

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema
A7 - A10 - A12

Lotto 1

DOCUMENTAZIONE AI FINI DELL'INDIVIDUAZIONE DELL'IMPRESA BCM

SOMME A DISPOSIZIONE

BONIFICA BELLICA

GENERALE

RELAZIONE STORIOGRAFICA

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Michele Pastorino
Ord. Ingg. Savona n. A1104

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Michele Pastorino
Ord. Ingg. Savona n. A1104

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza
Ord. Ingg. Pavia N. 1496

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				ORDINATORE
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	
110721	LL01	S3	SD	BOB	GE000	00000	R	GEN	0003	- 1	3 SCALA -



PROJECT MANAGER:

Ing. Sara Frisiani
Ord. Ingg. Genova N. 9810A

SUPPORTO SPECIALISTICO:

REDATTO:

VERIFICATO:

REVISIONE

n.	data
0	GEN-18
1	MAR-18
2	-
3	-
4	-

VISTO DEL COMMITTENTE



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Alberto Selleri

VISTO DEL CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12

Relazione tecnica

Ricerca storico documentale sulla possibile presenza di ordigni bellici nell'area interessata dagli interventi per la realizzazione della Gronda di Genova

Genova, gennaio 2018

Dott. Alessandro Girelli

Premessa

Nell'ambito degli interventi per la realizzazione del *“NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA - Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12”*, denominato “Gronda di Genova” (o di Ponente), è emersa la necessità di effettuare una ricerca storico documentale al fine di valutare la probabilità di rinvenire masse metalliche (e quindi anche ordigni bellici) nel sottosuolo in corrispondenza delle aree in cui sono previsti scavi per le fondazioni e/o sui fondali marini (portuali) interessati dalla deposizione di parte dello smarino proveniente dalle gallerie.

La necessità di attività di indagine per il rinvenimento di ordigni inesplosi, in caso di realizzazione di scavi, è disciplinata, sotto il profilo della sicurezza sul lavoro, dalla Legge 1 ottobre 2012, n. 177 recante *“Modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici”* (G.U. n. 244 del 18 ottobre 2012).

Tale norma, in sostanza, pone a carico del CSP (Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione) l'obbligo di eseguire la valutazione del rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi e la valutazione del rischio di esplosione derivante dall'innesco accidentale di un ordigno bellico inesplosivo rinvenuto durante le attività di scavo. Per valutare il rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi il CSP può partire da una ricerca storico documentale ed eventualmente avvalersi di un'analisi strumentale. Gli esiti di tali indagini dovranno poi essere correlati alle ubicazioni degli scavi previsti per la realizzazione dell'opera e/o alla presenza di opere / infrastrutture preesistenti (fondazioni, cisterne, condutture, ecc).

La valutazione documentale consiste essenzialmente nell'analisi dei dati storici disponibili e delle foto aeree risalenti ai periodi dei due conflitti mondiali e relativi dopoguerra al fine di verificare la presenza di eventuali tracce di bombardamenti o danneggiamenti agli edifici ed ottenere una indicazione preliminare sulla probabilità di rinvenimento degli ordigni bellici nelle varie zone di interesse.

Scopo del presente studio è fornire i risultati di una ricerca storico documentale sulle aree oggetto dell'intervento nonché fornire un approccio metodologico da applicare ai vari siti interessati dal nuovo tracciato autostradale (esclusi ovviamente i tratti in galleria) al fine di elaborare una mappa del rischio nelle varie zone individuate, sia a mare che a terra.

Approccio metodologico

Come accennato in premessa, la verifica della presenza di ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo (nel caso di aree di limitate dimensioni) viene solitamente effettuata con indagini dirette adottando tecnologie ormai standardizzate (georadar, metal detector, ecc.).

Ovviamente se l'area di interesse è molto estesa le misure dirette potrebbero avere un notevole impatto in termini di costi e di tempo e quindi questo approccio potrebbe essere difficilmente applicabile. In tal caso, in via preliminare, è possibile effettuare una verifica documentale analizzando tutte le informazioni disponibili sull'area di interesse ed incrociando i dati raccolti in modo da definire delle sotto-aree, di minori dimensioni, alle quali può essere attribuito uno specifico grado di rischio.

Ai fini del presente studio, le informazioni che sono state ritenute indispensabili per ottenere un adeguato inquadramento dell'area di interesse sono le seguenti:

- **Notizie storiche su eventuali bombardamenti avvenuti nella zona.** Questo tipo di informazioni permette di identificare specifici periodi storici su cui concentrare le ricerche che possono essere approfondite attraverso:
 - Fonti bibliografiche di storia locale;
 - Fonti bibliografiche e documentarie delle Forze Alleate;
 - Siti specializzati;
- **Presenza di obiettivi strategici.** La presenza o l'assenza di eventuali obiettivi strategici (fabbriche, depositi, infrastrutture di collegamento, ecc.) permette di differenziare aree dove è maggiore la probabilità che vi possano essere stati bombardamenti rispetto ad aree dove la probabilità è assai remota. Ovviamente tale dato non può essere considerato al 100% esaustivo in quanto in certi casi vi potrebbe essere stata la necessità di alleggerimento in volo degli aerei che si apprestavano al rientro (se non un errore dovuto alla perdita di un carico di bombe).
- **Fotografie dei voli aerei effettuati durante la Seconda Guerra Mondiale (periodo 1943-1945).** Il confronto tra fotografie scattate prima e dopo presunti bombardamenti permette di identificare i crateri delle bombe e quindi le aree oggetto di bombardamento.

Le fotografie del periodo indicato sono reperibili presso l'Aerofototeca dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD), presso l'Istituto Geografico Militare o presso gli archivi della RAF/USAAF.

Questo tipo di informazioni dovrebbe, in linea teorica, confermare quanto emerso ai punti precedenti. Tuttavia si ritiene che la presenza / assenza di tracce di bombardamenti abbia un'importanza fondamentale che prescinde da tutte le altre informazioni raccolte.

E' infatti evidente che, nel caso in cui venissero rilevate evidenze di bombardamenti in una zona anche in assenza di informazioni su bombardamenti (potrebbe trattarsi di un evento non registrato nelle fonti bibliografiche) o di obiettivi strategici (potrebbe essersi trattato di un errore

di sgancio o della necessità di alleggerimento dell'aereo in fase di rientro) la probabilità che vi possano essere ordigni inesplosi nel sottosuolo diventa nettamente superiore.

- **Informazioni/dati sulla geologia di superficie (e/o di fondali marini).** Questo tipo di informazioni permette di valutare la potenziale penetrazione nel sottosuolo di ordigni bellici inesplosi. E' infatti evidente che la profondità di penetrazione di un corpo che cade dall'alto dipende molto dalla litologia del terreno su cui cade: una matrice prevalentemente limosa/argillosa tende a favorire una maggiore penetrazione dell'oggetto che colpisce il suolo, mentre in un terreno prevalentemente ghiaioso l'oggetto tenderebbe a fermarsi negli strati più superficiali.

I dati sulla litologia del suolo sono indispensabili per poter valutare le informazioni di cui ai punti successivi.

Nel caso di fondali marini valgono ovviamente le stesse considerazioni, riferite però ai sedimenti. Sono inoltre fondamentali le informazioni sulle variazioni delle batimetrie negli anni successivi alle guerre, che consentono di effettuare una stima, seppur preliminare, sulla profondità a cui potrebbero essere rivenuti eventuali ordigni inesplosi.

- **Informazioni su eventuali rinvenimenti di ordigni inesplosi nelle zone di interesse.** Questo tipo di informazioni è di fondamentale importanza in quanto permette di integrare quanto emerso dalle analisi di cui ai punti precedenti. Il rinvenimento di ordigni in aree su cui sono disponibili poche informazioni permette infatti di attribuire un grado di rischio superiore e spinge ad approfondire i motivi per cui quella specifica area potesse essere un obiettivo strategico. Inoltre, sulla base della litologia del suolo, è possibile confrontare la profondità del rinvenimento con le stime teoriche di cui al punto precedente.
- **Dati storici sull'utilizzo del suolo in epoche successive alla guerra.** Questo tipo di informazioni permette di ricostruire gli eventuali sbancamenti / scavi o riporti effettuati nelle aree di interesse. E' evidente che uno scavo per la realizzazione di un edificio che comprende dei locali interrati (ad esempio parcheggi) interessa profondità anche di diversi metri da piano campagna: in caso di presenza di ordigni bellici inesplosi questi potrebbero essere già stati rilevati e disinnescati (o, nella peggiore delle ipotesi, esplosi) in occasione dei lavori di realizzazione di tali opere. Anche in questo caso la litologia degli strati più superficiali del sottosuolo permette di verificare se la profondità degli eventuali scavi effettuati è compatibile con la profondità a cui è lecito attendersi eventuali ordigni bellici inesplosi, oppure se questi ultimi potrebbero trovarsi a livelli più profondi.
- **Fotografie dei voli aerei effettuati dopo la Seconda Guerra Mondiale (periodo 1946-2015).** Il confronto tra fotografie scattate nel corso del tempo permette di ricostruire l'evoluzione del sito ed identificare le diverse aree oggetto di interventi edilizi (con conseguenti attività di

scavo/riporto di terreno) ed integrare/confermare (almeno in parte) le informazioni di cui al punto precedente.

Le fotografie del periodo indicato sono reperibili presso l'Istituto Geografico Militare (IGM), presso gli sportelli cartografici regionali e, per periodi più recenti, accessibili mediante Google Earth.

- **Informazioni sull'uso previsto del suolo.** L'utilizzo previsto delle aree di interesse può fornire indicazioni sul tipo di sollecitazioni che potrebbero essere indotte sugli strati di terreno sottostante, sempre tenendo conto delle informazioni sulla litologia del sottosuolo. Nel caso in cui tali sollecitazioni fossero significative (ad es. per presenza di attività che generano vibrazioni, interventi con infissione di pali, ecc.) le vibrazioni trasmesse in profondità nel sottosuolo potrebbero essere critiche in caso di presenza di ordigni inesplosi. Questi aspetti permettono di effettuare alcune valutazioni su eventuali rischi di esplosione anche di ipotetici ordigni bellici inesplosi presenti negli strati di terreno sottostanti le nuove opere.

L'insieme delle informazioni elencate sopra (opportunamente incrociate) permette di elaborare un criterio (a punteggio) per la definizione della probabilità di trovare eventuali ordigni inesplosi in ciascuna delle aree (o sotto-aree) di interesse, che è stato definito mediante una griglia strutturata come indicato nella seguente tabella:

Tabella 1

Informazione	Situazione migliore	Situazione peggiore
Le fonti storiche disponibili riportano notizie di bombardamenti nella zona?	NO (+1)	SI (-1)
Nell'area di interesse erano presenti obiettivi strategici?	NO (+1)	SI (-1)
Nelle foto aeree risalenti a momenti successivi ad accertati bombardamenti sono evidenziabili crateri o tracce di danneggiamenti nelle aree di interesse (o immediatamente circostanti)?	NO (+2)	SI (-2)
Nelle zone di interesse (o aree limitrofe) sono stati rinvenuti in passato ordigni bellici inesplosi?	NO (+1)	SI (-1)
Vi sono stati movimenti di terreno significativi in epoche successive (sbancamenti / abbancamenti) tali da far ritenere che eventuali ordigni bellici inesplosi sarebbero stati rinvenuti (tenuto conto della litologia del sottosuolo)?	SI (+1)	NO (-1)
Tenendo conto della litologia del sottosuolo e delle sollecitazioni che potrebbero essere indotte dalle attività previste, vi potrebbero essere rischi di esplosione di ipotetici ordigni inesplosi presenti in profondità?	NO (+1)	SI (-1)
TOTALE PUNTEGGIO	+7	-7

Come si può osservare è stato dato un peso maggiore (2 anziché 1) al punto relativo alla presenza di tracce di bombardamenti in quanto, come già accennato sopra, si ritiene che, a prescindere da tutti gli altri aspetti, se l'area risulta essere stata bombardata è maggiormente probabile che vi possano essere ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo. Questo anche in assenza di obiettivi militari (potrebbe essersi trattato di un errore di sgancio o alla necessità di alleggerimento dell'aereo in fase di rientro) o di informazioni su bombardamenti (potrebbe trattarsi di un evento non registrato nelle fonti bibliografiche).

Il punteggio attribuito a ciascuna voce dell'elenco può essere anche intermedio tra i due valori indicati, in funzione delle informazioni disponibili (es. bombardamenti nelle aree vicine ma non nella zona specifica).

A seconda del punteggio totale ottenuto è possibile attribuire una probabilità di reperire ordigni bellici definita come segue:

Punteggio tra +5 e +7:	Probabilità bassa;
Punteggio tra +2 e +4:	Probabilità medio-bassa;
Punteggio tra -1 e +1:	Probabilità media;
Punteggio tra -2 e -4:	Probabilità medio-alta;
Punteggio tra -5 e -7:	Probabilità alta;

Nei prossimi paragrafi verranno presentati i risultati delle ricerche svolte e verranno fornite considerazioni in merito a ciascuno degli aspetti analizzati.

Notizie storiche sui bombardamenti avvenuti nella zona di Genova

Nel corso della Seconda Guerra Mondiale, le incursioni aeree alleate su Genova e sulla Liguria provocarono ingenti danni sia agli agglomerati urbani sia ai centri industriali e portuali e alle infrastrutture viarie e ferroviarie della regione.

Non vanno inoltre dimenticati i bombardamenti navali da parte delle flotte alleate nonché la risposta da parte delle postazioni di terra (tra cui la Batteria Mameli sulle alture di Pegli), che sebbene limitati come numero, potrebbero essere significativi in termini di rischi di rinvenimento di ordigni bellici sui fondali.

Considerato il tracciato della Gronda previsto dal progetto (i tratti non in galleria) nonché le aree interessate anche indirettamente dall'opera (es. tracciato slurrydotto e riempimento a mare antistante l'aeroporto) la ricerca di notizie storiche su eventuali bombardamenti si è concentrata sulle seguenti zone (da ovest a est):

- Zona Crevari e Vesima;
- Voltri e zone retrostanti (vallate del Leira e Cerusa);
- Val Varenna (tra Località Chiesino e Località Carpenara);
- Sestri Ponente (Canale di calma antistante l'aeroporto);
- Val Polcevera;
- Bolzaneto;
- Val Torbella;
- Svincolo Genova Est – Campursone;
- Svincolo Genova Ovest.

Bombardamenti navali

Gli unici due bombardamenti navali registrati durante la seconda guerra mondiale ebbero luogo nei primi due anni di guerra. In particolare:

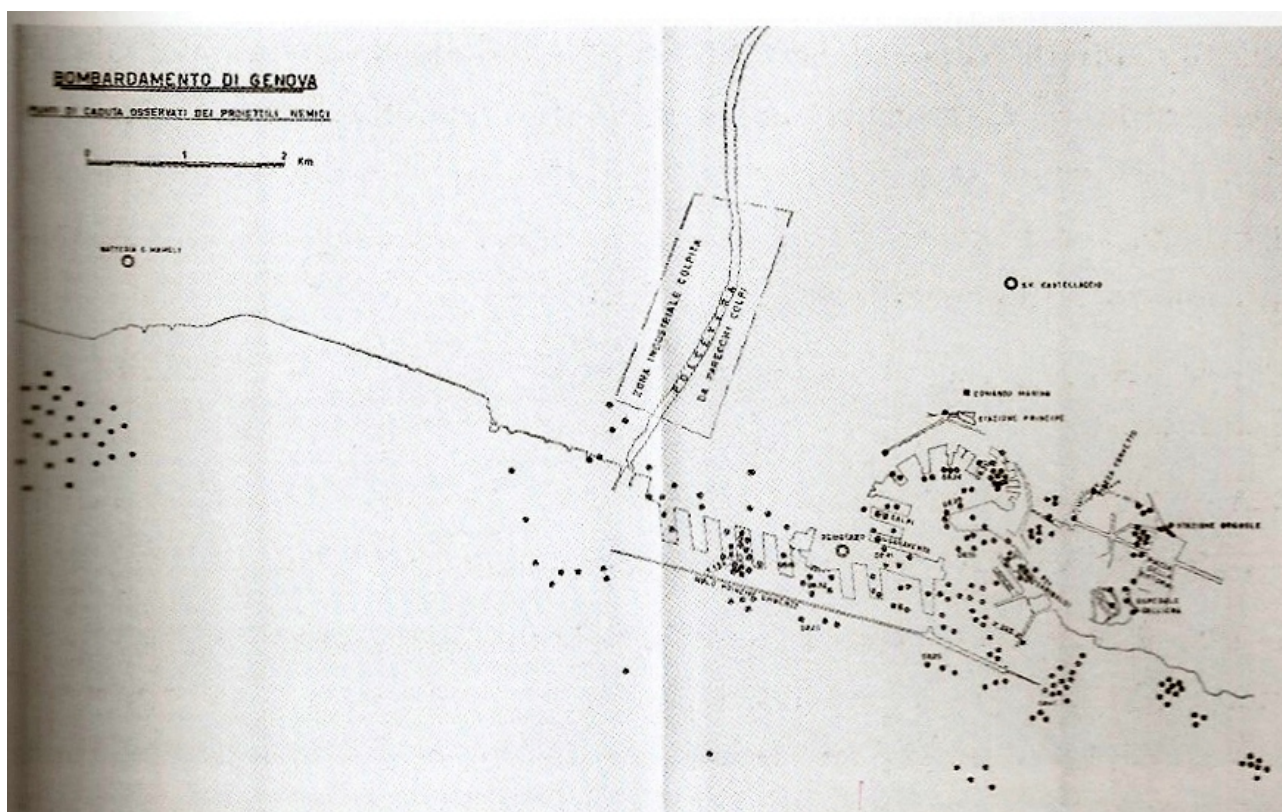
- Il primo bombardamento navale avvenne il 14 giugno 1940 ad opera della Terza Squadra Navale francese ed interessò sia la zona di Vado Ligure, sia il tratto di costa fra Arenzano e Sestri Ponente (quest'ultimo considerato strategico per la presenza di installazioni industriali).

In tale occasione la reazione delle difese costiere (ad opera della Batteria Mameli e dei due pontoni armati del porto di Genova) e l'intervento della torpediniera italiana Calatafimi costrinsero la flotta francese a ritirarsi.

- Il secondo (e ultimo) bombardamento navale avvenne il 9 febbraio 1941 (Operazione "Grog") ad opera della Royal Navy (Forza H) e interessò la zona compresa tra i bacini di carenaggio, e le rive del Polcevera (cantieri Ansaldo e installazioni industriali ubicate sulla riva sinistra del Polcevera) oltre a numerose zone cittadine (edifici civili). Molti piroscafi presenti al momento nel porto di Genova furono colpiti e danneggiati.

I punti di caduta dei proiettili lanciati dalla Forza H durante il secondo bombardamento (1941) sono riportati nella ricostruzione cartografica seguente.

Figura 1: Punti di caduta dei proiettili lanciati durante il secondo bombardamento navale del 1941



Fonte: Gabriele Faggioni - *Il vallo ligure* - p. 23, Ligurpress Genova

Bombardamenti aerei

La città di Genova subì numerosi bombardamenti aerei durante la seconda guerra mondiale: nell'arco di 5 anni si contano 86 incursioni aeree sulla città di cui 51 nel solo anno 1944.

I primi bombardamenti ad opera della Royal Air Force e della Armée de l'Air cominciarono già dal giugno 1940, accompagnando e seguendo il primo bombardamento navale, per poi intensificarsi negli anni successivi.

Una ricerca sistematica delle notizie storiche sui bombardamenti da parte delle forze alleate che hanno interessato la città Genova e le aree circostanti ha permesso di redigere l'elenco riportato nella tabella seguente.

Tabella 2: Elenco principali bombardamenti su Genova e dintorni

Data	Forze coinvolte	Obiettivo
11 giugno 1940	RAF	Genova
13 giugno 1940	RAF	Genova
13 giugno 1940	Bombardamento navale - 3 ^a Squadra navale francese	Genova
15 giugno 1940	Armée de l'Air	Genova
16 giugno 1940	RAF	Genova
17 giugno 1940	RAF	Genova
17 giugno 1940	Armée de l'Air	Voltri
3 settembre 1940	RAF	Genova
6 settembre 1940	RAF	Genova,
21 ottobre 1940	RAF	Genova
28 novembre 1940	RAF	Genova
12 dicembre 1940	RAF	Genova
8 febbraio 1941	n.d.	Genova
9 febbraio 1941	RAF Bomber Command	Genova
9 febbraio 1941	Bombardamento navale - Forza H (inglese)	Genova - Operazione "Grog"
9 luglio 1941	RAF Bomber Command	Genova
29 settembre 1941	RAF Bomber Command	Genova
13 aprile 1942	RAF Bomber Command	Genova
22/23 ottobre 1942	RAF Bomber Command	Genova
4 novembre 1942	n.d.	Genova
6/7 novembre 1942	RAF Bomber Command	Genova
8 novembre 1942	RAF Bomber Command	Genova
13/14 novembre 1942	RAF Bomber Command	Genova
15/16 novembre 1942	RAF Bomber Command	Genova
8 agosto 1943	RAF Bomber Command	Genova
21 ottobre 1943	12th AF	Genova
29 ottobre 1943	12th AF	Genova Sampierdarena
30 ottobre 1943	12th AF	Genova Sampierdarena e Genova-Ansaldo
10 novembre 1943	n.d.	Genova
29 aprile 1944	n.d.	Vesima e Crevari
9/10 maggio 1944	205 Group	Genova
12 maggio 1944	15th AF	Genova
19 maggio 1944	15th AF	Genova
28 maggio 1944	15th AF	Genova + Porto di Genova
29 maggio 1944	12th AF	Voltri
4 giugno 1944	15th AF	Genova (Sestri Ponente, Cornigliano e Campi)
7 giugno 1944	n.d.	Voltri
20 giugno 1944	12th AF	Genova
22 luglio 1944	12th AF	Genova
24 luglio 1944	15th AF	Genova Sampierdarena e Porto di Genova
2 agosto 1944	15th AF	Genova, Porto di Genova
7 agosto 1944	12th AF	Genova, Porto di Genova
9 agosto 1944	12th AF	Genova
11 agosto 1944	12th AF	Genova
12 agosto 1944	RAF	Genova, Arenzano
13 agosto 1944	12th AF	Genova
14 agosto 1944	15th AF	Genova
24 agosto 1944	12th AF / RAF	Genova
28 agosto 1944	RAF	Genova
3 settembre 1944	RAF	Genova
4 settembre 1944	15th AF	Genova
4 settembre 1944	12th AF	Genova
9 settembre 1944	12th AF	Genova
12 settembre 1944	12th AF	Genova
15 settembre 1944	9th AF	Genova
11 ottobre 1944	12th AF	Genova
19 ottobre 1944	RAF	Genova
23 ottobre 1944	12th AF	Genova e dintorni
27 ottobre 1944	12th AF	Genova
11 novembre 1944	12th AF	Genova

Fonti: (<http://biografiadiunabomba.anvcg.it/seconda-guerra-mondiale/> , "La Storia siamo noi", G. Roggero, L. Giaccherio, 2004, <http://www.arenzanotracieloemare.it> , United States Army in World War II – Chronology 1941-1945).

I bombardamenti più significativi del 1942 furono quelli avvenuti nel corso dell'autunno, in particolare:

- 22 e 23 ottobre 1942: 180 e 166 tonnellate di ordigni furono sganciati sulla città;
- 6 e 7 novembre 1942: 115 e 242 tonnellate di ordigni furono sganciati sulla città;
- 13/14 novembre 1942: 127 tonnellate di ordigni furono sganciati sulla città;
- 15/16 novembre 1942: 106 tonnellate di ordigni furono sganciati sulla città;

Analogamente significativi furono i bombardamenti avvenuti nel 1943, tra cui in particolare quelli dell'8 agosto 1943 e del 29 ottobre 1943.

Seguirono ulteriori bombardamenti tra cui i più significativi ebbero luogo tra il 10 novembre 1943 e il 28 agosto 1944: la sola Genova subì circa 27 massicce incursioni.

Dal gennaio 1944, le incursioni alleate registrarono un incremento che raggiunse, nei mesi di giugno, luglio e agosto, una frequenza quasi giornaliera.

Nel mese di giugno 1944, i quadrimotori anglo-americani bersagliarono Voltri, Cornigliano ed il porto. Il mese successivo colpirono ancora il Porto Vecchio e la zona di Sampierdarena.

In merito ai danni subiti dalla città di Genova, valutati al termine del conflitto, l'Enciclopedia Treccani riporta: *"...il bilancio dell'aprile 1945 dava: il 75% degli impianti distrutti; 320 navi e 615 galleggianti affondati, 140 mine, la grande diga foranea sbrecciata e minata, i bacini di carenaggio inservibili, gli impianti meccanici e le centrali quasi completamente distrutti."*

Presenza di obiettivi strategici

L'area di Genova è stata considerata un obiettivo strategico per diversi motivi tra cui, ovviamente, la presenza del porto e delle industrie ubicate nelle aree circostanti (Sampierdarena, Cornigliano, Campi, Voltri, ecc). Inoltre, la scarsità di vie di accesso alla città e la presenza di difese costiere (per contrastare attacchi navali e aerei) ha spinto le forze alleate ad individuare obiettivi strategici anche nei viadotti (es. il viadotto ferroviario di Recco) e nelle zone costiere (Pegli, Arenzano, ecc.).

Per tali motivi risulta estremamente difficile individuare zone del litorale circostante la città di Genova che potessero essere considerate, in maniera inequivocabile, di scarso interesse strategico o militare.

Entrando nel merito delle zone maggiormente interessate dal progetto della Gronda è possibile sintetizzare quanto segue:

- **Zona Crevari e Vesima:** sebbene non risulta vi fossero particolari obiettivi di interesse strategico (a parte la vicinanza con il paese di Arenzano, più volte oggetto di bombardamenti), né si trovano riscontri nelle cronologie militari, si ritiene non possa essere trascurato quanto riportato nel diario di Padre Girolamo Salvatico (padre carmelitano residente ad Arenzano e

testimone di diversi bombardamenti avvenuti tra Arenzano e Genova) riguardo ad un episodio datato 29 Aprile 1944 che viene descritto come segue: *“Allarme dalle 11... Altro allarme alle 22... fino alle 3,20; hanno gettato 26 razzi, qualche bomba presso la Gavetta e tra Vesima e Crevari”* (fonte: *“La Storia siamo noi”*, G. Roggero, L. Giaccherio, 2004, <http://www.arenzanotracioloemare.it>)

- **Voltri e zone retrostanti (vallate del Leira e Cerusa):** la zona di Voltri subì diversi attacchi aerei, già a partire dal 1940. Alcune foto reperibili sul web (www.voltriweb.it) mostrano i danneggiamenti subiti da Voltri durante il bombardamento del 7 giugno 1944, di cui si riportano di seguito le più significative.

Figura 2: Fotografia bombardamento di Voltri



Figura 3: Fotografia bombardamento di Voltri



Sebbene molti bombardamenti si siano concentrati lungo la costa, la zona di Voltri era caratterizzata dalla presenza di parecchie fabbriche anche lungo i due torrenti principali (Ceresa e Leira). Considerando che spesso i bombardamenti aerei mancavano gli obiettivi desiderati (sono reperibili diverse testimonianze storiche di bombe finite in mare o “fuori target”), e data la vicinanza alla foce delle aree interessate dal tracciato della Gronda (viadotti sul Leira e sul Ceresa) non si ritiene che si possa escludere, con un adeguato margine di sicurezza, la presenza di possibili ordigni bellici nelle zone dove dovranno essere intestati i piloni dei viadotti,

- **Val Varena (tra Località Chiesino e Località Carpenara):** la zona dove è previsto il viadotto si trova a notevole distanza dalla foce del Varena ed era priva di qualsiasi potenziale obiettivo strategico o militare. La posizione “defilata” rispetto alla costa (e quindi anche rispetto alle possibili rotte dei velivoli che bombardavano la zona) porta a ritenere improbabile che l’area interessata dal tracciato della Gronda possa essere stata colpita da bombe “fuori target”.
- **Sestri Ponente (zona aeroporto e specchio acqueo antistante):** la zona di Sestri Ponente è stata interessata fin dai primi anni del Novecento dalla presenza di diverse attività industriali tra

cui cantieri navali e fonderie, oltre alla linea ferroviaria che correva sul limite della spiaggia, come chiaramente visibile nella fotografia seguente.

Figura 4: Foto aerea storica della zona di Sestri Ponente (Fonte: Archivio Ansaldo)



Per tale motivo tutta la zona della costa (specchio acqueo compreso) è stata oggetto di numerosi e ripetuti bombardamenti sia navali che aerei.

La cartografia già presentata in precedenza (cfr. Figura 1), riporta in maniera dettagliata i punti di caduta dei proiettili lanciati durante il secondo bombardamento navale del 1941, da cui emerge abbastanza chiaramente come molti proiettili sarebbero caduti in mare, nelle zone della foce del Polcevera (dove è previsto il passaggio dello slurrydotto) e nelle aree antistanti l'abitato di Pegli.

Tali evidenze insieme al fatto che l'intera zona dei fondali attualmente compresi tra la pista aeroportuale e la diga foranea (canale di calma) potrebbe essere stata interessata anche dalla caduta di bombe durante gli attacchi aerei, dovuta a errori di sgancio o alleggerimento in fase di rientro, non permette di escludere la presenza di ordigni inesplosi nei fondali interessati dal futuro riempimento a mare. A tale riguardo si segnala che sono disponibili numerose notizie (oltre a fotografie storiche scattate durante i bombardamenti) che testimoniano la caduta di bombe in mare (nello specchio acqueo portuale), aspetto che conferma la necessità di provvedere ad una verifica diretta dei fondali interessati dalle opere.

- **Val Polcevera:** vi sono numerose notizie (nonché foto aeree) riguardo a bombardamenti lungo il greto del torrente, che hanno interessato l'area di Campi, dove erano presenti le officine Ansaldo. Quest'area rappresentava già da diversi decenni uno dei principali poli industriali genovesi e quindi era considerata un importante obiettivo militare.

Per tali motivi si ritiene che tutta l'area interessata dalla presenza in passato di fabbriche lungo il greto del torrente Polcevera possa essere soggetta a possibili ritrovamenti di ordigni bellici inesplosi.

- **Bolzaneto:** sebbene l'area di Bolzaneto rappresentasse un potenziale obiettivo militare, per la presenza di numerose attività industriali e siderurgiche sviluppatesi nei primi decenni del Novecento, non vi sono informazioni storiche di bombardamenti che abbiano interessato l'abitato di Bolzaneto e/o le aree circostanti. Pertanto tutta l'area a monte di Bolzaneto (interessate dal progetto della Gronda) sembrerebbe essere passata illesa ai bombardamenti della Seconda Guerra Mondiale.
- **Val Torbella:** la zona dove è previsto il viadotto si trova a notevole distanza da qualsiasi potenziale obiettivo strategico o militare. La posizione "defilata" rispetto alla val Polcevera porta a ritenere improbabile che l'area interessata dal viadotto possa essere stata colpita da bombe "fuori target".
- **Svincolo Genova Est – Campursone:** la zona circostante lo svincolo di Genova Est si trova anch'essa in una posizione distante da potenziali obiettivi strategico-militari. Non vi sono notizie storiche riguardanti bombardamenti nelle aree circostanti l'area interessata dal progetto, quali ad esempio il cimitero di Staglieno e/o gli edifici del tiro al volo del Veilino. Anche in questo caso la posizione "defilata" rispetto agli obiettivi più frequenti dei bombardamenti aerei porta a ritenere improbabile che l'area interessata dallo svincolo possa essere stata colpita da bombe "fuori target".
- **Svincolo Genova Ovest:** sebbene le opere previste in questa zona siano per la maggior parte in galleria, e non vi siano informazioni specifiche su bombardamenti in quell'area (non risulta che il cimitero della Castagna sia mai stato bombardato), lo svincolo di Genova Ovest si trova poco distante dalle zone più colpite dai bombardamenti avvenuti sulla città di Genova (Area Campi, Sampierdarena, San Benigno, area Portuale). Per tale motivo non si può escludere che quest'area possa essere stata colpita anche solo da bombe "fuori target".

Analisi delle carte batimetriche / fotografie aeree

Opera a mare

Come già anticipato al capitolo precedente, il fondale antistante Sestri Ponente (e quindi la zona attualmente occupata dall'aeroporto) è stata interessata da numerosi e ripetuti bombardamenti sia a terra che a mare.

Considerando che, per la parte a mare, una verifica delle fotografie aeree non fornisce alcuna informazione, sono state reperite, presso l'Istituto Idrografico della Marina, le carte batimetriche storiche, risalenti al 1942 (rappresentativa del periodo in cui avvenivano i bombardamenti), al 1953 (periodo in cui cominciavano le attività di riempimento dell'attuale molo aeroportuale) e attuale (fonte: Navionics - https://webapp.navionics.com/?lang=it#boating@12&key=o_anGgp%7Dt%40).

Un confronto tra le batimetrie fornisce infatti un'indicazione utile per capire se il fondale si è gradualmente interrato (e quindi se gli eventuali ordigni inesplosi si troverebbero ad una profondità tale da non costituire alcun pericolo nel caso di esplosione) oppure si sono approfonditi (e quindi potrebbero aver portato alla luce ordigni inesplosi che potrebbero detonare se sollecitati durante le attività di riempimento).

Si è quindi proceduto ad identificare, tramite programma GIS, il canale di calma compreso tra l'aeroporto e la diga foranea per poi sovrapporlo alle cartografie storiche, come illustrato nelle immagini seguenti.

Figura 5: Identificazione zona canale di calma



Figura 6: Ubicazione del canale di calma su carta batimetrica storica del 1942

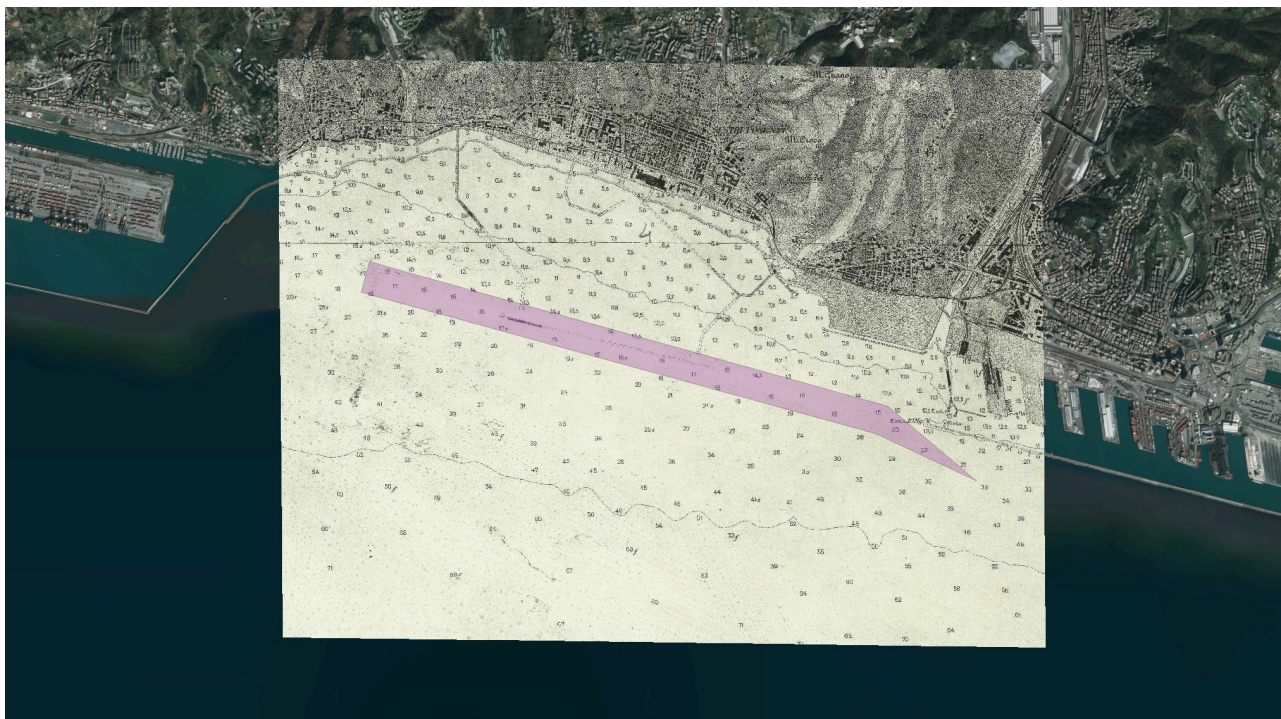


Figura 7: Ubicazione del canale di calma su carta batimetrica storica del 1953

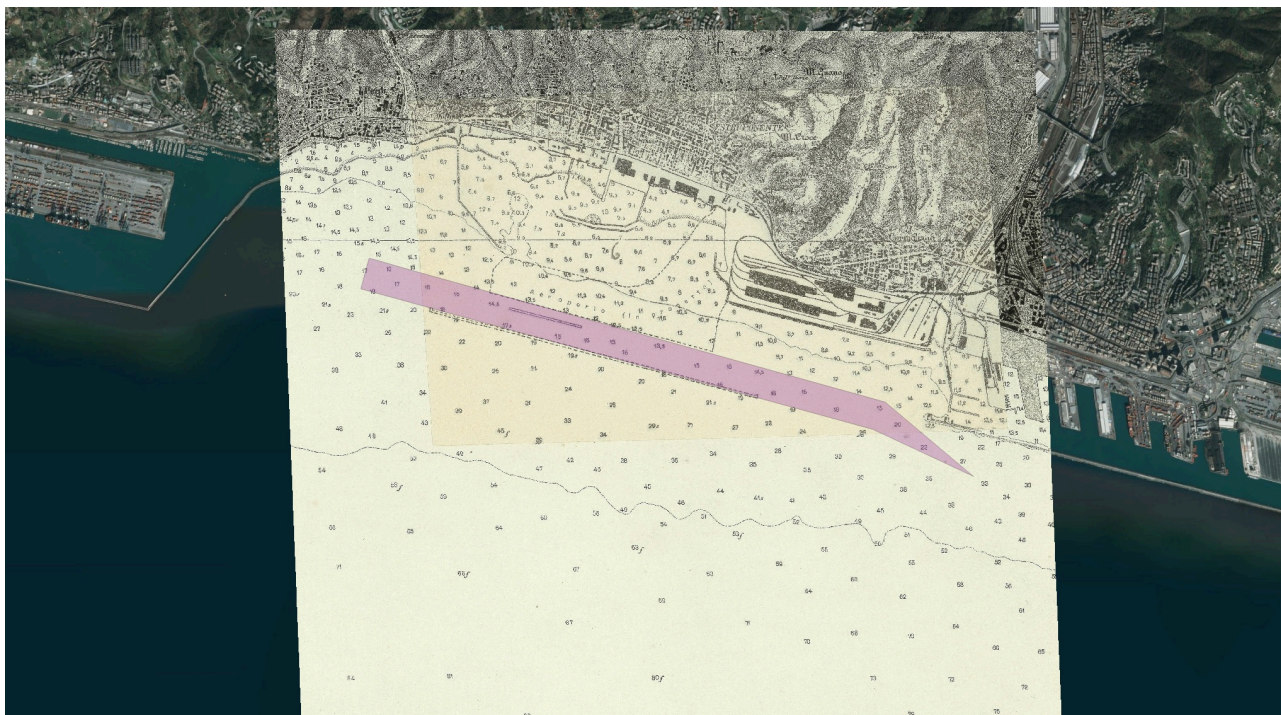
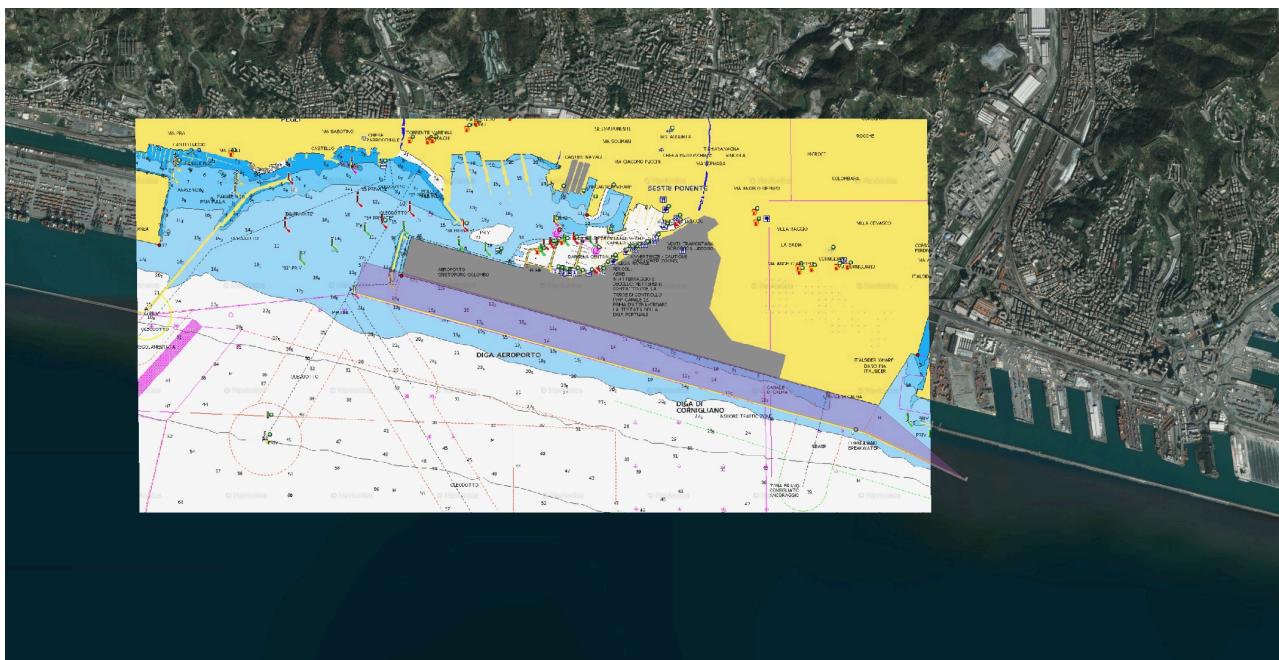


Figura 8: Ubicazione del canale di calma su carta batimetrica attuale



Il confronto tra le carte batimetriche (il cui dettaglio è riportato nelle immagini seguenti) ha mostrato che non vi sono state variazioni significative tra il 1942 e il 1953 mentre le batimetrie attuali mostrano un innalzamento del fondale (interramento) variabile da 3 a 5 m circa.

Figura 9: dettaglio batimetrie 1942

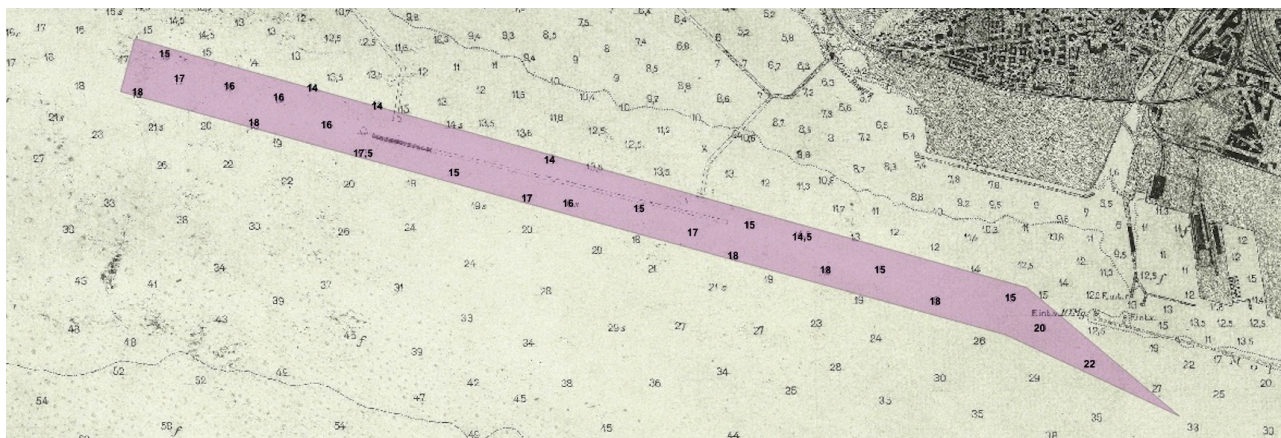


Figura 10: dettaglio batimetrie 1953

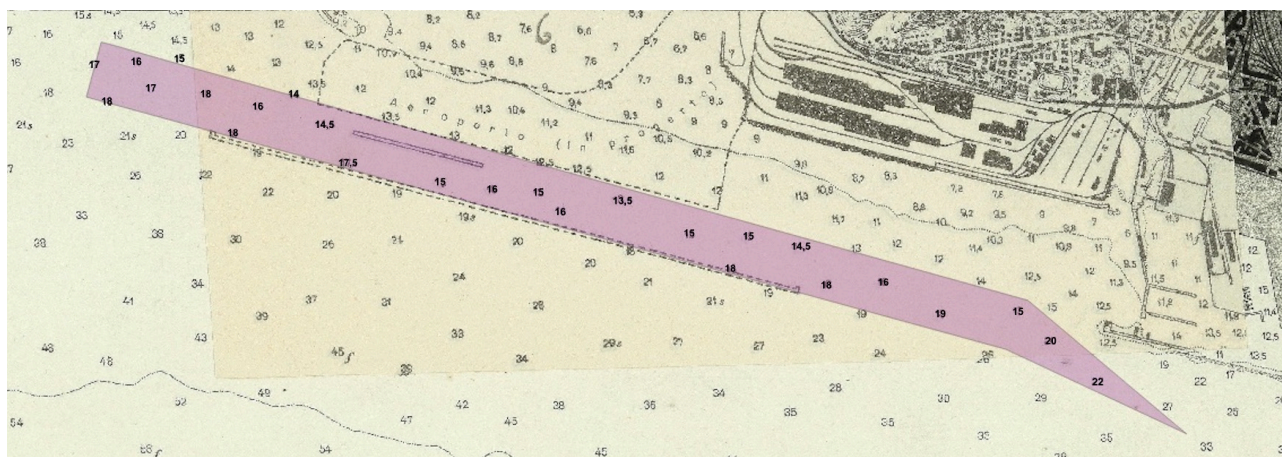
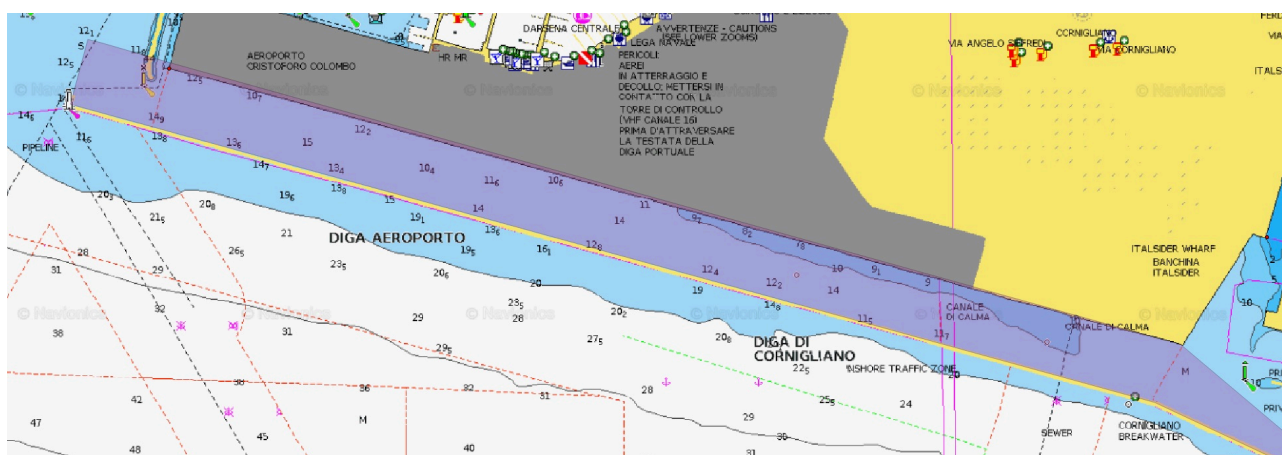


Figura 11: dettaglio batimetrie attuali



Il fenomeno di interrimento è probabilmente dovuto al fatto che il materiale trasportato dal Polcevera e/o dalle correnti marine trova, nel bacino di calma, le condizioni ideali per sedimentare.

I dati raccolti indicano che, qualora vi fossero stati ordigni inesplosi sul fondale nel periodo successivo alla Seconda Guerra Mondiale, assumendo che gli stessi non siano gradualmente sprofondati nei sedimenti presenti in allora, tali ordigni potrebbero trovarsi, oggi, ad una profondità di circa 3-5 m dall'attuale fondale.

Tuttavia, dal momento che sembrerebbe lecito ritenere che gli ordigni eventualmente ancora presenti possano essere gradualmente sprofondati nel sedimento (almeno per qualche metro), si può ragionevolmente ipotizzare che gli stessi (qualora presenti) si trovino oggi a profondità comprese tra 5-6 m e 7-8 m.

Opere a terra

Allo scopo di confermare quanto emerso dall'analisi delle notizie storiche raccolte e presentate nei capitoli precedenti, relative ai bombardamenti che hanno interessato la città di Genova e le aree circostanti, è stata effettuata una verifica delle foto aeree scattate dalla RAF durante gli ultimi periodi della guerra (1944).

Un'attenta osservazione delle foto aeree permette infatti di individuare le eventuali tracce di bombardamenti ad edifici o a infrastrutture viarie (spesso visibili come crateri).

Le foto aeree oggetto di verifica sono state preliminarmente individuate presso lo Sportello Cartografico della Regione Liguria e successivamente reperite presso l'archivio fotografico della RAF (ncap.org.uk) e/o presso la Aerofototeca di Roma.

I voli oggetto di valutazione sono stati i seguenti:

- Volo del 4 marzo 1944: zona Campi / Stabilimenti Ansaldo.
- Volo del 4 settembre 1944: zona Voltri, val Varenna, Bolzaneto.
- Volo del 26 settembre 1944: zona Voltri, Bolzaneto.

L'analisi delle foto ha evidenziato quanto di seguito meglio dettagliato:

- **Zona Crevari e Vesima:** sebbene le foto aeree (visionate dallo scrivente presso lo Sportello Cartografico della Regione Liguria) siano successive alla data del 29 Aprile, in cui furono udite (da Padre Salvatico) le esplosioni citate in precedenza non si rilevano tracce di bombardamenti o danneggiamenti agli edifici.
- **Voltri e zone retrostanti (vallate del Leira e Cerusa):** l'intera area dell'abitato di Voltri e le zone circostanti furono pesantemente bombardate in occasione dell'incursione del 7 giugno 1944. Le foto aeree mostrano diversi crateri, facilmente individuabili nelle zone comprese tra Voltri e Prà e sulle alture retrostanti, come riportato chiaramente nella fotografia seguente.

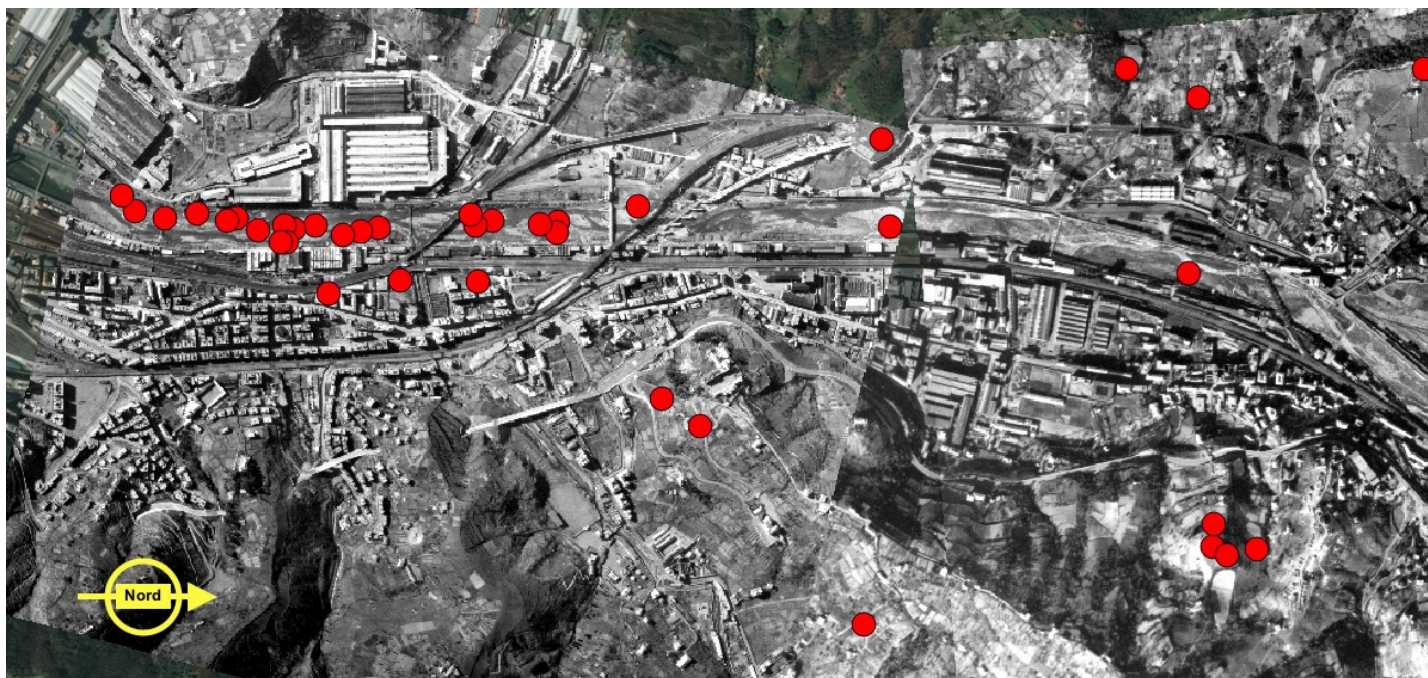
Le zone immediatamente circostanti i viadotti sul Leira e sul Cerusa non riportano tracce visibili di bombardamenti. A tale riguardo sembra opportuno osservare che la presenza di crateri nelle zone foci dei due torrenti sembrerebbe indicare che non vi siano state alluvioni o piene significative dei torrenti tali da cancellare eventuali tracce di bombardamenti nelle zone più a monte. Tuttavia, mentre il viadotto sul Cerusa si trova distante da tracce di bombardamenti, si notano parecchi crateri sulle alture soprastanti la vallata del Leira, che potrebbero essere un indizio della potenziale presenza di ordigni inesplosi.

Figura 12: Tracce visibili di bombardamenti aerei (crateri)



- **Val Varenna (tra Località Chiesino e Località Carpenara):** l'area che sarà interessata dal tracciato del viadotto non sembra mostrare alcun danno da bombardamenti aerei (come risulta dalla verifica visiva delle fotografie consultate presso lo Sportello Cartografico, di cui non è ancora stato possibile reperire copia).
- **Sestri Ponente (zona aeroporto e specchio acqueo antistante):** per la parte a mare valgono le considerazioni presentate al paragrafo precedente.
- **Val Polcevera (area Campi):** l'intera area interessata dagli stabilimenti industriali risulta pesantemente danneggiata dai bombardamenti, come chiaramente visibile nella immagine seguente, dove sono indicate le tracce di bombardamenti nel tratto del Polcevera compreso tra Bolzaneto (a destra) e l'area degli stabilimenti Ansaldo.

Figura 13: Area Val Polcevera con indicazione delle tracce dei bombardamenti



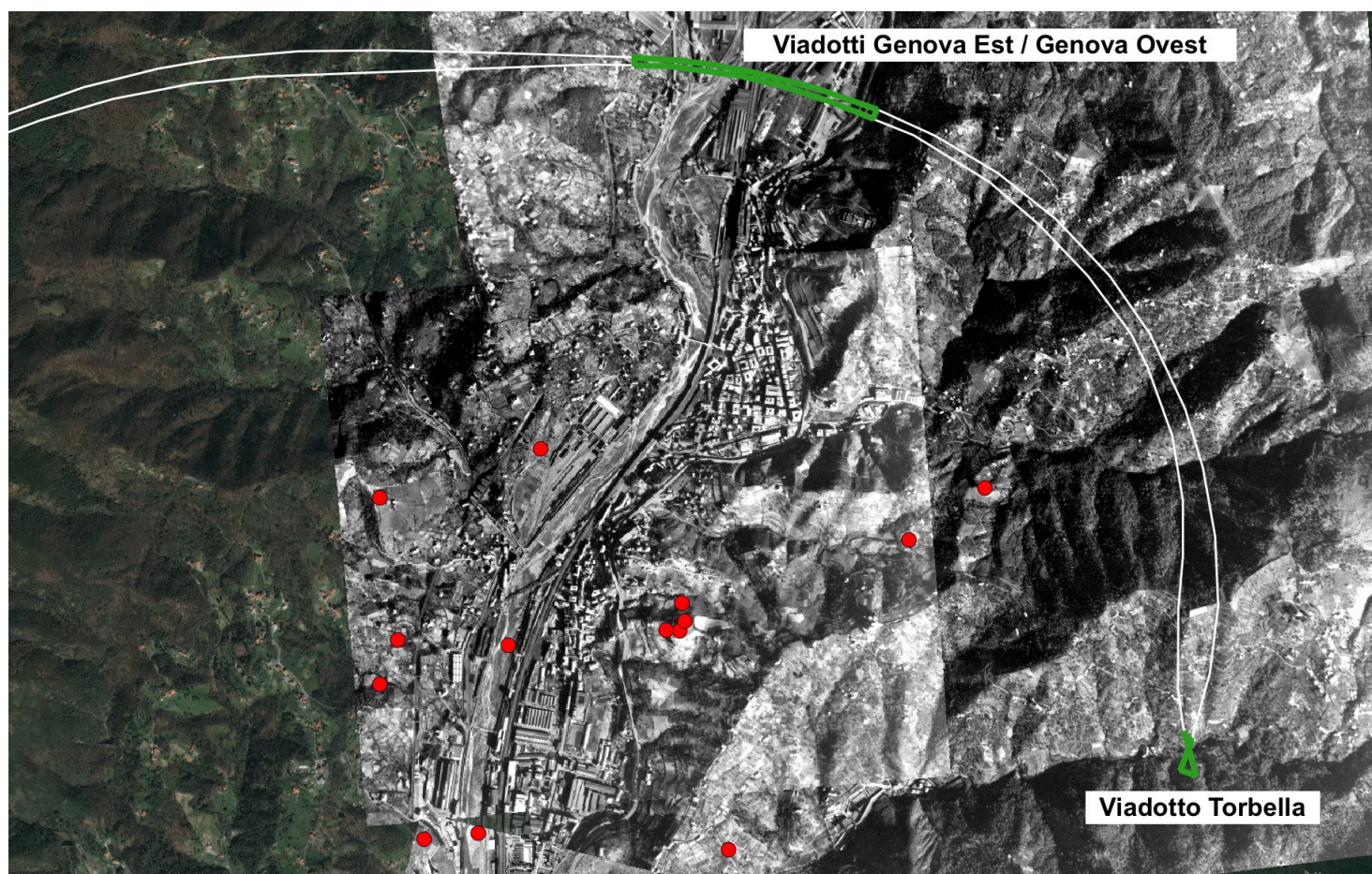
Di seguito si riporta un dettaglio con le tracce più visibili della zona prospiciente gli stabilimenti Ansaldo: si possono osservare numerosi crateri nel greto del torrente Polcevera.

Figura 14: dettaglio greto del Torrente Polcevera con le tracce dei bombardamenti



- **Bolzaneto / Torbella:** non sono visibili tracce di bombardamenti nelle aree interessate dal progetto della Gronda, aspetto che costituisce una conferma dell'assenza di notizie storiche sui bombardamenti nell'area di Bolzaneto e zone circostanti. Nella figura seguente è riportato il tracciato con l'indicazione delle tracce più prossime alle aree interessate dal progetto (compreso il viadotto Torbella).

Figura 15: Area di Bolzaneto e Torbella con indicazione delle tracce dei bombardamenti



- **Svincolo di Genova Ovest:** come già riportato in precedenza, la zona dello svincolo di Genova Ovest si trova poco distante dalle zone più colpite dai bombardamenti avvenuti sulla città di Genova (Area Campi, Sampierdarena, San Benigno, area Portuale). Le fotografie visionate dallo scrivente presso lo Sportello Cartografico della Regione Liguria indicavano la presenza di numerosissime tracce di bombardamenti in tutte le aree circostanti lo svincolo.

Informazioni/dati sulla geologia di superficie (e/o di fondali marini)

La ricerca di eventuali ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo non può prescindere dalla stima della profondità a cui si può trovare l'oggetto.

Sebbene i principali fattori che influenzano la penetrazione di un oggetto in un terreno siano facilmente identificabili (il peso della bomba, la sua forma, la modalità e la velocità con cui la stessa impatta con il suolo e le caratteristiche degli strati superficiali del terreno), purtroppo la valutazione teorica sulla dinamica di penetrazione di un oggetto (in caduta libera) nel sottosuolo è uno dei problemi più complessi nel campo della geomeccanica e, ad oggi, la maggior parte dei metodi utilizzati sono di tipo empirico, basati sull'osservazione su campo e esperimenti in laboratorio.

Gli studi disponibili (ad es. " *Analysis of Dynamic Loading and Penetration of Soils - Applications to Site Investigation and Ground Improvement*", J.P Carter, M. Nazem, D.W. Airey – *International Conference on Geotechnical Engineering. 2013*), partono da considerazioni teoriche e calibrano i modelli sviluppati con simulazioni e test effettuati in laboratorio in condizioni ideali (omogeneità del terreno, direzione di impatto verticale, forma ed orientazione del provino standardizzate, ecc.), ben lontane dalle condizioni reali in cui una bomba (o un oggetto in generale) colpisce un terreno disomogeneo.

Pur con i limiti di cui sopra è abbastanza evidente che se gli strati superficiali del terreno presentano una granulometria grossolana (es. ghiaia, ghiaietto o sabbia grossolana) la capacità di penetrazione di un oggetto che cade dall'alto è molto più bassa rispetto a terreni limosi o argillosi, la cui consistenza e plasticità favorisce senza dubbio una maggiore capacità di penetrazione verso strati più profondi.

Un altro fattore che certamente condiziona la dinamica di penetrazione nel sottosuolo di un oggetto che cade dall'alto (e ne semplifica le eventuali previsioni teoriche) è l'orografia del territorio: è infatti evidente che in una pianura, caratterizzata da strati di terreno orientati orizzontalmente e aventi caratteristiche più o meno omogenee, la dinamica con cui una bomba potrebbe penetrare nel suolo si avvicina maggiormente alle condizioni "ideali" (teoriche) rispetto a quella che si potrebbe osservare in aree caratterizzate da un'orografia complessa come quella caratteristica del territorio ligure.

Sulla base di tali premesse, senza entrare troppo nel merito delle singole aree interessate dal progetto della Gronda, è possibile effettuare alcune considerazioni generali basate sulla conformazione tipica del territorio ligure, come meglio inquadrata nella *Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica generale* (Elaborato 11071205STPGE0000102) a cui si rimanda per tutti i dettagli e approfondimenti necessari.

In particolare:

- Il territorio della zona costiera ligure è caratterizzato da rilievi piuttosto impervi che degradano verso il mare in maniera spesso accentuata, con coste rocciose e frastagliate. Le coste sono regolarmente interrotte da estuari di piccoli torrenti che solcano il territorio perpendicolarmente alla linea di costa con profonde vallate “a V” che lasciano poco spazio ad aree pianeggianti di fondovalle (ad eccezione dei torrenti principali quali Bisagno e Polcevera).
- La geologia di superficie è caratterizzata spesso da coltri eluvio-colluviali (di granulometria variabile da ghiaie a sabbie limoso-argillose) di spessore limitato che si alternano ad affioramenti rocciosi.
- Le aree di fondovalle sono costituite quasi sempre da strati alluvionali di ghiaia a granulometria variabile, talvolta con presenza di lenti di materiale più fine. Nei rivi minori non sono infrequenti affioramenti rocciosi anche sul greto dei torrenti.

E' quindi evidente che le matrici predominanti su cui si potrebbe effettuare valutazioni sulla dinamica di penetrazione nel sottosuolo degli eventuali ordigni inesplosi sono essenzialmente due: **ghiaie e sabbie**. Valutazioni che, ovviamente, riguardano soltanto le eventuali aree pianeggianti e non quelle con orografia più complessa.

Non va però neanche trascurato il fatto che le aree pianeggianti sono spesso ubicate intorno a torrenti che sono interessati, anche se solo occasionalmente, da alluvioni che possono raggiungere anche una notevole intensità. Questi eventi provocano un movimento significativo degli strati superficiali presenti nel greto dei torrenti che potrebbero quindi movimentare in senso verticale (in entrambe le direzioni) eventuali ordigni bellici inesplosi.

La stima della profondità a cui un ordigno inesplosivo può trovarsi in ciascuna delle due matrici sopra individuate può essere eseguita in due modi:

- applicando modelli matematici teorici (per una stima indicativa);
- ricercando notizie di rinvenimenti di ordigni inesplosi nella zona o in aree con terreni aventi caratteristiche il più possibile omogenee a quelli presenti nella zona di studio;

Per quanto riguarda il primo punto, come già evidenziato sopra, è estremamente complesso stimare la profondità di una bomba inesplosa con un approccio esclusivamente teorico (specialmente in un territorio avente una conformazione quale quella in esame) e, ad oggi, la maggior parte dei metodi utilizzati sono di tipo empirico, basati sull'osservazione su campo e esperimenti in laboratorio.

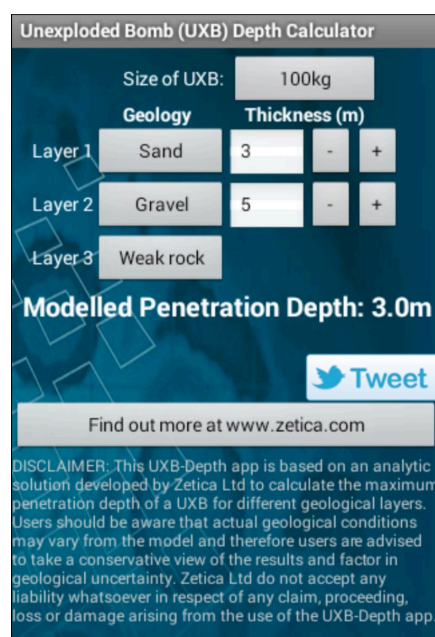
Proprio partendo da dati empirici (profondità di penetrazione di bombe di diversa misura/grandezza in diversi siti presenti nel Regno Unito) la società inglese Zetica Ltd.,

specializzata in geofisica ambientale, ha sviluppato un modello analitico per stimare la profondità di penetrazione di ordigni bellici inesplosi (Unexploded Bomb - UXB) in un suolo multi-strato (max 3 strati diversi).

Il modello è disponibile liberamente (in forma applicazione Web in linguaggio Java o di app per il sistema Android) all'indirizzo web:

<http://www.zetica.com/productsandservices/uxbdepth.htm>

Figura 16: Interfaccia della App Android di Zetica Ltd.



Unexploded Bomb (UXB) Depth Calculator

Size of UXB: 100kg

	Geology	Thickness (m)		
Layer 1	Sand	3	-	+
Layer 2	Gravel	5	-	+
Layer 3	Weak rock			

Modelled Penetration Depth: 3.0m

[Tweet](#)

[Find out more at www.zetica.com](http://www.zetica.com)

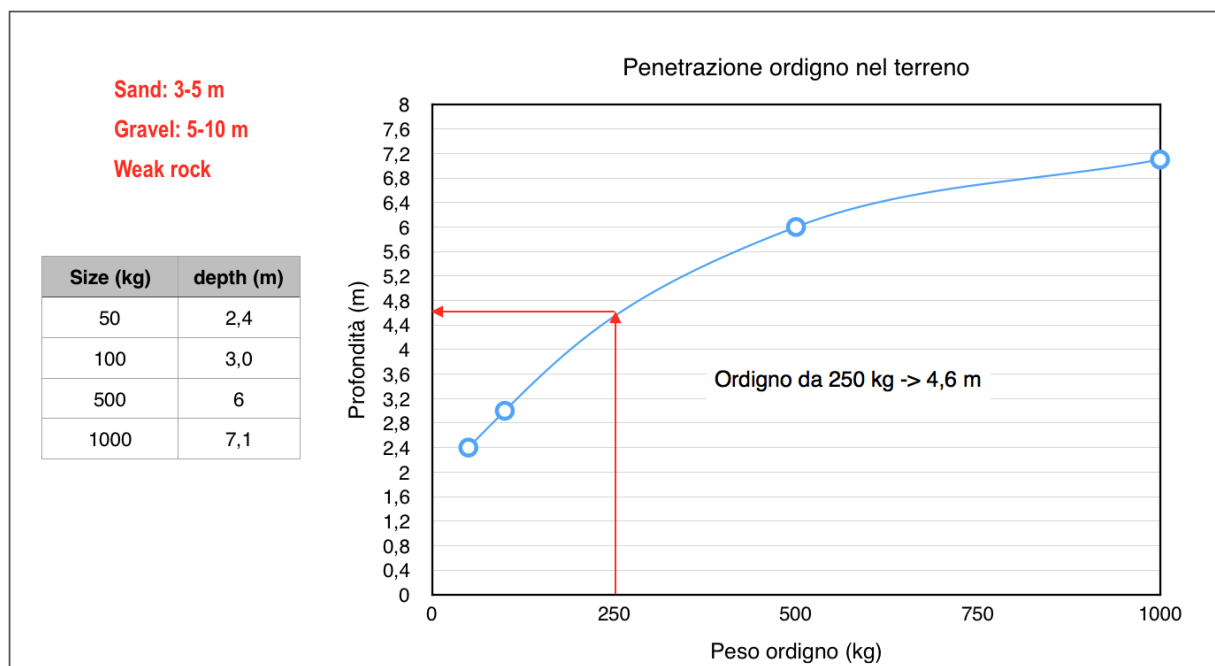
DISCLAIMER: This UXB-Depth app is based on an analytic solution developed by Zetica Ltd to calculate the maximum penetration depth of a UXB for different geological layers. Users should be aware that actual geological conditions may vary from the model and therefore users are advised to take a conservative view of the results and factor in geological uncertainty. Zetica Ltd do not accept any liability whatsoever in respect of any claim, proceeding, loss or damage arising from the use of the UXB-Depth app.

Utilizzando tale modello sono stati effettuati calcoli indicativi assumendo un peso dell'ordigno variabile e ipotizzando le seguenti successioni stratigrafiche:

- sabbie per uno spessore di circa 3-5 m;
- ghiaie per uno spessore di circa 5-10 m (in realtà il modello restituisce la stessa profondità sia che si tratti di un'alternanza di sabbie e ghiaie, sia che si tratti di strati omogenei di queste due tipologie di terreno;
- roccia.

Un grafico con i risultati ottenuti è riportato nella figura seguente.

Figura 17: Stima profondità ordigni bellici in strati di sabbie e ghiaie



Come si può osservare dai calcoli risulta che la profondità a cui potrebbero trovarsi ordigni inesplosi in zone di piana alluvionale quale quelle presenti nel greto dei torrenti interessati dal tracciato della Gronda varia da poco più di 2 m per bombe di piccole dimensioni fino a circa 7 m di profondità, per ordigni di dimensioni maggiori.

Al fine di “calibrare” il modello utilizzato (e confermare o meno il valore calcolato) è possibile ricercare informazioni su ordigni bellici inesplosi riscontrati nella zona di studio o in zone con terreni a matrice granulometrica simile e confrontare le profondità reali con quelle teoriche.

Nel prossimo paragrafo vengono presentati alcuni dati disponibili sui principali rinvenimenti di ordigni bellici nella zona (degli ultimi anni) e verranno effettuate le considerazioni in merito.

Dati sui rinvenimenti di ordigni bellici inesplosi nella zona di interesse

Dalle notizie reperite sul web risulta che nella città di Genova e nelle zone circostanti sono stati rinvenuti, nel corso degli anni, diversi ordigni inesplosi risalenti alla Seconda Guerra Mondiale.

In particolare, in tempi più recenti:

- nell'agosto 2012, durante i lavori a Calata Bettolo, è stato ritrovato un ordigno bellico (bomba d'aereo del peso di 500 libbre) risalente alla Seconda Guerra Mondiale;
- nel marzo 2013, nell'ambito di lavori di dragaggio in porto, sempre nella zona di Calata Bettolo, è stato ritrovato un altro ordigno bellico (bomba d'aereo del peso di 500 libbre) risalente alla Seconda Guerra Mondiale;

- nel febbraio 2014, durante i lavori al terminal San Giorgio, presso Calata Tripoli, è stato ritrovato un ordigno bellico inesplosivo risalente alla Seconda Guerra Mondiale;
- nell'aprile 2014, nell'ambito di lavori di bonifica del terreno per la costruzione del Terzo Valico, nella zona di Trasta, sono stati rinvenuti n.11 ordigni bellici inesplosivi risalenti alla Seconda Guerra Mondiale ;
- nel settembre 2014, nell'ambito di lavori di scavo da parte di una compagnia telefonica nella zona tra Pegli e Prà, sono stati rinvenuti n.3 ordigni bellici risalenti alla Seconda Guerra Mondiale;
- nel febbraio 2015, nell'ambito di lavori di dragaggio in porto, presso Calata Bettolo, è stato ritrovato un ordigno bellico (bomba d'aereo del peso di 500 libbre) risalente alla Seconda Guerra Mondiale;
- nel maggio 2015, sempre nell'ambito di lavori di dragaggio in porto, presso Calata Bettolo, è stato ritrovato un ordigno bellico (si tratta anche in questo caso di una bomba d'aereo del peso di 500 libbre) risalente alla Seconda Guerra Mondiale;
- nel marzo 2016, in un cantiere della RFI nei pressi del nodo ferroviario di Genova Campasso, è stato trovato un proiettile inesplosivo di artiglieria di contraerea con una spoletta tranciata risalente alla seconda guerra mondiale;
- nel febbraio 2017, nell'ambito degli scavi effettuati per i lavori del nodo San Benigno, è stato ritrovato un ordigno bellico risalente alla Seconda Guerra Mondiale nella zona di Lungomare Canepa;
- sempre nel febbraio 2017, sulla spiaggia di Voltri, è stato ritrovato un proiettile di mortaio di circa 75 grammi.
- nel marzo 2017, alcuni operatori Amiu che si trovavano in salita Forte della Crocetta per effettuare una bonifica, hanno rinvenuto un ordigno bellico.
- nel luglio 2017, nei pressi dell'ex ospedale San Raffaele di Coronata, è stato rinvenuto un ordigno bellico di grosse dimensioni risalente alla Seconda Guerra Mondiale: si tratta di una bomba d'aereo di fabbricazione americana con spoletta differita da 30/40 kg di esplosivo.

Figura 18: Rinvenimento di un ordigno bellico inesploso a Calata Bettolo



Le notizie citate, oltre a confermare quanto già emerso dalle informazioni storiche sui numerosi bombardamenti che la città di Genova e le aree circostanti hanno subito durante la Seconda Guerra Mondiale, indicano che i rinvenimenti riguardano anche strati di terreno superficiali (scavi eseguiti a profondità modeste), in linea con il calcolo di cui al paragrafo precedente.

Le notizie confermano inoltre che non possono essere trascurati i fondali dello specchio acqueo portuale antistante la città di Genova, i cui sedimenti possono ancora nascondere ordigni bellici in grado di creare situazioni di pericolo se non correttamente maneggiati.

Quanto sopra riportato appare in linea con quanto riportato in un articolo di approfondimento sul tema ordigni inesplosi, di Lorenzo Grassi, apparso il 29 settembre 2003 sul quotidiano Metro (reperibile all'indirizzo: <http://www.lorenzograssi.it/archivio/Bombe.pdf>), il quale intervistando l'esperto Fernando Termentini, generale in ausiliaria del Genio, riceve questa risposta (riportata integralmente):

“Le bombe che restano celate nel sottosuolo inesplose per decine e decine di anni - prosegue Termentini - sono in particolare quelle di aereo che per peso e configurazione raggiungono, nei terreni non rocciosi, profondità anche oltre i 5-8 metri. Questi ordigni rimangono attivi ma non costituiscono di fatto un pericolo diretto se non vengono toccati. Per questo esiste una legge che prevede interventi di bonifica in profondità quando si devono realizzare lavori in aree dove potrebbero esserci ordigni non esplosi e si deve procedere ad opere di fondazione o scavi in profondità per la costruzione di ferrovie, ponti, autostrade”.

Dati e foto storiche delle aree di interesse in epoche successive alla guerra

Questa fase di ricerca riguarda l'analisi dell'uso del suolo nel periodo del secondo dopoguerra ed ha lo scopo di verificare se alcune delle zone interessate dai bombardamenti della Seconda Guerra Mondiale siano state interessate, in epoche successive, da scavi o interventi edilizi che potrebbero avere già raggiunto profondità sufficienti da garantire l'assenza di ordigni bellici inesplosi.

Nel caso in esame il tracciato della Gronda previsto dal progetto si sviluppa notevolmente a monte rispetto alla città di Genova e alle aree urbanizzate circostanti proprio per minimizzare l'impatto ambientale e le interferenze con i centri abitati già esistenti e quindi, gran parte del tracciato interessa per lo più aree attualmente prive di qualunque struttura edilizia significativa.

In alcune aree la situazione si è modificata nel tempo ossia si nota un incremento degli insediamenti abitativi o industriali ma non si ritiene che tali modifiche possano in qualche modo essere considerate motivi validi per escludere che vi sia una potenziale presenza di ordigni bellici inesplosi.

Si riportano nel seguito alcuni particolari delle zone interessate dal tracciato.

Voltri

Dal 1944 ad oggi le zone interessate dal tracciato della Gronda (viadotti sul Leira e Cerusa) non hanno subito alcuna variazione significativa nel tessuto urbano/industriale che è rimasto pressoché invariato (sono chiaramente visibili gli stessi edifici / capannoni esistenti ad oggi).

Le immagini del '73 mostrano chiaramente che erano in corso i lavori di realizzazione dell'Autostrada Voltri – Alessandria (sono visibili i piloni delle costruende carreggiate).

Alcuni dettagli sono riportati nelle figure seguenti.

Figura 19: La zona di Voltri nel 1944

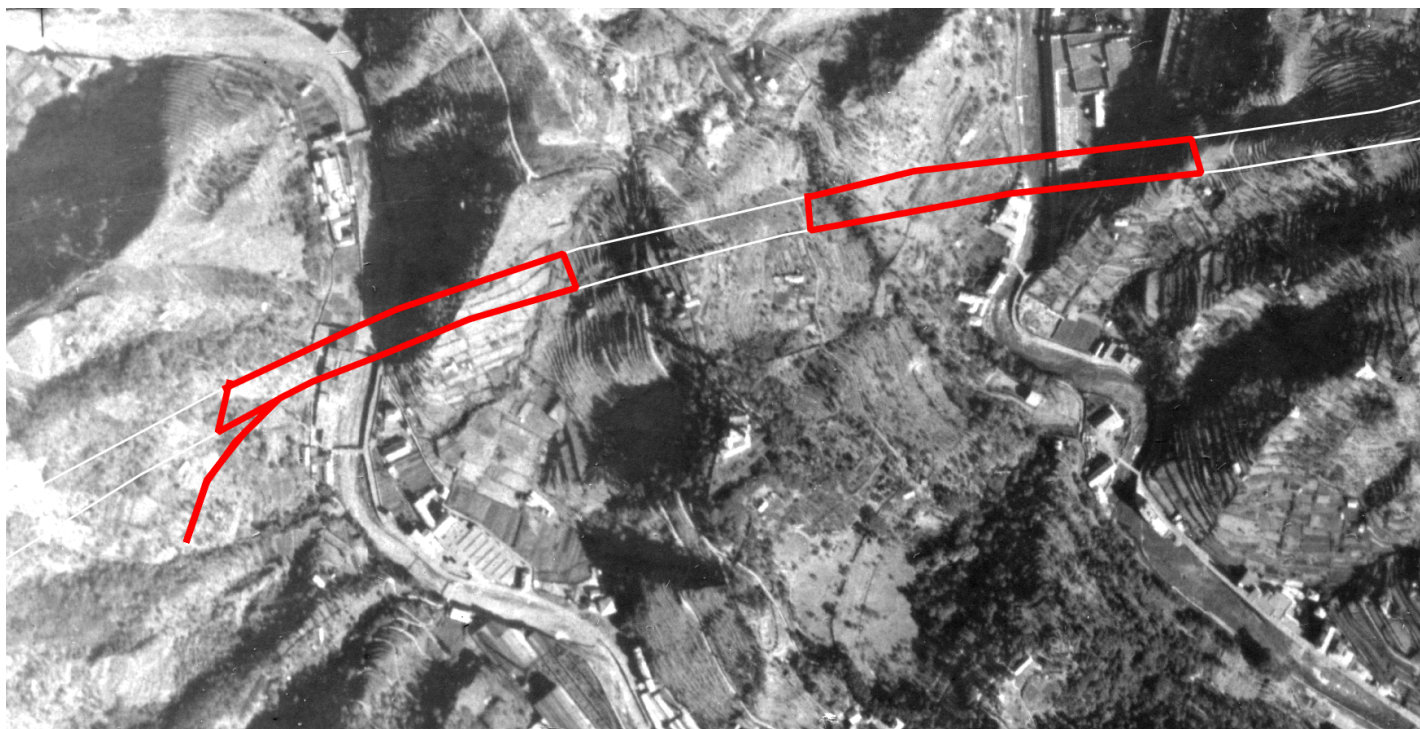
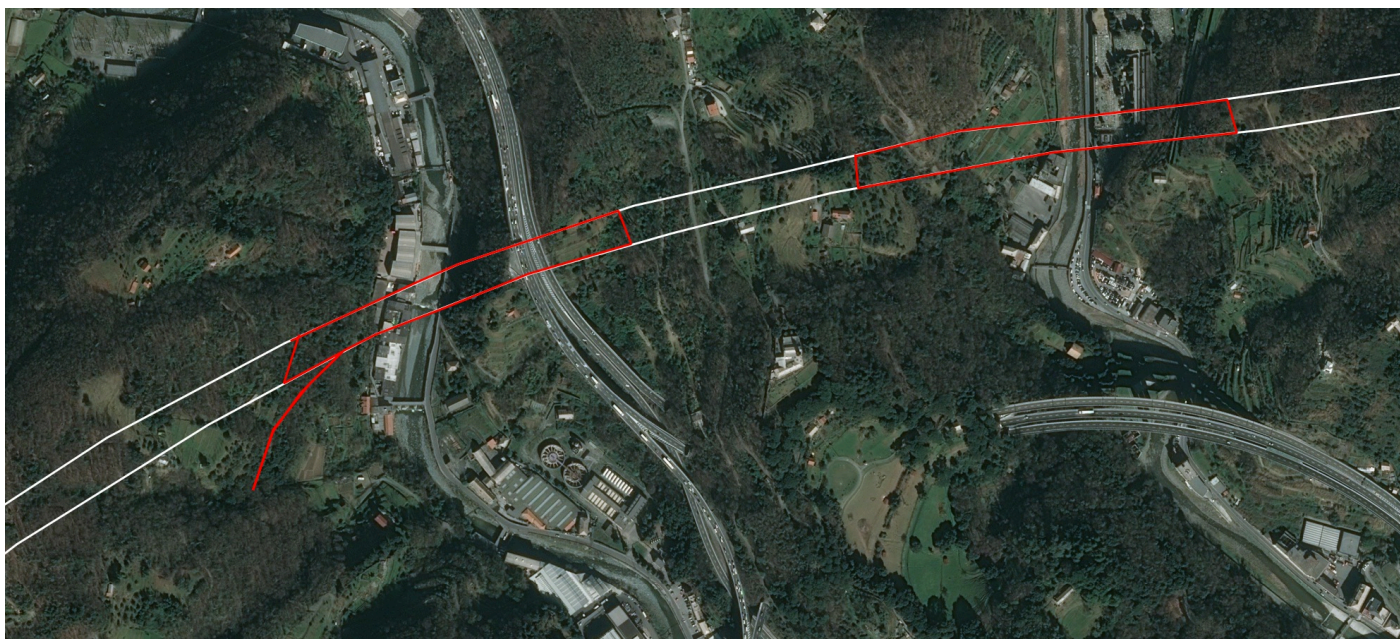


Figura 20: La zona di Voltri nel 1973



Figura 21: La zona di Voltri allo stato attuale



Val Varenna

La Val Varenna non ha subito alcuna variazione significativa nel corso del secondo dopoguerra.

Dal 1973 ad oggi è rimasta invariata ad eccezione delle dimensioni della cava come meglio evidenziato nelle immagini seguenti.

Figura 22: Val Varenna nel 1973

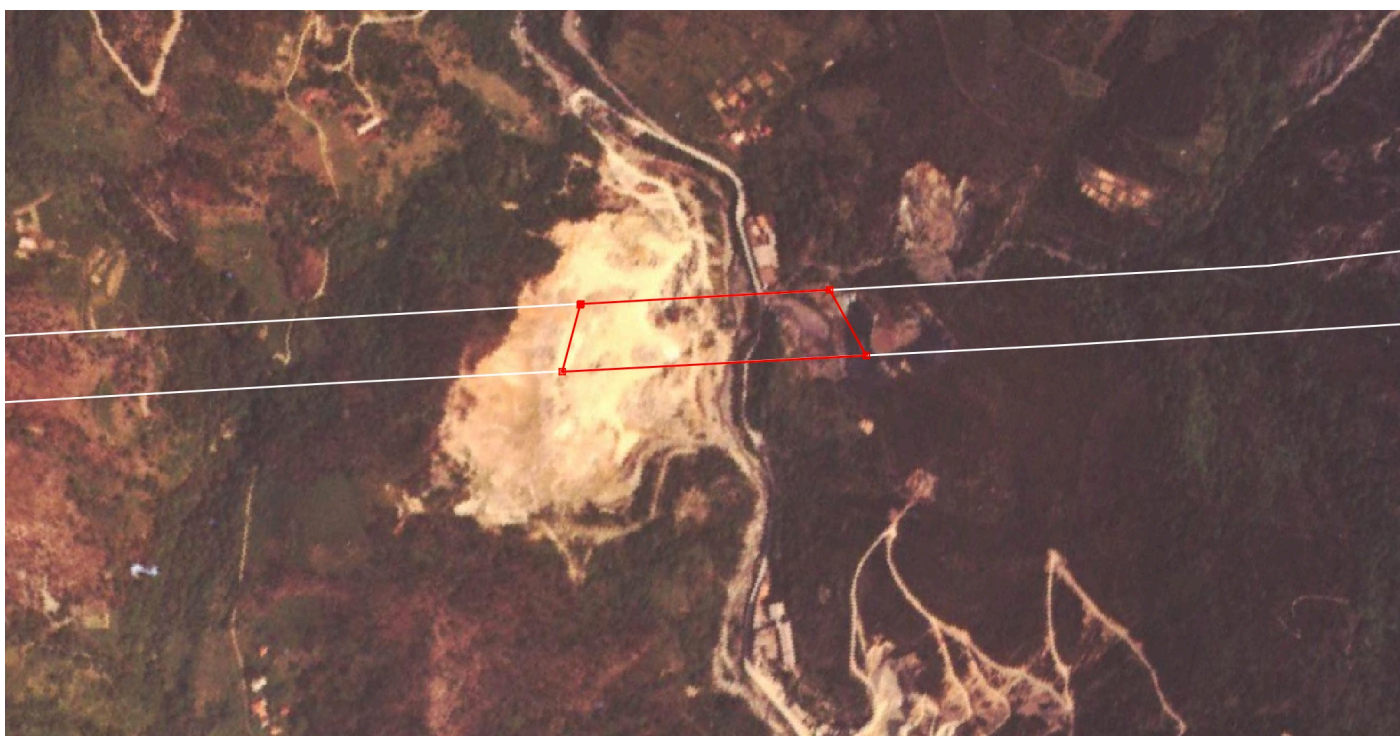


Figura 23: Val Varenna allo stato attuale



Bolzaneto

Bolzaneto è certamente la zona che, dal dopoguerra ad oggi, ha subito le modifiche più significative.

Sembra inutile ricordare che appena a monte del tracciato di progetto della Gronda sorgeva la Raffineria Erg, poi dismessa e smantellata nel corso degli anni '90 per far spazio ad un centro commerciale e ad un quartiere residenziale.

Le aree sottostanti il futuro viadotto sono state interessate da diverse modificazioni, visibili chiaramente nella sequenza di foto storiche. La più significative riguardano senza dubbio l'area dell'attuale mercato ortofrutticolo, prima occupata dalla Sanac (che produceva mattoni refrattari) e prima ancora dalle Fonderie Bruzzo.

Si può pertanto ragionevolmente ritenere che gran parte delle aree (eccetto il greto del torrente Polcevera per le ragioni già spiegate in precedenza) siano già state interessate da scavi che avrebbero portato alla luce eventuali ordigni inesplosi. Peraltro, considerando che la zona non sembra sia stata bombardata durante la guerra, tale eventualità appare ancor più remota.

Ne è conferma l'assenza di ritrovamenti storici di ordigni bellici inesplosi.

Di seguito sono riportate le immagini che rappresentano le variazioni più significative.

Figura 24: La zona di Bolzaneto nel 1944

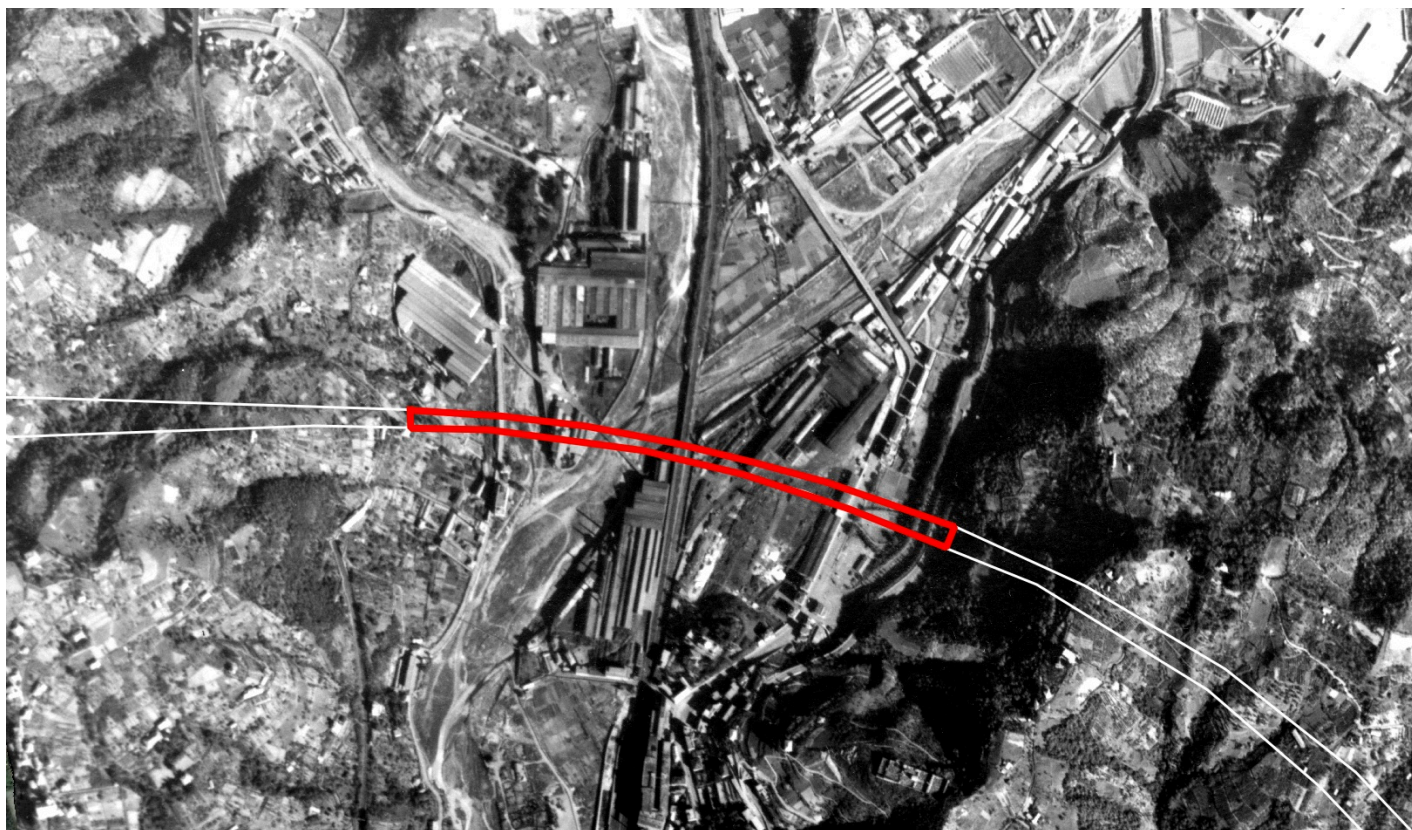


Figura 25: La zona di Bolzaneto nel 1988

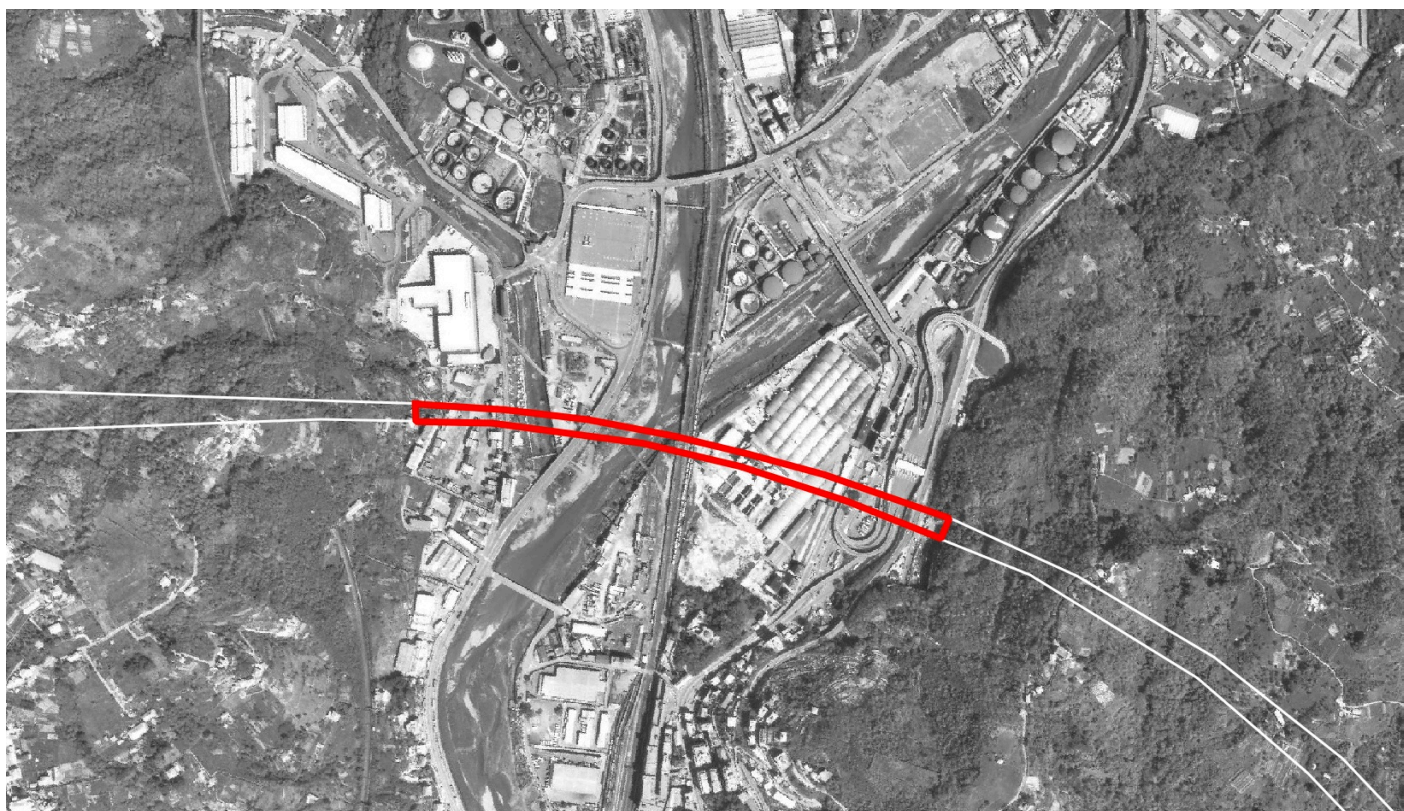
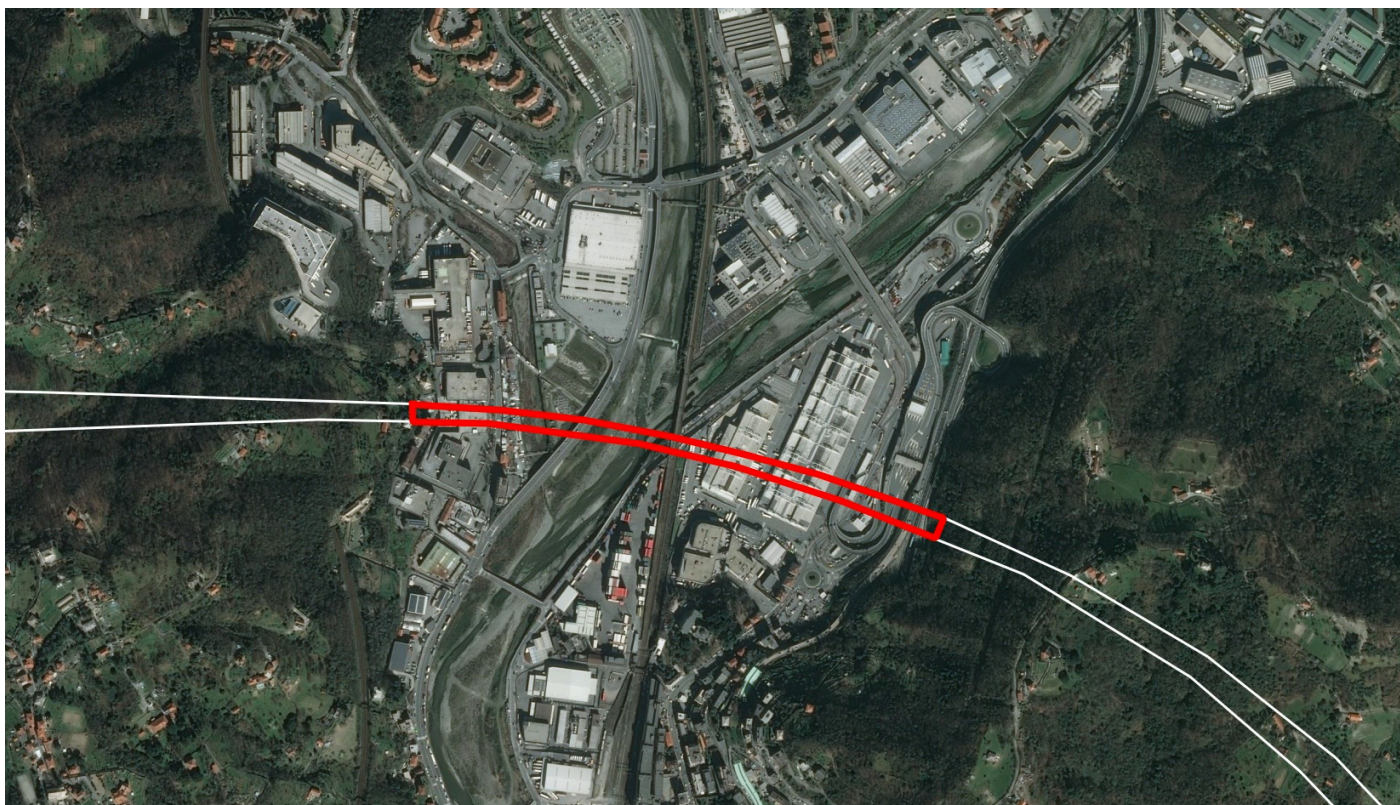


Figura 26: La zona di Bolzaneto allo stato attuale



Considerazioni sull'uso del suolo previsto dal progetto

Una volta realizzata una struttura edilizia su un sito (non sottoposto a verifica preliminare sull'eventuale presenza di ordigni bellici) il rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi può essere ragionevolmente escluso se:

- non vi è necessità di alcun ulteriore intervento di scavo;
- eventuali abbattimenti e ricostruzioni di opere richiedono scavi a profondità non superiori a quelle del piano di posa delle fondazioni della struttura preesistente.

Lo stesso vale per anche per aree, prive di edifici o strutture coperte, interessate da scavi eseguiti nel periodo post-bellico ad una profondità pari ad almeno 7 m da p.c.

Quanto sopra esposto è applicabile a tutte le strutture industriali, commerciali o residenziali presenti nelle zone interessate dalla posa di fondazioni, quali depositi, magazzini, palazzi, ecc.

Non va tuttavia dimenticato che, nel caso in esame, le opere previste dal progetto sono costituite essenzialmente da gallerie (non considerate) e da viadotti ed il passaggio di mezzi su questi ultimi potrebbe creare sollecitazioni sui piloni, le cui vibrazioni potrebbero propagarsi nel sottosuolo, con intensità più o meno elevata dipendente dal tipo di terreno sottostante:

- In terreni caratterizzati da una granulometria da fine a molto fine (da sabbie a limi argillosi) la matrice del suolo tenderebbe ad assorbire parte delle vibrazioni attenuandone la propagazione negli strati profondi del sottosuolo. Peraltro nel caso in cui vi fossero matrici più fini gli eventuali ordigni bellici, qualora presenti, si troverebbero a profondità superiori rispetto ai suoli con matrici più grossolane.
- In terreni caratterizzati da granulometrie più grossolane da sabbie a ghiaie (o roccia), quali quelle presenti nelle zone oggetto di studio, l'eventuale presenza di ordigni bellici dovrebbe interessare profondità certamente inferiori (e quindi potrebbero già essere state rinvenute) e la propagazione delle vibrazioni sarebbe maggiormente favorita.

Per tali motivi si ritiene che, nel caso in cui vi sia un alto rischio di presenza di ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo (dovuto a notizie storiche e/o evidenze di bombardamenti), considerate le caratteristiche predominanti dei suoli della zona, sarebbe maggiormente cautelativo provvedere ad una verifica diretta.

Considerazioni

L'insieme dei dati e delle informazioni presentate nei paragrafi precedenti permette di effettuare un certo numero di considerazioni sui rischi di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo delle aree interessate dal tracciato della Gronda.

In particolare:

- Le aree interessate in passato da obiettivi strategici quali fabbriche, infrastrutture viarie/ferroviarie o portuali sono ad alto rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi soprattutto dato il notevole numero di bombardamenti che hanno subito la città di Genova e le aree circostanti.
- Le notizie storiche e le foto aeree storiche nonché i numerosi rinvenimenti di ordigni bellici nelle zone individuate nei paragrafi precedenti confermano quanto evidenziato al punto precedente.
- Le aree di Bolzaneto costituiscono un'eccezione in quanto, sebbene l'area fosse interessata dalla presenza di numerosi obiettivi strategico-militari (fabbriche e infrastrutture viarie/ferroviarie), non sono reperibili notizie (o tracce) di bombardamenti, né risulta siano stati rinvenuti ordigni bellici in tempi passati (dal secondo dopoguerra ad oggi) nonostante le notevoli modificazioni che ha subito il tessuto urbano e industriale della zona.
- I numerosi rinvenimenti di ordigni bellici inesplosi nelle acque del porto in occasione delle attività di dragaggio portano a ritenere che le aree portuali siano potenzialmente a rischio. Non va dimenticato che il canale di calma prospiciente la pista aeroportuale ha subito nel corso del

tempo un gradale interrimento di circa 4-5 m, chiara indicazione che non vi sono stati interventi di dragaggio significativi in tempi passati (e quindi conseguenti rinvenimenti di ordigni).

- Vale tuttavia la pena di osservare che le sollecitazioni indotte sul fondale da un materiale che riempie una cassa di colmata sono notevolmente sfavorite dalla presenza dell'acqua e quindi si ritiene che difficilmente potrebbero raggiungere le profondità a cui potrebbero essere presenti gli ordigni bellici (5-7 m dall'attuale fondale). Tali considerazioni non si applicano ovviamente alle operazioni di affondamento delle casse di colmata (il cui impatto sul fondale potrebbe non essere trascurabile).
- Le caratteristiche geologiche del terreno sottostante i viadotti portano a ritenere che le sollecitazioni dovute al transito dei mezzi e la conseguente propagazione di vibrazioni nel sottosuolo potrebbero essere significative ai fini della possibile interferenza con eventuali ordigni inesplosi presenti nel sottosuolo.

Le considerazioni sopra esposte indicano che il rischio di rinvenimento di bombe inesplose nel sottosuolo delle zone interessate dal tracciato della Gronda sia, nel complesso, significativo, ad eccezione di alcune zone sulle quali la probabilità sembra abbassarsi notevolmente. Ovviamente non si può escludere con certezza che anche in tali zone vi possa essere stata una caduta di bombe fuori bersaglio, dovuta ad esempio alla necessità di alleggerimento in volo degli aerei che si apprestavano al rientro, ma si ritiene che tale possibilità sia piuttosto remota (non essendovi comunque tracce di bombardamenti).

Sulla base delle premesse di cui sopra è possibile procedere alla compilazione della tabella per la stima del rischio di rinvenimento ordigni bellici nel sottosuolo (cfr. Approccio metodologico) e all'elaborazione di una mappa dei rischi, suddivisa per zone.

Valutazione dei rischi

Sulla base di quanto emerso nei paragrafi precedenti è possibile suddividere il tracciato della Gronda essenzialmente in 6 sotto-aree:

- **Zona Crevari e Vesima:** caratterizzata da assenza di obiettivi strategici e da assenza di tracce di bombardamenti (sebbene vi sia un cenno storico su un possibile bombardamento).
- **Voltri e zone retrostanti (vallate del Leira e Cerusa):** caratterizzata da presenza di potenziali obiettivi strategici e da numerose notizie storiche di bombardamenti. Sebbene vi sia assenza di tracce di bombardamenti nelle immediate vicinanze delle opere previste dal progetto della Gronda sono visibili numerosi crateri in tutte le zone circostanti.

- **Val Varenna (tra Località Chiesino e Località Carpenara):** caratterizzata da assenza di obiettivi strategici e da assenza di tracce di bombardamenti.
- **Sestri Ponente (zona aeroporto e specchio acqueo antistante):** caratterizzata da presenza di potenziali obiettivi strategici e da numerose notizie storiche di bombardamenti nella zona (oltre a rinvenimenti di ordigni sui fondali che, sebbene riguardino altre zone non ne escludono il rischio, non essendo l'area stata oggetto di dragaggi).
- **Val Polcevera:** caratterizzata da presenza di potenziali obiettivi strategici, da presenza di tracce di bombardamenti e da numerose notizie storiche di bombardamenti.
- **Bolzaneto:** caratterizzata da presenza di potenziali obiettivi strategici ma da assenza di notizie storiche o tracce di bombardamenti.
- **Val Torbella:** caratterizzata da assenza di obiettivi strategici e da assenza di tracce di bombardamenti.
- **Svincolo di Genova Ovest:** caratterizzata da assenza di obiettivi strategici ma ubicata in una zona circondata da tracce di bombardamenti e suscettibile di caduta di bombe "fuori target".
- **Svincolo di Genova Est:** caratterizzata da assenza di obiettivi strategici e da assenza di notizie storiche di bombardamenti.

Una rappresentazione grafica della suddivisione indicata sopra è riportata nella figura seguente.

Figura 27: Suddivisione aree interessate dal progetto della Gronda



Applicando il criterio metodologico introdotto all'inizio della relazione (cfr. *Approccio metodologico*) è possibile fornire un'indicazione del rischio per ciascuna delle sotto-aree sopra individuate, come evidenziato nella tabella seguente.

Tabella 3: Tabella con i rischi

Informazione	Crevari / Vesima	Voltri	Varenna	Zona Aeroporto	Val Polcevera	Bolzaneto	Torbella	Svincolo Genova Est	Svincolo Genova Ovest
Le fonti storiche disponibili riportano notizie di bombardamenti nella zona?	SI (-1)	SI (-1)	NO (+1)	SI (-1)	SI (-1)	NO (+1)	NO (+1)	NO (+1)	SI (-1)
Nell'area di interesse erano presenti obiettivi strategici?	NO (+1)	SI (-1)	NO (+1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	NO (+1)	NO (+1)	SI (0) nelle aree circostanti
Nelle foto aeree risalenti a momenti successivi ad accertati bombardamenti sono evidenziali crateri o tracce di danneggiamenti nelle aree di interesse (o immediatamente circostanti)?	NO (+2)	SI (-1) non sull'area specifica	NO (+2)	SI* (-2)	SI (-2)	NO (+2)	NO (+2)	N.D.	SI (-1) non sull'area specifica
Nelle zone di interesse (o aree limitrofe) sono stati rinvenuti in passato ordigni bellici inesplosi?	NO (+1)	SI (0) non sull'area specifica	NO (+1)	SI (-1)	SI (-1)	NO (+1)	NO (+1)	NO (+1)	SI (0) non sull'area specifica
Vi sono stati movimenti di terreno significativi in epoche successive (sbancamenti / abbancamenti) tali da far ritenere che eventuali OBI sarebbero stati rinvenuti (tenuto conto della litologia del sottosuolo)?	NO (-1)	NO (-1)	Parziali (0)	NO (-1)	Non ovunque (0)	SI (+1)	NO (-1)	SI (+1)	SI (+1)
Tenendo conto della litologia del sottosuolo e delle sollecitazioni che potrebbero essere indotte dalle attività previste, vi potrebbero essere rischi di esplosione di ipotetici ordigni inesplosi presenti in profondità?	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)
TOTALE PUNTEGGIO	+1	-5	+4	-7	-6	+3	+3	+3	-2
Giudizio (Probabilità)	media	alta	medio-bassa	alta	alta	medio bassa	medio bassa	medio bassa	medio-alta

* sono disponibili informazioni su punti di caduta di proiettili e rinvenimenti di ordigni bellici inesplosi in aree portuali

La mappa tematica con l'indicazione dei risultati ottenuti sopra è riportata nella figura seguente.

Figura 28: Mappa del rischio relativa alle aree interessate dal progetto della Gronda



Le tabelle e le mappe mostrate sopra sono riportate in formato più leggibile in Allegato 1.

Considerazioni sulle metodologie di indagine applicabili

La metodologia presentata nei paragrafi precedenti, oltre a fornire indicazioni sulla probabilità di rinvenire ordigni bellici nel sottosuolo, può costituire la base per ulteriori considerazioni sulle metodologie di indagine eventualmente applicabili in un sito soggetto a opere di scavo.

Le tecnologie di indagine diretta normalmente adottate per la verifica di ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo sono essenzialmente di due tipi:

- Indagini magnetometriche superficiali (permettono di raggiungere profondità variabili da 1 a 3 m da p.c.);
- Indagini mediante perforazioni alternate a misure magnetometriche in profondità.

Nei fondali marini si utilizzano tecniche differenti ma basate su principi analoghi.

La scelta della tecnologia da adottare può dipendere da diversi fattori tra cui:

- la profondità degli interventi di scavo (già presa in considerazione per la definizione della probabilità di rinvenimento di ordigni inesplosi);
- la presenza di interferenze dovute a masse metalliche presenti in strati superficiali di riporto.

Il grado di approfondimento e/o la scelta di intervenire comunque con misure dirette (ad esempio in zone in cui è risultata una bassa probabilità di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi) può anche dipendere dal grado di antropizzazione delle aree da sottoporre a scavo.

Meno rilevante è invece la tecnica utilizzata per gli scavi/sondaggi (macchina carotatrice / escavatore a benna rovescia, ecc), in quanto vi è sempre la presenza di un operatore nelle immediate vicinanze del mezzo, e quindi dello scavo (sebbene nel caso di un escavatore a benna rovescia l'operatore si trovi ad una distanza superiore, in dipendenza della lunghezza dello sbraccio del mezzo).

Sulla base di quanto sopra si ritiene che le modalità con cui procedere nel caso di scavi o interventi di realizzazione di strutture interrato possa essere quello schematizzato nella tabella seguente:

Probabilità di OB	Grado di antropizzazione	Tecnologia consigliabile
Bassa	Basso	Nessuna indagine (*)
Medio-Bassa		Nessuna indagine (*) / Indagine Magnetometrica (**)
Media		Indagine Magnetometrica (**)
Medio-Alta		Indagine Magnetometrica + Perforazioni
Alta		Indagine Magnetometrica + Perforazioni
Bassa	Medio / Alto	Indagine Magnetometrica (**)
Medio-Bassa		Indagine Magnetometrica (**)
Media		Indagine Magnetometrica + Perforazioni
Medio-Alta		Indagine Magnetometrica + Perforazioni
Alta		Indagine Magnetometrica + Perforazioni

(*) In tal caso si ritiene indispensabile valutare caso per caso (la presenza anche di un solo recettore a breve distanza potrebbe rendere consigliabile procedere in ogni caso con una misura magnetometrica superficiale).

(**) Nel caso in cui l'indagine magnetometrica rilevasse la presenza di masse metalliche sarà necessario procedere in ogni caso con scavi di approfondimento per escludere che si tratti di ordigni bellici

Conclusioni

Lo studio condotto ha avuto lo scopo di definire un approccio metodologico mirato alla valutazione dei rischi di rinvenimento di ordigni inesplosi al fine di elaborare una mappa del rischio nelle diverse aree interessate dal progetto della Gronda.

Le valutazioni effettuate hanno mostrato che, considerati i numerosi bombardamenti subiti dalla città di Genova e dalle aree circostanti, molte zone presentano una probabilità alta o medio alta. Per alcune zone (Vesima-Crevari, Val Varenna, Bolzaneto, Torbella e Genova Est), ubicate in posizione defilata rispetto ai principali obiettivi strategico – militari, i dati disponibili e le informazioni raccolte permettono di definire una probabilità da media a medio-bassa.

Considerando che le ultime due voci (movimenti terra successivi alla guerra e uso del suolo futuro) dipendono strettamente dalle voci precedenti (notizie storiche, tracce di bombardamenti e rinvenimenti di ordigni successivi alla guerra), tali rischi possono essere considerati anche inferiori laddove vi è una bassa probabilità che le zone siano state effettivamente interessate da bombardamenti.

Per gli interventi di scavo nelle zone a rischio maggiore si ritiene consigliabile intervenire con una verifica diretta su campo (indagine magnetometrica + perforazioni) per valutare l'eventuale presenza di ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo.

Sulle aree restanti si potrà procedere con misure specifiche da valutare caso per caso, in dipendenza del grado di antropizzazione delle zone interessate dagli scavi, utilizzando i criteri suggeriti nell'ultimo paragrafo. Lo stesso vale per i fondali marini la cui verifica potrà essere valutata anche in funzione delle modalità con cui si intenderà operare sulle zone a mare.

La metodologia proposta nel presente documento, oltre a consentire un'analisi della situazione esistente (e pregressa), ha permesso di elaborare uno strumento di valutazione e supporto che potrà essere utilizzato per verifiche future.

Genova, 17 gennaio 2018

Dott. Alessandro Girelli



Allegato 1

Risultati della verifica documentale

(Tabella + Mappa dei rischi)

Informazione	Crevari / Vesima	Voltri	Varenna	Zona Aeroporto	Val Polcevera	Bolzaneto	Torbella	Svincolo Genova Est	Svincolo Genova Ovest
Le fonti storiche disponibili riportano notizie di bombardamenti nella zona?	SI (-1)	SI (-1)	NO (+1)	SI (-1)	SI (-1)	NO (+1)	NO (+1)	NO (+1)	SI (-1)
Nell'area di interesse erano presenti obiettivi strategici?	NO (+1)	SI (-1)	NO (+1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	NO (+1)	NO (+1)	SI (0) nelle aree circostanti
Nelle foto aeree risalenti a momenti successivi ad accertati bombardamenti sono evidenziabili crateri o tracce di danneggiamenti nelle aree di interesse (o immediatamente circostanti)?	NO (+2)	SI (-1) non sull'area specifica	NO (+2)	SI* (-2)	SI (-2)	NO (+2)	NO (+2)	N.D.	SI (-1) non sull'area specifica
Nelle zone di interesse (o aree limitrofe) sono stati rinvenuti in passato ordigni bellici inesplosi?	NO (+1)	SI (0) non sull'area specifica	NO (+1)	SI (-1)	SI (-1)	NO (+1)	NO (+1)	NO (+1)	SI (0) non sull'area specifica
Vi sono stati movimenti di terreno significativi in epoche successive (sbancamenti / abbancamenti) tali da far ritenere che eventuali OBI sarebbero stati rinvenuti (tenuto conto della litologia del sottosuolo)?	NO (-1)	NO (-1)	Parziali (0)	NO (-1)	Non ovunque (0)	SI (+1)	NO (-1)	SI (+1)	SI (+1)
Tenendo conto della litologia del sottosuolo e delle sollecitazioni che potrebbero essere indotte dalle attività previste, vi potrebbero essere rischi di esplosione di ipotetici ordigni inesplosi presenti in profondità?	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)	SI (-1)
TOTALE PUNTEGGIO	+1	-5	+4	-7	-6	+3	+3	+3	-2
Giudizio (Probabilità)	media	alta	medio-bassa	alta	alta	medio bassa	medio bassa	medio bassa	medio-alta

* sono disponibili informazioni su punti di caduta di proiettili e rinvenimenti di ordigni bellici inesplosi in aree portuali

