

# Comune di Castiglion Fibocchi

## Regolamento Urbanistico

Il Sindaco: Dott.Salvatore Montanaro  
Consigliere delegato: Geom.Massimo Bonarini  
Il responsabile del procedimento: Arch.Silvia Parigi  
Il garante per la comunicazione: Geom.Aldo Mancini

Gennaio 2015

*progetto:*

Arch.Antonio Mugnai (responsabile e coordinatore)  
Arch.Roberta Ciccarelli

*collaboratori:*

Arch.Sara Pattaro  
Arch.Francesco Rocchi

*consulenza agronomica:*

Per.Agr.Giovanni Solinas

*indagini geologiche di supporto:*

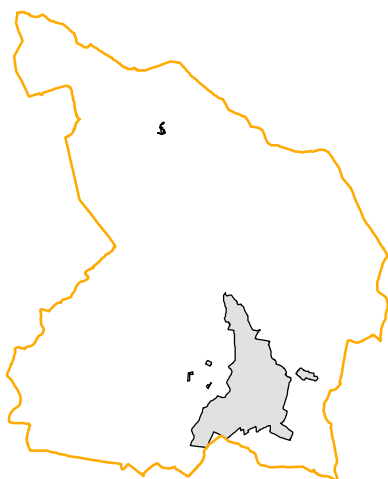
Geol.Giorgio Francini

*collaboratore*

Geol.Riccardo Ancillotti

*studi idraulici di supporto:*

Ing.Mauro Paci



## RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

(ADEGUAMENTO D.P.G.R. 25 Ottobre 2011 n.53/R)

## Premessa

Nella nuova classificazione dei comuni sismici, il territorio di Castiglion Fibocchi è stato inserito in Zona 3, per la quale è stata prevista un'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A,  $a_g = 0,15 g$ .

In ottemperanza al Regolamento di attuazione dell'art 62 L.R. 03-01-05 n°1 è stata elaborata la seguente cartografia tematica:

1) Carta geologica	1:10.000
2) Carta Geomorfologica (2a-2b-2c-2d/e )	1:5.000
3) Carta della Pericolosità Geologica	1:10.000
4) Carta delle Aree allagate	“ “
5) Carta della Pericolosità Idraulica	“ “
Indagini e studi di microzonazione sismica (MS) –D.G.R. n°261/2011	
6) Carta delle indagini	1:5.000
7) Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica	“ “
8) Carta delle frequenze fondamentali dei depositi	“ “
9) Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)	
10) Sezioni geologico-tecniche per MOPS	
11) Carta della Pericolosità Sismica	“ “
12) Carta delle Fattibilità (12a-12b-12 c/d)	1:2000

### 1) Carta geologica - 1:10.000

Nel territorio comunale sono presenti le seguenti unità stratigrafiche:

#### **Sedimenti da processi di versante**

- *Detrito di falda (Olocene):*

coltri di copertura costituite da materiali di alterazione del substrato con frammenti e blocchi rocciosi in più o meno abbondante matrice sabbioso-argillosa, cartografati negli affioramenti più significativi.

#### **Sedimenti di deposito fluviale e fluvio-lacustre**

- *Depositi alluvionali recenti e attuali (Olocene):*

sedimenti sabbioso-limosi alternati e/o frammisti a ciottoli e ghiaia

- *Coni di deiezione (Olocene):*

accumuli a forma di ventaglio, di materiali alluvionali eterogenei che i corsi d'acqua hanno depositato al termine dei loro percorsi vallivi;

- *Limi di Latereto e Pian di Tegna (Pleistocene medio):*

limi sabbiosi o sabbioso-argillosi, bruno-giallastri e rossastri con intercalazioni di sabbie, sabbie limose e di ciottolami ad elementi arenacei;

- *Ciottolami di Loro Ciuffenna (Pleistocene medio)*

ciottolami ad elementi arenacei da giallo-rossastri a bruni in più o meno abbondante matrice sabbioso-limosa;

- *Ciottolami e sabbie di Casa la Querce (Pliocene sup. – Pleistocene inf.)*

alternanza di banchi e lenti di ciottolami ad elementi arenacei di colore giallo-ocraceo e di sabbie e di limi giallastri, con sporadiche intercalazioni di livelli limosi grigi;

- *Sabbie di Borro alle Cave (Pliocene superiore - Pleistocene inferiore)*

alternanza irregolare di sabbie giallastre, sabbie limose e limi sabbioso-argillosi grigio-giallastri con intercalazioni di banchi di argille limoso-sabbiose grigio-azzurrognole e di lenti di ciottolami ad elementi arenacei;

- *Limi e sabbie del Torrente Oreno (Pliocene sup.-Pleistocene infer.)*

limi grigi e grigio-azzurrognoli, talora argillosi o sabbiosi con intercalazioni di sabbie e sabbie limose grigie o giallastre, con frequenti intercalazioni di banchi di argille grigio-azzurrognole e locali lenti di ciottolami arenacei.

### **Serie Toscana**

- *Arenarie del Monte Cervarola (Oligocene sup.- Miocene infer.)*

alternanza regolare di arenarie torbiditiche fini quarzoso-feldspatiche, siltiti, argilliti e marne, in strati generalmente spessi da pochi centimetri a qualche decimetro, e con intercalazioni di torbiditi arenacee e calcareo marnose, spesse anche qualche metro;

- *Arenarie del Monte Falterona (Oligocene sup. – Miocene infer.)*

torbiditi arenacee medio-grossolane con sottili interstrati siltoso-marnosi e livelli decimetrici di argilliti nere e torbiditi calcareo-marnose spesse da pochi centimetri fino a qualche metro, che passano con gradualità alle sovrastanti Arenarie del M. Cervarola (Oligocene superiore - Miocene inferiore).

### **Coltre delle Unità Liguri**

- *Complesso indifferenziato (Cretaceo superiore-Eocene inferiore)*

argilloscisti scuri e calcari marnosi grigi e verdastri, calcari silicei e calcareniti con assetto stratigrafico assai disturbato, talora caoticizzato

- *Complesso caotico*

rappresenta un insieme privo di ordine sedimentario costituito da masse interamente scompagnate, con blocchi o pacchi di strati, inglobati in matrice argillosa, anche appartenenti ad unità litostratigrafiche diverse.

La tettonica è stata determinata dal corrugamento della catena appenninica, come risultato di una compressione orientata da Sud-Ovest a Nord-Est, che ha generato deformazioni sia di tipo prevalentemente plastico (pieghe) che rigido (faglie).

Su limitate aree si hanno tracce anche di una tettonica caratterizzata da colamenti gravitativi nel bacino di sedimentazione (geosinclinale) delle formazioni geologiche appartenenti alle Unità Liguri.

La struttura geologica principale è costituita dalle formazioni sedimentarie autoctone dell'Unità Cervarola-Falterona, nelle litofacies rispettivamente marnoso-siltoso-arenacea ed arenacea che costituiscono la dorsale del Pratomagno, di cui il territorio comunale costituisce la propaggine sud-occidentale.

Come accennato, nel corso dell' orogenesi, in conseguenza delle enormi forze di compressione, sono avvenute piegamenti e rotture accompagnate da spostamenti di grosse masse rocciose.

Nelle adiacenze di tali dislocazioni tettoniche si sono formate fasce più o meno estese di materiali intensamente fratturati (aree cataclastiche) che, per motivi di scala, non è stato possibile cartografare.

In condizioni morfologiche favorevoli tali aree divengono sede di significativi corpi idrici sotterranei caratterizzati da permeabilità secondaria.

Va fatto presente che la più o meno elevata componente argillosa nei litotipi delle due citate formazioni sedimentarie, le rende facilmente degradabili per effetto degli agenti atmosferici, ed è per questo che su vaste aree si ritrovano coltri detritiche che nascondono il substrato.

Le coperture sono formate da frammenti e blocchi in più o meno abbondante matrice limoso-sabbiosa ed argillosa che passano in profondità, con una certa gradualità, a roccia in posto ancora destrutturata ed infine a roccia integra.

## **-2) Carta geomorfologica - 1:5.000**

Le aree in esame sono state modellate dalle azioni esogene dinamiche di origine gravitativa e meteorologica succedutesi nel tempo, che hanno dato origine a forme in stretta relazione con la natura e con le caratteristiche fisico-meccaniche delle unità stratigrafiche affioranti.

In presenza dei litotipi della formazione geologica delle Arenarie del Falterona, nella quale predomina la componente arenacea più compatta e più resistente all'erosione, le vallecole si contraddistinguono con forme dei versanti a "V" più ripide, soprattutto là dove si hanno giaciture degli strati a "reggipoggio".

In corrispondenza della formazione del Cervarola, per la più facile erodibilità delle componenti predominanti siltose e marnose, i versanti assumono forme più dolci ed arrotondate.

Negli affioramenti dei depositi di origine fluviale e fluvio-lacustre con stratificazioni prevalentemente orizzontali, si hanno forme spianate e terrazzate, delimitate da ripide scarpate d'erosione e pendii ad acclività decrescente in corrispondenza di sedimenti argillosi.

Le evidenze geomorfologiche sono quelle rilevate a seguito di ricognizioni e sopralluoghi, e ritenute di particolare importanza ai fini della successiva analisi di pericolosità.

Le forme e processi di origine gravitativa caratterizzano porzioni di territorio collinare e montano sui versanti con acclività medio-alta, nei quali affiorano flysch arenacei-siltitici ed argillitici, depositati in buona parte da correnti di torbida all'interno della geosinclinale in via di colmamento.

I movimenti franosi sono favoriti dalle caratteristiche geologico-giacitureali, dalle proprietà geomeccaniche dei diversi sedimenti, e quasi sempre il loro fattore scatenante è imputabile ad infiltrazioni e ristagni di acqua nelle fratture degli strati arenacei che favoriscono lo scivolamento di masse più o meno estese, su livelli argillitici plasticizzati.

Sono stati acquisiti i dati geomorfologici contenuti negli elaborati cartografici dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno (P.A.I.), relativi alla Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante.

Le aree sono state contraddistinte con le sigle PF.4 e PF3 in quanto considerate rispettivamente a pericolosità molto elevata ed elevata.

Le prime interessano zone con fenomeni di dissesto attivi e relative aree di influenza.

Le seconde interessano aree con fenomeni di dissesto quiescenti e zone con condizioni geomorfologiche marcatamente sfavorevoli

Sono stati acquisiti anche i dati del piano stralcio di pericolosità geomorfologica della Autorità di Bacino relativo alla perimetrazione delle aree con pericolosità di frana derivante dall'inventario dei fenomeni franosi, aggiornamento 2006.

Per la verifica della coerenza tra gli elaborati del Piano Strutturale e le cartografie dell'Autorità di Bacino dell'Arno, relative a elementi geomorfologici sono state apportate alcune modifiche, successivamente approvate dalla stessa Autorità con nota del 3 ottobre 2012 Prot. n.4052

Negli elaborati cartografici sono stati evidenziati i seguenti fenomeni:

***-a) forme e processi di origine gravitativa e relativi orli di scarpata***

*-area in frana di scivolamento attiva*, nella quale i movimenti non sono da considerarsi completamente esauriti;

*-area in frana di scivolamento inattiva*, nella quale le originarie cause che l'hanno determinata sono venute meno a seguito di interventi di rimodellamento, drenaggio e consolidazione anche con strutture di contenimento, con avvenuto nella Frazione di Gello Biscardo a seguito degli interventi della Comunità Montatna del Pratomagno

*-area in frana di scivolamento inattiva*, riferibile ad antichi eventi per i quali sono venute meno le cause scatenanti naturali in conseguenza dell'evoluzione morfologica del pendio nel quale è stata raggiunta una condizione di stabilità;

*-area in frana di scivolamento quiescente*, nella quale non si hanno evidenze di movimento, ma la situazione morfologica locale rende possibili evoluzioni con ripresa del movimento gravitativo;

*-area a franosità diffusa attiva*, in corrispondenza degli affioramenti dei depositi fluvio-lacustri interessati da profonde incisioni causate da fenomeni di ruscellamento incanalato, e sulle cui pareti possono determinarsi movimenti con forme convesso-concave, a seguito di particolari eventi meteorologici ed anche a seguito di interventi antropici.

Le aree di possibile evoluzione dei dissesti attivi, sono già comprese nella delimitazione dell'evento franoso rappresentato in cartografia

#### ***-b) forme e processi legati alla circolazione idrica***

*- conoidi di deiezione*, costituiti da accumuli di sedimenti alluvionali a forma di ventaglio, con superficie topografica poco inclinata e abbastanza regolare; i cui vertici sono ubicati al termine delle docce vallive del Torrente Bregine, e del Borro di S.Quirico

*- depositi alluvionali*, costituiti da materiali clastici depositati dalle piene dei corsi d'acqua, e che attualmente sono in parte soggetti a fenomeni di erosione

#### ***-c) forme di origine antropica***

*-depositi antropici indifferenziati*, costituiti da residui di escavazioni di materiali rocciosi e da scarpate e rilevati di laghetti ad uso irriguo;

*-area di discarica comprensoriale "Il Pero" per r.s.u.*, le cui estese e alte gradonature perimetrali ai vari moduli di stoccaggio rifiuti, rappresentano l'elemento morfologico artificiale principale del territorio comunale.

### **-3) Carta della pericolosità geologica - 1:1.0.000**

In relazione alle rilevate specifiche situazioni geomorfologiche sono state individuate le aree con i seguenti livelli di pericolosità :

*-Pericolosità geologica molto elevata (G.4)*

aree nelle quali sono presenti fenomeni gravitativi attivi e le loro rispettive aree d'influenza

*-Pericolosità geologica elevata (G.3)*

aree interessate da fenomeni gravitativi quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività e alla litologia del versante;

*- Pericolosità geologica media (G.2)*

aree con presenza di fenomeni franosi inattivi stabilizzati naturalmente o artificialmente; aree per le quali gli elementi geomorfologici, litologici e giacitureali sono stati valutati per una bassa propensione al dissesto.

Nella carta sono state riportate anche le aree a pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante (Piano Assetto Idrogeologico –Autorità di Bacino Fiume Arno):

*-Pericolosità molto elevata (P.F.4)*

comprendono aree con fenomeni franosi attivi e le relative aree di influenza.

*-Pericolosità elevata (P.F.3)*

comprendono aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, acclività, alla litologia, e fenomeni franosi quiescenti.

### **-4) Carta delle aree allagate - 1:5.000**

Sulla base dei risultati degli studi idraulici dell'Ing.Mauro Paci, sono state rappresentate le zone critiche tutte quante in prossimità degli alvei del Torrente Bregine, del Borro S.Quirico e del Torrente Dinaver.

In legenda sono state delimitate le aree potenzialmente allagabili con tempi di ritorno di 30 e di 200 anni, le aree soggette a ristagno e allagabilità per caratteristiche morfologiche.

Sono state rappresentate anche l'area subito a valle di C.Bruschi e quella adiacente al ponte sul Torrente Bregine, allagate a seguito degli eventi alluvionali eccezionali del 1966



## **- 5) Carta della pericolosità idraulica - 1:10.000**

Sono state individuate le seguenti classi tenuto conto anche dei risultati del citato specifico studio idraulico:

### **- Pericolosità idraulica molto elevata (I. 4)**

aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno  $Tr \leq 30$  anni;

aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono 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 con tempi di ritorno ( $Tr$ ) compresi tra  $30 < Tr \leq 200$  anni;

aree di fondovalle per le quali ricorre almeno una delle 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 ml. 2 sopra il ciglio di sponda o al piede esterno dell'argine.

### **- Pericolosità idraulica media (I. 2)**

aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno compresi tra  $200 < Tr \leq 500$  anni;

aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

a) non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;

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

### *-Pericolosità idraulica bassa (I. 1)*

aree collinari e montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
- b) sono in situazione favorevole di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori di 2 metri rispetto al ciglio di sponda o al piede esterno dell'argine.

Nella Carta è riportata anche la fascia di m 10 che rappresenta il vincolo di tutela dei corsi d'acqua.

### **-6) Carta delle indagini - 1:5.000**

Per le indagini e studi per la microzonazione sismica (DGR n° 261/2011) nei centri urbani e nelle unità territoriali organiche elementari (UTOE) con previsioni, sono stati utilizzati i seguenti dati reperiti presso l'Ufficio tecnico comunale e gli Uffici della Provincia:

- n° 41 stratigrafie pozzi per acqua
- n° 2 stratigrafie di sondaggi a carotaggio continuo
- n°1 stratigrafia da sondaggio elettrico verticale (Sev)
- n°6 Masw (analisi multicanale delle onde sismiche superficiali)
- n°4 profili sismici a rifrazione in onde P e SH
- n°17 prove penetrometriche statiche (CPT)
- n° 8 prove penetrometriche dinamiche leggere (DL)
- n°10 trincee esplorative

E' stata inoltre eseguita dalla Geofisica Galileo di Arezzo un'indagine consistita in misurazioni delle vibrazioni naturali del terreno, su 30 distinte postazioni, mediante tecnica a stazione singola, HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) .

## **-7) Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica -1:5.000**

La litologia dei terreni viene descritta tramite standard di rappresentazione ed archiviazione informatica facendo riferimento al sistema di classificazione Unified Soil Classification System (leggermente modificato ASTM 1985).

Sono state distinte le seguenti classi;

**Substrato geologico** : (LPS) lapideo stratificato

**Forme di superficie e sepolte** : conoide alluvionale – falda detritica

**Terreni di copertura:**

(ML) Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose

(SW) Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose

(GC) Ghiaie argillose, miscela di ghiaia sabbia e argilla

(GM) Ghiaie limose, miscela di ghiaia sabbia e limo

Le instabilità di versante sono state rappresentate con i seguenti simboli::

fa - instabilità di versante per scorrimento - attivo

fq - instabilità di versante per scorrimento - quiescente

fi – instabilità di versante per scorrimento - inattivo

## **-8) Carta delle frequenze fondamentali dei depositi -1:5.000**

In ciascuna delle 30 postazioni per le misure di rumore ambientale a stazione singola HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), è stata registrata la frequenza ( $f_0$ ) originata dalla vibrazione naturale del terreno, al passaggio delle onde di taglio dal substrato rigido alle sovrastanti coperture.

L'attrezzatura impiegata, le modalità esecutive, i metodi interpretativi e le qualità dei dati acquisiti sono illustrati nel rapporto tecnico della Galileo Geofisica, riportato in appendice.

In corrispondenza di ciascuna postazione, è stata fatta una rappresentazione grafica con cerchi diversamente colorati, in funzione delle frequenze dei diversi picchi, e con raggio variabile in funzione dei valori dell'impedenza sismica.

Nella Carta sono state delimitate le zone con “assenza di fenomeni di risonanza” in quanto ubicate sul substrato geologico e/o su coltri di alterazione dello spessore massimo di 3 metri, nelle quali non sono prevedibili amplificazioni degli effetti del sisma.

Nel caso in esame rientrano in tali aree i rilievi del Capoluogo, di S. Agata, di Gello Biscardo e quelle sui due limitati affioramenti del bedrock, in Località Casina di sotto, nelle adiacenze del Torrente Bregine.

Sulle zone con presenza di depositi alluvionali “soggette a fenomeni di amplificazione” sono state distinte le seguenti tre classi della frequenza di risonanza:

$f_0 \leq 2$  Hz coperture alluvionali  $> 40$  metri

$2 \text{ Hz} \leq f_0 < 5$  Hz coperture alluvionali da 20 a 40 metri

$f_0 > 5$  Hz coperture alluvionali  $< 20$  metri

In base all'ampiezza dei picchi fondamentali sono state individuate le aree con alti contrasti di impedenza ( $H/V > 3$ ) e quelle con bassi contrasti ( $H/V \leq 3$ )

Tale distinzione pur non consentendo una stima diretta del fattore amplificazione permette di valutare indicativamente l'entità del contrasto

Va precisato che l'onda sismica, al passaggio dal substrato rigido ai sovrastanti terreni di copertura, tende a rallentare in maniera tanto più significativa, quanto maggiore è la differenza delle rispettive densità e velocità (impedenza sismica).

In ogni caso comunque, per il principio di conservazione della quantità di moto, nella coltre dei terreni alluvionali si determina un'ampiezza d'onda maggiore che causa tanto più accentuati spostamenti del terreno dalla originaria posizione d'equilibrio, quanto più alta risulta l'impedenza sismica.

Per tale motivo la Carta delle frequenze naturali dei terreni e dei contrasti di impedenza assume una particolare importanza in quanto consente di evidenziare in prima approssimazione, zone nelle quali sono da attendersi maggiori effetti del moto sismico di superficie.

Dall'esame della Carta risulta evidente come tali amplificazioni, legate in prevalenza a frequenze di risonanza comprese fra 2 e 5 Hz, interessino la piana alluvionale nella quale la risposta sismica locale è riferibile ad un sistema stratigrafico a due livelli.

Il primo livello costituito da sedimenti sciolti di deposito fluviale (conoide di deiezione del Torrente Bregine) e fluvio lacustre (Limi di Latereto e Pian di Tegna), il secondo rappresentato dal substrato rigido delle Arenarie del Falterona.

I risultati delle misure tromometriche (Tr) ottenuti per ciascuna postazione sono riportati nella seguente tabella:

misura	Frequenza-di picco fo (Hz)	Contrasto-di impedenza	Profondità del substrato (m)	del
Tr 1	4,88	5-6	11	
Tr 2	2,03	5-6	40	
Tr 3	4,78	3	16	
Tr 4	1,88	4-5	46	
Tr 5	2,41	4	35	
Tr 6	3,22	3	23	
Tr 7	2	5	40	
Tr 8	3,03	2-3	20	
Tr 9	2,75	3-4	30	
Tr 10	3,06	3-4	29	
Tr 11	4,91	3-4	17	
Tr 12	2,44	4-5	35	
Tr 13	2,81	5-6	29	
Tr 14	4,97	5	17	
Tr 15	11,56	3-4	7	
Tr 16	no	no	1	
Tr 17	3,22	5-6	25	
Tr 18	3,03	5-6	35	
Tr 19	7,47	3	11	
Tr 20	11,81	2-3	7	
Tr 21	3,25	5	26	
Tr 22	7,81	3	11	
Tr 23	no	no	6,5	
Tr 24	no	no	1	
Tr 25	no	no	3,9	
Tr 26	13,66	2	6	
Tr 27	18,41	2	6	
Tr 28	no	no	1	
Tr 29	4,19	4	22	
Tr 30	2,78	4-5	32	

## **-9) Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva sismica (MOPS)**

### **- 1:5.000**

La Carta realizzata in conformità a quanto previsto nella Deliberazione Regionale 6 Agosto 2012 n.741, rappresenta una valutazione degli effetti locali ai fini della riduzione del rischio sismico.

Nel Capoluogo, nelle frazioni di S.Agata, di Gello e nelle aree di trasformazione interessate dal Regolamento urbanistico sono state distinte :

*Zone stabili, nelle quali non si ipotizzano amplificazioni locali del sisma*

-substrato geologico (LPS) con copertura di alterazione di spessore massimo di 3 metri **(Zona 1)**

*Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*

-substrato geologico con copertura di alterazione > 3 metri **(Zona 2)**

-substrato geologico su pendio con inclinazione >15° **(ZONA 3)**

-substrato geologico con copertura (GC /SW) < 20 metri **(ZONA 4)**

-substrato geologico con copertura (GC) da 20 a 40 metri **(ZONA 5)**

-substrato geologico con copertura (GC/ML) > 40 metri **(ZONA 6)**

*Zone di attenzione per instabilità*

-instabilità di versante inattiva (ZAfr-i)

Nella carta è riportata anche la linea di contatto fra litotipi con caratteristiche geomeccaniche differenti,

Gli elementi acquisiti con l'indagine hanno consentito di ricostruire il modello dell'area, rappresentato dalle successive sezioni geologico-tecniche.

## **-10) Sezioni geologico-tecniche per MOPS**

Nelle 10 sezioni eseguite si è tenuto conto di quanto acquisito con i rilevamenti geologico e geomorfologico, dei risultati delle indagini presistenti e di quelle sismiche (HVSr) di nuova realizzazione.

Ciascuna sezione, le cui tracce sono riportate nella Carta delle MOPS, rappresenta le situazioni litostratigrafico esistenti all'interno delle diverse UTOE oggetto di studio.

Dal loro esame risulta ben evidente come ovunque sia presente un substrato roccioso stratificato, sub-affiorante o coperto da terreni sciolti costituiti da sedimenti di depositi fluviali nelle zone di pianura, e da coltri detritiche su alcuni tratti di versante.

Sono state così distinte le zone stabili :da quelle stabili ma suscettibili di amplificazione sismica-

Nelle prime il substrato geologico (LPS) ha una copertura massima di materiali di alterazione con uno spessore massi di 33 metri-

Nelle seconde sono state distinte zone con le seguenti caratteristiche:

- substrato geologico su pendio con inclinazione  $>$  di  $15^\circ$
- substrato geologico con copertura di alterazione  $>$  3 metri
- substrato geologico con copertura (GC/SW)  $<$  220 metri
- substrato geologico con copertura (GC) da 20 a 40 metri

### **-11) Carta della pericolosità sismica - 1:5.000**

Per i centri urbani e per le unità territoriali organiche elementari (UTOE) con previsioni, sono state individuate le seguenti classi :

*-Pericolosità sismica elevata (S3)*

amplificazioni locali conseguenti ad un elevato contrasto di impedenza sismica ( $Z>3$ ) fra le coltri di copertura alluvionali e il substrato

*-Pericolosità sismica media (S2)*

amplificazioni locali per effetti topografici (inclinazioni del versante  $>15^\circ$ )

*-Pericolosità sismica bassa (S1)*

zone stabili con substrato rigido in affioramento o con coperture di alterazione di spessore inferiore a 3 metri, e pendii con inclinazioni  $<$   $15^\circ$ .

## **-12) Carte delle fattibilità - 1:2.000**

Il regolamento di attuazione 53/R della L.R. 1/2005 prevede la definizione di n°3 tipi di fattibilità: Geologica, Idraulica, Sismica.

Per una più facile sintesi dei problemi relativi a ciascuna previsione urbanistica, le tre fattibilità sono state evidenziate in un unico elaborato cartografico.

Per ogni singolo intervento nei centri urbani ed UTOE, le fattibilità sono state definite in ciascuna delle 224 schede riportate in appendice.

Per quanto riguarda le fattibilità relative ai Piani Attuativi approvati e in corso di realizzazione, rappresentati con campitura grigia negli elaborati cartografici, si rimanda alle documentazioni depositate presso l'Amministrazione Comunale.

### **12a -Fattibilità Geologica**

#### ***-Fattibilità condizionata (F.G.3)***

è assegnata ad aree in cui sono presenti condizioni di potenziale instabilità dovuta a pendenze maggiori del 25%; gli interventi edilizi sono subordinati all'esito di studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla realizzazione di eventuali interventi di messa in sicurezza, che tuttavia non arrechino danni alle aree adiacenti;

#### ***-Fattibilità con normali vincoli (F.G.2)***

ciascun progetto dovrà basarsi su apposita indagine geognostica e alle verifiche geotecniche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia; non sono previste indagini di dettaglio a livello di area complessiva;

### **12c-Fattibilità sismica**

#### ***-Fattibilità condizionata (F.S.3)***

nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locali per alti contrasti di impedenza sismica, nelle zone di bordo valle ed in quelle di contatto fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse, devono essere realizzate specifiche indagini geofisiche che definiscano spessori, velocità sismiche dei litotipi sepolti, e indagini geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti ed anche alla taratura degli stessi risultati sismici.

#### ***-Fattibilità con normali vincoli (F.S.2)***

nel caso specifico si ricade in condizioni di substrato geologico affiorante in pendio con pendenze superiori a 15°, nel quale sono necessarie indagini finalizzate alla



valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia, con metodologie geofisiche e geognostiche.

*-Fattibilità senza particolari limitazioni ( F.S.1)*

non si richiedono specifiche condizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

**12b -Fattibilità idraulica**

*-Fattibilità limitata (F.I.4)*

l'attuazione degli interventi è condizionata alla redazione di progetti, basati su specifici studi idrologici idraulici, che prevedano il superamento delle condizioni di rischio con compensazione dei volumi sottratti alla naturale esondazione per non aumentare il livello di pericolo nelle aree circostanti, per eventi con tempi di ritorno compresi fra 30 e 200 anni. Per tempi di ritorno  $\leq 30$  anni sono consentite solo nuove previsioni per le infrastrutture a rete non diversamente localizzabili con adeguamento di quelle esistenti, sempre che siano dimostrate le condizioni di sicurezza idraulica compatibili con le caratteristiche dell'infrastruttura.

*-Fattibilità condizionata (F.I.3)*

per le definizioni delle condizioni di attuazione è necessario determinare la pericolosità da modellazione idraulica dei corsi d'acqua interessati, al cui esito si rimanda per la fattibilità corrispondente.

*-Fattibilità con normali vincoli (F.I.2)*

non sono richieste specifiche condizioni per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Qualora si voglia perseguire un maggior livello di sicurezza possono essere indicati interventi che garantiscano da eventi con tempi di ritorno superiore 200 anni tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravii di pericolosità su altre aree

*-Fattibilità senza particolari limitazioni (F.I.1)*

non si richiedono specifiche condizioni per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia

### -13) Fattibilità geologica e idraulica per interventi esterni alle aree urbane e UTOE

Per le previste possibilità di interventi edilizi e urbanistici in aree di “territorio aperto”, sono state definiti i due seguenti abachi che permettono di determinare le classi di fattibilità geologica ed idraulica per l’intero territorio comunale, con esclusione della pericolosità sismica, definita solo per i centri urbani ed UTOE:

TIPO DI INTERVENTO EDILIZIO / URBANISTICO	PERICOLOSITA' GEOLOGICA			
	PG1	PG2	PG3	PG4
	FATTIBILITA' GEOLOGICA			
1) Scavi e rinterri di qualsiasi genere	II	II	III	IV
2) Manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, interventi di conservazione e/o ripristino delle caratteristiche tradizionali del manufatto ed altri interventi che non comportino sovraccarichi sulle fondazioni	I	I	I	I
3) Ampliamenti, sopraelevazioni ed altri interventi che comportino modesti sovraccarichi sulle fondazioni e nuovi modesti carichi	II	II	II	III
4) Consistenti ampliamenti e sopraelevazioni, nuovi edifici, demolizione e ricostruzione e altri interventi che comportino nuovi cospicui carichi sul terreno o forti sovraccarichi sulle fondazioni	II	II	III	IV
5) Verde pubblico attrezzato e aree di sosta: a) per le parti a verde b) per piccoli edifici a servizio	I II	I II	I III	I IV
6) Parchi pubblici e zone destinate a verde pubblico attrezzato e impianti sportivi all'aperto: a) per le parti a verde; b) per sistemazioni esterne e movimenti in terra; c) per edifici di servizio (tribune, spogliatoi, costruzioni accessorie).	I II II	I II II	I III III	I IV IV
7) Zone destinate a parco fluviale o parco urbano: a) sistemazioni a verde, attrezzature per sport all'aperto e tempo	I	I	I	I

TIPO DI INTERVENTO EDILIZIO / URBANISTICO	PERICOLOSITA' GEOLOGICA			
	PG1	PG2	PG3	PG4
	FATTIBILITA' GEOLOGICA			
libero; b) per piccoli edifici a servizio.	II	II	III	IV
8) Aree destinate all'ampliamento di sede stradale esistente o alla realizzazione di nuovi brevi tratti di viabilità di ingresso, servizio o per il miglioramento dell'attuale viabilità di accesso a zone destinate all'edificazione.	II	II	III	IV
9) Aree destinate a parcheggi pubblici e/o privati: a) realizzate col mantenimento delle attuali quote b) realizzate con sbancamenti fino a 2.5 m c) realizzate con sbancamenti superiori a 2.5 m o in sotterraneo	II II II	II II II	III III III	IV IV IV
10) Aree a verde privato: a) orti, giardini, forni, gazebo, pergolati, fontane, pozzi b) garage, parcheggi pertinenziali, box auto	I II	I II	I III	I IV
11) Corridoi infrastrutturali fasce di territorio sottoposte a vincolo in funzione di un futuro utilizzo per viabilità principali;	II	II	III	IV
12) Aree destinate a piccoli edifici e impianti di servizio (acquedotto, adduzione e distribuzione gas, cabine trasformazioni (ENEL, impianti telefonia satellitare).	II	II	II	III
13) Restauro su edifici di valore storico architettonico e culturale, risanamento conservativo su edifici di valore storico (con interventi fino alla ristrutturazione edilizia), ristrutturazione edilizia con rialzamento della copertura per adeguamenti strutturali e/o funzionali	I	I	I	I
14) Demolizione senza ricostruzione, ristrutturazione edilizia per adeguamento igienico-sanitario	I	I	I	I
15) Ristrutturazione edilizia con incremento volumetrico, anche tramite completa demolizione e ricostruzione	II	II	III	IV

TIPO DI INTERVENTO EDILIZIO / URBANISTICO	PERICOLOSITA' GEOLOGICA			
	PG1	PG2	PG3	PG4
	FATTIBILITA' GEOLOGICA			
16) Ristrutturazione edilizia con rialzamento di un piano senza aumento di sup. coperta anche mediante demolizione e ricostruzione	II	II	III	IV
17) Ristrutturazione edilizia per riorganizzazione e ampliamento dei locali accessori	II	II	III	IV
18) Coltivazioni specializzate	I	I	I	I
19) Realizzazione di nuovi edifici rurali ad uso abitativo	II	II	III	IV
20) Realizzazione di annessi agricoli, manufatti per alloggio bestiame e trasformazione e conservazione dei prodotti agricoli, ecc.	II	II	III	IV
21) Realizzazione di recinti per bestiame:				
a) senza volumi accessori;	I	I	I	I
b) con volumi accessori (tettoie, scuderie e altri annessi di servizio)	II	II	II	III
22) Realizzazione di serre con copertura permanente e altri manufatti precari utili alla conduzione del fondo	I	II	III	IV
23) Realizzazione di invasi e/o laghetti collinari	II	III	III	IV
24) Realizzazione di piccoli impianti sportivi, parcheggi interrati e piscine all'aperto	II	II	III	IV
25) Depositi GPL	I	I	II	III
26) Torri antincendio, rimesse per attrezzi e mezzi soccorso antincendio e locali di ristoro	I	II	III	IV
27) Opere di urbanizzazione primaria e secondaria	II	II	III	IV
28) Sottopassi e/o sovrappassi	II	II	III	IV
29) Acquedotti e/o fognature	I	II	III	IV

TIPO DI INTERVENTO EDILIZIO / URBANISTICO	PERICOLOSITA' GEOLOGICA			
	PG1	PG2	PG3	PG4
	FATTIBILITA' GEOLOGICA			
30) Sbancamenti e movimenti consistenti di terra, trasformazione di assetti del territorio con modifiche al profilo morfologico; sistemazioni agrarie che comportino movimenti di terra	II	III	III	IV

TIPO DI INTERVENTO EDILIZIO / URBANISTICO	PERICOLOSITA' IDRAULICA			
	PI1	PI2	PI3	PI4
	FATTIBILITA' IDRAULICA			
1) Manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, interventi di conservazione e/o ripristino delle caratteristiche tradizionali del manufatto, ristrutturazione edilizia senza ampliamenti e senza aumento del carico urbanistico.	I	I	I	I
2) Ristrutturazione edilizia senza ampliamenti di superficie coperta e volumetria, con aumento del carico urbanistico.	I	I	III	IV
3) Demolizione senza ricostruzione.	I	I	I	I
4) Demolizione e ricostruzione, ristrutturazione urbanistica senza aumento di volumetria e superficie coperta.	I	II	III	IV
5) Nuovi edifici, parcheggi, viabilità, ampliamenti di superficie coperta e volumetria anche con intervento di ristrutturazione urbanistica.	I	II	III	IV
6) Riporti.	I	II	III	IV
7) Corridoi infrastrutturali destinati alla realizzazione di nuova viabilità.	I	II	III	IV
8) Impianti sportivi e verde pubblico attrezzato senza nuove volumetrie.	I	II	III	IV

#### -14) Validazione della qualità della Carta MOPS

La qualità della carta è stata determinata facendo riferimento alla Tabella 1, della citata deliberazione.

Le aree dei centri urbani e delle UTOE, sono state suddivise in n° 52 celle quadrate, ciascuna di lato uguale a 250 metri, orientate N-S E-W.

Fra tutte le indagini, sono state considerate le seguenti, con postazioni interne al reticolo:

n° 41 sondaggi a distruzione (34 pozzi ; 7 trincee)

“ 2 sondaggi a carotaggio continuo

“ 9 indagini geofisiche (1 Sev ; 4 Masw; 4 profili onde P-SH)

“ 21 prove penetrometriche (13 statiche; 8 dinamiche leggere)

L'acquisizione dei dati relativi alle frequenze di risonanza stratigrafica, è stata fatta mediante n° 30 misurazioni tromometriche.

Nella citata Tabella 1 sono riportati n° 6 parametri con relativo peso, variabile fra 0,25 e 1,0.

Per ciascun parametro sono stati previsti tre indicatori tutti di peso uguale a 0,33.

Ad ogni indicatore è stato assegnato il punteggio di 0,33 (basso), 0,66 (medio), 1(alto), dipendentemente dal numero e dalle specifiche qualità del parametro considerato.

Ciascun punteggio è stato infine moltiplicato per il peso corrispondente al medesimo parametro con i seguenti risultati:

( parametro)	(peso)	(anno) 2006	(scala) 1:5.000	(allegata al piano urbanistico)	
Carta geologico-tecnica	1	x	[1x 0,33 + 1 x 0,33 + 0,66 x 0,33]		<b>Tot. 0,88</b>
		(numero <b>prove</b> )	(numero celle)	(fino a substrato)	
		41	26	30	
Sondaggi a distruzione	0,50	x	[1 x 0,33 + 0,66 x 0,33 + 1 x 0,33]		<b>Tot. 0,44</b>
		2	2	2	
Sondaggi geognostici	1	x	[0,33 x 0,33 + 0,33 x 0,33 + 0,33 x 0,33]		<b>Tot 0,33</b>
		9	7	9	
Indagini geofisiche	0,50	x	[0,33 x 0,33 + 0,33 x 0,33 + 0,66 x 0,33]		<b>Tot. 0,22</b>

Prove geotecniche	0,25 x	21 [ 1 x 0,33	11 + 0,33 x 0,33	4 + 0,33 x 0,33]	<b>Tot. 0,14</b>
		(numero prove)	(numero celle)	(classe A)	
Tromometrie	0,75 x	29 [ 1 x 0,33	26 + 0,6 x 0,33	24 + 1 x 0,33 ]	<b>Tot. 0,66</b>

Si è infine determinato il fattore qualità (FQ %) con la seguente formula:

$$FQ = 100/4 \left[ \sum_{I=1}^I P_i \right] \left\{ \sum_{j=1}^{J_i} S_{ij}/J_i \right\}$$

dove:

I = numero dei parametri

J<sub>i</sub> = numero di indicatori relativi al parametro i-esimo

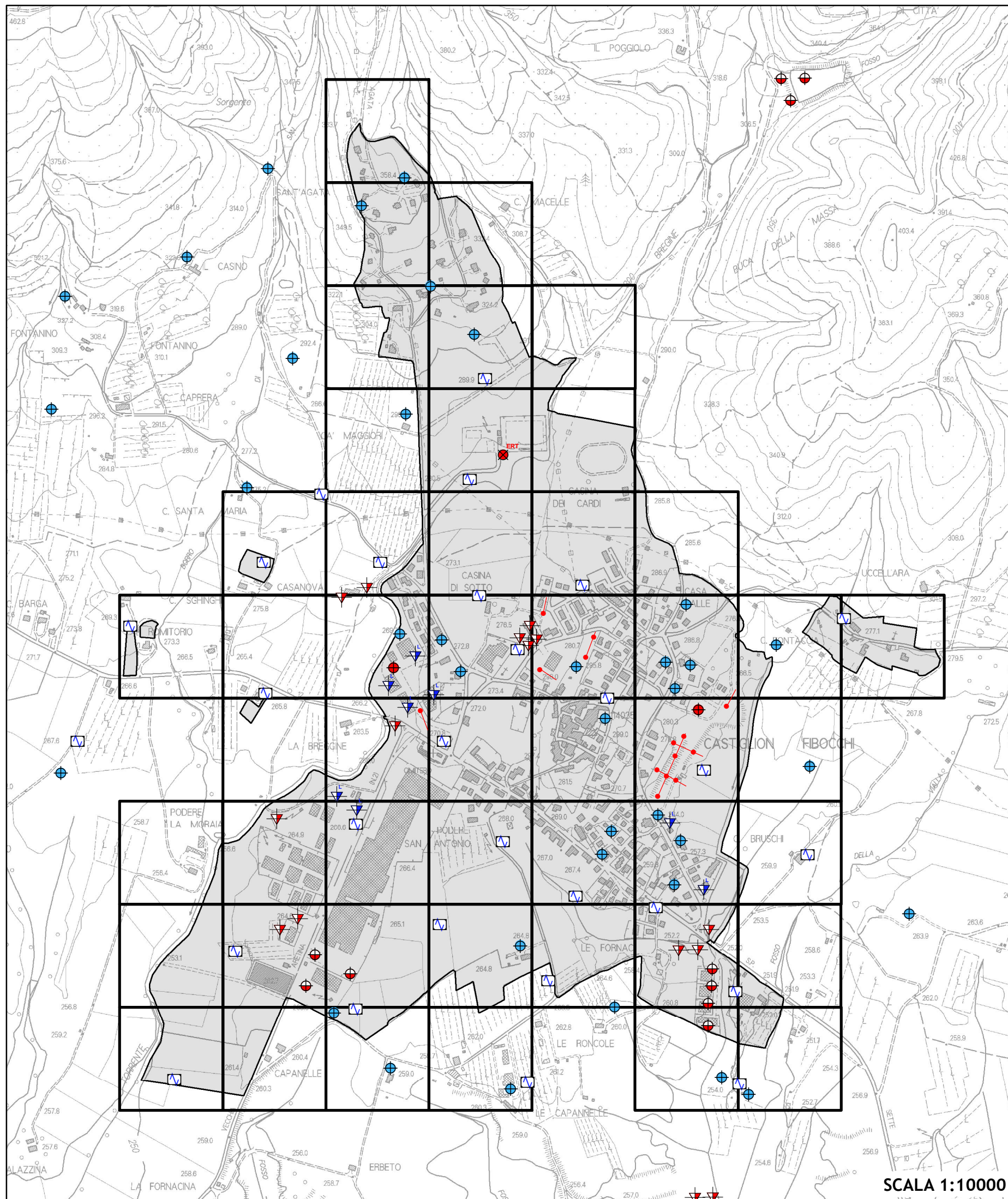
P<sub>i</sub> = peso del parametro i-esimo

S<sub>ij</sub> = punteggio relativo all'indicatore j-esimo del parametro i-esimo












$$FQ = 100/4 ( 0,88 + 0,44 + 0,33 + 0,22 + 0,14 + 0,66 ) = \mathbf{72,25 \%}$$

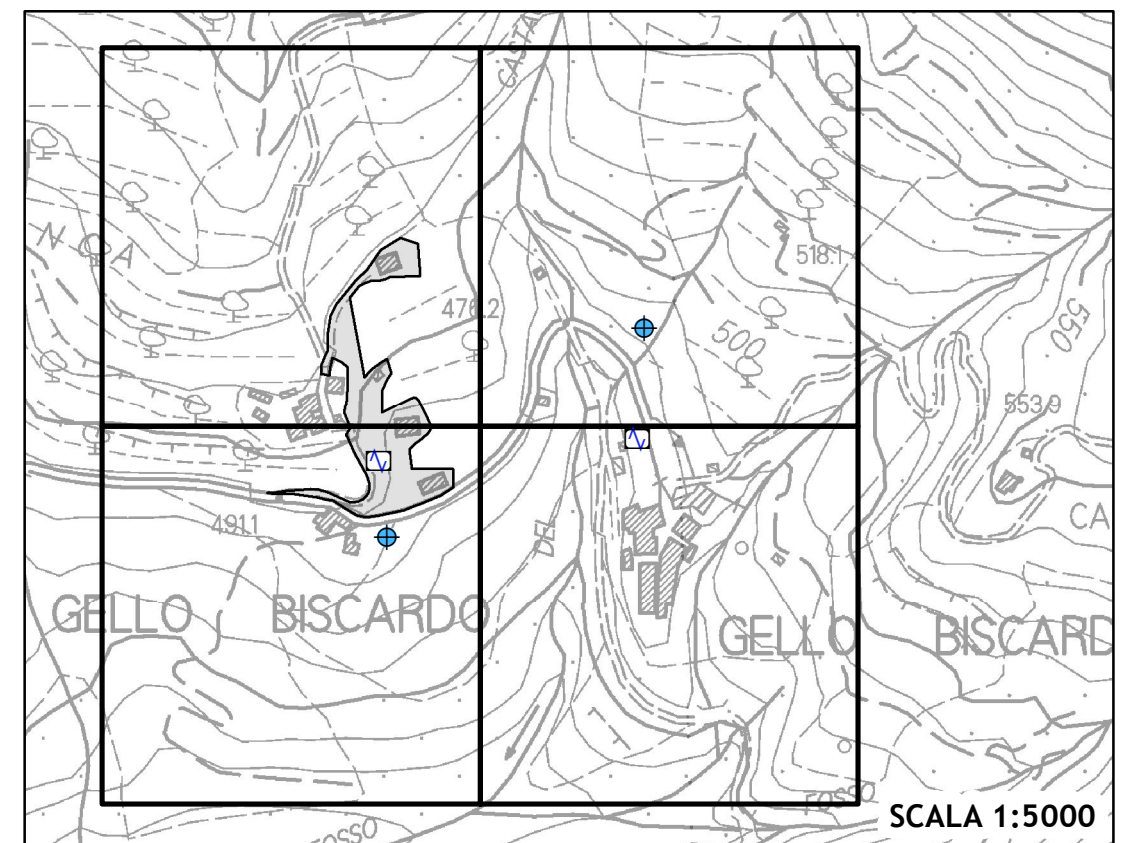
Il risultato ottenuto fa inserire la Carta MOPS in Classe B.

# RETICOLATO PER LA DETERMINAZIONE, CON PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA, DELLA QUALITA' DELLA CARTA MOPS



SCALA 1:10000

-  cella con lato di 250 metri (n° 52)
-  UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali
-  CPT - prova penetrometrica statica con punta meccanica
-  DL - prova penetrometrica dinamica leggera
-  ERT - verticale lungo la tomografia elettrica
-  HVSR - stazione microtremore singola
-  PA - pozzo per acqua
-  SS - sondaggio a carotaggio continuo
-  T - trincea o pozzetto esplorativo
-  SR - verticale lungo il profilo sismico a rifrazione
-  stese simiche



SCALA 1:5000



## **-15) Suscettibilità alla liquefazione**

I terreni che in caso di sisma sono potenzialmente liquefacibili per le loro caratteristiche granulometriche e per situazioni idrogeologiche locali, sono presenti nelle aree di affioramento delle Conoidi di deiezione e delle unità stratigrafiche dei Limi di Latereto e Pian di Tegna

Per un'attendibile valutazione del fenomeno si è utilizzato il metodo di calcolo degli autori Robertson e Wride (1998), elaborato nel programma Liquefazione dei terreni del Geol. Sebastiano G. Monaco EPC-Editore Roma.

Tale metodo tiene conto dei risultati acquisiti con le prove penetrometriche di tipo statico.(CPT).

Fra le diverse indagini in situ, quelle CPT vengono considerate le più valide, in considerazione del fatto che l'attrezzatura utilizzata per la loro esecuzione, è ormai ben standardizzata, e consente, per ciascun tratto d'infissione di 20 cm, una rapida acquisizione dei valori della resistenza alla punta (Rp) e di quella laterale locale (Rl), prescindendo dalle capacità dell'operatore.

La suscettibilità alla liquefazione di un determinato tipo di terreno, viene determinata attraverso la definizione del seguente fattore di sicurezza:

$$F_s = CRR/CSR$$

CRR rappresenta la capacità di resistenza alla liquefazione (Cyclic Resistance Ratio) e CSR la sollecitazione ciclica indotta dall'azione del terremoto (Cyclic Stress Ratio).

Secondo gli autori, in un deposito sedimentario si avrà possibilità di liquefazione con  $F_s < 1,0$ , che diviene pari a 1,25 in base alle NTC 2008.

Per la determinazione della magnitudo dell'evento sismico, richiesta dal programma di calcolo, si è fatto riferimento ai dati storici, dai quali è risultato che i terremoti più significativi, sono quelli con epicentro nella valle del Tevere, classificata come la zona geodinamicamente più attiva.

Ai fini della suscettibilità alla liquefazione nel territorio comunale, sono stati considerati gli effetti indotti causati dal terremoto del 26 aprile 1917 avvenuto

in comune di Monterchi con magnitudo  $M = 5,89$ , intensità MCS = IX-X, e area epicentrale distante  $\sim 30$  Km.

Per quanto attiene all' accelerazione massima di superficie,  $a_{max} = 0,22g$ , si è fatto riferimento al valore fornito dal foglio di calcolo Spettri NTC 1.03, del Consiglio Superiore dei LL.PP.

E' stato considerato un tempo di ritorno  $Tr = 475$  anni, associato allo stato limite SLV, con coefficienti di amplificazione topografica ( $St = 1$ ) e stratigrafica ( $Ss = 1,49$ ).

Le valutazioni sono state eseguite in corrispondenza delle seguenti prove penetrometriche:

CPT 1 ( m 8,6); CPT3 (m15,8) ;CPT11 (m8), con postazioni sulle aree di conoide.

CPT3 (m8); CPT14 (m8), con postazioni sulle aree di affioramento dei Limi di Latereto e Pian di Tegna

Dalle alleggate tabelle di analisi, risulta che in tutte e cinque le verticali indagate, il rischio di liquefazione è risultato **molto basso** (Iwasaki et al.), in quanto si è avuto costantemente  $F_s > 1,25$ .

(Dott.Geol.Giorgio Francini)

Arezzo, 12 gennaio 2015