



**COMUNE DI CASTELNUOVO DI GARFAGNANA**  
**PROVINCIA DI LUCCA**

**VARIANTE AL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO PER L'AREA E.R.P. IN**  
**LOCALITA' TORRITE**

**(Adeguamento al P.A.I. – Del. N. 174 del 08-03-2013)**

**- RELAZIONE GEOLOGICA -**

Sindaco:  
GADDO LUCIO GADDI

Il Geologo  
Dott. ALESSIO BIAGIONI

Responsabile U.T.C  
Geom. Marcello BERNARDINI

Progettazione:  
ARCHITETTI & INGEGNERI ASSOCIATI  
ARCH. PIETRO LUIGI BIAGIONI  
ARCH. MARCO FERRANDO

DICEMBRE 2013

Rif. AB064/2013

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. NORME DI RIFERIMENTO .....	3
3. METODOLOGIA DI INDAGINE .....	6
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	8
5. GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL' AREA.....	9
6. INDAGINE DI DETTAGLIO ED ELABORATI CARTOGRAFICI DI BASE.....	10
6.1. Carta geologico-geomorfologica ( <i>Tavola G2a</i> ) .....	10
6.2. Carta litotecnica e dei dati di base ( <i>Tavola - G2a</i> ).....	13
6.3. Carta della permeabilità ( <i>Tavola - G2a</i> ).....	14
6.4. Carta della vulnerabilità degli acquiferi ( <i>Tavola - G2a</i> ) .....	15
6.5. Carta delle pendenze ( <i>Tavola - G2b</i> ) .....	18
6.6. Carta delle aree allagabili ( <i>Tavola - G2b</i> ) .....	19
6.6. Carta degli ambiti e delle pertinenze fluviali ( <i>Tavola - G2b</i> ) .....	19
6.7. Indagini geognostiche e geofisiche di dettaglio ( <i>Tavola G2c</i> ) .....	20
6.7.1. Risultati delle prove penetrometriche ( <i>DPSH</i> ).....	21
6.7.2. Risultati della prospezione sismica a rifrazione.....	23
6.7.3. Risultati della prova sismica <i>MASW (M1)</i> – Categoria di sottosuolo.....	25
6.7.4. Risultati della misura di rumore ambientale a stazione singola ( <i>HVSR</i> ).....	27
6.7.5. Caratteristiche fisiche e geotecniche dei terreni .....	28
6.8. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica ( <i>MOPS</i> ) ( <i>Tavola G2c</i> ) .....	30
6.9. Verifiche Idrauliche ( <i>Tavola G4</i> ) .....	32
7. ELABORATI CARTOGRAFICI DI SINTESI – CARTE DI PERICOLOSITÀ .....	34
7.1. Carta delle aree a pericolosità geologica ( <i>Tavola. G3</i> ) .....	34
7.2. Carta delle aree a pericolosità idraulica ( <i>Tavola. G3</i> ).....	37
7.3. Carta delle aree a Pericolosità Sismica Locale ( <i>Tavola. G3</i> ) .....	39
7. CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ.....	42
7.1. Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti geologici.....	43
7.2. Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici .....	48
7.3. Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti sismici ( <i>Tavola G3</i> ) .....	55
8. CONCLUSIONI .....	60

## ***Allegati al testo***

Allegato 1: Sondaggio geognostico S11– Prospezione sismica in foro “Down-Hole” DH S11  
Località “Boario” – Castelnuovo di Garfagnana (LU)  
(Estratti da: *REGIONE TOSCANA - Programma DOCUP Toscana 2000-2006*)

## **Elaborati allegati fuori testo**

TAV.G1: Inquadramento topografico dell’area;

Carte del rischio da frana e del rischio idraulico (estratte dal P.A.I. - Autorità di Bacino del Fiume Serchio);

Carte della pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica (estratte dal R.U. del Comune di Castelnuovo di Garfagnana).

TAV.G2a: Carte di Base: Carta Geologica-Geomorfologica; Carta Litotecnica e dei dati di base, carta della Permeabilità; Carta della Vulnerabilità degli acquiferi.

TAV. G2b: Carta delle Pendenze; Carte delle aree allagabili e Carta delle aree di pertinenza fluviale (estratte dal R.U. del Comune di Castelnuovo di Garfagnana).

TAV. G2c: Ubicazione delle indagini – Carta delle Microzone omogenee in prospezione sismica (MOPS) – Sezioni geologiche

TAV. G3: Carte della Pericolosità: Geomorfologica - Idraulica - Sismica.

TAV.G4: Carta delle Verifiche Idrauliche – Sezioni Topografiche

- Indagini geognostiche e geofisiche eseguite in Località Torrite (Comune di Castelnuovo di Garfagnana) – Relazione tecnica (*PRO.GEO. s.r.l., Novembre 2013*).

## 1. PREMESSA

Su incarico dell' AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CASTELNUOVO DI GARFAGNANA, sono state eseguite indagini geologico-tecniche in località "Torrìte", nel Comune di Castelnuovo di Garfagnana, allo scopo di verificare la fattibilità di una variante al piano urbanistico attuativo per l'area E.R.P., finalizzato alla realizzazione di una nuova area da destinarsi ad Edilizia Residenziale Pubblica.

L'area interessata dal Piano si trova nella parte Sud-Ovest dell'abitato di Castelnuovo di Garfagnana ed è rappresentata al catasto del suddetto Comune al Foglio n. 212.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Le indagini sono state condotte in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente in materia, in particolare dalla L.R. n. 1 del 3.1.2005 ("Norme per il governo del territorio") e dalle seguenti leggi e disposizioni:

- L.R. n. 21 del 17 aprile 1984: "Norme per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione del rischio sismico".
- Del.C.R. n. 94 del 12 febbraio 1985, riguardante le indagini geologico-tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica.
- Del.G.R. n. 5633 del 16 giugno 1986, riportante le istruzioni tecniche per la formazione degli strumenti urbanistici generali (art. 5 L.R. 74/84).
- Del.C.P. n. 189 del 13.12.2000: "Piano Territoriale di Coordinamento (PTC)" pubblicato sul B.U.R.T. n. 4 del 24 gennaio 2001.
- Ordinanza P.Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, relativa alla nuova classificazione sismica dei Comuni.
- L.R. n. 1 del 3 gennaio 2005: "Norme per il governo del territorio" e s.m.i.
- Del.G.R. n. 431 del 19 giugno 2006: Riclassificazione sismica del territorio regionale: Attuazione del D.M. 14.09.2005 e Ord. P.C.M. 3519 del 28.04.2006 pubblicata sulla G.U. dell'11.05.2006.
- Del.C.R. n. 72 del 24.07.2007: "Legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio). Approvazione del Piano di Indirizzo Territoriale (PIT).
- Del.C.R. n. 20 del 01.02.2005: Approvazione del Piano di Assetto Idrogeologico per il bacino regionale pilota del Fiume Serchio (P.A.I.), adottato dal Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Serchio con Del.C.I. n. 132 del 5.10.2004.
- Del.C.R.T. n. 168 del 21.12.2010: Adozione di Piano Variante al Piano di Bacino Stralcio "Assetto Idrogeologico" *Primo aggiornamento*.
- Del.C.I. Autorità di Bacino del Fiume Serchio 08.03.2013 n. 174: Adozione di Piano di Bacino Stralcio "Assetto Idrogeologico" *Primo aggiornamento*.
- Comune di Castelnuovo di Garfagnana – Regolamento Urbanistico adottato con Del.C.C. n. 58 del 27.11.2002, approvato con modifiche, con Del.C.C. n. 25 del 30.04.2003.
- Comune di Castelnuovo di Garfagnana – Regolamento Urbanistico adottato con Del.C.C. n. 58 del 27.11.2002, approvato con modifiche, con Del.C.C. n. 25 del 30.04.2003.
- Comune di Castelnuovo di Garfagnana –Secondo Regolamento Urbanistico adottato con Del.C.C. n. 45 del 14.12.2010

In particolare, le indagini geologiche hanno portato alla definizione delle classi di pericolosità e delle condizioni di fattibilità delle aree di Variante, secondo quanto definito dalla recente normativa entrata in vigore (*D.P.G.R. 25 ottobre 2011 n. 53/R*), che va ad abrogare ed a sostituire integralmente il precedente *D.P.G.R. 27 aprile 2007 n. 26/R*.

Con riferimento alle suddette normative, occorre tener presente che il Comune di Castelnuovo di Garfagnana, in base alla nuova classificazione sismica (*Ord.P.C.M. n. 3274/20.03.2003 e Del.G.R. n. 431 del 19.06.2006*), è stato confermato tra i comuni sismici di **zona 2** (corrispondente alla vecchia II categoria nazionale) e quindi soggetto alle norme tecniche emanate contestualmente alla suddetta Ordinanza.

Dal punto di vista della pericolosità sismica locale, con l'entrata in vigore del citato Regolamento (*D.P.G.R. 25 ottobre 2011 n. 53/R*), gli aspetti collegati alla risposta sismica locale ed alla valutazione di possibili effetti locali del sisma, devono venir presi in considerazione attraverso la realizzazione di uno studio di Microzonazione Sismica (MS), almeno di livello 1, secondo gli Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica (ICMS) approvati dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri con *O.P.C.M. 3907/2010*; tale studio deve essere eseguito in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi e deve portare all'individuazione delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), con la realizzazione di apposito elaborato cartografico (*Tav. G2a*), che va ad aggiungersi alle altre carte tematiche, sostituendo di fatto la carta delle Zone a Maggiore Pericolosità Sismica Locale (ZMPSL) prevista dal precedente *D.P.G.R. 27 aprile 2007 n. 26/R*.

Nel presente lavoro la cartografia MOPS di livello 1 è stata realizzata all'interno del perimetro della variante, allargandola ad un intorno significativo dello stesso.

La Carta delle MOPS ha consentito la valutazione delle condizioni di pericolosità sismica locale, secondo le classi di pericolosità individuate nel regolamento regionale n. 53/R (*Tav. G3*). La presente relazione tecnica illustra le carte tematiche previste dalle normative vigenti, a supporto della prevista Variante al Piano Urbanistico Attuativo, sintesi di tutti i dati geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici derivanti dal rilevamento geologico eseguito sul territorio, l'esame stereoscopico delle foto aeree della zona indagata, la raccolta bibliografica dei dati esistenti, oltre che dall'esecuzione di indagini geognostiche e geofisiche finalizzate al presente studio (*cf. § 2*). Le informazioni derivanti dai tematismi analizzati forniscono i dati necessari alla definizione delle classi di pericolosità (geologica, idraulica e sismica locale) e dei criteri generali di fattibilità per gli interventi previsti nell'area di Variante.

- Per quanto riguarda le norme del Piano di Bacino del Fiume Serchio (P.A.I.) *Del. N. 174 del 08-03-2013* – Rischio Frana, la zona d’interesse rientra nelle seguenti aree (Tav. G1):

- Aree a pericolosità di frana bassa e aree di media stabilità e stabili (**P1**), in particolare:

- “**G: aree di fondovalle e/o pianeggianti**”, comprendente la totalità dell’area sub-pianeggiante interessata dalla Variante.

La zona sopra menzionate, secondo quanto previsto dall’art. 15 delle norme di P.A.I., l’edificabilità è condizionata ai normali vincoli esistenti sul territorio ed all’esecuzione di indagini geologiche e geotecniche nei casi previsti dalla normativa vigente e/o dallo Strumento Urbanistico.

- Sempre in relazione alle norme di P.A.I. *Del. N. 174 del 08-03-2013* – Rischio Idraulico, la zona d’interesse rientra nelle seguenti aree (Tav. G1 – G4):

- Un porzione del fabbricato rientra tra: “**Articolo 23 - Aree a moderata probabilità di inondazione (P2) e aree storicamente interessate da allagamenti (PS)**”, in particolare:

- In base al comma 4 “ *In deroga al principio della messa in sicurezza due centennale di cui al comma 2, a condizioni che l’intervento non determini aggravio delle condizioni al contorno, previo parere favorevole vincolante dell’autorità di bacino, è ammissibile la realizzazione di nuovi fabbricati col il rispetto dell’autosicurezza idraulica, così come definita all’articolo 50, all’interno del tessuto edificato, riconosciuto come tale negli strumenti di governo del territorio. Eventuali vani interrati ad uso garage, cantine e volumi tecnici potranno essere realizzati con parziale mitigazione del rischio idraulico, ai sensi dell’art. 50. Ai sensi dell’art. 19, comma 7, fino all’adeguamento degli strumenti di governo del territorio al P.A.I., la condizione dell’esistenza del tessuto edificatorio deve essere attestata dal Comune in occasione della richiesta del parere* ”

- Una porzione del parcheggio e l’area a verde rientrano tra: “**Articolo 22 BIS - Aree inondabili in contesti di particolare fragilità geomorfologica e/o ad alta probabilità di inondazione (APg)**” in particolare:

- In base al comma 11 “ *Gli interventi relativi a nuove opere pubbliche o di pubblico interesse devono garantire il rispetto delle condizioni idrauliche e dei principi di difesa del suolo dettagliati dal comma 2 del presente articolo. Nuove infrastrutture a rete o nuove opere a sviluppo lineare, compresi i parcheggi, nonché le opere necessarie alla dotazione di standards urbanistici così come previsti dal DM 1444/1968, ritenuti essenziali da parte dell’amministrazione interessata, possono essere attuati in parziale deroga al principio di cui al comma 2, previo parere favorevole vincolante dell’Autorità di bacino, nel rispetto di quanto disciplinato dall’articolo 50 bis.*”

A tal proposito, si rimanda a quanto definito nelle verifiche idraulica (TAV. G4 cfr. § 6.9).

Il Piano, quindi, è soggetto a parere vincolante della competente Autorità di Bacino, secondo quanto previsto, dagli articoli 23 e 22 BIS (Rischio Idraulico) delle suddette norme.

\*\*\*

In base al vigente Regolamento Urbanistico comunale del 14.10.2011 (Tav. G1), l'area di nostro interesse è stata classificata con i seguenti gradi di pericolosità:

- **GEOMORFOLOGICA BASSA - G.1** = aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

- **IDRAULICA MEDIA - I.2** = aree interessate da allagamenti per eventi con  $Tr > 200$  anni;

- **IDRAULICA SISMICA LOCALE ELEVATA - S.3** = zone con possibile amplificazione per effetti stratigrafici (9) "depositi alluvionali granulari e/o sciolti". In tali aree in fase di intervento diretto dovranno essere prescritte indagini geofisiche e geotecniche atte a definire gli spessori, le geometrie e le velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra alluvionali e bedrock sismico.

Tale classificazione, riguardo al grado di pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica, tuttavia, è stata rivista alla luce delle indagini di dettaglio eseguite (cfr. § 7).

### **3. METODOLOGIA DI INDAGINE**

Il lavoro è consistito in una prima fase di consultazione della cartografia geologica esistente e dei lavori editi riguardanti l'area d'indagine e le zone limitrofe, con particolare riferimento a:

NARDI R., PUCCINELLI A. & DE LUCIA P.L. (1992) - *Carta geologica della Garfagnana e della Media Valle del Serchio (Lucca)*. Scala 1:10.000. Elemento della Carta Tecnica della Regione Toscana N. 250051 (Pieve Fosciana).

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME SERCHIO (2013) - *Carta della franosità del bacino del Fiume Serchio*. Scala 1:10.000. Tav. 5. Elemento C.T.R. n. 250051 (Pieve Fosciana).

STUDIO DI GEOLOGIA BARSANTI, SANI & SANI (2003) - *Indagini geologico-tecniche di supporto alla formazione del Regolamento Urbanistico Comunale*. Comune di Castelnuovo di Garfagnana.

STUDIO DI GEOLOGIA BARSANTI, SANI & SANI (2010) - *Indagini geologico-tecniche di supporto alla formazione del Secondo Regolamento Urbanistico Comunale*. Comune di Castelnuovo di Garfagnana.

REGIONE TOSCANA - *Programma DOCUP Toscana 2000-2006: Sondaggio geognostico S11 e indagine sismica Down-Hole in località "Boario" – Torrite* (Castelnuovo di Garfagnana – LU).

Successivamente si è proceduto ad un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio della zona interessata dal Piano Attuativo e di una congrua area nel suo intorno, integrando i dati di campagna con l'esame stereoscopico delle foto aeree della zona indagata.

Per la ricostruzione stratigrafica e la caratterizzazione dei terreni, in particolare, per definire gli spessori, le geometrie e le velocità sismiche dei litotipi presenti, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica tra i terreni di copertura ed il substrato (bedrock sismico), sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche e geofisiche secondo il seguente programma *Allagato 1 Fuori testo*:

- in data 01.04.2009: esecuzione di n. 3 **prove penetrometriche** dinamiche superpesanti (DPSH) spinte fino alle profondità di 7,20 m (P<sub>1</sub>), 4,00 m (P<sub>2</sub>) e 3,80 m (P<sub>3</sub>) dal p.c.;

- in data 03.04.2009: esecuzione di n. 1 **prospezione sismica a rifrazione** con onde SH (ST1), tramite stendimento di lunghezza pari a 55,0 metri (12 canali; interasse: 5,0 m);

- in data 25.11.2013: esecuzione di n. 1 **prospezione sismica a rifrazione** con onde P (ST2), tramite stendimento di lunghezza pari a 69,0 metri (24 canali; interasse: 3,0 m);

- in data 25.11.2013: esecuzione di n. 1 **prova MASW** <sup>(2)</sup> (M1) tramite stendimento di lunghezza pari a 69,0 metri (24 canali; interasse: 3,0 m); quest'ultima allo scopo di ottenere la stratigrafia di velocità delle onde trasversali (V<sub>s</sub>), dalla quale ricavare il parametro V<sub>s30</sub> (velocità media delle onde sismiche trasversali nei primi trenta metri sotto la superficie del terreno);

- in data 22.11.2013: esecuzione di n. 1 **misura di rumore ambientale a stazione singola** (metodo **HVSR**) <sup>(3)</sup>, eseguita a metà della stesa sismica ST2.

Per l'assistenza e la direzione delle suddette indagini, eseguite dalla ditta PRO.GEO. s.r.l. di Castelnuovo di Garfagnana <sup>(1)</sup>, è stato incaricato il sottoscritto Dott. Alessio Biagioni.

---

<sup>(2)</sup> Multichannel Analysis of Surface Waves = Analisi Multicanale delle Onde Superficiali.

<sup>(3)</sup> Horizontal to Vertical Spectral Ratio = Rapporto Spettrale tra componenti Orizzontale e Verticali (H/V).

<sup>(1)</sup> PRO.GEO. s.a.s. (Aprile 2009) PRO.GEO S.R.L. (NOVEMBRE 2013) - *Indagini geognostiche e geofisiche eseguite in località "Boario", nel Comune di Castelnuovo di Garfagnana (LU)*.



I risultati delle suddette indagini sono stati confrontati con una serie di dati in nostro possesso, in particolare con quanto ricavato da n. 1 sondaggio geognostico ed una prospezione sismica in foro “down-hole” eseguiti poco più a Nord del sito di nostro interesse, nell’ambito del Programma DOCUP della Regione Toscana 2000-2006 (*all. 1*).

Si è giunti quindi alla realizzazione degli elaborati cartografici di base (*TAV. G1-G2abc*) e quelli di sintesi (*TAV. G3*), per i quali è stata utilizzata, come base topografica, la Carta Tecnica della Regione Toscana in scala 1:10.000 (sezione N. 250050) e quella di maggior dettaglio in scala 1:2.000, relative al Comune Castelnuovo di Garfagnana. Per le carte di maggior dettaglio e le sezioni geologiche (*TAV. G4*), inoltre, ci si è basati su rilievi appositamente eseguiti.

#### **4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

L’area in esame si trova sulla destra idrografica del Torrente Tùrrite Secca, in una zona caratterizzata di depositi fluvio-lacustri del Villafranchiano inferiore (Pliocene) e dei sovrastanti depositi alluvionali quaternari (Pleistocene medio/sup. (?) - Olocene) costituiti in prevalenza da ciottoli di arenaria “Macigno”. (*TAV. G2a*).

I depositi fluvio-lacustri villafranchiani si sedimentarono all’interno di bacini sviluppatasi, secondo una direzione appenninica (NW-SE), in corrispondenza di grandi depressioni tettoniche delimitate da faglie dirette; successivamente, in seguito ai movimenti di sollevamento più recenti dell’Appennino, iniziati nel Pleistocene medio/sup. (?), all’interno degli stessi bacini vennero depositate ingenti quantità di materiale alluvionale trasportato dai corsi d’acqua che scendevano dalla catena appenninica, formando grossi conoidi di deiezione.

Tali conoidi, costituiti in gran parte dai “ciottoli a prevalenti elementi di Macigno”, caratterizzano attualmente tutta l’area che da Castiglione di Garfagnana e Pieve Fosciana si estende verso Sud-Est, oltre la soglia di Monte Pèrpoli, fino alla zona di Barga e di Calavorno; in essi spesso sono riconoscibili più ordini di terrazzamenti legati verosimilmente alle principali fasi climatiche interglaciali del Pleistocene, durante le quali, contemporaneamente allo scioglimento dei ghiacciai, si verificava lo smantellamento di parte della catena appenninica ed il conseguente trasporto di grandi quantità di materiale.

## 5. GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA

L'area in oggetto si trova compresa tra le quote 283 e 286 m s.l.m., sulla destra idrografica del Torrente Tùrrite Secca, nella parte Sud-Ovest dell'abitato di Castelnuovo di Garfagnana (TAV. G1-G2). Nei dintorni dell'area di interesse sono presenti alcuni fabbricati isolati, mentre la maggior parte della stessa è caratterizzata da circoscritte zone coltivate ed altre lasciate a prato. Dal punto di vista morfologico, tale area si trova lungo il limite meridionale della pianura alluvionale della Tùrrite Secca, che in questa zona ha una larghezza di circa 180÷200 metri e risulta delimitata da due versanti mediamente acclivi che salgono rispettivamente, a Sud verso Monte Pèrpoli e, a Nord, verso le alture di M. Facchino e M. Alfonso. L'intera area d'interesse si presenta leggermente degradante in direzione Nord, verso la Strada provinciale di Valdarni, con pendenze generalmente inferiori al 5% (*classe 1*; TAV. G2b), risultando nel suo insieme pianeggiante e priva di qualsiasi fenomeno di instabilità.

A monte dell'area in oggetto, viceversa, il versante si fa decisamente più ripido, superando il 15÷20% di pendenza (*classe 2*) nella parte più alta della scarpata del terrazzo alluvionale sovrastante, dove, a causa della elevata acclività del pendio, possono innescarsi fenomeni di distacco e/o di scorrimento dei terreni incoerenti, maggiormente alterati in superficie (*cf. 6.1*); la zona principalmente soggetta a franosità, tuttavia, si trova a distanze e in condizioni tali da non poter mettere a rischio l'area di nostro interesse, non influenzando di fatto sulla fattibilità geologica dell'area (*cf. § 7.4*).

Sotto l'aspetto idrogeologico, la zona in questione è caratterizzata dall'assenza di importanti incisioni dovute a ruscellamento superficiale, grazie soprattutto alla morfologia sub pianeggiante ed alle caratteristiche di buona permeabilità dei terreni di copertura, che favoriscono l'infiltrazione dell'acqua. L'intera area indagata, tuttavia, è soggetta a temporanei ristagni, a causa del convoglio delle acque superficiali, in particolare di quelle provenienti dalla scarpata sovrastante. Durante i periodi maggiormente piovosi, la falda acquifera si può innalzare fino a raggiungere il piano di campagna; in tal modo può interessare le strutture di fondazione dei fabbricati in progetto.

A questo proposito, comunque, occorre sottolineare che la falda è soggetta a riabbassarsi, con altrettanta rapidità, nei periodi più asciutti, grazie alle caratteristiche di elevata permeabilità dei terreni, che facilitano il drenaggio della stessa verso il fondovalle della Tùrrite Secca. Durante la realizzazione delle 3 prove penetrometriche, eseguite successivamente ad un periodo particolarmente piovoso, infatti, non è stata riscontrata la presenza di falda acquifera, ma è stata rilevata, tuttavia, una consistente umidità per l'intero spessore di terreno indagato (*cf. § 6.7.1*).

## 6. INDAGINE DI DETTAGLIO ED ELABORATI CARTOGRAFICI DI BASE

In osservanza alla normativa vigente (*cf.* § 2), è stata effettuata un'indagine geologico-technica di dettaglio al fine di acquisire tutti i dati necessari alla realizzazione degli elaborati cartografici di base previsti dalla normativa stessa. Come base topografica è stata utilizzata la Carta Tecnica della Regione Toscana in scala 1:10.000 (sezione N. 250050) e in scala 1:2.000, relativa al Comune Castelnuovo di Garfagnana.

Per le carte di maggior dettaglio e le sezioni geologiche (*TAV. G2c*), inoltre, ci si è basati su rilievi appositamente eseguiti.

### 6.1. Carta geologico-geomorfologica (*Tavola G2a*)

#### CARTA GEOLOGICA

La carta geologica è stata redatta utilizzando la cartografia esistente integrata da rilievi eseguiti appositamente nelle aree di interesse e in un intorno significativo.

La stessa carta, pertanto, non ha una perfetta corrispondenza con la Carta Geologica Regionale (CARG).

Inoltre in considerazione del fatto che l'area di nostro interesse non mostra una grande varietà né di formazioni geologiche, né di processi morfologici, si è ritenuto opportuno riunire in un'unica carta le informazioni geologiche e geomorfologiche, per favorirne, vista anche la notevole semplicità della stessa, una lettura più rapida e di maggiore sintesi.

Il rilevamento di campagna riguardante l'area interessata dalla Variante al Piano Urbanistico attuativo ed una congrua area circostante, ha permesso il riconoscimento, la delimitazione dell'estensione e la valutazione degli spessori delle formazioni presenti; tali formazioni sono di seguito descritte, dall'alto verso il basso della loro successione stratigrafica:

- **Coperture detritiche (dt)**: clasti eterogenei (in prevalenza arenarie e siltiti), con spigoli vivi e di varie dimensioni, da centimetriche a decimetriche, spesso molto alterati e in fase di disgregazione, immersi in matrice sabbioso-limosa di colore marrone, da sciolta a mediamente addensata.

Tale deposito detritico deriva dallo smantellamento subaereo della parte superficiale, maggiormente alterabile, delle formazioni sottostanti, in particolare dei "ciottoli di Macigno".

*Età: Quaternario (Olocene).*

- **Alluvioni recenti (all<sub>1</sub>)**: ghiaie eterometriche, sabbie e limi di composizione generalmente variabile. Si rinvengono su tutta l'area di specifico interesse, corrispondente alla vecchia pianura alluvionale della Turrice, leggermente più elevata rispetto al corso d'acqua attuale; qui sono stati attraversati dalle 3 prove penetrometriche, per uno spessore massimo di circa 7,20 metri. *Età: Quaternario (Olocene).*

- **Ciottoli a prevalenti elementi di Macigno (ct)**: ciottoli embricati eterometrici a prevalenti elementi di arenaria in matrice sabbiosa e, in misura minore, limoso-argillosa; i ciottoli, riferibili alla formazione arenacea del Macigno della Successione Toscana, appaiono di colore grigio al taglio fresco ed alterati superficialmente in giallo ocra - marrone.

In letteratura vengono riconosciuti come depositi alluvionali terrazzati, distinti generalmente in più ordini di terrazzamenti e in molti casi riconducibili ad importanti cicli antichi (*Pleistocene medio/sup. ?*); cicli più recenti sono riferibili prevalentemente all'*Olocene*.

- **Ghiaie e conglomerati calcarei (cg)**: alternanze irregolari di ghiaie, conglomerati generalmente molto cementati e conglomerati ricchi di matrice sabbiosa, con livelli subordinati di sabbie ed argille sabbiose. I clasti, costituiti principalmente da calcari, si presentano poco classati, di forma variabile e di dimensioni da decimetriche a centimetriche. Tali depositi derivano dallo smantellamento della Successione Toscana, i cui termini sono rappresentati dalla natura dei clasti e sono riferibili al ciclo fluvio-lacustre villafranchiano.

*Età: Villafranchiano inferiore.*

- **Sabbie e argille lignitifere (arg)**: argille grigie, argille sabbiose e limose, con livelli sporadici di sabbie ocracee e di ghiaie poligeniche a clasti arrotondati in matrice argilloso-sabbiosa; le argille sono caratterizzate dalla presenza di frequenti resti vegetali e livelli di lignite. In letteratura vengono riferite ai depositi del ciclo fluvio-lacustre villafranchiano.

*Età: Villafranchiano inferiore.*

#### **CARTA GEOMORFOLOGICA – CONDIZIONI DI STABILITÀ DEI VERSANTI**

Per quanto riguarda il rilevamento dei processi morfogenetici principali e la metodologia di realizzazione della relativa Carta geomorfologica, le indagini di dettaglio sono consistite nel rilevamento di campagna e nella fotointerpretazione delle forme e dei depositi legati ai principali processi morfogenetici quaternari; in particolare il rilevamento di campagna ha consentito di evidenziare le situazioni di dissesto attivo, degli indizi di instabilità o di forte predisposizione a dissesti futuri, con particolare riferimento a quelli che interessano in maniera diretta o indiretta i nuclei abitati, la viabilità e le infrastrutture.

Per quanto riguarda il rilevamento delle forme, dei depositi e dei processi morfogenetici principali, ci si è basati sugli indirizzi contenuti nell'Appendice 1 del P.T.C. Provinciale, oltre che su una classificazione che trae spunto da quella proposta dal Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia del C.N.R. (1993); tale classificazione mette in evidenza il grado di evoluzione di ogni processo, distinguendo tre classi di attività, secondo i seguenti criteri:

- **ATTIVO**: il processo è in atto; le forme che da esso derivano sono in evoluzione e pertanto si deve tener conto di una loro possibile estensione areale.

- **QUIESCENTE**: il fenomeno si trova in fase di quiescenza ovvero al momento non appare in evoluzione; in alcuni casi vi è stato un rimodellamento da parte degli agenti esogeni, con sviluppo di copertura vegetale, ecc., tuttavia esistono indizi ed evidenze di campagna che fanno supporre una possibile riattivazione del fenomeno stesso in seguito all'azione di agenti esterni e/o in condizioni morfologiche e climatiche particolari.

- **INATTIVO**: il processo si è esaurito; le forme non sono più in evoluzione né sono riattivabili, nelle condizioni morfoclimatiche attuali, sotto l'azione dello stesso processo morfogenetico principale.

Nella *Carta geomorfologica (all.8a-b)* sono state distinte le forme, i processi ed i depositi di principale interesse, come di seguito illustrato:

#### FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE

Nell'area indagata, al di fuori dell'area interessata dalla Variante al Piano Urbanistico Attuativo, sono state individuati:

- ***Corpi di frana attivi e quiescenti***; in particolare, nelle zone d'indagine, le aree in frana distinte sono tutte caratterizzate dalla medesima tipologia (complessa), ovvero derivante dall'unione di più tipi di fenomeni (solitamente scorrimento roto-traslato).

Tra i fenomeni attivi cartografati sono state inserite anche tutte le aree interessate da deformazioni superficiali lente o da soliflusso generalizzato, con particolare riguardo alle aree che interessano i nuclei abitati, la viabilità e le infrastrutture in genere.

Tra i corpi di frana quiescenti rientrano tutti quelli che al momento non mostrano indizi di instabilità, per i quali, tuttavia, esistono evidenze di campagna che fanno supporre una possibile riattivazione del movimento stesso, in seguito all'azione di agenti esterni e/o in condizioni morfologiche e climatiche particolari.

- *Coperture detritiche*; fra queste, proprio a causa delle deformazioni superficiali, di tipo lento e continuo, che generalmente le caratterizzano, vengono considerate attive le coperture detritiche più acclivi, anche in accordo con la classificazione che ne dà il P.A.I. del Bacino del Fiume Serchio (*cfr.* § 5.1).

FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

- *Depositi alluvionali* (inattivi)
- *Conoidi alluvionali o di deiezione* (inattivi)

AREE CON INSTABILITÀ POTENZIALE PER CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE

- AREE SOGGETTE A FRANOSITÀ IN TERRENI DETRITICI ACCLIVI (C2; P.A.I.);
- AREE AL BORDO DI TERRAZZI FLUVIALI SOGGETTE A POSSIBILI COLLASSI O FRANE (C6);
- AREE SOGGETTE A FRANOSITÀ IN TERRENI ACCLIVI ARGILLOSO-SABBIOSI E SABBIOSO-CONGLOMERATICI (C3; P.A.I.).

AREE POTENZIALMENTE FRANOSE PER CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

- AREE POTENZIALMENTE FRANOSE PER CARATTERISTICHE LITOLOGICHE (E1/E2/E3; P.A.I.).

AREE DI MEDIA STABILITÀ/AREE STABILI

- AREE DI FONDOVALLE E/O PIANEGGIANTI (G; P.A.I.).

## **6.2. Carta litotecnica e dei dati di base (*Tavola - G2a*)**

Allo scopo di giungere ad una suddivisione dei terreni che possiedono comportamento meccanico omogeneo, i litotipi presenti nelle zone studiate sono stati raggruppati in “unità litologico-tecniche” (U.L.T.) sulla base dei seguenti parametri: litologia, grado di alterazione, presenza e frequenza di stratificazione e/o di altre discontinuità, grado di addensamento e/o di cementazione. Tali parametri sono stati valutati in maniera qualitativa o semi-quantitativa, mediante prove manuali e/o con penetrometro tascabile.

La suddivisione in U.L.T., riportata nella legenda della *TAV. G2a*, è stata fatta in accordo con le direttive dettate dalla Regione Toscana, nell’ambito del Programma V.E.L. (L.R. n. 56/97); nella stessa tavola, inoltre, sono stati ubicati i dati geognostici disponibili e raccolti in *allegato 1* fuori testo.

Le U.L.T. sono state suddivise tra quelle appartenenti al “substrato” e quelle identificate nella “copertura”, secondo lo schema seguente:

#### ***D - Materiali coesivi consistenti (SUBSTRATO)***

##### ***D2.s2 – Argille consistenti.***

Argille da moderatamente consistenti a consistenti, con presenza di frazione sabbiosa e sporadici livelli di ghiaie. Tale unità litotecnica è rappresentata dalle “argille e sabbie” villafranchiane (arg), consolidate in seguito alla sovrapposizione dei depositi più recenti.

#### ***C - Materiali granulari cementati (SUBSTRATO)***

***Cl.r5-6 - Conglomerati clasto-sostenuti, mediamente cementati, con fratturazione limitata o non rilevabile.***

Materiali da poco resistenti a deboli.

Tale unità corrisponde alla formazione delle “ghiaie e conglomerati” fluvio-lacustri (cg).

#### ***E - Materiali granulari non cementati o poco cementati (COPERTURA)***

***E1.a1-2 - Depositi alluvionali, a granulometria mista, addensati.***

Ciottoli eterometrici (generalmente > 60 mm), prevalentemente arenacei, immersi in matrice sabbioso-limosa da moderatamente addensata ad addensata. Costituiscono questa unità i depositi alluvionali terrazzati a “ciottoli di Macigno” (ct).

***E2.a3-4 - Depositi eterogenei, a granulometria mista, da sciolti a poco addensati.***

Depositi clastici a granulometria mista, con prevalenza di ghiaie (elementi tra 2 e 60 mm) in matrice sabbioso-limosa da sciolta a poco addensata. Costituiscono questa unità i depositi alluvionali recenti di fondovalle (all<sub>1</sub>).

***E3.a3-4 - Depositi costituiti in prevalenza da sabbie e limi, da sciolti a poco addensati.***

Depositi prevalentemente fini (sabbioso-limosi), sciolti o poco addensati, con inclusi elementi litoidi diffusi, spesso molto alterati e in fase di disgregazione. Costituiscono questa unità i terreni di accumulo dei corpi di frana.

### **6.3. Carta della permeabilità (Tavola - G2a)**

In relazione alla geologia delle aree d’indagine, caratterizzate dalla presenza di un numero non elevato di litotipi, ciascuno con proprie caratteristiche di permeabilità, anche lo schema idrogeologico generale del territorio interessato dalla Variante al Piano Urbanistico Attuativo, risulta nel complesso di semplice lettura.

Da un punto di vista delle caratteristiche idrogeologiche, in particolare della **permeabilità**, si distingue una **permeabilità primaria** (per porosità), propria dei terreni incoerenti ed una **permeabilità secondaria** (per fessurazione), caratteristica viceversa delle rocce coerenti e considerando tre classi (alta, media e bassa), possiamo definire le suddette unità come segue:

**D2.s2 - Permeabilità secondaria molto bassa;** tale unità, essendo costituita in prevalenza da litologie argillose, possiede una permeabilità estremamente bassa, risultando praticamente impermeabile. Il suo grado di permeabilità può aumentare localmente grazie alla presenza di intercalazioni di depositi più permeabili, come le sabbie e le ghiaie, che, in questo caso, possono costituire dei limitati orizzonti acquiferi.

**Cl.r5-6 - Permeabilità secondaria medio-bassa;** questa unità, essendo costituita da terreni granulari più o meno cementati, assimilabili per alcune caratteristiche a materiali litoidi, possiede una permeabilità da media a bassa. Il suo grado di permeabilità può aumentare localmente grazie alla presenza di fratturazioni e/o ad un minor grado di cementazione.

**E1-E2 - Permeabilità primaria alta;** i depositi alluvionali costituiti in prevalenza da ciottoli di arenaria e/o ghiaie in matrice sabbiosa sono generalmente molto permeabili, con coefficienti (k) che variano da  $10^{-4}$  a  $10^{-5}$  m/s, risultando nell'insieme dei buoni orizzonti acquiferi.

**E3 - Permeabilità primaria medio-alta;** i terreni di questo tipo possiedono un coefficiente di permeabilità (k) dell'ordine di  $10^{-5}$ ÷ $10^{-6}$  m/s; tali valori sono tipici di sedimenti a granulometria medio-fine, come le sabbie fini e i limi, analoghi a quelli che formano la matrice posta negli interstizi dei frammenti e dei blocchi litoidi più grossolani.

#### **6.4. Carta della vulnerabilità degli acquiferi (Tavola - G2a)**

Nella *Carta della vulnerabilità degli acquiferi* sono contenute in sintesi le valutazioni sulle condizioni di vulnerabilità intrinseca dei complessi idrogeologici del territorio (acquiferi), così come distinti al paragrafo 6.3, nei riguardi di possibili fenomeni di inquinamento.

Sulla base delle indicazioni contenute in Appendice 1 del P.T.C. Provinciale, in considerazione anche della scarsa percentuale di territorio pianeggiante rispetto a quello collinare e montuoso, per la definizione delle classi di vulnerabilità è stata applicata la metodologia semplificata, basata sulla zonazione per aree omogenee, indicata con CSI (valutazione per complessi e situazioni idrogeologiche); questa passa attraverso valutazioni qualitative delle caratteristiche della falda, dell'acquifero e talora della copertura, riportate nella tabella che segue.

Con riferimento alle aree del territorio comunale interessate dalla Variante al Piano Urbanistico Attuativo, vengono pertanto riconosciute le seguenti tipologie di acquifero ed i relativi gradi di vulnerabilità:



<b>Grado di vulnerabilità</b>	<b>Tipo di acquifero</b>	<b>Formazioni</b>
B - BASSO	Depositi prevalentemente argillosi o argilloso-limosi praticamente privi di circolazione idrica sotterranea.	Sabbie e argille lignitifere (arg)
M - MEDIO	Falda acquifera libera in depositi continentali a granulometria mista, sciolti o parzialmente cementati e in depositi alluvionali antichi di spessore molto modesto.	Terreni di riporto (rp), Corpi di frana, Depositi detritici (dt), Conoidi, Depositi alluvionali e terrazzati (at), Ghiaie e conglomerati calcarei (cg),
A - ALTO	Falda acquifera libera in depositi a granulometria mista, sciolti o mediamente addensati, con scarsa o nulla copertura.	Depositi alluvionali a prevalenti ciottoli di Macigno (ct/mg), Depositi alluvionali (all)

Per l'attuazione degli interventi nelle aree di Variante al Piano Urbanistico Attuativo si dovrà tenere conto delle seguenti limitazioni <sup>(2)</sup> e prescrizioni, in funzione del grado di vulnerabilità assegnato all'area:

- **VULNERABILITÀ BASSA (B)**: Nessuna limitazione alle trasformazioni fisiche e funzionali del territorio;

- **VULNERABILITÀ MEDIA e ALTA (M/A)**: Alcune limitazioni. Gli interventi diretti concernenti impianti e/o attività inquinanti possono essere rispettivamente approvabili ed abilitabili soltanto se corredati dalla valutazione della vulnerabilità reale locale e dal progetto delle eventuali opere necessarie alla mitigazione del rischio potenziale specifico, definendo tale rischio attraverso valutazioni incrociate tra vulnerabilità intrinseca e gli altri fattori primari, quali la distribuzione e le caratteristiche del carico inquinante ed il valore della risorsa idrica da tutelare.

- **VULNERABILITÀ ELEVATA e MOLTO ELEVATA (E/EE)**: Fortissime limitazioni. In tali aree non sono ammissibili, di norma, le trasformazioni comportanti impianti e/o attività potenzialmente molto inquinanti, che possono comportare fenomeni di contaminazione della falda, quali impianti per zootecnia di carattere industriale, impianti di itticoltura intensiva, manifatture potenzialmente a forte capacità di inquinamento, centrali termoelettriche, depositi a cielo aperto ed altri stoccaggi di materiali inquinanti idroveicolabili.

Limitazioni e prescrizioni da osservare per impianti e/o attività quali cave, collettori fognari, strade di grande o media comunicazione, pascolo e stazzo di bestiame, colture utilizzanti pesticidi, diserbanti e fertilizzanti.

---

(2) Limitazioni alle previsioni, negli strumenti di pianificazione comunale, di trasformazioni, fisiche e funzionali, che comportino attività e/o impianti "inquinanti". È comunque implicita la possibilità di ulteriori limitazioni, conseguenti le necessarie verifiche che le normative vigenti richiedono riguardo ad impianti e/o attività "inquinanti".

In tutti i casi deve comunque essere assicurata l'osservanza delle disposizioni relative alla tutela specifica delle risorse idriche destinate al consumo umano, stabilite dal *D.P.R. 236/88*, così come modificato dal *D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152*, recante “*Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*”.

Tale normativa fissa, per le fonti di approvvigionamento idropotabile, il riconoscimento di tre aree di salvaguardia denominate rispettivamente zona di tutela assoluta, zona di rispetto e zona di protezione.

Riguardo ai criteri per la delimitazione delle aree di salvaguardia, la stessa normativa non fa distinzione fra pozzi e sorgenti, individuando, con criterio puramente geometrico, una ***zona di tutela assoluta***, attorno al punto di presa, la cui estensione deve avere un raggio non inferiore a 10 metri, laddove possibile; allo stesso modo, identifica la ***zona di rispetto*** in un'area con raggio non inferiore a 200 metri intorno al punto di captazione stesso, almeno fino a quando la Regione non provveda a dettare criteri diversi.

Per la ***zona di protezione***, infine, rappresentata dal bacino imbrifero e dall'area di naturale ricarica della falda, non viene fissato alcun criterio identificativo e la sua salvaguardia è affidata a possibili indefinite limitazioni di uso del territorio. Al *D.P.R. 236/88*, infatti, dovevano seguire da parte dello Stato, le norme tecniche di attuazione nonché, da parte delle Regioni, l'individuazione delle aree di salvaguardia e la disciplina delle attività e destinazioni ammissibili.

Appare fin troppo scontato che il criterio puramente geometrico, nella definizione delle zone di tutela assoluta e di rispetto, è fortemente limitativo, dal momento che può fornire delimitazioni affette da grossolane approssimazioni, sia per difetto che per eccesso.

Nel caso di normali sorgenti localizzate su pendii (s. di emergenza, s. di contatto, ecc.), il rispetto dei 10 m e dei 200 m a valle della sorgente può essere inutile, mentre può essere necessaria una maggiore estensione dell'area di rispetto verso monte, soprattutto nel caso di acquiferi litoidi estremamente fratturati e/o carsici.

L'*Accordo 12 dicembre 2002* della Conferenza permanente per i rapporti tra Stato, Regioni e Province autonome <sup>(3)</sup>, infatti, definendo criteri diversi per i pozzi e le sorgenti, non fa riferimento alcuno ai 10 metri di raggio minimo per quanto riguarda la zona di tutela assoluta di una sorgente; inoltre, qualora sia adottato il criterio geometrico, identifica la zona di

---

(3) “Linee guida per la tutela della qualità delle acque destinate al consumo umano e criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche di cui all'art. 21 del *D.lgs. 11 maggio 1999, n. 152*”.

rispetto come una porzione di cerchio di raggio non inferiore a 200 metri, con centro nel punto di captazione, che si estende a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione stessa.

In questo modo, tranne in situazioni idrogeologiche particolari, di fatto viene esclusa l'estensione della zona di rispetto a valle della sorgente.

Nella zona di rispetto, in base all'art. 21 del D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, sono vietate le seguenti attività o destinazioni:

- a) dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione (...);
- d) dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative e quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione dei rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi disperdenti;
- n) pascolo e stabulazione di bestiame (...).

Per gli insediamenti o le attività di cui al suddetto elenco, preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, devono essere adottate misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

### **6.5. Carta delle pendenze (Tavola - G2b)**

La distribuzione areale dell'acclività è stata valutata con il metodo grafico della scala clinometrica, ovvero individuando sulla carta, all'interno di ciascuna "striscia" compresa tra due isoipse successive (equidistanza = 2 m), i punti in cui la distanza tra le stesse isoipse assume il valore corrispondente al limite di separazione tra una classe di pendenza e la sua contigua; ne consegue che l'attendibilità di una tale carta è generalmente buona per una lettura d'insieme del territorio, mentre essa risulta insufficiente ai fini di una differenziazione di dettaglio delle pendenze, specialmente in quelle aree di limitata estensione, caratterizzate da frequenti variazioni di acclività (terrazzamenti antropici, ecc.).

Sulla base di quanto previsto dalla Del.C.R. n. 94/85, sono state distinte due classi di acclività e precisamente:

Classe 1) - pendenza inferiori al 5%;

Classe 2) - pendenza compresa tra il 15% e il 25%;

Tale suddivisione è stata realizzata tenendo conto dell'importanza che le soglie del 15% e del 25% rivestono, in presenza o meno di falda acquifera, nella delimitazione delle aree soggette a instabilità dinamica per fenomeni franosi, in comuni classificati sismici.

Dall'analisi dell'area a grande scala, infatti, deriva che nella zona indagata, mancano le classi di acclività superiori al 25%.

L'area d'indagine ricade interamente nella *classe 1* di acclività, essendo caratterizzata da pendenze medie del 2÷3%.

#### **6.6. Carta delle aree allagabili (Tavola - G2b)**

La *carta delle aree allagabili* è stata estratta dalla Tavola del Regolamento Urbanistico Comunale Approvato con Del.C.C. n. 45 del 14.10.2011. In questa sono state riportate le seguenti aree:

- *AREE ALLAGABILI CON TEMPI DI RITORNO  $Tr = 30$  ANNI (DATI 2009)*

- *AREE ALLAGABILI CON TEMPI DI RITORNO  $Tr = 200$  ANNI (DATI 2009)*

Relativamente alle zone di Varianti, queste non rientrano nelle aree allagabili.

A seguito dell'adozione del Piano di Bacino del Fiume Serchio (P.A.I.) *Del. N. 174 del 08-03-2013*, si rimanda al *cfr. § 6.8* le considerazioni di carattere idraulico.

#### **6.6. Carta degli ambiti e delle pertinenze fluviali (Tavola - G2b)**

La *Carta degli ambiti e delle pertinenze fluviali* è stata estratta dal Regolamento Urbanistico Comunale Approvato con Del.C.C. n. 45 del 14.10.2011. In questa sono state riportate le seguenti aree:

- **ae** = Aree di naturale esondazione e di tutela dei caratteri ambientali dei corsi d'acqua;

- **ao** = Alveo fluviale in modellamento attivo;

- **P2a** = Aree di pertinenza fluviale collocate oltre rilevati infrastrutturali o morfologicamente più elevate;

- **Ambito a1**

Relativamente alle zone di Varianti, queste rientrano nelle aree **P2a**.

A seguito dell'adozione del Piano di Bacino del Fiume Serchio (P.A.I.) *Del. N. 174 del 08-03-2013*, si rimanda al *cfr. § 6.8* le considerazioni di carattere idraulico.

### **6.7. Indagini geognostiche e geofisiche di dettaglio (Tavola G2c)**

Per la ricostruzione stratigrafica e la caratterizzazione dei terreni, in particolare, per definire gli spessori, le geometrie e le velocità sismiche dei litotipi presenti, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica tra i terreni di copertura ed il substrato (bedrock sismico), sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche e geofisiche secondo il seguente programma *Allagato 1 Fuori testo*:

- in data 01.04.2009: esecuzione di n. 3 **prove penetrometriche** dinamiche superpesanti (DPSH) spinte fino alle profondità di 7,20 m (P<sub>1</sub>), 4,00 m (P<sub>2</sub>) e 3,80 m (P<sub>3</sub>) dal p.c.;

- in data 03.04.2009: esecuzione di n. 1 **prospezione sismica a rifrazione** con onde SH (ST1), tramite stendimento di lunghezza pari a 55,0 metri (12 canali; interasse: 5,0 m);

- in data 25.11.2013: esecuzione di n. 1 **prospezione sismica a rifrazione** con onde P (ST2), tramite stendimento di lunghezza pari a 69,0 metri (24 canali; interasse: 3,0 m);

- in data 25.11.2013: esecuzione di n. 1 **prova MASW (M1)** tramite stendimento di lunghezza pari a 69,0 metri (24 canali; interasse: 3,0 m); quest'ultima allo scopo di ottenere la stratigrafia di velocità delle onde trasversali (V<sub>s</sub>), dalla quale ricavare il parametro V<sub>s30</sub> (velocità media delle onde sismiche trasversali nei primi trenta metri sotto la superficie del terreno);

- in data 22.11.2013: esecuzione di n. 1 **misura di rumore ambientale a stazione singola (metodo HVSR)**, eseguita a metà della stesa sismica ST2.

Per l'assistenza e la direzione delle suddette indagini, eseguite dalla ditta PRO.GEO. s.r.l. di Castelnuovo di Garfagnana, è stato incaricato il sottoscritto Dott. Alessio Biagioni.

I risultati delle suddette indagini sono stati confrontati con una serie di dati in nostro possesso, in particolare con quanto ricavato da n. 1 sondaggio geognostico ed una prospezione sismica in foro "down-hole" eseguiti poco più a Nord del sito di nostro interesse, nell'ambito del Programma DOCUP della Regione Toscana 2000-2006 (*all. 1*).

### 6.7.1. Risultati delle prove penetrometriche (DPSH)

Con le tre prove penetrometriche dinamiche, i risultati delle quali sono esposti in dettaglio nei tabulati in *allegato f.t.*, sono stati attraversati terreni prevalentemente incoerenti, appartenenti ai depositi alluvionali recenti (“*all<sub>I</sub>*”)<sup>(4)</sup> per uno spessore massimo di 7,20 m; tali depositi sono costituiti in prevalenza da limi sabbiosi sciolti nei livelli più superficiali e maggiormente addensati più in profondità.

Come si può notare dai grafici ottenuti, infatti, è stato attraversato un primo livello di *limi sabbiosi sciolti (strato 1)*, di spessore variabile da 2,4 m (P<sub>3</sub>) a 4,0 m (P<sub>1</sub>). In questo livello il numero dei colpi (N), registrato per 20 cm di infissione, risulta generalmente basso e compreso tra 1 e 4 ( $N_{SPT} = 2,4 \div 3,3$ ); allo stesso modo, la resistenza dinamica alla punta (R<sub>pd</sub>), ricavata in base alla formula “olandese”, assume valori molto bassi in tutto questo orizzonte, risultando in genere compresa tra 8 e 15 Kg/cm<sup>2</sup>.

Al di sotto di questo orizzonte, fino a profondità comprese tra 3,8 m (P<sub>3</sub>) e 6,6 m (P<sub>1</sub>), si incontra un’intercalazione di limi sabbiosi più addensati con ghiaie e ciottoli diffusi ( $N_{SPT} = 10,6$ ).

In corrispondenza della prova P<sub>1</sub>, infine, a profondità superiori a 6,6 m, si verifica un aumento della resistenza del terreno, messo in evidenza da un netto incremento di N, con valori superiori a 15÷20 ( $N_{SPT} = 31,3$ ), in corrispondenza dell’orizzonte costituito in prevalenza da *limi sabbiosi addensati con ghiaie e ciottoli poligenici diffusi (strato 3)*. In questo strato, la resistenza alla punta (R<sub>pd</sub>) aumenta sensibilmente, raggiungendo valori superiori a 100 Kg/cm<sup>2</sup>.

Durante la realizzazione delle tre prove penetrometriche, inoltre, non è stata rilevata la presenza di falda acquifera, ma una consistente umidità del terreno per tutto lo spessore indagato.

Il fatto di non aver riscontrato presenza di acqua sulle aste, durante l’operazione di recupero delle stesse e quindi la presenza di falda, messa in evidenza viceversa dalla prospezione sismica a rifrazione con onde P (*cfr.* § 3.5), può essere messo in relazione al ritardo con il quale l’acqua fluisce all’interno del foro di perforazione; tale tempo di “richiamo” dipende direttamente dalla granulometria, prevalentemente fine, della matrice dei terreni attraversati e quindi dal grado di trasmissività dell’acquifero in oggetto.

---

<sup>(4)</sup> Per la caratterizzazione litostratigrafica si è fatto riferimento alla cartografia geologica disponibile per l’area d’interesse, in particolare alla *Carta geologica e carta della franosità del bacino del Fiume Serchio* - AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME SERCHIO (agg. Dicembre 2010).

Di seguito vengono riassunte le successioni stratigrafiche ricostruite:

**Prova P1:**

<u>prof. dal p.c. (m):</u>	<u>litotipo:</u>
0,00 – 4,00:	<i>Limi sabbiosi sciolti con rari ciottoli eterometrici (depositi alluvionali recenti).</i>
4,00 – 6,60:	<i>Limi sabbiosi da poco a moderatamente addensati con ghiaie e ciottoli eterometrici diffusi (depositi alluvionali recenti).</i>
6,60 – 7,20:	<i>Limi sabbiosi addensati con ghiaie e ciottoli poligenici diffusi (ghiaie e conglomerati).</i>

*Falda: assente (consistente umidità per tutti i 7,2 m dal p.c.)*

**Prova P2:**

<u>prof. dal p.c. (m):</u>	<u>litotipo:</u>
0,00 – 3,20:	<i>Limi sabbiosi sciolti con rari ciottoli eterometrici (depositi alluvionali recenti).</i>
3,20 – 4,00:	<i>Limi sabbiosi addensati con ghiaie e ciottoli eterometrici diffusi (depositi alluvionali recenti).</i>

*Falda: assente (consistente umidità per tutti i 4,0 m dal p.c.)*

**Prova P3:**

<u>prof. dal p.c. (m):</u>	<u>litotipo:</u>
0,00 – 2,40:	<i>Limi sabbiosi sciolti con rari ciottoli eterometrici (depositi alluvionali recenti).</i>
2,40 – 3,80:	<i>Limi sabbiosi da moderatamente addensati ad addensati con ghiaie e ciottoli eterometrici diffusi (depositi alluvionali recenti).</i>

*Falda: assente (consistente umidità per tutti i 3,8 m dal p.c.)*

Nei tabulati e nei grafici allegati alla presente relazione, infine, viene riportata nel dettaglio l'elaborazione dei risultati ottenuti dalle prove penetrometriche (*all. f.t.*).

### **6.7.2. Risultati della prospezione sismica a rifrazione**

Come riportato nella relazione tecnica fornita dalla PRO.GEO. s.r.l., che si allega in copia, la qualità delle registrazioni ottenute è stata generalmente buona e tale da consentire la sicura individuazione dei primi arrivi sui sismogrammi.

Di seguito si riportano le due stese:

- **ST1** (12 canali): interasse tra i geofoni = 5 m; lunghezza = 55 metri.

Per questo stendimento, sono state effettuate 5 registrazioni in **onde SH**, con 5 punti di energizzazione posizionati come segue:

- due tiri esterni, ubicati alla distanza di - 10,0 m dal geofono G1 e + 10 m dal geofono G12;

- due tiri in corrispondenza dei geofoni estremi G1 e G12;

- un tiro interno, ubicato a metà dello stendimento.

- **ST2** (24 canali); interasse tra i geofoni = 3 m; lunghezza = 69 metri (analogo a quello della prova MASW-M1).

Per questo stendimento, sono state effettuate 7 registrazioni in **onde P**, con 7 punti di scoppio posizionati come segue:

- due tiri esterni, ubicati rispettivamente alla distanza di - 15,0 m dal geofono G1 e + 15,0 m dal geofono G24;

- due tiri in corrispondenza dei geofoni estremi G1 e G24;

- tre tiri intermedi, ubicati rispettivamente fra i geofoni G6 e G7, a metà dello stendimento (tra G12 e G13) e tra i geofoni G18 e G19.

#### **STENDIMENTO ST1 - ONDE SH**

Nel dettaglio, con riferimento al **modello tomografico 2D** ricavato per le velocità sismiche dei terreni e alla **sezione sismostratigrafica ST1** (all. 4), la successione stratigrafica dei terreni ed i diversi intervalli di velocità delle onde SH registrate ( $V_{sh}$ ) possono essere correlati secondo lo schema seguente:

- **strato 1**: dalla superficie fino alla profondità di **1,0÷1,2** m, caratterizzato da velocità molto basse ( $V_{sh} \leq 200$  m/sec) e corrispondente al *suolo di alterazione e/o ai depositi molto sciolti più superficiali (aerato)*;

- **strato 2**: caratterizzato da velocità ( $V_{sh}$ ) comprese tra 300 e 600 m/sec, correlabili con la presenza di *depositi alluvionali* costituiti in prevalenza da *limi sabbiosi sciolti*; la base di tale livello si rinviene alla profondità media di **4,0÷5,6** m dal p.c., con un approfondimento massimo fino a **7,6** m dal p.c. ubicato tra i geofoni G6 e G8;



- **strato 3**: questo orizzonte si riscontra a profondità medie superiori ai **4,0 ÷ 5,6** m dal p.c., fino ad una profondità massima di **7,6** m tra i geofoni G6 e G8; esso è caratterizzato da velocità (Vsh) superiori a 600 m/sec ed è riferibile, anche in base a sondaggi geognostici eseguiti nelle vicinanze <sup>(5)</sup>, a *depositi alluvionali e/o fluvio-lacustri* più addensati, costituiti in prevalenza da *litici poligenici in matrice limoso-sabbiosa*.

Non è stato rilevato un terzo rifrattore più veloce entro i primi 12÷15 m di profondità, corrispondente all'incirca alla massima profondità indagabile con la prospezione sismica in questione.

### **STENDIMENTO ST2 - ONDE P**

Nel dettaglio, con riferimento al *modello tomografico 2D* ricavato per le velocità sismiche dei terreni e alla *sezione sismostratigrafica ST2* (all. 5), la successione stratigrafica dei terreni ed i diversi intervalli di velocità delle onde P registrate (Vp) possono essere correlati, anche sulla base delle prove penetrometriche eseguite, secondo lo schema seguente:

- **strato 1**: dalla superficie fino a profondità variabili da **3,0** a **4,0** m dal p.c. andando dall'estremo G1 della stesa verso l'opposto G24, è presente uno strato caratterizzato da velocità (Vp) comprese tra circa 300 e 1.500 m/sec, correlabili con la presenza di *depositi alluvionali recenti sciolti/poco addensati*, costituiti in prevalenza da *limi sabbiosi con rari ciottoli eterometrici*; tali depositi sono posti al di sopra del probabile livello di falda acquifera ed interessati dalle oscillazioni stagionali della stessa;

- **strato 2**: caratterizzato da velocità (Vp) maggiori di 1.500 m/sec, correlabili con *depositi alluvionali recenti da moderatamente addensati a ben addensati*, costituiti in prevalenza da *limi sabbiosi con ghiaie e ciottoli eterometrici diffusi* e posti al di sotto del probabile livello di falda; esso è riscontrabile, per spessore indefinito, a profondità superiori ai **3,0÷4,0** m dal p.c.

In questo caso, le velocità delle onde P riscontrate al di sotto di tali profondità (Vp > 1.500 m/sec) non sono rappresentative delle proprietà meccaniche dei terreni indagati, dal momento che gli stessi depositi possono risultare parzialmente saturi e, come specificato al precedente punto 3.1, la stessa velocità (Vp) dipende, in maniera decisiva, dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale (acqua) e non dallo scheletro solido del materiale; nel caso specifico, quindi, il grado di addensamento dei depositi viene assegnato sulla base delle prove penetrometriche eseguite e per analogia con le velocità registrate negli orizzonti sovrastanti.

La massima profondità indagata con la prospezione sismica in questione è stata di circa 7÷8 metri.

---

<sup>(5)</sup> REGIONE TOSCANA - Programma DOCUP Toscana 2000-2006: Sondaggio geognostico S11 e indagini sismica Down-Hole in località "Boario" – Torrite (Castelnuovo di Garfagnana – LU).

### 6.7.3. Risultati della prova sismica MASW (M1) – Categoria di sottosuolo

La prova sismica MASW è stata effettuata dalla ditta PRO.GEO. s.r.l. il giorno 11.10.2013, utilizzando un prospettore sismico GEOMETRICS GEODE, configurato nell'occasione a 24 canali di registrazione, le cui caratteristiche sono riportate nella relazione tecnica allegata a parte (*allegato 1 f.t.*).

A tal proposito si evidenzia come la scelta di questa tipologia di indagini in sostituzione di una sismica a rifrazione con onde SH, consegua direttamente alla morfologia dei luoghi ed alla loro ampiezza; la sismica a rifrazione con onde SH, infatti, per indagare spessori di terreno tali da consentire il calcolo di  $V_{s30}$ , richiede sviluppi lineari e rettilinei superficiali non disponibili nell'area di studio.

La procedura MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), meglio descritta nella suddetta relazione, comprende tre stadi successivi:

- 1 acquisizione dei dati di campo (onde superficiali);
- 2 costruzione della curva di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- 3 inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale della velocità delle onde trasversali ( $V_s$ ) (profilo 1D), che riporta la variazione di  $V_s$  con la profondità.

Come riportato nella relazione tecnica fornita dalla PRO.GEO. s.r.l., che si allega in copia, la qualità delle registrazioni ottenute è stata generalmente buona

In *allegato 4 f.t.* della suddetta relazione sono riportati i risultati della prova MASW.

In particolare in *figura 1* viene mostrato lo spettro delle velocità e le curve di dispersione (di “picking”, di “best model” e di “mean model”), a centro pagina, in *figura 2*, è riportato il profilo verticale delle velocità, mentre a destra, in *figura 3*, sono riportati, in colonna stratigrafica, per ogni orizzonte definito, i valori di velocità delle onde trasversali ( $V_s$ ) e di densità dei materiali, nonché lo spessore dell'orizzonte stesso.

A centro pagina, in *figura 4*, viene riportato il sismogramma acquisito durante la prova di campagna ed in *figura 5* viene mostrata la documentazione fotografica di prova.

Nella tabella di fondo pagina, infine, vengono riportati, per ogni singolo orizzonte definito, i valori relativi a:

- quote di testa e di base dell'orizzonte sismico;
- spessore di ogni singolo orizzonte;
- valore di  $V_s$  relativo ad ogni singolo orizzonte sismico;
- valore di  $V_{s_x}$  calcolato alle diverse profondità ( $x$ );
- densità dei materiali costituenti ogni singolo orizzonte sismico;
- valore del Modulo di taglio stimato per ogni singolo orizzonte.

Il valore del parametro  $V_{Sx}$ , calcolato alle diverse profondità ( $x$ ), è ricavato utilizzando la stratigrafia di  $V_s$  e la seguente formula:

$$V_{Sx} = \frac{x}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti.

Sulla base delle specifiche indagini geofisiche eseguite (prova MASW) è stato possibile definire la categoria di sottosuolo propria del sito di intervento, in ottemperanza a quanto riportato dal **D.M. 14 gennaio 2008 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (capitolo 3 – comma 3.2.2)** e di seguito sintetizzato nella seguente tabella:

### **Categorie di sottosuolo**

**A** - *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di  $V_{S30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

**B** - *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

**C** - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

**D** - *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $NSPT_{30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).

**E** - *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m*, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).

Lo stendimento sismico MASW ha permesso di individuare, in buona corrispondenza con i risultati delle prospezioni sismiche a rifrazione, orizzonti sismici sovrapposti, caratterizzati, nell'ambito dei 36 metri sotto il piano campagna, dalla seguente successione:

spessore orizzonte	velocità onde S	profondità progressiva dal piano di campagna
2,4 m	→ $V_s = 107$ m/sec	2,4 m
3,2 m	→ $V_s = 188$ m/sec	5,6 m
0,9 m	→ $V_s = 202$ m/sec	6,5 m
1,5 m	→ $V_s = 558$ m/sec	8,0 m
13,4 m	→ $V_s = 802$ m/sec	21,4 m
4,1 m	→ $V_s = 1307$ m/sec	25,5 m
10,5 m	→ $V_s = 1492$ m/sec	36,0 m

Il caso in esame vede la presenza di orizzonti di copertura di spessore complessivo pari a circa 8,0 m, caratterizzati da un valore di  $V_{S8,0}$  dell'ordine di **172** m/sec (sottosuolo di tipo D), al di sopra di orizzonti nettamente più addensati e compatti caratterizzati da velocità ( $V_s$ ) > **800** m/s (substrato sismico di riferimento).

Sulla base di tali considerazioni, secondo quanto definito nelle NTC 2008, si assegna al sito d'interesse una **categoria di sottosuolo** di tipo **E**, corrispondente a: *terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore ai 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).*

#### **6.7.4. Risultati della misura di rumore ambientale a stazione singola (HVSR)**

L'acquisizione della misura HVSR è stata effettuata dalla ditta PRO.GEO. s.r.l. il giorno 11.10.2013, utilizzando la seguente strumentazione, le cui caratteristiche sono illustrate nel dettaglio nella relazione tecnica allegata a parte (*allegato 1 f.t.*):

- Acquisitore a 24 bit SOLGEO "Dymas-24";
- Sismometro triassiale SOLGEO "Veloget3D".

L'elaborazione dei dati acquisiti per il calcolo della curva H/V (Metodo "Nakamura") è stata eseguita con il software *EasyHVSR* della *Geostru*, secondo i criteri adottati dalla Regione Toscana per il programma di Microzonazione Sismica (*Albarelo D. et al., 2010; Al Yuncha Z. et al., 2004*).

Per la classificazione della misura e della curva H/V, infine, si fa riferimento ai criteri *SESAME (2004)* e ad *Albarelo D. et al. (2010, 2011)*.

Nella scheda di *allegato 5* della relazione Pro.Geo. s.r.l. (*all. f.t.*) sono riportati i risultati della prova di rumore a stazione singola elaborata con la tecnica HVSR.

In particolare la scheda contiene le seguenti informazioni ed elaborati:

- dati generali relativi alla misura eseguita;
- ubicazione con sistema GPS e documentazione fotografica della prova;
- dati riepilogativi della registrazione e del tipo di elaborazione eseguita;
- grafici degli spettri medi delle tre componenti (NS, EW e Verticale);
- mappe di stazionarietà e direzionalità degli spettri;
- grafico del rapporto spettrale H/V e relativa frequenza di picco fondamentale ( $f_0$ );
- riepilogo dei criteri *SESAME (2004)* e classificazione della curva secondo *Albarello D. et al. (2010, 2011)*.

La misura è stata seguita all'interno dell'area d'interesse, a metà dello stendimento sismico ST2/M1 (TAV. G2c).

La sua elaborazione mette in evidenza un picco chiaro a frequenza  $F = 8,30$  Hz, di ampiezza  $A = 4,96$ , correlato ad un alto contrasto di impedenza. Curva A1.

Considerando i valori di velocità delle onde S ( $V_s$ ) riscontrati dalle prospezioni sismiche nei depositi di copertura meno addensati, tale contrasto d'impedenza può essere collocato a profondità comprese tra 5 e 10 metri dal p.c., in accordo con quanto evidenziato dalle stesse prospezioni sismiche a rifrazione e MASW (cfr. § 6.7.3).

#### **6.7.5. Caratteristiche fisiche e geotecniche dei terreni**

Utilizzando i risultati delle prove geognostiche si è proceduto alla caratterizzazione geotecnica dei terreni; in particolare, considerando la natura prevalentemente granulare (incoerente) dei terreni indagati, di seguito vengono riportati i seguenti parametri:

- angolo d'attrito interno ( $\phi$ );
- peso di volume ( $\gamma$ );
- densità relativa ( $D_r$ );
- modulo edometrico ( $M_o$ );
- modulo di reazione ( $K_o$ );
- numero medio di colpi relativo alla prova SPT ( $N_{SPT}$ ).

La **coesione** ( $c$ ) è stata posta uguale a zero, in maniera cautelativa, infatti, a causa della natura prettamente incoerente dei depositi in questione, il parametro geotecnico significativo corrisponde all'**angolo di attrito interno** ( $\phi$ ).

Per le tabelle complete, riportanti tutti i parametri geotecnici ed i valori di resistenza dei terreni attraversati con le prove penetrometriche, si rimanda alla relazione tecnica della PRO.GEO. s.r.l. allegata a parte (*Tav. DRG7*).

1) Limi sabbiosi da sciolti a molto sciolti:

- Angolo d'attrito interno:  $\phi = 28^{\circ} \div 29^{\circ}$
- Coesione:  $c = 0$
- Peso di volume:  $\gamma = 1,80 \div 1,85 \text{ g/cm}^3$
- $N_{\text{SPT}}$ :  $2,2 \div 3,3$
- Densità relativa:  $D_r = 9 \div 14\%$  (sciolto)
- Modulo edometrico:  $M_o = 30 \div 33 \text{ kg/cm}^2$
- Modulo di reazione:  $K_o = 0,5 \div 0,6 \text{ kg/cm}^3$

2) Limi sabbiosi mediamente addensati:

- Angolo d'attrito interno:  $\phi = 30^{\circ} \div 31^{\circ}$
- Coesione:  $c = 0$
- Peso di volume:  $\gamma = 1,85 \div 1,90 \text{ g/cm}^3$
- $N_{\text{SPT}}$ :  $10,6$
- Densità relativa:  $D_r = 28\%$  (moderatamente addensato)
- Modulo edometrico:  $M_o = 48 \text{ kg/cm}^2$
- Modulo di reazione:  $K_o = 2,24 \text{ kg/cm}^3$

3) Limi sabbiosi addensati:

- Angolo d'attrito interno:  $\phi = 34^{\circ} \div 36^{\circ}$
- Coesione:  $c = 0$
- Peso di volume:  $\gamma = 2,00 \div 2,10 \text{ g/cm}^3$
- $N_{\text{SPT}}$ :  $26,3 \div 31,2$
- Densità relativa:  $D_r = 47 \div 56\%$  (addensato)
- Modulo edometrico:  $M_o = 80 \div 89 \text{ kg/cm}^2$
- Modulo di reazione:  $K_o = 5 \div 6 \text{ kg/cm}^3$

## 6.8. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) (Tavola G2c)

Come già detto in precedenza, il Comune di Castelnuovo di Garfagnana è stato confermato tra i comuni sismici di **zona 2** (corrispondente alla vecchia II categoria nazionale) in base alla nuova classificazione sismica (*Ord.P.C.M. n. 3274/20.03.2003 e Del.G.R. n. 431 del 19.06.2006*).

La suddetta normativa prevede che, nelle elaborazioni riguardanti gli S.U., debbano essere eseguiti studi integrativi volti alla valutazione di possibili effetti locali del sisma, con deformazione rilevante del terreno. In particolare dovrà essere valutata la possibilità che nel sito in oggetto, durante un sisma, si verifichino fenomeni di amplificazione locale della sollecitazione sismica e/o fenomeni di instabilità dinamica.

A tal fine, oltre all'acquisizione di tutte le informazioni dal punto di vista geologico e geomorfologico, risulta indispensabile acquisire tutti gli elementi necessari per una ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico del sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti, sia in termini di parametrizzazione dinamica del terreno, principalmente in relazione alla misura diretta delle Vsh (velocità di propagazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente), secondo le modalità ed i criteri meglio specificati nelle Istruzioni tecniche del Programma V.E.L.

Nel caso specifico, gli elementi di conoscenza del territorio basati, oltre che sugli elementi geologici e geomorfologici, anche su dati geognostici e geofisici esistenti (*allegato f.t.*), hanno permesso la realizzazione della *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)* di **livello 1** (*all. 13*), secondo gli Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica (ICMS) approvati dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Lo studio di Microzonazione Sismica (MS) di livello 1, rappresenta un livello propedeutico ai successivi studi di MS e consiste in una raccolta organica e ragionata dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica esistenti e/o acquisiti appositamente, al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Tale studio deve essere eseguito in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi e deve portare alla realizzazione di apposito elaborato cartografico, che va ad aggiungersi alle altre carte tematiche, sostituendo di fatto la carta delle Zone a Maggiore Pericolosità Sismica Locale (ZMPSL) prevista dal precedente D.P.G.R. 27 aprile 2007 n. 26/R.

La cartografia MOPS di livello 1 è stata realizzata all'interno della zona interessata dall'U.M.I. 1, la stessa carta delle MOPS ha consentito la valutazione delle condizioni di pericolosità sismica locale all'interno della stessa zona, secondo le classi di pericolosità individuate nel regolamento regionale n. 53/R (*all. 16; cfr. § 6.3*).

Nel nostro caso sono state distinte le seguenti zone:

#### ***ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI***

All'interno di queste è stata distinta un'unica zona (**1**), così come identificata e descritta in legenda (*TAV. G2c*), nella quale sono attese amplificazioni del moto sismico a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche locali; quest'ultima è caratterizzata dalla presenza di terreni di copertura costituiti in prevalenza da limi sabbiosi con ghiaie e ciottoli diffusi (depositi alluvionali, detriti e riporti da sciolti a poco addensati), con spessori compresi tra 5 e 12 metri, al di sopra di un substrato rigido di riferimento costituito dalle ghiaie e conglomerati villafranchiani.

Tale zona **1**, all'interno della quale è ipotizzabile un elevato contrasto di impedenza sismica tra la copertura ed il substrato sottostante, viene classificata a pericolosità sismica locale elevata (S.3) (*cfr. § 7.3*).

#### ***ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITÀ***

Zone nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio.

Nelle zone d'interesse sono state identificate le seguenti categorie:

##### **INSTABILITÀ DI VERSANTE (FR)**

*Zona **FR1** – Corpo di frana complesso (a: attivo; b: quiescente).*

*Zona **FR2** – Aree potenzialmente instabili per caratteristiche litologiche e morfologiche.*

Sulla base di quanto previsto dal regolamento regionale n. 53/R, la zona FR2 e la zona FR1b vengono classificate in pericolosità sismica locale elevata (S.3), mentre alla zona FR1a viene assegnata una pericolosità sismica locale molto elevata (S.4) (*cfr. § 7.3*).

Nella stessa carta, infine, viene distinta la seguente forma di superficie, alla quale possono essere collegati fenomeni di amplificazione sismica per effetti morfologici:



### **Forme di superficie:**

- *Orlo di scarpata morfologica*, con altezza (h) maggiore o uguale a 20 m.

All'area compresa all'interno di due fasce di rispetto di larghezza pari a 20 metri, poste a valle ed a monte dello stesso orlo di scarpata, viene assegnata una pericolosità sismica locale molto elevata (S.4) (cfr. § 7.3).

### **6.9. Verifiche Idrauliche (Tavola G4)**

A seguito dell'adozione del Piano di Bacino del Fiume Serchio (P.A.I.) *Del. N. 174 del 08-03-2013*. L'area di Variante ricade per la tavola del Rischio Idraulico, tra le seguenti aree (Tav. – G4):

- Una porzione del fabbricato rientra tra: “**Articolo 23 - Aree a moderata probabilità di inondazione (P2) e aree storicamente interessate da allagamenti (PS)**”, in particolare:

- In base al comma 4 “ *In deroga al principio della messa in sicurezza due centennale di cui al comma 2, a condizioni che l'intervento non determini aggravio delle condizioni al contorno, previo parere favorevole vincolante dell'autorità di bacino, è ammissibile la realizzazione di nuovi fabbricati col il rispetto dell'autosicurezza idraulica, così come definita all'articolo 50, all'interno del tessuto edificato, riconosciuto come tale negli strumenti di governo del territorio. Eventuali vani interrati ad uso garage, cantine e volumi tecnici potranno essere realizzati con parziale mitigazione del rischio idraulico, ai sensi dell'art. 50. Ai sensi dell'art. 19, comma 7, fino all'adeguamento degli strumenti di governo del territorio al P.A.I., la condizione dell'esistenza del tessuto edificatorio deve essere attestata dal Comune in occasione della richiesta del parere* ”

- Una porzione del parcheggio e l'area a verde rientrano tra: “**Articolo 22 BIS - Aree inondabili in contesti di particolare fragilità geomorfologica e/o ad alta probabilità di inondazione (APg)**” in particolare:

- In base al comma 11 “ *Gli interventi relativi a nuove opere pubbliche o di pubblico interesse devono garantire il rispetto delle condizioni idrauliche e dei principi di difesa del suolo dettagliati dal comma 2 del presente articolo. Nuove infrastrutture a rete o nuove opere a sviluppo lineare, compresi i parcheggi, nonché le opere necessarie alla dotazione di standards urbanistici così come previsti dal DM 1444/1968, ritenuti essenziali da parte dell'amministrazione interessata, possono essere attuati in parziale deroga al principio di cui al comma 2, previo parere favorevole vincolante dell'Autorità di bacino, nel rispetto di quanto disciplinato dall'articolo 50 bis.*”

In base a tali considerazioni è stato eseguito un rilievo topografico di dettaglio in corrispondenza dell'area di nostro interesse. Su questo è stato riportato l'intervento in progetto.

Nella stessa *Tavola G4* sono stati riportati i limiti tratti dalla Carta Rischio Idraulico del P.A.I. (*Del. N. 174 del 08-03-2013*):

- Tratto Rosso = Limite art.22 BIS Apg – Rientra parte del Parcheggio e area a verde;
- Tratto Blu = Limite art. 23 P2 – Rientra il fabbricato e parte del parcheggio;

Nella stessa carta sono stati riportati con colorazioni diverse i Tiranti con Tr 200 anni, forniti dall'autorità di Bacino del Fiume Serchio.

In base agli articoli sopra riportati sia il fabbricato che il parcheggio devono essere in auto sicurezza idraulica in base all'art. 50.

Nella Tavola G4 si può vedere come il fabbricato sia 60 cm più alto rispetto al tirante con Tr 200 anni e il parcheggio sia a 56 cm più alto.

Inoltre sempre rispettando quanto riportato negli articoli in base ai tiranti forniti dall'Autorità di Bacino è stato calcolato il volume sottratto dall'intervento pari a 60 mc.

Per compensare questo a valle del nostro intervento è stata individuata un'area (colore giallo) pari a 720 mq.

In tale area destinata a verde pubblico si prevede una rimodellazione (*TAV. G4 Sez. 6-8-9-10*) abbassandosi di 10 cm rispetto all'attuale piano di campagna e ottenendo in tal modo un volume di 72 mc, che va a compensare quello sottratto dall'intervento.

## 7. ELABORATI CARTOGRAFICI DI SINTESI – CARTE DI PERICOLOSITÀ

In ottemperanza alle disposizioni contenute nel Regolamento di Attuazione dell'art. 62 della L.R. 1/2005 in materia di indagini geologiche (*D.P.G.R. 25 Ottobre 2011 n.53/R*), la definizione della fragilità dell'area in esame passa attraverso la valutazione del grado di pericolosità della stessa; tale valutazione deriva dalla elaborazione e sintesi di tutti i dati e parametri geologici e strutturali, geomorfologici, litologico-tecnici, di acclività, idrogeologici ed idraulici illustrati nelle carte di base e porta alla definizione di classi di pericolosità distinte in cartografie separate, secondo i seguenti fattori determinanti:

- **geologici s.s. e geomorfologici**; caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e valutazione sui possibili cedimenti in fase di intervento diretto;
- **idraulici**; in particolare fenomeni legati alla probabilità di esondazione dei corsi d'acqua e/o insufficienza di drenaggio dei terreni;
- **sismici**; in particolare fenomeni legati agli effetti locali e di sito.

Nei successivi paragrafi vengono illustrate le carte di pericolosità relative ai suddetti fenomeni, tenendo conto delle seguenti considerazioni:

- la valutazione delle condizioni di pericolosità sismica locale, derivata dallo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 (*cf. § 6.8*), è stata eseguita all'interno della zona interessata dalla variante al Piano Urbanistico, allargandola ad un intorno significativo della stessa;
- per quanto riguarda la pericolosità idraulica, connessa a possibili fenomeni alluvionali, come già fatto specificato in precedenza ai punti 6.9.

### 7.1. Carta delle aree a pericolosità geologica (*Tavola. G3*)

Nella realizzazione di questa carta si è tenuto conto della classificazione prevista dal Regolamento di Attuazione dell'art. 62 della L.R. 1/2005 in materia di indagini geologiche (*D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R*), il quale definisce le seguenti classi:

**Pericolosità geologica molto elevata (G.4):** aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi.

**Pericolosità geologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%.

**Pericolosità geologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

**Pericolosità geologica bassa (G.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

I criteri classificativi del territorio che hanno portato alla redazione della Carta delle aree a pericolosità geologica di supporto alla Variante al Piano Urbanistico Attuativo per l'area E.R.P. sono illustrati nello schema sottostante:

<p>VARIANTE Pericolosità geologica <i>(ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R)</i></p>	<p>Criteri classificativi relativi alla Variante al Piano Urbanistico Attuativo per l'area E.R.P.</p>	<p>CARTA DELLA FRANOSITÀ DEL P.A.I. Classi di Pericolosità</p>
<p>Pericolosità media (G.2)</p>	<p>In questa classe ricadono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● tutte le porzioni di territorio individuate dal P.A.I. come <i>(F)</i> e <i>aree di fondovalle e/o pianeggianti (G)</i>, in presenza di fattori (essenzialmente acclività e/o caratteristiche scadenti dei terreni di fondazione) predisponenti, comunque, una bassa propensione al dissesto.</li> <li>● tutte le porzioni di territorio individuate nel P.A.I. come potenzialmente franose per caratteristiche litologiche (E3-E2).</li> </ul>	<p>Pericolosità bassa (P1) (art. 15, norme di P.A.I.) (art. 14, norme di P.A.I.)</p>
<p>Pericolosità elevata (G.3)</p>	<p>In questa classe ricadono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● le frane quiescenti (B) e le aree comprese fra esse e le rispettive corone di distacco.</li> <li>● le aree soggette a franosità in terreni detritici acclivi (C2).</li> </ul>	<p>Pericolosità elevata (P3) (art. 13, norme di P.A.I.)</p>

<p>Pericolosità molto elevata (G.4)</p>	<p>In questa classe ricadono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● le frane attive (A), le aree comprese fra esse e le rispettive corone di distacco, e le fasce di rispetto pari ad almeno <math>\frac{1}{4}</math> della massima larghezza della frana stessa. (**)</li> <li>● le fasce di rispetto dei terrazzi alluvionali (C6).</li> </ul>	<p>Pericolosità molto elevata (P4) (art. 12, norme di P.A.I.)</p>
---	---	---

**NOTE:**

(\*\*) Nel caso delle zone classificate in *frana attiva*, per quanto riguarda l'individuazione della "Zona 1 – area in dissesto" e "Zona 2 – area di influenza" (D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R), entrambe inserite nella classe di pericolosità molto elevata, si specifica quanto segue:

- La "Zona 1 – area in dissesto" corrisponde alla zona in frana attiva;
- La "Zona 2 – area di influenza" è stata individuata in base a quanto espresso dalla norme di P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Serchio e di seguito riportato: *art. 12, comma 1: "la fascia di rispetto ha un'ampiezza minima di  $\frac{1}{4}$  della larghezza massima del singolo corpo di frana, tale ampiezza potrà essere localmente modificata attraverso studi e verifiche di tipo geologico-tecnico finalizzate alla valutazione della stabilità del versante anche in relazione ad una possibile evoluzione del dissesto"*.

(\*\*\*) Per quanto riguarda l'individuazione delle fasce di rispetto in corrispondenza dei **cigli di terrazzo**, si tiene conto di quanto espresso dalla norme di P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Serchio e di seguito riportato: *art. 12, comma 2: "in adiacenza alle aree al bordo di terrazzi fluviali o morfologici in genere, soggette a possibili colassi o frane, cartografate come C6 o non cartografate, le scarpate degli stessi terrazzi fluviali o morfologici, più due fasce di rispetto individuate a partire dall'orlo e dal piede del terrazzo e di ampiezza pari almeno all'altezza della scarpata del terrazzo stesso.*

*L'ampiezza delle fasce di rispetto al bordo dei terrazzi fluviali e morfologici in genere, come sopra definite, potrà essere ridotta solo a seguito di studi e verifiche puntuali di tipo geologico-tecnico finalizzati alla valutazione della stabilità della scarpata stessa".*

Per l'esatta delimitazione e l'inserimento di tali fasce di rispetto nella suddetta classe di pericolosità (G.4) o per la loro eventuale riduzione, dal momento che esse sono state riportate genericamente solo a monte del ciglio del terrazzo e su una cartografia in scala 1:10.000, che può contenere evidenti imprecisioni, si rimanda direttamente a quanto previsto dalla norma suddetta (art. 12 delle norme di P.A.I.).

L'area individuata dalla Variante al Piano Urbanistico Attuativo per l'area E.R.P. ricade nelle classi di **pericolosità geologica media (G.2)**.

Le valutazioni sulla capacità portante dei terreni e sui cedimenti degli stessi vengono rimandate alla fase di intervento diretto.

### **7.2. Carta delle aree a pericolosità idraulica (Tavola. G3)**

Nella realizzazione di questa carta si è tenuto conto della classificazione prevista dal Regolamento di Attuazione approvato con *D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R*, il quale definisce le seguenti classi di pericolosità idraulica:

**Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):** aree interessate da allagamenti per eventi con  $Tr \leq 30$  anni.

In presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

a) vi sono notizie storiche di inondazioni;

b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

**Pericolosità idraulica elevata (I.3):** aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < Tr \leq 200$  anni.

In presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

a) vi sono notizie storiche di inondazioni;

b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

**Pericolosità idraulica media (I.2):** aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < Tr \leq 500$  anni.

In presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:

a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;

b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

**Pericolosità idraulica bassa (I.1):** aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;

b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

I criteri classificativi del territorio che hanno portato alla redazione della Carta delle aree a pericolosità idraulica di supporto alla Variante al Piano Urbanistico Attuativo per l'area E.R.P. sono illustrati nello schema sottostante:

<p>VARIANTE Pericolosità idraulica <i>(ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R)</i></p>	<p>Criteri classificativi relativi alla Variante al Piano Urbanistico Attuativo per l'area E.R.P.</p>	<p>CARTA P.A.I. DI RIFERIMENTO DELLE NORME DI PIANO – SETTORE RISCHIO IDRAULICO Classi di Pericolosità</p>
<p>Pericolosità bassa (I.1)</p>	<p>In questa classe ricade:  <ul style="list-style-type: none"> <li>● tutta la porzione collinare e montuosa del territorio comunale, priva di significative problematiche idrauliche.</li> </ul> </p>	<p><b>assente</b></p>
<p>Pericolosità media (I.2)</p>	<p>In questa classe ricade:  <ul style="list-style-type: none"> <li>● aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra <math>200 &lt; Tr \leq 500</math> anni.</li> <li>● La porzione di fabbricato messa in auto-sicurezza idraulica TAV. G4</li> </ul> </p>	<p>Pericolosità elevata (P3) (art. 23, norme di P.A.I. per le aree P2a)</p>
<p>Pericolosità elevata (I.3)</p>	<p>In questa classe ricade:  <ul style="list-style-type: none"> <li>● aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra <math>30 &lt; Tr \leq 200</math> anni.</li> <li>● aree inondabili in contesti di particolare fragilità geomorfologica e/o ad alta probabilità di inondazione (art. 22 BIS Apg, P.A.I.).</li> </ul> </p>	<p>Pericolosità elevata (P3) (art. 23, norme di P.A.I. per le aree P2)  (art. 22bis, norme di P.A.I. per le aree APg)</p>

Pericolosità molto elevata (I.4)	assente	assente
----------------------------------	---------	---------

L'area individuata dalla Variante al Piano Urbanistico Attuativo per l'area E.R.P. ricade nelle classi in parte in **pericolosità idraulica bassa (I.1)** e in parte in base agli accorgimenti riportati in TAV. G4 paragrafo 6.9 in **pericolosità idraulica media (I.2)**

### 7.3. Carta delle aree a Pericolosità Sismica Locale (*Tavola. G3*)

La *Carta delle aree a pericolosità sismica locale* è stata redatta in conformità con quanto previsto dal Regolamento di Attuazione approvato con *D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R*; in particolare, in base all'analisi ed alla valutazione integrata di tutti gli elementi esistenti di tipo geologico e geomorfologico e delle indagini geofisiche, geotecniche e geognostiche, sono state evidenziate le aree ove possano verificarsi effetti locali o di sito, secondo quanto specificato al precedente paragrafo 4.7.

La valutazione preliminare degli effetti locali o di sito, ai fini della riduzione del rischio sismico, consente di rappresentare:

1. probabili fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte;
2. la presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
3. i contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
4. accentuazione della instabilità dei pendii;
5. terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
6. terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

Tale valutazione viene rappresentata nel presente Piano di Insediamento Produttivo (PIP) attraverso la realizzazione di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) almeno di livello 1, secondo gli Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica (ICMS) approvati dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri con *O.P.C.M. 3907/2010 (cfr. § 6.8)*.

Tale studio deve portare alla perimetrazione delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), secondo i criteri definiti al par. 3.4.2 degli ICMS, con realizzazione di apposito elaborato cartografico (*all. 13*), che va ad aggiungersi alle altre carte tematiche.

Lo studio di MS di livello 1 ha la finalità di determinare nella pianificazione attuativa scelte mirate e idonee che tendano ad assicurare la riduzione del rischio sismico.



La Carta delle MOPS, realizzata all'interno della zona interessata dal PIP, allargandola ad un intorno significativo della stessa, ha consentito la valutazione delle condizioni di pericolosità sismica locale all'interno della stessa area, secondo le seguenti classi di pericolosità definite dal Regolamento di Attuazione approvato con *D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R*:

**Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):** zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;

**Pericolosità sismica locale elevata (S.3):** zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;

**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3);

**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Nella successiva tabella di sintesi, vengono evidenziati i criteri utilizzati nella realizzazione della *Carta delle aree a pericolosità sismica locale (Tav. G2c)*, per il passaggio dalle aree MOPS (microzone omogenee a prospettiva sismica) alle aree a diversa pericolosità sismica:

<b>Zona MOPS</b>	<b>Criteri classificativi</b>	<b>Pericolosità sismica locale</b>
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali <b>1</b>	Presenza di terreni di copertura con spessori > di 5 m, al di sopra di un substrato rigido di riferimento. Caratterizzate da un alto contrasto d'impedenza sismica tra copertura e substrato rigido.	Pericolosità media (S.3)
Zone suscettibili di instabilità <b>FR1, FR2</b>	Instabilità di versante: FR1 (b – corpi di frana <b>quiescenti</b> ). Aree potenzialmente instabili per caratteristiche litologiche e morfologiche: FR2.	Pericolosità elevata (S.3)
Zone suscettibili di instabilità <b>FR1</b>	Instabilità di versante: FR1 (a – corpi di frana <b>attivi</b> ).	Pericolosità molto elevata (S.4)
Orlo di scarpata morfologica	Area compresa all'interno di due fasce di rispetto di larghezza pari a 20 metri, poste a valle ed a monte dell'orlo di scarpata.	Pericolosità molto elevata (S.4)

L'area individuata dalla Variante al Piano Urbanistico Attuativo per l'area E.R.P. ricade nelle classi in parte in **pericolosità sismica elevata (S.3)**.

## 7. CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ

Le condizioni di attuazione degli interventi ammissibili dal Piano Urbanistico Attuativo per l'area E.R.P. sono state differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità, definite nel Regolamento di Attuazione approvato con *D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R*:

**Fattibilità senza particolari limitazioni (F1):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

**Fattibilità con normali vincoli (F2):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

**Fattibilità condizionata (F3):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

**Fattibilità limitata (F4):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Seguendo le indicazioni del suddetto regolamento n. 53/R, si è ritenuto opportuno distinguere la fattibilità in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate per i diversi fattori: geologici (geologici s.s. e geomorfologici), idraulici e sismici; ciò ai fini di una più agevole e precisa definizione delle condizioni di attuazione delle previsioni, delle indagini di approfondimento da effettuare a livello attuativo ed edilizio, delle opere necessarie per la mitigazione del rischio, nel rispetto delle disposizioni dei piani di bacino.

## 7.1. Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti geologici

Per quanto riguarda i criteri di fattibilità in relazione agli aspetti geologici, tenendo conto delle classi di pericolosità geologica distinte nell'area soggetta a PIP, il regolamento di attuazione *D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R* riporta le seguenti indicazioni:

● Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità geologica molto elevata (G.4)** è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

a) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione;

b) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono essere comunque tali da:

- non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
- consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;

c) in presenza di interventi di messa in sicurezza devono essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;

d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza sono da certificare;

e) relativamente agli interventi per i quali sia dimostrato il non aggravio delle condizioni di instabilità dell'area, nel titolo abilitativo all'attività edilizia è dato atto della sussistenza dei seguenti criteri:

- previsione, ove necessario, di interventi mirati a tutelare la pubblica incolumità, a ridurre la vulnerabilità delle opere esposte mediante consolidamento o misure di protezione delle strutture per ridurre l'entità di danneggiamento;
- installazione di sistemi di monitoraggio per tenere sotto controllo l'evoluzione del fenomeno.

● Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità geologica elevata (G.3)** è necessario rispettare i seguenti principi generali:

a) la realizzazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva o contestuale realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza;

b) gli eventuali interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono comunque essere tali da:

- non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni;
- consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;

c) in presenza di interventi di messa in sicurezza sono predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;

d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, sono certificati;

e) possono essere realizzati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi geomorfologici presenti nell'area; della sussistenza di tali condizioni deve essere dato atto nel titolo abilitativo all'attività edilizia.

• Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità geologica media (G.2)** le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

• Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità geologica bassa (G.1)** possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere geologico/geomorfologico.

Tenendo conto della natura e della tipologia degli interventi attuabili, nonché delle classi di pericolosità geologica attribuite alle diverse porzioni di territorio, è stato possibile definire le conseguenti condizioni di fattibilità, sulla base della successiva tabella, con le seguenti prescrizioni:

- tipologie di intervento non previste nella presente tabella dovranno essere assimilate, attraverso le opportune correlazioni, a quelle in essa descritte;

- in caso di interventi che interessino aree caratterizzate da due o più classi di pericolosità dovrà essere fatto riferimento alla classe di pericolosità più elevata.

#### FATTIBILITÀ GEOLOGICA/GEOMORFOLOGICA E GEOTECNICA

	TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI	GRADO DI PERICOLOSITÀ			
		G.1	G.2	G.3	G.4 (*)
		FATTIBILITÀ			
1	Interventi di nuova edificazione	II	II	III	N.F. (*)
2	Opere accessorie e manufatti pertinenziali a servizio di altri fabbricati (gazebo, tettoie, pergolati, box metallici e strutture similari)	I	II	II	N.F. (*)
3	Nuove infrastrutture a sviluppo lineare o adeguamento di quelle esistenti	II	II	III	IV (*)
4	Scavi e riporti (anche connessi con altri interventi elencati nella presente tabella): - di altezza < 1,5 m - di altezza > 1,5 m	I II	I II	II III	IV IV
5	Realizzazione di muri/opere di sostegno/contenimento (anche connessi con altri interventi elencati nella presente tabella): - di altezza < 1,5 m	I	I	II	IV

	- di altezza > 1,5 m	II	II	III	IV
6	Interventi di regimazione delle acque superficiali e/o sotterranee	II	II	III	IV

(\*) Riguardo agli interventi dichiarati “N.F. – non fattibili” riportati, nelle condizioni di pericolosità geologica (G.4) molto elevata, per gli interventi di cui ai punti **1** e **2** della stessa tabella di fattibilità geologica/geomorfologica e geotecnica, si precisa che nella presente Variante al Piano Urbanistico Attuativo per l’area E.R.P. non vi sono previsioni di nuove edificazioni, nuove opere accessorie e manufatti pertinenziali, né previsioni di nuove infrastrutture all’interno di aree classificate a pericolosità geologica (G.4) molto elevata.

Analogamente non vi sono previsioni di nuove edificazioni, nuove opere accessorie e manufatti pertinenziali, né previsioni di nuove infrastrutture classificate a fattibilità IV.

A ciascuna delle classi di fattibilità riportate nella precedente tabella devono essere associate le prescrizioni sotto elencate.

Fattibilità geologica/geomorfologica e geotecnica	PRESCRIZIONI
I	Nessuna prescrizione specifica
II	<p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell’intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto riportato in <i>Piano di Bacino Toscana Nord (P.A.I.)</i>.</p> <p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell’intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto indicato in <i>D.P.G.R. 09 luglio 2009, n. 36/R</i> (con particolare riferimento a quanto riportato, per le diverse classi di indagine, in articolo 7 della citata normativa).</p> <p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell’intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto riportato in <i>D.M. 14.01.2008 - Nuove Norme Tecniche per le costruzioni</i> e correlata <i>Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008</i>.</p> <p>Le indagini geofisiche dovranno essere preferibilmente condotte secondo i criteri stabiliti dalle Istruzioni Tecniche del <i>Progetto V.E.L. – Regione Toscana</i>.</p> <p>Dovrà essere verificato che gli interventi in progetto non possano modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell’area.</p> <p>In particolare dovrà essere garantita l’individuazione dell’assetto stratigrafico di versante, la parametrizzazione geotecnica dei materiali di substrato, l’individuazione ed il posizionamento di eventuali livelli di falda (e delle relative escursioni stagionali accertate o prevedibili), la</p>

II	<p>definizione delle locali categoria di sottosuolo e categoria topografica; dovrà essere verificata la possibilità di innesco di locali processi di liquefazione nei terreni di substrato.</p> <p>Dovranno essere verificate la capacità portante del terreno di fondazione e l'entità dei cedimenti assoluti e/o differenziali in relazione agli interventi da realizzare.</p> <p>Dovrà essere verificata, quando previsto, la stabilità dei fronti di scavo/riporto e/o del complesso terreno – opera di sostegno, nelle fasi pre- e post-intervento, nonché in fase intermedia di cantiere.</p> <p>Per interventi su pendio, dovrà essere verificata la stabilità locale e globale della pendice, nelle fasi pre- e post- intervento, nonché in fase intermedia di cantiere.</p> <p>In esecuzione di scavi e/o realizzazione di opere sotto falda dovranno essere valutate e compensate le eventuali interferenze con l'assetto idrogeologico locale e di versante (analisi dei rapporti fra l'intervento e le circolazioni idriche sotterranee), nonché definite, in tale senso, le corrette modalità di scavo. Tutte le previsioni di regimazione delle acque superficiali dovranno essere precedute da valutazioni relative al conferimento ultimo delle acque interessate, al fine di garantire l'assenza di aggravii al reticolo idrografico esistente ed il non innesco di processi di instabilità gravitativa.</p>
III	<p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto riportato in <i>Piano di Bacino Toscana Nord (P.A.I.)</i>.</p> <p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto indicato in <i>D.P.G.R. 09 luglio 2009, n. 36/R</i> (con particolare riferimento a quanto riportato, per le diverse classi di indagine, in articolo 7 della citata normativa).</p> <p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto riportato in <i>D.M. 14.01.2008 - Nuove Norme Tecniche per le costruzioni</i> e correlata <i>Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"</i> di cui al <i>D.M. 14 gennaio 2008</i>.</p> <p>Le indagini geofisiche dovranno essere preferibilmente condotte secondo i criteri stabiliti dalle Istruzioni Tecniche del <i>Progetto V.E.L. – Regione Toscana</i>.</p> <p>Fermo restando il rispetto delle prescrizioni già elencate per la classe di fattibilità F2, l'attuazione degli interventi previsti è subordinata, per la classe di fattibilità F3, a:</p> <p>a) la preliminare verifica, sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, delle effettive condizioni di stabilità del versante e, se necessario, alla preventiva realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza;</p> <p>b) gli eventuali interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, dovranno essere comunque tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;</p>

III	<p>c) in presenza di interventi di messa in sicurezza, dovranno essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;</p> <p>d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, devono essere certificati;</p> <p>e) possono essere attuati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi geomorfologici presenti nell'area; della sussistenza di tali condizioni deve essere dato atto nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia.</p>
IV	<p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto riportato in <i>Piano di Bacino Toscana Nord (P.A.I.)</i>.</p> <p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto indicato in <i>D.P.G.R. 09 luglio 2009, n. 36/R</i> (con particolare riferimento a quanto riportato, per le diverse classi di indagine, in articolo 7 della citata normativa).</p> <p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto riportato in <i>D.M. 14.01.2008 - Nuove Norme Tecniche per le costruzioni</i> e correlata <i>Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008</i>.</p> <p>Le indagini geofisiche dovranno essere preferibilmente condotte secondo i criteri stabiliti dalle Istruzioni Tecniche del <i>Progetto V.E.L. - Regione Toscana</i>.</p> <p>Fermo restando il rispetto delle prescrizioni già elencate per le classi di fattibilità F2 ed F3, per la classe di fattibilità F4:</p> <p>a) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione;</p> <p>b) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono essere comunque tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;</p> <p>c) in presenza di interventi di messa in sicurezza dovranno essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;</p> <p>d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza devono essere certificati;</p> <p>e) relativamente agli interventi per i quali sia dimostrato il non aggravio delle condizioni di instabilità dell'area, purché siano previsti, ove necessario, interventi mirati a tutelare la pubblica incolumità, a ridurre la vulnerabilità delle opere esposte mediante consolidamento o misure di protezione delle strutture per ridurre l'entità del danneggiamento, nonché l'installazione di sistemi di monitoraggio per tenere sotto</p>



	controllo l'evoluzione del fenomeno; della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia.
--	--

## 7.2. Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici

Per quanto riguarda i criteri di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici, il regolamento di attuazione *D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R* riporta le seguenti indicazioni:

• Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica molto elevata (I.4)** è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

a) sono da consentire nuove edificazioni o nuove infrastrutture per le quali sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi strutturali per la riduzione del rischio sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio finalizzati alla messa in sicurezza idraulica per eventi con tempi di ritorno di 200 anni;

b) è comunque da consentire la realizzazione di brevi tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo comunque non superiore a 200 ml, assicurandone comunque la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;

c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;

d) relativamente agli interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia, di ristrutturazione urbanistica e/o di addizione volumetrica che siano previsti all'interno delle aree edificate, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza (porte o finestre a tenuta stagna, parti a comune, locali accessori e/o vani tecnici isolati idraulicamente, ecc), nel rispetto delle seguenti condizioni:

- sia dimostrata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni, fatto salvo quanto specificato alla lettera l);

- sia dimostrato che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;

e) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel titolo abilitativo all'attività edilizia;

f) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche, accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere certificata l'abitabilità o l'agibilità;

g) fuori dalle aree edificate sono da consentire gli aumenti di superficie coperta inferiori a 50 metri quadri per edificio, previa messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni conseguita tramite sistemi di auto sicurezza;

h) deve essere garantita la gestione del patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e di tutte le funzioni connesse, tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a tempi di ritorno di 200 anni;

i) devono essere comunque vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per la realizzazione di attraversamenti per ragioni di tutela igienico-sanitaria e comunque a seguito di parere favorevole dell'autorità idraulica competente;

l) sono da consentire i parcheggi a raso, ivi compresi quelli collocati nelle aree di pertinenza degli edifici privati, purché sia assicurata la contestuale messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 30 anni, assicurando comunque che non si determini aumento della pericolosità in altre aree. Fanno eccezione i parcheggi

a raso con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi a raso in fregio ai corsi d'acqua, per i quali è necessaria la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;

m) possono essere previsti ulteriori interventi, diversi da quelli indicati nelle lettere dalla a) alla l) di cui al presente paragrafo, per i quali sia dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.

Per le aree caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata (I.4), inoltre, vengono recepiti nella loro interezza i contenuti della L.R. 21/12, in particolare viene recepito integralmente quanto disposto dall'art. 2 della suddetta legge.

• Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica elevata (I.3)** sono da rispettare i criteri di cui alle lettere b), d), e) f), g), h), i) ed m) del paragrafo precedente.

Sono inoltre da rispettare i seguenti criteri:

a) all'interno del perimetro dei centri abitati (come individuato ai sensi dell'articolo 55 della l.r. 1/2005) non sono necessari interventi di messa in sicurezza per le infrastrutture a rete (quali sedi viarie, fognature e sotto servizi in genere) purché sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;

b) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni inferiori a 500 mq e/o i parcheggi a raso per i quali non sono necessari interventi di messa in sicurezza e i parcheggi pertinenziali privati non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie di legge;

c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. Ai fini dell'incremento del livello di rischio, laddove non siano attuabili interventi strutturali di messa in sicurezza, possono non essere considerati gli interventi urbanistico-edilizi comportanti volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 200 metri cubi in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni fino ad 1 chilometro quadrato, volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 500 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni comprese tra 1 e 10 kmq, o volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 1000 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni superiori a 10 kmq;

d) in caso di nuove previsioni che, singolarmente o complessivamente comportino la sottrazione di estese aree alla dinamica delle acque di esondazione o ristagno non possono essere realizzati interventi di semplice compensazione volumetrica ma, in relazione anche a quanto contenuto nella lettera g) del paragrafo 3.2.2.1, sono realizzati interventi strutturali sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio. In presenza di progetti definitivi, approvati e finanziati, delle opere di messa in sicurezza strutturali possono essere attivate forme di gestione del rischio residuo, ad esempio mediante la predisposizione di piani di protezione civile comunali;

e) per gli ampliamenti di superficie coperta per volumi tecnici di estensione inferiore a 50 mq per edificio non sono necessari interventi di messa in sicurezza.

• Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica media (I.2)**, per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture, possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico. Qualora si voglia perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica, possono essere indicati i necessari accorgimenti costruttivi per la riduzione della vulnerabilità delle opere previste o individuati gli interventi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravii di pericolosità in altre aree.

• Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica bassa (I.1)** non è necessario indicare specifiche condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico.

Tenendo conto della natura e della tipologia degli interventi attuabili, nonché delle classi di pericolosità geologica attribuite alle diverse porzioni di territorio, è stato possibile definire le conseguenti condizioni di fattibilità, sulla base della successiva tabella.

(\*) Riguardo agli interventi dichiarati “N.F. – non fattibili” riportati, nelle condizioni di pericolosità idraulica (I.4) molto elevata, per gli interventi di cui ai punti **1** e **2** della stessa tabella di fattibilità geologica/geomorfologica e geotecnica, si precisa che nella presente Variante al Piano Urbanistico Attuativo per l’area E.R.P. non vi sono previsioni di nuove edificazioni, nuove opere accessorie e manufatti pertinenziali, né previsioni di nuove infrastrutture all’interno di aree classificate a pericolosità idraulica (I.4) molto elevata. In quanto la stessa classe non è presente nella variante proposta.

Analogamente non vi sono previsioni di nuove edificazioni, nuove opere accessorie e manufatti pertinenziali, né previsioni di nuove infrastrutture classificate a fattibilità IV.

	TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI	GRADO DI PERICOLOSITÀ			
		I.1	I.2	I.3	I.4
		FATTIBILITÀ			
1	Interventi di nuova edificazione	I	II	N.F.	N.F.
2	Nuove infrastrutture a sviluppo lineare (viabilità) o adeguamento di quelle esistenti				
	- in rilevato	I	II	IV	N.F.
	- a raso	I	II	III	IV
3	Scavi e riporti (anche connessi con altri interventi elencati nella presente tabella)				
	- di altezza < 1,5 m - di altezza > 1,5 m	I I	II II	II III	IV IV
4	Realizzazione di muri/opere di sostegno/contenimento (anche connessi con altri interventi elencati nella presente tabella) - di altezza < 1,5 m	I	II	II	IV

	- di altezza > 1,5 m	I	II	III	IV
5	Interventi di regimazione delle acque superficiali e/o sotterranee	I	I	III	III
6	Opere accessorie, pertinenziali a servizio di altri fabbricati, arredi di aree a verde, <b>prive di fondazione</b> (giochi per bambini, piccole fontane, panchine, gazebo, tettoie, pergolati, box metallici e strutture similari)	I	I	II	N.F.

Tipologie di intervento non previste nella presente tabella dovranno essere assimilate, attraverso le opportune correlazioni, a quelle in essa descritte.

In caso di interventi che interessino aree caratterizzate da due o più classi di pericolosità dovrà essere fatto riferimento alla classe di pericolosità più elevata.

A ciascuna delle classi di fattibilità riportate nella precedente tabella devono essere associate le prescrizioni di seguito elencate.

Fattibilità idraulica	PRESCRIZIONI
I	Nessuna prescrizione specifica
II	<p>Per gli interventi di nuova edificazione, in particolare per le seguenti tipologie:</p> <p>7 - Interventi di nuova edificazione pubblici o privati (anche interrati o seminterrati);</p> <p>8a - Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico.</p> <p>Al fine di perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica, dovranno essere indicati, se necessari, gli accorgimenti costruttivi per la riduzione della vulnerabilità delle opere previste o individuati gli interventi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravamenti di pericolosità in altre aree.</p> <p>Per le seguenti tipologie d'intervento:</p> <p>10 - Adeguamenti legati alla messa a norma di strutture ed impianti in rispetto delle norme in materia igienico sanitaria, di sicurezza, di igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche:</p> <p>-senza significativi incrementi dei carichi trasmessi sulle fondazioni esistenti</p> <p>-senza significative variazioni nella distribuzione dei carichi trasmessi sulle fondazioni esistenti</p> <p>-senza incrementi significativi di superficie coperta e di volume.</p> <p>12 - Scavi e riporti (anche connessi con altri interventi elencati nella tabella delle fattibilità) di altezza &lt; 1,5 m.</p> <p>13 - Realizzazione di muri/opere di sostegno/contenimento (anche</p>

<p style="text-align: center;">II</p>	<p>connessi con altri interventi elencati nella tabella delle fattibilità) di altezza &lt; 1,5 m.</p> <p>20 - Opere accessorie, pertinenziali a servizio di altri fabbricati, arredi di aree a verde, prive di fondazione (giochi per bambini, piccole fontane, panchine, gazebo, tettoie, pergolati, box metallici e strutture similari).</p> <p>Tutte le opere dovranno essere realizzate in modo tale da non creare barriera/ostacolo al deflusso delle acque e da non alterare le esistenti direttrici di deflusso/scolo, se non in miglioramento delle stesse.</p> <p>In particolare, per gli interventi di cui al punto 10 si dovrà verificare che gli accessi ad eventuali vani interrati/seminterrati siano posti ad una quota di almeno 20 cm superiore rispetto a quella delle infrastrutture lineari (essenzialmente viabilità) ad essi prospicienti; in caso ciò non fosse direttamente possibile, si dovranno porre in corrispondenza degli stessi accessi soglie di protezione di pari altezza.</p> <p>Tutte le opere di cui al punto 20, seppure prive di fondazioni, dovranno essere ancorate al terreno in modo tale da non potere essere asportate dalle acque di deflusso superficiale (anche in concomitanza con eventi meteorici intensi).</p>
<p style="text-align: center;">III</p>	<p>Tutti gli interventi ricadenti in tale classe ad esclusione di quelli riportati nella precedente griglia come 18 (Interventi di regimazione delle acque superficiali e/o sotterranee), dovranno rispettare i seguenti criteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- è consentita la realizzazione di brevi tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo comunque non superiore a 200 ml, assicurandone comunque la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;</li> <li>- relativamente agli interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia, di ristrutturazione urbanistica e/o di addizione volumetrica che siano previsti all'interno delle aree edificate, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza (porte o finestre a tenuta stagna, parti a comune, locali accessori e/o vani tecnici isolati idraulicamente, ecc), nel rispetto delle seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) sia dimostrata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni;</li> <li>b) sia dimostrato che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;</li> </ul> </li> <li>- della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel titolo abilitativo all'attività edilizia;</li> <li>- fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche, accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere certificata l'abitabilità o l'agibilità;</li> <li>- fuori dalle aree edificate sono consentiti gli aumenti di superficie coperta inferiori a 50 metri quadri per edificio, previa messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni conseguita tramite sistemi di autosicurezza;</li> <li>- deve essere garantita la gestione del patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e di tutte le funzioni connesse, tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a tempi di ritorno di 200 anni;</li> <li>- devono essere comunque vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per la realizzazione di attraversamenti per ragioni di tutela</li> </ul>

III	<p>igienico-sanitaria e comunque a seguito di parere favorevole dell'autorità idraulica competente;</p> <p>- possono comunque essere previsti ulteriori interventi, diversi da quelli indicati ai precedenti punti, per i quali sia dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.</p> <p>Per tale classe di fattibilità sono inoltre da rispettare i seguenti criteri:</p> <p>a) all'interno del perimetro dei centri abitati (come individuato ai sensi dell'articolo 55 della l.r. 1/2005) non sono necessari interventi di messa in sicurezza per le infrastrutture a rete (quali sedi viarie, fognature e sotto servizi in genere) purché sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;</p> <p>b) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni inferiori a 500 mq e/o i parcheggi a raso per i quali non sono necessari interventi di messa in sicurezza e i parcheggi pertinenziali privati non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie di legge;</p> <p>c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. Ai fini dell'incremento del livello di rischio, laddove non siano attuabili interventi strutturali di messa in sicurezza, possono non essere considerati gli interventi urbanistico-edilizi comportanti volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 200 metri cubi in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni fino ad 1 chilometro quadrato, volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 500 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni comprese tra 1 e 10 kmq, o volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 1000 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni superiori a 10 kmq.</p> <p>d) in caso di nuove previsioni che, singolarmente o complessivamente comportino la sottrazione di estese aree alla dinamica delle acque di esondazione o ristagno non possono essere realizzati interventi di semplice compensazione volumetrica ma, in relazione anche a quanto contenuto nella lettera g) relativa alla classe IV di fattibilità, sono realizzati interventi strutturali sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio. In presenza di progetti definitivi, approvati e finanziati, delle opere di messa in sicurezza strutturali possono essere attivate forme di gestione del rischio residuo, ad esempio mediante la predisposizione di piani di protezione civile comunali;</p> <p>e) per gli ampliamenti di superficie coperta per volumi tecnici di estensione inferiore a 50 mq per edificio non sono necessari interventi di messa in sicurezza.</p> <p>Per quanto riguarda la tipologia d'intervento:</p> <p>18 - Interventi di regimazione delle acque superficiali e/o sotterranee. Sono sempre ammessi purché gli interventi e le opere ad essi correlate siano realizzate in modo tale da non indurre incremento delle condizioni di pericolosità in altre aree.</p>
-----	---

IV	<p><i>(segue:)</i></p> <p>e) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel titolo abilitativo all'attività edilizia;</p> <p>f) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche, accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere certificata l'abitabilità o l'agibilità;</p> <p>g) fuori dalle aree edificate sono da consentire gli aumenti di superficie coperta inferiori a 50 metri quadri per edificio, previa messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni conseguita tramite sistemi di auto sicurezza;</p> <p>h) deve essere garantita la gestione del patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e di tutte le funzioni connesse, tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a tempi di ritorno di 200 anni;</p> <p>i) devono essere comunque vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per la realizzazione di attraversamenti per ragioni di tutela igienico-sanitaria e comunque a seguito di parere favorevole dell'autorità idraulica competente;</p> <p>l) sono da consentire i parcheggi a raso, ivi compresi quelli collocati nelle aree di pertinenza degli edifici privati, purché sia assicurata la contestuale messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 30 anni, assicurando comunque che non si determini aumento della pericolosità in altre aree. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi a raso in fregio ai corsi d'acqua, per i quali è necessaria la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;</p> <p>m) possono essere previsti ulteriori interventi, diversi da quelli indicati nelle lettere dalla a) alla l) di cui al presente paragrafo, per i quali sia dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.</p>
----	--

Per le aree caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata (I.4), inoltre, vengono recepiti nella loro interezza i contenuti della L.R. 21/12, in particolare viene recepito integralmente quanto disposto dall'art. 2 della suddetta legge.

### 7.3. Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti sismici (Tavola G3)

Per quanto riguarda i criteri di fattibilità in relazione agli aspetti sismici, tenendo conto delle classi di pericolosità sismica locale distinte nell'area soggetta a PIP, il regolamento di attuazione *D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R* riporta le seguenti indicazioni:

• Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)** sono da valutare i seguenti aspetti:

a) nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante attive, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono tuttavia da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso;

b) per i comuni in zona 2, nel caso di terreni suscettibili di liquefazione dinamica, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni. Gli approfondimenti previsti, qualora si intenda utilizzare procedure di verifica semplificate, comprendono in genere indagini convenzionali in sito (sondaggi, SPT, CPT) e analisi di laboratorio (curve granulometriche, limiti di Atterberg, ecc.). Nel caso di opere di particolare importanza, si consiglia fortemente l'utilizzo di prove di laboratorio per la caratterizzazione dinamica in prossimità della rottura (prove triassiali cicliche di liquefazione e altre eventuali prove non standard) finalizzate all'effettuazione di analisi dinamiche.

• Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**, in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi dovranno essere valutati i seguenti aspetti:

a) nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante quiescente, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono in ogni caso da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso;

b) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;

c) per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni;

d) in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse e in presenza di aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, è realizzata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica; è opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche dirette;

e) nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, è realizzata una campagna di indagini geofisiche (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e



geotecniche (ad esempio sondaggi, preferibilmente a c.c.) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico. Nelle zone di bordo della valle, per quanto attiene alla caratterizzazione geofisica, è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo (sismica a rifrazione/riflessione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico.

• Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità sismica bassa (S.1)** non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Tenendo conto della natura e della tipologia degli interventi attuabili, nonché delle classi di pericolosità sismica attribuite alle diverse porzioni della zona interessata dal PIP, è stato possibile definire le conseguenti condizioni di fattibilità, sulla base della successiva tabella, con le seguenti prescrizioni:

- tipologie di intervento non previste nella presente tabella dovranno essere assimilate, attraverso le opportune correlazioni, a quelle in essa descritte;

- in caso di interventi che interessino aree caratterizzate da due o più classi di pericolosità dovrà essere fatto riferimento alla classe di pericolosità più elevata.

#### FATTIBILITÀ SISMICA

	TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI	GRADO DI PERICOLOSITÀ		
		S.1	S.3	S.4 (*)
		FATTIBILITÀ		
1	Interventi di nuova edificazione	II	III	N.F. (*)
2	Opere accessorie e manufatti pertinenziali a servizio di altri fabbricati (gazebo, tettoie, pergolati, box metallici e strutture similari)	I	II	N.F. (*)
3	Nuove infrastrutture a sviluppo lineare o adeguamento di quelle esistenti	II	III	IV (*)
4	Scavi e riporti (anche connessi con altri interventi elencati nella presente tabella): - di altezza < 1,5 m - di altezza > 1,5 m	I II	II III	IV IV
5	Realizzazione di muri/opere di sostegno/contenimento (anche connessi con altri interventi)			

	elencati nella presente tabella): - di altezza < 1,5 m - di altezza > 1,5 m	I II	II III	IV IV
6	Interventi di regimazione delle acque superficiali e/o sotterranee	I	II	III

(\*) Riguardo agli interventi dichiarati “N.F. – non fattibili” riportati, nelle condizioni di pericolosità Ssismica (I.4) molto elevata, per gli interventi di cui ai punti **1** e **2** della stessa tabella di fattibilità geologica/geomorfologica e geotecnica, si precisa che nella presente Variante al Piano Urbanistico Attuativo per l’area E.R.P. non vi sono previsioni di nuove edificazioni, nuove opere accessorie e manufatti pertinenziali, né previsioni di nuove infrastrutture all’interno di aree classificate a pericolosità idraulica (I.4) molto elevata.

Analogamente non vi sono previsioni di nuove edificazioni, nuove opere accessorie e manufatti pertinenziali, né previsioni di nuove infrastrutture classificate a fattibilità IV.

A ciascuna delle classi di fattibilità riportate nella precedente tabella devono essere associate le prescrizioni sotto elencate.

Fattibilità sismica	PRESCRIZIONI
I	Nessuna prescrizione specifica
II	<p>Il <i>D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R</i> non prevede la necessità di prescrizioni specifiche per la classe di fattibilità F2; tuttavia in questa sede si è ritenuto opportuno precisare le seguenti condizioni.</p> <p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell’intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto indicato in <i>D.P.G.R. 09 luglio 2009 n. 36/R</i> (con particolare riferimento a quanto riportato, per le diverse classi di indagine, in articolo 7 della citata normativa).</p> <p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell’intervento diretto, se necessarie, dovranno essere eseguite in rispetto di quanto riportato in <i>D.M. 14.01.2008 - Nuove Norme Tecniche per le costruzioni</i> e correlata <i>Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008</i>.</p> <p>Le indagini geofisiche, se necessarie, dovranno essere preferibilmente condotte secondo i criteri stabiliti dalle Istruzioni Tecniche del <i>Progetto V.E.L. – Regione Toscana</i>.</p> <p>In particolare dovrà essere garantita la definizione delle locali categoria di sottosuolo e categoria topografica; dovrà essere inoltre verificata la possibilità di innesco di locali processi di liquefazione nei terreni di substrato.</p>

II	<p>Dovrà essere verificata, quando previsto, la stabilità dei fronti di scavo/riporto e/o del complesso terreno – opera di sostegno, nelle fasi pre- e post-intervento, nonché in fase intermedia di cantiere.</p> <p>Per interventi su pendio dovrà essere verificata la stabilità locale e globale della pendice, nelle fasi pre- e post-intervento, nonché in fase intermedia di cantiere.</p> <p>Le valutazioni relative alla stabilità dei fronti di scavo e dei versanti dovranno necessariamente prendere in considerazione gli aspetti dinamici relativi alla definizione della azione sismica.</p>
III	<p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto indicato in <i>D.P.G.R. 09 luglio 2009 n. 36/R</i> (con particolare riferimento a quanto riportato, per le diverse classi di indagine, in articolo 7 della citata normativa).</p> <p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto riportato in <i>D.M. 14.01.2008 - Nuove Norme Tecniche per le costruzioni</i> e correlata <i>Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008</i>. Le indagini geofisiche dovranno essere preferibilmente condotte secondo i criteri stabiliti dalle Istruzioni Tecniche del <i>Progetto V.E.L. – Regione Toscana</i>.</p> <p>Fermo restando il rispetto delle prescrizioni già elencate per la classe di fattibilità F2, per la classe di fattibilità F3 devono essere valutati i seguenti aspetti:</p> <p>a) nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante quiescente, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono in ogni caso da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso;</p> <p>b) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;</p> <p>c) per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni; d) in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse e in presenza di aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, è realizzata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica; è opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche dirette;</p> <p>e) nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato</p>

<p style="text-align: center;"><b>III</b></p>	<p>rigido entro alcune decine di metri, è realizzata una campagna di indagini geofisica (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (ad esempio sondaggi, preferibilmente a c.c.) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico. Nelle zone di bordo della valle, per quanto attiene alla caratterizzazione geofisica, è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo (sismica a rifrazione/riflessione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico.</p>
<p style="text-align: center;"><b>IV</b></p>	<p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto indicato in <i>D.P.G.R. 09 luglio 2009 n. 36/R</i> (con particolare riferimento a quanto riportato, per le diverse classi di indagine, in articolo 7 della citata normativa).</p> <p>Le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche di supporto alla progettazione dell'intervento diretto dovranno essere eseguite in rispetto di quanto riportato in <i>D.M. 14.01.2008 - Nuove Norme Tecniche per le costruzioni</i> e correlata <i>Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008</i>.</p> <p>Le indagini geofisiche dovranno essere preferibilmente condotte secondo i criteri stabiliti dalle Istruzioni Tecniche del <i>Progetto V.E.L. - Regione Toscana</i>.</p> <p>Fermo restando il rispetto delle prescrizioni già elencate per le classi di fattibilità F2 ed F3, per la classe di fattibilità F4 devono essere valutati i seguenti aspetti:</p> <p>a) nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante attive, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. È opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono tuttavia da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso;</p> <p>b) per i comuni in zona 2, nel caso di terreni suscettibili di liquefazione dinamica, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni. Gli approfondimenti previsti, qualora si intenda utilizzare procedure di verifica semplificate, comprendono in genere indagini convenzionali in sito (sondaggi, SPT, CPT) e analisi di laboratorio (curve granulometriche, limiti di Atterberg, ecc.).</p> <p>Nel caso di opere di particolare importanza, si consiglia fortemente l'utilizzo di prove di laboratorio per la caratterizzazione dinamica in</p>

IV	prossimità della rottura (prove triassiali cicliche di liquefazione e altre eventuali prove non standard) finalizzate all'effettuazione di analisi dinamiche.
----	---

\*\*\*

## 8. CONCLUSIONI

Le indagini geologico-tecniche svolte in località "Torrite", nel Comune di Castelnuovo di Garfagnana, allo scopo di verificare la fattibilità di una variante al piano urbanistico attuativo per l'area E.R.P., finalizzato alla realizzazione di una nuova area da destinarsi ad Edilizia Residenziale Pubblica, hanno portato, attraverso la realizzazione di elaborati cartografici di dettaglio, all'individuazione delle classi di pericolosità e alla definizione dei criteri di fattibilità per l'area in esame.

Ai fini di una corretta applicazione degli stessi criteri, si ricorda che:

- riguardo agli interventi dichiarati "N.F. – non fattibili" riportati, nelle condizioni di pericolosità geologica molto elevata (G.4) e pericolosità sismica molto elevata (S.4), nelle tabelle di cui ai paragrafi 7.1 e 7.3, si precisa che nella variante al piano urbanistico attuativo per l'area E.R.P. non vi sono previsioni di nuove edificazioni, nuove opere accessorie e pertinenziali, né previsioni di nuove infrastrutture all'interno di aree classificate a pericolosità geologica molto elevata (G.4) ed a pericolosità sismica molto elevata (S.4);

- analogamente nello stessa variante non vi sono previsioni di nuove edificazioni, nuove opere accessorie e manufatti pertinenziali, né previsioni di nuove infrastrutture classificate a fattibilità IV.

Castelnuovo di Garfagnana, 09 Dicembre 2013

Il Geologo  
Dott. ALESSIO BIAGIONI