola elaborata, nonché i risultati delle analisi e delle valutazioni effettuate .

5 Elaborati cartografici di analisi e di sintesi

Come previsto dalla L.R. 20/2000, nell'ambito della pianificazione territoriale e urbanistica il quadro conoscitivo si configura sia come *documento di analisi* dello stato di fatto del territorio che come *documento di valutazione* dello stato e delle tendenze evolutive dello stesso.

In linea con quanto previsto dalla normativa, le elaborazioni effettuate nell'ambito dello studio hanno portato alla definizione di carte descrittive dello stato di fatto del territorio e carte di sintesi della pericolosità, definite in relazione ai diversi aspetti trattati in fase di analisi (assetto geologico e geomorfologico, assetto idraulico, assetto idrogeologico, rischio sismico).

La prima tipologia di carte fornisce un quadro informativo dei diversi aspetti che caratterizzano il territorio, la seconda sviluppa il concetto di pericolosità relativamente ad uno specifico fenomeno (vulnerabilità degli acquiferi, instabilità geomorfologica, pericolosità idrogeologica, pericolosità sismica).

Tutte le tavole prodotte hanno come base cartografica la Carta Tecnica Regionale e sono elaborate e redatte in scala 1:10.000.

Ad ogni carta è associato un database alfanumerico georeferenziato; ad ogni poligono rappresentato equivale un elemento territoriale al quale è stata associata una serie di informazioni costituita da una tabella di dati.

5.1 Carte descrittive dello stato di fatto del territorio

5.1.1 TAVOLA 1: "Carta geomorfologia"

Si tratta, sostanzialmente, di un documento di tipo analitico in cui viene registrato lo stato attuale del territorio senza fornire alcuna sintesi o interpretazione. Fornisce un quadro delle forme del paesaggio, rappresentando i principali aspetti morfologici, litologici e antropici del territorio comunale, nonché le principali indicazioni sulla geometria e sul meccanismo dei fenomeni franosi e sui principali elementi geomorfologici connessi con l'instabilità dei versanti.

La carta è stata realizzata mediante la sovrapposizioni alla base CTR vettorializzata e aggiornata, la Carta geolitologica della Regione Emilia Romagna e la Carta dell'inventario del dissesto.

Analizzando la tavola, si osserva che, dal punto di vista geolitologico, il comune viene suddiviso in 2 "territori", quello di pianura e quello collinare-montano.

LITOLOGIA (Territorio di pianura)

	Limi e limi argillosi
	Depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di interconoide
	Depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi
	Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati
	Ghiaie prevalenti e sabbie

In particolare per il territorio di pianura i terreni sono rappresentati con un colore, che ne indica la litologia, e con un codice alfanumerico riferito alle Unità di classificazione della Carta geologica, di seguito riportate:

Successione Neogenico-Quaternaria del Margine Appenninico Padano

AES - SITEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE

AES8 - Subsistema di Ravenna
AES8a - Unità di Modena
AES7 - Subsistema di Villa Verrucchio
AES7b - Unità di Vignola
AES7a - Unità di Niviano

AEI - SITEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE

AES – Sistema emiliano-romagnolo superiore

Unità alluvionale da grossolana a fine con alla base una superficie di discontinuità nel margine appenninico e nell'alta pianura, passante a una superficie di continuità nel sottosuolo della pianura, su AEI. *Pleistocene medio?-Olocene*

AES8 – Subsistema di Ravenna

Limi sabbiosi e limi argillosi negli apparati dei torrenti minori o ghiaie in lenti entro limi, subordinate ghiaie e ghiaie sabbiose in quelli dei torrenti e fiumi principali. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Nell'alta pianura su AES7b (affiorante solo in cave). Potenza fino a oltre 20 m. *Olocene (età radiometrica della base: 11.000 - 8.000 anni).*

AES8a - Unità ' di Modena

Depositi ghiaiosi e fini. Unità definita dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo e grigio-giallastro. Corrisponde al primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive. Nella pianura ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C.. Potenza massima di alcuni metri (< 10 m). *Post-VI secolo d.C.*

AES7 - Subsistema di Villa Verucchio

Depositi prevalentemente ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi in ambiente intravallivo e allo sbocco dei corsi d'acqua in pianura; lateralmente limi prevalenti con subordinate ghiaie e sabbie. Base discordante su AES6 o su unità più antiche. E' interamente suddiviso in due unità. Potenza fino a 50 metri circa.

AES7b- Unità di Vignola

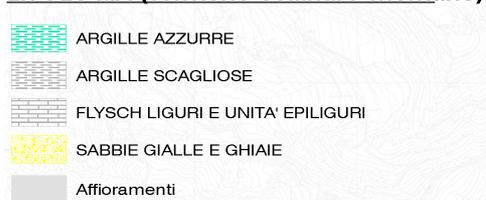
Ghiaie con matrice limo-sabbiosa in prossimità dei torrenti e fiumi principali, passanti distalmente e lateralmente a limi e limi sabbiosi. Depositi fluviali intravallivo e di conoide passante lateralmente a interconoide e distalmente a piana inondabile. Al tetto suoli decarbonatati con tracce di illuviazione di argilla e fronte di alterazione tra 1,5 e 2 m, orizzonti superficiali di colore da rosso bruno a bruno scuro. Potenza fino a oltre 20 m. *Pleistocene sup. – Olocene basale*

AES7a - Unità di Niviano

Depositi continentali ghiaioso sabbiosi dei terrazzi intravallivi e di conoide dei fiumi principali, e limo-sabbiosi dei torrenti minori. Al tetto suoli decarbonatati, a luoghi rubefatti, con fronte di alterazione < 5 metri, orizzonti superficiali con colore variabile a seconda della litologia da rosso bruno a giallo bruno. Contatto inferiore in discontinuità su unità più antiche. Contatto superiore coincidente con la superficie topografica nelle aree intravallive e pedecollinari, sepolto da AES7b e AES8 nell'alta pianura. Potenza affiorante < 10 m o non valutabile. *Pleistocene sup.*

Per il territorio collinare-montano i terreni sono rappresentati con un retino colorato in base alla geologia e litologia di appartenenza (Argille azzurre, argille scagliose, flysch liguri ed unità epiliguri, sabbie gialle e ghiaie, ampiamente descritta nel capitolo 3.4.2).

LITOLOGIA (Territorio collinare-montano)



RETICOLO IDROGRAFICO ORDINE GERARCHICO



Il reticolo idrografico è rappresentato in base all'ordine gerarchico dei tratti idraulici.

Sono indicati i limiti dei bacini idrografici, i quali nella porzione di pianura a nord dell'occhio di chiusura delle conoidi fluviali (a nord cioè della strada provinciale pedecollinare), acquistano una certa indeterminatezza. Essa è dovuta al fatto che in tale porzione di territorio il reticolo idrografico risulta

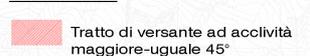
fortemente condizionato dall'influenza antropica, la quale ha reso nel tempo molto innaturale e di difficile interpretazione la rete idrografica del territorio.

Nella tavola vengono altresì indicati elementi del territorio quali vette, rilievi, crinali, sorgenti, laghi, orli di terrazzo e paleoalvei già descritti nel paragrafo 3.2..

TERRITORIO



ACCLIVITA'



Sono inoltre evidenziate in tratteggio rosso le zone di versante con acclività superiore ai 45°.

I fenomeni di dissesto sono stati rappresentati, facendo riferimento alla Carta dell'Inventario del dissesto, distinguendoli in due tipi di movimento gravitativo secondo il *criterio del dinamismo* del fenomeno, e non secondo lo stile o la velocità:

COPERTURE QUATERNARIE CONTINENTALI

MOVIMENTI GRAVITATIVI



Movimento gravitativo attivo

Movimento gravitativo ritenuto attivo o riattivato (in un settore di corpo di frana quiescente) all'atto dell'indagine

fotointerpretativa, ovvero rilevato o confermato da controllo sul terreno; l'attività può trovare conferma anche in dati documentali recenti (pubblicazioni, carte geologiche, relazioni tecniche, ecc.). Tali frane mostrano ricorrenze a breve termine (ciclo stagionale annuale o periodo di qualche anno, generalmente non superiore a 5).

In questa classificazione ricadono numerosi e piccoli smottamenti interessanti la coltre superficiale ascrivibili a movimenti tipo *Soil slip*, ovvero piccoli scivolamenti corticali dovuti a saturazione per imbibizione del complesso regolite-suolo. Singoli *soil slip* si sviluppano su versanti a modesta

copertura detritica utilizzati a pascolo e prato con pendenze comprese fra i 16° e i 45°, ma sono maggiormente frequenti tra 30° e 45°.

Essi sviluppano un volume di materiale mobilizzato generalmente ridotto (HUTCHINSON, 2001), incrementano notevolmente il numero delle frane in atto senza, tuttavia, aumentarne in modo significativo l'estensione areale. Nonostante ciò, questi movimenti franosi possiedono un'elevata pericolosità da ricollegare sia alla rapidità del fenomeno, quale risposta alla causa d'innescò, che alla sua veloce evoluzione morfologica (se non mitigata dall'uomo in tempi rapidi), la difficoltà di previsione della localizzazione, la loro elevata densità di distribuzione, la dinamica del movimento del materiale fluidificato.



Movimento gravitativo quiescente

Riguarda tutti i tipi di frana in cui è possibile desumere, da indizi di

natura geomorfologica e considerazioni di evoluzione morfoclimatica del territorio appenninico, la temporanea inattività del corpo di frana e della scarpata principale. Per quanto concerne gli indizi geomorfologici, ci si riferisce, ad esempio, al grado di sviluppo del drenaggio interno al corpo di frana, incisione dei corsi laterali, forme addolcite di modellamento superficiale, conche di depressione di frana riempite di sedimenti, presenza o meno di ristagni o depositi palustri, intensa antropizzazione, copertura vegetale, suoli sviluppati, ecc., Tali frane possono avere avuto un'attivazione (o riattivazione) recente, storica o preistorica.

Anche se corrisponde al vero che le frane quiescenti da molto tempo presentano le caratteristiche morfologiche sopra citate, arrivando persino all'inversione del rilievo, ciò non garantisce che le condizioni che hanno causato il movimento siano state rimosse totalmente. Si intende sottolineare, in particolare, quelle cause che hanno a che fare con il decadimento delle caratteristiche litotecniche del materiale di frana e delle rocce al contorno, per effetto dei processi alterativi prolungati nel tempo e della variabilità del carico idraulico nel corpo di frana. Tali fenomeni, legati alla variabilità delle condizioni climatiche del Pleistocene superiore, come sappiamo, caratterizzato da eventi glaciali alternati a fasi interglaciali, costituiscono una eredità del passato in cui determinate condizioni ambientali e processi climatici sono a noi comprensibili solo in riferimento a condizioni del clima riscontrabili attualmente alle alte latitudini. La riattivazione di antiche frane quiescenti, delle quali non si conosceva la data dell'ultimo movimento storico, consiglia estrema prudenza nel considerare tali corpi stabilizzati e quindi suscettibili di sopportare interventi edificatori senza problemi.

Per entrambe le tipologie di movimento gravitativo sono state indicate con una freccia le direzioni di movimento delle masse interessate.

La definizione della distribuzione dell'attività di frana è rilevante ai fini della valutazione del grado di pericolosità, in particolare per le frane che si sviluppano in vicinanza di bersagli ad elevata esposizione: edifici pubblici, edifici residenziali e produttivi, viabilità, altre opere sensibili.

La maggior parte delle frane del territorio sono costituite da litotipi eterogenei, raramente monogenici, ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura dei depositi è condizionata dalla litologia del substrato e dal tipo di movimento prevalente. La maggior parte dei depositi di frana del territorio appenninico è comunque di tipo complesso ed è il risultato di più tipi di movimento sovrapposti nello spazio e nel tempo (tipicamente scorrimenti/colamenti). La tessitura prevalente risulta costituita da clasti di dimensioni variabili immersi in una abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa.

Ad integrazione dei fenomeni sopra descritti sono stati inseriti ulteriori tipi di depositi superficiali:

DEPOSITI	
	DEPOSITO DI VERSANTE s.l. o DEPOSITO ELUVIO-COLLUVIALE
	DEPOSITI ALLUVIONALI IN EVOLUZIONE
	CONOIDI ALLUVIONALI

Deposito di versante s.l. o deposito eluvio-colluviale

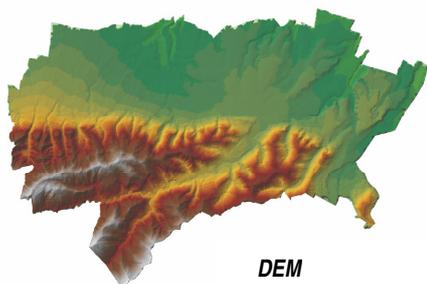
Deposito costituito da litotipi eterogenei ed eterometrici più o meno caotici. Frequentemente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili, generalmente fine (sabbie, limi e peliti), immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), a luoghi stratificato e/o cementato. La genesi può essere dubitativamente gravitativa, da ruscellamento superficiale e/o da soliflusso.

Depositi alluvionali in evoluzione

Ghiaie, talora embriate, sabbie e limi argillosi di origine fluviale, attualmente soggetti a variazioni dovute alla dinamica fluviale; detrito generalmente incoerente e caotico, costituito da clasti eterometrici ed eterogenei, talora arrotondati, in matrice sabbiosa, allo sbocco di impluvi e valli secondarie.

Conoide alluvionali

Depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, in corrispondenza dello sbocco di valli e vallecole trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, attualmente non soggetti ad evoluzione.



Nell'angolo in basso a destra di questa tavola viene riportata la "Carta del Modello altimetrico del territorio", scala 1:35.000. Essa rappresenta la morfologia del territorio suddividendolo in fasce altimetriche di 10 metri.

5.1.2 TAVOLA 2: “Carta delle emergenze geologico-ambientali”

Nella tavola sono esplicitati alcuni elementi riconosciuti come componenti significativi per una visione complessiva su alcuni “beni ambientali” che meritano una particolare considerazione.

La tavola identifica e delimita arealmente i geositi del territorio, a partire dalle carte tematiche del Progetto L.O.T.O. in cui i geositi sono indicati semplicemente con un simbolo grafico.

Si è provveduto in questa fase ad aggiungere ai siti già individuati nel L.O.T.O, 2 geositi interessanti: gli affioramenti di ghiaie del torrente Crostolo, nei pressi di Puianello, e le “Faccette triangolari” dovute a movimenti neotettonici, affioranti lungo tutto il margine pianura-collina del territorio.

In allegato alla Relazione geologica vengono fornite le schede descrittive di tutti i geositi cartografati, rispetto a quelle prodotte nell’ambito del Progetto L.O.T.O. .

Ogni area è identificata con un codice alfanumerico, delimitata perimetralmente e contraddistinta secondo il tipo di litologia presente; sono inoltre indicati località e punti dai quali è visibile l’affioramento.

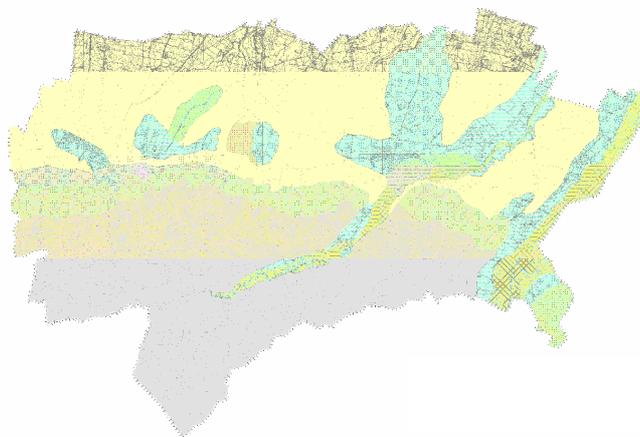
Oltre ai geositi, nella tavola sono state inserite le 2 aree un tempo adibite a cave di estrazione, per le quali si impongono interventi di bonifica e di gestione specifici, alcuni dei quali già in essere.

Le aree di cava inattive infatti, possono costituire una risorsa ambientale trovando in alcuni casi un assetto decisamente diverso rispetto allo stato precedente all’escavazione. In tal senso un buon recupero dell’area può essere ottenuto non tanto con interventi di ripristino, quanto con interventi di trasformazione per la creazione di un nuovo ambiente in funzione della fruizione prevista, ciò anche in relazione al rapporto costo/benefici degli interventi.

5.2 Carte di sintesi della pericolosità

5.2.1 TAVOLA 3: “Carta della vulnerabilità degli acquiferi”

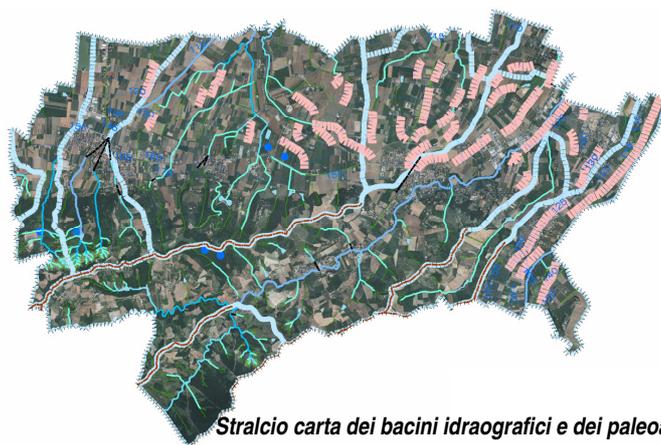
La carta è stata realizzata mediante la sovrapposizione della CTR vettorializzata e della Carta geolitologica relativa alla litologia prevalente nei primi 10 m di profondità (tavola di sinistra riportata nel riquadro in basso), nonché delle informazioni relative alle superfici isofreatiche con equidistanza 5 m della prima falda del territorio e delle morfologie fluviali sepolte ricavate dalla Carta



Stralcio carta della vulnerabilità degli acquiferi

idromorfologica redatta dallo scrivente in occasione della relazione di fattibilità geologica per la Variante Parziale al P.R.G. del 1999 (tavola di destra riportata nel riquadro in basso).

Molti tematismi presenti nella carta, quali Reticolo idrografico, Territorio, Coperture Quaternarie, sono ripresi nella Tavola 1 "Carta geomorfologica".



La cartografia prodotta costituisce un supporto alla definizione del giudizio di compatibilità dei progetti di trasformazione e di occupazione del territorio in relazione alla potenzialità di produzione di inquinanti.

In questa tavola la classificazione del territorio è effettuata in funzione della **litologia prevalente** nei primi dieci metri di sottosuolo, pertanto funzionale alla valutazione qualitativa della permeabilità dei terreni.

LITOLOGIA (Territorio di pianura)

	Argille prevalenti e/o limi prevalenti
	Argille e limi con lenti sabbiose subordinate
	Argille e limi con lenti di ghiaie subordinate
	Sabbie prevalenti
	Ghiaie con matrice argillosa
	Ghiaie con matrice sabbiosa
	Ghiaie conglomerati e sabbie

In legenda sono classificate le seguenti unità:

Argille prevalenti e/o limi prevalenti: terreni composti da sedimenti fini appartenenti alla classe granulometrica inferiore ai 0,064 mm. Nel territorio studiato rappresenta uno dei litotipi più diffusi;

Argille o limi con lenti di sabbia subordinate: si tratta dei terreni precedentemente descritti, nell'ambito dei quali, organizzate in sottili livelli lenticolari, sono presenti sabbie ovvero sedimenti composti da particelle di diametro compreso tra 0,064 e 2 mm;

Argille o limi con lenti di ghiaia subordinate: analoghi ai precedenti, le lenti sono costituite da ghiaie ovvero da particelle con diametro superiore ai 2 mm;

Sabbie prevalenti: sedimenti appartenenti alla classe granulometrica delle sabbie, così come definita in precedenza, nell'ambito dei quali sono presenti sottili livelli di argille e limi;

Ghiaie con matrice argillosa: questa unità è composta da elementi grossolani ghiaie e ciottoli con diametro superiore ai 2 mm e fino alla decina di cm, nell'ambito dei quali gli interstizi sono occupati da detriti più fini riferibili alla granulometria delle argille;

Ghiaie con matrice sabbiosa: la tessitura di questi elementi differisce da quella descritta al punto precedente per la presenza, sempre a livello interstiziale, di sedimenti più grossolani riferibili alla granulometria della sabbie;

Ghiaie, conglomerati e sabbie (Pliocene e Calabriano): sono le formazioni che affiorano nella fascia di transizione tra l'alta pianura e la collina. Sono costituite dalle Sabbie giallo arancio con alternanza di argilla del Pliocene e dalle Ghiaie, conglomerati e sabbie del Calabriano.

Nella tavola è rappresentato anche il **grado di vulnerabilità intrinseca**, ovvero viene fornita una valutazione della suscettibilità degli acquiferi ad ingerire e diffondere un inquinante liquido o idrovesicolato.

Nella valutazione del grado di vulnerabilità hanno un peso preponderante:

l'idrogeologia che determina la velocità di percolazione dell'inquinante e la capacità di depurazione insita nel terreno;

il tipo e lo spessore della copertura a bassa permeabilità quale elemento di protezione dell'acquifero soggiacente;

la soggiacenza della superficie piezometrica media dell'acquifero, in termini di spessore della zona insatura in quanto sede dei processi di attenuazione (depurazione);

la posizione della superficie piezometrica nei confronti si corsi d'acqua naturali ed artificiali.

La definizione dei gradi di vulnerabilità segue la legenda proposta nell'ambito del programma VAZAR (GNDCI-CNR) distinguendo sul territorio le seguenti zone:



Grado di Vulnerabilità Basso: falda libera o in pressione in materiali alluvionali protetta in superficie da una copertura poco permeabile e con uno spessore dell'insaturo superiore a 10 m;



Grado di Vulnerabilità Medio: falda libera in materiali alluvionali protetta in superficie da una copertura di materiali poco permeabili e con spessore dell'insaturo entro 10 m dal piano campagna;



Grado di Vulnerabilità Alto: falda libera in materiali da grossolani a medi senza alcuna protezione in superficie e con spessore dell'insaturo superiore ai 10 metri dal piano campagna;



Grado di Vulnerabilità Elevato: falda libera in materiali da grossolani a medi senza alcuna protezione in superficie e con spessore dell'insaturo compreso tra i 5 ed i 10 metri dal piano campagna. Nel caso in cui lo spessore dell'insaturo sia inferiore ai 5 metri la vulnerabilità è da considerarsi molto elevata.

La seguente tabella illustra i criteri di raggruppamento delle caratteristiche idrogeologiche e geolitologiche utilizzate per la definizione delle classi di vulnerabilità.

Grado di vulnerabilità	Litologia fino a -10 m da p.c.	Litologia di superficie	Soggiacenza falda
BASSO	Argilla e limo	Argilla prevalente, limo prevalente, argilla limosa, terrazzi	qualsiasi
	Argilla e limo con lenti di ghiaia subordinata		>10 m
MEDIO	Argilla e limo con lenti di ghiaia subordinata	Argilla prevalente, limo prevalente, argilla limosa	<10 m
	Ghiaia con matrice argillosa e/o limosa		>10 m
	Argilla e limo con lenti di ghiaia subordinata	Ghiaia subaffiorante, ghiaia alterata di terrazzo	>10 m
	Ghiaie conglomerati e sabbie	Ghiaie e conglomerati	>10 m
ALTO	Argilla e limo con lenti di ghiaia di zone comprese fra le principali scarpate di terrazzo	Argilla limosa e limo prevalente	<10 m
	Argilla e limo con lenti di ghiaia subordinata		<10m
	Ghiaia con matrice argillosa e/o limosa		<10 m
	Ghiaia e sabbia		qualsiasi
	Ghiaia con matrice argillosa e/o limosa	Ghiaia subaffiorante	>10 m
ELEVATO	Ghiaia con matrice argillosa e/o limosa	Ghiaia subaffiorante	<10 m
	Ghiaia e sabbia		qualsiasi

Analisi del territorio

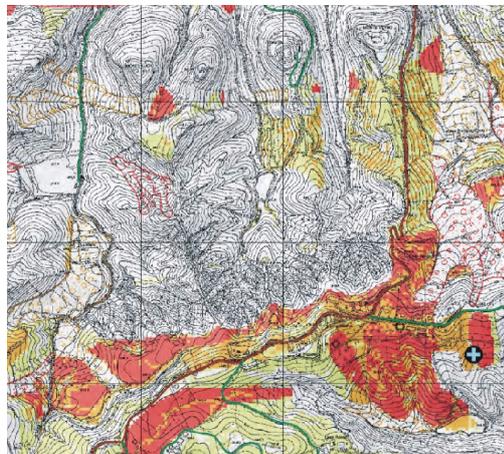
Dall'analisi complessiva del territorio risulta la seguente distribuzione delle aree a diverso grado di vulnerabilità degli acquiferi:

- *elevato grado di vulnerabilità*: lungo il corso del torrente Crostolo, in corrispondenza degli affioramenti di ghiaie, per tutto il tratto di competenza del comune; lungo il corso del Torrente Modolena, all'intorno dell'alveo, per i tratti compresi tra Salvarano e Montecavolo;
- *alto grado di vulnerabilità*: lungo il torrente Crostolo, per tutto il tratto di competenza del comune; lungo il torrente Modolena, comprendendo il centro abitato di Montecavolo e Orologia; lungo il Rio Soadino, fino alle vicinanze della confluenza in Rio Formica;
- *medio grado di vulnerabilità*: lungo tutta la fascia di transizione tra l'alta pianura e l'area collinare, compresa la porzione meridionale del centro abitato di Quattro Castella; lungo il dosso morfologico costituito da un antico terrazzo fluviale, che da Montecavolo arriva a Ghiardello; nella porzione a nord della località Selvarola di Sotto;
- *basso grado di vulnerabilità*: in tutto il resto del territorio di pianura.

5.2.2 TAVOLA 4: “Carta della suscettibilità per frane superficiali”

La tavola è ottenuta dall'unione cartografica delle sezioni 200140, 200150, 218,020 della “Carta di suscettibilità per frane superficiali” redatta dalla Provincia di Reggio Emilia in scala 1: 10.000.

Il documento di partenza è stato debitamente analizzato, corretto e riproposto come carta di pericolosità con l'intento di rendere visibili aree potenzialmente pericolose altrimenti non manifeste. La carta è stata inserita a supporto della tavola 5 che rappresenta unicamente i fenomeni attualmente cartografati e riconosciuti e non quelli che potenzialmente potrebbero verificarsi nel territorio per la combinazione di fattori predisponenti e di fattori innescanti.

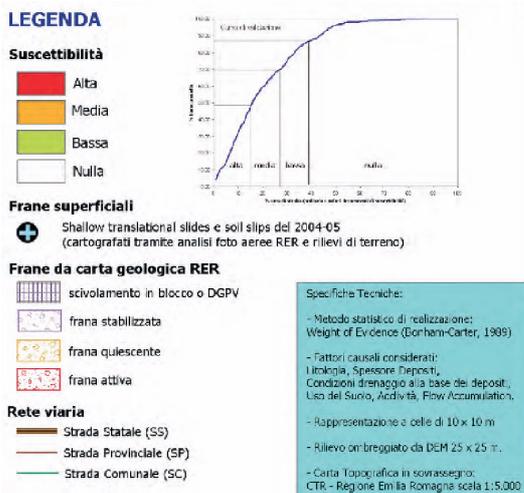


Nel medio-basso Appennino si riscontrano molti fenomeni d'instabilità di medie-piccole dimensioni (scollamenti di suolo, scivolamenti in terra superficiali), che interessano la porzione più superficiale di alterazione dei suoli sulle litologie flyschoidi e argillose.

Tali fenomeni sono innescati principalmente dal raggiungimento del livello di saturazione del terreno, a seguito di periodi piovosi o per scioglimento del manto nevoso, per annullamento della rete di drenaggio superficiale ad opera delle pratiche agricole.

Caratteristica peculiare di tali dissesti è che nella maggioranza dei casi si tratta di fenomeni di neoformazione e che le evidenze sul terreno di tali dissesti scompaiono nel giro di pochi mesi/anni. Ciò comporta che nessun evento di questo tipo sia rappresentato nella Carta dell'Inventario del Dissesto.

La previsione della distribuzione spaziale delle aree a più alta propensione per questo tipo di fenomeno è stata valutata con l'utilizzo combinato di metodi statistici e deterministici, implementati in ambiente GIS, come descritto nell'Allegato 6 “La geologia e la geomorfologia” del PTCP della Provincia di Reggio Emilia.



In legenda viene riproposta la didascalia della carta originale la quale prevede la suddivisione del territorio in quattro classi di suscettibilità (alta, media, bassa e trascurabile o nulla) ricavate dal grafico “Curva di validazione”, anch'esso riportato in legenda, il quale mette in relazione le frane identificate nel territorio e gli areali corrispondenti alle diverse classi di suscettibilità (con il simbolo + sono indicate le frane superficiali riconosciute tramite fotointerpretazione).

5.2.3 TAVOLA 5: “Carta dei fenomeni di instabilità geomorfologica e pericolosità idrogeologica”

L’elaborato ed il database realizzato per la cartografia del dissesto forniscono un documento aggiornato e aggiornabile in continuo, utile alla previsione degli strumenti urbanistici, ad un continuo monitoraggio areale dei fenomeni e ad un approfondimento delle conoscenze dei rapporti causa-effetto. Il fine è individuare e delimitare le aree soggette a tale pericolosità e guidare le scelte ed i tipi di interventi di mitigazione del pericolo, soprattutto da frana e da dissesto idraulico.

Nell’analisi e comprensione della dinamica ed evoluzione dei fenomeni di dissesto idrogeologico non si può sottovalutare il rapporto tra le dinamiche dei corsi d’acqua e l’innescò ed evoluzione dei fenomeni gravitativi sui versanti. In molti casi, censiti nella Carta del Dissesto Provinciale, è possibile riconoscere come causa innescante della riattivazione o neoattivazione dei fenomeni franosi l’azione erosiva operata da corsi d’acqua in disequilibrio geomorfologico. A seguito della riattivazione di movimenti franosi, ad opera del fenomeno sopra descritto, spesso si determina un rischio per sbarramento di corsi d’acqua e per successivo, possibile collasso dello sbarramento stesso.

Nella tavola sono considerate: le frane, le aree in dissesto superficiale modellate da fenomeni di denudazione (processi di decorticazione e calanchi), le scarpate di versante in forte degradazione, i tratti di corsi d’acqua interessati da importanti processi di dinamica fluvio-torrentizia (fenomeni di esondazione o sovralluvionamento, processi di erosione lineare e laterale).

L’entità della pericolosità dei fenomeni di esondazione indicata è funzione della magnitudo del fenomeno stesso (intesa come massa di materiale coinvolto e velocità di avvenimento del fenomeno), quindi della sua intensità, e dipende, inoltre, qualità delle informazioni storiche disponibili per attribuire ad esso riferimenti temporali. Il grado di pericolosità attribuito ai processi erosivi d’alveo è in funzione dell’interrelazione con i fenomeni gravitativi già presenti o attivabili sui versanti. Nei tratti d’alveo ove si realizzano variazioni dell’energia e cambiamenti di percorso della corrente fluvio-torrentizia, si manifesta una erosione laterale localizzata, con creazione di una scarpata responsabile dell’innescò di fenomeni di frana alla base del versante stesso, potenzialmente retrogressivi nella parte più elevata del versante.

La classificazione dei movimenti gravitativi segue quella utilizzata per la redazione della “Carta geomorfologia” (Tavola 1).

La delimitazione delle “aree ad instabilità geomorfologica e di carattere fluvio-torrentizio” è stata eseguita per tutti quei tratti di corso fluviale che insistendo o attraversando una zona dissestata, per erosione di sponda o sovralluvionamento, possono dar luogo a fenomeni di retrogressione, avanzamento, espansione laterale di tali frane.

Queste aree assumono differente grado di pericolosità a seconda della tipologia e dello stato di attività del dissesto che interessano. In particolare esistono aree ad elevata e moderata pericolosità:



Area EE - Aree a pericolosità elevata: contraddistingue un'area limitrofa e propria dell'alveo ordinario dei corsi d'acqua interessata occasionalmente da fenomeni di esondazione, di sovralluvionamento e di erosione lineare e laterale; nei casi di torrenti minori o di rii, l'area potrebbe interessare, nella zona di confluenza, il conoide di deiezione, potenzialmente attivabile anche da eventi piovosi intensi localizzati in un settore del bacino idrografico. Il valore della pericolosità dei fenomeni di esondazione, classificati come aree EE, deriva dalla magnitudo del fenomeno stesso, quindi della sua intensità, e della qualità delle informazioni disponibili per attribuire ad esso riferimenti temporali. Il grado di pericolosità attribuito ai processi erosivi d'alveo, classificati come aree EE, è *in funzione dell'interrelazione con i fenomeni gravitativi attivi già presenti o attivabili sui versanti;*



Aree EB - Aree a pericolosità moderata - contraddistingue un'area limitrofa e propria dell'alveo ordinario dei corsi d'acqua interessata occasionalmente da fenomeni di esondazione, di sovralluvionamento e di erosione lineare e laterale; nei casi di torrenti minori o di rii l'area potrebbe interessare, nella zona di confluenza, il conoide di deiezione, potenzialmente attivabile anche da eventi piovosi intensi localizzati in un settore del bacino idrografico. Il valore della pericolosità dei fenomeni di esondazione, classificati come aree EB, deriva dalla magnitudo del fenomeno stesso, quindi della sua intensità, e della qualità delle informazioni disponibili per attribuire ad esso riferimenti temporali. Il grado di pericolosità attribuito ai processi erosivi d'alveo, classificati come aree EB, è *funzione della possibilità del verificarsi di azioni destabilizzanti al piede di corpi di frana quiescenti.* L'attribuzione della classe EB a zone in dissesto è anche in relazione alla presenza di interventi di mitigazione del rischio idrogeologico.

All'interno delle aree di pericolosità sopra descritte, oltre ai corsi d'acqua risultano classificati, totalmente o parzialmente, gli invasi artificiali del territorio. Alcuni laghi, infatti, sorgendo alla base di versanti che presentano fenomeni di dissesto o processi di decorticazione, potrebbero essere riempiti di materiale terrigeno, come già avvenuto per l'"invaso Contessa". L'elevato trasporto solido dei rii confluenti comporta un forte interrimento dei bacini che potrebbe provocare il sormonto o il collasso della diga di sbarramento, con le conseguenze del caso.

Per quanto riguarda gli aspetti legati al rischio idraulico lungo i corsi d'acqua principali, lo studio individua le fasce fluviali di rispetto sulla base dei criteri stabiliti dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) per gli studi idraulici e idrologici e all'individuazione di zone di erosione e sovralluvionamento.

Analisi del territorio

Dall'analisi complessiva del territorio riguardante la pericolosità legata all'instabilità geomorfologica di carattere fluvio-torrentizio risulta che:

le aree più critiche, caratterizzate da elevata pericolosità (EE), si concentrano nelle zone interessate da frane attive e nelle aree calanchive di Bergonzano, a sud di Quattro Castella, e della sponda destra di Rio Bercemme,

le aree con moderata pericolosità (EB) si distribuiscono in tutto il resto del territorio lungo i rii collinari e in alcuni rii di pianura nei pressi del dosso morfologico, costituito da un antico terrazzo fluviale che da Montecavolo si estende fino a Ghiardello.

All'interno delle aree di pericolosità sopra descritte risultano inseriti anche i laghi artificiali ubicati alla base dei calanchi di Quattro Castella e Salvarano per problematiche relative all'interramento dell'invaso stesso, nonché i laghi affacciati sull'alta pianura per fenomeni legati all'erosione e al sovralluvionamento dei rii che li alimentano.

Con riferimento ai tipi di movimento franoso indicati nella classificazione di Cruden e Varnes (1996) (frane semplici: di crollo, di scivolamento rotazionale, di scivolamento traslazionale o planare, di espansione laterale, di colata di terra o di fango; frane complesse, quale combinazione di due o più movimenti di tipo semplice), nel territorio comunale sono state individuate solamente frane appartenenti alla classe dei movimenti semplici ed in particolare frane: di scivolamento (slide) e di colata (flow). Per frane relativamente grandi le tipologie di movimento sono presumibilmente complesse, cioè derivanti da una combinazione, anche non simultanea, di più movimenti semplici.

Ampie porzioni del territorio cartografato (vedi TAVOLA 2 "Carta delle emergenze geologico –ambientali") sono interessate invece da calanchi, forme di erosione particolari che interessano i versanti argillosi del territorio concentrati alle spalle dell'abitato di Quattro Castella e nei pressi di Salvarano.

Di seguito si riportano alcuni **indici** ricavati dall'osservazione delle carte elaborate, indicativi di particolari criticità del territorio.

L'indice di **franosità comunale "I.F."** indica la percentuale di territorio in dissesto rispetto all'intera area comunale:

$$IF = \text{Area dissesto comunale} / \text{Area comune} * 100$$

L'"I.F. Bacino" invece è riferito ad ogni singolo bacino individuato sul territorio ed esprime la percentuale di territorio in dissesto all'interno del bacino analizzato:

$$IF \text{ Bacino} = \text{Area dissesto bacino} / \text{Area bacino} * 100$$

Nella tabella seguente sono riassunti l'I.F. del territorio comunale e tutti gli I.F. dei bacini idrografici individuati

Tabella I: indici I.F. del territorio comunale

	Sup (ha)	I.F. comunale			
Territorio comunale	4606	5%			
Bacini (e sottobacini) idrografici	Sup (ha)	Numero dissesti	Sup (ha)	I.F. bacino	
Rio delle Carole (dx Quaresimo)	19	-	-		
Rio della Bercemme	277	25	34	12	
T. Crostolo	339	3	3	1	
Il Rio (dx Modolena)	211	20	31	14	
Il Canaletto- Rio Montebellone	34	-	-	-	
Rio Enzola-Canale di Bibbiano	236	10	12	5	
Rio del Ghiardo-Rio di Cavriago	407	29	25	6	
Rio Quaresimo	1197	10	12	1	
Rio Acqua Marcia	118	-	-	-	
T. Modolena	1390	72	118	8	
Rio Moreno	377	-	-	-	
Totale		169	234		

L'indice di **pericolosità idraulica "I.P.I."** indica, analogamente all'indice di franosità, la percentuale di territorio classificata all'interno delle Aree EE ed EB rispetto all'intero territorio comunale:

$$I.P.I = \text{Aree EE e EB} / \text{Area comune} * 100$$

L'I.P.I. Bacino è invece l'indice di pericolosità idraulica riferita al singolo bacino:

$$I.P.I \text{ Bacino} = \text{Aree EE e EB} / \text{Area bacino} * 100$$

Nella tabella seguente sono riassunti l'I.P.I. del territorio comunale e tutti gli I.P.I. dei bacini idrografici suddivisi in base alle due classi di pericolosità individuate: EE (elevata) ed EB (moderata).

Tabella II: indici I.P.I. del territorio comunale

Aree ad instabilità geomorfologica di carattere fluvio-torrentizio	Sup (ha)				
EE Pericolosità elevata	170				
EB Pericolosità Moderata	237				
Bacini idrografici	Sup (ha)	I.P.I. bacino	Ee (ha)	Eb (ha)	Sup. Tot. (ha)
Rio delle Carole (dx Quaresimo)	19	-	-	-	-
Rio della Bercemme	277	8	34	21	55
T. Crostolo	339	7	-	23	23
Il Rio (dx Modolena)	211	10	8	13	21
Il Canaletto-Rio Montebellone	34	9	3	-	3
Rio Enzola-Canale di Bibbiano	236	15	19	17	36
Rio del Ghiardo-Rio di Cavriago	407	15	48	11	59
Rio Quaresimo	1197	4	3	49	52
Rio Acqua Marcia	118	-	-	-	-
T. Modolena	1390	10	55	79	134
Rio Moreno	377	7	-	25	25

Nella tabella che segue si riporta il numero e l'estensione totale delle frane presenti sul territorio. Esse sono suddivise secondo la tipologia del movimento in fenomeni attivi (a1b, a1d, a1g, a2b, a2d, a2g e dissesti attivi non classificati) e in fenomeni quiescenti (a3 e a4):

- dissesti attivi non classificati: si riferiscono a quelle aree non classificate nella Carta dell'Inventario del Dissesto, ma riconosciute e cartografate nelle tavole elaborate nel presente studio, come movimenti gravitativi attivi, derivanti da segnalazioni e rilievi di campagna.
- le coperture a potenziale instabilità si riferiscono a depositi di origine incerta (forse gravitativa) con proprietà geotecniche scadenti

Tabella III: frane del territorio comunale

Coperture - fenomeni di dissesto	Sup (ha)	Numero			
Dissesti attivi non classificati	11	27			
a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento	18	31			
a1d - Deposito di frana attiva per colamento lento	29	22			
a1g - Deposito di frana attiva complessa	13	3			
a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento	41	40			
a2d - Deposito di frana quiescente per colamento lento	28	18			
a2g - Deposito di frana quiescente complessa	94	28			
Totale	234	169			
Coperture a potenziale instabilità	Sup (ha)	Numero			
a3 - Deposito di versante	42	31			
a4 - Deposito eluvio-colluviali	49	16			
Totale	91	47			

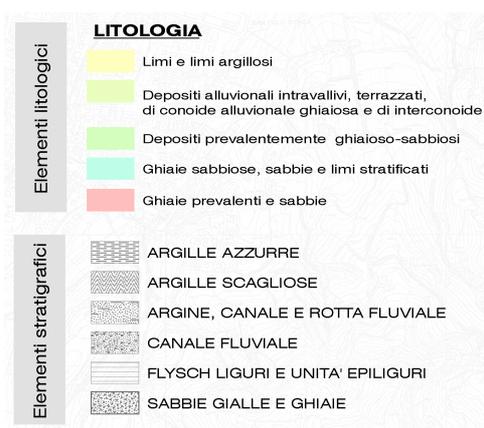
Dall'analisi dei dati ricavati ed inseriti in tabella si desume che la maggior parte delle frane presenti sul territorio risultano di tipo quiescente. Si osserva un Indice di Franosità maggiore per aree con rii piuttosto modesti, rispetto a torrenti con portate maggiori. Si riscontra, inoltre, un Indice di Pericolosità Idraulica elevato per il bacino del rio Enzola per il quale ci si attendeva una pericolosità inferiore in quanto si sviluppa per la maggior parte del suo corso in territorio pianeggiante.

5.2.4 TAVOLA 6: “Analisi sismica - Carta delle aree suscettibili ad effetti locali”

Le conoscenze territoriali acquisite permettono la rapida individuazione e perimetrazione degli elementi geologico-morfologici che possono favorire “*effetti locali*” in caso di occorrenza dell’evento sismico.

Come precedentemente indicato la pericolosità è in funzione sia del fenomeno naturale che e soprattutto delle condizioni geologiche, strutturali, ideologiche (*aspetti*) dell’area in cui si verifica l’evento.

Di seguito vengono riportati i vari *aspetti* territoriali perimetrati e indicati in legenda, che concorrono alla pericolosità sismica locale.



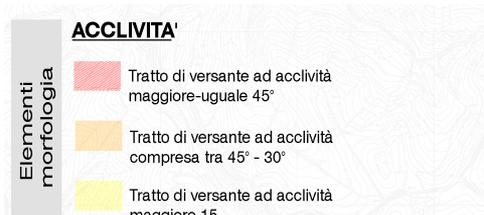
Elementi litologici ed Elementi stratigrafici

La tipologia, le dimensioni e la stratigrafia dei sedimenti possono dar luogo nelle aree in cui sono presenti ad amplificazione (topografica e stratigrafica) e cedimenti (liquefazione e addensamento) dei terreni.



Elementi di neotettonica

Questi elementi, suddivisi in strutture neotettoniche e morfologie ad esse collegate, possono provocare amplificazione strutturale, stratigrafica (per contrasto tra litotipi: contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico – meccaniche molto diverse) e potenziale instabilità dei versanti.



Elementi di morfologia

Mediante l’elaborazione del DTM è stata ottenuta una carta clivometrica con la distinzione di tre classi a diversa pendenza:

- Versante con acclività maggiore di 15° ,
- Versante con acclività compresa tra 30° e 45° ,
- Versante con acclività maggiore di 45° .

Questi aspetti legati esclusivamente alla morfologia del terreno possono determinare amplificazione topografica ed instabilità di versante.

COPERTURE QUATERNARIE CONTINENTALI

MOVIMENTI GRAVITATIVI

FENOMENO DI INSTABILITA' GEOMORFOLOGICA IN ATTO
Frane attive - Vs30 inferiore a 800 m/s

Area di possibile evoluzione del fenomeno (Potenziale instabilità)

DEPOSITI

DEPOSITO DI VERSANTE (spessore maggiore uguale 5 m)
Frana quiescente, deposito di versante s.l., detrito eluvio-colluviale - Vs30 inferiore 800 m/s

Depositi caratterizzati da acclività maggiore 15°

DEPOSITI ALLUVIONALI IN EVOLUZIONE
Vs30 inferiore 800m/s

CONOIDI ALLUVIONALI - Vs30 inferiore 800m/s

Traccia di paleoalveo (Asse drenante)

Orlo di terrazzo alluvionale Crinali

Elementi geomorfologici e morfologici

I movimenti gravitativi e i depositi di versante possono determinare amplificazione topografica, instabilità di versante, cedimenti (liquefazione e addensamento) dei terreni e potenziale evoluzione dello stile di attività del fenomeno di dissesto.

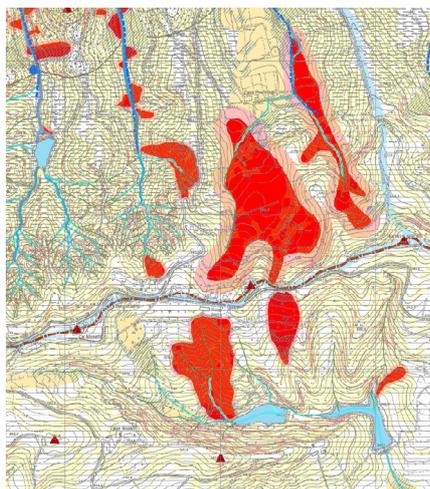
Movimenti gravitativi

Vengono indicati i fenomeni gravitativi o di degradazione dei versanti in atto. Tali aree oltre a rappresentare fenomeni di instabilità geomorfologica, possono generare amplificazione e vedere ulteriormente aggravate le proprie condizioni di criticità in occasione di sollecitazioni sismiche significative.

In relazione alla possibile evoluzione dei fenomeni di dissesto è stato predisposto, nella cartografia, un *limite di rispetto* entro il quale sono stati considerati possibili gli stessi effetti di sito.

Tale *buffer* è stato calcolato/dimensionato sulla base delle dimensioni dei fenomeni, ritenendo ragionevole non attribuire la stessa fascia di rispetto a fenomeni di dissesto diversi per estensione e tipologia.

Distinzione per frane attive:



<i>Superficie dissesti in ha</i>	<i>Fascia di rispetto dal perimetro</i>
<i>Inferiore 0,5 ha</i>	<i>10 metri</i>
<i>0,5 - 2 ha</i>	<i>20 metri</i>
<i>2 - 5 ha</i>	<i>30 metri</i>
<i>5 - 10 ha</i>	<i>40 metri</i>
<i>Maggiore 10 ha</i>	<i>50 metri</i>

Depositi (spessore < 5 m):

- aree instabili: aree direttamente interessate da fenomeni franosi attivi;
- aree potenzialmente instabili: aree in cui sono possibili riattivazioni (frane quiescenti) o attivazioni di movimenti franosi
- depositi di versante (frane quiescenti, detriti di falda, detriti eluvio-colluviali, detriti di versante s.l., con Vs inferiore a 800 m/s);
 - detriti di conoide alluvionale;
 - depositi alluvionali in evoluzione;
 - depositi fluvio-lacustri
 - tracce di paleoalveo, orli di terrazzo

5.2.5 TAVOLA 7: “Analisi sismica - Carta delle aree suscettibili ad effetti attesi”

Sulla base dei contenuti della cartografia precedentemente illustrata (tavola 6 “Analisi sismica - Carta delle aree suscettibili ad effetti locali”), nella fase conclusiva dello studio è stato possibile individuare 8 tipologie di effetti attesi (dove per effetto atteso si intende il fenomeno conseguente ad un eventuale evento sismico in un determinato contesto areale):

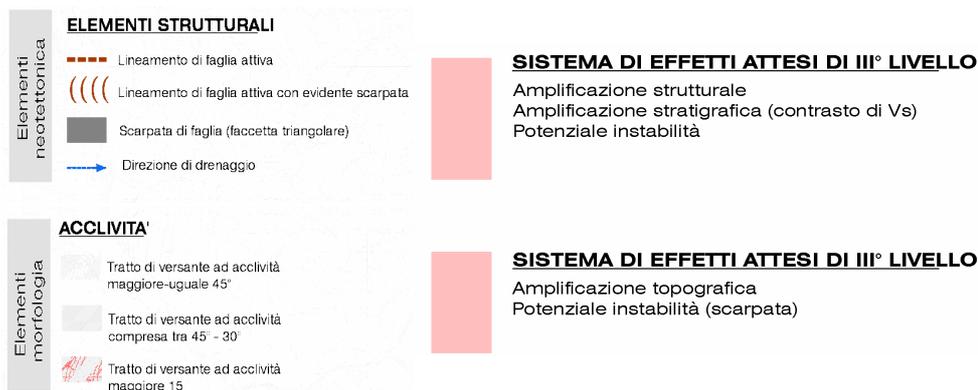
- . Instabilità in atto
- . Potenziale evoluzione dello stile di attività del fenomeno di dissesto
- . Potenziale instabilità (riattivazione fenomeno gravitativo – acclività maggiore di 30°)
- . Amplificazione stratigrafica (contrasto di Vs) si tratta di accentuazione dello scuotimento del terreno in caso di terremoto dovuto alle caratteristiche fisiche del sottosuolo.
- . Amplificazione topografica (acclività maggiore di 15°) si tratta di accentuazione dello scuotimento del terreno in caso di terremoto dovuto alla morfologia del sito. Si verifica ad esempio alla sommità di rilievi, creste, profili di versante, bordi di terrazzi fluviali, e comunque ove siano presenti pendii con acclività >15°
- . Potenziale instabilità (riattivazione movimento gravitativo) F* Potenziale instabilità (scarpata)
- . Cedimenti e instabilità strutturale per possibile liquefazione e/o addensamento. Il cedimento si può verificare in terreni prevalentemente fini (limi e argille) poco addensati o poco consistenti. Si manifesta con subsidenza o cedimenti differenziali del terreno. Il fenomeno di liquefazione può verificarsi in terreni saturi prevalentemente sabbiosi con terremoti di magnitudo >5. Si manifesta con perdita di resistenza del terreno che da solido diventa liquido, con effetti di subsidenza, manifestazioni di rotture e formazione di vulcanelli di sabbia.

In relazione alla possibile concomitanza sul territorio degli effetti sopra elencati e in funzione del loro grado di pericolosità (intesa, in questo caso, come prodotto della probabilità di accadimento e dell'intensità dell'effetto), gli stessi sono stati raggruppati in 2 differenti livelli, direttamente proporzionali alla sensibilità sismica della porzioni di territorio da essi interessata.

SISTEMA DI EFFETTI ATTESI (PERICOLOSITA' SISMICA):

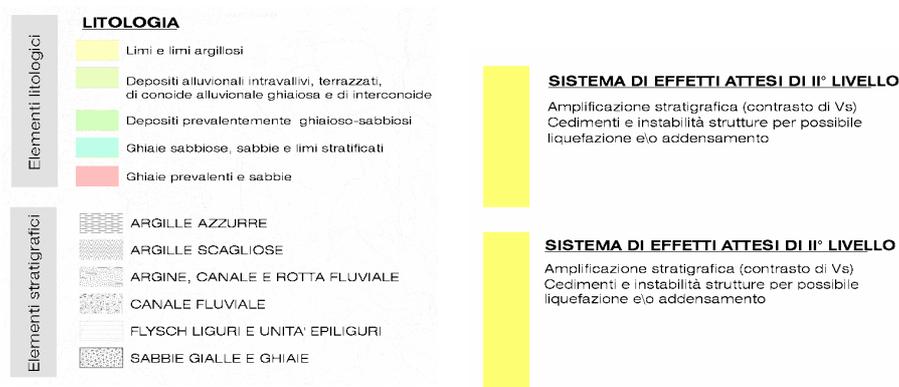


Di seguito è riportata la correlazione tra i contenuti delle due carte realizzate nell'ambito del presente studio.



In ragione del livello di sensibilità sismica relazionata agli effetti attesi evidenziati in questo sistema (III LIVELLO) la pianificazione urbanistica comunale dovrà subordinare la previsione di ambiti di riqualificazione o nuovo insediamento e di opere di rilevante interesse pubblico all'attuazione di uno **specifico programma di studio (analisi approfondita)**, mirato alla valutazione dell'effettivo grado di pericolosità sismica locale delle aree instabili e potenzialmente instabili, di quelle soggette ad amplificazione del moto sismico.

Tutte le valutazioni dovranno essere finalizzate alla redazione di una carta di *microzonazione sismica*. Come già descritto precedentemente, la metodologia di indagine (prove, acquisizione dati e elaborati da produrre) per l'analisi delle aree ricadenti in questo sistema di effetti attesi, potrebbe essere definita nella fase di predisposizione e approvazione dei Piani Operativi e realizzata nei Piani Urbanistici Attuativi.



Per questo sistema di effetti attesi (II LIVELLO), si ritiene necessaria, ai fini della valutazione dell'effettivo grado di pericolosità sismica locale, **un'analisi semplificata**. Tale indagine sarà indirizzata ad una prima verifica dei contenuti della cartografia del Piano Strutturale Comunale. Nel caso di una conferma della situazione evidenziata nella Carta comunale degli effetti attesi, si dovrà procedere alla realizzazione di un modello geologico-tecnico del sottosuolo, contenente indicazioni circa la velocità di propagazione delle onde di taglio "Vs" ed eventuali possibili condizioni di instabilità geomorfologica dei pendii. Sulla base del valore di "Vs", sarà da valutare, in relazione alle condizioni topografiche e stratigrafiche del luogo, eventuali fenomeni di amplificazione. Anche in questo caso il percorso tecnico per l'acquisizione delle informazioni sopra descritte potrebbe essere definito nella fase di predisposizione e approvazione dei Piani Operativi, ed attuata nei contenuti dei Piani Urbanistici Attuativi.

Analisi del territorio

Dall'analisi complessiva del territorio risulta la seguente distribuzione della pericolosità sismica :

- sistema di effetti attesi di III livello*: allineati lungo la faglia attiva che attraversa il comune da ovest a est, delimitando il confine tra porzione di pianura e collina; distribuiti nei pressi delle "faccette triangolari" create dal sollevamento tettonico causato dalla presenza della faglia; presenti nelle aree

corrispondenti a dissesti attivi, aree di deposito con acclività $>15^\circ$; nelle aree calanchive e in quelle con acclività compresa tra 30° e 45° (concentrate nel territorio collinare a sud di Quattro Castella e a sud di Montecavolo e Puianello).

-Tutto il resto del territorio risulta classificato con *pericolosità sismica di II livello*.

6 Conclusioni

6.1 Limiti e condizioni per lo sviluppo del territorio derivanti dall'assetto geologico

Gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione del rischio per le opere e le attività umane attraverso analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione urbanistica ed orientano le scelte localizzative, i possibili processi di trasformazione urbana e la realizzazione delle opere di interesse pubblico verso scenari di prevenzione e mitigazione del rischio.

Elemento costitutivo degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica è il Quadro conoscitivo che, come indicato dall'art. 4 della LR 20/2000, provvede alla organica rappresentazione e valutazione dello stato del territorio e dei processi evolutivi che lo caratterizzano e costituisce il necessario riferimento per la definizione degli obiettivi e dei contenuti del Piano, per la valutazione della sostenibilità ambientale e territoriale dello stesso e per il monitoraggio della sua attuazione.

In tal senso, il quadro conoscitivo si configura sia come documento di analisi dello stato di fatto del territorio, che come documento valutativo e di bilancio dello stato e delle tendenze evolutive del territorio stesso.

Nell'aspetto valutativo rientra, in particolare, la definizione di un quadro dei limiti alle trasformazioni e all'utilizzo del territorio. Tali limiti, per quanto concerne gli aspetti geologici, derivano, in particolare, dalle caratteristiche geomorfologiche, idrauliche e sismiche del territorio, che rendono incompatibile il processo di trasformazione con la vulnerabilità delle attività umane e delle opere.

I risultati derivanti dalle indagini conoscitive relative all'assetto geologico del territorio in esame hanno permesso di caratterizzare il territorio in funzione dell'assetto geomorfologico, idrogeologico e sismico e, sulla base di tali caratteristiche, evidenziare situazioni di particolare criticità per le quali prevedere limiti di trasformazione.

Nel seguito si riporta, con riferimento ai singoli aspetti analizzati, una sintetica descrizione dei limiti individuati.

Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità è intesa come la suscettibilità degli acquiferi ad ingerire e diffondere un inquinante liquido o idroveicolato.

Le aree ad elevato e alto grado di vulnerabilità si trovano lungo il corso dei due torrenti principali: Crostolo e Modolena, in corrispondenza degli affioramenti di ghiaie, e nei centri abitati di Montecavolo e di Orologia.

Moderato grado di vulnerabilità si riscontra lungo tutta la fascia di transizione tra la collina e l'alta pianura e sul dosso morfologico esteso tra Montecavolo e Ghiardello.

Il resto del territorio risulta classificato a moderata e bassa vulnerabilità

Tale divisione in aree a diverso grado di vulnerabilità sarà di supporto alla definizione del giudizio di compatibilità dei progetti di trasformazione e di occupazione del territorio in relazione alla potenzialità di produzione di inquinanti.

Suscettibilità frane superficiali

Il territorio comunale, oltre alle aree già cartografate e riconosciute come "frane", manifesta una predisposizione al verificarsi di fenomeni franosi superficiali a causa della combinazione di fattori predisponenti e di fattori innescanti.

Alta suscettibilità per frane superficiali si riscontra nell'area del crinale di Bergonzano e di Bedogno, nonché nei pressi di Salvarano, in sinistra Modolena. Una vasta zona a sud del centro abitato di Montecavolo presenta media suscettibilità per frane superficiali. Tutto il resto del territorio è a bassa o nulla suscettibilità.

Pericolosità idrogeologica e geomorfologica

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, le analisi condotte hanno permesso di individuare alcune aree in dissesto morfologico di carattere fluvio-torrentizio (erosione intensa, sovralluvionamento). Per tali aree sono state individuate 2 classi di pericolosità (EE elevato e EB moderato) a seconda della magnitudo del fenomeno, della tipologia e dello stato di attività del dissesto che interessano.

Esse sono distribuite lungo tutti i corsi d'acqua collinari, in alcuni rii di pianura, nelle aree calanchive del territorio e presso alcuni laghi artificiali.

Le aree ad elevata pericolosità (EE), si concentrano nelle zone interessate da frane attive e nei calanchi di Bergonzano, a sud di Quattro Castella, e della sponda destra di Rio Bercemme,

Le aree con moderata pericolosità (EB) si distribuiscono in tutto il resto del territorio lungo i rii collinari e in alcuni rii di pianura nei pressi del dosso morfologico, costituito da un antico terrazzo fluviale, che da Montecavolo si estende fino a Ghiardello.

I laghi artificiali ubicati alla base dei calanchi di Quattro Castella e Salvarano ricadono nelle aree di pericolosità sopra descritte, a causa dell'interramento dell'invaso stesso per considerevole erosione dei versanti retrostanti. Anche gli invasi affacciati sull'alta pianura sono delimitati come aree pericolose a causa di fenomeni legati all'erosione e al sovralluvionamento dei rii che li alimentano.

Nel territorio comunale sono state individuate frane di scivolamento (slide) e di colata (flow) appartenenti alla classe dei movimenti semplici. Per le frane relativamente grandi le tipologie di movimento sono complesse, cioè derivanti da una combinazione, anche non simultanea, di più movimenti semplici.

Ampie porzioni del territorio cartografato concentrati alle spalle dell'abitato di Quattro Castella e nei pressi di Salvarano (vedi TAVOLA 2 "Carta delle emergenze geologico -ambientali") sono interessate dai calanchi, particolari forme di erosione che interessano i versanti argillosi del territorio.

Con riferimento alla pericolosità "geo e idromorfologica" si ricorda che, come concordato nella "Convenzione" posta in essere di concerto tra Comune, Enti ed Istituzioni locali e Regione, verrà eseguito un approfondimento conoscitivo sulla rete idrografica principale e secondaria del territorio, finalizzato alla definizione delle criticità idrauliche e del dissesto per la gestione e programmazione, anche in fase successiva, delle azioni e delle strategie per l'identificazione delle priorità e per la loro mitigazione. Tale studio di dettaglio porterà alla definizione di ulteriori limiti territoriali e di tutela.

I limiti di pericolosità idrogeologica e geomorfologia tracciati nell'ambito di questo studio di PSC probabilmente ricadranno all'interno dei margini delle fasce idrauliche o corsi d'acqua minori che saranno delimitati più in dettaglio attraverso la realizzazione delle attività previste dalla Convenzione sopra citata.

Pericolosità sismica

Per quanto riguarda il rischio sismico, i risultati dello studio di microzonazione sismica hanno fornito indicazioni in merito alla possibilità che, in caso di terremoto, in determinate aree, sussistano particolari problematiche, la cui gravità può anche superare il livello standard di pericolosità attesa nell'area. Tali indicazioni saranno di supporto alla pianificazione urbanistica nella scelta di aree a minor rischio per la localizzazione di nuove urbanizzazioni.

In particolare lo studio ha portato al riconoscimento di due livelli di pericolosità sismica (II e III livello).

Le zone interessate dal *sistema di effetti attesi di III livello* sono risultate in numero ridotto e sono ubicate nelle seguenti aree: allineate lungo la faglia attiva che attraversa il comune da ovest a est, delimitando il confine tra porzione di pianura e collina; distribuite nei pressi delle "facette triangolari" create dal sollevamento tettonico causato dalla presenza della faglia; presenti nelle aree corrispondenti a dissesti attivi, aree di deposito con acclività >15°; nelle aree calanchive e in quelle con acclività compresa tra 30° e 45° (concentrate nel territorio collinare a sud di Quattro Castella e a sud di Montecavolo e Puianello).

-Tutto il resto del territorio risulta classificato con *pericolosità sismica di II livello*.

In caso di nuove urbanizzazioni, le relazioni geologiche e geologico-tecniche dovranno verificare, nella fase preliminare e di massima della progettazione, l'edificabilità del sito attenendosi alla regolamentazione in base alla classificazione di pericolosità del sito.

Il percorso tecnico per l'acquisizione delle informazioni sopra descritte potrebbe essere definito nella fase di predisposizione e approvazione dei Piani Operativi, ed attuata nei contenuti dei Piani Urbanistici Attuativi.

Attività estrattiva

All'interno del Comune sono presenti due cave inattive; tali aree possono costituire una importante risorsa ambientale. In tal senso un buon recupero dell'area può essere ottenuto con interventi di trasformazione per la creazione di un nuovo ambiente in funzione della fruizione prevista.

Le aree di cava inattive infatti, possono costituire una risorsa ambientale trovando in alcuni casi un assetto decisamente diverso rispetto allo stato precedente all'escavazione.

Emergenze geologiche

I geositi sono elementi riconosciuti come componenti significativi per una visione complessiva su alcuni "beni ambientali" che meritano una particolare considerazione.

Si è provveduto in questo studio ad aggiungere ai siti già individuati nel Progetto L.O.T.O, due geositi interessanti: gli affioramenti di ghiaie del torrente Crostolo, nei pressi di Puianello, e le "Faccette triangolari" dovute a movimenti neotettonici, affioranti lungo tutto il margine pianura-collina del territorio.

Le emergenze geologiche presenti sul territorio dovranno essere tutelate e preservate, assicurando nel contempo la salvaguardia dei punti panoramici ad esse associate.

A conclusione della sintetica descrizione dei limiti derivanti dal quadro conoscitivo disponibile al momento, si preme sottolineare che il quadro conoscitivo di un piano generale, quale è il PSC, ha un livello di approfondimento adeguato allo strumento di piano a cui si riferisce, pertanto sono da prevedere approfondimenti e integrazioni da avviare nelle fasi di pianificazione di livello inferiore, come previsto dal comma 3 dell'art. 4 della L.R.20/2000.

7 Bibliografia

- CAROBENE L. (1980) – “Terrazzi marini, eustatismo e neotettonica”, *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*
- CREMASCHI M. (1979) – “Alcune osservazioni sul paleosuolo delle conoidi Wurmiane posta al piede dell’Appennino Emiliano”. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*
- COLTORTI, NANNI (1977) – “La bassa valle del F. Esino: geomorfologia, idrogeologia e neotettonica”. *Boll. Soc. Geol. It. Vol 106*.
- COLTORTI M. (1991) – “Modificazioni morfologiche oloceniche nelle piane alluvionali”.
- PELLEGRINI M. & VEZZANI L. (1978) – “Faglie attive in superficie nella Pianura Padana presso Correggio (RE) e Massa Finalese (MO)”. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*.
- WIMBLEDON W.A.P. e altri (1995) – “The development of a British methodology for selection of geological sites for conservation.” Part 1, *Modern Geology*.
- HUTCHINSON J. (2001) – “Landslide risk: to know, to foresee, to prevent. Rischio di frane: conoscere, prevedere, prevenire.” *Geologia Tecnica e Ambientale n. 3*.
- CRUDEN D.M. & VARNES D.J. (1996) – “Landslide types and processes”, (36-75) in “Landslides- Investigation and mitigation - Special report 247”, *Transportation research Board, Nat.Res.Coun., Nat. Acad. Press, Washington, 675*.
- FEDERICI P.R. & TELLINI C. (1983) – “La geomorfologia dell’alta Val Parma”, *Riv. Geogr. It.*, 90, 3-4, 393-428.
- GIAZZI R. (1999) – “Studio geomorfologico delle forme del versante settentrionale della Placca epiligure di M. Barigazzo (Provincia di Parma)”. Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Parma, Tesi di Laurea inedita, A.A. 1998-99.
- GR. NAZ. DIFESA CATASTROFI IDROGEOLOGICHE del CNR (1993) – “Previsione e prevenzione di eventi franosi a grande rischio” Programma speciale SCAI (Studio Centri Abitati Instabili), “Atlante centri instabili dell’Emilia-Romagna -2. Provincia di Parma, CNR, 65.
- CRESCENTI U., DRAMIS F., PRESTININZI A. & SORRISO-VALVO M. (1994) – “Deep-seated Gravitational slope deformations and large-scale landslide in Italy”, *Special Vol. for International Congress IAEG, Lisboa*.
- PELLEGRINI M. & TOSATTI G. (1994) – “Deep-seated Gravitational slope deformations in Emilia-Romagna and Val Marecchia” in Crescenti U., Dramis F., Prestininzi A. & Sorriso-Valvo M. (1994) – “Deep-seated Gravitational slope deformations and large-scale landslide in Italy”, *Special Vol. for International Congress IAEG, Lisboa, 28-31*.
- TELLINI C. (2004) – “Le grandi frane dell’Appennino emiliano quali indicatori geomorfologici di variazioni climatiche”, *Rassegna Frignanese, n. 34 Tipolitografia Benedetti s.n.c., Pavullo (Mo)*.
- TELLINI C., CHELLI A. e MANDRONE G. (2002) - “The re-activation of the historical Tosca landslide (Parma province, northern Apennines, Italy)”, *Symposium “Geomorphology: from expert opinion tomodelling”- A homage to Professor Jean-Claude Flageollet, 26-27 Avril 2002, Strasbourg, France*.
- TELLINI C. & CHELLI A. (2003) – “Ancient and recent landslide occurrences in the Emilia Apennines (Northern Apennines, Italy)”, *Proceedings of Workshop “Geomorphological sensitivity and system response”, Camerino - Modena Apennines (Italy), July, 4th-9th, 2003, 104-114*.
- ▣ *Castelnuovo Né Monti: “Analisi di Pericolosità sismica” (2003) - RER (Servizio Geologico Sismico e dei Suoli) CNR (Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali); “Individuazione di effetti di sito rilevanti ai fini della pericolosità sismica locale: una applicazione in Garfagnana e Lunigiana” - V. D’Amico, D. Albarello e M. Mucciarelli, GNGTS – Atti del 18° Convegno Nazionale /13.10;*