


2	13/11/2017	Emissione Definitiva	P.Balbi G.Muzio	M.Guarino R.Torielli		
1	06/09/2017	Emissione Definitiva	P.Balbi G.Muzio	M.Guarino R.Torielli	-	-
Rev.	Data	Oggetto rev.	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

COMUNE DI GENOVA		
AREA TECNICA		Direttore Arch. Laura Petacchi
DIREZIONE PROGRAMMAZIONE E COORD. PROGETTI COMPLESSI		Dirigente Arch. G.B. Poggi
DIREZIONE LAVORI PUBBLICI		Dirigente Arch. M. Grassi
COMMITTENTE	ASSESSORATO LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONI	Progetto n°

<div><div><div>Sviluppo</div><div></div></div><div><i>Sviluppo Genova</i> <i>Via San Giorgio, 1</i> <i>16128 - Genova</i></div></div>		R.U.P.	Ing. R. Innocentini
Prog. Architettonico	Arch. Marco Guarino Arch. Roberto Torielli		
Studi Geologici	Dott. Pietro Balbi		
	Dott. Giovanni Muzio		

<b>PROGRAMMA STRAORDINARIO DI INTERVENTO PER LA RIQUALIFICAZIONE URBANA E LA SICUREZZA DELLE PERIFERIE DELLE CITTA' METROPOLITANE E DEI COMUNI CAPOLUOGO DI PROVINCIA (DPCM 25/05/2016)</b>
---

Intervento Opera				Municipio		II – Centro Ovest		2			
MERCATO E PIAZZA TREPONTI				Quartiere		Sampierdarena		9			
				CODICE ARCHIVIO Sviluppo Genova							
				E157	ESE	2	R	200	2		
Oggetto				data			13/11/2017				
RELAZIONE GEOLOGICA				Relazione N°							
				L01							
PROGETTO ESECUTIVO		GEOLOGICA									
Cod. GULP 16848	Cod. Progetto B34E16000940001	Cod. Opera								Cod. Archivio	

**PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE MERCATO E PIAZZA TRE  
PONTI, NEL QUARTIERE DI SAMPIERDARENA, COMUNE DI  
GENOVA**

**RELAZIONE GEOLOGICA ESECUTIVA**

Genova, 13.11.17

*Committente:* Sviluppo Genova S.p.A.

## SOMMARIO

1. OGGETTO
2. LOCALIZZAZIONE, STATO ATTUALE DEL SITO E DESCRIZIONE DEL  
PROGETTO
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO
5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI
6. RISPOSTA SISMICA LOCALE
7. CONCLUSIONI

## ALLEGATI

## 1. OGGETTO

La presente relazione esecutiva, redatta ai sensi del D.M. 14.01.2008, su incarico di Sviluppo Genova S.p.A. si propone di stabilire, sulla base della valutazione della documentazione preliminare e definitiva esistenti e la realizzazione di una campagna di indagini geognostiche, le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche di un'area interessata dal progetto esecutivo di realizzazione del nuovo mercato di Piazza Tre Ponti nel quartiere di Sampierdarena, Comune di Genova.

Ci si propone inoltre di accertare che tale intervento non sia in contrasto sia con i vincoli imposti dal Piano di Bacino – Ambiti 12 e 13 sia con le Norme Geologiche di Attuazione del PUC del Comune di Genova.

## 2. LOCALIZZAZIONE, STATO ATTUALE DEL SITO E DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il presente studio riguarda un'area compresa nel quartiere di Genova Sampierdarena, in una fascia delimitata a sud dalla linea ferroviaria limitrofa a via Buranello, e a nord da via Nicolò Daste, quest'ultima interessata recentemente da opere di riqualificazione (*allegato 1*).

La piazza, in antichità, era pertinenziale a Villa Grimaldi detta “La Fortezza”, che ne delimita il lato di monte, mentre per i restanti tre lati è delimitata da edifici abitativi più recenti; in particolare poi, sul lato orientale, è presente l'attuale via Palazzo della Fortezza, l'antico percorso di accesso al mare della Villa.

Attualmente Piazza Tre Ponti risulta occupata per quasi tutta la sua ampiezza da un edificio ad un piano che ospita il mercato omonimo ed è accessibile da via Buranello tramite un voltino passante sotto la massicciata ferroviaria (via Palazzo della Fortezza) e da via Pirlone, che collega la piazza a via Nicolò Daste.

La piazza è stata sede di un mercato fino dagli anni '30 del secolo scorso: la struttura originaria consisteva in tre file di pilastri che sostenevano due coperture in calcestruzzo armato sopra una pavimentazione in cemento, con la cella frigorifera della macelleria quale unico locale presente. Durante gli anni '80 il mercato ha subito un intervento di ristrutturazione che ne ha determinato l'attuale aspetto attraverso la chiusura degli spazi aperti tramite pannelli prefabbricati

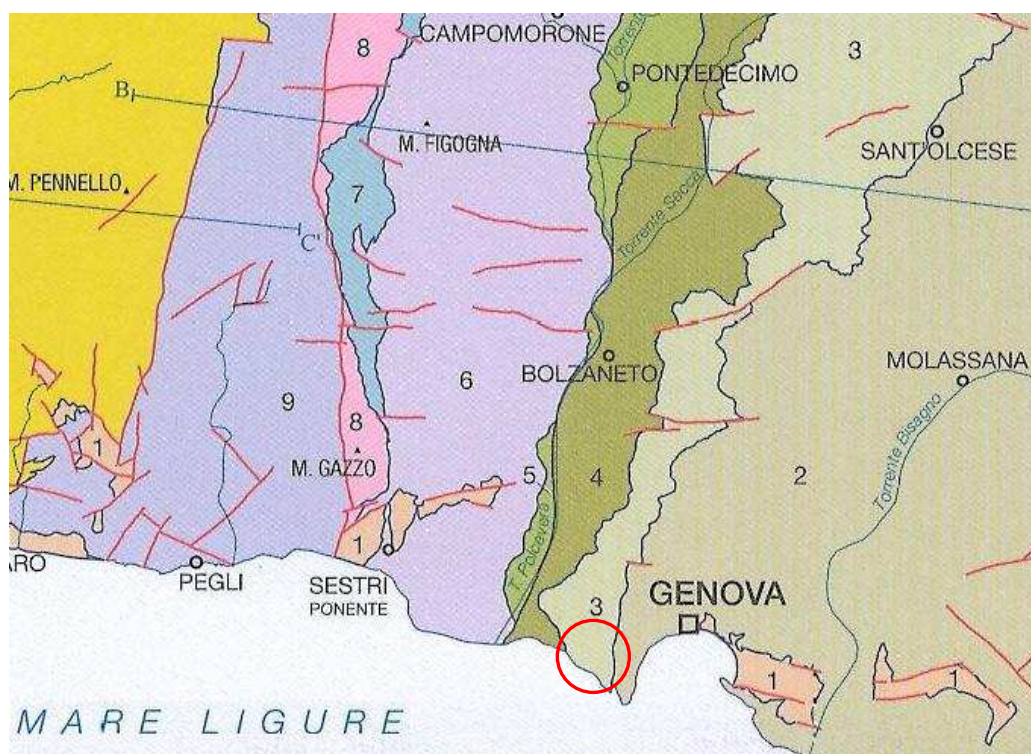
finestrati. Attualmente la struttura risulta utilizzata per poco meno della metà rispetto ai 42 posti vendita totali.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo edificio, anch'esso destinato ad essere utilizzato come mercato. La nuova struttura, fondata su plinti collegati tra loro da cordoli in cemento armato sia longitudinalmente che trasversalmente, avrà una lunghezza pari a 52,65 m e una larghezza pari a 8,44 m con un'altezza variabile da 3,5 m (sul lato sud) a 4,18 m (sul lato nord). La parete sud sarà realizzata in muratura portante in blocchetti di laterizio, mentre la parete nord sarà quasi totalmente vetrata ad eccezione delle parti in muratura sulle due testate. All'interno del mercato saranno previsti, per gli operatori commerciali, box con divisori in pareti di laterizio; saranno inoltre realizzati un piccolo locale bar, locali tecnici e servizi igienici/spogliatoi per gli operatori.

Per maggiori informazioni riguardo al progetto esecutivo si rimanda alla relazione architettonica redatta dall' Arch. Marco Guarino e dall' Arch. Roberto Torielli di Sviluppo Genova S.P.A. ed alla relazione strutturale redatta dall' Ing. Enzo Semino.

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le rocce che costituiscono il substrato dell'area interessata dal progetto appartengono all'Unità Tettonica Ronco (Santoniano sup.- Campaniano inf.), stante la cartografia geologica CARG – Foglio 213 “Genova”. Tale Unità è costituita da rocce derivanti dalla deposizione di sedimenti fini sul fondale dell'Oceano Ligure-Piemontese, un braccio del più grande Oceano Tetideo, esistente nel periodo compreso tra il Giurassico ed il Paleogene, che hanno poi subito una stessa vicenda di litificazione e deformazione (*allegato 2*).



**Figura 1.** Unità Ronco in rapporto alle unità tettoniche adiacenti, nel contesto del passaggio graduale alpino-appenninico della Liguria Centrale. Si sottolinea l'andamento dei contatti tra le unità tettoniche orientato approssimativamente NNE-SSO nelle adiacenze dell'area di interesse  
Da: Foglio 213 "Genova" – Progetto CARG

1	DEPOSITI TARDO- E POST-OROGENICI Successione del Bacino Terziario Piemontese, depositi pliocenici e quat	4	UNITÀ TETTONICA MONTANESI Unità costituita da flysch, a metamorfismo di anchizona
2	UNITÀ TETTONICA ANTOLA Unità costituita da flysch, non metamorfica	5	UNITÀ TETTONICA MIGNANEGO Unità costituita da flysch, a metamorfismo di anchizona
3	UNITÀ TETTONICA RONCO Unità costituita da flysch, a metamorfismo di anchizona	6	UNITÀ TETTONOMETAMORFICA FIGOGNA Unità di crosta oceanica, a metamorfismo in facies pumpellyite-actinolite
		7	UNITÀ TETTONOMETAMORFICA CRAVASCO - VOLTAGGIO Unità di crosta oceanica, a metamorfismo in facies Scisti Blu (albite, clorite, Na-anfibolo, Na-pirosseno, lawsonite, pumpellyite, epidoto), con retrocessione moderata

Nel corso dell'Orogenesi Alpina e delle successive deformazioni legate all'evento orogenetico appenninico, l'Unità Ronco ha subito potenti deformazioni sia compressive che estensionali, le stesse che hanno portato a definire l'attuale morfologia della Liguria centrale.

Questa Unità è costituita dalla sola Formazione di Ronco, che ha un'età attribuita al Cretaceo superiore (Marini, 1998). Detta Formazione è suddivisa in due litozone principali, arenaceo marnosa e marnoso calcarea.

Le caratteristiche dei litotipi costituenti la Formazione nella sua litozona marnoso calcarea, che costituiscono il substrato roccioso, sono così riassumibili: torbiditi marnoso – calcaree a base calcareo arenacea in strati medio sottili; strati di spessore variabile, che tende ad aumentare nella porzione superiore della formazione.

La litozona arenaceo marnosa, non rilevata nell'area di studio ma parzialmente eteropica alla litozona marnoso calcarea, viene descritta in letteratura come costituita da torbiditi siltoso –

arenacee fini dominanti, in strati medio sottili, con isolati strati plurimetrici di arenarie di tipo grovacca feldspatica ed intercalazioni di torbiditi marnoso-calcaree-arenacee sottili.

L'Unità tettonica Ronco presenta, come detto, un'intensa deformazione duttile fragile e fragile, legata ai grandi eventi deformativi regionali alpini ed appenninici. In particolare viene ripiegata e fagliata dalle sollecitazioni deformative che generano i piani di sovrascorrimento che la delimitano tettonicamente, separandola dall'Unità del M. Antola a tetto e dai Flysh della Valpolcevera a letto.

I terreni di copertura del substrato nell'area di indagine sono costituiti per lo più da materiali di origine alluvionale ed eluvio colluviale, nonché localmente da riporti antropici. Si tratta di alternanze di sabbie e ghiaie poligeniche in matrice limo argillosa all'interno delle quali sono spesso inglobate lenti di materiale coesivo a granulometria da fine a molto fine, quali argille e limi argillosi. In bibliografia sono riportati spessori molto variabili per questa coltre detritica, dai 4 metri dal piano campagna segnalati in Via Cantore all'altezza della Villa Grimaldi, ai 10-15 m ipotizzati per il substrato dell'area in analisi nella relazione geologica preliminare redatta dal Comune di Genova del luglio 2016 a firma dott. geol. Stefano Battilana, ai 10 m circa ipotizzati da chi scrive in fase definitiva del progetto.

In seguito all'esecuzione della campagna di indagini geognostiche (cfr. paragrafo 5) si è individuato il substrato roccioso ad una profondità compresa tra dieci ed undici metri dal piano campagna, sovrastato da un cappellaccio di alterazione della roccia di potenza talvolta plurimetrica, che passa gradualmente in profondità ad ammasso roccioso progressivamente più sano.

Il substrato roccioso ed il suo cappellaccio sono coperti da coltri eluvio-colluviali/alluvioni a granulometria media-grossolana piuttosto addensate, seguite verso l'alto da riporti antropici scarsamente addensati, per uno spessore totale di circa dieci metri. Al di sopra è attualmente presente la struttura del mercato.

#### **4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO**

L'area oggetto della presente relazione è situata al piede di un versante digradante verso sud, ad una quota di circa 5 m s.l.m. L'area risulta completamente antropizzata essendo integrata nel tessuto urbano del centro del quartiere di Sampierdarena: sono infatti presenti edifici abitativi, muri

di contenimento e strade su tutti i lati dell'area.

Le pendenze nell'area di studio sono decisamente basse, non superiori al 10%, mentre a monte di Via Cantore, circa 100 m più a nord dell'area di interesse, le pendenze arrivano a toccare il 50%.

Gli agenti geomorfologici principali nella zona a monte di via Cantore, al netto dell'azione dell'uomo, sono dati principalmente da un regime idrogeologico di versante montuoso ripido che agisce tramite un reticolo idrografico immaturo e un'azione gravitativa che mobilita principalmente le coltri eluvio colluviali e riporti antropici. La presenza della strada però, ampia e dotata di irregimentazione delle acque superficiali, tende a costituire una netta separazione per quanto riguarda l'azione di agenti geomorfologici provenienti da monte, quali acque ruscellanti e fenomeni gravitativi in genere.

Nell'area in esame gli agenti geomorfologici esistenti hanno un'influenza molto limitata, date le modeste pendenze, la lontananza dal mare e l'estrema antropizzazione della zona.

Le rocce che costituiscono il substrato dell'area in oggetto, descritte nel paragrafo precedente, non sono visibili in affioramento in nessun punto.

Dal punto di vista della permeabilità, il substrato roccioso è costituito dalla Formazione di Ronco, che presenta una permeabilità per fratturazione molto ridotta e limitata agli strati più superficiali. Al di sopra del substrato roccioso le coltri detritiche eluvio colluviali e alluvionali presentano una permeabilità variabile in funzione della granulometria, benché generalmente mediamente bassa, data l'alta percentuale di matrice fine e la sua abbondante componente argillosa.

In riferimento al Piano di Bacino Ambiti 12 e 13, si sottolinea che:

**Carta della suscettività al dissesto** (*allegato 3*): l'area in analisi è classificata a pericolosità molto bassa (Pg0).

**Carta delle fasce di inondabilità** (*allegato 4*): l'area in analisi è inserita nella fascia di inondabilità B\* (Aree storicamente inondate in tratti non indagati o con indagini non sufficienti).

**Carta delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico**: l'area in analisi non è inserita in zona a vincolo idrogeologico.

In riferimento alle **Carta della zonizzazione geologica del territorio** (*allegato 5*) del PUC del Comune di Genova, si sottolinea che l'area ricade in zona B “aree con suscettibilità d'uso parzialmente condizionata – urbanizzata”.



## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Nell'area oggetto della presente relazione è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche consistente nella realizzazione di una stesa sismica con tecnica a rifrazione ed elaborazione tomografica per definire la distribuzione in profondità delle velocità delle onde sismiche di compressione ( $V_p$ ) ed una stesa sismica elaborata con il metodo MASW per definire l'andamento in profondità delle onde di taglio ( $V_{s30}$ ).

Le indagini sono state effettuate con un sismografo DoReMi della “Sara electronic instruments” a 16 canali digitali a 16 bit. L'interpretazione dei dati della prova a rifrazione è stata effettuata con il software “*smartTomo 2017.0b1*”, che consente di elaborare la registrazione effettuata con la tecnica tomografica. La prova MASW è stata interpretata con il software “*Surface plus*” della “Geogiga”.

### Specifiche metodologiche

#### *Sismica a rifrazione*

L'indagine sismica a rifrazione è un'indagine indiretta che utilizza i contrasti di velocità delle onde sismiche. La velocità delle onde sismiche dipende dalla densità e dalla rigidità del materiale attraversato ovvero da proprietà riconducibili alle caratteristiche litologiche del substrato indagato. Il comportamento della propagazione delle onde in profondità rispetta la legge di Snell dando origine a fenomeni di rifrazione e riflessione.

Lo svolgimento della prova consiste nel generare un'onda sismica di compressione (energizzazione) e registrarne l'arrivo a geofoni disposti in linea ad intervalli noti. L'interpretazione delle misure registrate si basa sull'analisi del tempo impiegato dall'onda generata a raggiungere ciascun geofono. Per poter ricostruire la variazione di velocità delle onde di compressione nel sottosuolo è necessario eseguire più energizzazioni in posizioni differenti. L'interpretazione della prova è basata sul metodo del reciproco globale (Palmer & Derecke. *An introduction to the generalized reciprocal method of seismic refraction interpretation*. Geophysics, 1981, 46.11: 1508-1518.)

Le misure effettuate con la tecnica a rifrazione sono state elaborate con la procedura tomografica al fine di evidenziare in dettaglio le variazioni locali di velocità.

La tecnica tomografica prevede la creazione di un modello sintetico del sottosuolo e la sua perturbazione alla ricerca del minimo scarto tra le misure effettuate sul terreno e le misure “virtuali” registrate sul modello sintetico attraverso una procedura iterativa che alterna le due seguenti fasi:

#### *Sondaggio MASW*

L'indagine MASW (PARK, Choon B., et al. *multichannel analysis of surface waves* (MASW) - *active and passive methods. The Leading Edge*, 2007, 26.1: 60-64.) è un'indagine indiretta attiva che misura la velocità di fase delle onde sismiche di superficie. La velocità delle onde sismiche dipende dalla densità e dalla rigidità del materiale attraversato ovvero da proprietà riconducibili alle caratteristiche litologiche del substrato indagato. Il comportamento della propagazione delle onde sismiche in profondità dà origine a fenomeni di trasformazione delle stesse in base al materiale attraversato.

Lo svolgimento della prova consiste nel generare un treno di onde sismiche (energizzazione) e registrarne l'arrivo a dei geofoni disposti in linea ad intervalli noti. L'interpretazione delle misure effettuate avviene attraverso un software il quale, partendo dal campionamento dello spettro F/S e F/K del segnale registrato, ricostruisce la distribuzione delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) in profondità attraverso l'applicazione di un algoritmo genetico che procede alla ricerca del modello che minimizza l'errore rispetto alle misure effettuate.

I geofoni vengono disposti equidistanti ed allineati l'uno rispetto all'altro e le energizzazioni sono eseguite in posizione esterna lungo la linea sismica. Il sondaggio è stato effettuato con un sismografo DoReMi della “Sara electronic instruments” a 16 canali digitali a 16 bit.

#### Geometria delle stese

La linea 1 di acquisizione è stata eseguita disponendo 16 ricevitori ad una distanza intergeofonica di 3 metri per una lunghezza complessiva di 45 metri. Su questa linea sono state eseguite 11 energizzazioni.

Per la prova MASW sono state eseguite 2 energizzazioni nella medesima posizione e successivamente sommate (stacking).

Prova MASW	Tipologia	Lunghezza (m)	Shot offset (m)
Linea 1	1D-MASW	45	+2.5

Di seguito sono riportate le sezioni sismiche e la sezione relativa alla prova MASW

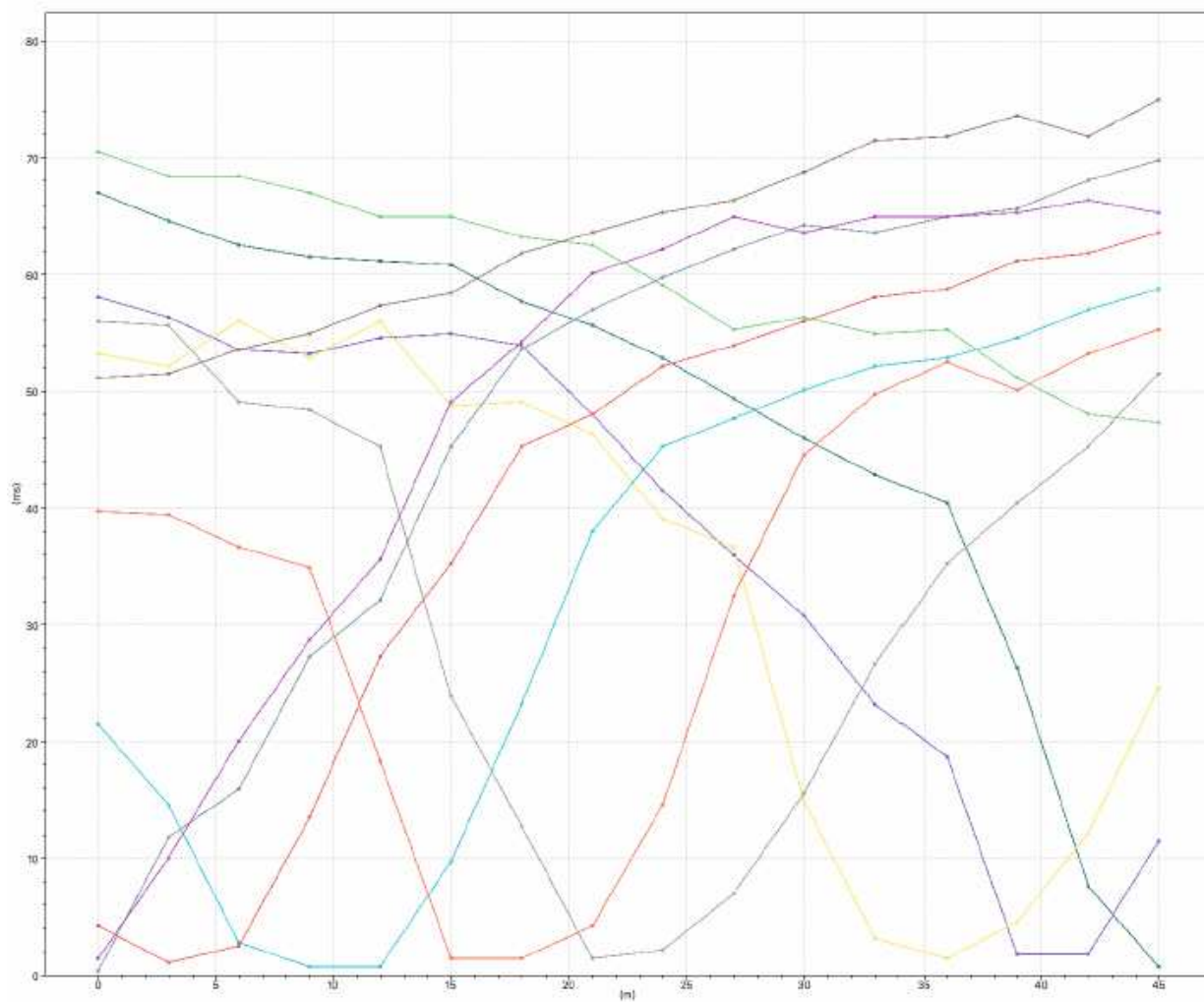


Figura 2 - Dromocrone

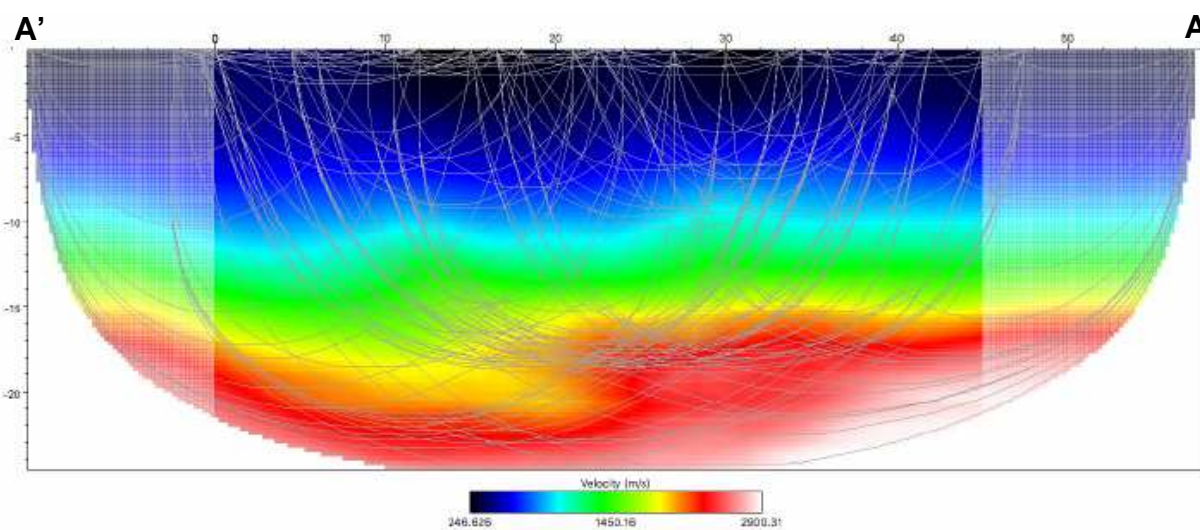


Figura 3 - Sezione sismica a rifrazione ad elaborazione tomografica (traccia della sezione riportata in Allegato 6)

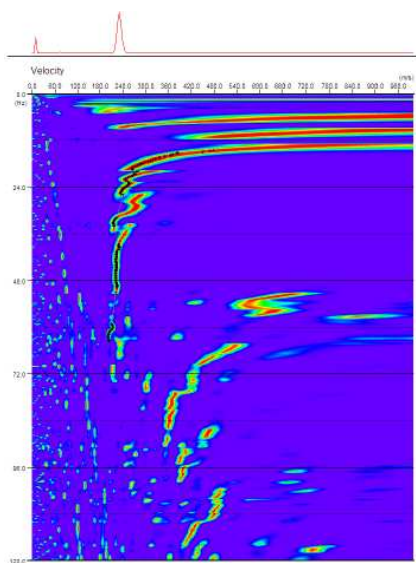
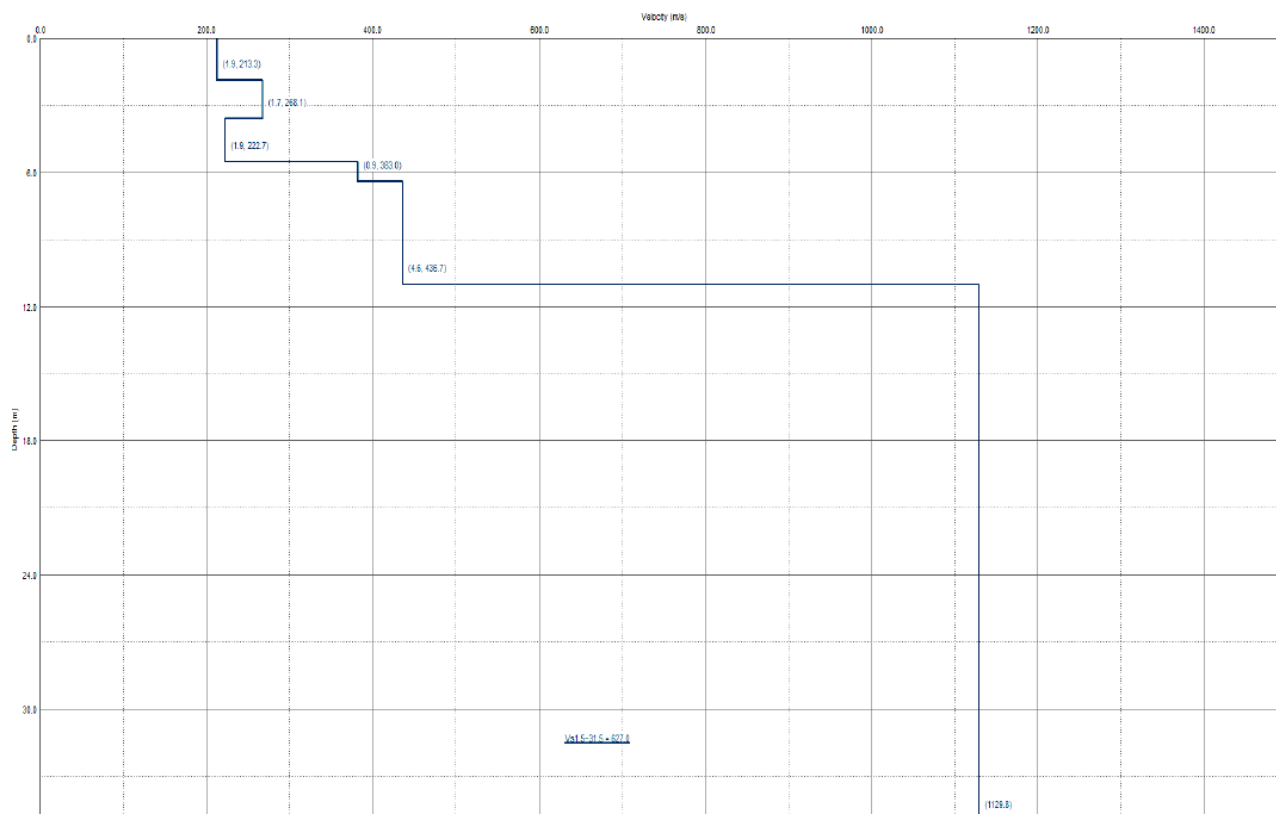


Figure 4 e 5 - Risultati della prova MASW

Nella prova sismica a rifrazione elaborata con la tecnica tomografica si individua un terreno abbastanza omogeneo caratterizzato da  $V_p$  comprese tra circa 300 m/s e 700 m/s fino ad una profondità di circa 10 metri. Si ritiene che questa variazione sia compatibile con quanto indicato in relazione definitiva, con un primo livello di riporti scarsamente addensati seguito da alluvioni/coltri detritiche a granulometria media-grossolana, maggiormente addensate. A partire dalla profondità di 10 metri inizia un gradiente di velocità che può essere interpretato con il passaggio con il substrato roccioso, sebbene fortemente fratturato, che inizialmente lo si può individuare con una velocità di circa 1400 m/s. Il substrato diventa progressivamente più compatto fino a presentare, a partire da circa 15 metri di profondità, velocità superiori a 2000 m/s con qualche piccola anisotropia laterale per cui, questo limite risulta essere più profondo all'inizio della stesa.

La stessa sismo-stratigrafia è delineata dalla prova MASW che consente di individuare il substrato sismico alla profondità di circa 11 metri.

La Vs30 per questo modello di substrato è di 627 m/s.

#### Modello geologico del sottosuolo

Il modello geologico del sottosuolo è stato ipotizzato considerando, la bibliografia esistente, i risultati della campagna geognostica eseguita ed i sopralluoghi e le indagini effettuate nelle immediate vicinanze. In particolare sono state prese in considerazione le prove effettuate per la redazione della relazione geologica inerente l'adiacente Villa Fortezza e dati geologici di sottosuolo bibliografici, riportati sul sito [www.ambienteinliguria.it](http://www.ambienteinliguria.it).

La stratigrafia dell'area in cui verranno realizzate le opere a progetto è così costituita:

da 0 a -2m circa : terreni di riporto scarsamente addensati

da -2 a -10 m: depositi alluvionali e/o coltri detriche colluviali

da -10 a -15 m: cappellaccio d'alterazione del substrato roccioso e/o substrato roccioso fortemente alterato

I depositi alluvionali e/o coltri detriche colluviali risultano in maggior parte a granulometria medio grossolana con subordinata presenza di passate di materiale fine.

In merito alla classificazione geotecnica, si sottolinea che il terreno di riporto e i terreni alluvionali-detritici presentano una forte eterogeneità al loro interno. Pertanto in base all'esperienza degli scriventi ed in relazione a prove effettuate su terreni analoghi, si indicano di seguito i seguenti parametri medi:

	terreni di riporto scarsamente addensati	depositi alluvionali e/o coltri detriche colluviali
Densità relativa (%)	39	45
angolo di resistenza al taglio (°)	28	31
Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	19	20
E (modulo elastico)	20	22
v (coeff. Poisson)	0,34	0,32

Per quanto riguarda il substrato roccioso, in base all'esperienza degli scriventi, si possono indicare i seguenti valori medi:

Peso specifico medio  $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito  $\varphi = 33^\circ$

Coesione  $C = 80 \text{ kPa}$

Si sottolinea come i parametri indicati derivino da ricerche bibliografiche e indagini effettuate in terreni analoghi. Sarà pertanto necessario, nel corso dell'esecuzione dei lavori, effettuare indagini di cantiere per confermare i parametri qui forniti. Dette indagini potranno consistere in penetrometrie pesanti e/o prove di carico su piastra o altro.

## 6. RISPOSTA SISMICA LOCALE

La normativa sismica riportata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3724 del 20.03.2003, recepita dalla Regione Liguria con D.G.R n°530 del 16.05.2003, inserisce il territorio del Comune di Genova in zona sismica 4 nella classificazione sismica dei Comuni della Liguria.

La Regione Liguria ha provveduto con D.G.R n°1308 del 24 ottobre 2008, in recepimento dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3519 del 28.04.2006, a variare la classificazione sismica del proprio territorio inserendo il Comune di Genova nella sottozona 3B.

In seguito con D.G.R n°1362 del 19 novembre 2010 la Regione Liguria ha modificato la classificazione sismica e suddividendo il Comune di Genova in unità urbanistiche e inserendo l'area in esame in zona 4.

Successivamente con D.G.R. n°216 del 17 marzo 2017 ha aggiornato la classificazione sismica inserendo il Comune di Genova in zona 3 che prevede un'accelerazione sismica pari a 0,15g.

Per il calcolo dei parametri e dei coefficienti sismici si è utilizzato il software online della ditta Geostru, considerando l'opera in progetto ricadente in classe II “*Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti*” e una vita nominale pari a 50 anni. I parametri ottenuti sono i seguenti:

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> * [s]
Operatività (SLO)	30	0,023	2,545	0,183
Danno (SLD)	50	0,029	2,525	0,206
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,067	2,541	0,288
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,086	2,539	0,299
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno;  $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;  $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

In considerazione delle Norme Tecniche di Costruzione de 14.1.2008, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è necessario determinare sia la categoria di terreno presente sia analizzare le condizioni topografiche.

In seguito all'esecuzione della prova MASW, che ha indicato per l'area in esame un valore di  $V_{s30}$  pari a 627 m/s si posso classificare i terreni in categoria "B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

In considerazione dell'analisi delle condizioni topografiche, per il caso in questione, l'area ricade in categoria T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$ ".

Al fine della determinazione dei parametri sismici si è utilizzato il software Geostru-PS. I risultati ottenuti sono riportati di seguito.

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,015	0,019
kv	0,002	0,003	0,007	0,009
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,270	0,346	0,791	1,012
Beta	0,180	0,180	0,180	0,180

LEGENDA: SLO: Stato Limite di operatività; SLD: Stato Limite Danno; SLV: Stato Limite salvaguardia Vita e SLC: Stato Limite prevenzione al Collasso. kh: coefficiente sismico orizzontale. Kv: coefficiente sismico verticale. Amax: accelerazione massima

## 7. CONCLUSIONI

In seguito allo studio del materiale bibliografico a disposizione, ai sopralluoghi effettuati e all'esecuzione della campagna di indagine geognostiche si può affermare che il sito investigato non presenta particolari problemi di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico.

Il substrato roccioso, costituito da un'alternanza flyschoide costituita da due litozone, una marnoso calcarea e l'altra arenaceo marnosa, si presenta fratturato per i primi metri risultando maggiormente compatto in profondità e nell'area è presente ad una profondità compresa tra i 10 e gli 11 metri dal piano campagna. Al di sopra del substrato roccioso è presente un primo livello di riporti scarsamente addensati fino ad una profondità di circa 2 m dal piano campagna seguito da un livello di alluvioni/coltri detritiche. Le caratteristiche dei materiali presenti nel sottosuolo sono quelle tipiche di una successione alluvionale con granulometria fine prevalente, che poggia su un substrato roccioso talmente alterato e destrutturato da rendere difficile una demarcazione netta tra i due tipi di terreni.

Nel corso dell'analisi che hanno portato all'elaborazione del presente modello geologico, sono stati ricavati parametri indicativi non derivanti da indagini dirette eseguite in sito ma da indagini indirette e dal confronto con indagini condotte in aree adiacenti. Si raccomanda pertanto, in fase di cantiere, l'esecuzione di indagini di terreno volte a confermare i parametri di progetto, comunque cautelativi, riportati in relazione.

Visti relativi bassi carichi dell'opera in progetto si può prevedere la realizzazione di fondazioni dirette poggiate sui terreni presenti nell'area.

La realizzazione del progetto porterà ad un miglioramento del comportamento idraulico dell'area, in particolare tramite:

- la riduzione della volumetria del mercato;
- la realizzazione di una pavimentazione di piazza con grado di permeabilità maggiore rispetto allo stato attuale dei luoghi.



## Fondazioni e scavi

Per valutare le caratteristiche di portanza del terreno naturale presente nel sottosuolo potranno essere eseguite in fase di cantiere prove di carico su piastra e/o prove CBR.

Per gli scavi in progetto si dovranno prendere tutte le precauzioni necessarie per eliminare dagli scavi l'eventuale acqua di falda e meteorica, soprattutto durante periodi piovosi.

Dovranno infine essere messe in atto le normali precauzioni applicate nel caso di scavo in materiali sciolti, onde evitare possibili scoscendimenti e crolli delle superfici interessate dagli sbancamenti, sia proteggendo queste ultime dall'azione di eventuali acque dilavanti sia, ove necessario, procedendo per conci all'esecuzione e messa in sicurezza dello scavo e alla costruzione dei muri di sostegno.

In conclusione non si ritiene che esistano nell'area particolari problemi di carattere geologico, a conferma di quanto già esposto in relazione geologica definitiva.

Genova, 13.11.2017

dott. geol. ~~Pietro~~ Balbi



*Pietro Balbi*

dott. geol. ~~Giovanni~~ Muzio



*Giovanni Muzio*

# ALLEGATI

## **1. COROGRAFIA**

Carta topografica

## **2. CARTA GEOLOGICA**

Carta Geologica d'Italia, Scala 1:50.000 – Foglio Genova

## **3. CARTA DELLA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO**

Piano di Bacino Ambiti 12 e 13

## **4. CARTA DELLE FASCE DI INONDABILITA'**

Piano di Bacino Ambiti 12 e 13

## **5. CARTA DELLA ZONIZZAZIONE GEOLOGICA DEL TERRITORIO**

P.U.C, Comune di Genova

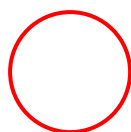
## **6. UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Scala 1:500

## **7. SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA**

Scala 1:500

## 1. COROGRAFIA



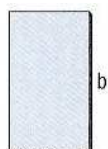
area in esame

## 2. CARTA GEOLOGICA

(Carta Geologica d'Italia, Scala 1:50.000 – Foglio Genova)



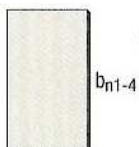
### LEGENDA



#### depositi alluvionali in evoluzione

Depositi ghiaiosi, spesso con blocchi e/o materiali fini, che costituiscono gli alvei attuali dei corsi d'acqua e le aree adiacenti; verso la foce raggiungono spessori considerevoli.

*OLOCENE*

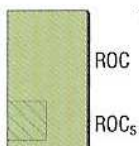


#### depositi alluvionali terrazzati

Depositi ghiaiosi e subordinati depositi sabbiosi posti a quote più elevate rispetto agli alvei attuali, coperti da una coltre colluviale, spesso volte pedogenizzata, di spessore variabile.

*PLEISTOCENE - OLOCENE*

### UNITÀ TETTONICA RONCO



#### formazione di Ronco

Torbiditi costituite da areniti fini, siltiti marnose e argilliti, in strati da centimetrici a decimetrici. Stratificazione piano-parallela. Il contenuto paleontologico comprende nannoplancton calcareo, mal conservato.

*SANTONIANO SUP. - CAMPANIANO INF.*







Litofacies a strati da pluridecimetrici a metrici ( $ROC_s$ ).

### 3. CARTA DELLA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO

(Piano di Bacino Ambiti 12 e 13)

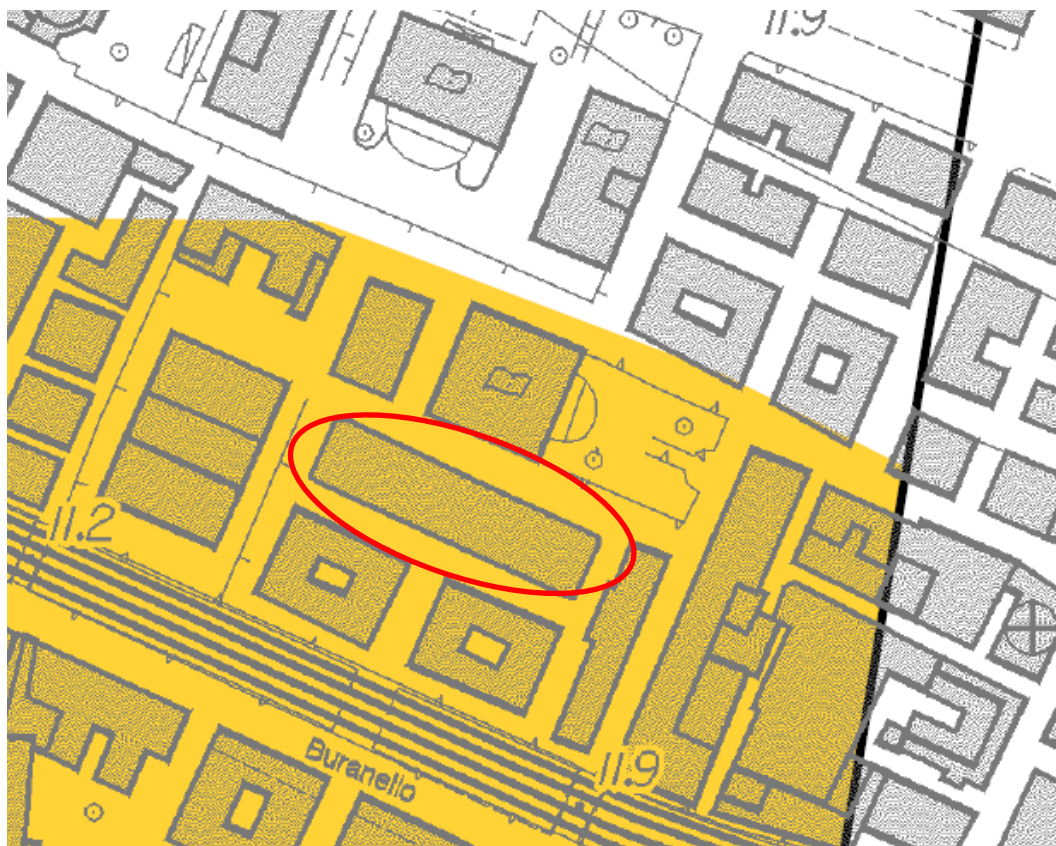


#### LEGENDA











CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO			NORME DI ATTUAZIONE
	MOLTO ELEVATA	Pg4	Art. 16, c. 2
	ELEVATA	Pg3a	Art. 16, c. 3
	ELEVATA	Pg3b	Art. 16, c. 3-ter
	MEDIA	Pg2	Art. 16, c. 4
	BASSA	Pg1	Art. 16, c. 4
	MOLTO BASSA	Pg0	Art. 16, c. 4

## 4. CARTA DELLE FASCE DI INONDABILITA'

(Piano di Bacino Ambiti 12 e 13)



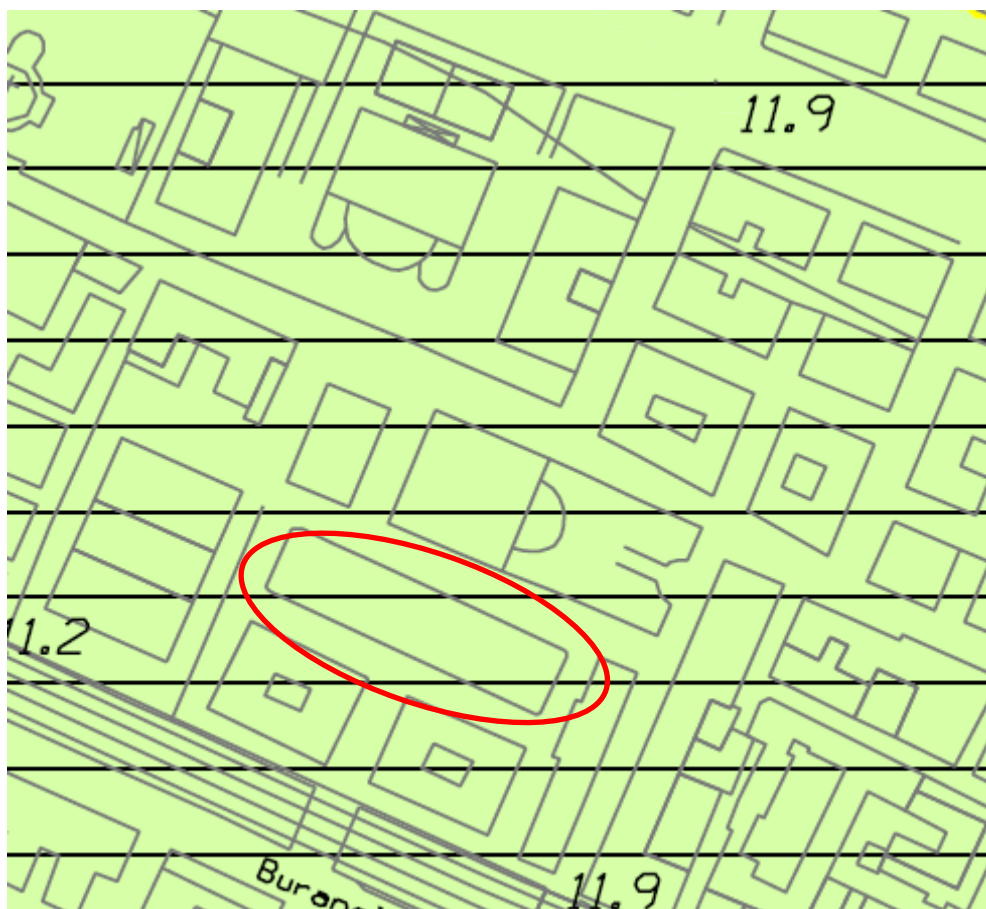
### LEGENDA

FASCE FLUVIALI	NORME DI ATTUAZIONE
 FASCIA A	Art. 15, c. 2
 FASCIA A*	Art. 15, c. 4bis
 FASCIA B	Art. 15, c. 3
 FASCIA B* (Aree storicamente inondate in tratti non indagati o con indagini non sufficienti)	Art. 15, c. 4bis
 FASCIA C	Art. 15, c. 4
 FASCIA C (Aree storicamente inondate in tratti indagati)	Art. 15, c. 4
 FASCIA C (Aree ex inondabili)	Art. 15, c. 4
 ALVEO	Art. 13
 ALVEO TOMBINATO	Art. 13
 Aree normate anche da altro Piano di Bacino (Si applica la norma piu' restrittiva)	



## 5. CARTA DELLA ZONIZZAZIONE GEOLOGICA DEL TERRITORIO

(P.U.C, Comune di Genova)



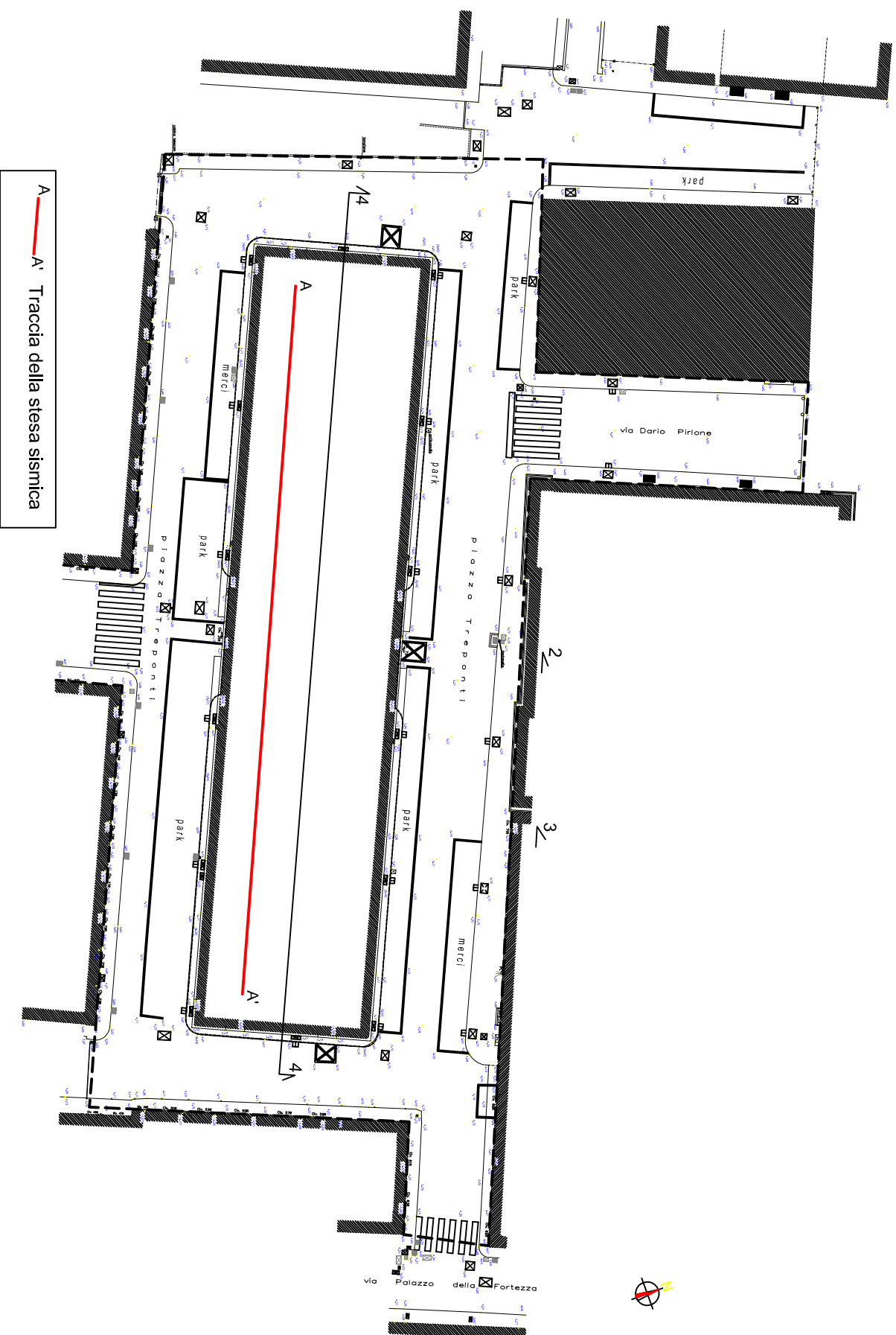
### LEGENDA

-  Zona A: Aree con suscettività d'uso non condizionata
-  Zona B: Aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata
-  Zona C: Aree con suscettività d'uso limitata
-  Zona D: Aree con suscettività d'uso limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche
-  Zona E: Aree con suscettività d'uso fortemente condizionata
-  Zona urbanizzata
-  Limiti amministrativi: Comune e Municipi

# Allegato 6

## Ubicazione indagini geognostiche

Scala 1:500

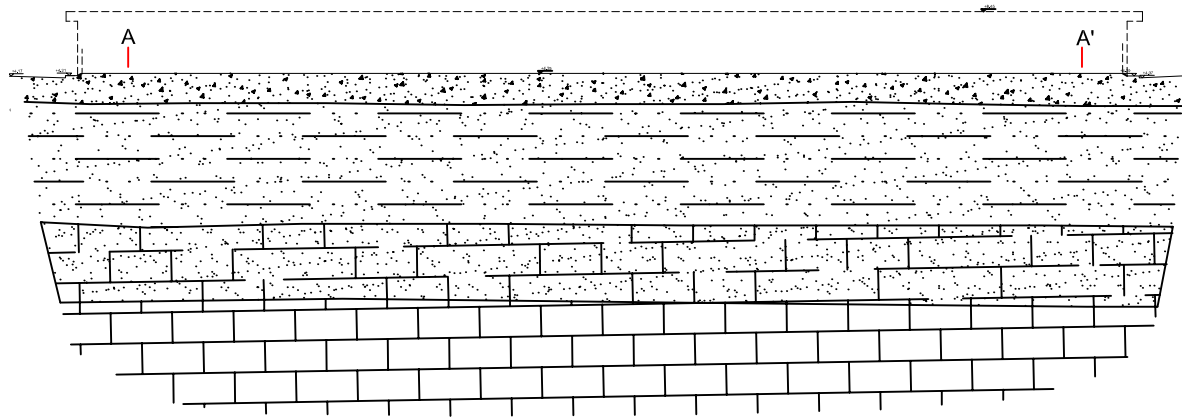




# Allegato 7

## Sezione geologica interpretativa

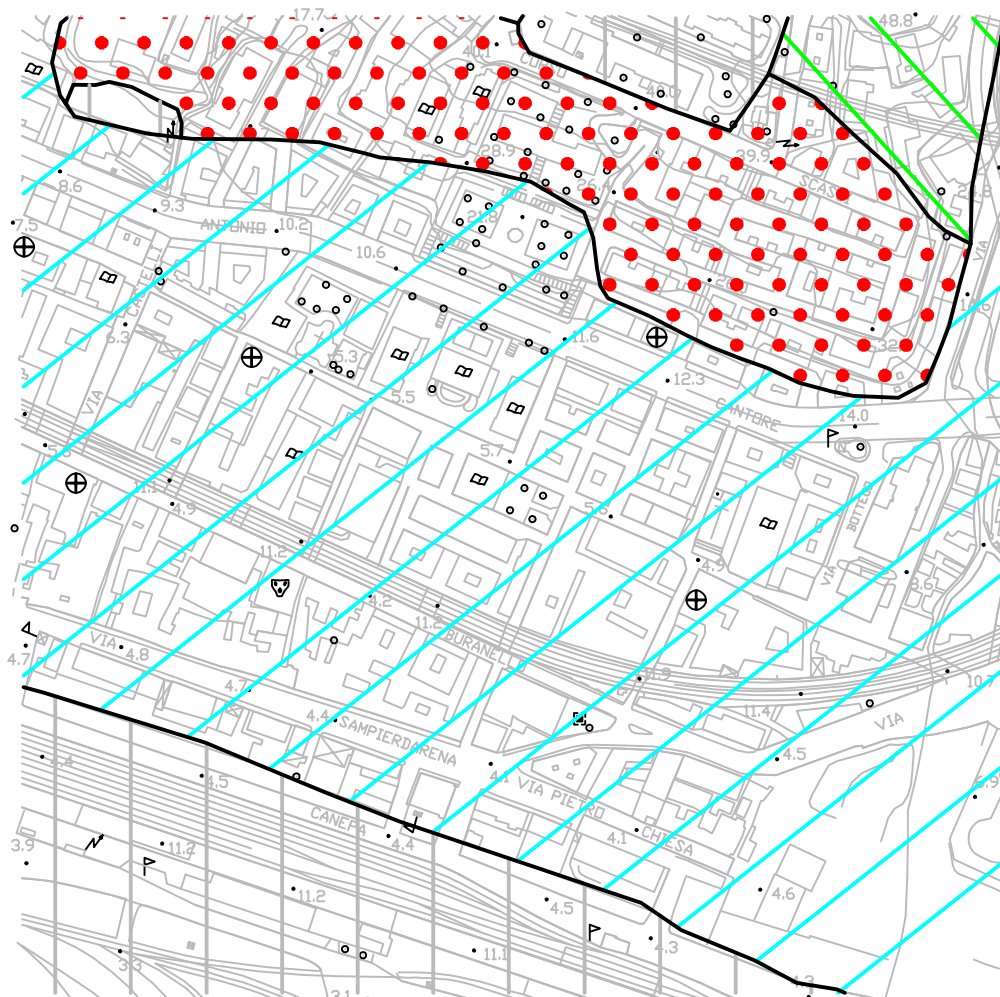
Scala 1:500



### LEGENDA

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
|  | Riporti                     |
|  | Alluvioni/coltri detritiche |
|  | Substrato roccioso alterato |
|  | Substrato roccioso sano     |
|  | Stesa sismica               |

Scala 1:5000

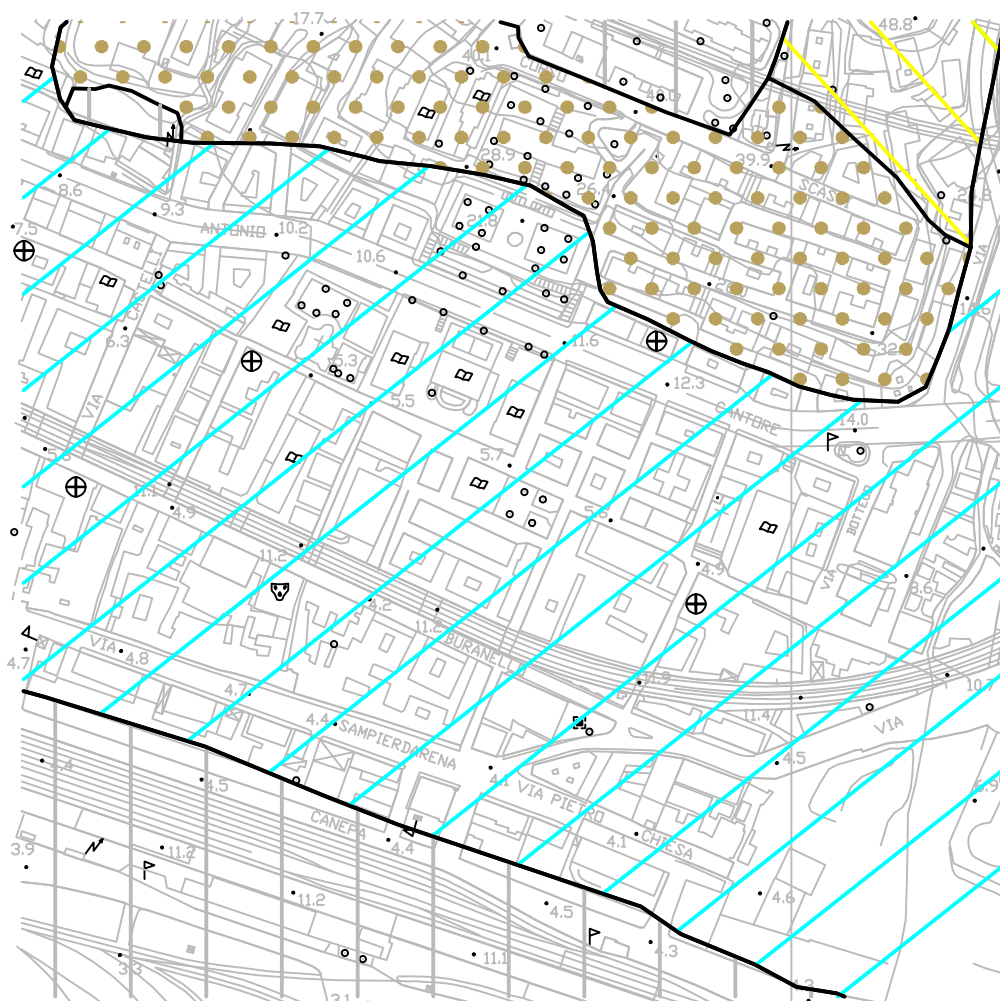


--	--	--	--



Formazione di Ronco  
(Santoniano sup. - Campaniano inf.)

Scala 1:5000



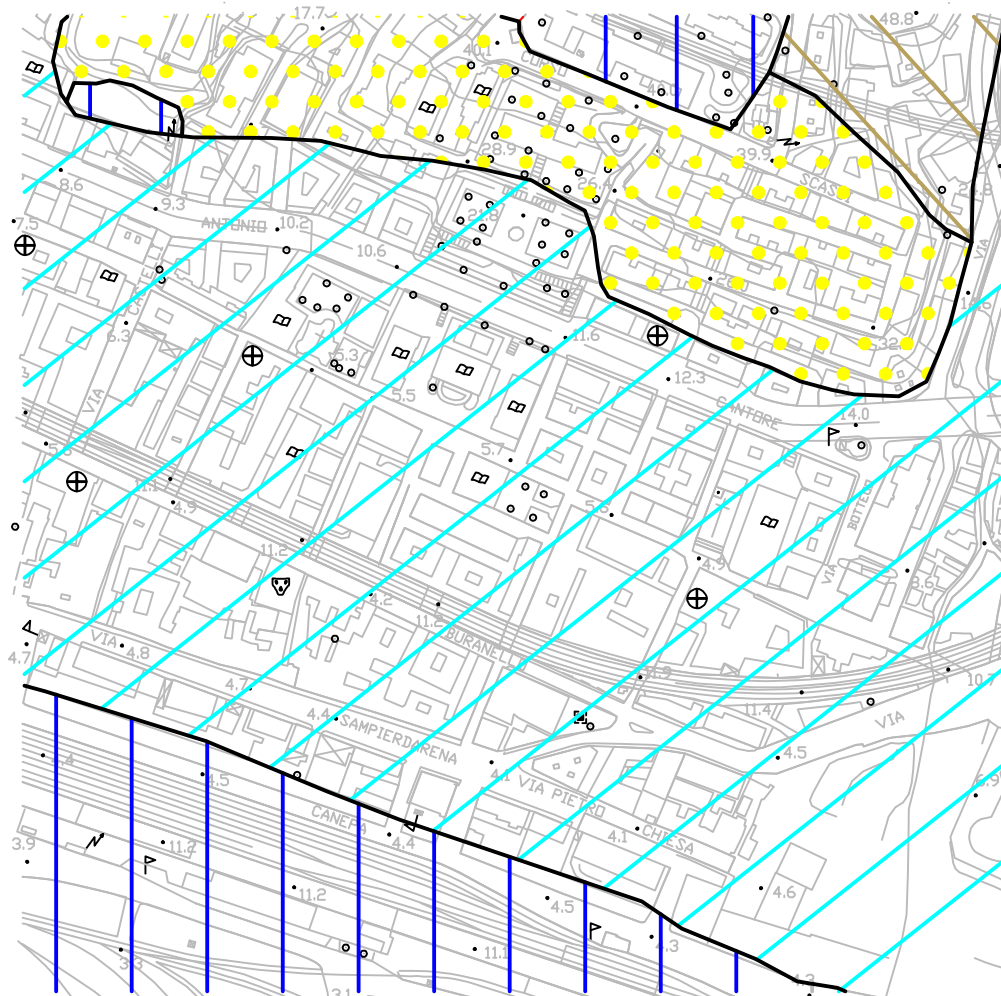
--	--	--



Coltri eluvio colluviali di spessore fino a 3m

# CARTA IDROGEOLOGICA

Scala 1:5000



## LEGENDA



Zone a permeabilità variabile  
(colmate, riporti e discariche)




Zone permeabili per porosità  
su substrati permeabili o  
semipermeabili  
(coltri sciolte, depositi  
periglaciali, masse detritiche)



Zone permeabili per porosità  
(alluvioni e spiagge)

1	13/11/2017	Emissione Definitiva	P.Balbi G.Muzio	M.Guarino R.Torielli		
1	06/09/2017	Emissione Definitiva	P.Balbi G.Muzio	M.Guarino R.Torielli	-	-
Rev.	Data	Oggetto rev.	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

COMUNE DI GENOVA		
AREA TECNICA		Direttore Arch. Laura Petacchi
DIREZIONE PROGRAMMAZIONE E COORD. PROGETTI COMPLESSI		Dirigente Arch. G.B. Poggi
DIREZIONE LAVORI PUBBLICI		Dirigente Arch. M. Grassi
COMMITTENTE	ASSESSORATO LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONI	Progetto n°

<div><div><div>Sviluppo</div><div></div></div><div><i>Sviluppo Genova</i> <i>Via San Giorgio, 1</i> <i>16128 - Genova</i></div></div>		R.U.P.	Ing. R. Innocentini
Prog. Architettonico	Arch. Marco Guarino Arch. Roberto Torielli		
Studi Geologici	Dott. Pietro Balbi		
	Dott. Giovanni Muzio		

<b>PROGRAMMA STRAORDINARIO DI INTERVENTO PER LA RIQUALIFICAZIONE URBANA E LA SICUREZZA DELLE PERIFERIE DELLE CITTA' METROPOLITANE E DEI COMUNI CAPOLUOGO DI PROVINCIA (DPCM 25/05/2016)</b>
---

Intervento Opera				Municipio		II – Centro Ovest		2			
MERCATO E PIAZZA TREPONTI				Quartiere		Sampierdarena		9			
				CODICE ARCHIVIO Sviluppo Genova							
				E157	ESE	2	R	201	2		
Oggetto				data			13/11/2017				
RELAZIONE GEOTECNICA				Relazione N°							
				L02							
PROGETTO ESECUTIVO		GEOTECNICA									
Cod. GULP 16848	Cod. Progetto B34E16000940001	Cod. Opera	Cod. Archivio								

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE MERCATO E PIAZZA TRE  
PONTI, NEL QUARTIERE DI SAMPIERDARENA, COMUNE DI  
GENOVA

**Relazione geotecnica esecutiva**

Genova, 13.11.2017

*Committente:* Sviluppo Genova S.p.A.

## SOMMARIO

### 1. PREMESSE

#### **1.1 Oggetto**

#### **1.2 Normativa di riferimento**

#### **1.3 Caratteristiche dell'intervento**

#### **1.4 Modello litotecnico**

### 2. VERIFICHE

### 3. EFFETTI DELLE AZIONI

### 4. CARICHI AGENTI

### 5. MODELLO SISMICO DEL SITO

### 6. MODELLI GEOTECNICI DI SOTTOSUOLO E METODI DI ANALISI

### 7. CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

## ALLEGATO

## **1 – PREMESSE**

### **1.1 Oggetto**

Il presente elaborato è redatto, su incarico della Sviluppo Genova S.p.A, in ottemperanza ai contenuti del D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” e fa riferimento alla relazione geologica del progetto esecutivo. La presente relazione geotecnica sulle indagini e di caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno, riguarda la fase del progetto esecutivo di riqualificazione mercato e piazza Tre Ponti, nel quartiere di Sampierdarena, Comune di Genova.

### **1.2 Normativa di riferimento**

*Decreto Ministeriale 14.01.2008:* Testo Unitario - 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 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

*Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici:* Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

*Eurocodice 8 (1998):* Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

*Eurocodice 7.1 (1997):* Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

*Eurocodice 7.2 (2002):* Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

*Eurocodice 7.3 (2002):* Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

*Regione Liguria : DGR 1362/201:* Aggiornamento della classificazione del territorio della Regione Liguria



### 1.3 Caratteristiche dell'intervento

Il progetto prevede la realizzazione di una struttura, per una superficie complessiva pari a circa 260 mq. per un'altezza di circa 4,6 m.

Il progetto strutturale esecutivo prevede la messa in opera di fondazioni a q.ta -1.20 m., costituite da due file di plinti in c.a. gettati in opera, di dimensioni 150 x 150 x h 50 cm., tra loro collegati sia longitudinalmente che trasversalmente da cordoli in c.a. di dimensioni 30 x h 50 cm.

Per maggiori dettagli è possibile fare riferimento alla relazione tecnica redatta da Sviluppo Genova S.p.A.

### 1.4 Modello litotecnico

Come indicato nella relazione geologica, il sottosuolo del sito di intervento è caratterizzato dall'interdigitazione tra depositi di coltri detritiche colluviali e depositi alluvionali. Detti depositi sono costituiti da livelli ghiaiosi con subordinati livelli di ghiaia limosa, con presenza di lenti di argilla limosa a comportamento coesivo. Al di sopra di questi depositi è presente un livello di riporti antropici a granulometria eterometrica costituito da ghiaie sabbioso/limose con clasti e laterizi, mentre il substrato si trova ad una profondità stimata pari a circa 10 m. I litotipi prevalentemente argillitici che costituiscono il substrato roccioso sono ascrivibili alla Formazione di Ronco. I parametri geotecnici di progetto utilizzati nelle verifiche di sicurezza sono dedotti da quelli caratteristici indicati nella relazione geologica e riassunti come segue:

	terreni di riporto scarsamente addensati	depositi alluvionali e/o coltri detritiche colluviali
Densità relativa (%)	39	45
angolo di resistenza al taglio (°)	28	31
Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	19	20
Coesione (kPA)	0	0
E (modulo elastico)	20	22
v (coeff. Poisson)	0,34	0,32

## 2 – VERIFICHE

In merito alle previsioni normative relative alle verifiche rispetto agli SLU, vengono nel seguito dettagliate le verifiche geotecniche di una fondazione nastriforme perimetrale, applicando:

- l'Approccio 2

seguite dalle verifiche agli SLE.

In merito alle verifiche geotecniche delle fondazioni sono state eseguite le seguenti verifiche geotecniche agli SLU:

verifica della capacità portante

verifica di stabilità globale e agli SLE

verifica dei cedimenti.

## 3 – EFFETTI DELLE AZIONI

Relativamente alla definizione degli effetti delle azioni (Ed) occorre innanzitutto specificare che secondo le NTC gli stessi devono essere ricondotti alle seguenti combinazioni:

- *combinazione fondamentale* (statica), da introdurre nelle verifiche agli SLU:

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{k3} + \dots [2]$$

- *combinazione frequente*, necessaria per le verifiche agli SLE reversibili ossia relativa alla determinazione dei cedimenti immediati:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots [3]$$

- *combinazione quasi permanente*, pertinente invece alle verifiche agli SLE in relazioni ai cedimenti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots [4]$$

- *combinazione sismica*, valida sia per SLU (nel qual caso è considerata SLV, ossia Stato Limite di Salvaguardia) che per gli SLE (SLD – Stato Limite di Danno) connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \dots [5]$$

#### 4 – CARICHI AGENTI

Dalla relazione di calcolo strutturale sono stati ricavati i carichi agenti della struttura che possono essere così schematizzati:

Copertura metallica	0,5 kN/m <sup>2</sup>
Manto copertura ardesia	0,8 kN/m <sup>2</sup>
Carico accidentale	1,0 kN/m <sup>2</sup>
Carico neve	0,8 kN/m <sup>2</sup>
Peso singolo pilastro	1,3 kN

Dalla relazione di calcolo si evince che i carichi massimi sui pilastri e successivamente trasmessi ai plinti sono quelli presenti sui pilastri acciaio in quanto sollecitati anche momento dalla mensola.

La combinazione di carichi utilizzata (“fondamentale”) è la seguente:

$$\begin{aligned} Q_{Tf} &= \gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_1 + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_2 + \gamma_{Q4} \psi_{04} Q_3 = \\ &(\gamma_{Gi}, \gamma_{Qi}, \psi_{0i} \text{ dalle tabelle del D.M. 14/01/08}) \\ 1,3 \times 50 + 1,5 \times 80 + 1,5 \times 100 + 1,5 \times 0,7 \times 80 + 1,5 \times 0,5 \times 30 &= \\ &= 65 + 120 + 150 + 84 + 23 = 442 \text{ daN/mq} \end{aligned}$$

Da cui ne deriva per il plinto con maggiore area di influenza (27,3 m<sup>2</sup>):

$$N = 120,53 \text{ kN cui va aggiunto il peso proprio } 6,98 \text{ kN} = 127,51$$

$$M = 437,2 \text{ kNm}$$

#### 5 – MODELLO SISMICO DEL SITO

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla “pericolosità di base “ del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica è intesa come accelerazione massima orizzontale  $a_g$  in condizioni di campo libero su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), con superficie topografica orizzontale.

La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (v. tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR, partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0,023	2,545	0,183
Danno (SLD)	50	0,029	2,525	0,206
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,067	2,540	0,288
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,086	2,539	0,299
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

## 6 – MODELLO GETECNICO DEL SOTTOSUOLO E METODO DI ANALISI

Nel modello strutturale di calcolo l'interazione suolo-struttura è stata considerata schematizzando il terreno come un letto di molle elastiche indipendenti (modello alla Winkler).

Le interazione terreno-struttura sono state contemplate nel modello di calcolo strutturale mediante elementi finiti specifici costituiti da travi su suolo elastico.

I risultati di analisi sono riportati nell'allegato A.

## 7 – CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

I risultati di analisi riportati negli allegati riferiti al plinto più sollecitato presentano i seguenti fattori di sicurezza:

- carico limite  $F_s = 103,56$
- scorrimento: VERIFICATO
- cedimenti secondo David:  $Z = 0,14$  cm

Nel corso dell'analisi che hanno portato all'elaborazione del presente modello geotecnico, sono stati utilizzati parametri derivanti sia da indagini indirette eseguite in sito che estrapolati da indagini condotte in aree adiacenti: sarà pertanto necessario, nel corso dell'esecuzione dei lavori, effettuare indagini di cantiere per confermare i parametri qui forniti. Dette indagini potranno consistere in penetrometrie pesanti e/o prove di carico su piastra o altro.

Genova, 13.11.2017

dott. geol. Pietro Balbi

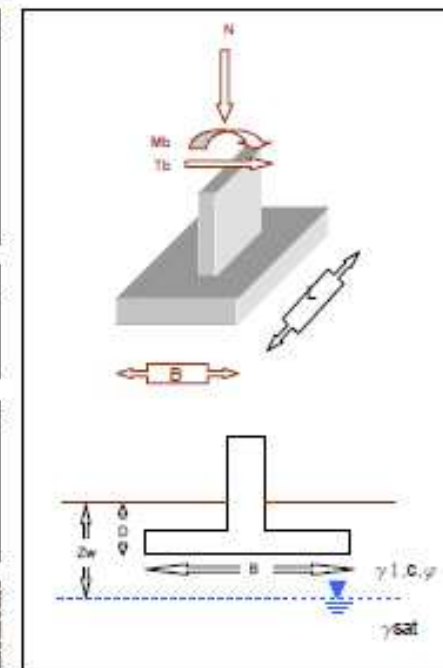


dott. geol. Giovanni Muzio



## Allegato A - Relazione di calcolo

FONDAZIONI DIRETTE				PUNTO N. 1	
Tensioni efficaci				considerare i cambi di strato	
<b>TERRENO</b>					
$\beta 1$	-	0	*	Inclinazione fondazione	ATTENZIONE
$\beta 2$	-	0	*	Inclinazione piano campagna	$\beta 1 + \beta 2 < 45^\circ$
$\gamma 1$	-	19,00	kN/mc	peso specifico efficace	
$\gamma_{sat}$	-	19,00	kN/mc	peso specifico saturo	
$\gamma 2$	-	19,00	kN/mc	valore di $\gamma$ nel terzo termine del qim in funzione della posizione della falda se $Z_w < D$ o $Z_w > (D+B)$	
c	0,00	0,00	kN/mq	coesione c'	
$\varphi$	28	23,04	*	attrito interno terreno sottostante la fondazione	$\varphi'$
$Z_w$	-	5,00	m	profondità falda	
<b>GEOMETRIA FONDAZIONE</b>					
B	-	50	cm	lato fondazione	FONDAZIONE RIDOTTA
L	-	105	cm	lunghezza fondazione	eB= 3,44 m $\rightarrow$ B'= -5,38 m
H	-	50	cm	altezza suola fondazione	eL= 0,00 m $\rightarrow$ L'= 1,05 m
D	-	100	cm	profondità di posa	
<b>AZIONI</b>					
N	-	127,09	kN	Gkfond	Gk
Mb	-	437,20	kNm		Qk
MI	-	0,00	kNm		
Tb	-	0,00	kN		
Ti	-	0,00	kN		
Ht	-	0,00	kN		
<b>SCEGLI la combinazione</b>					
<input type="radio"/> A1+M1+R1    2    1,8 <input checked="" type="radio"/> A2+M2+R2 <input type="radio"/> A1+M1+R3					
<b>CARICO LIMITE</b>					
qim	-	-1964,77	kN/mq	q=	-18,97 kN/mq
	-	-19,65	kg/cmq		-0,19 kg/cmq
<b>PRESSIONE AGENTE</b>					
				103,56	verificato
<b>FATTORE DI SICUREZZA ALLO SCORRIMENTO: <math>S_d / H_d</math></b>					
				assente	OK verificato
<b>DATI FONDAZIONE E PRESSIONE per i valori caratteristici <math>G_k + Q_k</math></b>					
B	-	-5,38	m	larghezza	
L	-	1,05	m	lunghezza	
q	-	-18,97	kN/mq	Pressione Agente	
<b>DATI TERRENO per stima dei cedimenti secondo Poulos e Davis 1974</b>					
cambio di					
Strato	Litologia	strato	E	$\nu$	cedimento
-	-	m	kN/mq	-	cm
1	riporti	2,0	20000	0,34	0,08
2	alluvioni	10,0	22000	0,32	0,06
3	roccia	15,0	4000000	0,30	0,00
4	roccia		4000000	0,25	0,00
0,14 cm					



COEFFICIENTI FORMULA BRINCH-HANSEN				
q	-	19,00	KN/mq	sovraccarico alla profondità D
Nq	-	8,70		
Nc	-	18,10		coefficienti di capacità portante
Ng	-	8,25		
sc	-	-1,92		
sq	-	-1,58		fattori di forma
sg	-	3,43		
ro	-	0,80		coefficienti per calcolare m'
ri	-	2,20		
teta	-	1,57	rad	
mi	-	0,80		
iq	-	1,00		
ic	-	1,00		fattori inclinazione carico
ig	-	1,00		
dq	-	0,95		
dc	-	0,94		fattori profondità piano d'appoggio
dq	-	1,00		
bq	-	1		
bc	-	1		fattori inclinazione base della fondazione
bg	-	1		
gq	-	1		
gc	-	1		fattori inclinazione piano di campagna
gq	-	1		