Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato
0	11/2017	PRIMA EMISSIONE	SPIGARELLI	GATTI	CASSANI

REGIONE LIGURIA

#ItaliaSicura Presidenza del Consiglio dei Ministri

COMUNE DI GENOVA

PIANO STRALCIO PER LE AREE METROPOLITANE E LE AREE URBANE CON ALTO LIVELLO DI POPOLAZIONE ESPOSTA AL RISCHIO DI ALLUVIONI

Presidenza del Consiglio dei Ministri

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
COMMISSARIO STRAORDINARIO
delegato per l'attuazione degli interventi inseriti nell'A.d.P. del 16.09.2010 e ss.ii.
(ex art. 10 del D.L. n. 91 del 24.06.2014)

Commissario straordinario

Dott. Giovanni TOTI

PROGETTISTI

CAPOGRUPPO MANDATARIA:

Rocksoil S.p.A.
CONSULENZA E ASSISTENZA TECNICA
nel campo della GEOINGEGNERIA

MANDANTI:

art ambiente risorse territorio

HYDRODATA INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

Ing. Mario CANGIANO

Ing. Paolo GALLO

Ing. Francesco DE SANCTIS

Dott.ssa Francesca GIOMI

RESPONSABILE STRUTTURA COMMISSARIALE: **Ing. Luca BERRUTI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO: **Ing. Stefano PINASCO**

Progettista responsabile integrazioni prestazioni specialistiche e Direttore Tecnico della mandataria.
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997



Progettista/Progettisti responsabili elaborato
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997



Intervento/Opera

SECONDO LOTTO DEI LAVORI RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA SCOLMATRICE DEL TORRENTE BISAGNO IN COMUNE DI GENOVA

PROGETTO ESECUTIVO

N° Progr.: ----

Codice elaborato: BIS2E - R - SDB03 -RE01- 0

Oggetto della tavola

STUDI DI BASE

SISMICA

Relazione sismica

Scala: -

Data: NOVEMBRE 2017

Codice FILE: BIS2E-R-SDB03-RE01-0.DWG

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DELLA STRUTTURA COMMISSARIALE E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

INDICE

1. INTRODUZIONE 2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3
3. CARTA DELLA SISMICITA' IN ITALIA 6
4. CARATTERI GENERALI DELLA SISMICITA' REGIONALE 8
4.1. Mappa della pericolosità sismica di base 10
5. DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO AI SENSI DEL D.M. 14/01/2008 12
5.1. Contesto imbocco finestra di servizio 12
5.2. Contesto sponda sinistra Bisagno – Via Adamoli 13
6. AZIONE SISMICA DI PROGETTO AI SENSI DEL D.M. 14/01/2008 14
6.1. Contesto imbocco finestra di servizio 14
6.1. Contesto sponda sinistra Bisagno – Via Adamoli / Alveo Bisagno 15
6.1. Contesto sbocco a mare 16

1. INTRODUZIONE

Il presente rapporto riporta la caratterizzazione sismica per l'area interessata dalle opere di Progetto.

A livello bibliografico, per caratterizzare dal punto di vista generale la sismicità regionale, sono facilmente reperibili online le seguenti informazioni di base:

- carta della sismicità in Italia, prodotta dal Centro Nazionale Terremoti dell'INGV;
- mappa della pericolosità sismica di riferimento, prodotta dall'INGV per l'intero territorio nazionale e relativa alla nuova classificazione sismica dei comuni italiani;
- nuova mappa della classificazione sismica dei comuni italiani aggiornata al 2010.

Il Comune di Genova rientra in zona 3 (pericolosità bassa).

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Come accennato al precedente paragrafo, per il presente lavoro sono state prese a riferimento le seguenti normative di legge:

- Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica."
- D.M. 14/01/2008: "Norme Tecniche per le costruzioni".
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008.
- DGR 216 del 17/03/2017 in relazione alla nuova classificazione sismica approvata per la Regione Liguria.

A livello normativo, l'OPCM n° 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" ("nuova classificazione sismica") ha ridefinito la classificazione sismica del territorio italiano proposta dal D.M. 14 luglio 1984 e s.m.i ("vecchia classificazione sismica").

Con la DGR n. 216 del 17/03/2017, la Regione Liguria ha a sua volta aggiornato la classificazione sismica dei comuni, approvando la nuova mappa di zonizzazione, con il passaggio della suddivisione del territorio ligure dalle attuali due classi di pericolosità a tre classi di pericolosità:

- zona 2 =media,
- zona 3 = bassa pericolosità
- zona 4 = molto bassa (cfr. fig. 2.1).

Il Comune di Genova rientra in zona 3 (pericolosità bassa).

Tra le principali novità risalta la reintroduzione della zona 2 e il reinserimento in zona 3 dei Comuni di Genova e Savona. Le risultanze della nuova zonizzazione sono frutto dello studio commissionato al DISTAV dell'Università di Genova, relativo all'analisi della pericolosità sismica regionale. I risultati sono rappresentati attraverso mappe di pericolosità sismica, espresse in termini di *Peak Ground Acceleration* (PGA) su roccia per i periodi di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e 975 anni (probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni), corrispondenti allo Stato Limite della Vita (SLV) e Stato Limite di Collasso (SLC).

La nuova classificazione prevede per ciascun Comune una classe sismica di competenza in funzione del valore massimi di accelerazione sismica ag calcolato all'interno del territorio comunale. Si deve ricordare che i valori di accelerazione sismica ag definiscono solo le zone sismiche, mentre i valori da utilizzare nelle analisi strutturali sono quelli che derivano dal reticolo sismico presente nel D.M. 14 gennaio 2008.

La classificazione riprende, sia pure con una distribuzione territoriale diversa, lo scenario di pericolosità che era stato inizialmente proposto dalla mappatura nazionale dell'INGV. L'aggiornamento è arrivato dopo che l'Appenino settentrionale in zone vicine al territorio ligure è stato interessato, negli anni successivi alla definizione della mappatura di pericolosità sismica della regione, da diversi eventi sismici anche di magnitudo significativa, che hanno condotto fra l'altro la comunità scientifica all'aggiornamento dei cataloghi sismici ed alla revisione dei modelli di attenuazione del moto del suolo.

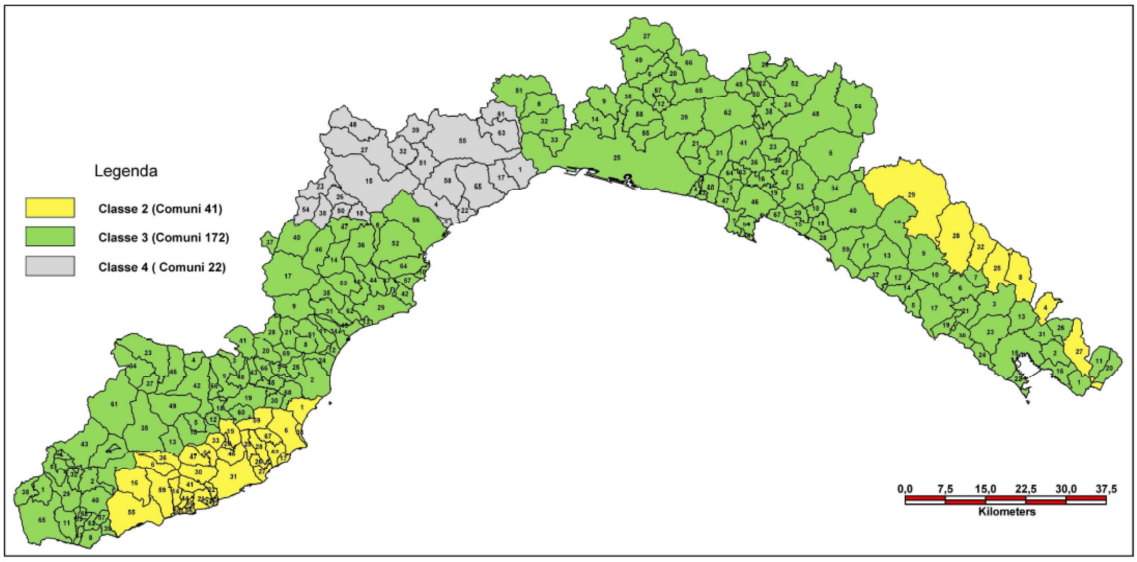


Figura 2.1 – Mappa classificazione sismica Liguria aggiornata al 2017

La zonazione sismica nazionale: Liguria

Fino al 2003 la penisola era classificata in tre categorie sismiche di diversa intensità a seconda della severità dell'evento tellurico che poteva essere previsto per quell'area. Nel 2003 sono stati emanati i criteri per una nuova classificazione sismica del territorio nazionale basata sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, per un certo tempo di ritorno (50 anni), da un sisma che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. I criteri di classificazione furono pubblicati nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 de 8 maggio 2003, che dettava i principi in base ai quali le Regioni compilarono l'elenco dei comuni a cui corrispondeva l'attribuzione ad una delle quattro zone. Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 fu promosso un aggiornamento della classificazione, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

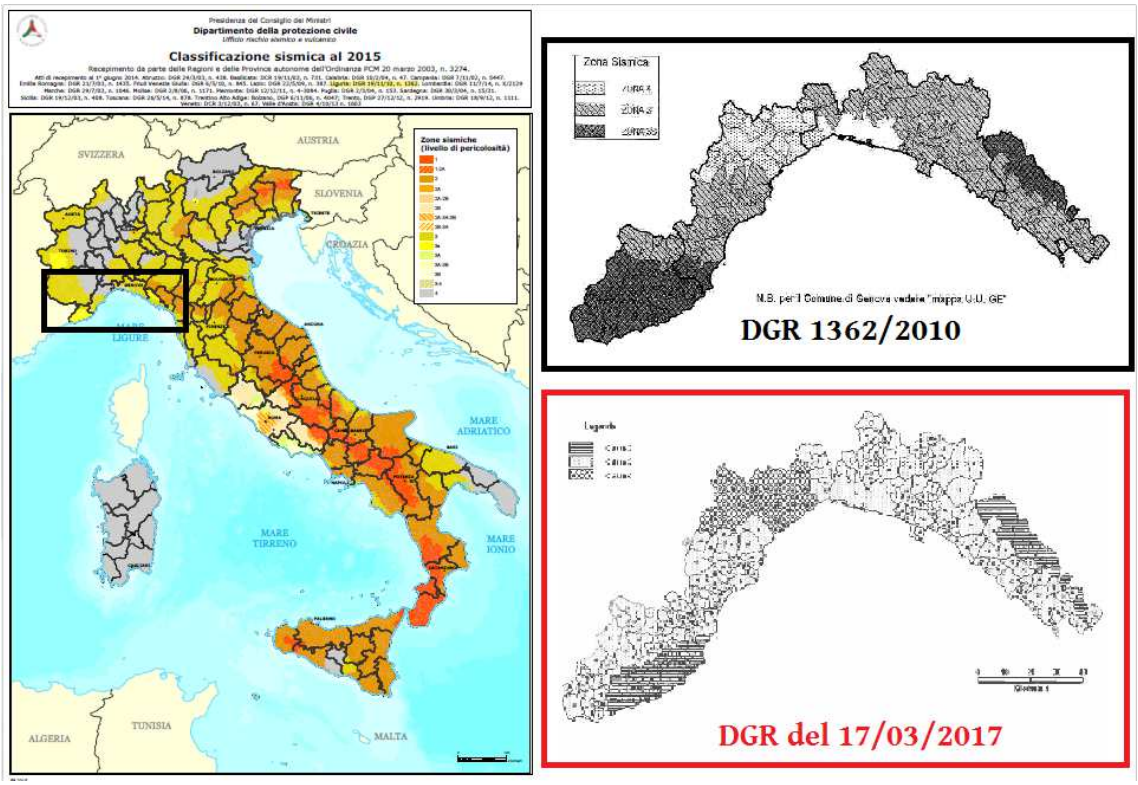
Zona ai sensi OPCM n. 3519/2006	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	ag > 0.25
2	0.15 < ag ≤ 0.25
3	0.05 < ag ≤ 0.15
4	ag ≤ 0.05

A questa ordinanza le Regioni italiane risposero con le corrispondenti delibere, in particolare la regione Liguria ha provveduto dapprima con la D.G.R. n. 530/2003 successivamente fu emessa la D.G.R. del 24 ottobre 2008, n. 1308, fino all'ultima Delibera di Giunta Regionale del 19 novembre 2010 l'elenco dei comuni a cui corrispondeva una delle seguenti zone, denominate:

- 3: bassa pericolosità;
- 3s: sottozona relativa alla classe 3 (bassa pericolosità);
- 4: pericolosità molto bassa.

Nella delibera dello scorso 17 marzo 2017 si prende atto che: *"negli anni successivi alla definizione della mappatura di pericolosità sismica della Regione, il territorio nazionale, con particolare riferimento all'appennino settentrionale in zone prossime al territorio regionale, è stato interessato da diversi eventi*

sismici anche di magnitudo significativa, che hanno condotto la comunità scientifica ad una riconsiderazione del quadro di sismicità generale, all'aggiornamento dei cataloghi sismici ed alla revisione dei modelli di attenuazione del moto del suolo".



3. CARTA DELLA SISMICITA' IN ITALIA

La Carta della sismicità in Italia (cfr. figura 3.1) riporta 45.000 terremoti avvenuti tra il 1981 e il 2002 selezionati in base alla qualità della localizzazione, secondo parametri diversificati per a) terremoti crostali, b) terremoti sub-crostali o profondi (Chiarabba et al., 2005).

La figura 3.2 riporta i terremoti avvenuti tra il 2000 e il 2012.

In entrambi i casi sono stati selezionati in base alla qualità della localizzazione, secondo parametri diversificati per a) terremoti crostali e b) terremoti profondi (Chiarabba et al., 2005).

Come si può osservare dalle figure, nell'intorno dell'area studiata (indicata con rettangolo blu e rosso) la maggior parte dei sismi registrati presenta magnitudo inferiore a 4 e profondità ipocentrale compresa entro i primi 15 km.

I sismi registrati nell'area di interesse hanno quindi in generale un carattere abbastanza superficiale.

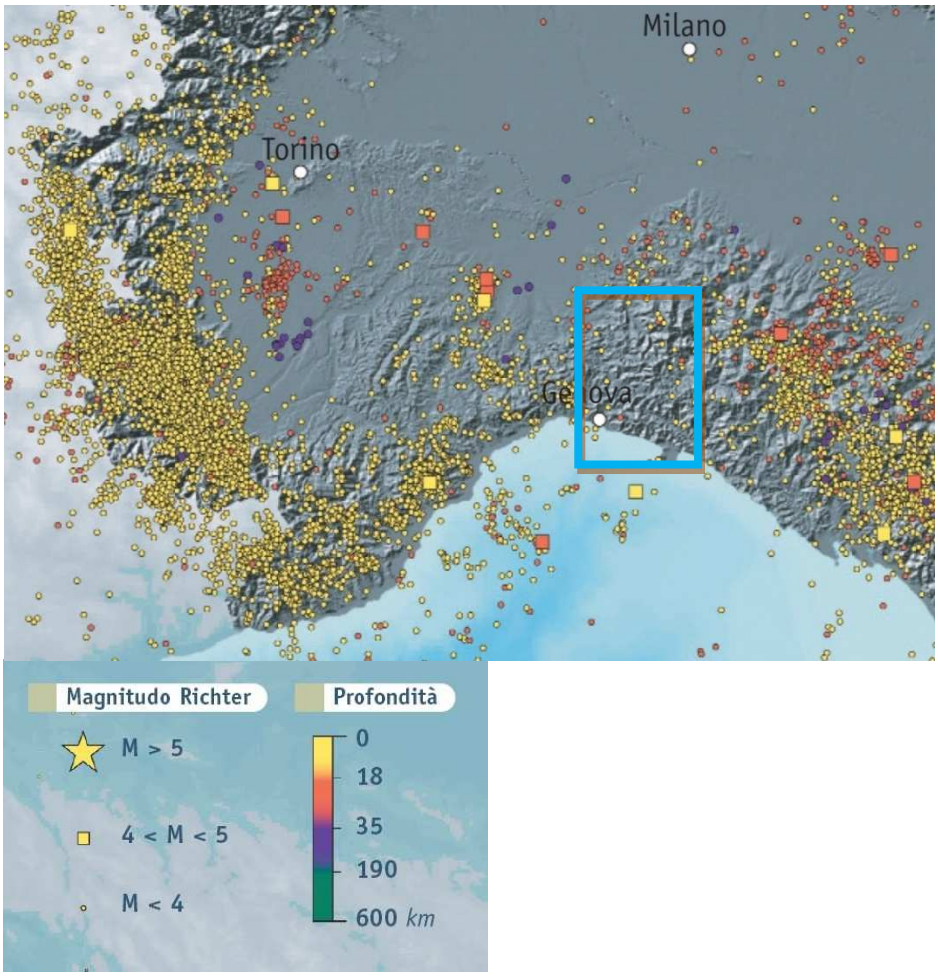


Figura 3.1 – Stralcio della Carta della sismicità in Italia (Chiabba et al, 2005)

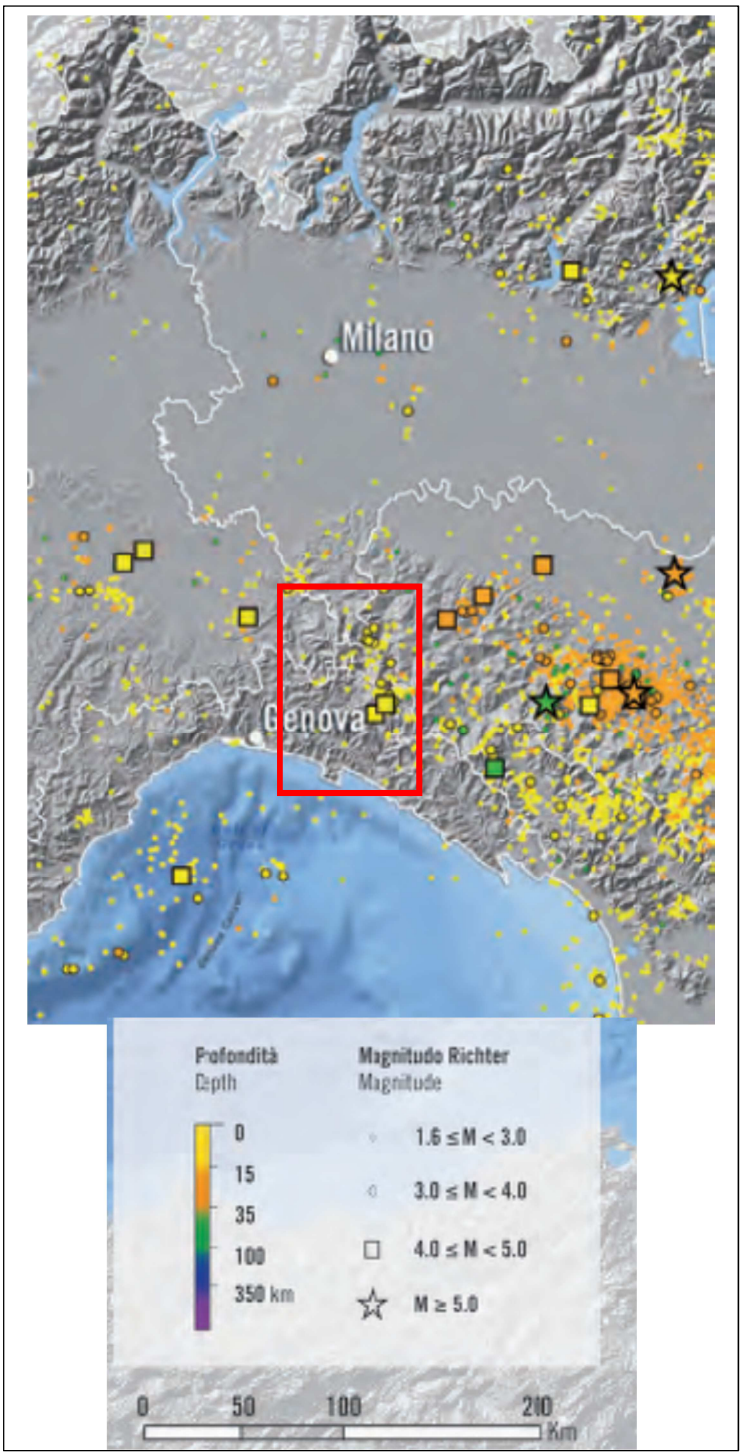


Figura 3.2 – Stralcio della Carta della sismicità in Italia tratta dal sito dell'INGV: http://csi.rm.ingv.it/ - Il rettangolo rosso individua l'area di progetto.

4. CARATTERI GENERALI DELLA SISMICITA' REGIONALE

Il regime geodinamico attuale della catena alpina occidentale determina un'attività sismica generalmente modesta come intensità e rilevabile in gran parte solo a livello strumentale, ma legata a eventi ricorrenti con una frequenza piuttosto significativa.

Gli epicentri si concentrano lungo l'arco alpino seguendo due direttrici principali, corrispondenti rispettivamente al margine interno della catena (limite fra le unità pennidiche e la pianura padana) e all'allineamento dei massicci cristallini esterni (fronte pennidico).

Le due direttrici convergono in corrispondenza del Cuneese per riaprirsi a ventaglio verso la costa interessando il settore compreso tra Nizza e Imperia. Verso est, un'altra area di attività sismica è rappresentata dall'estremità settentrionale degli Appennini e la porzione di catena collisionale sepolta al di sotto della Pianura Padana.

Fra queste due zone e, in particolare, nel settore compreso tra Savona e La Spezia, è presente una fascia di più bassa frequenza dei sismi, che appaiono notevolmente dispersi e isolati rispetto ai sismi che caratterizzano le principali direttrici sopra descritte. Alcuni allineamenti di sismi immediatamente a Est della città di Genova sembrano ricalcare l'andamento strutturale dei contatti tra le principali unità tettono-metamorfiche di questo settore di catena, che hanno in generale un andamento nord-sud.

Il settore direttamente interessato dal progetto della galleria scolmatrice del torrente Bisagno appare invece caratterizzato da una bassa frequenza di sismi. A scala regionale, questo canale di bassa frequenza dei sismi si traduce in una corrispondente fascia a più bassa pericolosità sismica, sempre con direzione approssimativamente N-S, delineata nella Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale (Figura 4.1).

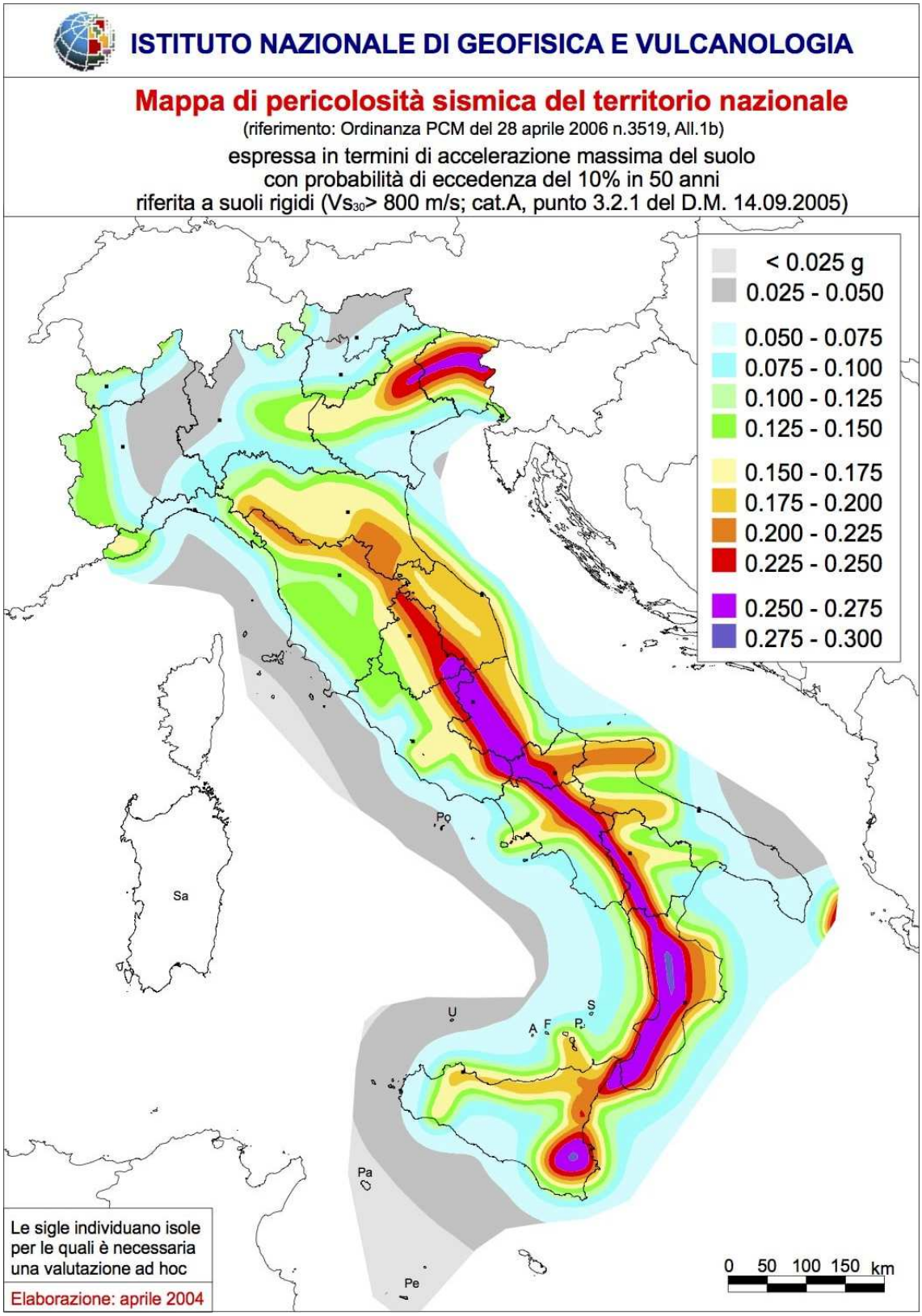


Figura 4.1 - Mappa di pericolosità sismica dell'intero territorio nazionale redatta dall'INGV. La figura è stata tratta dal sito dell'INGV: http://zonesismiche.mi.ingv.it/

4.1. Mappa della pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo. La pericolosità sismica rappresenta pertanto una stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto a un evento sismico; la pericolosità sismica di base rappresenta una componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti); essa calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento).

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), recependo i suggerimenti della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile, ha coordinato la redazione della mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche, richiesta dall'ordinanza del P.C.M. datata 20 marzo 2003 n. 3274, All. 1.

A scala nazionale l'INGV ha quindi provveduto a stimare l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante a(g), corrispondente a quella che in ambito internazionale viene chiamata PGA, che costituisce il principale parametro descrittivo della pericolosità di base (cfr. figura 4.1).

Tale parametro, la cui unità di misura è l'accelerazione di gravità g=9.8m/s^2, utilizzato anche per la definizione dell'azione sismica di riferimento per opere ordinarie (Classe II delle Norme Tecniche per le Costruzioni), convenzionalmente rappresenta l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante che, in un intervallo di tempo di 50 anni, ha una probabilità del 10% di superare il valore indicato (cfr. scala colore), per effetto di sismi di intensità maggiore rispetto a quelli considerati per la classificazione del territorio.

A livello locale è disponibile una mappa più dettagliata dell'a(g) prodotta sempre dall'INGV e consultabile sul sito dell'istituto all'indirizzo "http://esse1-gis.mi.ingv.it/", riportata in figura 4.2.

Dall'analisi delle due mappe si può osservare che l'area di progetto presenta valori di a(g) compresi tra 0,050 e 0,100 g.

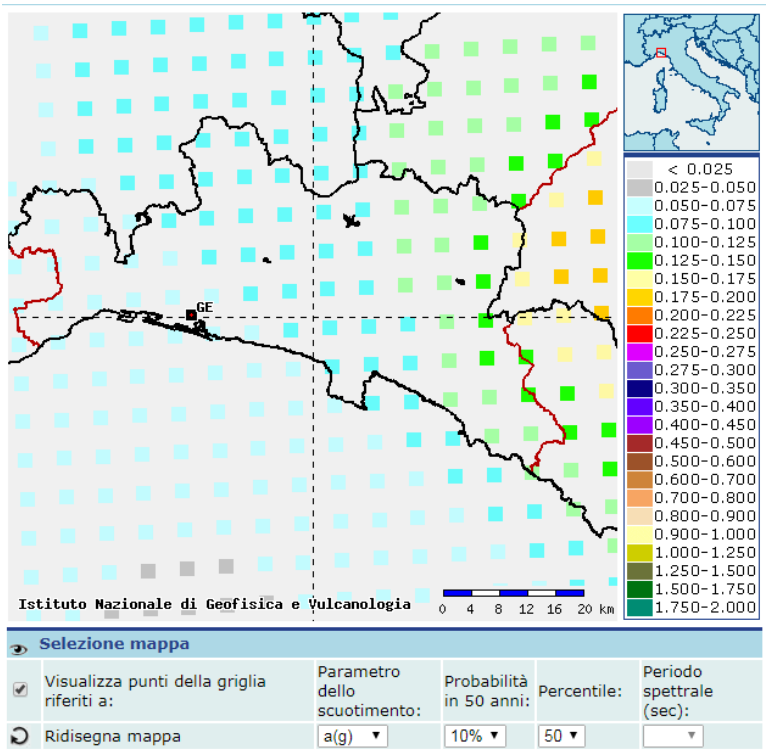


Figura 4.2 - Mappa di pericolosità sismica dell'area studiata redatta dall'INGV. La figura è stata tratta dal sito dell'INGV: http://esse1-gis.mi.ingv.it/

5. DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO AI SENSI DEL D.M. 14/01/2008

5.1. Contesto imbocco finestra di servizio

Si dispone delle stese sismiche a rifrazione condotte in corrispondenza della futura finestra di accesso:

- SIS01
- SIS02

Dall'elaborazione delle risultanze delle suddette linee sismiche, sono stati ricavati i seguenti valori di Vs 30:

- Vs_{30} SIS01: 588 m/s
- Vs_{30} SIS02: 675 m/s

Si riporta qui di seguito la tabella 3.2.II dell' NTC 2008 per l'individuazione della categoria di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 2.1 – Tabella 3.2.II dell'NTC 2008 relativa alle categorie di sottosuolo

Ne discende l'assunzione di una categoria di sottosuolo tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

5.2. Contesto sponda sinistra Bisagno – Via Adamoli

Per quanto riguarda il contesto "Sponda sinistra Bisagno – Via Adamoli, l'attribuzione della categoria di sottosuolo, è discesa dall'interpretazione della prova Cross-Hole effettuata, per l'appunto, all'interno del foro di sondaggio SEB 2.

Dall'analisi dei risultati derivanti dalla prova poc'anzi citata, è stato ricavato il seguente valore di Vs_{30} per il contesto in esame:

- Vs_{30} : 380.1 m/s

E discesa l'attribuzione della Categoria di sottosuolo B per il contesto in disamina:

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

6. AZIONE SISMICA DI PROGETTO AI SENSI DEL D.M. 14/01/2008

6.1. Contesto imbocco finestra di servizio

Si forniscono qui di seguito i parametri significativi ai fini del calcolo dell'azione sismica di progetto (si veda prospetto relativo).

Azione sismica

Vita nominale della costruzione V_N =100 anni

Classe d'uso: IV

Coefficiente d'uso della costruzione c_u = 2

Periodo di riferimento per la costruzione V_R = 200 anni

Periodo di ritorno per la definizione dell'azione sismica V_R = 1898 anni

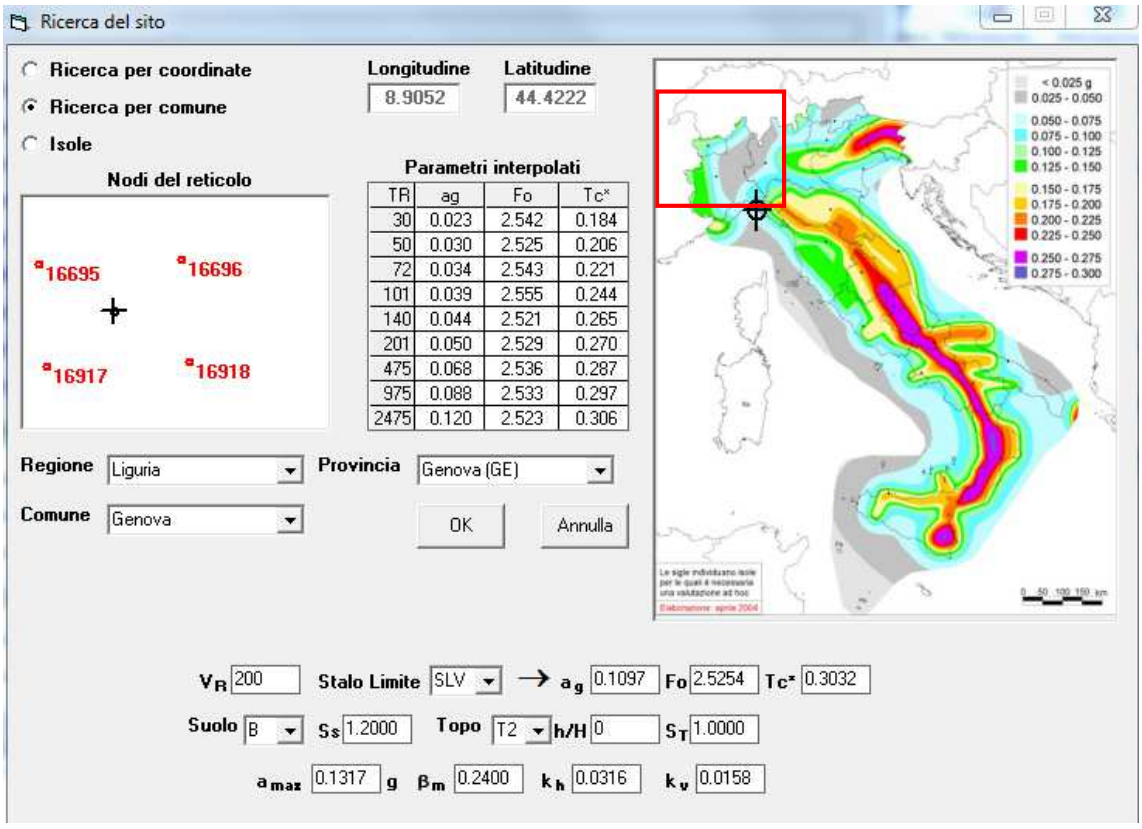
Categoria di sottosuolo B

Categoria topografica T2

Riferimento ubicazione geo: Comune Genova

Stato limite di rif: SLV

Prospetto di calcolo azione sismica di progetto ai sensi del D.M. 14/01/2008



6.1. Contesto sponda sinistra Bisagno – Via Adamoli / Alveo Bisagno

Si forniscono qui di seguito i parametri significativi ai fini del calcolo dell'azione sismica di progetto (si veda prospetto relativo).

Azione sismica

Vita nominale della costruzione V_N =100 anni

Classe d'uso: IV

Coefficiente d'uso della costruzione c_u = 2

Periodo di riferimento per la costruzione V_R = 200 anni

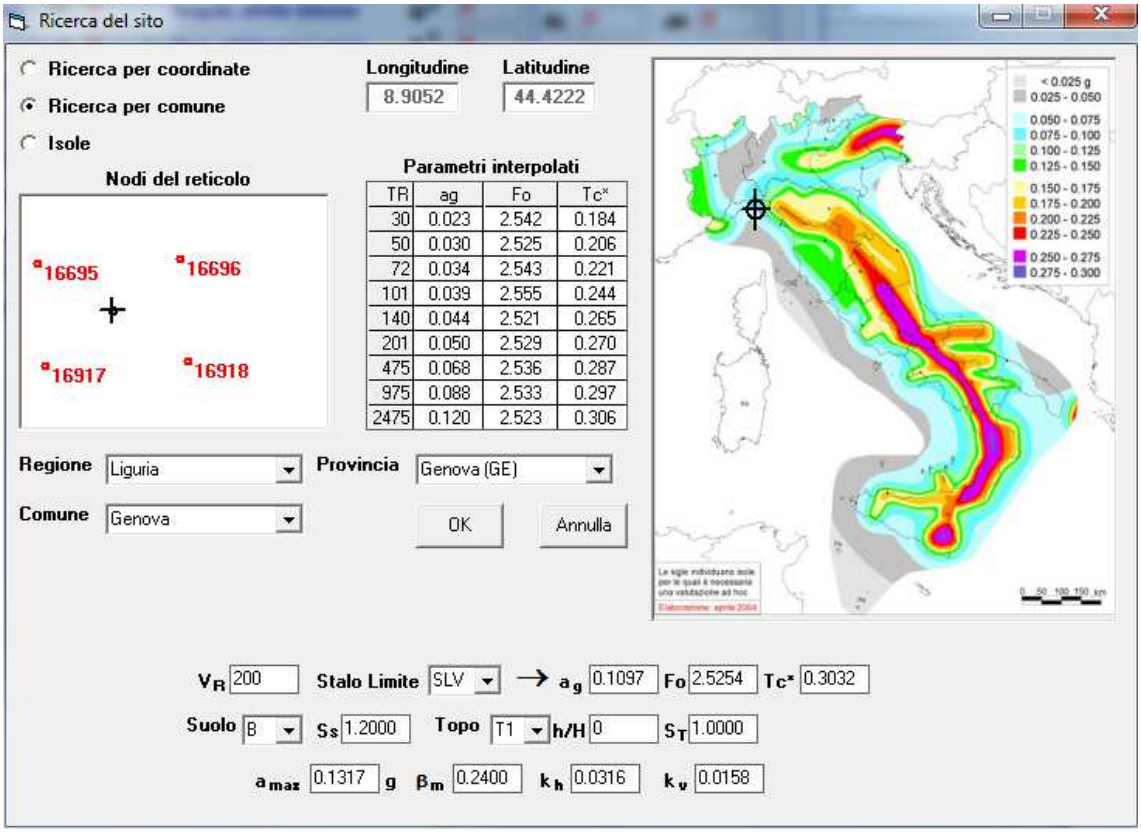
Periodo di ritorno per la definizione dell'azione sismica V_R = 1898 anni

Categoria di sottosuolo B

Categoria topografica T1

Riferimento ubicazione geo: Comune Genova

Stato limite di rif: SLV



6.1. Contesto sbocco a mare

Si forniscono qui di seguito i parametri significativi ai fini del calcolo dell'azione sismica di progetto (si veda prospetto relativo).

Azione sismica

Vita nominale della costruzione V_N =100 anni

Classe d'uso: IV

Coefficiente d'uso della costruzione c_u = 2

Periodo di riferimento per la costruzione V_R = 200 anni

Periodo di ritorno per la definizione dell'azione sismica V_R = 1898 anni

Categoria di sottosuolo B

Categoria topografica T1

Riferimento ubicazione geo: Comune Genova

Stato limite di rif: SLV

