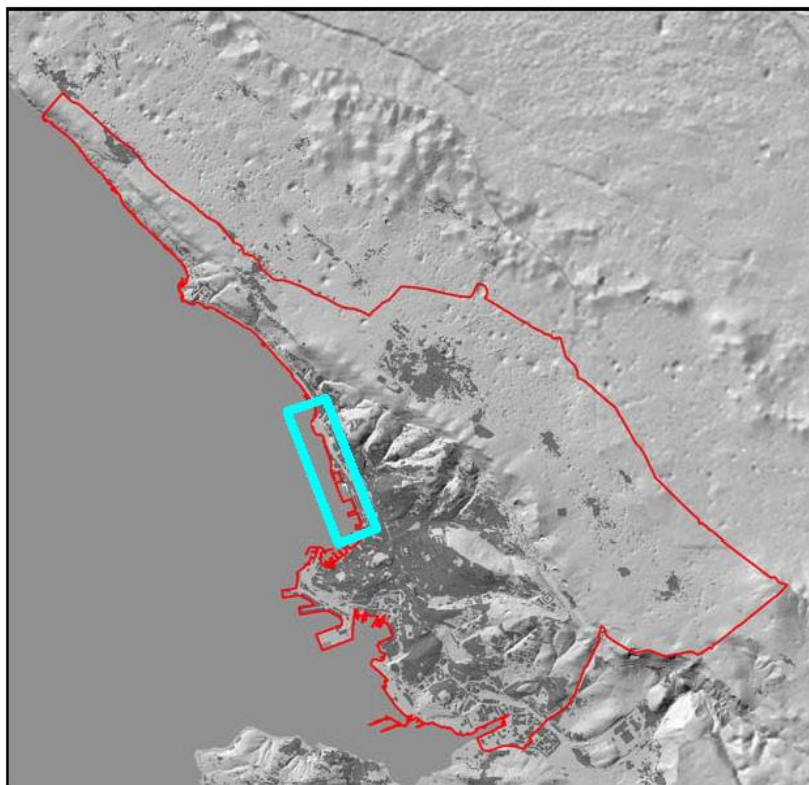




REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA
COMUNE DI TRIESTE

Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità
Servizio Pianificazione Territoriale e
Valorizzazione Porto Vecchio

VARIANTE AL P. R. G. C.
ACCORDO DI PROGRAMMA PORTO VECCHIO



Dirigente Dipartimento
dott. ing. Giulio Bernetti



Geologo incaricato
dott. geol. Carlo Alberto Masoli
Via Cicerone, 4 - Trieste

STUDIO GEOLOGICO

RELAZIONE GEOLOGICA - PARERE DI COMPATIBILITA'
(L.R. 27/88) - NORME GEOLOGICO-TECNICHE

18 dicembre 2019

RG

Trieste

Sommario

1.0)	PREMESSA.....	1
2.0)	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	2
3.0)	INQUADRAMENTO DELL' AREA DI STUDIO	3
3.1)	<i>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO</i>	3
3.2)	<i>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO</i>	4
3.3)	<i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO</i>	4
3.4)	<i>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO</i>	6
3.5)	<i>INQUADRAMENTO TETTONICO E SISMICO</i>	7
3.6)	<i>DEFINIZIONE ZONA SISMICA</i>	7
3.7)	<i>MICROZONAZIONE SISMICA</i>	7
3.8)	<i>VINCOLI PRESENTI NELL' AREA</i>	8
4.0)	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO	9
4.1)	<i>TERRENI ANTROPICI DI RIPORTO</i>	9
4.2)	<i>DEPOSITI QUATERNARI</i>	10
4.2.1)	<i>DEPOSITI QUATERNARI DI ORIGINE MARINA</i>	10
4.2.2)	<i>DEPOSITI QUATERNARI ALLUVIONALI</i>	10
4.3)	<i>FLYSCH</i>	10
4.4)	<i>DEFINIZIONE DELLE ZONE CON CARATTERISTICHE GEOLOGICHE OMOGENEE</i>	11
4.5)	<i>CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE CON CARATTERISTICHE GEOLOGICHE OMOGENEE</i>	14
4.5.1)	<i>ZONA GEOLOGICA OMOGENEA A</i>	15
4.5.2)	<i>ZONA GEOLOGICA OMOGENEA B</i>	16
4.5.3)	<i>ZONA GEOLOGICA OMOGENEA C</i>	17
5.0)	PERICOLOSITÀ DELL' AREA.....	19
5.1)	<i>PERICOLOSITÀ DA INGRESSIONE MARINA</i>	19
5.2)	<i>PERICOLOSITÀ DA LIQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI</i>	19
6.0)	ZONIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA.....	21
6.1)	<i>ZONA ZG4A</i>	21
6.2)	<i>ZONA ZG4B</i>	22
6.3)	<i>ZONA ZG4C</i>	22
7.0)	PARERE DI COMPATIBILITÀ TRA LE PREVISIONI DELLA VARIANTE PER IL PORTO VECCHIO DI TRIESTE E LE CONDIZIONI GEOLOGICHE, IDRAULICHE E SISMICHE DEL TERRITORIO DI CUI ALLA L.R. 27/1988	23
8.0)	NORME GEOLOGICO-TECNICHE.....	24

1.0) PREMESSA

A seguito dell'incarico conferitomi dal Comune di Trieste con Prot. Corr. n° 19-35017/85/1-13 dd. 21.11.2019, per quanto alla redazione della Relazione Geologica e dello Studio di Invarianza Idraulica per la Variante al Piano Regolatore Generale Comunale per il Porto Vecchio di Trieste, è stata redatta la presente relazione geologica finalizzata ad identificare l'assetto geologico e le possibili pericolosità presenti nell'area in oggetto, indicando le norme prescrittive a carattere geologico-tecnico.

Per la redazione del presente studio, è stata da me precedentemente redatta la “*Relazione Tecnica di Fase A*”, qui integralmente richiamata, di sintesi delle conoscenze pregresse dell'area oggetto di studio, nella quale è stato compendiato e sintetizzato il quadro conoscitivo esistente unitamente ai vincoli presenti sul territorio in esame.

2.0) QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il presente studio è stato redatto in riferimento alla normativa vigente, ed in particolare a:

- *L. n° 1684 dd. 25.11.1962;*
- *L. n° 64 dd. 02.02.1974;*
- *D.M.LL.PP. dd. 16.1.1996;*
- *D.M. 11.03.1988 e s.m.i.;*
- *OPCM 3519/2006, operativa con D.G.R. n. 845/2010*
- *L.R. n° 27 dd. 09.05.1988;*
- *D.P.R. n° 380 dd. 06.06.2001;*
- *L.R. n° 16 dd. 11.08.2009;*
- *D.G.R. n° 845 dd. 06.05.2010;*
- *L.R. n° 13 dd. 18.07.2014*
- *D.M. 17.01.2018 (N.T.C. 2018)*
- *Circolare n° 7 dd. 21.01.2019 del C.S.LL.PP.*
- *L.R. n° 11 dd. 29.04.2015*
- *D.P.Reg. n° 83/2018 dd. 11.04.2018*

3.0) INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

3.1) *Inquadramento geografico e cartografico*

La Variante al Piano Regolatore Generale Comunale per il Porto Vecchio di Trieste definisce il perimetro dell'area di intervento, come meglio evidenziato nell'allegato stralcio cartografico della Carta Tecnica Regionale Numerica edita dalla Regione Friuli Venezia Giulia a scala 1:5.000.



- *Area di intervento*
- *Area Porto Vecchio*

3.2) Inquadramento geomorfologico

La fascia costiera del territorio comunale è caratterizzata da due aree geomorfologiche distinte, di cui una a carattere prettamente collinare, mentre l'altra con assetto sub-pianeggiante.

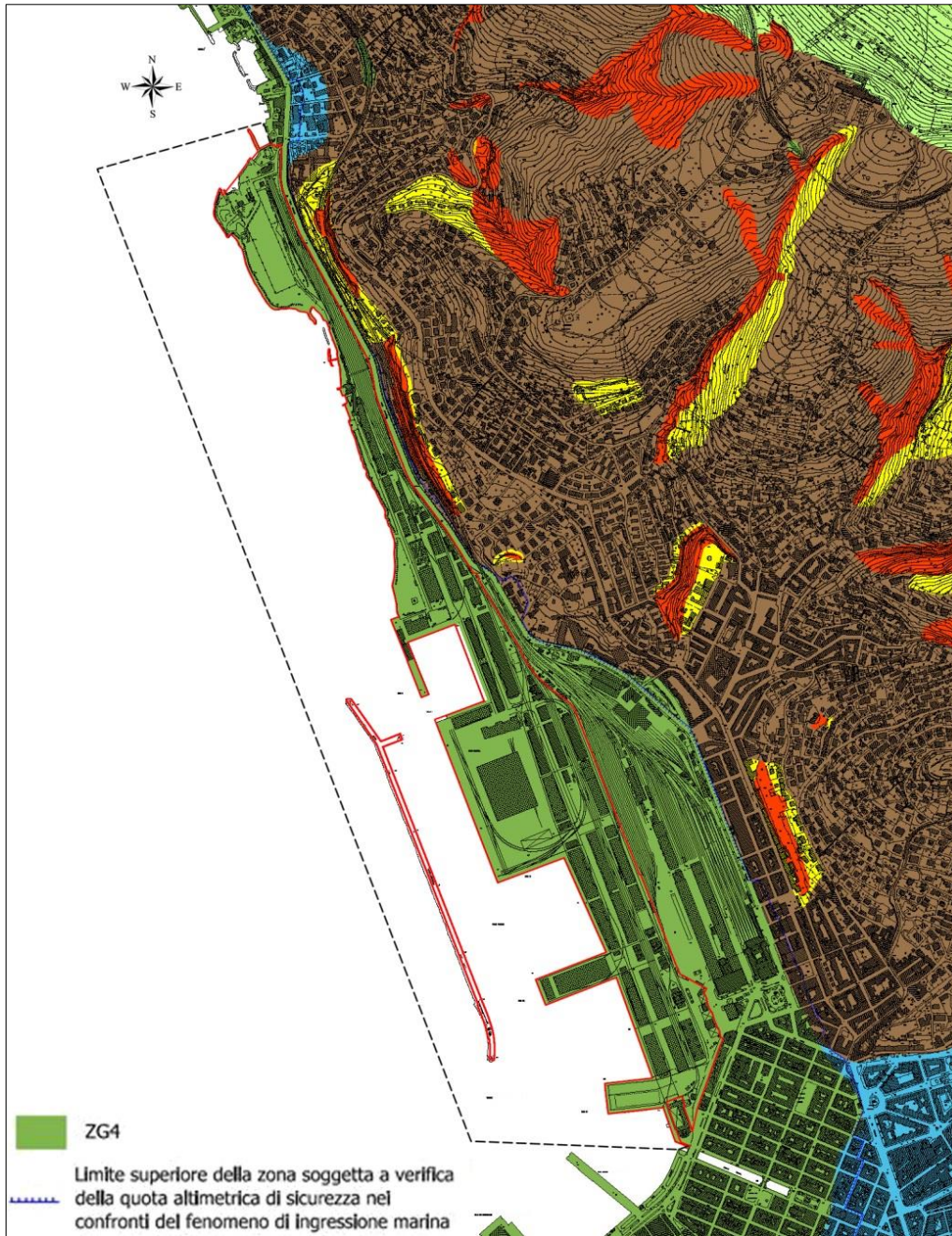
La fascia collinare raccorda l'altipiano del Carso triestino alla linea di costa ed è caratterizzata da un bed-rock flyschoid, inciso da un reticolo idrografico spiccatamente erosivo. Le aste torrentizie presentano, nella loro parte terminale, materassi alluvionali ricoperti da sedimenti marini nelle aree di foce.

Le morfologie delle aree sub-pianeggianti sono completamente obliterate dallo sviluppo del tessuto urbano cittadino ed, in particolare, la linea di costa è stata recentemente modificata da interventi antropici mediante rinterri, bonifiche ed opere portuali funzionali allo sviluppo del Porto Vecchio.

In generale, l'area in esame si presenta prevalentemente asfaltata, con assetto topografico sub-pianeggiante e con quote comprese tra + 1.00 m e + 2.00 m s.l.m.m.; le acque meteoriche vengono drenate e canalizzate dalle opere presenti verso il sistema fognario cittadino.

3.3) Inquadramento geologico

L'allegato stralcio a scala 1:5.000 della *Carta della zonizzazione geologico-tecnica* dello Studio Geologico del P.R.G. di Trieste, classifica l'area in esame come "*Classe ZG4 - riporti eterogenei da attività antropica, sia su terreni bonificati a mare per realizzare gli insediamenti portuali, industriali ed artigianali al servizio dell'attività produttiva, sia in corrispondenza di antiche saline per lo sviluppo del tessuto urbano, prioritariamente nel Borgo Teresiano*"



Da precedenti studi svolti nell'area di interesse ed in zone finitime, è stata identificata la successione litostratigrafica dell'area di intervento, caratterizzata da terreni antropici di riporto eterogenei sovrastanti i depositi argilloso-limosi di origine marina frammisti a locali depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi (*Quaternario*). Questi depositi sovrastano l'ammasso roccioso marnoso-arenaceo afferente alla Formazione del Flysch triestino (*Eocene p.p.*).

Il Flysch triestino presenta rapporto variabile tra i litotipi marnoso e arenaceo ed è in alternanza ritmica di sedimentazione, la cui parte più superficiale si presenta alterata e degradata fino a perdere la propria struttura litoide.

I sondaggi eseguiti nell'area in esame e nelle zone finitime evidenziano una variabilità del tetto del substrato roccioso flyschoide ed una marcata variabilità stratigrafica ed areale dei depositi quaternari alluvionali.

3.4) *Inquadramento idrogeologico*

L'area in esame non è interessata dalla presenza di aste fluviali o fenomeni di ruscellamento superficiale, né sono state localizzate sorgenti o venute d'acqua puntuali o diffuse.

Nella zona del Porto Vecchio sono presenti tre “*canali artificiali tombati*”, il Rio Bovedo, il Torrente Martesin ed il Torrente Chiave, come meglio identificati nello “*Studio Geologico del P.R.G. del Comune di Trieste*”.

L'assetto idrogeologico è sostanzialmente determinato dall'apporto di acque superficiali, intercettate dai versanti collinari posti ad Est dell'area in esame, che defluiscono verso mare principalmente al contatto tra gli strati argilloso-limosi impermeabili ed i sovrastanti terreni di riporto.

Tale assetto idrogeologico è stato riconosciuto dai sondaggi eseguiti nell'area in esame e nelle zone finitime, meglio indentificati nella “*Relazione Tecnica di Fase A*”, dove la falda defluisce nei terreni antropici permeabili a profondità media di circa - 2.0 m dal p.c., ovvero a quota tendente allo “zero” marino, dove raggiunge il suo equilibrio piezometrico entrando a contatto con le acque marine salmastre, con un assetto idraulico di raccordo della falda verso la linea di costa.

Inoltre, i termini più superficiali dell'assise rocciosa flyschoide possono essere sede di una certa circolazione idrica, prevalentemente sviluppata nei periodi ad elevata piovosità e per permeabilità secondaria da alterazione, discontinuità o inteso grado di fratturazione dell'assise rocciosa, principalmente concentrata nei canalicoli e laminatoi della roccia, non classificabile comunque come falda in senso stretto.

3.5) *Inquadramento tettonico e sismico*

Da un punto di vista geodinamico, l'areale, nonostante la sua vicinanza con una fascia ad elevata sismicità, si può definire a basso rischio.

Le principali strutture tettoniche che caratterizzano l'ambito triestino sono rappresentate da due faglie inverse, ad andamento dinarico che costituiscono la prosecuzione Sud-orientale della “*Linea di Palmanova*”, mentre l'assetto antidinarico è rappresentato da due faglie trascorrenti cui è associato l'abbassamento della formazione flyschoidale verso il Golfo di Trieste (Carulli & Cucchi, 1991). Tali strutture tettoniche, caratterizzate da debole attività sismica e da conseguenti livelli di stress tettonici del tutto trascurabili, non sono localizzate in prossimità dall'area di progetto e, pertanto, non presentano potenziali interazioni con la stessa.

3.6) *Definizione zona sismica*

Secondo quanto disposto dalla L.R. n° 16/2009, Art. 3, Comma 2, Lett. a) - Classificazione delle zone sismiche e indicazione delle aree di alta e bassa sismicità, Delibera n° 845 dd. 06.05.2010, che definisce la nuova zonizzazione sismica, il territorio del Comune di Trieste, precedentemente definito come area non sismica, è stato classificato come *Zona 3*.

3.7) *Microzonazione Sismica*

La *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)* dello “*Studio di Microzonazione Sismica del Comune di Trieste*”, classifica l'area in esame come “*Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*” e, specificatamente, per l'area in esame individua le microzone 2003, 2010 e 2012, descritte nella “*Relazione Tecnica di Fase A*”.

Inoltre, la *Carta delle MOPS* classifica parte dell'area in esame come “*Zone di attenzione per instabilità*” e, specificatamente, “*3050 - Zona di attenzione per liquefazione di Tipo I*”. Tali aree sono caratterizzate dalla presenza, entro i primi 20 m di profondità, di depositi in cui è stata rilevata la frazione granulometrica delle sabbie. Pertanto, vengono considerati terreni potenzialmente liquefacibili quelli caratterizzati dalla presenza di sabbie, ghiaie e limi, coerentemente a quanto indicato dalle fasce granulometriche per la valutazione preliminare

della suscettibilità alla liquefazione definite negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica.

3.8) Vincoli presenti nell'area

L'areale è classificato come "Area allagata" dallo "Studio Geologico del P.R.G. del Comune di Trieste".

Inoltre, il P.A.I.R. (*Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di interesse Regionale*) classifica, ai fini della *pericolosità da ingressione marina*, l'area in esame con *classe di pericolosità P1* (pericolosità moderata/bassa), mentre un'area molto ridotta è classificata con *classe di pericolosità P2* (pericolosità media). Per tali zone vanno rispettate le prescrizioni indicate al Titolo II del P.A.I.R. (*Disciplina dell'assetto idrogeologico del territorio*) di cui agli Artt. 11 e 12.

4.0) MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Il modello geologico di riferimento è stato definito a seguito di analisi dei dati geolitologici, litostratigrafici e geotecnici a disposizione, collezionati da precedenti relazioni geologiche e indagini geognostiche eseguite nell'area in esame ed in zone finitime, compendiate nella “*Relazione Tecnica di Fase A*”.

In particolare, per definire il modello geologico è stato privilegiato l'utilizzo ed il confronto di dati relativi a sondaggi geognostici di ubicazione nota, in cui sono presenti stratigrafie di perforazione con evidenza della profondità di indagine dal p.c., descrizione litologica dei terreni attraversati ed eventuale documentazione fotografica delle cassette di perforazione.

Il modello geologico di riferimento conferma quanto indicato dalle precedenti relazioni geologiche, ovvero una successione litostratigrafica caratterizzata da terreni antropici di riporto sovrastanti depositi di origine marina frammisti a locali depositi alluvionali (*Quaternario*), cui segue l'ammasso roccioso flyschoidi (*Eocene p.p.*).

E' di seguito descritta in dettaglio la successione geolitologica e litostratigrafica riconosciuta per l'area in esame.

4.1) Terreni antropici di riporto

I terreni di riporto sono stati depositi antropicamente a partire dal 1800 per l'ampliamento verso mare della linea di costa e per la realizzazione di opere portuali, utilizzando prevalentemente materiali residuali di opere di sbancamento operate al piede delle morfologie collinari flyschoidi. I terreni antropici di riporto sono caratterizzati da materiali eterogenei, principalmente frammenti lapidei, residui di demolizioni, clasti flyschoidi o in subordine calcarei.

Limitatamente alla zona del terrapieno di Barcola, lo “*Studio di Microzonazione Sismica del Comune di Trieste*” indica la presenza di rifiuti nei terreni antropici di riporto.

4.2) Depositi quaternari

I sondaggi eseguiti nell'area di studio evidenziano per tali depositi quaternari la presenza di *eteropia di facies* tra i depositi di origine marina, caratterizzati prevalentemente da argille e limi ed i depositi alluvionali, caratterizzati principalmente da ghiaia e sabbia.

4.2.1) Depositi quaternari di origine marina

I depositi quaternari di chiara origine marina, probabilmente attribuibili alle fasi trasgressive post-glaciali e che costituivano l'antico fondale marino, sono prevalentemente caratterizzati da materiale fine argilloso-limoso presenti in modo ubiquitario su tutta l'area in esame. Nello specifico, sono presenti depositi argilloso-limosi o limoso-argillosi, con locale presenza di orizzonti torbosi, talora con potenza superiore al metro, e livelli limoso-sabbiosi nel passaggio verso i termini alluvionali. I depositi marini sono caratterizzati da colore variabile dal grigio-verde al nerastro, con locali livelli di colore azzurro ed eventuale tritume conchigliare, resti di organismi marini e frustoli vegetali. La facies marina nell'area in esame è caratterizzata da spessori variabili da pochi metri ad oltre 20.0 m.

4.2.2) Depositi quaternari alluvionali

I depositi quaternari alluvionali di origine continentale, correlati al reticolo idrografico presente a monte dell'area di studio, sono principalmente caratterizzati da ghiaie e sabbie ed, in misura minore, da limo e argilla, presenti nella zona in esame con marcata variabilità stratigrafica ed areale. Nello specifico, sono presenti depositi sabbioso-ghiaiosi o ghiaioso-sabbiosi, con eventuali orizzonti limosi o argillosi, con clasti da spigolosi a subarrotondati di natura arenacea e colore variabile da marrone chiaro a grigio scuro, con talora presenza di locali trovanti arenacei di potenza metrica. Tali depositi alluvionali, ove presenti nell'area in esame, presentano spessori variabili da pochi metri ad oltre 10.0 m.

4.3) Flysch

Il substrato roccioso dell'area in esame è caratterizzato dalla presenza di Flysch marnoso-arenaceo originatosi da fenomeni torbidity in ambiente di sedimentazione marino. Il Flysch presenta rapporto variabile tra i litotipi marnoso ed arenaceo ed è in alternanza ritmica di

sedimentazione, con la parte superiore alterata e degradata fino a perdere la propria struttura litoide. Tale litologia è ben rappresentata nel territorio triestino, anche se complicata da notevoli variazioni di facies proprie dei diversi sottobacini di deposizione. Le arenarie sono prevalentemente delle calcareniti, caratterizzate da una matrice carbonatica con frazione detritica costituita, per lo più, da granuli di calcite, quarzo, altri silicati e resti di microfossili. Sono rocce molto dure, compatte e rigide il cui singolo provino di materiale è dotato di altissima resistenza meccanica. Le arenarie sono, in genere, nettamente stratificate con singoli strati aventi potenza variabile da centimetrica a pluridecimetrica. Le marne hanno composizione mineralogica simile alle arenarie, ma si differenziano per una maggiore percentuale di carbonati a scapito degli altri componenti mineralogici, oltre alla presenza di resti organici fra i quali predominano i Foraminiferi. Inoltre, le marne, sovente fratturate nel tipico assetto “a cubetti”, essendosi depositate in strati sottili, subiscono facilmente una desquamazione in piccole scaglie, specialmente nei casi in cui la roccia è stata oggetto di intense deformazioni ad opera di stress tettonici.

La circolazione idrica presente nelle fratture delle marne provoca un processo di solubilizzazione della frazione carbonatica, lasciando un residuo argilloso-limoso. Caratteristica importante delle marne è la forte igroscopicità; infatti, l'acqua d'imbibizione può giocare un ruolo fondamentale nel loro comportamento geomeccanico, con consistenti variazioni delle proprietà fisiche e delle caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'ammasso roccioso.

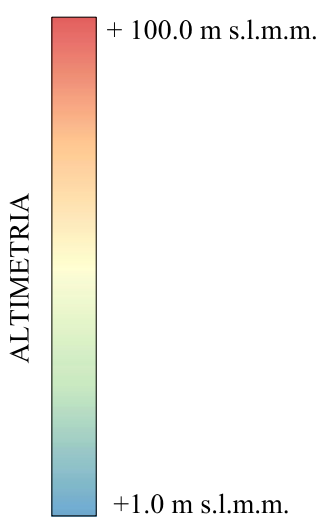
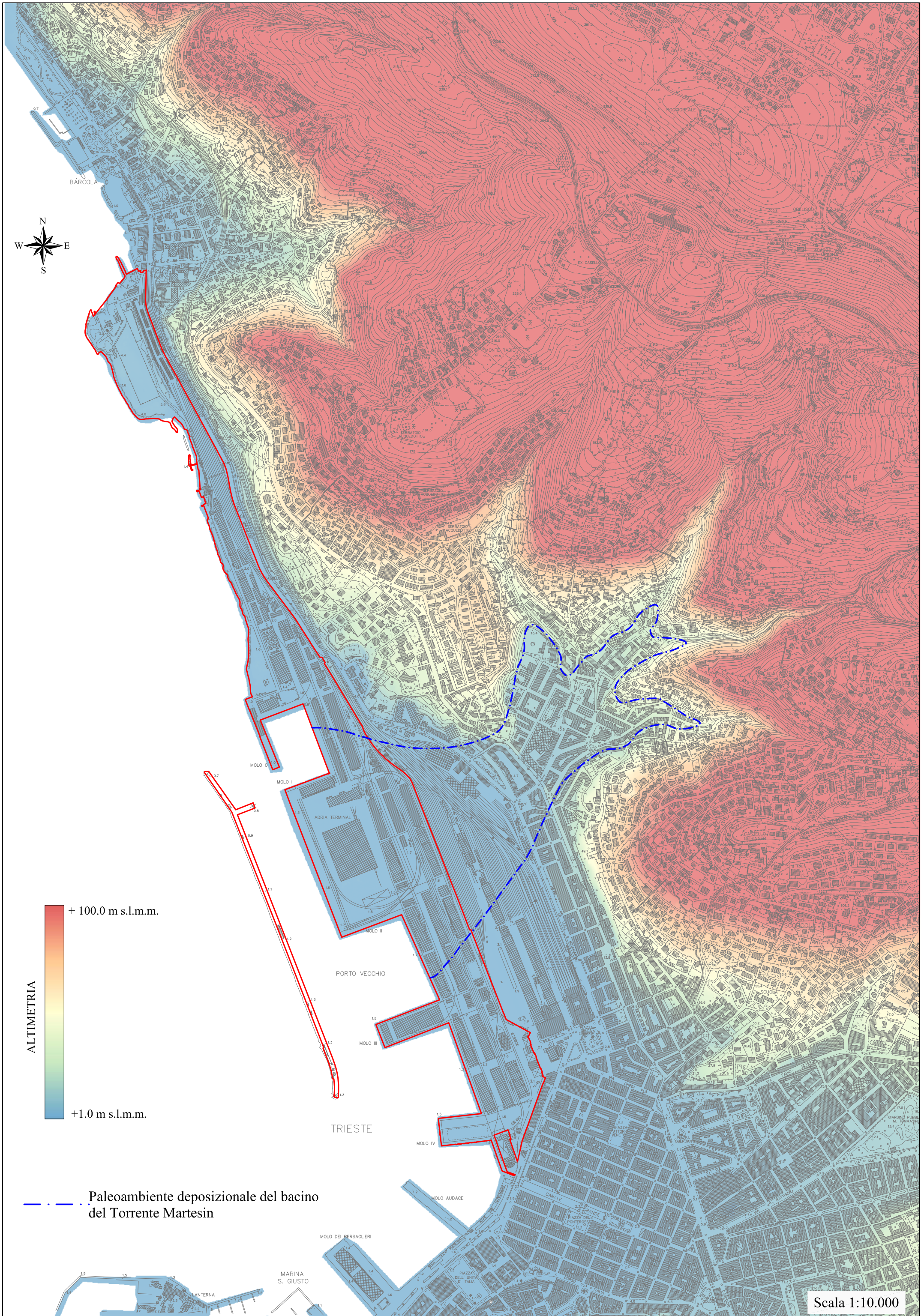
Nello specifico, per l'area in esame, i sondaggi eseguiti mostrano la presenza di un substrato roccioso flyschoidale marnoso-arenaceo, con rari interstrati di arenaria di potenza variabile da 2.0 a 15.0 cm e giunti di stratificazione sub-orizzontali. Inoltre, si rileva una marcata variabilità della profondità del “tetto” del Flysch, caratterizzato da un generale approfondimento verso mare.

4.4) *Definizione delle zone con caratteristiche geologiche omogenee*

Da quanto sopra esposto, si evidenzia che la successione litostratigrafica così definita è caratterizzata da elevata variabilità stratigrafica ed areale dei depositi quaternari alluvionali, oltre a variabilità della profondità del tetto del Flysch. Inoltre, le morfologie collinari presenti

ad Est rispetto l'area in esame sono state oggetto di attività erosiva da parte delle aste torrentizie che, nel tempo, hanno determinato profonde incisioni anche nei termini più superficiali del substrato roccioso flyschoidale.

Il *Modello Digitale del Terreno (DTM - Digital Terrain Model)* edito dalla Regione Friuli Venezia Giulia, di seguito allegato, ben evidenzia l'assetto morfologico proprio dal bacino del Torrente Martesin, che ha determinato la presenza dei depositi ghiaioso-sabbiosi in tale paleoambiente deposizionale di foce, come meglio evidenziato nell'allegato stralcio cartografico, sostanzialmente ubicato tra il Molo 0 ed il Molo III. Nelle altre zone si rileva la sola presenza dei depositi di origine marina, in considerazione della mancanza o del limitato apporto deposizionale di tipo alluvionale.



— — — — — Paleoambiente deposizionale del bacino del Torrente Martesin

Scala 1:10.000

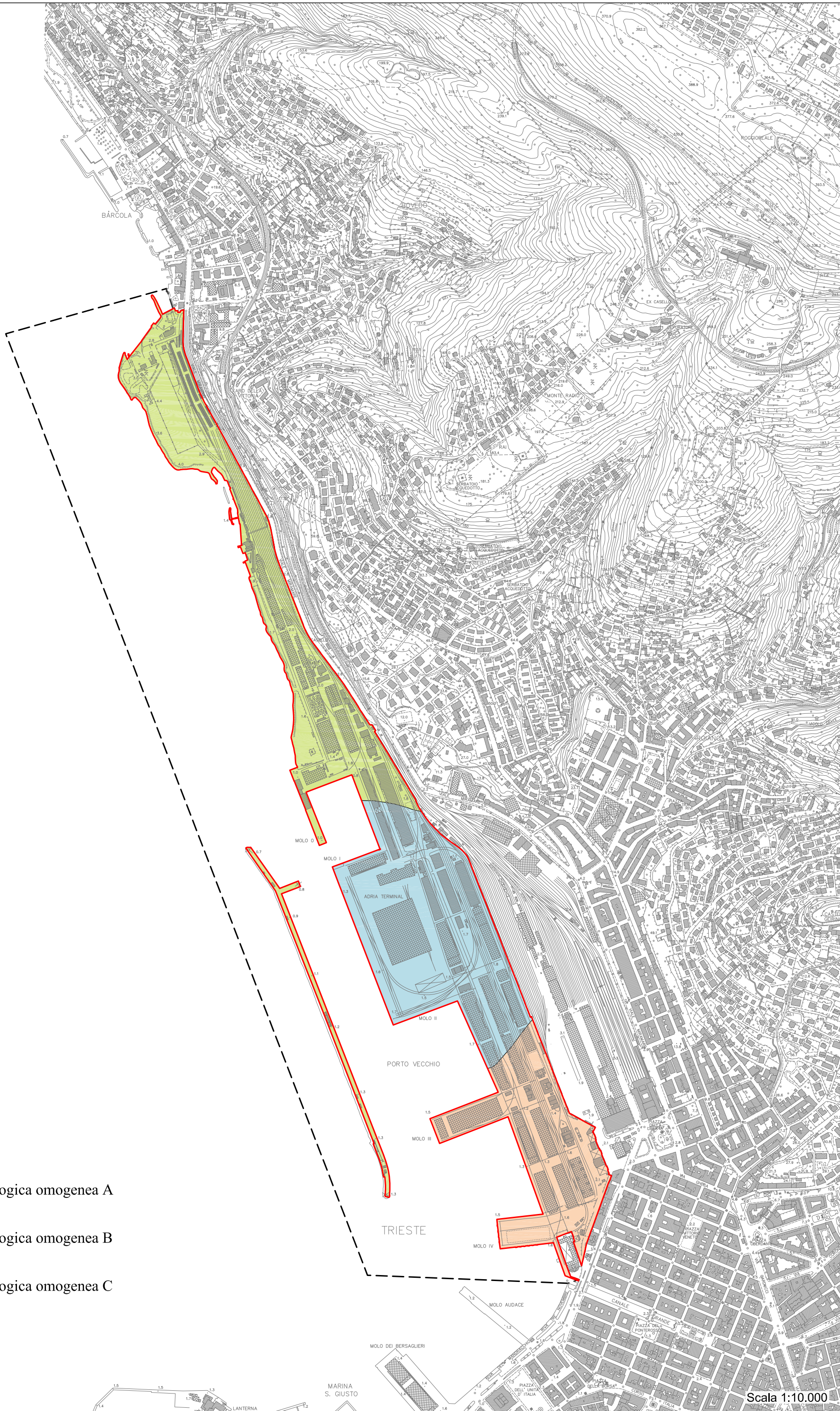
L'allegato stralcio cartografico, con evidenza delle isopache in quota assoluta del tetto del Flysch definito sulla base dei sondaggi eseguiti nell'area di studio ed in zone finitime, illustra il progressivo approfondimento in direzione NE-SO del substrato roccioso flyschoidale, con profondità del tetto del Flysch nell'area di studio variabile da - 4.50 m dal p.c., nelle aree più orientali a - 37.0 m dal p.c., negli ambiti più prossimi alla linea di costa. Inoltre, la presenza di morfologie alluvionali sepolte afferenti al paleoalveo del Torrente Martesin trova ulteriore evidenza nella "ginocchiatura" delle isopache presente in corrispondenza dell'Adria Terminal.




4.5) *Classificazione delle zone con caratteristiche geologiche omogenee*

Le variazioni areali e stratigrafiche riconosciute nella successione litostratigrafica precedentemente descritta, consentono di suddividere l'area in esame in zone con caratteristiche geologiche omogenee. A tal fine, la perimetrazione di tali aree omogenee è stata definita in relazione alle seguenti evidenze:

- *differente potenza dei terreni antropici di riporto;*
- *variabilità stratigrafica ed areale dei depositi quaternari alluvionali;*
- *variabilità del tetto del substrato roccioso flyschoidale.*

Sulla base di quanto sopra, si identificano tre diverse zone aventi caratteristiche geologiche omogenee, di seguito descritte, *per quanto non si possano escludere possibili locali variazioni rispetto quanto così definito.*



-  Zona geologica omogenea A
-  Zona geologica omogenea B
-  Zona geologica omogenea C

4.5.1) Zona geologica omogenea A

La zona è ubicata tra il terrapieno di Barcola ed il bacino portuale compreso tra il Molo 0 ed il Molo I. Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti evidenziano due caratteristiche proprie di tale zona, identificate quali presenza di terreni antropici di riporto caratterizzati da potenza superiore a 20.0 m, per gli ambiti prossimi alla linea di costa, ed una generale assenza di depositi alluvionali. I depositi quaternari sono prevalentemente di origine marina, con locali livelli torbosi talora superiori al metro, sovrastanti il substrato flyschoidale. Nello specifico, per tale zona omogenea è definito il seguente assetto litostratigrafico, suddiviso tra l'ambito più costiero e l'ambito più orientale, prossimo al perimetro dell'area di intervento:

Zona geologica omogenea A	Profondità (m dal p.c.)		Vs media (m/s)
	Ambito costiero	Ambito orientale	
Terreni antropici di riporto	0.0 ÷ - 23.00 m	0.0 ÷ - 2.00 m	< 360 m/s
Depositi quaternari in <i>facies alluvionale</i>	- 23.00 ÷ - 37.00 m	- 2.00 ÷ - 4.50 m	
Flysch marnoso-arenaceo	da - 37.00 m	da - 4.50 m	> 800 m/s

Per le aree rientranti nella zona geologica omogenea A, sulla base della successione litostratigrafica identificata, delle velocità delle onde S (Vs) definite nello Studio di Microzonazione Sismica e delle velocità medie delle onde S acquisite da precedenti indagini eseguite in aree ad analogo assetto geologico, si ipotizzano due diverse Categorie di sottosuolo ai sensi delle N.T.C. 2018 in relazione alla profondità del tetto del substrato roccioso flyschoidale.

Nello specifico, per gli ambiti in prossimità della linea di costa si ipotizza la Categoria di sottosuolo “C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità

equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”, mentre per le zone ubicate più verso Est si ipotizza la Categoria di sottosuolo “E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m”.

4.5.2) Zona geologica omogenea B

La zona è ubicata tra il Molo 0 ed il Molo III ed è caratterizzata da terreni antropici di riporto aventi potenza di circa 15.0 m, minore rispetto la zona A, ed è sostanzialmente corrispondente al paleoambiente deposizionale del Torrente Martesin; infatti, pur rilevando eteropia di facies tra i depositi marini ed alluvionali, si evidenzia una netta prevalenza dei depositi continentali, aventi potenza superiore a 10.0 m, in contatto stratigrafico con il soggiacente substrato flyschoidale. Nello specifico, per tale zona omogenea è definito il seguente assetto litostratigrafico, suddiviso tra l’ambito più costiero e l’ambito più orientale, prossimo al perimetro dell’area di intervento:

<i>Zona geologica omogenea B</i>	<i>Profondità (m dal p.c.)</i>		<i>Vs media (m/s)</i>
	<i>Ambito costiero</i>	<i>Ambito orientale</i>	
Terreni antropici di riporto	0.0 ÷ - 15.00 m	0.0 ÷ - 3.00 m	< 360 m/s
Depositi quaternari in <i>facies marina</i>	- 15.00 ÷ - 26.00 m	/	
Depositi quaternari in <i>facies alluvionale</i>	- 26.00 ÷ - 37.00 m	- 3.00 ÷ - 27.00 m	
Flysch marnoso-arenaceo	da - 37.00 m	da - 27.00 m	> 800 m/s

Per le aree rientranti nella zona geologica omogenea B, sulla base della successione litostratigrafica identificata, delle velocità delle onde S (Vs) definite nello Studio di Microzonazione Sismica e delle velocità medie delle onde S acquisite da precedenti indagini eseguite in aree ad analogo assetto geologico, si *ipotizzano* due diverse Categorie di

sottosuolo ai sensi delle N.T.C. 2018 in relazione alla profondità del tetto del substrato roccioso flyschoidale. Nello specifico, per gli ambiti in prossimità della linea di costa si ipotizza la Categoria di sottosuolo “C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”, mentre per le zone ubicate più verso Est si ipotizza la Categoria di sottosuolo “E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m”.

4.5.3) Zona geologica omogenea C

La zona è ubicata tra Molo III ed il limite meridionale dell'area di intervento ed è caratterizzata da terreni antropici di riporto, aventi potenza di circa 15.0 m, sovrastanti depositi alluvionali maggiormente sabbiosi, intercalati a depositi marini limoso-argillosi in contatto stratigrafico con il substrato roccioso flyschoidale. Nello specifico, per tale zona omogenea è definito il seguente assetto litostratigrafico, suddiviso tra l'ambito più costiero e l'ambito più orientale, prossimo al perimetro dell'area di intervento:

<i>Zona geologica omogenea C</i>	<i>Profondità (m dal p.c.)</i>		<i>Vs media (m/s)</i>
	<i>Ambito costiero</i>	<i>Ambito orientale</i>	
Terreni antropici di riporto	0.0 ÷ - 18.00 m	0.0 ÷ - 5.00 m	< 360 m/s
Depositi quaternari in <i>facies marina</i>	- 18.00 ÷ - 27.00 m	- 5.00 ÷ - 17.00 m	
Depositi quaternari in <i>facies alluvionale</i>	- 27.00 ÷ - 28.00 m	/	
Depositi quaternari in <i>facies marina</i>	- 28.00 ÷ - 37.00 m	/	
Flysch marnoso-arenaceo	da - 37.00 m	da - 17.00	> 800 m/s

Per le aree rientranti nella zona geologica omogenea C, sulla base della successione litostratigrafica identificata, delle velocità delle onde S (V_s) definite nello Studio di Microzonazione Sismica e delle velocità medie delle onde S acquisite da precedenti indagini eseguite in aree ad analogo assetto geologico, si *ipotizzano* due diverse Categorie di sottosuolo ai sensi delle N.T.C. 2018 in relazione alla profondità del tetto del substrato roccioso flyschoidale.

Nello specifico, per gli ambiti in prossimità della linea di costa si ipotizza la Categoria di sottosuolo “*C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*”, mentre per le zone ubicate più verso Est si ipotizza la Categoria di sottosuolo “*E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m*”.

5.0) PERICOLOSITÀ DELL'AREA

5.1) Pericolosità da ingressione marina

L'area del Porto Vecchio è storicamente interessata da fenomeni di ingressione marina favorita da particolari condizioni meteo-climatiche (combinazione di precipitazioni, venti meridionali e bassa pressione atmosferica), che hanno causato episodici allagamenti. Come meglio indicato nella “*Relazione Tecnica di Fase A*”, la *Carta geomorfologica e dell'idrografia superficiale* dello Studio Geologico del P.R.G. di Trieste identifica parte dell'area in esame come “*Area allagata*”. Inoltre, l'area in esame è caratterizzata da assetto topografico sub-pianeggiante, con quote comprese tra + 1.00 m e + 2.00 m s.l.m.m. ed è interamente perimetrata entro il “*limite superiore della zona soggetta a verifica della quota altimetrica di sicurezza nei confronti del fenomeno di ingressione marina*” definito dalla *Carta della zonizzazione geologico-tecnica* dello Studio Geologico del P.R.G. di Trieste, che definisce una quota di sicurezza pari a + 2.5 m s.l.m.m., come previsto all'Art. 13 delle Norme Geologico-Tecniche. Inoltre, il P.A.I.R. (*Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di interesse Regionale*) ai fini della pericolosità da *ingressione marina* classifica l'area in esame con *classe di pericolosità P1* (pericolosità moderata/bassa) e, limitatamente ad un'area molto ridotta, con *classe di pericolosità P2* (pericolosità media).

Sulla base di quanto precedentemente riportato, l'intera area in esame è soggetta a pericolosità da ingressione marina.

5.2) Pericolosità da liquefacibilità dei terreni

Il D.M. 17.01.2018 (N.T.C. 2018) prevede la verifica di potenziali fenomeni di liquefazione in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sottoposti a sollecitazioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate, che determinerebbero perdita di resistenza al taglio o accumulo di deformazioni plastiche. I fenomeni di liquefazione si possono originare nei terreni se l'evento sismico determina un aumento della pressione interstiziale fino ad eguagliare la pressione di confinamento e la probabilità che un terreno raggiunga questa condizione dipende dal suo stato di addensamento, dalla distribuzione granulometrica, dalle

condizioni di drenaggio, dalla frequenza delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso.

Lo Studio di Microzonazione Sismica del Comune di Trieste classifica parte dell'area in esame come “*Zona di attenzione per liquefazione di Tipo I*”, caratterizzata dalla presenza, entro i primi 20.0 m di profondità, di depositi in cui è stata rilevata la frazione granulometrica delle sabbie.

Come precedentemente indicato, è stata rilevata la presenza di sabbie, con potenza variabile, nelle zone geologiche omogenee B e C.

Sulla base di quanto così evidenziato, per le aree classificate come Zone ZG4b e ZG4c di cui alla presente Zonizzazione Geologico-Tecnica, si rileva la potenziale pericolosità alla liquefazione dei terreni e, pertanto, per tali Zone si rende necessaria la verifica a liquefazione, come disposto al punto 7.11.3.4 delle N.T.C. 2018.

6.0) ZONIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

L'area in esame è classificata dallo "Studio Geologico del P.R.G. di Trieste" come "Classe ZG4 - riporti eterogenei da attività antropica, sia su terreni bonificati a mare per realizzare gli insediamenti portuali, industriali ed artigianali al servizio dell'attività produttiva, sia in corrispondenza di antiche saline per lo sviluppo del tessuto urbano, prioritariamente nel Borgo Teresiano".

Quanto eseguito nello Studio Geologico del P.R.G. per le aree in oggetto è stato approfondito ed integrato nel presente studio, sulla base delle relazioni geologiche e delle indagini geognostiche eseguite nell'area in esame e meglio descritte nella "Relazione Tecnica di Fase A", per la definizione della Zonizzazione Geologico-Tecnica dell'area oggetto di Variante, meglio illustrata nell'allegata *Carta della Zonizzazione Geologico-Tecnica*, dove sono identificate tre diverse Zone Geologico-Tecniche denominate ZG4a, ZG4b, ZG4c.

*Le tre Zone Geologico-Tecniche sopra identificate sono **edificabili** nel rispetto delle Norme Geologico-Tecniche di cui al presente Studio Geologico della Variante per il Porto Vecchio di Trieste, successivamente descritte. Inoltre, le aree ricomprese nelle tre Zone Geologico-Tecniche sopra identificate sono soggette a **pericolosità da ingressione marina** e, pertanto, è vietata l'edificazione di locali interrati.*

6.1) Zona ZG4a

In questa Zona sono ricomprese le aree caratterizzate da:

- terreni antropici di riporto con presenza di materiali eterogenei, quali terre e rocce da scavo, materiale residuale da attività di cava, materiale da demolizione edilizia;
- terreni antropici di riporto caratterizzati da rifiuti, limitatamente alla zona del terrapieno di Barcola;
- depositi quaternari di origine marina caratterizzati da argille e limi, con locali livelli di torba;
- substrato roccioso flyschoidale in facies marnoso-arenacea con marcata variabilità della profondità del tetto.

6.2) Zona ZG4b

In questa Zona sono ricomprese le aree caratterizzate da:

- terreni antropici di riporto con presenza di materiali eterogenei quali terre e rocce da scavo, materiale residuale da attività di cava, materiale da demolizione edilizia;
- depositi quaternari alluvionali con presenza di sabbie e ghiaie aventi potenza talora superiore a 10 m, intercalati a depositi marini caratterizzati da argille e limi, con locali livelli di torba;
- substrato roccioso flyschoidale in facies marnoso-arenacea, con marcata variabilità della profondità del tetto.

Le aree ricomprese nella Zona ZG4b sono soggette a potenziale pericolosità di liquefazione dei terreni e, pertanto, è prescritta la verifica di cui al punto 7.11.3.4 delle N.T.C. 2018.

6.3) Zona ZG4c

In questa Zona sono ricomprese le aree caratterizzate da:

- terreni antropici di riporto con presenza di materiali eterogenei quali terre e rocce da scavo, materiale residuale da attività di cava, materiale da demolizione edilizia;
- depositi quaternari di origine marina di origine marina caratterizzati da argille e limi, con locali livelli di torba, intercalati a depositi alluvionali con presenza di sabbie e ghiaie di potenza metrica;
- substrato roccioso flyschoidale in facies marnoso-arenacea, con marcata variabilità della profondità del tetto.

Le aree ricomprese nella Zona ZG4c sono soggette a potenziale pericolosità di liquefazione dei terreni e, pertanto, è prescritta la verifica di cui al punto 7.11.3.4 delle N.T.C. 2018.

7.0) PARERE DI COMPATIBILITÀ TRA LE PREVISIONI DELLA VARIANTE PER IL PORTO VECCHIO DI TRIESTE E LE CONDIZIONI GEOLOGICHE, IDRAULICHE E SISMICHE DEL TERRITORIO DI CUI ALLA L.R. 27/1988

Premesso che nel corso della presente indagine sono state effettuate le seguenti attività:

- verifica ed analisi dei dati acquisiti da relazioni geologiche, indagini geognostiche dirette o indirette precedentemente eseguite nell'area in esame e nelle zone finitime;
- verifica delle principali criticità geologiche, idrogeologiche, idrauliche e sismiche che possano condizionare l'attività edificatoria, desunte dall'analisi dei documenti tecnici e dalle cartografie tematiche disponibili;
- verifica di ogni ulteriore elemento geologico, geomorfologico, idrogeologico, idraulico e sismico eventualmente limitativo delle previsioni della Variante

in considerazione della zonizzazione urbanistica prevista dalla Variante in esame e delle relative Norme, sulla base di quanto disposto dalla L.R. 27/1988, si dichiara che:

LE PREVISIONI DELLA VARIANTE PER IL PORTO VECCHIO DI TRIESTE SONO OVUNQUE COMPATIBILI CON LE CONDIZIONI GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE, IDRAULICHE E SISMICHE DEL TERRITORIO.

Le Norme Geologo-Tecniche di seguito riportate sono parte integrante delle Norme della presente Variante e ad esse si rimanda per i necessari approfondimenti.

8.0) NORME GEOLOGICO-TECNICHE

Titolo 1 – Principi Generali

Art. 1

Le Norme di seguito descritte sono un riferimento geologico e geotecnico per l'area del Porto Vecchio, a tutela dell'equilibrio geologico, idrogeologico e idraulico delle aree interessate dalla Variante. L'approccio ha come fine ultimo la salvaguardia e la valorizzazione ambientale dell'area, fornendo indicazioni utili alla definizione delle problematiche e dei principali rischi geologici che caratterizzano il Porto Vecchio.

Art. 2

Le opere ammissibili saranno subordinate alla natura delle opere in progetto ed a seguito di verifica puntuale dell'assetto geologico e geotecnico specifico dell'area di intervento. Il livello di approfondimento richiesto dovrà considerare il grado di vulnerabilità geologica. Il livello di approfondimento conoscitivo sarà funzione, quindi, sia della complessità dell'opera in progetto, sia dell'assetto geologico-geotecnico rilevato nell'area interessata.

Art. 3

Per la formulazione delle seguenti Norme si è fatto riferimento a:

- D.M. 11.03.1988 e s.m.i.;
- O.P.C.M. 3519/2006, operativa con D.G.R. n. 845/2010
- L.R. n° 27 dd. 09.05.1988;
- Norme tecniche per le costruzioni (NTC) di cui al DM 17.01.2018
- Circolare n° 7 dd. 21.01.2019 del C.S.LL.PP
- P.R.G.C. Vigente

Art. 4

Le presenti Norme hanno validità sull'intera area oggetto della Variante del Porto Vecchio di Trieste.

Titolo 2 – Normative e Prescrizioni

Art. 5

Le previsioni della Variante sono compatibili rispetto le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, idrauliche e sismiche dell'area del Porto Vecchio di Trieste.

Art. 6

Le Norme Geologico-Tecniche del P.R.G. vigente del Comune di Trieste classificano l'area del Porto Vecchio come Zona ZG4:

"In questa classe rientrano le aree di riporto antropico caratterizzate generalmente dalle seguenti problematiche geologiche:

- *riporti eterogenei da attività antropica, sia su terreni bonificati a mare per realizzare gli insediamenti portuali, industriali ed artigianali al servizio dell'attività produttiva, sia in corrispondenza di antiche saline per lo sviluppo del tessuto urbano, prioritariamente nel Borgo Teresiano;*
- *riporti eterogenei da attività antropica arealmente significative per opere pubbliche, infrastrutturali ed impiantistiche, realizzate utilizzando materiali eterogenei, terre e rocce da scavo, possibili riempimenti con materiali da demolizione edilizia.*

Le aree rientranti nella classe ZG4 sono edificabili nel rispetto delle norme tecniche attuative del P.R.G.C. In sede di rilascio degli atti abilitativi dovranno essere acquisite, quale documentazione di progetto, le seguenti relazioni:

- *relazione geologica e relazione geotecnica per nuove edificazioni, ampliamenti, incrementi di carico fondazionale anche in relazione ad adeguamento sismico, consolidamenti, sbancamenti, terrazzamenti e riporti. La relazione dovrà fare riferimento a quanto previsto all'art. 14 - Note generali sui contenuti della relazione geologica e geotecnica.*

In particolare, la relazione geologica dovrà individuare, descrivere e cartografare nel dettaglio l'eventuale presenza di rischi geologici gravanti sulle aree interessate dall'intervento, indicando le soluzioni progettuali da adottare per eliminare o ridurre, in base all'opera prevista ed all'utilizzo dell'area, i rischi rilevati.

Le indicazioni contenute nella suddetta relazione dovranno essere integralmente recepite nel progetto delle opere di cui si prevede l'esecuzione. Lo stesso redattore della relazione geologica dovrà dichiarare, per quanto di competenza, la completa compatibilità degli interventi in progetto in relazione agli eventuali rischi geologici rilevati ed all'equilibrio

idrogeologico e geostatico dell'area. Fatto salvo quanto prescritto nelle norme particolari di salvaguardia (art. 15), indagini di carattere speciale dovranno essere eseguite nelle aree dove per motivate ragioni geologiche (aree carsiche – depositi di terra rossa – riporti antropici) o relative al precedente uso del territorio possano essere presenti cavità sotterranee, possano manifestarsi fenomeni di subsidenza (fondo doline) ed altri fenomeni che condizionino il comportamento statico dei manufatti (Par. C.3 del D.M. 11.03.1988)".

Per l'ambito così classificato come Zona ZG4, nel presente studio sono state identificate e definite tre diverse Zone Geologico-Tecniche, denominate ZG4a, ZG4b, ZG4c, secondo criteri oggettivi, in relazione alla successione litostratigrafica identificata e dei rischi ad essa associati.

Art. 7 – Le Zone Geologico-Tecniche

Art.7.1 – Zona ZG4a

L'area classificata come Zona ZG4a è ***edificabile***, nel rispetto delle Norme Geologico-Tecniche di cui al presente Studio Geologico della Variante per il Porto Vecchio di Trieste e delle Norme Tecniche del P.R.G.C., e soggetta ***a pericolosità da ingressione marina*** e, pertanto, ***è vietata l'edificazione di locali interrati***.

La pericolosità da ingressione marina, di cui all'Art. 13 delle Norme Geologico-Tecniche del P.R.G.C. vigente, definisce la quota di + 2.5 m s.l.m.m. come "*quota al di sopra della quale è ragionevole ritenere che il fenomeno non abbia effetti diretti sulle costruzioni e le infrastrutture*"; a tal fine, in relazione alle modeste quote topografiche che caratterizzano l'intera area del Porto Vecchio di Trieste, è vietata l'edificazione di locali interrati.

Al fine di una più precisa caratterizzazione dell'area, si raccomanda l'esecuzione di indagini dirette ed indirette che consentano la classificazione del sottosuolo in accordo alle N.T.C. 2018, con chiara definizione della successione litostratigrafica dei terreni interessati, raccomandando di eseguire le indagini sino al raggiungimento del tetto del substrato flyschoidale, in relazione alle scelte progettuali e geotecnico-fondazionali assunte, che dovranno essere coerenti con il contesto geologico, geotecnico e sismico del sito. Le verifiche dovranno soddisfare quanto previsto dalle normative vigenti.

Inoltre, dovrà essere redatta una relazione geologica e geotecnica nella quale dovrà essere riconosciuta, descritta e cartografata l'eventuale presenza di ulteriori rischi geologici gravanti sull'area, indicando le soluzioni progettuali da adottare per eliminare o ridurre i rischi esistenti. Le indicazioni contenute nella relazione geologica e geotecnica dovranno essere compendiate nel progetto delle opere di cui si prevede la realizzazione. Dovrà, inoltre, esserci dichiarazione della completa compatibilità degli interventi in progetto sia in funzione degli eventuali rischi geologici riconosciuti, sia dell'equilibrio idrogeologico e idraulico dell'area.

Art. 7.2 - Zona ZG4b

L'area classificata come Zona ZG4b è **edificabile**, nel rispetto delle Norme Geologico-Tecniche di cui al presente Studio Geologico della Variante per il Porto Vecchio di Trieste e delle Norme Tecniche del P.R.G.C., e soggetta **a pericolosità da ingressione marina** e, pertanto, è **vietata l'edificazione di locali interrati**. Inoltre, le aree ricomprese nella Zona ZG4b sono soggette a potenziale **pericolosità di liquefazione dei terreni** e, pertanto, è prescritta la verifica di cui al punto 7.11.3.4 delle N.T.C. 2018.

La pericolosità da ingressione marina, di cui all'Art. 13 delle Norme Geologico-Tecniche del P.R.G.C. vigente, definisce la quota di + 2.5 m s.l.m.m. come "*quota al di sopra della quale è ragionevole ritenere che il fenomeno non abbia effetti diretti sulle costruzioni e le infrastrutture*"; a tal fine, in relazione alle modeste quote topografiche che caratterizzano l'intera area del Porto Vecchio di Trieste, è vietata l'edificazione di locali interrati.

Al fine di una più precisa caratterizzazione dell'area, si raccomanda l'esecuzione di indagini dirette ed indirette che consentano la classificazione del sottosuolo in accordo alle N.T.C. 2018, con chiara definizione della successione litostratigrafica dei terreni interessati, raccomandando di eseguire le indagini sino al raggiungimento del tetto del substrato flyschoidale, in relazione alle scelte progettuali e geotecnico-fondazionali assunte, che dovranno essere coerenti con il contesto geologico, geotecnico e sismico del sito. Le verifiche dovranno soddisfare quanto previsto dalle normative vigenti.

Inoltre, dovrà essere redatta una relazione geologica e geotecnica nella quale dovrà essere riconosciuta, descritta e cartografata l'eventuale presenza di ulteriori rischi geologici gravanti sull'area, indicando le soluzioni progettuali da adottare per eliminare o ridurre i rischi esistenti. Le indicazioni contenute nella relazione geologica e geotecnica dovranno essere

compendiate nel progetto delle opere di cui si prevede la realizzazione. Dovrà, inoltre, esserci dichiarazione della completa compatibilità degli interventi in progetto sia in funzione degli eventuali rischi geologici riconosciuti, sia dell'equilibrio idrogeologico e idraulico dell'area.

Art. 7.3 - Zona ZG4c

L'area classificata come Zona ZG4c è **edificabile**, nel rispetto delle Norme Geologico-Tecniche di cui al presente Studio Geologico della Variante per il Porto Vecchio di Trieste e delle Norme Tecniche del P.R.G.C., e soggetta **a pericolosità da ingressione marina** e, pertanto, è **vietata l'edificazione di locali interrati**. Inoltre, le aree ricomprese nella Zona ZG4b sono soggette a potenziale **pericolosità di liquefazione dei terreni** e, pertanto, è prescritta la verifica di cui al punto 7.11.3.4 delle N.T.C. 2018. La pericolosità da ingressione marina, di cui all'Art. 13 delle Norme Geologico-Tecniche del P.R.G.C. vigente, definisce la quota di + 2.5 m s.l.m.m. come "*quota al di sopra della quale è ragionevole ritenere che il fenomeno non abbia effetti diretti sulle costruzioni e le infrastrutture*"; a tal fine, in relazione alle modeste quote topografiche che caratterizzano l'intera area del Porto Vecchio di Trieste, è vietata l'edificazione di locali interrati. Al fine di una più precisa caratterizzazione dell'area, si raccomanda l'esecuzione di indagini dirette ed indirette che consentano la classificazione del sottosuolo in accordo alle N.T.C. 2018, con chiara definizione della successione litostratigrafica dei terreni interessati, raccomandando di eseguire le indagini sino al raggiungimento del tetto del substrato flyschoidale, in relazione alle scelte progettuali e geotecnico-fondazionali assunte, che dovranno essere coerenti con il contesto geologico, geotecnico e sismico del sito. Le verifiche dovranno soddisfare quanto previsto dalle normative vigenti. Inoltre, dovrà essere redatta una relazione geologica e geotecnica nella quale dovrà essere riconosciuta, descritta e cartografata l'eventuale presenza di ulteriori rischi geologici gravanti sull'area, indicando le soluzioni progettuali da adottare per eliminare o ridurre i rischi esistenti. Le indicazioni contenute nella relazione geologica e geotecnica dovranno essere compendiate nel progetto delle opere di cui si prevede la realizzazione. Dovrà, inoltre, esserci dichiarazione della completa compatibilità degli interventi in progetto sia in funzione degli eventuali rischi geologici riconosciuti, sia dell'equilibrio idrogeologico e idraulico dell'area.



Stampa professionale del Dott. Geol. Carlo Alberto Masoli, iscritto all'Albo con numero 209. La stampetta è circolare e riporta il testo: "ORDINE DEI GEOLOGI", "REG. REGIONALE VENEZIA", "dott. geol. CARLO ALBERTO MASOLI", "Iscri. Albo n. 209". Sotto la stampetta è presente una firma manoscritta in inchiostro.