



CITTÀ DI VIAREGGIO

## e14) RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

<b>Sindaco</b>	GIORGIO DEL GHINGARO
<b>Assessore alla rigenerazione urbana e del territorio</b>	FEDERICO PIERUCCI
<b>Dirigente Unità di Staff Politiche del Territorio - Responsabile</b>	GIOVANNI MUGNANI
<b>Garante della Comunicazione</b>	IVA PAGNI

### Unità di Staff Politiche del Territorio

#### Funzionari

Cesare Berti | Cristiana Bertuccelli  
Antonio Bresciani | Claudia Fruzza  
Luigi Gazzentini | Giuliano Pardini  
Paola Gemma Paoli | Eleonora Lencioni  
Sabrina Petri | Dino Pierotti

#### Collaboratori

Luca Dal Pino | Luca Del Carlo | Domenico Festa  
Eleonora Gianneccchini | Domenico Marocco  
Leonardo Matteucci | Pier Camillo Mattioli  
Claudio Opulo | Domenico Vinci

con il contributo di:

**Comune di Viareggio, Ufficio Statistica**  
Sergio Baccelli

**Provincia di Lucca, Ufficio Statistica**  
Lorenzo Maraviglia

**SIGI - Mo.Ver. s.p.a.**  
Antonio Lazzini | Andrea Nesi  
Antonio Pezzella



**Progettazione urbanistica**  
Fabio Lucchesi (DIDA) | Fabio Nardini

**Viabilità e mobilità dolce**  
Francesco Alberti (DIDA) | Sabine Di Silvio

**Valutazione Ambientale Strategica**  
Giovanni Belletti (DISEI) | Marco Mancino

**Resilienza urbana e sistema del verde**  
David Fanfani (DIDA) | Martina Romeo

**Processo di partecipazione**  
Luca Toschi (DSPS) | Eugenio Pandolfini

**Collaboratori esterni**  
Nicola Bianchi | Marina Visciano  
**Studi geologici**  
Enrico Galigani | Marco De Martin Mazzalon

APPROVAZIONE

2019

INDICE

<b>PREMESSA</b> .....	3
<b>1. AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO</b> .....	4
1.1 Generalità.....	4
1.2 La Carta Geologica.....	5
1.3 La Carta idrogeologica.....	6
1.4 La Carta litotecnica e dei dati di base.....	8
1.5 La Carta delle MOPS.....	9
1.5.1 INDAGINI HVSR.....	12
1.5.2 STIMA DEL LIVELLO DI QUALITA' DELLA CARTA DELLE MOPS.....	14
<b>2. AGGIORNAMENTO DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' SECONDO IL     REGOLAMENTO 53/R</b> .....	16
2.1 Generalità.....	16
2.2 La pericolosità geomorfologica.....	16
2.3 La pericolosità sismica.....	17
2.4 La pericolosità idraulica.....	20
<b>3. LE CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ</b> .....	22
3.1 Generalità.....	22
3.2 La fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici/geotecnici.....	23
3.3 La fattibilità in relazione agli aspetti sismici.....	26
3.4 Le condizioni di fattibilità rispetto agli aspetti idraulici.....	29

APPENDICE

**INDICAZIONI SULLA TIPOLOGIA E SUL LIVELLO DI APPROFONDIMENTO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE DI SUPPORTO AI PIANI COMPLESSI DI INTERVENTO, AI PIANI URBANISTICI ATTUATIVI O ALL'INTERVENTO DIRETTO (PROGETTO EDILIZIO)**

## **PREMESSA**

Per la redazione della relazione di fattibilità geologica di Viareggio e delle NTA in adozione sono stati presi, già nella versione del 2012 poi ritirata, molti spunti e richiamate alcune parti degli strumenti urbanistici dei comuni della provincia di Lucca, in particolare dalla relazione geologica di fattibilità e dalle NTA del Comune di Altopascio realizzate nel 2010 dal Dott. Geol. Paolo Sani e dal Dott. Geol. Caredio.

Per incarico dell'Amministrazione Comunale di Viareggio, con DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE N. 1495 DEL 21/12/2017, sono state svolte indagini di supporto alla formazione del Regolamento Urbanistico.

Il Piano Strutturale del Comune di Viareggio, era stato supportato da indagini geologico-tecniche svolte in conformità alla normativa tecnica di cui alla Deliberazione del C.R.T. n° 94 del 12/02/1985, tenendo conto del Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Serchio.

Pur ritenendo necessario un aggiornamento completo delle cartografie di base, in questa fase di pianificazione, caratterizzata da previsioni limitate ad aree molto circoscritte del territorio comunale, abbiamo utilizzato le informazioni ancora valide ed attuali delle cartografie del Piano Strutturale e provveduto ad una rivisitazione ed implementazione solo di alcune cartografie di base. Questa operazione si può considerare quindi un passaggio intermedio con gli approfondimenti che saranno necessari, con il nuovo avvio del procedimento del Piano strutturale per l'adeguamento alle normative regionali. In questa sede abbiamo aggiornato dove possibile, con i dati esistenti e con nuove misurazioni, approfondimenti e studi specifici mirati richiesti dall'autorità competente, le cartografie di base e le cartografie di pericolosità del territorio, così come definite dal REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE DELL'ARTICOLO 62 DELLA L.R. 1/2005, approvato con D.P.G.R. 25-10-2011, n. 53/R., attualmente vigente.

Nel frattempo, con Decreto del 14 Gennaio 2008, pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4.02.2008 suppl. ord. n° 30, sono state approvate anche le nuove Norme tecniche per le costruzioni, aggiornate con D.M. 17.01.2018: Aggiornamento norme tecniche per le costruzioni, successivamente aggiornate con Circolare 21 gennaio 2019 n.7 " Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018", che

indicano l'accelerazione di base da considerare per il territorio comunale, non più fissata sul valore di  $a_g = 0.15$  come precedentemente indicato per i territori ricadenti in Zona sismica 3, ma variabile in funzione della posizione dell'intervento rispetto a quattro punti della griglia di accelerazioni (calcolate per un tempo di ritorno di 475 anni) indicati nelle Mappe di Pericolosità Sismica Nazionale. Nel rapporto che segue si illustrano le indagini supplementari eseguite e le considerazioni svolte per definire sia le nuove classificazioni di pericolosità del territorio, sia le condizioni di fattibilità delle previsioni urbanistiche.

## **1. AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO**

### **1.1 Generalità**

Come già specificato, il quadro conoscitivo di carattere geologico-geomorfologico, sismico, idraulico ed idrogeologico sul quale è impiantato il Piano Strutturale vigente rimane sostanzialmente attuale, e ad esso viene fatto riferimento per l'aggiornamento delle carte del quadro conoscitivo ai sensi del regolamento 53/R. È stato comunque effettuato, in conseguenza della promulgazione della LEGGE REGIONALE 24 luglio 2018, n. 41, uno studio idraulico dall'Ing. Enrico Galigani che ha fornito i battenti idraulici di riferimento sul territorio.

Nei paragrafi che seguono si illustrano in particolare i criteri impiegati per la redazione delle nuove carte:

- e1) Carta geologica – n. 1 tavola (scala 1:10.000)
- e2) Carta idrogeologica – n. 1 tavola (scala 1:10.000)
- e3) Carta litotecnica e dei dati di base – n. 1 tavola (scala 1:10.000)
- e4) Carta della Pericolosità geologica – n. 1 tavola (scala 1:10.000)
- e5) Carta delle MOPS 1/10.000 – n. 1 tavola (scala 1:10.000)
- e6) Carta della Pericolosità sismica – n. 1 tavola (scala 1:10.000)
- e7) Carta della Pericolosità idraulica – n. 1 tavola (scala 1:10.000)
- e8) Carta di riferimento delle norme di Piano nel settore rischio idraulico – Variante al Piano di Bacino Stralcio "Assetto idrogeologico" – Primo Aggiornamento – Dicembre 2010 – n. 1 tavola

e9) Carta delle Pericolosità geologica – variante al Piano di Bacino stralcio assetto

idrogeologicoe10) Carta dei battenti - TR30

e11) Carta dei battenti - TR200

e12) Carta delle velocità - TR30

e13) Carta delle velocità - TR200

e14) Relazione geologica di fattibilità

e15) Relazione idrologico idraulica

e16) Fascicolo delle indagini geologiche

e17) Relazione tecnica Indagini Geofisiche HVSR

## ***1.2 La Carta Geologica***

Questo elaborato riporta la nuova cartografia geologica regionale che è possibile recuperare dal sito web della Regione Toscana in formato raster e shape. Lo studio geologico di supporto al P.S. vigente contiene una carta geolitologica che articolava i sedimenti alluvionali della pianura costiera di Viareggio sulla base delle indagini geognostiche realizzate nel corso del tempo. In occasione di questo aggiornamento per il RU, che comunque anticipa di poco tempo la revisione generale del P.S., si è scelto di predisporre una carta geologica, basata sui nuovi dati del progetto CARG, che è focalizzata alla individuazione delle diverse formazioni geologiche che affiorano sul territorio rimandando le informazioni più applicative alla carta litotecnica e dei dati di base.

Come si può facilmente individuare dalla lettura della carta geologica, tutta il territorio comunale è compreso nella fascia di pianura costiera dove affiorano depositi lacustri e palustri, le sabbie di duna costiera e delle sabbie litorali, nonché i depositi alluvionali attuali che, nel corso del tempo, si sono accumulati durante i frequenti episodi alluvionali che hanno interessato i corsi d'acqua prima che questi venissero regimentati con specifiche opere idrauliche.

Evidentemente un'areale completamente pianeggiante e fortemente urbanizzato come quello della pianura costiera Viareggina non presenta caratteristiche geomorfologiche significative. Le uniche "forme" del territorio che possono essere rilevate sono quelle di origine antropica quali i

rilevati delle infrastrutture viarie e le arginature dei corsi d'acqua principali. Tali manufatti, unitamente alle estese superfici impermeabilizzate, costituiscono elementi che possono interferire con le dinamiche legate allo scorrimento superficiale delle acque. In definitiva, quindi, l'elemento geomorfologico che maggiormente emerge da questa analisi è proprio l'andamento pianeggiante della superficie del piano di campagna che spesso costituisce un "ostacolo" per il deflusso naturale delle acque di precipitazione meteorica che non trovando adeguate vie di scorrimento tendono a ristagnare sia per la scarsa pendenza del terreno che per la diffusa impermeabilizzazione del suolo.

### ***1.3 La Carta idrogeologica***

La carta idrogeologica è costruita con la sovrapposizione della carta di permeabilità dell'Autorità di Bacino del Serchio (Progetto di Piano di Bacino Stralcio" Bilancio Idrico del Bacino del Lago di Massaciuccoli" del 2006 scala di stampa: 1:50.000) e con i dati idrogeologici dei pozzi ad oggi in possesso dell'amministrazione comunale. Alla cartografia sono state aggiunte le curve isofreatiche derivanti da una prima valutazione delle quote dei pozzi ed una analisi delle curve di isosalinità esistenti. La permeabilità generale del terreno superficiale, è possibile valutarla qualitativamente e corrisponde alla diversa possibilità di infiltrazione delle acque superficiali sulla base delle caratteristiche litologiche evidenziate nella carta litotecnica.

Nel caso del Piano di Bacino Stralcio" Bilancio Idrico del Bacino del Lago di Massaciuccoli" alla carta della permeabilità sono associate la carta dei tipi di suolo ed i coefficienti di infiltrazione potenziale. Dalla cartografia si evince che il grado di permeabilità elevato viene, quindi, attribuito ai terreni prevalentemente sabbiosi che affiorano nella parte costiera del territorio comunale; il grado di permeabilità media, invece, si attribuisce ai terreni prevalentemente sabbioso-limosi, mentre il grado di permeabilità bassa è attribuibile ai terreni prevalentemente argillosi la cui presenza aumenta allontanandosi dalla zona costiera verso est, ad eccezione della parte sud del territorio comunale in destra idrografica del Serchio.

Il P.S aveva prodotto un'analisi idrogeologica del territorio comunale articolata nella individuazione dei pozzi ad uso potabile e agricolo, per la ricostruzione dell'andamento della falda freatica.

Erano stati individuati dei punti di misura del livello piezometrico, e attraverso queste misure erano state ricostruite le curve isopieze e la direzione di flusso della falda captata dai pozzi censiti.

Nell'attuale revisione sono state fatte delle interpolazioni con i pozzi della banca dati estrapolando da questa una superficie piezometrica. I dati purtroppo sono poco numerosi pertanto la valutazione dovrà essere necessariamente affinata.

L'aggiornamento della carta idrogeologica ai sensi del DPGR 53/R del 2011 è stato realizzato con l'acquisizione di tutti gli elementi presenti nel PIT, negli altri atti di pianificazione regionale, nonché i dati e gli elementi elaborati dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio, dall'agenzia Lamma e SIRA competenti.

Come si evidenzia in cartografia, in tutta la pianura di Viareggio, sono in attività numerosi pozzi per l'approvvigionamento idrico che estraggono l'acqua dall'acquifero superficiale. Tali manufatti possono costituire delle vie preferenziali per eventuali agenti inquinanti che se sversati nelle vicinanze dei pozzi sono in grado di raggiungere direttamente l'acquifero compromettendone la qualità. Per questo motivo intorno ai pozzi la normativa vigente in materia di salvaguardia delle acque sotterranee (D.Lgs.152/06) individua una zona di tutela assoluta e di rispetto. La carta idrogeologica non sintetizza tutte le problematiche, in chiave di rischio per la risorsa acqua, per le quali sarà necessario, nei prossimi strumenti di pianificazione territoriale, valutare più approfonditamente il grado di vulnerabilità dei terreni in rapporto anche alla infiltrazione potenziale, l'aggiornamento della misura del livello piezometrico, e attraverso queste misure una nuova ricostruzione delle curve isopiezometriche e la direzione di flusso della falda. Infine sarà necessario stimare il regime di sfruttamento della falda in rapporto all'ingresso del cuneo salino.

#### ***1.4 La Carta litotecnica e dei dati di base***

Nella Carta Litotecnica e dei dati di base è riportata l'ubicazione delle indagini geognostiche che sono state realizzate nel corso del tempo a supporto della progettazione edilizia. Questi dati provengono da una ricerca su tutte le pratiche edilizie depositate nell'archivio comunale i cui esiti sono stati resi disponibili dal Comune di Viareggio e nella banca dati regionale.

Per ciascun punto di indagine vengono riportati le diverse tipologie di prova riconoscibili secondo un numero univoco. Nell'elaborato cartografico si evidenziano, quindi, le prove penetrometriche statiche e dinamiche, i sondaggi a carotaggio continuo, le indagini sismiche.

Questo archivio rappresenta il naturale proseguimento della raccolta delle informazioni geognostiche già avviato nello studio geologico di supporto al Piano strutturale che ha permesso di articolare e differenziare i sedimenti alluvionali e costieri almeno nella porzione superficiale del terreno, cioè per i primi 5-6 metri di profondità. L'andamento della distribuzione areale dei terreni a diversa granulometria costituisce, quindi, una prima indicazione sulle caratteristiche litologiche del terreno, comunque utile per impostare le campagne geognostiche per i nuovi interventi da realizzare.

La Carta Litotecnica per la microzonazione sismica deriva quindi dalle cartografie di base, con una revisione a scala di dettaglio da parte dello scrivente, attraverso l'acquisizione di tutti i dati litologici, stratigrafici e litotecnici disponibili.

La carta geologico tecnica è stata realizzata utilizzando la simbologia prevista dagli "Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica" redatti dal DPC.

Per la realizzazione della Carta geologico-tecnica sono stati individuati degli schemi dei rapporti stratigrafici considerati più significativi per l'area studiata che sono poi alla base della realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

Le caratteristiche fisico – meccaniche delle U.G. (Unità geologiche) vengono suddivise sulla base delle proprietà litotecniche prevalenti definendo delle Unità Litotecniche (U.L.).

Le U.L. sono state distinte in due categorie: "Substrato geologico rigido o non rigido" (per substrato non rigido si intende quello caratterizzato da  $V_s \leq 800$  m/sec) e "Terreni di copertura".



Nella Legenda della carta litotecnica, accanto alle U.L. individuate, è stata redatta una descrizione sintetica che comprende le caratteristiche dell'Unita.

Di seguito sono indicate le principali Unità Litotecniche dei terreni di copertura rilevate sul territorio comunale di Viareggio:

**GW** – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbie

**MH** – Limi inorganici, sabbie fini, limi micacei e diatomitici

**PT** – Torbe ed altre terre fortemente organiche

**SP** – Sabbie pulite con granulometria poco assortita

A compendio della Carta Litotecnica è fornito un fascicolo delle prove geologiche tra gli allegati del nuovo regolamento urbanistico.

### ***1.5 La Carta delle MOPS***

La Carta delle MOPS, individua le microzone del territorio comunale dove, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche e geognostiche, è prevedibile che si verifichino effetti di amplificazione sismica, instabilità, liquefazione, ecc.

Diventa quindi fondamentale la ricostruzione di un modello geologico-tecnico dell'area con l'individuazione dei litotipi che possono determinare contrasti di impedenza e la profondità degli stessi. Sul territorio di Viareggio non sono state individuate in questa fase, discontinuità e morfologie sepolte potenzialmente in grado di causare inversioni della velocità di propagazione delle onde di taglio ed effetti di RSL bi e tridimensionali.

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) del livello 1 rappresenta quindi un documento fondamentale di questo livello di approfondimento.

Più precisamente, lo scopo di tale carta è quello di raggiungere i seguenti obiettivi:

- caratterizzazione di terreni di copertura,
- ricostruzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico,

- individuazione di forme geomorfologiche di superficie e sepolte, particolarmente importanti per problematiche sismiche.

Nel 2007 su incarico del Comune di Viareggio, a supporto degli studi geologici per la redazione del Piano strutturale, fu effettuato da Geologia & Ambiente uno studio per determinare una zonazione della pericolosità del territorio comunale legata a rischio potenziale di liquefazione, finalizzata a costituire elemento significativo della normativa di regolamento urbanistico.

L'elaborazione della cartografia della pericolosità venne quindi realizzata sulla base dell'individuazione del potenziale di liquefazione PL, indicativo dell'estensione che il fenomeno della liquefazione poteva avere nei terreni.

Per lo studio fu utilizzato il metodo proposto da Iwasaki et Al. (1978/1984); tale metodo risultò essere il più adatto sia in considerazione della natura dei dati a disposizione che del risultato finale prefissato.

I risultati dell'applicazione della metodologia indicata da Iwasaki, applicata ad ogni singola prova penetrometrica, permise di individuare nel sottosuolo la presenza di livelli alle diverse profondità caratterizzati da un determinato valore medio di PL e, attraverso l'interpolazione dei valori così ottenuti, arrivare alla determinazione di una zonazione del rischio liquefazione, su tutto il territorio comunale per due intervalli di profondità: da 0 a 3 metri dal piano campagna e tra 3 e 5 metri dal piano campagna.

I risultati così ottenuti furono quindi rielaborati e sintetizzati, considerando le caratteristiche geologiche e geologico-tecniche del territorio comunale e la disomogenea copertura delle informazioni sullo stesso, realizzando la cartografia della pericolosità da liquefazione sismica del Comune di Viareggio.

Più precisamente, la Carta di Pericolosità da liquefazione sismica tenne conto dei livelli a diverso potenziale di liquefazione individuati ai vari livelli di profondità e del fatto che molte zone del territorio comunale non hanno informazioni di carattere geotecnico. L'interpolazione con aree prive o deficitarie di dati porta naturalmente a delle forzature interpretative che sono state corrette dal confronto con le cartografie geologiche di base.

Anche la scelta della soglia del valore del PL (Potenziale di Liquefazione)  $< 8$  per le aree a bassa

pericolosità è stata fatta con queste motivazioni. Il metodo Iwasaki et Al. infatti indicava il valore 5 come soglia di passaggio tra le due classi (rischio basso e rischio alto) ed inevitabilmente portava con se una sovrastima di tutte le aree con un potenziale di liquefazione appena superiore a tale soglia.

La maggior parte del territorio comunale fu caratterizzata da una pericolosità bassa 2t, con un potenziale di liquefazione  $< a 8$ .

Furono altresì rilevabili ristrette aree del territorio caratterizzate da una pericolosità media 3t lungo una fascia con andamento NW-SE, parallelo alla line di costa, corrispondente in genere alla parte interna della zona dunale.

La Carta delle MOPS e quindi la cartografia della pericolosità sismica ha tenuto conto di questo approfondimento del quadro conoscitivo sul potenziale di liquefazione del Comune di Viareggio ed è quindi una sintesi dei dati ottenuti, considerando le caratteristiche geologiche e geologico-tecniche del territorio comunale e la disomogenea copertura delle informazioni sullo stesso.

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) è stata realizzata nel rispetto degli standard di rappresentazione cartografica degli studi per la MS redatti dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica.

Nel territorio di Viareggio compaiono solo:

- **ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI**

In tali zone sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale.

Sono le zone in cui sono presenti terreni di copertura, coltri di alterazione del substrato, substrato molto fratturato, o substrato caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s < 800 \text{ m/s}$  o da pendenze  $> 15^\circ$ .

Nel territorio di Viareggio compaiono solo le MOPS Z6, Z8 e Z13.

Sono inoltre state riportate sulla Carta delle MOPS le indagini HVSR descritte nel paragrafo successivo, evidenziando con il colore la frequenza del picco di amplificazione e con la grandezza del simbolo l'intensità di picco.

### 1.5.1 INDAGINI HVSR

A completamento della carta delle MOPS è stata eseguita una campagna geofisica di misurazione HVSR con un tromografo digitale dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e UP-DOWN. Vengono di seguito riportate le principali conclusioni. Si rimanda per gli approfondimenti alla specifica trattazione allegata.

L'ubicazione delle prove è riportata nell'estratto cartografico in paragrafo.

Nella tabella seguente si riportano, per ogni indagine tromografica, la denominazione, le coordinate Gauss Boaga, i parametri di acquisizione e la data di esecuzione:

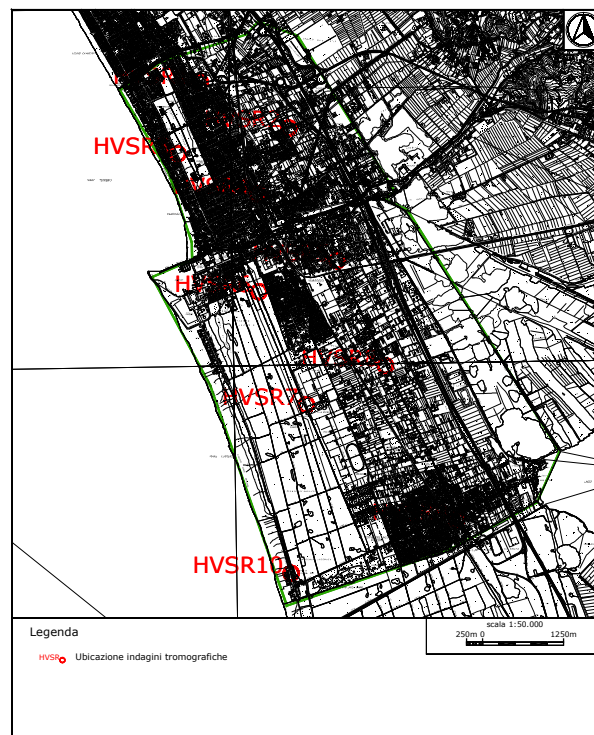
<b>PARAMETRI CONFIGURAZIONALI INDAGINI HVSR</b>				
Denominazione	Coordinate Gauss Boaga	Durata acquisizione	Frequenza di campionamento	Data acquisizione
<b>HVSR1</b>	<b>X= 1599906 Y= 4860277</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>23.04.2019</b>
<b>HVSR2</b>	<b>X= 1601276 Y= 4859566</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>23.04.2019</b>
<b>HVSR3</b>	<b>X= 1599561 Y= 4859167</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>23.04.2019</b>
<b>HVSR4</b>	<b>X= 1600795 Y= 4858540</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>23.04.2019</b>
<b>HVSR5</b>	<b>X= 1602020 Y= 4857509</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>23.04.2019</b>
<b>HVSR6</b>	<b>X= 1600815 Y= 4857029</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>23.04.2019</b>
<b>HVSR7</b>	<b>X= 1601547 Y= 4855282</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>23.04.2019</b>
<b>HVSR8</b>	<b>X= 1602771 Y= 4855882</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>23.04.2019</b>
<b>HVSR9</b>	<b>X= 1603870 Y= 4853491</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>23.04.2019</b>
<b>HVSR10</b>	<b>X= 1601311 Y= 4852667</b>	<b>20 min</b>	<b>128 Hz</b>	<b>23.04.2019</b>

Nella tabella sottostante sono riportati, per ogni singola indagine tromografica, i valori della frequenza di picco e i valori di picco.

<b>Denominazione</b>	<b>frequenza di picco</b>	<b>valore di picco</b>
<b>HVSR1</b>	0.36 Hz	7.8
<b>HVSR2</b>	0.39 Hz	8.1
<b>HVSR3</b>	0.30 Hz	5.2
<b>HVSR4</b>	0.34 Hz	6.8
<b>HVSR5</b>	0.38 Hz	8.1
<b>HVSR6</b>	0.33 Hz	4.7
<b>HVSR7</b>	0.31 Hz	6.0
<b>HVSR8</b>	0.34 Hz	6.2
<b>HVSR9</b>	0.34 Hz	8.4
<b>HVSR10</b>	0.27 Hz	4.2

Come si può evincere dalla tabella delle frequenze di risonanza cui sopra e dai grafici nella relazione allegata, vi è una sostanziale uniformità nelle misure, si nota infatti una assenza di disturbi significativi (picchi secondari), una presenza di picchi significativi di amplificazione corrispondenti a contrasti di impedenza profondi, verosimilmente appunto al passaggio dai depositi plio-quadernari al substrato roccioso.

I risultati della campagna di indagine di misurazione HVSR appare coerente con alcuni studi di rilevamento sismico a riflessione effettuati

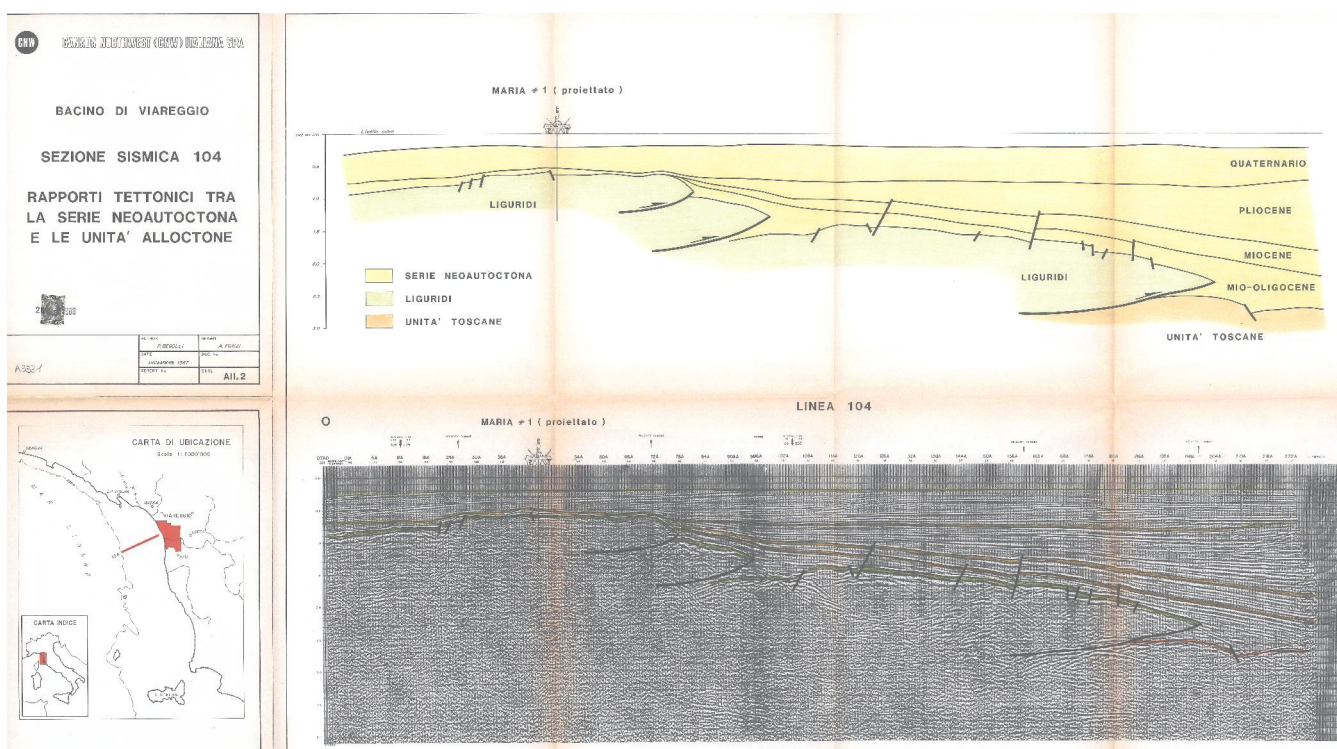


nel territorio di Viareggio per il permesso di ricerca omonimo presentato nel 1989 dalla Società "Canada Northwest Italiana spa" nel 1989.

Per l'area coperta dal rilevamento sismico a riflessione è possibile formulare delle ipotesi realistiche sulla situazione litologico-strutturale del sottosuolo. Secondo lo studio geologico di supporto al permesso di ricerca, i dati bibliografici raccolti, unitamente alle informazioni dedotte dagli studi effettuati, suggeriscono un rapido e graduale ispessimento, condizionato dalla tettonica del substrato della coltre detritica di riempimento, la quale può raggiungere una potenza di migliaia metri in prossimità della linea di costa. Nel complesso quindi è un assetto strutturale dove una tettonica compressiva prima e distensiva successivamente, ha prodotto un sistema complesso di fratture, caratterizzato da un sistema principale di faglie dirette più o meno parallele che hanno determinato un graduale e progressivo abbassamento del substrato litoide ed una direttrice secondaria NE-SW ad andamento anti-appenninico, individuato da una serie di faglie trascorrenti che sicuramente hanno condizionano la geometria del substrato roccioso della fossa versiliese pisana. Il substrato roccioso quindi condizionato dalle faglie principali appartenenti alle direttrici sopra-menzionate, ma sul quale le faglie di direzione anti-appenninica non hanno giocato solo il ruolo di sblocchettamento delle gradinate formate dalle

faglie dirette ma avrebbero prodotto un progressivo, seppur irregolare abbassamento del substrato roccioso da nord verso sud, infatti nella porzione più meridionale dell'area di ricerca, in corrispondenza della Macchia di Migliarino, lo spessore dei depositi, secondo lo studio della Northwest, raggiungerebbe i 3000 metri.

Nel complesso dunque si profila per tutto il territorio Viareggio una grande profondità del substrato al di sotto dei depositi plio-quadernari, una profondità che rende quindi irrilevanti i contrasti di impedenza riscontrati ed ininfluenti sulla pericolosità sismica del territorio.



### 1.5.2 STIMA DEL LIVELLO DI QUALITA' DELLA CARTA DELLE MOPS

Nelle specifiche tecniche regionali (Del.GRT.261/2011, Del.GRT.741/2012, Del. GRT. n.971/2013 e Del. GRT 144/2015) è stata inserita una procedura semiquantitativa per la stima del livello di qualità delle cartografie MOPS.

Tale procedura è stata definita dal Gruppo di Lavoro Nazionale per la Microzonazione Sismica e rappresenta una integrazione agli Indirizzi e Criteri Nazionali per la Microzonazione Sismica (ICMS); ed è stata recentemente pubblicata sul Volume di Ingegneria Sismica 2/2011.

Si allega, di seguito, il foglio di calcolo in excel di valutazione della Carta di Microzonazione sulla base delle Indagini nuove e/o pregresse.

**FOGLIO DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLA CARTA DEL LIVELLO DI MICROZONAZIONE SISMICA SULLA BASE DELLE INDAGINI PREGRESSE E/O NUOVE**

Inserire il valore solo nelle celle colorate in viola

Parametro	4				
<b>b</b> Carta Sismologica tecnica	1	Anno Billeverimento	Progetto	Scala	
Punteggi indicatori	0,33	0,33	0,66	1	
Pesi indicatori	0,33	0,33	0,33	0,33	
<b>c</b> Sondaggi a distruzione	0,5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock	
Punteggi indicatori	0,33	0,33	0,33	0	
Pesi indicatori	0,33	0,33	0,33	0,33	
<b>d</b> Sondaggi a contraggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock	
Punteggi indicatori	0,66	1	0,66	0	
Pesi indicatori	0,33	0,33	0,33	0,33	
<b>e</b> Indagini geofisiche	0,5	Numero misure	% celle occupate	% indagini di bedrock	
Punteggi indicatori	0	0	0	0	
Pesi indicatori	0,33	0,33	0,33	0,33	
<b>f</b> Prove geotecniche	0,25	Numero prove	% celle occupate	% prove di bedrock	
Punteggi indicatori	1	1	1	1	
Pesi indicatori	0,33	0,33	0,33	0,33	
<b>g</b> Misure Frequenze	0,75	Numero misure	% celle occupate	Classe di affidabilità	
Punteggi indicatori	0,66	0,66	0,66	1	
Pesi indicatori	0,33	0,33	0,33	0,33	

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	≥ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
b	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICM508 e Linee Guida Regione Toscana

<b>e</b>	25	punteggi parziali	
<b>b</b>	0,66	16,4	
<b>c</b>	0,11	2,7	
<b>d</b>	0,33	13,7	
<b>e</b>	0,00	0,0	
<b>f</b>	0,25	6,2	
<b>g</b>	0,57	14,4	
<b>Tot</b>	<b>53,4</b>	<b>53,4</b>	qualità - classe B

Tabella 1 - Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l'attribuzione dei pesi e dei punteggi

Parametro (pesi parametri)	Pesi indicatori	Indicativi (pesi indicatori)	Valutazione indicatori (a categoria)		Alta (A)
			Media (0,33)	Media (0,66)	
Carta geologica tecnica (1)	0,33	Progetto	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
	0,33	Scala reale/anno	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
	0,33	Misure di deformazione	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
Sondaggi a distruzione (0,5)	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
Sondaggi a contraggio continuo (1)	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
Indagini geofisiche (0,5)	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
Prove geotecniche (0,25)	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
Misure frequenze (0,75)	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)
	0,33	Prove di carico	Media (0,33)	Alta (A)	Alta (A)



## **2. AGGIORNAMENTO DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' SECONDO IL REGOLAMENTO 53/R**

### **2.1 Generalità**

Il quadro conoscitivo di carattere geologico-geomorfologico, sismico, idraulico ed idrogeologico sul quale è impiantato il Piano Strutturale vigente rimane, come detto, sostanzialmente attuale e valido e ad esso viene fatto riferimento per la riclassificazione delle condizioni di pericolosità del territorio ai sensi del regolamento 53/R.

Nei paragrafi che seguono si illustrano in particolare i criteri impiegati per la redazione delle nuove carte delle pericolosità adeguate al suddetto regolamento.

### **2.2 La pericolosità geomorfologica**

Le condizioni di pericolosità geomorfologica sono sintetizzate nella TAV. e4 – “Carta della pericolosità geologica”, redatta nel rispetto di quanto dettato dal regolamento regionale 53/R del 2011 il quale individua 4 categorie di pericolosità. Per la elaborazione di tale carta si è tenuto conto di tutti gli elementi di pericolosità rappresentati nelle carte del PS ed in quelle del PAI del Fiume Serchio. La trasformazione delle classi di pericolosità del PS in quelle del 53/R è stata effettuata comparando i livelli di pericolosità delle due classificazioni.

La sintesi di tale comparazione - relativamente ai soli elementi presenti nel territorio comunale - è riportata nella Tabella di correlazione che segue:

CLASSIFICAZIONE DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA DI PS – SUL TERRITORIO COMUNALE	
1g	Aree con assenza sia di forme e processi geomorfologici attivi o quiescenti, sia di fattori neolitici e/o morfologici
2g	Aree con assenza di forme e processi geomorfologici attivi o quiescenti per i quali sono al massimo prevedibili, sulla base di valutazioni geologiche, litotecniche e clivometriche, limitati processi di degrado superficiale riconoscibili e neutralizzabili a livello di intervento diretto

CLASSIFICAZIONE PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA REG. 53/R SUL TERRITORIO COMUNALE	
G.1 BASSA	Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa
G.2 MEDIA	Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto



Le condizioni di fragilità geologica del territorio di Viareggio sono quindi conclusivamente rappresentate, ai sensi del 53/R dalle seguenti 2 categorie di pericolosità:

o **Pericolosità geomorfologica media (G.2):** *aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.* In questa categoria di pericolosità sono state inserite quelle aree del territorio caratterizzate dalla presenza, nei primi metri, di terreni con caratteristiche geotecniche mediocri.

o **Pericolosità geomorfologica bassa (G.1):** *aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.* In questa categoria di pericolosità sono state fatte rientrare le rimanenti aree del territorio comunale.

### ***2.3 La pericolosità sismica***

Come anticipato, con l'entrata in vigore delle Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 14 Gennaio 2008, pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4.02.2008 suppl. ord. n° 30, aggiornate con D.M. 17.01.2018: "Aggiornamento norme tecniche per le costruzioni", non si può più considerare per tutto il territorio comunale di Viareggio (definito di Zona 3 "a bassa sismicità") un unico valore dell'accelerazione di base  $a_g = 0,15$  come precedentemente indicato per i territori ricadenti in Zona 3, ma è necessario valutare caso per caso, tenuto conto anche delle possibili amplificazioni stratigrafiche e topografiche. Infatti la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido (ovvero caratterizzato da velocità delle onde sismiche trasversali  $V_s \geq 800$  m/sec), viene ora definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più "zona dipendente": in altre parole, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra quattro dei 10751 punti della griglia di accelerazioni (calcolate per un tempo di ritorno di 475 anni) indicate nelle Mappe di Pericolosità Sismica Nazionale di cui all'Allegato A del D.M. 14 Gennaio 2008, e, tramite media pesata, ad esso competerà un valore specifico di accelerazione.

All'interno del territorio comunale di Viareggio ricade un solo nodo della griglia (nodo 19601, loc. Torre del Lago Puccini con  $g/10 = 1.211$ ): tenuto conto degli altri nodi ricadenti nei Comuni

limitrofi e nello spazio marino antistante (Massarosa nodo 19379 con  $g/10 = 1.266$ ; Camaiore nodo 19378 con  $g/10 = 1.212$ ; Tratto di mare antistante Torre del Lago nodo 19600 con  $g/10 = 1.161$  ), si può considerare che il territorio comunale sia compreso tra valori di circa 1,15 e 1,25  $g/10$ , quindi con un discreto decremento medio rispetto all'accelerazione massima precedentemente prevista per la Zona 3, che era come detto fissata su un valore  $ag = 0.15$ .

L'accelerazione di base da prendere in considerazione dipenderà inoltre dalle caratteristiche progettuali dell'opera: maggiore è l'importanza di questa, maggiore è il tempo di ritorno da prendere in considerazione secondo una stima probabilistica che si manifesti l'evento sismico, ed al tempo di ritorno è associato uno specifico valore dell'accelerazione di base. Tali dati sono facilmente ricavabili dal programma "Spettri – NTC" pubblicato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

L'accelerazione in superficie può tuttavia essere anche notevolmente amplificata dalle condizioni stratigrafiche e morfologiche di sito: dall'analisi e dalla valutazione integrata di tutti gli elementi geologico-stratigrafici e morfologici acquisiti e dalle indagini geofisiche e geotecniche disponibili o all'uopo eseguite, possono essere qualitativamente evidenziate le aree ove possono verificarsi effetti locali o di sito.

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

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

Tale valutazione viene rappresentata attraverso la realizzazione della cartografia delle Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

L'elaborazione della Carta delle MOPS è stata realizzata su tutto il territorio. Tale carta

rappresenta la sintesi dei dati contenuti nella Carta geologica del PS, e nello studio sul Potenziale di Liquefazione eseguito dall'amministrazione su tutto il territorio comunale. Per una migliore comprensione dei rapporti tra la pericolosità sismica già definita dal PS, le classificazioni contenute nella carta delle MOPS e la pericolosità indicata dal Regolamento 53/R si può fare riferimento alla tabella di seguito riportata.

CLASSIFICAZIONE DI PERICOLOSITA' SISMICA DI PS		CLASSIFICAZIONE PERICOLOSITA' SISMICA REG. 53/R SUL TERRITORIO COMUNALE	
2T BASSA	Aree non interessate da fenomeni attivi, suscettibili, per costituzione geologica e/o morfologica, di subire fenomeni di trascurabile amplificazione della sollecitazione sismica, senza deformazioni permanenti del suolo (Potenziale di liquefazione PL < 8)	S2 MEDIA	Z8
3T MEDIA	Aree non interessate da fenomeni attivi, suscettibili, per costituzione geologica e/o morfologica, di subire fenomeni di moderata amplificazione della sollecitazione sismica, senza deformazioni permanenti del suolo (Potenziale di	S3 ELEVATA	Z6 e Z13

Rispetto al PS approvato, alla luce delle direttive del regolamento 53/R non è da considerare ai fini della pericolosità, visti i valori di accelerazione previsti, la possibilità di fenomeni amplificativi legati alla liquefazione. Sono da tenersi in considerazione come esistenti e pertinenti quelli rappresentati da:

- Cedimenti diffusi in terreni particolarmentescadenti.
- Depositi alluvionali granulari e/osciolti.

In merito alla definizione delle tipologia "Depositi alluvionali granulari e/o sciolti", il Servizio Sismico regionale ha informalmente precisato che devono intendersi praticamente tutti i depositi alluvionali (ma anche eolici o marini, possiamo aggiungere) "granulari sciolti, poco o

mediamente addensati, molto addensati e depositi coesivi poco, mediamente e molto consistenti”). In ordine alla definizione “Cedimenti diffusi in terreni particolarmente scadenti” è opportuno inoltre rilevare che il 53/R non esplicita in maniera esaustiva le modalità di riconoscimento dei terreni ai quali associare la definizione medesima, riferendosi genericamente a “argille e limi molto soffici, riporti poco addensati”. Tenuto tuttavia conto del fenomeno sismico - che si manifesta in tempi molto rapidi in condizioni non drenate, si ritiene del tutto cautelativo far rientrare nella categoria dei terreni “particolarmente scadenti” solo quelli rappresentati dai depositi argilloso torbosi legati all’area lacustre di Massaciuccoli.

Le condizioni di fragilità sismica del territorio di Viareggio sono quindi conclusivamente rappresentate (Tav. e6), ai sensi del 53/R dalle seguenti 2 categorie di pericolosità:

- **Pericolosità sismica elevata (S.3)**
- **Pericolosità sismica media (S.2)**

## ***2.4 La pericolosità idraulica***

Le carte della pericolosità costituiscono la sintesi e l’interpretazione dei dati rilevati con le carte di analisi che riassumono tutti gli elementi significativi da tenere in considerazione per la valutazione delle problematiche fisiche e idrogeologiche che possono interagire negativamente con le nuove scelte urbanistiche. Allo stesso tempo queste ultime dovranno essere effettuate anche in relazione alle esigenze di tutela e di salvaguardia delle risorse tenendo conto delle dinamiche naturali che caratterizzano il territorio assoggettato alla pianificazione. Questo elaborato individua la pericolosità idraulica in relazione alla possibilità che alcune zone del territorio comunale possano essere soggette ad alluvionamento per piene con diversi tempi di ritorno che possono verificarsi nei principali corsi d’acqua che attraversano la pianura.

Nel caso della pericolosità idraulica le correlazioni tra la classificazione del 53R e quella del PTC-PS sono praticamente impossibili, in quanto la prima è fondamentalmente basata su modellazioni idrologico-idrauliche, mentre la seconda fa riferimento a criteri essenzialmente storico-inventariali e geomorfologici.

Ai fini della classificazione di pericolosità idraulica presente sul territorio comunale si assume

come valido il quadro conoscitivo contenuto nelle cartografie del Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Serchio, ed in particolare quelle contenute nella “Variante al Piano di Bacino Stralcio “Assetto Idrogeologico” Primo aggiornamento” adottata con delibera n. 168 del 21/12/2010, le cui classificazioni vengono riconvertite sulla base di quelle indicate dal 53/R secondo la tabella di seguito riportata:

CLASSIFICAZIONE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA P.A.I. SERCHIO SUL TERRITORIO COMUNALE	
P1	Aree con bassa probabilità di inondazione con tempi di ritorno $Tr > 200$ anni
P2	Aree a moderata probabilità inondazione con tempi di ritorno $30 < Tr \leq 200$ anni
P3	Aree allagate e/o ad alta probabilità di inondazione per tempi di ritorno $Tr \leq 30$ anni

Le condizioni di fragilità idraulica del territorio di Viareggio sono quindi conclusivamente rappresentate (Tav. e7), ai sensi del 53/R dalle seguenti 3 categorie di pericolosità:

- **Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):**  
*aree interessate da allagamenti per eventi con tempo di ritorno  $Tr \leq 30$ .*
- **Pericolosità idraulica elevata (I.3):**  
*aree interessate da allagamenti per eventi con  $30 < Tr \leq 200$ .*
- **Pericolosità idraulica media (I.2):**  
*aree interessate da allagamenti per eventi con  $200 < Tr \leq 500$ .*

A supporto della valutazione della Pericolosità idraulica e della connessa fattibilità, è stato realizzato uno studio idrologico-idraulico, svolto dall'Ing. Enrico Galigani, con l'obiettivo dell'analisi dei fenomeni di esondazione e la

stima dei battenti idraulici relativi e delle velocità di transito, causati dai volumi in esubero dai seguenti corsi d'acqua, che interessano il territorio comunale da nord a sud.

CLASSIFICAZIONE PERICOLOSITA' IDRAULICA REG. 53/R SUL TERRITORIO COMUNALE	
I.2 MEDIA	aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr < 500$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrono 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.
I.3 ELEVATA	aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni: a) vi sono notizie storiche di inondazioni; b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
I.4 MOLTO ELEVATA	aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr < 30$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni: a) vi sono notizie storiche di inondazioni; b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda

### **3. LE CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ**

#### **3.1 Generalità**

Le condizioni di fattibilità – geologica, idraulica e sismica - delle trasformazioni ammesse dal R.U., sono state valutate nel rispetto di quanto dettato dal regolamento regionale 53/R del 2011, attraverso le seguenti 5 categorie di fattibilità:

**- Fattibilità senza particolari limitazioni (I):**

*si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali che non necessitano di prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.*

**- Fattibilità con normali vincoli (II):**

*si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali sono individuate le tipologie di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.*

**- Fattibilità condizionata (III):**

*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 definita la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.*

**- Fattibilità limitata (IV):**

*si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che sono stati individuati e definiti nel regolamento urbanistico sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.*

L'individuazione della classe di fattibilità deve avvenire in matrice attraverso gli abachi 1, 2 e 3, di cui alle pagine seguenti, di correlazione tra la tipologia dell'intervento che si intende realizzare ed il grado di pericolosità che caratterizza l'area sulla quale si interviene.

### ***3.2 La fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici/geotecnici***

Il territorio comunale di Viareggio è essenzialmente pianeggiante e, in quanto tale, caratterizzato da una bassa propensione al dissesto. Premesso quanto sopra i criteri generali che hanno condotto alla valutazione delle condizioni di delle previsioni di R.U. sono così sintetizzabili:

- ***Fattibilità senza particolari limitazioni (I)*** - In questa classe di fattibilità sono state fatte rientrare, di norma, solo quelle previsioni la cui attuazione, in relazione alla natura degli interventi ammessi, non comporta, a prescindere dalla classe di pericolosità in cui ricadono, incrementi di rischio e non presentano caratteristiche tali da incidere negativamente sulle condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area. Per l'attuazione delle previsioni ricadenti in questa classe di fattibilità non vengono, conseguentemente, dettate prescrizioni particolari.

- ***Fattibilità con normali vincoli (II)***: In questa classe di fattibilità sono state, di norma, fatte rientrare le previsioni ricadenti in aree a pericolosità bassa o media comportanti incrementi di rischio (in quanto associate ad utilizzi comportanti una presenza continuativa di persone) e/o tali da incidere negativamente sulle condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area. Per l'attuazione delle previsioni ricadenti in questa classe di fattibilità vengono conseguentemente dettati approfondimenti d'indagine e/o prescrizioni specifiche da condursi, ovvero da applicarsi, in sede di intervento diretto

- ***Fattibilità condizionata (III): o Fattibilità limitata (IV)***

Date le caratteristiche di pericolosità geomorfologica riscontrate sul territorio, tali classi non sono attribuibili.

**ABACO 2 PER LA DETERMINAZIONE DELLA FATTIBILITA' GEOMORFOLOGICA**

TIPO DI INTERVENTO		GRADO DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA	
		G.1	G.2
FATTIBILITA'			
1	Interventi di ampliamento delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico	II	II
2	Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico	II	II
3	Interventi sul patrimonio edilizio esistente senza aumento di superficie coperta e senza aumento di carico urbanistico		
	a. senza modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni	I	I
	b. con modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni	II	II
4	Interventi sul patrimonio edilizio esistente senza aumento di superficie coperta ma con aumento di carico urbanistico		
	a. senza modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni	I	I
	b. con modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni	II	II
5	Interventi sul patrimonio edilizio esistente con aumento di superficie coperta	II	II
6	Interventi di demolizione e ricostruzione e di sostituzione edilizia	II	II
7	Interventi di nuova costruzione all'interno del tessuto insediativo	II	II
8	Interventi di nuova costruzione al di fuori del tessuto insediativo	II	II
9	Opere accessorie e pertinenziali, quali volumi tecnici sopra suolo, tettoie e rimesse al servizio di fabbricati esistenti.	I	II
10	Serre fisse o stagionali	I	II
11	Impianti sportivi scoperti pubblici o di uso pubblico	I	II
12	Piscine scoperte ad uso privato	II	II
13	Annessi agricoli ed altri annessi di servizio anche precari con funzione agricola o zootecnica	I	II
14	invasi e/o laghetti:	II	II
15	Attrezzature di arredo di verde pubblico (panchine, fontanelle, giochi per bambini, etc)	I	I
16	Sistemazioni morfologiche	II	II
17	Viabilità privata a raso	I	I



TABELLA 2

Grado di fattibilità geomorfologica	PRESCRIZIONI
I	Nessuna prescrizione specifica
II	<p><b>1) Interventi di ampliamento delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico. 2) Nuove infrastrutture pubbliche. 3-4-5) interventi sul patrimonio edilizio esistente. 6) Interventi di demolizione e ricostruzione e di sostituzione edilizia. 7-8) Interventi di nuova edificazione 9) Opere accessorie e pertinenziali, quali volumi tecnici, tettoie e rimesse al servizio di fabbricati esistenti. 10) Serre fisse e stagionali. 11) Impianti sportivi scoperti pubblici o di uso pubblico. 12) Piscine scoperte ad uso privato. 13) Annessi agricoli ed altri annessi di servizio anche precari con funzione agricola o zootecnica. 14) Invasi e/o laghetti. 16) Sistemazioni Morfologiche</b> Sono prescritte indagini di approfondimento estese all'intorno geologico significativo, commisurate all'entità dell'opera e condotte a norma del D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni", aggiornata con la circolare n.7 del 21/1/2019, e del DPGR n° 36/R, secondo quanto indicato nell'appendice 1.</p> <p>Nel caso di scavi e/o opere interrato è prescritto che vengano valutate le eventuali interferenze con la circolazione idrica sotterranea, le modalità di scavo sottofalda e gli accorgimenti da adottare per non modificare negativamente l'assetto idrogeologico locale. Per gli invasi con sbarramento di altezza superiore a 2 m e che determinano un volume d'invaso superiore a 5.000 mc valgono le disposizioni dettate dalla L.R. 5 novembre 2009, n. 64.</p>

### 3.3 La fattibilità in relazione agli aspetti sismici

La fattibilità rispetto agli aspetti sismici degli interventi ammessi dal R.U. viene individuata in matrice attraverso un abaco di correlazione tra la tipologia dell'intervento e il grado di pericolosità sismica che caratterizza l'area sulla quale si interviene, assumendo come criterio di analisi quello già esplicitato nei precedenti e successivi paragrafi per le fattibilità idraulica e geomorfologica.

Premesso che il regolamento regionale 53/r esclude dalla necessità di prescrizioni specifiche per gli aspetti sismici, le aree caratterizzate da pericolosità sismica media (S2) e elevata (S3), si richiede comunque di valutare la necessità di una valutazione alla liquefazione dei terreni facendo riferimento alle condizioni più avverse tra la cartografia del RU (Carta della Pericolosità sismica) e le CARTOGRAFIE DI DETTAGLIO CON STIMA DEL POTENZIALE LIQUEFAZIONE consultabili sul sito del Servizio Sismico Regionale. In particolare:

- Mappe di dettaglio della **Versilia** con la stima dell'indice del potenziale di liquefazione (LPI) secondo le metodologie semplificate Boulanger & Idriss 2014, Juang et Al. 2006 e Robertson e Wride 1998; (Analisi finalizzate alla verifica a liquefazione dei terreni nell'area della Provincia di Pisa e Lucca - Università di Pisa, DESTeC – Rapporto Tecnico 2018)

#### ABACO 3 PER LA DETERMINAZIONE DELLA FATTIBILITA' SISMICA

TIPO DI INTERVENTO		GRADO DI PERICOLOSITA' SISMICA	
		S.2	S.3
		FATTIBILITA'	
1	Interventi di ampliamento delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico	II	III
2	Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico	II	III
3	Interventi sul patrimonio edilizio esistente senza aumento di superficie coperta e senza aumento di carico urbanistico		
	a. senza modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni	I	I
	b. con modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni	II	III

4	Interventi sul patrimonio edilizio esistente senza aumento di superficie coperta ma con aumento di carico urbanistico		
	a. senza modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni	I	I
	b. con modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni	II	III
5	Interventi sul patrimonio edilizio esistente con aumento di superficie coperta	II	III
6	Interventi di demolizione e ricostruzione e di sostituzione edilizia	II	III
7	Interventi di nuova costruzione all'interno del tessuto insediativo	II	III
8	Interventi di nuova costruzione al di fuori del tessuto insediativo	II	III
9	Opere accessorie e pertinenziali, quali volumi tecnici sopra suolo, tettoie e rimesse al servizio di fabbricati esistenti.	I	II
10	Serre fisse o stagionali	I	I
11	Impianti sportivi scoperti pubblici o di uso pubblico	I	I
12	Piscine scoperte ad uso privato	II	II
13	Annessi agricoli ed altri annessi di servizio anche precari con funzione agricola o zootecnica	I	II
14	invasi e/o laghetti:	II	III
15	Attrezzature di arredo di verde pubblico (panchine, fontanelle, giochi per bambini, etc)	I	I
16	Sistemazioni morfologiche	I	II
17	Viabilità privata a raso	I	I

**TABELLA 3**

Grado di fattibilità sismica	PRESCRIZIONI
I	Nessuna prescrizione specifica
II	<p><b>1) Interventi di ampliamento delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico. 2) Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico. 3, 4, 5) Interventi sul patrimonio edilizio esistente con ampliamenti planimetrici e/o con modifiche dei carichi in fondazione. 6) Interventi di demolizione e ricostruzione e di sostituzione edilizia. 7, 8) Interventi di nuova edificazione. 9) Opere accessorie e pertinenziali. 12) Piscine scoperte ad uso privato. 13) Annessi agricoli. 14) Invasi e/o laghetti. 16) Sistemazioni morfologiche.</b></p> <p>Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica media (S2) e da pericolosità sismica bassa (S1) non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. (da DPGR n.53/r)</p>

III	<p><b>1) Interventi di ampliamento delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico. 2) Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico. 3, 4, 5) Interventi sul patrimonio edilizio esistente con ampliamenti planimetrici e/o con modifiche dei carichi in fondazione. 6) Interventi di demolizione e ricostruzione e di sostituzione edilizia. 7, 8) Interventi di nuova edificazione. 9) Opere accessorie e pertinenziali. 12) Piscine scoperte ad uso privato. 13) Annessi agricoli. 14) Invasi e/o laghetti.</b></p> <p>Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata (S3), in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, sono valutati i seguenti aspetti:</p> <p>a) nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante quiescente, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica (par. 3.2.1), sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono in ogni caso da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso;</p> <p>b) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;</p> <p>c) per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni;</p> <p>d) in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse e in presenza di aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, è realizzata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica; è opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche dirette; e) nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, è realizzata una campagna di indagini geofisica (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (ad esempio sondaggi, preferibilmente a c.c.) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico. Nelle zone di bordo della valle, per quanto attiene alla caratterizzazione geofisica, è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo (sismica a rifrazione/riflessione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico. (da DPGR n.53/r)</p>
-----	---

### ***3.4 Le condizioni di fattibilità rispetto agli aspetti idraulici***

I criteri generali che hanno condotto alla valutazione delle condizioni di fattibilità idraulica delle previsioni di R.U. sono così sintetizzabili:

- ***Fattibilità senza particolari limitazioni (I)***: In questa classe di fattibilità rientrano, di norma, tutte quelle previsioni le cui attuazioni non comportano – a seguito di una valutazione comparata tra condizioni di pericolosità e natura degli interventi ammessi - incrementi di rischio (propri o indotti) e per le quali, conseguentemente, non si rendono necessarie prescrizioni specifiche. Rientrano quindi in questa classe gli interventi ricadenti anche in aree inondabili ma che, per la loro natura, sono caratterizzate da una bassa vulnerabilità (ad esempio laghetti in scavo, viabilità privata a raso, etc.).

- ***Fattibilità con normali vincoli (II)***: In questa classe di fattibilità sono state, di norma, fatte rientrare tutte quelle previsioni comportanti moderati incrementi di rischio (propri o indotti), per l'attuazione delle quali vengono dettati approfondimenti d'indagine e/o prescrizioni specifiche da condursi, ovvero da applicarsi, in sede di intervento diretto al fine di accrescere le condizioni di sicurezza anche per eventi estremi, ovvero al fine di evitare di incidere negativamente sulle aree contermini.

- ***Fattibilità condizionata (III)***: In questa classe di fattibilità rientrano una serie di trasformazioni, per lo più a bassa vulnerabilità, ricadenti in aree a pericolosità idraulica elevata o molto elevata la cui realizzazione potrebbe potenzialmente indurre incrementi di rischio da valutarsi caso per caso e, quindi, subordinati all'esito di specifici approfondimenti d'indagine volti a definire l'incremento di rischio indotto e, conseguentemente, ad individuare gli eventuali interventi e/o accorgimenti costruttivi necessari sia a raggiungere condizioni di sicurezza adeguate alla tipologia dell'opera sia ad escludere che si accresca – principalmente a per sottrazione di volume utile ai potenziali allagamenti - il livello di pericolosità in altre aree.

- ***Fattibilità limitata (IV)***: in questa classe rientrano gli interventi relativi a nuove previsioni edificatorie o infrastrutturali, nonché quelli di ampliamento di infrastrutture pubbliche o di uso pubblico, ricadenti in aree a pericolosità idraulica elevata o molto elevata per le quali gli studi

svolti a cura dell’Autorità di Bacino del fiume Serchio individuano le condizioni da raggiungere per la messa in sicurezza idraulica (interventi strutturali e/o auto sicurezza). La fattibilità idraulica viene individuata in matrice attraverso l’Abaco 1 di correlazione tra la tipologia dell’intervento e il grado di pericolosità idraulica che caratterizza l’area sulla quale si interviene.

#### ABACO 1 PER LA DETERMINAZIONE DELLA FATTIBILITA' IDRAULICA

TIPO DI INTERVENTO		GRADO DI PERICOLOSITA' IDRAULICA			
		I.1	I.2	I.3	I.4
		FATTIBILITA'			
1	Interventi di ampliamento delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico	I	II	LR 41/2018	LR 41/2018
2	Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico	I	II	LR 41/2018	LR 41/2018
3	Interventi sul patrimonio edilizio esistente senza aumento di superficie coperta e senza aumento di carico urbanistico	I	I	LR 41/2018	LR 41/2018
4	Interventi sul patrimonio edilizio esistente senza aumento di superficie coperta ma con aumento di carico urbanistico	I	I	LR 41/2018	LR 41/2018
5	Interventi sul patrimonio edilizio esistente con aumento di superficie coperta	I	I	LR 41/2018	LR 41/2018
6	Interventi di demolizione e ricostruzione e di sostituzione edilizia	I	II	LR 41/2018	LR 41/2018
7	Interventi di nuova costruzione all'interno del tessuto insediativo	I	II	LR 41/2018	LR 41/2018
8	Interventi di nuova costruzione al di fuori del tessuto insediativo	I	II	LR 41/2018	LR 41/2018
9	Opere accessorie e pertinenziali, volumi tecnici sopra suolo, tettoie e rimesse al servizio di fabbricati esistenti.	I	I	LR 41/2018	LR 41/2018
10	Serre fisse o stagionali	I	I	LR 41/2018	LR 41/2018
11	Impianti sportivi scoperti pubblici o di uso pubblico	I	I	LR 41/2018	LR 41/2018
12	Piscine scoperte ad uso privato	I	I	LR 41/2018	LR 41/2018
13	Annessi agricoli ed altri annessi di servizio anche precari con funzione agricola o zootecnica	I	I	LR 41/2018	LR 41/2018
14	invasi e/o laghetti:	I	I	in scavo	LR 41/2018
	con sbarramento			LR 41/2018	
15	Attrezzature di arredo di verde pubblico (panchine, fontanelle, giochi per bambini, etc)	I	I	LR 41/2018	LR 41/2018
16	Sistemazioni morfologiche	I	I	LR 41/2018	LR 41/2018
17	Viabilità privata a raso	I	I	LR 41/2018	LR 41/2018

Le prescrizioni associate a ciascuna classe di fattibilità idraulica, così come individuata attraverso l'Abaco 1, sono riportate nella Tabella 1.

**TABELLA 1**

Grado di fattibilità idraulica	PRESCRIZIONI
I	Nessuna prescrizione specifica
II	<p><b>1) Interventi di ampliamento delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico. 2) Nuove infrastrutture pubbliche.</b>            Le infrastrutture a sviluppo lineare devono essere progettate e realizzate in maniera tale da escludere la formazione di barriere idrauliche. Nel caso di infrastrutture puntuali che prevedano la realizzazione di volumi interrati adibiti ad utilizzazioni comportanti presenza continuativa ovvero temporanea ma frequente di persone e beni, è prescritto che le quote delle aperture e delle soglie di accesso ai vani interrati siano poste al di sopra della quota delle infrastrutture lineari (viarie od altre) eventualmente presenti a valle e favorevoli l'instaurarsi di locali condizioni di ristagno di acque. In ogni caso le quote delle aperture e delle soglie di accesso ai piani interrati dovranno essere rialzate di almeno 30 cm rispetto alle aree esterne (carte e11 ed e13 RU 2019).</p> <p><b>6) Interventi di demolizione e ricostruzione e di sostituzione edilizia. 7-8) Interventi di nuova edificazione.</b> E' prescritto che le quote dei piani di calpestio dei piani terra e delle soglie di accesso ai vani interrati siano poste al di sopra della quota delle infrastrutture lineari (viarie od altre) In ogni caso le quote dei piani di calpestio dei piani terra e quelle delle soglie di accesso ai vani interrati dovranno essere rialzate di almeno 30 cm rispetto alle aree esterne (carte e11 ed e13 RU 2019).</p> <p><b>10) Serre fisse o stagionali.</b> E' prescritto che le serre siano realizzate in maniera tale da escludere la formazione di barriere idrauliche.</p> <p><b>14) Invasi o laghetti con sbarramento di ritenuta.</b> La realizzazione di invasi o laghetti collinari con sbarramento di altezza superiore a 2 m e che determinano un volume d'invaso superiore a 5.000 mc è subordinata alla verifica del rischio indotto a valle in caso di rottura ed alla conseguente implementazione, in quanto necessaria, del piano comunale di protezione civile.</p>

III	<p><b>1) Interventi di ampliamento delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico.</b></p> <p><b>9) Opere accessorie e pertinenziali, quali volumi tecnici sopra suolo, tettoie e rimesse a servizio di fabbricati esistenti.</b></p> <p><b>13) Annessi agricoli ed altri annessi di servizio anche precari con funzione agricola o zootecnica.</b></p> <p><b>11) Impianti sportivi scoperti pubblici o di uso pubblico.</b></p> <p><b>16) Sistemazioni morfologiche.</b></p> <p><u><b>Tutti gli Interventi di ampliamento delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico (1). Opere accessorie e pertinenziali, quali volumi tecnici sopra suolo, tettoie e rimesse a servizio di fabbricati esistenti (9); Annessi agricoli ed altri annessi di servizio anche precari con funzione agricola o zootecnica (13), Impianti sportivi scoperti pubblici o di uso pubblico (11), Sistemazioni morfologiche (16), sono consentiti in conformità alle condizioni imposte dalle LEGGE REGIONALE 24 luglio 2018, n. 41. In ogni caso le quote dei piani di calpestio o delle soglie di accesso al Piano terra, dovranno essere rialzate di almeno 30 cm rispetto al battente atteso, estrapolabile dallo studio idraulico realizzato a supporto del Regolamento Urbanistico (carte e11 ed e13 RU 2019).</b></u></p>
-----	--



IV	<p><b>2) Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico; 4- 5) Interventi sul patrimonio edilizio esistente con aumento di superficie coperta e/o di carico urbanistico ; 6) Demolizione e ricostruzione -Interventi di sostituzione edilizia;</b></p> <p>In relazione a quanto indicato dalle norme del P.A.I del Serchio, in tali aree gli interventi comportanti nuove volumetrie o trasformazioni morfologiche con incremento di carico insediativo sono consentiti a condizione che le valutazioni di sostenibilità idraulica siano realizzate in sede di formazione degli strumenti di governo del territorio in conformità alle disposizioni per la pianificazione nelle aree a pericolosità idraulica stabilite all'art.19 del "Piano di Bacino, stralcio Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Primo aggiornamento" (variante generale approvata con D.P.C.M. 26/7/2013, pubblicato in G.U. n° 34 del 11/2/2014) " Disposizioni generali per le aree a pericolosità idraulica e per la formazione degli strumenti urbanistici nelle medesime aree".</p> <p><b><u>Gli interventi di, Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico (2); Interventi sul patrimonio edilizio esistente con aumento di superficie coperta e/o di carico urbanistico (4/5); Demolizione e ricostruzione (6) - Interventi di sostituzione edilizia, sono consentiti in conformità alle condizioni imposte dalle LEGGE REGIONALE 24 luglio 2018, n. 41.</u></b> In ogni caso le quote dei piani di calpestio o delle soglie di accesso al Piano terra, dovranno essere rialzate di almeno 30 cm rispetto al battente atteso, estrapolabile dallo studio idraulico realizzato a supporto del Regolamento Urbanistico (carte e11 ed e13 RU 2019).</p> <p><b><i>Interventi di nuova edificazione all'interno del tessuto insediativo esistente (7).</i></b> In relazione a quanto indicato all'art. 19 delle norme del P.A.I del Serchio, gli interventi di nuova edificazione all'interno del tessuto edilizio esistente sono consentiti a condizione che non sia aggravato il rischio rispetto al contesto generale e che gli edifici siano realizzati in condizioni di auto sicurezza idraulica sulla base di apposite indagini, mediante provvedimenti di mitigazione locale del rischio in attuazione.</p> <p><b><u>Gli interventi di nuova edificazione all'interno del tessuto edilizio esistente, così come tutti gli interventi edilizi all'esterno del perimetro del territorio urbanizzato, sono consentiti in conformità alle condizioni imposte dalle LEGGE REGIONALE 24 luglio 2018, n. 41.</u></b> In ogni caso le quote dei piani di calpestio o delle soglie di accesso al Piano terra, dovranno essere rialzate di almeno 30 cm rispetto al battente atteso, estrapolabile dallo studio idraulico realizzato a supporto del Regolamento Urbanistico (carte e11 ed e13 RU 2019).</p>
----	--

Dott. Geol. Marco De Martin Mazzalon



## APPENDICE 1

### INDICAZIONI SULLA TIPOLOGIA E SUL LIVELLO DI APPROFONDIMENTO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE DI SUPPORTO AI PIANI COMPLESSI DI INTERVENTO, AI PIANI URBANISTICI ATTUATIVI O ALL'INTERVENTO DIRETTO (PROGETTO EDILIZIO)

La completezza degli elaborati di supporto ai viene verificata in sede di istruttoria della pratica: la fattibilità definitiva dell'opera viene valutata dal Responsabile del Procedimento sulla base delle documentazioni geologica, geotecnica e geofisica prodotte, ove necessarie.

La relazione geologica (RG) e geotecnica (RGT) a supporto dei Piani complessi di intervento, dei Piani Urbanistici Attuativi o, in loro assenza, dell'intervento diretto (progetto edilizio), dovrà essere redatta a norma del D.M. 14 Gennaio 2008 – *Norme tecniche per le costruzioni* (aggiornata con la circolare n.7 del 21/1/2019) e del DPGR n° 36/R - art. 7 – *Classi di indagine geologiche, geofisiche e geotecniche*, nel rispetto delle “*Linee Guida per la redazione delle Indagini Geologiche e Geotecniche*” dell’Ordine dei Geologi della Toscana e degli standards suggeriti dallo stesso Ordine, nonché delle “*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*” dell'Associazione Geotecnica Italiana.

Le indagini dovranno essere pertanto commisurate all'importanza dell'opera in progetto ed alla complessità della situazione geologico-stratigrafica, geotecnica e sismica locale, e dovranno essere finalizzate sia alla ricostruzione del modello geologico di riferimento MGR (da cui discende anche il modello sismico) del sito di intervento, sia alla valutazione del rischio proprio od indotto. Le indagini, necessarie ogni qual volta si configuri un incremento di rischio, dovranno contenere tra l'altro:

- 1) l'inquadramento dell'intervento rispetto alle varie cartografie di supporto al PS e RU, con definizione della Classe di fattibilità dell'intervento;
- 2) i dati relativi alle superfici permeabili, semipermeabili ed impermeabili nello stato pre progetto e di progetto ed i calcoli relativi al «*Contenimento della impermeabilizzazione del suolo*», ove necessario;
- 3) i dati di progetto – Scala 1:500÷1:200;
- 4) le indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche e la relativa documentazione fotografica;
- 5) i certificati delle prove in sito e delle analisi di laboratorio;
- 6) la definizione dell'“*Azione Sismica*” sulla base di una analisi di risposta sismica locale specifica o sulla base dell'approccio semplificato delle “*categorie di sottosuolo*”;
- 7) la definizione della stratigrafia di dettaglio e delle caratteristiche geomeccaniche di ciascun strato individuato (parametri geomeccanici medi (RG) e parametri caratteristici (RGT)) con sezioni in scala adeguata (1:100÷1:500);
- 8) il livello della/e falda/e acquifera/e e la relativa escursione stagionale accertata o prevedibile;
- 9) lo schema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche;
- 10) le verifiche allo SLU ed allo SLE delle fondazioni superficiali e profonde;
- 11) i possibili fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei terreni per variazione delle condizioni di umidità del

suolo.

Sono ammesse solo prospezioni geognostiche eseguite con strumenti standard, ovvero:

- Sondaggi geognostici a carotaggio continuo
- Prove penetrometriche Standard Penetration Test (SPT) a fondo foro di sondaggio
- Prove penetrometriche statiche standard a punta meccanica (CPT), a punta elettrica (CPE) o piezocono (CPTU)
- Prove penetrometriche dinamiche pesanti con rivestimento (DPSH)
- Prove di permeabilità in foro di sondaggio
- Prove di permeabilità di superficie con permeometri a pozzetto quadrato o cilindrico
- Analisi di laboratorio su campioni di terreno indisturbato

Prospezioni geognostiche non standard come i saggi con escavatore meccanico possono essere utilizzate esclusivamente per integrare prospezioni standard su ampie superfici; in ogni caso si dovranno raggiungere le profondità dal piano di campagna interessate dalle opere di fondazione e dagli sforzi di taglio da esse indotti nel terreno. I saggi in fondazione, gli affioramenti rocciosi e gli scavi geognostici dovranno essere documentati fotograficamente.

Con riferimento alle già citate Linee Guida dell'Ordine dei Geologi della Toscana ed alla Direttiva n. 11 del Piano di Bacino Stralcio "Assetto Idrogeologico" del Fiume Serchio, l'uso del penetrometro dinamico tipo leggero o medio (massa battente da 20 o 30 kg, altezza di caduta 20 cm) è ammesso solo nel caso sia dimostrata l'impossibilità di fare uso di altra strumentazione per motivi tecnico – logistici. In tal caso si deve utilizzare lo strumento con le dovute cautele e con spirito critico (evitando correlazioni empiriche tra il numero di colpi e i valori di angolo di attrito interno e/o di coesione non drenata, che non hanno alcun valore scientifico), limitandosi a fornire una valutazione qualitativa dei terreni ed eventualmente una stima del campo di variabilità dei parametri geotecnici.

per quanto riguarda il dimensionamento della campagna di indagini, ci si deve attenere alle disposizioni dell'art. 7 del D.P.G.R. n. 36/R per quanto riguarda gli standard minimi richiesti in funzione della categoria dell'intervento in progetto, e più in dettaglio:

- **Classe di indagine n. 1, riferita alle opere di volume lordo inferiore a 150 mc con altezza in gronda inferiore a sei metri.**

Per tale categoria di opere per la modellazione geotecnica sono sufficienti "considerazioni di natura geologica e geotecnica basate su indagini, da allegare in copia al progetto, già eseguite in prossimità dell'intervento o desunte da studi già compiuti con riferimento alle aree interessate.

- **Classe di indagine n. 2, riferita alle opere di volume lordo inferiore a 1500 mc con altezza in gronda inferiore a dieci metri**

Per tale categoria di opere per la modellazione geotecnica deve essere effettuata sulla base di indagini eseguite nel sito oggetto di studio o in aree immediatamente adiacenti ammesso che se ne dimostri la

validità anche per il sito di intervento. Tali indagini dovranno essere di tipo standard e adeguate e sufficienti alla caratterizzazione del sito in relazione alle caratteristiche dell'intervento in progetto.

**- Classe di indagine n. 3, riferita alle opere di volume lordo inferiore a 6000 mc con altezza in gronda inferiore a venti metri**

Per tale categoria di opere per la modellazione geotecnica deve essere effettuata sulla base di un adeguato numero di sondaggi geognostici eseguiti nel sito oggetto di studio. Per la definizione dei parametri si renderà pertanto necessario il prelievo di campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio e/o, in funzione della natura dei terreni attraversati, l'esecuzione di prove SPT in foro, oltre a quanto altro ritenuto necessario per la corretta definizione del modello geologico e geotecnico.

**- Classe di indagine n. 4, riferita alle opere di volume lordo superiore a 6000 mc o, in ogni caso, se l'altezza in gronda è superiore a venti metri**

Per tale categoria di opere per la modellazione geotecnica deve essere effettuata sulla base di un adeguato numero di sondaggi geognostici eseguiti nel sito oggetto di studio. Per la definizione dei parametri si renderà pertanto necessario il prelievo di campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio e/o, in funzione della natura dei terreni attraversati, l'esecuzione di prove SPT in foro, oltre a quanto altro ritenuto necessario per la corretta definizione del modello geologico e geotecnico.

Per quanto attiene la tipologia delle indagini sismiche e geofisiche, sono ammesse quelle condotte secondo le Istruzioni Tecniche del Programma V.E.L. della Regione Toscana (scaricabili dal sito e quelle previste dagli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione sismica – Protezione Civile 2008, sia per quanto concerne gli affinamenti di indagine richiesti dalle condizioni di pericolosità e fattibilità sismica (definizione in termini di geometrie della morfologia sepolta ed i contrasti di rigidità sismica – rapporti tra velocità sismiche in termini di  $V_{sh}$  delle coperture e del substrato sismico), sia per quanto concerne il rispetto del D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni (aggiornata con la circolare n.7 del 21/1/2019) per la determinazione del profilo di velocità delle  $V_s$  nel caso di analisi di risposta sismica locale “ad hoc” o, nel caso di approccio semplificato, delle  $V_{s30}$  e della definizione della “Categoria di sottosuolo”.

Le prove sismiche possibili sono le seguenti:

- prospezioni sismiche in foro di sondaggio tipo downhole o crosshole
- prospezioni sismiche a rifrazione con onde di volume P ed Sh
- prospezioni sismiche tipo downhole in foro di prova penetrometrica (“cono sismico” SCPT) o di prova dilatometrica (dilatometro di Marchetti SDMT)
- prospezioni sismiche con onde superficiali (onde Raleigh) tipo SASW e MASW di tipo attivo
- prospezioni sismiche con onde superficiali (onde Raleigh) tipo MASW di tipo passivo con array bidimensionale

Sono ammesse infine anche altre tipologie di indagini geofisica come il georadar, i sondaggi elettrici

verticali (S.E.V.), le tomografie elettriche etc., sempre che siano eseguite ad integrazione di prospezioni geognostiche di tipo standard e non interpretate da sole con finalità geomeccaniche-geotecniche.

Per la determinazione delle Vs e Vs30, in ottemperanza alle disposizioni dell'art. 7 del D.P.G.R. n. 36/R, si devono utilizzare le seguenti metodologie di indagine in relazione alla categoria dell'intervento in progetto:

- **Classe di indagine n. 1, riferita alle opere di volume lordo inferiore a 150 mc con altezza in gronda inferiore a sei metri.**

Per tale categoria di opere per la modellazione geofisica sono sufficienti "considerazioni di natura geofisica su indagini, da allegare in copia al progetto, già eseguite in prossimità dell'intervento o desunte da studi già compiuti con riferimento alle aree interessate.

- **Classe di indagine n. 2, riferita alle opere di volume lordo inferiore a 1500 mc con altezza in gronda inferiore a dieci metri**

Per tale categoria di opere la definizione dell'azione sismica deve essere effettuata sulla base di indagini geofisiche, quali quelle sismiche a rifrazione o riflessione, o in alternativa mediante prove tipo MASW e SASW, ove i contesti stratigrafici siano suborizzontali e tarando le prospezioni su dati stratigrafici rilevati nelle vicinanze e di sicura affidabilità. In subordine i profili di Vs possono essere dedotti da misure della coesione non drenata Cu (da prove continue CPT-CPTU o da analisi di laboratorio) e/o da misure del numero di colpi N<sub>spt</sub> (da prove continue DPSH o da SPT in fori di sondaggio) di tutti gli orizzonti litologici e geotecnici dei primi 30 m dal piano di fondazione.

Le suddette indagini dovranno essere eseguite nel sito oggetto di studio o in aree immediatamente adiacenti ammesso che se ne dimostri la validità anche per il sito di intervento.

- **Classe di indagine n. 3, riferita alle opere di volume lordo inferiore a 6000 mc con altezza in gronda inferiore a venti metri**

Per tale categoria di opere la definizione dell'azione sismica deve essere effettuata sulla base di indagini geofisiche, quali quelle sismiche a rifrazione o riflessione, eseguite nel sito oggetto di studio. Nel caso non vi sia oggettivamente la possibilità per motivi logistici (spazi limitati) di effettuare la sismica a rifrazione, oppure ove sia accertata la presenza di inversioni di velocità, è possibile eseguire le altre indagini geofisiche indicate per la classe 2, oltre che le prove sismiche in foro (DOWN HOLE – CROSS HOLE - SCPT)

- **Classe di indagine n. 4, riferita alle opere di volume lordo superiore a 6000 mc o, in ogni caso, se l'altezza in gronda è superiore a venti metri**

Per tale categoria di opere la definizione dell'azione sismica deve essere effettuata sulla base di prove sismiche in foro ((DOWN HOLE – CROSS HOLE - SCPT).