

**PIANO COMPLESSO D'INTERVENTO SD2  
I LUOGHI DELLA CULTURA  
COMUNE DI VOLTERRA**

<b>Geol. Francesca Franchi</b>	<p style="text-align: center;"><b><u>RELAZIONE GEOLOGICA</u></b></p> <p style="text-align: center;">modificata in accoglimento delle osservazioni mosse dall'Ufficio Tecnico del Genio Civile - <i>Protocollo AOO-GRT/148357</i></p>
<b>Geol. Emilio Pistilli</b>	DATA: <u>Luglio 2013</u>
	COMMITTENTE: <b><u>Amm.ne Com.le di Volterra</u></b>
Collaboratore <b>Geol. Roberto Mattei</b>	<p style="text-align: center;"><b>GEOPROGETTI</b> <i>studio associato</i></p> <p>Viale Europa, 25/A 56025 PONTEDERA (PI) tel./fax 0587 54001 E-mail <a href="mailto:geoprogetti.franchi@iol.it">geoprogetti.franchi@iol.it</a></p>

**PIANO COMPLESSO D'INTERVENTO SD2  
I LUOGHI DELLA CULTURA  
COMUNE DI VOLTERRA**

INDAGINE GEOLOGICA

---

**PREMESSA**

La presente relazione riferisce gli esiti dell'indagine geologica condotta a supporto della Variante al Regolamento Urbanistico del Comune di Volterra redatta dall'Architetto Antonio Mugnai, con riguardo alle sole zone urbanistiche localizzate nelle aree urbane cui sono apportate modifiche significative, rilevanti sotto l'aspetto geologico, idraulico e sismico.

Il quadro conoscitivo del presente lavoro è rappresentato dalle indagini geologiche condotte a supporto dello Strumento Urbanistico vigente, costituito dagli studi condotti nell'ambito del Piano Strutturale (marzo 2005), del Regolamento Urbanistico (redatto ai sensi del D.P.G.R. n. 26/r - novembre 2008), dell'analisi dell'assetto geologico e geomorfologico del versante Sud dell'abitato di Volterra (giugno 2010) e di alcune varianti puntuali, oltre che dalle cartografie redatte dalle Autorità di Bacino del Fiume Arno e del Bacino Toscana Costa nell'ambito dei relativi Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Lo studio è stato condotto in ottemperanza del Decreto del Presidente della Giunta Regionale n.53/R del 25 Ottobre 2011 "Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche", nel rispetto delle norme dei PAI delle Autorità di Bacino del Fiume Arno e del Bacino Toscana Costa, della D.C.R.T. n.72 del 24/07/07 di approvazione del nuovo Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.) della Regione Toscana e della D.C.P. n.100 del 27/07/06 di approvazione del nuovo Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.) della Provincia di Pisa.

## 1 - OGGETTO DELLA VARIANTE

Nell'ambito della Variante proposta dall'Amministrazione Comunale, abbiamo esaminato le aree interessate da trasformazioni urbanistiche significative, verificando ed aggiornando le condizioni di pericolosità e stabilendo, se del caso, le condizioni alla trasformazione.

L'atto di governo del territorio con il quale si attua la presente variante è il Piano Complesso d'intervento. Con tale strumento, il Comune disciplina l'attività urbanistica ed edilizia ai sensi dell'art. 56 della L.R. 03/01/2005 n.1 per le trasformazioni del territorio che richiedono l'esecuzione programmata e contestuale di interventi pubblici e privati.

In particolare, il Piano Complesso di Intervento in oggetto si sviluppa all'interno del perimetro dello Schema Direttore SD2: i luoghi della cultura, individuato in sede di Regolamento Urbanistico.

Lo schema direttore SD2 si articola nella città storica lungo uno dei due tracciati più antichi di collegamento tra Porta a Selci e S. Giusto e nella città moderna verso l'ex Stazione ferroviaria, fino al complesso del Chiarugi, attraversando l'area ospedaliera.

All'interno del Piano complesso d'intervento, sono stati individuati quattro stralci funzionali, indicati con numerazione progressiva da 1 a 4.

All'interno dello **stralcio 1** è stato individuato un progetto norma denominato PN2.1-Docciola che si sviluppa nella zona compresa tra la Porta Marcoli, la Porta di Docciola ed il sottostante Botro di Docciola.

Il progetto prevede l'individuazione di un'area per un parcheggio interrato con integrato impianto di risalita meccanizzato per l'accesso al centro storico ed "area eventi e feste" a Docciola.

L'obiettivo è il miglioramento del sistema di scambio mobilità meccanizzata-mobilità pedonale per l'accessibilità al centro storico, da ottenersi attraverso 4 interventi:

1. realizzazione di un parcheggio interrato su quattro livelli e di un impianto di risalita meccanizzata per l'accesso al centro storico con arrivo su via Porta Marcoli.
2. riqualificazione e la sistemazione dell'area a valle della Porta di Docciola, attualmente adibita a parcheggio a raso, in "area eventi e feste"
3. realizzazione di un sentiero lungo la direttrice del Botro di Docciola
4. realizzazione di un parcheggio interrato ad uso residenti nell'area tra Via Porta Marcoli e le mura e di uno spazio polivalente in collegamento con il museo Guarnacci

Lo **stralcio 2** prevede un progetto norma denominato PN2.2-Dalla Stazione alla Badia (stralcio 2a) e la riqualificazione di un percorso di attraversamento del centro abitato (stralcio 2b).

Il progetto norma PN2-2 si sviluppa principalmente nella zona della Stazione Autobus (ex stazione ferroviaria), Ulteriori tre interventi sono ubicati a distanza da tale area, in località Montebadoni, ed in corrispondenza delle Piazza Aveli e Piazza XX settembre.

L'obiettivo nell'area della stazione Autobus è la riqualificazione urbanistica dell'area dell'ex

stazione ferroviaria. In località Montebradoni è invece previsto l'inserimento di un'area destinata a parcheggio, per le due piazze è invece prevista la riqualificazione con interventi di entità non rilevanti dal punto di vista geologico

In particolare il Progetto Norma prevede è suddiviso in 7 interventi:

- Intervento 1: riconversione funzionale dell'edificio ex stazione ferroviaria e relativa area di pertinenza
- Intervento 2: realizzazione di un parcheggio interrato su due livelli per autovetture e di un nuovo terminal autobus turistici, in parte coperto
- Intervento 3: realizzazione di un parcheggio interrato su due livelli e realizzazione di un parcheggio a raso per autovetture e/o riqualificazione funzionale dell'area per la manutenzione e deposito autobus di linea
- Intervento 4: nuova area di edificazione residenziale da attuarsi a completamento dell'insediamento già esistente
- Intervento 5: riqualificazione della piazza XX settembre
- Intervento 6: riqualificazione di piazza degli Avelli
- Intervento 7: realizzazione di un parcheggio a raso in località Montebradoni

Gli stralci 3 e 4 prevedono interventi minori, in particolare:

Lo **stralcio 3**, denominato "la cittadella della cultura", prevede interventi di recupero e ristrutturazione di due complessi monumentali, la Badia e l'ex conservatorio di San Pietro, unitamente ad interventi di manutenzione dei giardini di pertinenza dei due complessi.

Lo **stralcio 4** denominato "il Chiarugi", ha come obiettivo la salvaguardia del complesso architettonico ubicato all'interno dell'area ospedaliera di Santa Chiara denominato Chiarugi, che ha le caratteristiche per essere considerata una struttura di pregio architettonico.

L'analisi delle condizioni locali riguardanti le trasformazioni urbanistiche in esame, è riportata sotto forma di schede monografiche all'interno della presente relazione.

Per tutto quanto non è oggetto del presente lavoro, restano valide le condizioni alla trasformazione contenute negli Atti di Governo del Territorio che le hanno interessate (Regolamento Urbanistico del 2008).

## **2 - METODOLOGIA DI STUDIO**

La legge Regionale 1/2005 all'art.62, comma 2, prevede che *"in sede di formazione del Regolamento Urbanistico siano effettuate, ai sensi del comma 1, indagini ed approfondimenti al quadro conoscitivo atte a verificare la fattibilità delle previsioni"*.

Nel definire la fattibilità degli interventi ci siamo attenuti ai criteri indicati dal D.P.G.R.T. n.53/R (allegato A - capitolo 3).

Ciò ha comportato la necessità di rivisitare (per adeguare alla normativa recente) le Carte del Quadro Conoscitivo e le Carte di Pericolosità da esse discendenti, contenute nel Regolamento Urbanistico e redatte il secondo D.P.G.R. n. 26/r.

Il nuovo studio si è articolato nel modo seguente:

- acquisizione dei risultati degli studi geologici contenuti nell'archivio comunale e riferiti ad aree limitrofe a quelle in esame, con particolare riguardo alle indagini sismiche e/o geognostiche;
- verifica ed approfondimento degli elementi di conoscenza geologico-strutturali e geomorfologici attraverso nuovi controlli sul terreno, con particolare attenzione alle situazioni critiche in evoluzione;
- caratterizzazione delle unità litostratigrafiche costituenti la struttura geologica sotto il profilo litotecnico, a partire dai dati puntuali disponibili;
- esecuzione di due sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni nell'area del parcheggio di Docciola. Sui campioni prelevati sono stati eseguite analisi di tipo ambientale;
- esecuzione di una campagna di indagine geofisica volta alla definizione delle frequenze fondamentali dei depositi, come disposto nell'allegato A "specifiche tecniche" dell'o.d.p.c.m. 3907/2010, e del valore della velocità delle onde sismiche  $V_{s30}$ , utile per la classificazione dei terreni nelle categorie di suolo identificate nell'Ordinanza 3274/2003;
- zonizzazione del territorio comunale sulla base delle caratteristiche relative alla "pericolosità geomorfologica", alla "pericolosità idraulica", alla "pericolosità sismica" ed alla "vulnerabilità idrogeologica";
- redazione della carta di fattibilità ai sensi di quanto indicato nel D.P.G.R. n.53/R.

### **3 – PERICOLOSITA' GEOLOGICA**

La Carta della Pericolosità Geologica tiene conto del grado di attività degli elementi geomorfologici individuati sul territorio, ed individua come stabilito dal D.P.G.R. 25 ottobre 2011 n. 53/r, 4 Classi di Pericolosità:

#### **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.

Nella gran parte dei casi, la pericolosità attribuita in questa sede alle aree di variante conferma le indicazioni già contenute nel RU. Fanno eccezione alcune zone nelle quali gli approfondimenti di indagine eseguiti in questa sede e la maggior attenzione richiesta nella recente normativa alla presenza di corpi detritici, hanno reso necessaria l'attribuzione della classe G3 a fronte di un precedente inserimento nella classe G2.

Relativamente alle indicazioni di pericolosità fornite dai PAI, si precisa che:

1. per le aree ricadenti nella porzione di territorio normata dal PAI Bacino Fiume Arno, una porzione dell'area individuata nello stralcio 3, relativamente alla zona a verde che si estende a sud della Badia, ricade in pericolosità molto elevata. In tale area, non è previsto comunque nessun intervento, se non la manutenzione della zona a verde.
2. Una piccola porzione del tratto finale del sentiero lungo la direttrice del Botro Di Doccia (intervento 2 del PN2.1 Doccia), ed una piccola area dell'area di variante dello stralcio 4 (Chiarugi), ricadono all'interno della pericolosità elevata PF3, in quanto interferiscono con l'area d'influenza di due frane quiescenti. Anche in questi casi, in queste zone non è previsto alcun intervento edificatorio.
3. Per la porzione di territorio di competenza del PAI Bacino Toscana Costa, nessun intervento ricade nelle zone perimetrate a pericolosità molto elevata PFME. La parte del PN2.2-Dalla Stazione alla Badia, compresa nella zona dell'ex stazione ferroviaria, ricade per la quasi totalità all'interno della classe di pericolosità elevata PFE, non per la presenza di frane quiescenti, ma per il primo spessore di sottosuolo che è costituito da un corpo detritico con spessori di poco inferiori ai 10 metri.

#### **4 – PERICOLOSITA' IDRAULICA**

La totalità delle zone esaminate ricade in un contesto collinare per cui a queste aree è stata attribuita la classe di pericolosità bassa I1, non producendo estratti al riguardo.

Fa eccezione la previsione del percorso pedonale da realizzarsi a valle dello spazio feste (intervento 3 – PN2.1-Docciola) che comprende anche il corso del Botro di Docciola, ricadente nella classe di Pericolosità Idraulica molto elevata I4. Per questa zona, considerando la tipologia dell'intervento e la piccola dimensione dell'asta fluviale, è stata riprodotta la carta di pericolosità idraulica a partire dalla perimetrazione redatta nel corso del Regolamento Urbanistico alla scala 1:10.000, sulla base di criteri morfologici, e riadattandola sulla C.T.R. In scala 1:2.000.

Nel rispetto del D.P.G.R. 53/r le classe individuate sono le seguenti:

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

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)**

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)**

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.

## 5 – CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

La metodologia di lavoro da mettere in atto in sede di pianificazione urbanistica per la valutazione degli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico, è definita da una specifica direttiva della Giunta Regionale Toscana la quale introduce la carta delle *microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* da redigere secondo le specifiche tecniche definite dagli ICMS (indirizzi e criteri per la microzonazione sismica) redatte dal dipartimento della Protezione Civile, e dall'o.d.p.c.m. 3907/2010 (allegato A).

L'obiettivo degli studi di microzonazione sismica è quello di individuare le zone in cui le condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, per le infrastrutture e per l'ambiente.

In relazione ai diversi contesti geologico-tecnici, alla pericolosità sismica di base ed in funzione dei diversi obiettivi degli studi di MS, sono stati individuati tre livelli di approfondimento con complessità ed impegno crescente.

In sede di pianificazione territoriale viene richiesto di eseguire almeno gli studi di livello 1, che sono propedeutici ai successivi, e che consistono in una raccolta organica e ragionata dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale livello è finalizzato alla realizzazione della carta delle "Microzone Omogenee in prospettiva sismica" (MOPS) nelle quali è prevedibile l'occorrenza delle stesse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica.

Nello specifico, a supporto della stesura della carta di primo livello, è necessario individuare le:

- *zone nelle quali non sono previste significative modifiche dello scuotimento che l'evento sismico causerebbe su terreni rigidi e pianeggianti;*
- *zone nelle quali lo scuotimento è amplificato per stratigrafia, topografia e per morfologie sepolte;*
- *zone suscettibili di frane in terreni e in roccia;*
- *zone suscettibili di liquefazioni e/o addensamento;*
- *zone interessate da faglie attive e capaci e/o strutture tettoniche;*
- *zone interessate da cedimenti diffusi e differenziali;*
- *zone di contatto tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti*

Dall'analisi delle specifiche tecniche e dei criteri per la redazione della carta MOPS, ed anche dalla lettura della procedura semi quantitativa per stabilire la qualità della carta, appare chiaro che tale carta, da elaborare in sede di pianificazione territoriale, deve riferirsi a grandi areali quali le principali UTOE abitative e le zone industriali maggiormente

significative.

Per sua natura dunque tale carta mal si adatta ad analisi puntuali quali quelle concernenti le varianti in esame.

Tuttavia, allo scopo di produrre un elaborato che fosse coerente con le normative di recente emanazione, abbiamo ritenuto di poter elaborare la carta MOPS per le zone di variante tenendo comunque conto del contesto geologico geomorfologico e sismico in un ampio intorno, raccogliendo tutti i dati geotecnici e sismici a disposizione ed eseguendo una nuova campagna di indagini sismiche.

Nelle aree di variante sono stati così eseguiti 6 sondaggi tromometrici ed un profilo sismico del tipo MASW. Tali indagini sono comprese all'interno di una campagna sismica più ampia che ha visto l'esecuzione di numerosi altri sondaggi tromometrici e profili del tipo MASW all'interno dell'abitato di Volterra. Per la lettura completa dei dati si rimanda all'Allegato (Indagine sismica).

Dopo aver analizzato le indagini geognostiche e sismiche presenti in banca dati, ed aver integrato le stesse con i dati derivati dalle nuove indagini sismiche condotte, sono stati definiti gli areali riconducibili alla stessa successione stratigrafica, caratterizzata dalla presenza di 8 litotipi principali come indicato nella parte delle Appendici relative alla pericolosità sismica.

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

#### ***ZONA 1 - VERSANTE NORD DI VOLTERRA – CALCARENITI O SABBIE DI SAN GIUSTO SUBAFFIORANTI***

In questa zona abbiamo inserito le aree di variante ricadenti lungo il versante nord di Volterra (PN2.1 Docciola) e quella subito a monte dell'abitato di Montebradoni.

In queste zone i depositi pliocenici delle Calcareniti di Volterra o delle sabbie di San Giusto sono subaffioranti o sormontati da sottili spessori di coltri alterate.

La colonna stratigrafica tipo è rappresentata da un primo spessore di calcareniti di circa 20-25 metri, al di sotto del quale si estendono le sabbie di San Giusto con spessori compresi tra 40 e 50 metri che giacciono a loro volta al di sopra delle argille grigie plioceniche.

Nessuna di queste litologie rappresenta il Bedrock sismico, in quanto è stato osservato che le Vs si mantengono costantemente al di sotto di 600 m/s per alcune decine di metri.

Inoltre le misure tromometriche effettuate non evidenziano contrasti di impedenza sismica significativa e picchi di amplificazioni nel campo H/V tra queste litologie.

I massimi del rapporto H/V alle frequenze di circa 0.3-0,5 Hz costantemente presenti sono da riferirsi al contatto tra il pliocene e le successioni mioceniche e premioceniche che si potrebbe collocare a circa 400-500 metri di profondità.

## **5.2 – ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'**

In queste zone gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio, non escludendo anche la possibilità di fenomeni di amplificazione del moto.

Relativamente alle zone indagate abbiamo individuato le seguenti categorie di effetti deformativi:

### ***CEDIMENTI DIFFERENZIALI (CD)***

Negli ICMS, relativamente ai cedimenti differenziali, è richiamata la necessità di individuare *“le aree di contatto stratigrafico o tettonico di litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse”*.

Nel D.P.G.R. 53/R viene invece specificato che debbono essere individuati i *“terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali”* oltre alle *“zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti”*.

In questa categoria sono state perciò inserite le zone nelle quali abbiamo riscontrato la presenza di coltri detritiche con spessori consistenti (più di 4 metri), quelle con presenza di terreni alluvionali soffici, e quelle nelle quali la condizione geologica della prima porzione di sottosuolo appare complicata a causa della presenza contemporanea di più litotipi.

In particolare abbiamo distinto 3 sottozone, in base alle relative colonne stratigrafiche tipo, nelle quali gli effetti sismici attesi sulle strutture possono essere ricondotti a cedimenti differenziali.

**CD1:** in questa zona rientrano parte delle aree di variante comprese nel PN2.1 Docciola, nelle quali è stato riscontrato un primo spessore di coltre detritica, che poggia al di sopra della formazione delle Sabbie di San Giusto, a loro volta sovrastanti le argille grigie plioceniche.

Vista la posizione stratigrafica di queste aree, che si ubicano al di sopra del complesso argilloso pliocenico, ed all'interno dei depositi granulari delle calcareniti e delle sabbie di San Giusto, la coltre detritica ha una componente sabbiosa prevalente, con presenza sia di litici di piccole dimensioni che di blocchi di calcari e sabbie cementate.

**CD2:** in questa zona rientrano le aree di variante che si affacciano sul versante sud di Volterra, in corrispondenza dell'ex stazione ferroviaria. In quest'area il sottosuolo è caratterizzato da un primo spessore di coltre detritica a tessitura mista, da sabbiosa a limo argillosa, che poggia al di sopra delle argille grigie plioceniche. Non si esclude la presenza di litici e blocchi di maggiori dimensioni all'interno della coltre detritica derivanti dal disfacimento delle sabbie e delle calcareniti sovrastanti. L'incrocio dei dati sismici e geotecnici, unitamente alle analisi di laboratorio eseguite su diversi campioni di argille nel corso degli studi per l'analisi dell'assetto geologico e geomorfologico del versante Sud dell'abitato di Volterra (giugno 2010), ha evidenziato inoltre che nella gran parte dei casi i

primi metri delle argille grigie presentano mediocri caratteristiche geotecniche ed al loro interno possono svilupparsi superfici di scivolamento.

**CD4:** in questa zona rientra la gran parte delle aree individuate nel PN 2.1 Docciaola per la realizzazione del parcheggio interrato (intervento 5) e per la area eventi e feste collocata nell'attuale parcheggio a raso (intervento 6). In queste aree, in passato sono stati riportati notevoli spessori di materiale di riporto, costituito dagli scarti di lavorazione dell'alabastro, fino ad obliterare completamente l'originario andamento del fondovalle del Botro di Docciaola. Gli spessori massimi, valutati anche sulla base di due sondaggi a carotaggio continuo eseguiti a supporto della presente indagine, risultano essere di circa 16-18 metri.

La presente indagine è stata condotta in contemporanea con un'altra indagine di supporto ad una variante di monitoraggio redatta dall'Arch. Silvia Viviani che copre una maggiore variabilità di situazioni stratigrafiche.

Nel presente lavoro abbiamo ritenuto di dover conservare le dizioni utilizzate nella suddetta variante, per coerenza ed omogeneità, anche se non tutte le classi trovano rappresentazione nelle situazioni esaminate nella presente indagine.

#### Amplificazione topografica

Ricadono all'interno di questa categoria alcuni tratti di versante ubicati ai margini delle zone di variante con dislivelli di circa 30 metri che si generano su fronti di scarpate con pendenze medie superiori a 30°.

#### Amplificazione stratigrafica

Questa categoria è stata segnalata per la zona del PN 2.1-Docciaola nel quale è stato individuato un primo spessore di sottosuolo costituito dagli scarti di lavorazione dell'alabastro.

Le misure sismometriche effettuate, non danno risultati univoci sulla possibilità di amplificazione del moto sismico ed il substrato calcarenitico non si può considerare un "bedrock" sismico, in quanto le misure di Vs effettuate in questa litologia non raggiungono gli 800 m/s.

Tuttavia, la presenza di terreni di riporto con spessori entro 20 metri, che poggiano direttamente su litologie sabbiose ed arenacee da addensate a cementate, configura una condizione del sottosuolo per la quale i contrasti di velocità sismiche attesi sono tali da giustificare l'inserimento tra le zone con possibile amplificazione stratigrafica.

#### Liquefazione (Li)

Per le zone stabili, seppur suscettibili di amplificazioni locali (zone 1), si esclude la possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione in quanto sono caratterizzate da un substrato da addensato a cementato nei primissimi metri dal p.d.c.

Per le zone suscettibili di instabilità per cedimenti differenziali (CD), la possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione è stata esclusa per quelle aree in cui la coltre detritica è a componente mista argilloso-sabbiosa (CD2) o fortemente eterogenea (CD4).

Per le aree (CD1), nelle quali le condizioni stratigrafiche suggeriscono che le coltri detritiche siano a prevalenza sabbiosa, ma per le quali non abbiamo dati certi per la definizione delle curve granulometriche, sono state inserite nelle condizioni di fattibilità specifiche prescrizioni per l'approfondimento di tale tematica.

#### Instabilità di versante (FR)

in questa categoria sono state inseriti gli areali interessati da fenomeni di frana, classificati a seconda dello stato di attività in attivi o quiescenti.

## **6 – PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE**

Il D.P.G.R. 53/R individua quattro classi di pericolosità sismica, ottenute quali sintesi delle problematiche geologiche, geomorfologiche e sismiche individuate. Il grado di pericolosità del sito si ottiene sovrapponendo alla situazione locale (Tipologia della situazione presente) la Zona sismica di riferimento: nel nostro caso la zona 3. Utilizzando questo criterio sono state individuate quattro classi di pericolosità sismica e precisamente:

### **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.

### **Pericolosità sismica locale elevata (S.3)**

zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica; 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, caratterizzate 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, che 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.

## **7 – FATTIBILITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R**

La Fattibilità degli interventi è stata definita sulla base di quanto previsto dal D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R, che prevede la sua rappresentazione in 4 classi distinte in funzione dei diversi aspetti della pericolosità: geologica, idraulica e sismica. Oltre alle condizioni di fattibilità relative al D.P.G.R. n.53/R, nelle schede monografiche sono state inserite, nei casi necessari, ulteriori prescrizioni basate sulle condizioni geologiche, geomorfologiche e sismiche puntuali del sito.

Inoltre, nelle zone ricadenti nelle aree a Pericolosità elevata e molto elevata indicate nelle cartografie dei PAI Bacino Fiume Arno e Bacino Toscana Costa, valgono anche le normative di quest'ultimi strumenti di pianificazione.

### Classe F1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

1. 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.
2. Per gli interventi edilizi di modesto impatto che ricadono in questa classe, la caratterizzazione geotecnica del terreno a livello di progetto, può essere ottenuta per mezzo di raccolta di notizie; i calcoli geotecnici, di stabilità e la valutazione dei cedimenti possono essere omessi ma la validità delle soluzioni progettuali adottate deve essere motivata con un'apposita relazione.
3. Gli interventi di nuova edificazione, di Ristrutturazione Urbanistica, di Sostituzione Edilizia o di Ristrutturazione Edilizia (con variazione dell'entità e/o della distribuzione dei carichi sul terreno di fondazione) dovranno comunque essere supportati da specifiche ed adeguate indagini geognostiche, che amplino le conoscenze sulle caratteristiche litologiche e le problematiche evidenziate nelle cartografie tematiche inserite nel Quadro Conoscitivo dello Strumento Urbanistico.
4. Gli interventi previsti dallo strumento urbanistico sono attuabili senza particolari condizioni.

### Classe F2 - Fattibilità con normali vincoli

1. 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.
2. Il progetto deve basarsi su un'apposita indagine geognostica e/o idrologico-idraulica mirata a verificare a livello locale quanto indicato negli studi condotti a supporto dello strumento urbanistico vigente al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area nonché il funzionamento del sistema di scolo locale.
3. Gli interventi previsti dallo strumento urbanistico sono attuabili senza particolari condizioni.

### Classe F3 - Fattibilità condizionata

1. 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.
2. Sono richieste indagini di dettaglio condotte a livello di "area complessiva" sia come supporto alla redazione di strumenti urbanistici attuativi che nel caso sia ipotizzato un intervento diretto.
3. L'esecuzione di quanto previsto dai risultati di tali indagini in termini di interventi di attenuazione del rischio idraulico, bonifica, miglioramento dei terreni e/o tecniche fondazionali particolari devono costituire condizioni da recepire all'interno della richiesta del titolo abilitativo occorrente.
4. La documentazione da presentare a corredo della realizzazione dei progetti è la seguente.

Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità geologica, il progetto di intervento deve essere supportato da un'eshaustiva documentazione geologica esplicativa degli approfondimenti condotti ed al minimo composta da:

- carta geologica e geomorfologica di dettaglio;
- risultati di indagini geognostiche condotte per aumentare il grado di conoscenza delle caratteristiche litologiche e litotecniche del sottosuolo;
- sezioni quotate, possibilmente dedotte da un rilievo planoaltimetrico di dettaglio, che mostrino con precisione il rapporto tra morfologia attuale e morfologia di progetto;
- risultati di specifiche verifiche di stabilità del versante nelle condizioni attuali e di progetto qualora, nelle aree collinari, siano previsti consistenti operazioni di sbancamento e riporto;
- studio di dettaglio delle condizioni di stabilità del versante e del contesto idrogeologico, qualora siano previste immissioni di acque reflue nel suolo e nel sottosuolo mediante subirrigazione, fertirrigazione e spandimento di acque di vegetazione;
- un'analisi accurata delle problematiche rilevate e l'indicazione degli interventi per la mitigazione del rischio; tali interventi, 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 e prevenzione dei fenomeni, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;
- in presenza di interventi di messa in sicurezza dovranno essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto; 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. Potranno 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 abilitativi all'attività edilizia.

Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità idraulica, il progetto dell'intervento deve essere supportato da un'eshaustiva documentazione geologica ed idrologico-idraulica esplicativa degli approfondimenti condotti ed al minimo composta da:

- sezioni quotate, possibilmente dedotte da un rilievo planoaltimetrico di dettaglio, che mettano in evidenza la posizione e la quota dell'intervento in oggetto rispetto al battente idraulico indicato nel P.S.;
  - schema dettagliato del funzionamento del reticolo idrografico minore in un congruo intorno dell'area di intervento, se non trattasi di zone totalmente urbanizzate;
  - studio di dettaglio del contesto idrogeologico, qualora siano previste immissioni di acque reflue nel suolo e nel sottosuolo mediante subirrigazione, fertirrigazione e spandimento acque di vegetazione;
5. Nei casi in cui, per porsi in condizioni di sicurezza idraulica, siano previsti rialzamenti dei piani di calpestio, essi dovranno essere limitati ai fabbricati ed ai raccordi con i piazzali, salvo esigenze particolari indotte dalla necessità di collegamento con le adiacenti zone già urbanizzate.
  6. I Piani Attuativi che comportano nuove urbanizzazioni, dovranno definire la quota di sicurezza dei piani di calpestio dei locali al piano terra e dei piazzali a partire dalle quote di sicurezza individuate per l'intero comparto urbanistico. Sempre a livello di comparto urbanistico dovrà essere studiato il reticolo drenante delle aree circostanti ed individuato il ricettore finale delle acque bianche raccolte all'interno. Di tale ricettore dovrà essere definita l'area scolante e verificata l'adeguatezza in rapporto ai nuovi apporti d'acqua: se necessario, dovranno essere previsti interventi di ricalibratura del ricettore individuato.
  7. Qualunque altro intervento, anche di ristrutturazione senza aumento della superficie coperta, deve essere finalizzato alla mitigazione del livello di rischio accertato.
  8. Gli interventi previsti dallo strumento urbanistico sono attuabili alle condizioni precedentemente descritte.

#### Classe F4 - Fattibilità limitata

1. 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 in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, 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.
2. In queste aree sono da prevedersi, a supporto dell'intervento, specifiche indagini geognostiche e idrologico-idrauliche o quanto altro necessario per precisare i termini del problema; i risultati di tali studi dovranno essere considerati all'interno di un esauriente progetto degli interventi di consolidamento e bonifica, di miglioramento dei terreni e di un programma di controlli per valutare l'esito degli interventi.
3. Per tali aree l'attuazione degli interventi è condizionata alla presentazione dei relativi Piani Attuativi all'Autorità di Bacino.

Nelle carte di fattibilità riportate in Appendice, per ogni zona è stata indicata oltre alla classe di fattibilità, anche le relative classi di pericolosità geologica, idraulica e sismica locale, al fine 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.

### **7.1 – Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici**

Una porzione dell'area di variante del complesso monumentale della Badia, per la quale è comunque prevista la sola manutenzione del verde, ricade nella pericolosità Geologica molto elevata.

Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità geologica molto elevata, 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 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.

Alcune zone ricadono all'interno di aree a pericolosità geologica elevata, comunque esterne ad aree cartografate in frana. L'inserimento nella classe G3, è da attribuire alla potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, ed alla presenza di coltri detritiche.

Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità geologica elevata, è necessario rispettare i seguenti criteri 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 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.

## **7.2 – Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici**

Visto il contesto collinare nel quale si inseriscono tutte le aree esaminate, è stata sempre attribuita la classe I1, pericolosità idraulica bassa, per la quale non è necessario indicare specifiche condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico.

Fa eccezione la previsione del percorso pedonale da realizzarsi a valle dello spazio feste (intervento 3 – PN2.1-Docciola) che comprende anche il corso del Botro di Docciola, ricadente nella classe di pericolosità idraulica molto elevata I4.

Considerato che la previsione è relativa alla semplice realizzazione di un percorso pedonale, si prescrive che nel caso il percorso si sviluppi nel tratto di competenza del Botro di Docciola, sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini.

## **7.3 – Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici**

Una porzione dell'area di variante del complesso monumentale della Badia, per la quale è comunque prevista la sola manutenzione del verde, ricade nella pericolosità Sismica

molto elevata. Considerando la tipologia degli interventi previsti ed il dissesto presente (area di influenza del calanco che si estende più a valle), si rimanda a quanto previsto dalle condizioni di fattibilità geologica e si sottolinea che le valutazioni relative alla stabilità dei versanti devono necessariamente prendere in considerazione gli aspetti dinamici relativi alla definizione dell'azione sismica.

Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità sismica elevata in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, sono valutati i seguenti aspetti:

- a) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;
- b) per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni;
- c) 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;
- d) 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 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 riflessione/rifrazione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica media (S2) non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

#### **7.4 Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idrogeologici**

In sede di Piano strutturale, è stata redatta per l'intero territorio comunale la carta della vulnerabilità idrogeologica ai sensi dell'Art.20 del P.T.C.

Tale carta, identificata con le Tavole H, è da ritenersi ancora valida, e rappresenta il riferimento per l'individuazione di situazioni in cui la risorsa idrica appare vulnerabile.

Nelle zone con vulnerabilità elevata, corrispondente alle classi 4b e 4a delle Tavole H, per le quali è riconosciuta un'elevata esposizione al rischio della risorsa idrica, sono da evitare:

tutte le attività vietate dal Dlgs 152/99 relativo a "Disposizioni di tutela delle acque dall'inquinamento".

Nelle aree a vulnerabilità medio-elevata, corrispondente alla Classe 3b delle Tavole H:

la realizzazione di smaltimenti di liquami per subirrigazione, di fertirrigazioni e di spandimenti di acque vegetative, nonché la realizzazione di lagoni di accumulo di liquami, di strutture interrato di deposito o magazzinaggio di prodotti chimici e simili, dovrà essere opportunamente motivata e sostenuta da uno studio idrogeologico di dettaglio.

## **8 – CONDIZIONI IMPOSTE DAL PAI BACINO DEL FIUME ARNO**

Una porzione dell'area di variante del complesso monumentale della Badia, per la quale è comunque prevista la sola manutenzione del verde, ricade nella pericolosità molto elevata P.F.4. Per quest'area valgono quindi le seguenti norme:

### Aree a Pericolosità Geomorfologica Molto Elevata (PF4)

Nelle aree P.F.4, sono consentiti, purché nel rispetto del buon regime delle acque:

- a)** interventi di consolidamento, sistemazione e mitigazione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a indagare e monitorare i processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità molto elevata, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità degli interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati;
- b)** interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- c)** interventi di ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche nonché della viabilità e della rete dei servizi privati esistenti non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento dell'area e la manutenzione delle opere di consolidamento;
- d)** interventi di demolizione senza ricostruzione, di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;
- e)** adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche;
- f)** interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, che non comportino aumento di superficie o di volume né aumento del carico urbanistico, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e

- non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento del movimento franoso e la manutenzione delle opere di consolidamento;
- g)** interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità, a migliorare la tutela della pubblica incolumità, che non comportino aumenti di superficie, di volume e di carico urbanistico.
  - h)** nuovi interventi relativi a opere pubbliche o di interesse pubblico, non diversamente localizzabili, a condizione che siano preventivamente realizzate le opere funzionali al consolidamento e alla bonifica del movimento franoso previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità di tali interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati

Una piccola porzione del tratto finale del sentiero lungo la direttrice del Botro Di Docciola (intervento 2 del PN2.1 Docciola), ed una porzione della zona a verde ad Ovest del Complesso del Chiarugi (stralcio 4) ricadono all'interno della pericolosità elevata PF3, in quanto interferiscono con l'area d'influenza di due frane quiescenti. Per queste aree valgono quindi le seguenti norme:

*Aree a Pericolosità Geomorfologica Elevata (PF3)*

Nelle aree P.F.3, sono consentiti, purché nel rispetto del buon regime delle acque:

- a)** interventi di consolidamento, sistemazione e mitigazione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a indagare e monitorare i processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità molto elevata, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità degli interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati;
- b)** interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- c)** interventi di ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche nonché della viabilità e della rete dei servizi privati esistenti non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento dell'area e la manutenzione delle opere di consolidamento;
- d)** interventi di demolizione senza ricostruzione, di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;
- e)** adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche;
- f)** interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, che non comportino aumento di superficie o di volume né aumento del carico urbanistico, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento del movimento franoso e la manutenzione delle opere di consolidamento;
- g)** interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità, a migliorare la tutela della pubblica incolumità, che non comportino aumenti di superficie, di volume e di

carico urbanistico.

- h) nuovi interventi relativi a opere pubbliche o di interesse pubblico, non diversamente localizzabili, a condizione che siano preventivamente realizzate le opere funzionali al consolidamento e alla bonifica del movimento franoso previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità di tali interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati.

Nelle aree P.F.3 sono inoltre consentiti, gli ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, purché corredati da un adeguato studio geotecnico da cui risulti la compatibilità con le condizioni di pericolosità che gravano sull'area.

I nuovi interventi, gli interventi di ristrutturazione urbanistica nonché gli interventi di ristrutturazione edilizia diversi da quelli di cui indicati per la Classe PF4 sono consentiti a condizione che siano preventivamente realizzate le opere di consolidamento e di messa in sicurezza, con superamento delle condizioni di instabilità, relative al sito interessato dal nuovo intervento, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità di tali opere rispetto alle previsioni generali di sistemazione dell'area. Nel caso di frane quiescenti, qualora le opere di consolidamento e messa in sicurezza siano elemento strutturale sostanziale della nuova edificazione, è ammessa la contestualità.

## **9 – CONDIZIONI IMPOSTE DAL PAI BACINO TOSCANA COSTA**

Nessuna area di variante ricade nelle zone a pericolosità geomorfologica molto elevata (PFME) del PAI Bacino Toscana Costa, mentre alcune aree ricadono nelle zone a pericolosità elevata (PFE). Per queste aree valgono quindi le seguenti norme:

### Aree a Pericolosità Geomorfologica Elevata (PFE)

1. Nelle aree P.F.E. sono consentiti gli interventi di consolidamento, bonifica, sistemazione, protezione e prevenzione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a controllare, prevenire e mitigare gli altri processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità elevata, approvati dall'Ente competente, tenuto conto del presente Piano di Assetto Idrogeologico. Gli interventi dovranno essere 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 e dei diversi processi geomorfologici, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza. I progetti preliminari degli interventi sono sottoposti al parere del competente Bacino che si esprime in merito alla coerenza degli stessi rispetto agli obiettivi del presente Piano e alle previsioni generali di messa in sicurezza dell'area.
2. Tali aree potranno essere oggetto di atti di pianificazione territoriale per previsioni edificatorie, subordinando l'attuazione delle stesse all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza dovranno essere 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.
3. Gli studi di cui al comma 2 devono attenersi ai criteri definiti dal Bacino il quale si esprime sulla coerenza degli stessi con gli atti di pianificazione del suddetto bacino, ed ove positivamente valutati, costituiscono implementazione del quadro conoscitivo del presente Piano.
  4. Nelle aree P.F.E. il Bacino si esprime sugli atti di Pianificazione in relazione alla coerenza degli stessi rispetto al presente Piano, nonché alla coerenza con il complesso degli strumenti di pianificazione di bacino delle valutazioni sugli effetti ambientali riferiti alle risorse acqua e suolo. I pareri di cui sopra si intendono espressi in senso favorevole decorsi 90 giorni dalla presentazione della relativa istanza istruttoria in assenza di determinazioni o di comunicazioni da parte del Bacino.
  5. La realizzazione di nuovi interventi pubblici o privati, previsti dai vigenti strumenti di governo del territorio alla data di approvazione del Piano di Bacino, è subordinata alla verifica dello stato di stabilità dell'area sulla base di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnica ed alla preventiva realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza dovranno essere 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. I progetti preliminari degli interventi sono sottoposti al parere del competente Bacino che si esprime in merito alla coerenza degli stessi rispetto agli obiettivi del Piano di Bacino e alle previsioni generali di messa in sicurezza dell'area.
  6. Qualora le opere di consolidamento e messa in sicurezza costituiscano elemento strutturale e sostanziale degli interventi previsti, la realizzazione di questi ultimi potrà essere contestuale alle opere di consolidamento e messa in sicurezza.
  7. Il soggetto attuatore, pubblico o privato, degli interventi di messa in sicurezza di cui sopra è tenuto a trasmettere al Comune ed al Bacino dichiarazione, a firma di tecnico abilitato, relativa agli effetti conseguiti con la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza, all'eventuale sistema individuato per il monitoraggio ed alla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza. Quanto sopra costituisce implementazione del quadro conoscitivo del Piano di Bacino.
  8. Sono consentiti inoltre i seguenti interventi:
    - a) interventi di ampliamento fino ad un massimo del 30% un tantum del volume esistente alla data di adozione del progetto di piano;
    - b) opere che non siano qualificabili come volumi edilizi.



## **SCHEDE MONOGRAFICHE**

## **STRALCIO 1**

### PN2.1 Docciola, interventi:

- 1 realizzazione di un parcheggio interrato su quattro livelli e di un impianto di risalita meccanizzata per l'accesso al centro antico con sbarco su via Porta Marcoli.
- 2 riqualificazione e sistemazione dell'area a valle della Porta di Docciola, attualmente adibita a parcheggio a raso, in area eventi e feste
- 3 realizzazione di un sentiero lungo la direttrice del Botro di Docciola
- 4 realizzazione di un parcheggio interrato ad uso residenti nell'area tra Via Porta Marcoli e le mura e di uno spazio polivalente in collegamento con il museo Guarnacci

### Considerazioni geologiche, geomorfologiche e idrologiche

Gli interventi sopra elencati ricadono tutti nell'ambito del contesto geologico del versante Nord di Volterra, caratterizzato dalla presenza di litologie da addensate a cementate, quali le calcareniti e le sabbie, direttamente in affioramento o sormontate da un primo spessore di coltre detritica e/o terreni di riporto.

Le calcareniti sono ben visibili in corrispondenza dei numerosi affioramenti presenti sia lungo la Via dei Filosofi, che nei dintorni di Porta Marcoli. Le sabbie di San Giusto sono bene esposte lungo il sentiero che si estende al margine del Botro di Docciola.

Relativamente alle calcareniti, si tratta di depositi sedimentari pliocenici detritico-organogeni, di colore da grigio a giallo-arancio, fossilifere e ben cementate. Nelle aree di variante poste più a monte, (Piazza XX settembre e Porta Marcoli), lo spessore di questa formazione è valutabile in circa 25-30 m.

Le sabbie, affioranti nelle zone di variante poste più in basso, appartengono alla formazione pliocenica delle Sabbie di San Giusto. Si tratta di sabbie gialle massive, spesso fossilifere, con stratificazione piano parallela ed interstrati di limi argillosi.

Verso la parte bassa della formazione, si intercalano livelli più consistenti di argille grigie, che preludono alle sottostanti argille grigie plioceniche. Lo spessore massimo della formazione è valutato in circa 40 metri. Le argille grigie plioceniche non affiorano in alcuna delle aree analizzate.

Nelle aree di variante adiacenti la Porta di Docciola, per le quali è prevista la realizzazione di un parcheggio interrato su quattro livelli (PN2.1 intervento 1) e la riqualificazione dell'area attualmente adibita a parcheggio a raso (PN2.1 intervento 2), gli aspetti geomorfologici, particolarmente quelli legati all'attività antropica, rappresentano l'elemento caratterizzante.

In passato, presumibilmente nel periodo compreso tra gli anni 50 e 70, una porzione del fondovalle del Botro di Docciola, è stata completamente riempita mediante il riporto degli scarti di lavorazione dell'alabastro. L'area interessata dal riporto, individuata nella carta geologica e geomorfologica allegata, si estende principalmente a valle di Via dei Filosofi ed è delimitata da una scarpata che genera un dislivello complessivo di circa 30 metri, dalla quota di circa 450 m del fondovalle del Botro, alla quota di circa 480 m del

parcheggio esistente.

La buona consistenza dei terreni riportati nel tempo è testimoniata dalla stabilità del fronte della scarpata che ha una pendenza media di circa 35°.

Considerata la grande quantità dei terreni di riporto e la destinazione finale dell'area prevista dalla variante, abbiamo in ogni caso ritenuto opportuno programmare una campagna geognostica per verificare lo spessore ed il grado di addensamento del riporto, nonché per verificare la presenza di contaminazioni originate dalla presenza di materiale di scarto di attività pregresse.

Sono stati perciò eseguiti due sondaggi a carotaggio continuo spinti in profondità fino al raggiungimento del substrato naturale, nel corso dei quali sono state eseguite due prove del tipo SPT in foro (per caratterizzare geotecnicamente l'ammasso di riporto) e prelevati alcuni campioni di terreno successivamente sottoposti in laboratorio a specifiche ad analisi chimiche.

In particolare:

- ▲ nel corso del sondaggio S2 sono state eseguite due prove S.P.T. a punta chiusa le quali hanno fornito valori tra loro paragonabili e corrispondenti ad un terreno del tipo sabbia/ghiaia da poco a mediamente addensata:

- SPT eseguita tra 4,5 e 4,95 - n° colpi 12/10/11
- SPT eseguita tra 9,0 e 9,45 - n° colpi 9/10/10

- ▲ Dalle carote estratte da entrambi i sondaggi sono stati presi campioni rappresentativi del primo metro, dell'intervallo compreso tra il primo metro ed il terreno naturale e della terreno naturale alla base del riporto, per un totale di 6 campioni così identificati:

#### Sondaggio 1

- S1C1 - campione rappresentativo dei terreni da 0,00 a -1,00 m
- S1C2 – campione rappresentativo dei terreni da -1,00 a -16,50 m
- S1C3 – campione rappresentativo dei terreni da -16,50 a -19,50 m

#### Sondaggio 2

- S2C1 - campione rappresentativo dei terreni da 0,00 a -1,00 m
- S2C2 – campione rappresentativo dei terreni da -1,00 a -15,50 m
- S2C3 – campione rappresentativo dei terreni da -15,50 a -19,50 m

Le analisi chimiche eseguite sui 6 campioni di terreno hanno fornito, per tutti i marker richiesti (vedasi allegato), valori sempre inferiori alle CSC corrispondenti alla destinazione d'uso prevista dalla variante al PRG in esame.

In particolare, i valori IPA e PCB sono risultati estremamente bassi, ed ampiamente al di sotto delle concentrazioni soglia.

Relativamente agli idrocarburi, solo nel sondaggio S2, e per i terreni compresi entro il primo metro S2C1 gli idrocarburi pesanti C>12 hanno valori prossimi (44 mg/kg) ma pur sempre inferiori a quelli di soglia (50 mg/Kg).

Anche relativamente ai metalli pesanti, le concentrazioni sono risultate molto basse con l'unica eccezione dell'Arsenico nel campione S1C2 che ha fatto registrare un valore di 13,1 mg/kg, pur sempre ampiamente al di sotto della concentrazione soglia di 20 mg/kg.

I campioni S1C3 ed S2C3 prelevati all'interno del terreno naturale, al di sotto del riporto, hanno tutti i valori di IPA e PCB pari alla soglia di sensibilità strumentale. Per quanto riguarda i metalli pesanti, nel campione S1C3 tutti i valori risultano sotto soglia ad esclusione dello zinco pari a 12 mg/Kg (Limite Massimo 150 mg/Kg).

Nel campione S2C3 alcuni metalli pesanti sono risultati al di sopra della soglia minima strumentale. In particolare l'Arsenico è pari a 5,6 mg/Kg (Limite Massimo 20 mg/Kg), il Cromo è pari a 21,0 mg/Kg (Limite Massimo 150 mg/Kg), il Nichel è pari a 21,0 mg/Kg (Limite Massimo 120 mg/Kg) e lo Zinco è pari a 36,0 mg/Kg (Limite Massimo 150 mg/Kg).

I certificati dei sondaggi e delle analisi eseguite, unitamente alle stratigrafie rilevate ed alla documentazione fotografica sono riportate in allegato.

Per quanto riguarda l'ultima zona, PN2.1 intervento 3, relativa all'inserimento di un'area per la realizzazione di un sentiero lungo la direttrice del Botro di Docciola, si tratta della risistemazione della strada vicinale di Docciola, che ad oggi versa in stato di semi abbandono. Durante i sopralluoghi eseguiti, abbiamo rilevato lungo l'intero percorso, la presenza di una estesa copertura detritica derivante dal disfacimento delle sabbie affioranti lungo la sovrastante scarpata. In più punti, la coltre detritica appare interessata da fenomeni di scivolamento di dimensioni più o meno ridotte.

Relativamente agli aspetti idrologici. L'elemento di maggior rilievo è rappresentato dal Botro di Docciola, alimentato in gran parte dalla tubazione del troppo pieno della sovrastante sorgente storica presente immediatamente all'interno della Porta di Docciola.

La sorgente è a sua volta alimentata dalle acque di infiltrazione meteorica che ricadono all'interno del centro storico di Volterra. Il sistema di raccolta si sviluppa attraverso una serie di cunicoli che, dalla sorgente, si diramano in profondità al di sotto del centro storico. Il sondaggio S1, eseguito all'interno del riporto, nella zona del parcheggio subito a valle della sorgente, è stato attrezzato con un piezometro per verificare la presenza di acqua al contatto tra il riporto ed il terreno naturale. Le tre misure effettuate, indicano in effetti che all'interfaccia tra il riporto e le sottostanti sabbie, che nel sondaggio è risultata essere a 15,6 m dal p.d.c., esiste circolazione di acqua. Inoltre l'ultima misura effettuata il 4 aprile, in seguito ad un periodo di eccezionale piovosità non si discosta molto dalle precedenti, evidenziando quindi una sostanziale stabilità del livello freatico immediatamente al di sopra del contatto tra il riporto ed il substrato.

Data	Profondità dal p.d.c.
19/10/12	15,00
04/01/13	13,60
04/04/13	13,43

### Pericolosità geologica ed idraulica

La pericolosità geomorfologica redatta ai sensi del D.P.G.R. 26/r a supporto del vigente RU comunale, attribuisce alla gran parte dell'area la classe G.2 *“aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto”*, individuando con in colore più chiaro le due zone poste più a monte (Porta Marcoli e Piazza XX settembre), caratterizzate da pendenze medio basse e calcareniti subaffioranti, ed in colore più scuro le restanti zone caratterizzate da pendenze più elevate, e dalla presenza dei riporti e della coltre detritica.

In seguito all'approfondimento eseguito a supporto di questa variante, riteniamo di poter esprimere lo stesso giudizio di pericolosità, classe G.2, ai sensi del D.P.G.R. 53/r, per le aree di variante poste più in alto (Porta Marcoli e Piazza XX settembre).

Per le restanti zone riteniamo di dover attribuire la classe G3, pericolosità elevata, in quanto sono da considerarsi come *“aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee.....aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche”*.

La cartografia redatta dal PAI Bacino Arno, segnala la classe P3, pericolosità elevata, poco più a valle dell'area individuata per il sentiero al margine del Botro di Docciola, in corrispondenza di alcune frane di scivolamento quiescenti già cartografate nel RU comunale.

Visto il contesto collinare nel quale si pongono le aree, la pericolosità idraulica è da considerarsi bassa (I.1), ad esclusione del corso del Botro di Docciola, da inserirsi nella Pericolosità idraulica molto elevata (I.4).

### Aspetti sismici e pericolosità sismica locale

Relativamente agli aspetti sismici, i dati derivati dalle indagini sismiche a disposizione (S1 e MASW 3), integrati con quelli dedotti da alcune misure tromometriche eseguite all'interno delle aree di variante, indicano la presenza di un substrato con velocità sismiche di circa 500m/s, che è da attribuire sia alle calcareniti che alle sabbie di San Giusto.

Il contatto in profondità con le argille azzurre, che si esplicherebbe comunque all'incirca a 60 m dal p.d.c., non fa registrare alcuna amplificazione sismica. Peraltro, le velocità sismiche rilevate per le calcareniti sono molto prossime a quelle attribuibili alle argille plioceniche inalterate.

Le tre misure tromometriche effettuate Tr7 (area parcheggio esistente), Tr8 (area parcheggio interrato in progetto) e Tr11 (area Porta Marcoli) non evidenziano importanti contrasti di impedenza sismica o picchi di amplificazioni nel campo H/V. Il debole picco registrato a frequenze comprese tra 0,27 e 0,75 Hz con H/v di circa 2,5 è da riferirsi al contatto tra il pliocene e le successioni mioceniche e premioceniche.

La tromometria Tr8, presenta un ulteriore picco a 36,56 Hz con un valore pari a 2,88. Questo picco, corrispondente comunque ad un contrasto di impedenza sismica che si esplica molto in superficie, max 2-3 metri, potrebbe corrispondere all'interfaccia tra il

riporto ed il sottostante terreno naturale.

La tromometria Tr7, eseguita nelle immediate vicinanze del sondaggio a carotaggio continuo S1, non ha fatto registrare alcun picco del rapporto H/V all'interfaccia tra il substrato naturale ed i terreni di riporto (circa 15,5 m dal p.d.c.). Questo perché l'eterogeneità del riporto, comunque ben addensato, e la presenza di blocchi e lastre di roccia può simulare un terreno naturale del tutto simile alla costituzione litologica delle sottostanti sabbie.

Alla luce di quanto finora espresso, abbiamo inserito le due aree di variante poste più in alto, (Porta Marcoli e Piazza XX settembre) nelle quali le calcareniti sono subaffioranti, e la gran parte della zona di variante destinata alla realizzazione del parcheggio interrato (PN 2.1 intervento1), alla destra della Porta di Docciola, tra le "zone stabili suscettibili di amplificazioni locali" caratterizzate da una colonna stratigrafica tipo riconducibile alla zona 1.

La pericolosità sismica locale da attribuire a queste zone è media, classe S2, inserendole tra le "zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)" ai sensi del D.P.G.R. 53/r.

Il tratto di fondovalle riempito con gli scarti della lavorazione e quello con presenza di coltre detritica naturale sono stati inseriti tra le "zone suscettibili di instabilità" per cedimenti differenziali ed individuati con le sigle: CD1 per la coltre detritica a prevalenza sabbiosa e CD4 per i riempimenti antropici.

In funzione di ciò la pericolosità sismica locale da attribuire a queste aree è elevata, classe S3, ed è da ricondurre alle zone *"con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi;..... 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"*.

Anche alla zona cartografata in frana, che insiste sul sentiero a valle della porta di Docciola è stata attribuita la classe S3, pericolosità elevata in quanto ricade tra le 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"*.

### Fattibilità

La Fattibilità degli interventi è stata definita sulla base di quanto previsto dal D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R e dalle normative dei PAI Bacino Fiume Arno e Toscana Costa per le parti di competenza, riportate nei paragrafi 7, 8 e 9 della presente relazione.

Oltre alle condizioni di fattibilità dettate dalle suddette normative, riportiamo di seguito ulteriori indicazioni e prescrizioni basate sulle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrauliche e sismiche puntuali del sito.

La classe di pericolosità geologica attribuita a parte delle aree di variante, non deriva da alcuna frana quiescente o area di influenza, ma ha origine o nella presenza dei materiali di risulta della lavorazione di alabastro, che hanno comunque un discreto grado di addensamento, o nelle pendenze medio elevate di alcuni tratti del versante, in cui

affiorano comunque litologie dalle buone caratteristiche geotecniche quali le calcareniti o le sabbie di san giusto. In funzione di ciò, riteniamo di poter attribuire la fattibilità condizionata F3 alle aree di variante, dettagliando la tipologia delle indagini da eseguire.

### PN2.1 Docciola

#### *1 realizzazione di un parcheggio interrato su quattro livelli e di un impianto di risalita meccanizzata per l'accesso al centro antico con sbarco su via Porta Marcoli.*

La fattibilità da attribuire a quest'area di variante è la classe F3 (fattibilità condizionata). Gli sbancamenti previsti sul lato monte del parcheggio potrebbero oltrepassare i 20 m di altezza (vedasi sezione allegata). L'indagine geognostica e sismica da condurre a supporto dell'intervento, dovrà definire dettagliatamente le caratteristiche geomeccaniche dei litotipi interessati dagli scavi, al fine di dimensionare correttamente eventuali opere di sostegno da realizzarsi preliminarmente alle fasi di scavo.

Relativamente agli aspetti idrogeologici, l'abbondanza di acqua che si rileva in questo settore dell'abitato di Volterra fa sì che si dovrà porre particolare attenzione alla regimazione delle acque, sia nel corso degli scavi che nella scelta delle strutture di fondazione prevedendo idonee opere provvisorie per il sostegno degli sbancamenti.

Per inquadrare nel dettaglio le problematiche derivanti dalla presenza dell'acqua, dovranno essere eseguiti, lungo il lato monte del parcheggio interrato, sondaggi geognostici attrezzati con piezometri.

La presenza di eventuali falde sospese all'interno dei calcari o delle sabbie di San Giusto dovrà essere analizzata attestando la quota base dei piezometri a diverse altezze (es. all'interno delle calcareniti, al contatto tra le calcareniti e la sabbie di san giusto). Infine uno o più piezometri dovranno superare la massima profondità di scavo prevista.

Il monitoraggio dovrà estendersi per un intero anno solare, o al minimo per il periodo di massima ricarica compreso tra Novembre e Giugno.

A tergo del muro di monte del parcheggio interrato, dovrà essere previsto un sistema drenante. Le acque raccolte dovranno poi essere convogliate in tubazione chiusa alla fognatura comunale o fino al fondo valle del Botro di Docciola, comunque oltrepassando l'area interessata dalla presenza dei materiali di scarto della lavorazione dell'alabastro.

La base del parcheggio interrato si estenderà al di sotto della Via dei Filosofi. Le indagini fin qui condotte sembrano confermare la presenza di materiali di riporto anche immediatamente a monte di via dei Filosofi, nella zona in cui è previsto il parcheggio interrato. In quest'area dovrà essere definito esattamente la presenza e l'estensione dei materiali di riporto mediante indagini dirette quali sondaggi a carotaggio continuo. In ogni caso le strutture di fondazione dovranno attestarsi ovunque all'interno delle sabbie in posto, di elevata consistenza.

## *2 riqualificazione e la sistemazione dell'area a valle della Porta di Docciola, attualmente adibita a parcheggio a raso, in area eventi e feste*

Nel corso della presente indagine, in quest'area di variante abbiamo eseguito due sondaggi a carotaggio continuo, per definire l'entità dei riporti presenti, e caratterizzare, attraverso analisi di tipo ambientale, i materiali presenti.

I risultati dei campioni analizzati, permettono di definire la fattibilità ambientale di quanto previsto, in quanto tutti i campioni rientrano all'interno dei limiti di legge previsti per il verde pubblico. Anche i risultati delle prove SPT hanno fornito indicazioni confortanti relativamente al grado di addensamento dei terreni.

La progettazione urbanistica prevede la realizzazione sia di parti pavimentate che di parti a verde, comunque permeabili e la sistemazione del verde nell'intorno dell'area.

La fattibilità da attribuire a quest'area di variante, sulla base degli interventi proposti è la classe F3 (fattibilità condizionata).

La progettazione dovrà essere corredata da un preciso sistema di canalizzazione delle acque meteoriche per limitarne il più possibile l'infiltrazione, accompagnandole con tubazioni chiuse verso il fondovalle del Botro di Docciola.

## *3 realizzazione di un sentiero lungo la direttrice del Botro di Docciola*

A valle dell'area di variante da destinarsi a spazio feste è prevista la realizzazione di un percorso ad uso pubblico con accesso diretto dall'area eventi. Il percorso si affiancherà alla strada già esistente ed è previsto che venga realizzato in terra battuta, con l'eventuale utilizzo di terre stabilizzate. Le caratteristiche geotecniche dei terreni lungo i quali si estenderà il percorso andranno verificate da luogo a luogo, dato che il tracciato si sovrappone sia alla zona con presenza degli scarti di lavorazione dell'alabastro e sia alla coltre detritica di disfacimento delle sabbie e delle calcareniti sovrastanti.

Nelle ipotesi progettuali proposte non è prevista alcuna realizzazione di struttura edilizia. In ogni caso, considerando che la zona ricade in gran parte nella classe CD1 della carta MOPS (zone con presenza di coltre detritica a prevalenza sabbiosa), l'adozione di fondazioni superficiali per eventuali opere edilizie, dovrà essere adeguatamente motivata in considerazione sia dei possibili cedimenti differenziali che per fenomeni di liquefazione.

Se il percorso si dovesse estendere al piede della sovrastante scarpata, andrà verificata la necessità di porre in opera interventi di ingegneria naturalistica per stabilizzare alcune situazioni di disequilibrio rilevate sul fronte della scarpata. Questi interventi dovranno essere associati ad una preliminare operazione di disaggio di alcuni blocchi di calcarenite in evidente disequilibrio.

Se il percorso si dovesse estendere immediatamente al margine del Botro di Docciola, si prescrive che interventi assicurino la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini.

La fattibilità da attribuire a quest'area di variante, sulla base degli interventi proposti è la classe F3 (fattibilità condizionata).

*4 realizzazione di un parcheggio interrato ad uso residenti nell'area tra Via Porta Marcoli e le mura e di uno spazio polivalente in collegamento con il museo Guarnacci*

La fattibilità da attribuire alla zona di variante è la classe F3 (fattibilità condizionata). Visto il contesto urbano nel quale si inserisce l'intervento, sarà necessario prevedere opere di sostegno degli scavi a salvaguardia sia degli edifici che della cinta muraria. Nelle fasi di indagine dovrà essere monitorata la quota della falda in piezometri da installarsi nei fori dei sondaggi, fino alla profondità della massima quota di scavo prevista. La presenza di eventuali falde sospese dovrà essere analizzata mediante l'installazione di ulteriori piezometri da posizionarsi a diverse altezze a monte dello scavo previsto.

Il monitoraggio dovrà estendersi per un intero anno solare, o al minimo per il periodo di massima ricarica compreso tra Novembre e Giugno.

### **ALTRI INTERVENTI PREVISTI NELLO STRALCIO 1**

Nel primo stralcio, sono previsti inoltre interventi di manutenzione della scalinata e della fonte di Docciola che risultano attualmente in buono stato e pertanto si ritiene rientrino nel programma comunale di manutenzione dei luoghi pubblici, ciclicamente messo in atto dall'Amministrazione stessa. La fattibilità geologica attribuita a tali interventi corrisponde alla classe F1

## **STRALCIO 2**

### PN2.2 Dalla Stazione alla Badia, interventi:

- 1 *riconversione funzionale dell'edificio ex stazione ferroviaria e relativa area di pertinenza*
- 2 *realizzazione di un parcheggio interrato su due livelli per autovetture e di un nuovo terminal autobus turistici, in parte coperto*
- 3 *realizzazione di un parcheggio interrato su due livelli e realizzazione di un parcheggio a raso per autovetture e/o riqualificazione funzionale dell'area per la manutenzione e deposito autobus di linea*
- 4 *nuova area di edificazione residenziale da attuarsi a completamento dell'insediamento già esistente*

### Considerazioni geologiche, geomorfologiche e idrologiche

Le quattro zone di variante, si inseriscono all'interno dell'area della stazione autobus, lungo una fascia di terreno subpianeggiante, delimitata verso sud da una estesa scarpata morfologica. Le zone si sviluppano a quote comprese tra 490 e 505 m.s.l.m.

I dati geognostici a disposizione consistono in alcuni sondaggi a carotaggio continuo eseguiti a supporto della progettazione dell'elisupeficie, dei quali abbiamo scelto i due più significativi (24 F e 25 F), in un ulteriore sondaggio a carotaggio continuo eseguito durante gli studi condotti per l'analisi dell'assetto geologico e geomorfologico del versante Sud dell'abitato di Volterra (S6), ed in diverse prove penetrometriche eseguite subito a valle dell'area. I dati sismici a disposizione consistono in un profilo tomografico in onde P ed S eseguito lungo la scarpata a valle dell'area (S12), in un profilo masw e due sondaggi tromometrici eseguiti nel corso della presente variante, ed in un ulteriore profilo masw eseguito in corrispondenza di una nuova edificazione, poco a valle dell'area di variante 4.

Il sondaggio S6 fu attrezzato con inclinometro nell'ottobre del 2008 e nell'intervallo di tempo tra gennaio 2009 e febbraio 2010 sono state effettuate cinque misure inclinometriche. In data 30/12/2012 abbiamo provveduto ad effettuare una nuova misura per analizzare gli spostamenti rispetto alle precedenti letture.

Dall'incrocio di tutti i dati, emerge che il sottosuolo è rappresentato da una prima porzione compresa generalmente entro i primi 4-6 metri dal p.d.c. di terreni alterati a composizione mista, derivanti dal disfacimento e successivo accumulo delle litologie sovrastanti l'area. Al di sotto di questa prima porzione di terreno, si estendono le argille grigie plioceniche. Queste, presentano una porzione più superficiale, con spessore fino a 10 metri maggiormente plastica e a bassa coesione, costituita da argille limose. In profondità le argille diventano gradualmente più compatte e con alti valori di coesione.

La masw 4, ben rappresenta la condizione sopra descritta, con un primo spessore di terreni di circa 5 metri con valori di Vs di circa 200 m/s ed un secondo spessore di 12 metri

(forse leggermente sovrastimato) con Vs pari a 275 m/s, da attribuire alla prima porzione delle argille grigie a media plasticità. I valori di Vs pari a 390 m/s, che si incontrano a partire da 17 m dal p.d.c. sono da attribuire alle argille grigie plioceniche consolidate.

Nel sondaggio S6, le argille consistenti sono state intercettate a profondità minori, pari a circa 10 m dal p.d.c.

Dal punto di vista geomorfologico, l'elemento di maggior interesse è rappresentato dall'ampia scarpata morfologica che delimita verso Sud le aree di variante. Questa scarpata genera un dislivello di circa 60 metri, e si sviluppa interamente all'interno delle argille plioceniche, secondo pendenze comprese tra 20 e 30°. Su questo fronte, nonostante le pendenze, non si registrano fenomeni di scivolamento rilevanti, ed i dissesti sono circoscritti a locali fenomeni di decorticamento della coltre superficiale.

Il sondaggio S6, eseguito nel settembre 2008 a supporto degli studi di approfondimento delle fragilità geomorfologiche del versante su di Volterra, è stato attrezzato con inclinometro. Le misure effettuate in precedenza hanno evidenziato l'assenza di movimenti netti, ma piuttosto una serie di scostamenti lungo tutto l'asse dell'inclinometro con valori comunque compresi entro il millimetro o poco più, leggermente più accentuati nei primi 5 m dal p.d.c.

La misura effettuata il 30/12/2012 conferma il trend individuato in tutta la precedente campagna di monitoraggio relativamente ad un modesto movimento che si attiva nei primi 5-6 m di profondità. con escursione di pochi millimetri nei confronti dell'ultima lettura effettuata nel febbraio 2010.

Dal punto di vista idrologico, attualmente una parte delle acque che ruscellano sui piazzali della stazione vengono convogliate in fognatura ed una parte si dirige secondo pendenza verso il ciglio della scarpata, per poi ruscellare verso valle.

#### Pericolosità geologica ed idraulica

La pericolosità geomorfologica redatta ai sensi del D.P.G.R. 26/r a supporto del vigente RU comunale, attribuisce alle aree in esame la classe G.3, che, considerando l'assenza di fenomeni franosi, è da ricondurre alla parte di legenda che fa riferimento alle "Aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia..."

A seguito dell'approfondimento eseguito in questa fase, che tiene conto anche degli studi di approfondimento dell'assetto geologico e geomorfologico del versante sud di Volterra (giugno 2010) e della stessa indicazione di pericolosità espressa nelle cartografie del Bacino Toscana Costa (classe PFE) riteniamo di poter confermare il giudizio di pericolosità, confermando la classe G3 ai sensi del D.P.G.R. 53/r individuando la zona tre le "aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, alla litologia..."

La pericolosità idraulica è da considerarsi bassa (I.1) visto il contesto collinare nel quale si pongono le aree di variante.

### Aspetti sismici e pericolosità sismica locale

Relativamente agli aspetti sismici, i dati a disposizione confermano quanto rilevato dai sondaggi geognostici ed attribuiscono velocità sismiche delle onde S di circa 200 m/sec alla prima porzione di terreno corrispondente alla coltre detritica, di 275 m/s alla porzione più superficiale delle argille (fino a 17 m dal p.d.c.) e Vs pari a circa 390 m/s per le argille consistenti del substrato. In profondità tali velocità tendono ad aumentare fino a valori pari a 565 m/s da riferirsi sempre alle argille plioceniche o a qualche bancata sabbiosa. Le misure tromometriche effettuate non evidenziano né contrasti di impedenza sismica significativa e né picchi di amplificazioni nel campo H/V.

I picchi corrispondenti a 1,56 Hz per  $H/v=2,54$  (Tr18) e 1,53 per  $H/V=1,35$  (Tr19), corrispondono al contatto in profondità tra le argille grigie plioceniche e le formazioni preplioceniche che si esplica a profondità valutabili in poco più di 100 metri.

In funzione della presenza del primo spessore di terreni che sono risultati poco addensati e con forti variazioni della composizione, abbiamo inserito l'area in esame tra le "zone suscettibili di instabilità" per cedimenti differenziali (CD2), caratterizzate da una colonna stratigrafica tipo riconducibile ad un substrato argilloso consistente sul quale giacciono terreni misti dalle mediocri caratteristiche geotecniche costituiti sia dalla porzione più superficiale delle argille grigie, che dalla coltre detritica di disfacimento del versante.

In corrispondenza del fronte della scarpata che si estende a Sud dell'area, abbiamo inoltre evidenziato con un sovra segno la possibilità di amplificazione sismica per effetti topografici.

Alla luce di ciò la pericolosità sismica locale da attribuire all'area è corrispondente alla classe S3, pericolosità elevata, da ricondurre alle zone "con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi".

### Fattibilità

La Fattibilità degli interventi è stata definita sulla base di quanto previsto dal D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R e dalle normative del PAI Toscana Costa, riportate nei paragrafi 7 e 9 della presente relazione.

Oltre alle condizioni di fattibilità dettate dalle suddette normative, riportiamo di seguito ulteriori indicazioni e prescrizioni basate sulle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrauliche e sismiche puntuali del sito.

#### *1 riconversione funzionale dell'edificio ex stazione ferroviaria e relativa area di pertinenza*

Per quest'area è previsto l'intervento di risanamento conservativo sul fabbricato dell'ex stazione ferroviaria. In sede di progettazione, dovrà essere verificato e reso funzionale il sistema di smaltimento delle acque meteoriche nell'area di pertinenza del fabbricato. In ogni caso, le acque meteoriche raccolte all'interno dell'area di intervento, non dovranno in alcun modo essere dirette verso la sottostante scarpata. L'incrocio tra le pericolosità sopra

descritte e la destinazione finale dell'area destinata a parcheggio, porta a definire per l'area una classe di fattibilità pari alla classe F3 (fattibilità condizionata).

- 2 *realizzazione di un parcheggio interrato su due livelli per autovetture e di un nuovo terminal autobus turistici, in parte coperto*
- 3 *realizzazione di un parcheggio interrato su due livelli e realizzazione di un parcheggio a raso per autovetture e/o riqualificazione funzionale dell'area per la manutenzione e deposito autobus di linea*

Le ipotesi progettuali sviluppate prevedono per gli interventi 2 e 3 la realizzazione di autorimesse interrato di 2 piani per autovetture. Le autorimesse potranno essere collegate funzionalmente. per la parte scoperta, è prevista la copertura con pavimentazione per l'intervento 2 e la realizzazione di un parcheggio a raso per l'intervento 3.

All'interno delle aree di variante sono previsti altri interventi di minore entità come il risanamento conservativo dell'edificio ubicato nell'area 2, la demolizione di alcune strutture minori e gli interventi di copertura dei parcheggi e del terminal.

La gran parte dell'area di intervento 2 e la totalità dell'area di intervento 3 ricadono sia nella classe G3 di pericolosità geologica che nella classe PFE, Pericolosità elevata, nel PAI Toscana Costa.

L'incrocio tra queste pericolosità e gli interventi previsti, porta a definire per la fattibilità delle due aree di variante la classe F4 (fattibilità limitata).

Alla porzione più a monte della zona di variante 2, che comprende anche l'edificio oggetto di risanamento conservativo, e che ricade nella classe G2 di pericolosità geologica è stata attribuita la classe F3 (fattibilità condizionata).

Allo stato attuale, i dati geognostici e sismici a disposizione, consentono di avere una visione del substrato abbastanza definita.

Gli interventi in progetto, porteranno ad un alleggerimento complessivo dei pesi che insistono sull'area, con un incremento della stabilità complessiva del versante.

E' presumibile che in seguito alle operazioni di scavo per la realizzazione dei piani di posa delle fondazioni, verrà asportata la totalità della prima porzione di terreno costituita dalla coltre detritica e dalle argille grigie poco consistenti.

Considerando la presenza nei primi metri di sottosuolo di terreni dalle mediocri caratteristiche geotecniche, sarà necessario comunque prevedere opere di sostegno degli scavi.

Nell'esecuzione delle verifiche di stabilità riportate in allegato alla presente, abbiamo previsto la posa in opera di pali di grande diametro (600 mm), con una lunghezza minima di 20 metri, da porsi in opera lungo il ciglio della scarpata che si estende al limite degli interventi in progetto, coerentemente con quanto è stato già progettato per la realizzazione dell'eliporto che verrà ubicato a valle dell'intervento 1.

Il dimensionamento e la profondità di tali opere potrà comunque essere modificato nelle fasi progettuali, sulla base degli approfondimenti di indagini che verranno eseguiti e sul

progetto esecutivo degli interventi.

Gli approfondimenti dovranno essere mirati alla caratterizzazione geotecnica ed alla ricostruzione dettagliata dell'andamento del substrato consistente, da eseguirsi mediante indagini geognostiche dirette quali sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati e mediante l'esecuzione di prove S.P.T.

I campioni dovranno essere prelevati a più altezze all'interno delle argille grigie in modo da evidenziare l'eventuale presenza di un primo spessore rimaneggiato, che dovrà essere superato dalle fondazioni profonde.

Considerata la presenza di un substrato impermeabile costituito dalle argille grigie consistenti, e di una prima porzione di coltre a prevalente composizione granulare, mediamente permeabile, nelle fasi di indagine dovrà essere monitorata la quota della falda in piezometri da installarsi nei fori dei sondaggi, fino alla profondità della massima quota di scavo prevista.

Si sottolinea infine che l'area della stazione autobus, sarà oggetto di diversi interventi quali i due parcheggi interrati (interventi 1 e 2), una nuova zona residenziale (intervento 3), l'elisuperficie immediatamente a valle dell'area 2, ed un parcheggio a raso ad est dell'elisuperficie. Per tutti questi interventi si prevede la realizzazione di palificate sia come opere fondazionali che di protezione degli scavi. Per l'elisuperficie è inoltre prevista la realizzazione di una palificata lungo il lato valle a protezione della piattaforma.

Vista la problematicità della zona si ritiene fondamentale l'osservanza della norma del PAI Toscana Costa laddove stabilisce che *“gli interventi debbono essere 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 e da consentire la manutenzione delle eventuali opere di messa in sicurezza”*.

Le acque meteoriche raccolte all'interno delle aree di intervento, dovranno essere convogliate verso il sistema fognario e non dovranno in alcun modo essere dirette verso la sottostante scarpata.

### **ESITI STUDI DI STABILITA'**

Lo studio di stabilità è stato effettuato posizionando la maglia di centri dei cerchi di rottura in modo di inquadrare al meglio il problema maggiormente ricorrente in campagna ovvero lo scivolamento della coltre detritica e/o della parte superficiale dei litotipi in posto. Le superfici circolari molto profonde (che interessano indicativamente uno spessore di terreno superiore a 20m) sebbene abbiano talvolta manifestato fattori di sicurezza inferiori al limite di sicurezza, sono state scartate in quanto ritenute cinematicamente irrealizzabili o comunque poco verosimili. Le superfici riportate negli allegati sono state selezionate tra quelle più significative ed utili ad inquadrare le reali problematiche attese.

### **Sezione C-C' Intervento 2.2.3**

#### Stato attuale:

Il versante presenta una inclinazione media di 19° ed è stato quindi inserito in categoria topografica T2.

Nelle esecuzioni delle verifiche di stabilità, abbiamo simulato, oltre alla presenza della coltre detritica, anche un primo spessore di argille azzurre poco consistenti. In funzione di ciò, le superfici di scivolamento lungo il versante, presentano spesso fattori di sicurezza inferiori a 1,1.

Sebbene i bassi fattori di sicurezza siano attribuibili soprattutto ai coefficienti di sicurezza adottati nei vari livelli dell'analisi (scelta di parametri geotecnici cautelativi, coefficienti sismici, coefficienti riduttivi dei parametri geotecnici e presenza di falda), il versante presenta nel complesso una situazione di equilibrio precario.

#### Stato di progetto:

Al fine di proteggere l'opera in esame si prevede di estendere verso ovest, lungo il bordo che delimita il cambio di pendenza, il diaframma di pali con Ø600mm già previsto nell'ambito della progettazione dell'eliporto (vedasi planimetria intervento 2.2.3.). La stabilizzazione della scarpata a monte del fabbricato in progetto verrà garantita attraverso la realizzazione di un ulteriore diaframma di pali Ø600mm ed  $L \geq 25m$  che potrà essere reso parte integrante della struttura in progetto

Allo stato modificato tutte le superfici al di sotto delle opere in progetto mantengono inalterato il loro basso fattore di sicurezza, mentre tutte le superfici che intercettano le palificate previste come sostegno risultano superiori al limite di sicurezza ( $F_s=1,24$  e  $F_s=1,9$  in sezione). Anche la superficie imposta nelle condizioni di progetto e studiata con Morgestern e Price risulta stabile ( $F_s=1,30$ ).

Per la verifica in condizioni non drenate della berlinese a monte dell'opera, valida durante le fasi di cantiere, si ritiene necessario definire prima i dettagli del disegno e la geometria dello scavo, e pertanto si rimanda alle prossime fasi progettuali.

L'analisi di stabilità dovrà verificare la necessità di intervenire sulla scarpata sottostante per porre in opera interventi di stabilizzazione e/o di regimazione idraulica.

### **Sezione D-D' Intervento 2.2.2**

#### Stato attuale:

in corrispondenza dell'intervento in progetto, il profilo del terreno presenta una blanda inclinazione di circa 8°.

Proseguendo verso valle, le inclinazioni aumentano raggiungendo i 30°. Nel complesso tuttavia l'inclinazione del versante in questo settore è inferiore ai 15° e può essere inserito in classe topografica T1.

In ragione della sua geometria il versante favorisce, nella parte acclive a valle, superfici di scivolamento anche profonde con fattori di sicurezza compresi tra  $0,5 < F_s < 0,7$ . Tali superfici non interessano tuttavia l'area da trasformare, che appare invece stabile con

fattori di sicurezza superiori a 2.

#### Stato modificato:

Al fine di proteggere l'opera in esame si prevede di estendere verso ovest, lungo il bordo che delimita il cambio di pendenza, il diaframma di pali con Ø600mm già previsto nell'ambito della progettazione dell'eliporto (vedasi planimetria intervento 2.2.2.).

Gli interventi in progetto e le opere di sostegno previste non modificano in alcun modo la stabilità della parte acclive del versante, che presenta comunque  $0,5 < F_s < 0,7$ .

In sede progettuale dovrà essere verificata la necessità di intervenire sulla scarpata sottostante, compatibilmente con i limiti di proprietà, per porre in opera lungo il suo fronte interventi di stabilizzazione e/o di regimazione idraulica.

La palificata prevista al limite dell'area di variante, che rappresenterà il naturale prolungamento di quella prevista a valle dell'eliporto, dell'eliporto fornirà comunque una buona protezione contro l'arretramento delle superfici di scivolamento verso monte.

Nelle verifiche simulate, in condizioni drenate e sismiche, le superfici di scivolamento che attraversano l'opera in progetto presentano fattori di sicurezza superiori a 2,5.

La berlinese di pali, da realizzarsi preliminarmente agli scavi necessari per l'esecuzione dei piani interrati del parcheggio, prevista con pali di grande diametro (600 mm) e lunghezza minima pari a 25 metri, consentirà di ottenere fattori di stabilità pari a 1,99.

Per la verifica in condizioni non drenate di questa berlinese, valide durante le fasi di cantiere, si ritiene necessario definire prima i dettagli del disegno e la geometria dello scavo, e pertanto si rimanda alle prossime fasi progettuali.

L'analisi di stabilità dovrà verificare la necessità di intervenire sulla scarpata sottostante per porre in opera interventi di stabilizzazione e/o di regimazione idraulica.

#### *4 nuova area di edificazione residenziale da attuarsi a completamento dell'insediamento già esistente*

Nel settore ovest della stazione Autobus, è previsto l'inserimento di una zona residenziale con tipologia a schiera per un numero pari a 7 unità di aggregazione.

L'edificazione si svilupperà esclusivamente in corrispondenza del piano posto a quota 500 m.s.l.m., lasciando a verde il tratto di scarpata sottostante, ricompreso nell'area di variante.

L'ipotesi progettuale prevede l'addossamento dell'edificazione al muro esistente al di sotto della Via Cesare Battisti, in modo da consentire l'accesso alle residenze sia dalla quota della stazione (500 m.s.l.m.), che dalla Via Cesare Battisti.

L'intera area di variante ricade nella classe G3 di pericolosità geologica ai sensi del D.P.G.R. 53/r e nella classe PFE, Pericolosità elevata, nel PAI Toscana Costa.

L'incrocio tra queste pericolosità e gli interventi previsti, porta a definire per la fattibilità

dell'area di variante la classe F4 (fattibilità limitata).

All'interno dell'area di variante, nel settembre 2008 fu eseguito il sondaggio S6, nell'ambito degli studi di approfondimento delle fragilità geomorfologiche del versante sud di Volterra. Durante il sondaggio, che si spinse fino a 20 m dal p.d.c., furono prelevati 4 campioni, e furono eseguite tre prove S.P.T. Nel perforo del sondaggio fu inoltre installato un inclinometro sul quale sono state eseguite 5 letture nel periodo compreso tra gennaio 2009 ed febbraio 2010 ed una ulteriore lettura il 30/12/2012.

Per i dettagli delle analisi eseguite sui campioni, si rimanda all'indagine suddetta. In appendice alla presente è riportato un estratto dei principali dati di laboratorio e l'aggiornamento dei dati inclinometrici fatto sulla base della lettura recente.

Nel complesso le letture inclinometriche permettono di escludere la presenza di una superficie di scivolamento netta, piuttosto la lettura del grafico XY per punti (differenziale) evidenzia un modesto movimento che si attiva nei primi 5-6 m di profondità con escursione di pochi millimetri nei confronti dell'ultima lettura effettuata nel febbraio 2010.

L'analisi dei dati di laboratorio e la visione delle carote prelevate durante il sondaggio permette infine di definire la presenza del substrato consistente a partire da profondità pari a circa 9 m dal p.d.c.

Con le conoscenze finora acquisite, si può concludere che per l'intervento in progetto sarà necessario porre in opera fondazioni profonde del tipo a palo.

Le dimensioni e la profondità dei pali dovranno essere motivo di approfondimento in sede di piano attuativo o di intervento diretto.

A supporto dell'intervento dovranno essere eseguiti ulteriori sondaggi a carotaggio continuo in numero tale da consentire la ricostruzione dettagliata dell'andamento del substrato. Durante i sondaggi dovranno essere prelevati campioni ed eseguite prove S.P.T. a più altezze in modo da evidenziare l'eventuale presenza di un primo spessore rimaneggiato, che dovrà essere superato dalle fondazioni profonde, e caratterizzare le argille grigie del substrato.

Le acque meteoriche raccolte all'interno delle aree di intervento, dovranno essere convogliate verso il sistema fognario e non dovranno in alcun modo essere dirette verso la sottostante scarpata

Infine, allo scopo di non aggravare il carico idrico del sistema fognario nelle situazioni di piogge intense, dovranno essere messi in opera sistemi di trattenimento e di lento rilascio quali cisterne di prima pioggia. Nel caso si volesse avere anche una riserva idrica, le cisterne potranno essere sovradimensionate in funzione dei quantitativi di acqua che si ritiene di accumulare.

### **ESITI STUDI DI STABILITA'**

Lo studio di stabilità è stato effettuato posizionando la maglia di centri dei cerchi di rottura

in modo di inquadrare al meglio il problema maggiormente ricorrente in campagna ovvero lo scivolamento della coltre detritica e/o della parte superficiale dei litotipi in posto. Le superfici circolari molto profonde (che interessano indicativamente uno spessore di terreno superiore a 20m) sebbene abbiano talvolta manifestato fattori di sicurezza inferiori al limite di sicurezza, sono state scartate in quanto ritenute cinematicamente irrealizzabili o comunque poco verosimili. Le superfici riportate negli allegati sono state selezionate tra quelle più significative ed utili ad inquadrare le reali problematiche attese.

#### **Sezione B-B' Intervento 2.2.4**

##### Stato attuale:

Il versante in esame presenta in questo settore una inclinazione media di circa 14° e rientra in classe topografica T1 (N.T.C.). Le superfici di scivolamento principali presentano generalmente fattori di sicurezza superiori al limite di sicurezza ( $F_s > 1.1$ ). Solo due piccole scarpate a valle dell'area da trasformare presentano rispettivamente  $F_s = 0,99$  ed  $F_s = 1,05$ .

##### Stato di progetto:

In seguito al posizionamento del carico di esercizio ipotetico del fabbricato in progetto, fondato su pali con  $\varnothing 600\text{mm}$  e lunghezza pari a 20 e 25m, ed alla rimozione del carico di un fabbricato da demolire, si ha un netto miglioramento delle condizioni di stabilità. Tutte le superfici interessate e circostanti all'intervento in progetto risultano ampiamente superiori al limite di sicurezza. Anche la superficie che allo stato attuale presenta  $F_s = 0,99$ , nello stato di progetto risulta avere  $F_s = 1,4$  in ragione della demolizione del carico a monte.

## **STRALCIO 2**

### PN2.2 Dalla Stazione alla Badia, interventi:

- 5 *riqualificazione della Piazza XX settembre*
- 6 *riqualificazione di Piazza degli Avelli*

### Considerazioni geologiche, geomorfologiche e idrologiche

Gli interventi previsti per queste aree di variante riguardano la sistemazione generale della pavimentazione e degli arredi urbani.

Il substrato dell'area in esame è costituito dalla formazione dei calcari di Volterra, nella loro porzione basale, costituita da sabbie arenacee da addensate a cementate, affioranti poco a valle lungo la Via Trento e Trieste.

Nell'area d'interesse, lo spessore di questa formazione è valutabile in circa 10m. Al di sotto si estendono le sabbie di San Giusto che a loro volta, con spessori valutabili in circa 40 metri, poggiano al di sopra delle argille azzurre plioceniche.

I dati geotecnici a disposizione indicano una generale buona consistenza delle calcareniti. Dal punto di vista geomorfologico l'area appare completamente antropizzata ed al suo interno non si rileva alcun fenomeno geomorfologico .

Dal punto di vista idrologico, l'area è all'interno del centro abitato e la raccolta ed il deflusso delle acque meteoriche è affidato al sistema fognario. La fonte di San felice ricadente all'interno dell'area, è stratigraficamente ubicata nella porzione basale delle calcareniti, permeabili per porosità, al contatto con le sottostanti sabbie più compatte e meno permeabili.

### Pericolosità geologica ed idraulica

La pericolosità geomorfologica redatta ai sensi del D.P.G.R. 26/r a supporto del vigente RU comunale, attribuisce all'area in esame la classe G.2 *“aree con elementi geomorfologici, litologici e giacitureali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto”*. In seguito all'approfondimento eseguito a supporto di questa variante, riteniamo di poter esprimere lo stesso giudizio ai sensi del D.P.G.R. 53/r, attribuendo all'area la classe di pericolosità geologica G.2.

La cartografia redatta dal PAI Bacino Toscana Costa, non segnala alcun fenomeno di frana nell'intorno dell'area.

La pericolosità idraulica è da considerarsi bassa (I.1) visto il contesto collinare nel quale si pone l'area.

### Aspetti sismici e pericolosità sismica locale

Relativamente agli aspetti sismici, i dati a disposizione, integrati con quelli dedotti da una misura tromometrica eseguita poco a Nord dell'area, lungo la Via Pisana, indicano la presenza di un substrato che non dà luogo ad amplificazioni sismiche. Anche il contatto in profondità con le argille azzurre, che si esplicherebbe comunque all'incirca a 50 m dal p.d.c., non fa registrare alcuna amplificazione sismica. Peraltro le velocità sismiche rilevate per le calcareniti sono molto prossime a quelle attribuibili alle argille plioceniche inalterate.

Alla luce di ciò, abbiamo inserito l'area in esame tra le “zone stabili suscettibili di amplificazioni locali” caratterizzate da una colonna stratigrafica tipo riconducibile alla zona 1.

La pericolosità sismica locale da attribuire all'area è media, classe S2, inserendo la zona tra le “zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)” ai sensi del D.P.G.R. 53/r.

### Fattibilità

La Fattibilità degli interventi è stata definita sulla base di quanto previsto dal D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R e dalle normative del PAI Bacino Toscana Costa, riportate nei paragrafi 7 ed 8 della presente relazione.

Gli interventi previsti per questa zona sono relativi ad una riqualificazione della piazza mediante interventi di arredo urbano quali il rifacimento della pavimentazione e la progettazione di un nuovo sistema di illuminazione.

In funzione di ciò, la fattibilità da attribuire alla zona di variante è la classe F1 (fattibilità senza particolari limitazioni).

Gli interventi previsti per questa zona sono relativi ad una riqualificazione della piazza mediante interventi di arredo urbano quali il rifacimento della pavimentazione e la progettazione di un nuovo sistema di illuminazione.

In funzione di ciò, la fattibilità da attribuire alle zone di variante è la classe F1 (fattibilità senza particolari limitazioni).

## **STRALCIO 2**

### PN2.2 Dalla Stazione alla Badia, interventi:

7 realizzazione di un parcheggio a raso in località Montebradoni

### Considerazioni geologiche, geomorfologiche e idrologiche

L'area di variante è ubicata subito a monte della località Montebradoni in corrispondenza di un pianoro debolmente inclinato verso nordovest, delimitato sui lati nord e sud da alcune scarpate morfologiche.

L'area è posta alla quota altimetrica di circa 430 m.s.l.m. ed il substrato è rappresentato dalla formazione dei calcari di Volterra.

Questa formazione è ben visibile in affioramento lungo la Strada Provinciale ed è costituita da calcareniti detritico-organogene, di colore da grigio a giallo-arancio fossilifere e ben cementate. Nell'area d'interesse, lo spessore di questa formazione è valutabile in circa 5-15m. Al di sotto si estendono le sabbie di San Giusto che a loro volta, con spessori valutabili in circa 40 metri, poggiano al di sopra delle argille azzurre plioceniche.

Durante il sopralluogo eseguito, abbiamo potuto verificare la presenza nell'area di variante di un primo spessore di coltre alterata, con spessori non superiori ai 2 metri.

La coltre è ben esposta in corrispondenza della scarpata che costeggia la viabilità di collegamento tra la Badia e l'abitato di Montebradoni, lungo il lato nord del versante.

Nel tratto di versante a sud dell'area, è cartografata una frana quiescente il cui perimetro interessa anche la sede stradale della SP 15. Di recente, è stata effettuata una operazione di pulizia della scarpata che si estende nella parte alta della zona cartografata in frana, subito a monte della viabilità. Le operazioni hanno riguardato l'asportazione della coltre superficiale alterata, che aveva manifestato alcuni locali cedimenti.

Dal punto di vista idrologico, all'interno delle aree di variante non esiste alcun sistema di regimazione e le acque meteoriche ruscellano in superficie dirigendosi verso il fondovalle.

### Pericolosità geologica ed idraulica

La pericolosità geomorfologica redatta ai sensi del D.P.G.R. 26/r a supporto del vigente RU comunale, attribuisce all'area in esame la classe G.2 "aree con elementi geomorfologici, litologici e giacitureali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto". La zona subito a valle dell'area è invece inserita in classe G3 ed è ricompresa anche tra le aree in frana e relative aree di influenza cartografate nel PAI Bacino Arno.

In seguito all'approfondimento eseguito a supporto di questa variante, riteniamo di poter esprimere lo stesso giudizio ai sensi del D.P.G.R. 53/r, attribuendo all'area la classe di pericolosità geologica G.2., inserendo in classe G3 pericolosità elevata il tratto di versante a Sud dell'area di variante.

La pericolosità idraulica è da considerarsi bassa (I.1) visto il contesto collinare nel quale si pone l'area.

### Aspetti sismici e pericolosità sismica locale

Relativamente agli aspetti sismici, i dati derivati dalle indagini sismiche a disposizione, eseguite all'interno della formazione delle calcareniti di Volterra, indicano la presenza di un substrato con velocità sismiche  $V_s=600/700$  m/s.

La misura tromometrica Tr25, indica un piccolo picchi H/v pari a 2,68 a 0,28 Hz., che è da da riferirsi al contatto tra il pliocene e le successioni mioceniche e premioceniche che si potrebbe esplicare a circa 450-500 metri di profondità.

Alla luce di ciò, abbiamo inserito l'area in esame tra le "zone stabili suscettibili di amplificazioni locali" caratterizzate da una colonna stratigrafica tipo riconducibile alla zona 1. La zona in frana cartografata esternamente all'area di variante, va invece inserita tra le "zone suscettibili di instabilità per fenomeni di versante".

La pericolosità sismica locale da attribuire all'area di variante è media, classe S2, inserendo la zona tra le "zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)" ai sensi del D.P.G.R. 53/r.

### Fattibilità

La Fattibilità degli interventi è stata definita sulla base di quanto previsto dal D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R e dalle normative del PAI Bacino Fiume Arno riportate nei paragrafi 7 ed 8 della presente relazione.

Oltre alle condizioni di fattibilità dettate dalle suddette normative, riportiamo di seguito ulteriori indicazioni e prescrizioni basate sulle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrauliche e sismiche puntuali del sito.

In funzione della destinazione finale dell'area, prevista a parcheggio, la fattibilità da attribuire è la classe F2 (Fattibilità con normali vincoli).

Nelle idee progettuali proposte a supporto della presente variante, è previsto che il parcheggio sia realizzato interamente in terra battuta, con l'eventuale utilizzo di terre stabilizzate. A corredo della progettazione, dovrà comunque essere previsto un sistema di raccolta delle acque meteoriche ricadenti all'interno del parcheggio, che dovrà assicurare la corretta regimazione.

### **STRALCIO 3**

#### Restauro della Badia, del chiostro e della chiesa

Nel terzo stralcio, sono previsti interventi quali il restauro della Badia, del chiostro e della chiesa ed il miglioramento dell'accesso pedonale all'area storico archeologica e monumentale della badia.

Il sottosuolo di queste aree è costituito dalla porzione basale dei calcari di Volterra, immediatamente al di sopra del contatto con le Sabbie di San Giusto. Queste ultime, poggiano a loro volta sulla formazione delle argille azzurre plioceniche.

In corrispondenza della grande balza, che si estende ad Ovest della Badia è possibile osservare l'intera successione stratigrafica sopra descritta.

I fenomeni erosivi che interessano le Sabbie di San Giusto, sono essenzialmente dovuti a frane di crollo, mentre nelle sottostanti argille l'erosione incanalata dà luogo a frane di colamento e scorrimenti rotazionali.

I crolli che hanno originato le balze sono noti già dal 1140, anno in cui la chiesa di S.Giusto al Botro, costruita nel 619 fu lesionata; la chiesa fu coinvolta poi nell'arretramento delle balze fino alla sua distruzione nel marzo del 1648.

Nel 1710 fu abbandonato il Monastero di San Marco e nel 1778 fu demolita la chiesa di San Marco. Successivamente i crolli interessarono la strada di collegamento tra l'abbazia e il Borgo di S.Giusto e parzialmente le mura etrusche. Nel 1861 fu abbandonata definitivamente anche l'abbazia camaldolese per la quale oggi si prevede la possibilità di restauro.

Ad oggi, il ciglio superiore della balza è posto ad una distanza minima dall'abbazia compresa tra 35 e 40 metri. La velocità di arretramento del ciglio è difficilmente valutabile, in quanto i dissesti si susseguono su piccoli fronti, andando ad interessare zone distanti tra di loro. Dal confronto delle ortofoto del 25/08/1999 e del 21/08/2007 e delle foto aerea di google earth del 25/05/2009, la gran parte della zona immediatamente a valle della Badia, risulta pressoché stabile, mentre una porzione posta lungo il sentiero di accesso alla Badia evidenzia un arretramento di circa 8 metri nel periodo analizzato (10 anni), nel tratto indicato in cartografia come frana attiva. Nel corso dei sopralluoghi eseguiti nel Marzo del 2013, al piede delle balza sono stati osservati accumuli di materiale dovuti a frane recenti.

Attualmente la pericolosità geologica dell'area in cui insiste l'edificio è da considerarsi pari alla classe G2 (pericolosità media), mentre la zona subito a valle, che comprende sia la zona coinvolta dai dissesti che la loro area d'influenza è ricompresa all'interno della classe G4 (pericolosità molto elevata).

Questo giudizio di pericolosità fotografa l'attuale assetto morfologico dell'area, ma bisogna tener conto che nei prossimi anni, a meno di interventi consistenti di stabilizzazione dell'itero versante a valle della Badia, gli agenti esogeni continueranno la demolizione delle bancate arenacee fino al coinvolgimento della Badia.

Relativamente alla fattibilità degli interventi previsti, nel complesso storico monumentale della Badia sono attualmente in corso ciclici interventi di restauro finanziati dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Volterra. Questi interventi sono indispensabili per la conservazione del manufatto in modo da consentire la fruizione della Badia almeno per essere visitata come edificio storico di alto pregio artistico e architettonico.

La fattibilità geologica da attribuire a tali interventi corrisponde alla classe F2 (fattibilità con normali vincoli). Un piccolo contributo nel rallentamento del fenomeno di arretramento della balza, si potrà avere regimando correttamente le acque provenienti dalle superfici impermeabilizzate, per evitare che ruscellino verso il ciglio. Interventi di risanamento dell'intero versante a valle della Badia sarebbero auspicabili, ma economicamente, potrebbero non essere commisurati al valore del complesso monumentale.

Ad oggi, si ritiene ancora fattibile un intervento di conversione della badia in residenza storica attraverso un intervento privato di restauro. Anche in questo caso la fattibilità geologica di questo tipo di intervento è da considerarsi pari alla classe F2.

Nella porzione del perimetro di zona che ricade all'interno delle classi G4 e G3 di pericolosità geologica, oltre alla ordinaria manutenzione del verde, gli unici interventi ammessi sono quelli per la stabilizzazione dei dissesti, ai quali va attribuita comunque la classe F3 in quanto il progetto degli interventi dovrà passare il vaglio dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

#### Miglioramento dell'accesso pedonale all'area storico archeologica

Attualmente un percorso pedonale nel verde che parte dalla parte nord del centro abitato di Volterra, costeggia le mura etrusche ed arriva fino all'estremità nord del campeggio ad affacciarsi verso la Badia. Il progetto prevede la realizzazione della prosecuzione di tale percorso per poter così attivare un collegamento pedonale tra il centro abitato di Volterra e la Badia. Considerando che tale percorso, costeggia in alcune sue parti il ciglio superiore della balza, si dovrà prevedere la posa in opera di una rete di recinzione nelle zone del percorso che maggiormente si avvicinano al ciglio, similmente a quanto già è stato realizzato nelle parti del percorso esistente. Nel tratto in cui il percorso pedonale transiterà a valle dello sperone calcarenitico che si estende al di sopra della strada provinciale, gli approfondimenti che dovranno eseguirsi in sede di progetto esecutivo, dovranno riguardare anche la stabilità delle alberature presenti lungo la scarpata e la presenza di blocchi litoidi in disequilibrio per i quali si potrebbero rendere necessarie operazioni preventive di disaggio.

Sulle base di tali condizioni, la fattibilità dell'intervento è pari alla classe F3.

#### Restauro dell'ex conservatorio di San Pietro

L'ex conservatorio di San Pietro è un antico monastero con annessa Chiesa. Il complesso architettonico, di origini cinquecentesche, è posto all'interno delle mura del centro antico di

Volterra nei pressi di porta Selci.

Il sottosuolo di quest'area è costituito dalla porzione basale dei calcari di Volterra, immediatamente al di sopra del contatto con le Sabbie di San Giusto.

Dal punto di vista geomorfologico non si riscontrano fenomeni di dissesto all'interno dell'area. La pericolosità geologica attribuita all'area è pari alla classe G2 (pericolosità media)

Il progetto prevede la ristrutturazione dell'edificio per la realizzazione di aule e spazi per l'accoglienza dei fruitori delle attività. Relativamente agli spazi esterni il progetto prevede per il giardino, la pulizia e potatura della vegetazione presente, oltre alla pulizia delle mura sul lato esterno e la generale manutenzione con previsione di orari di apertura al pubblico. Si prevede inoltre la sistemazione dell'area parcheggio esistente, situata a ridosso delle mura del giardino dell'ex Conservatorio, con la realizzazione di una nuova pavimentazione e di un sistema di regimazione delle acque piovane.

La fattibilità da attribuire all'intervento di restauro dell'edificio è pari alla classe F2 (fattibilità con normali vincoli). Agli interventi di sistemazione degli spazi a verde è da attribuire la classe F1 (fattibilità senza particolari condizioni).

## **STRALCIO 4**

Lo stralcio 4 prevede interventi all'interno del complesso architettonico definito "Il Chiarugi". Questo complesso è inserito nella area ospedaliera di Santa Chiara. Attualmente l'edificio è in stato di degrado ed abbandono.

Dal punto di vista geologico, il sottosuolo dell'area è costituito dalla porzione basale dei calcari di Volterra, immediatamente al di sopra del contatto con le sottostanti sabbie di San Giusto. Relativamente agli aspetti geomorfologici, l'area è caratterizzata dalla presenza di due ampie scarpate morfologiche, che evidenziano altrettante superfici di strato delle calcareniti, tra le quali si estende il pianoro nel quale è stato realizzato l'edificio del Chiarugi e il campo sportivo.

A valle del campo sportivo è cartografata una frana quiescente che si estende verso il basso fino in corrispondenza del Botro Pinzano. Verso l'alto, l'area di influenza di tale frana, interseca il perimetro di zone per una piccola porzione che si estende ad Ovest del campo sportivo.

La pericolosità geologica dell'intera area corrisponde alla classe G2, ad esclusione della piccola porzione che ricade all'interno dell'area di influenza della zona in frana, alla quale viene attribuita la classe G3.

Relativamente agli interventi in programma per l'edificio principale, si prevede un intervento di ristrutturazione che dovrà garantire la tutela architettonica della configurazione esterna dell'edificio.

Tra gli interventi di riqualificazione degli spazi verdi il progetto prevede la riqualificazione delle attrezzature sportive nell'ambito di un progetto che privilegi la fruizione pubblica per il tempo libero dell'area aperta antistante l'edificio del Chiarugi, con la possibilità di individuare delle aree a posteggio integrate nel verde.

In questo stralcio è prevista in tal senso la generale riqualificazione del percorso pedonale dall'ex Stazione al centro socio-culturale del Chiarugi lungo l'asse dell'ospedale, attraverso la verifica della pavimentazione, la verifica ed eventuale ripristino della funzionalità degli attraversamenti, la verifica ed eventuale integrazione della presenza di aree di sosta e la manutenzione ed eventuale integrazione del verde.

La fattibilità di tali interventi corrisponde alla classe F2.

Nella zona ad ovest del campo sportivo, che ricade all'interno dell'area di influenza della zona in frana, si prescrive l'inedificabilità, in funzione di ciò la fattibilità corrisponde alla classe F3.

Nello stralcio 4 ricade anche l'ampia area a verde presente immediatamente ad Ovest dell'ex ospedale psichiatrico. L'area, individuata nelle cartografie urbanistiche con la sigla Vp "Parchi", comprende la parte sommitale di un piccolo colle. Gli interventi previsti per quest'area, sono quelli normati dall'Art. 7 delle N.T.A che prevedono la possibilità di

sistemazione di prati, alberature, siepi, viali e spazi di sosta non pavimentati, non ammettendo comunque aree attrezzate per lo sport. E' previsto inoltre che eventuali chioschi non possano avere una Superficie coperta superiore a 4 mq.

La fattibilità attribuita agli interventi massimi previsti corrisponde alla classe F2.

Pontedera, luglio 2013

Geol. Francesca Franchi

Geol. Emilio Pistilli