

COMUNE DI TRIESTE



PROVINCIA DI TRIESTE

PORTO VECCHIO: RIQUALIFICAZIONE VIABILITA' DI
COLLEGAMENTO E OPERE DI INFRASTRUTTURAZIONE
DELL'AREA DEL POLO MUSEALE – II LOTTO
CODICE OPERA 18028

Ente Committente:

COMUNE DI TRIESTE
PIAZZA UNITA' D'ITALIA, 4
34121 TRIESTE

CUP: F91B18000340001

CIG: Z18317522D

R.U.P. ing. Giulio Bernetti
AREA CITTÀ TERRITORIO E AMBIENTE
DIRIGENTE DI AREA

PROGETTO ESECUTIVO

VALUTAZIONE RISCHIO BELLICO
RELAZIONE TECNICA

ENTE COMMITTENTE:

GRUPPO PROGETTAZIONE

COORDINAMENTO SICUREZZA

DOTT MAURIZIO BRAGGION
Legale rappresentante gruppo SNB
Coordinatore Sicurezza in fase di Progettazione
Coordinatore Sicurezza in fase di Esecuzione

SERVICE TECNICO



SNB SERVICE SRL
VIA G. BOCCACCIO 34/Q
35128 PADOVA – ITALIA
C.F.-P.IVA 04549280289

RESPONSABILE SERVIZIO TECNICO
DOTTOR GIORGIO POGGIALI

LEGALE RAPPRESENTANTE
DOTTOR MAURIZIO BRAGGION

DOTT MAURIZIO BRAGGION
Legale Rappresentante gruppo SNB
Coordinatore Sicurezza in fase di Progettazione
Coordinatore Sicurezza in fase di Esecuzione

REV	DATA	DESCRIZIONE	EMISSIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	20/05/2021	PRIMA EMISSIONE	DR BRAGGION	DR BRAGGION	DR POGGIALI	DR BRAGGION

INDICE

1	GENERALITA'	4
2	OBIETTIVO ANALISI	6
3	LIMITI SCIENTIFICI ATTIVITA'	7
4	INQUADRAMENTO LEGISLATIVO	8
5	ANALISI STORIOGRAFICA.....	12
5.1	CENNI STORICI	13
5.1.1	PRIMA GUERRA MONDIALE.....	13
5.1.2	SECONDA GUERRA MONDIALE	16
5.1.3	REPORT ARCHIVI UFFICIALI.....	31
6	ANALISI FOTOGRAMMETRICA	32
7	ANALISI BALISTICA.....	35
7.1	ANGOLO D'INGRESSO	35
7.2	TRAIETTORIA ORIZZONTALE	36
7.3	CAPACITA' DI PENETRAZIONE.....	37
8	ANALISI DOCUMENTALE.....	41
9	ANALISI STRUMENTALE GEOFISICA	43
9.1	PROSPEZIONE GRADIOMETRICA.....	44
9.2	PROSPEZIONE ELETTROMAGNETOMETRICA.....	47
10	INTERPRETAZIONE DATI	50
11	VALUTAZIONI FINALI	56
12	APPENDICE	59
12.1	SCHEDA TECNICA GRADIOMETRO GEM SYSTEM GW 19.....	59
12.2	SCHEDA TECNICA ELETTROMAGNETOMETRO AEMP 14	60
12.3	TIPOLOGIA ORDIGNI RESIDUATI BELLICI	61
12.3.1	FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI PICCOLO CALIBRO.....	61
12.3.2	FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI ITALIANI.....	62
12.3.3	FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI TEDESCHI	62
12.3.4	FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI INGLESI.....	63
12.3.5	FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI AMERICANI	63

13	FOTOGRAMMI STATO DI FATTO	63
14	FOTOGRAMMI STATO DI FATTO	64
15	BIBLIOGRAFIA.....	69
16	ALLEGATI	70

1 GENERALITA'

La scrivente società SNB Service srl, sede legale ed amministrativa in via Giovanni Boccaccio, 34/Q, 35128 Padova, C.F. e P.I. 04549280289, a seguito incarico professionale conferito dall'ente committente Comune di Trieste, Area Città, Territorio e Ambiente, Piazza Unità d'Italia, 4, 34121 Trieste, Partita Iva 00210240321, con Determina Dirigenziale N.936/2021, ha eseguito un'attività di supporto tecnico-amministrativo - operativo alla valutazione del rischio bellico residuo del Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione od Esecuzione dell'opera designato.

L'analisi storico-documentale è stata integrata con un'idonea analisi strumentale, configurata come una prospezione gradiometrica, finalizzata alla mappatura delle anomalie di campo magnetico del sottosuolo. Il processo complessivo di valutazione rischio è stato eseguito partendo da un'adeguata ricerca storiografica, un'analisi documentale integrativa e un'analisi strumentale geofisica di campo, su area interessata dall'intervento progettuale denominato in via breve "Porto Vecchio: Riqualificazione viabilità di collegamento e opere di infrastrutturazione dell'area del Polo Museale – Il Lotto – Codice Opera 18028", in comune di Trieste – CUP: F91B18000340001 – CIG: Z18317522D.

L'analisi storiografica preliminare è stata eseguita per determinare la tipologia prevalente di attività bellica censita per il sito in esame e la natura dello stato di fatto del sito progettuale, al fine di ricostruire balisticamente la quota di presumibile interferenza con potenziale massa target presente nel sottosuolo. L'analisi documentale consentirà di sovrapporre lo stato di fatto con lo stato di progetto, al fine di verificare l'invasività degli interventi di scavo o fondazione profonda al di sotto dello strato antropico, con relativa incidenza sul piano di campagna originario, del periodo bellico in esame.

L'analisi strumentale geofisica di campo, di natura non invasiva, è stata eseguita per consentire la verifica delle anomalie di campo magnetico singolari, anche a potenziale rischio bellico residuo, al fine di valutare la necessità di procedere o meno con successive attività di messa in sicurezza convenzionale.

L'analisi geofisica indiretta, eseguita sulla porzione di area interessata dall'intervento di urbanizzazione progettuale prevista, ha permesso la valutazione delle anomalie di campo prodotte da particolari ferrosi immersi nel substrato, fino alla profondità massima di penetrazione stimata in relazione alla massa target ricercata per il territorio in esame (proiettili artiglieria di medio o grosso calibro o bomba d'aereo 250-500-1000 Lbs), variabile da quota media – 1,00 a quota media – 3,00 pc attuale, considerato come presunto originario, al netto di interventi di antropizzazione eseguiti in epoche successive.

L'area progettuale è descritta in estratto planimetrico CTR riprodotto in figura uno, con evidenziato in cerchio rosso l'inquadramento dell'areale specifico oggetto del presente studio.



*FIGURA 01 – ESTRATTO INQUADRAMENTO AREE PROGETTUALI
[FONTE: ENTE COMMITTENTE – RELAZIONE GEOLOGICA]*

L'adeguata analisi strumentale integrativa viene eseguita per completare il processo di gestione del rischio bellico, fornendo elementi utili in termini di maggiore e/o minore probabilità di rinvenimento.

L'analisi indiretta su campo è stata eseguita su tratto progettuale consegnato, per complessivi mq.4.900,00, utilizzando il rilievo geofisico con applicazione dei seguenti metodi di indagine:

- Prospezione magnetica con metodo gradiometrico, con utilizzo di apparato G.E.M. System GSM GW 19, sistema di posizionamento GPS integrato, area totale oggetto di monitoraggio geofisico di campo e ricostruzione dati finale di mq 4.000,00 circa;

- Prospezione magnetica con metodo elettromagnetico, con utilizzo di apparato Nemfis AENM14, sistema di posizionamento GPS Emlid Reach RS+, sviluppo lineare profili elettromagnetici di dettaglio, area totale antropica monitorata e ricostruita di mq. 4.900,00 circa.

Il fine della presente analisi è di consentire al Coordinatore per la Sicurezza dell'opera di orientare il processo di gestione del rischio bellico residuo, per definire un livello di accettabilità o non accettabilità del rischio bellico residuo e la relativa opportunità di procedere alla successiva eventuale messa in sicurezza convenzionale, secondo procedure standardizzate previste da normativa tecnica vigente.

2 OBIETTIVO ANALISI

La presente specifica tecnica si pone l'obiettivo di eseguire una corretta valutazione dei rischi interferenti presenti nel sottosuolo, in particolare in relazione alla valutazione preliminare del rischio bellico residuale ascrivibile all'area di progetto, al fine di permettere l'esecuzione delle successive opere progettuali in modo razionale ed in sicurezza, per poi determinare la necessità o meno di procedere in fase successiva con un intervento di messa in sicurezza convenzionale, definito da normativa tecnica vigente.

L'analisi storiografico-documentale preliminare rappresenta lo strumento base messo a disposizione dalla normativa tecnica attuale esistente per valutare in sede preliminare il potenziale livello di accettabilità o non accettabilità del rischio bellico residuo, in relazione ai dati disponibili ed alle conoscenze note. Nel caso in cui tale analisi preliminare non fornisca elementi esaustivi, è possibile concludere il processo di valutazione rischio con un'adeguata analisi strumentale integrativa.

La compenetrazione tra i dati documentali [analisi storiografica], lo stato di fatto sovrapposto allo stato di progetto [analisi stato di fatto] ed i dati empirici raccolti su campo [analisi strumentale] permetterà la definizione di massima del grado di rischio bellico residuo dell'area progettuale.

L'analisi storiografica è stata eseguita mediante raccolta dati ed informazioni storiche prodotte da archivi ufficiali, escludendo informazioni non preventivamente censite, relative per esempio a memorialistica soggettiva (diari, scritti postumi) prodotta da singoli combattenti non suffragate da bibliografia ufficiale.

L'analisi documentale è stata eseguita mediante la raccolta, integrazione, armonizzazione e valutazione complessiva dei dati messi a disposizione dalla committente, riguardo ai diversi interventi di antropizzazione che hanno interessato o modificato il piano campagna esistente del sito oggetto di monitoraggio di campo, nel corso del periodo post-bellico.

L'analisi strumentale eseguita su area progettuale, vista la tipologia di opere antropiche previste, con relativa incidenza sotto piano di campagna consegnato, è stata limitata all'esplorazione superficiale del piano campagna attuale esistente con analisi geofisica magnetica, mediante prospezione gradiometrica. La successiva definizione di ulteriori eventuali interventi di antropizzazione in area progettuale resta unicamente ad arbitrio ed insindacabile giudizio del R. U. P. [Responsabile Unico del Procedimento] e del C.S.P. (Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione) figura legislativamente direttamente preposta, ai sensi della Legge n. 177, emanata in data 1° ottobre 2012, oggetto di successivo decreto di attuazione interministeriale (D.M. 82/2015).

3 LIMITI SCIENTIFICI ATTIVITA'

Il processo generale di valutazione rischio bellico, come per tutti i rischi residuali riferibili ad un determinato contesto ambientale, rappresenta un'analisi di dettaglio che fornirà un'indicazione in termini di maggiore o minore probabilità di rinvenimento ordigni residuati bellici, non essendo come noto mai escludibile a priori il rischio residuo. In relazione al fatto che, per questa tipologia di rischio, la magnitudo (ovvero la stima del danno che può derivarne) è sempre alta, in correlazione l'ipotetico effetto catastrofico generabile dal rischio esplosione, occorre valutare al meglio la probabilità del rinvenimento, con gli strumenti messi a disposizione dalla normativa tecnica esistente.

L'analisi storiografico – documentale preliminare, punto di partenza del processo di gestione del rischio bellico residuale, si baserà su informazioni note e dati ufficiali censiti (fonti oggettive), non suscettibili di particolari interpretazioni soggettive. Unico limite significativo può essere rappresentato, in termini di analisi documentale, dalla ricostruzione altimetrica del piano di campagna originario del periodo bellico.

L'analisi strumentale integrativa in materia di valutazione rischio bellico residuo, invece, è rappresentata dall'insieme delle indagini e dei rilievi strumentali indirette che possono, in certi casi, costituire un elemento ulteriore per la valutazione del rischio residuo.

Al fine di ottimizzare la tipologia di rilievo di campo ottimale è necessario scegliere secondo le caratteristiche dell'area da indagare, il metodo od i metodi di ricerca più adatti ed efficaci, in relazione allo stato di fatto dell'area oggetto di analisi.

La scelta del tipo di metodologia geofisica da impiegare è influenzata da una serie di fattori naturali ed antropici, quali per esempio la costituzione geo-litologica dei terreni nei quali risulta inserito l'elemento

anomalo, la morfologia e l'uso del suolo, le condizioni logistiche dell'area, gli eventuali disturbi causati dalle infrastrutture dei centri abitati e industriali. I risultati finali delle indagini geofisiche indirette saranno poi valutati all'interno del processo complessivo di gestione del rischio bellico residuo, fondato come normativamente previsto, sulla preventiva analisi storico-documentale.

L'analisi strumentale integrativa applicabile in materia di valutazione rischio bellico è rappresentata dalla geofisica di esplorazione ed applicata; essa rappresenta una disciplina che sviluppa metodi e tecniche d'indagine non invasiva rivolta allo studio delle parti superficiali della terra e dei manufatti. In origine le metodologie d'indagine erano essenzialmente "passive".

Le procedure di misura impiegate per l'indagine geofisica si basano su tecniche di esplorazione indiretta che hanno una serie d'intrinseche limitazioni.

- L'analisi strumentale integrativa è un'indagine indiretta, non può, infatti, sostituire integralmente l'esplorazione diretta anche se ne rappresenta un indispensabile complemento per colmare le lacune informative e per garantire un'univoca correlazione dei principali elementi strutturali presenti nel sottosuolo analizzato.
- L'analisi strumentale integrativa consente valutazioni indicative, che possono generare proposte d'intervento e non azioni vincolanti, pertanto rivestono un carattere esclusivamente tecnico, non costituendo in alcun modo parere vincolante legale in materia specifica di competenza del Coordinatore della Sicurezza designato.
- L'analisi strumentale integrativa resta uno strumento di valutazione rischio, in grado di fornire un indice di maggiore o minore probabilità di rinvenimento, non potrà cioè essere utilizzata come surrogato o succedaneo o sostitutiva di una messa in sicurezza diretta (lavoro di bonifica bellica)

4 INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

A titolo preliminare, al fine di interpretare in modo razionale il processo complessivo di valutazione rischio bellico a cura del coordinatore della sicurezza designato, a lettera di normativa tecnica vigente, si ricorda che la valutazione del rischi o inerente alla presenza di ordigni bellici inesplosi deve intendersi riferita alle attività di scavo, di qualsiasi profondità e tipologia. Tale approccio normativo è stato espressamente previsto dall'art. 284 del d.lgs. n.81/2008", rientranti nel campo di applicazione del titolo IV del citato decreto, come si riporta in breve sintesi seguente: "Art. 28 del DLgs.81/08 - Oggetto della

valutazione dei rischi - 1. La valutazione di cui all'articolo 17, comma 1, lettera a), anche nella scelta delle attrezzature di lavoro e delle sostanze o dei preparati chimici impiegati, nonché nella sistemazione dei luoghi di lavoro, deve riguardare tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, ivi compresi quelli riguardanti gruppi di lavoratori esposti a rischi particolari, tra cui anche quelli collegati allo stress lavoro correlato, secondo i contenuti dell'Accordo Europeo dell' 8 ottobre 2004, e quelli riguardanti le lavoratrici in stato di gravidanza, secondo quanto previsto dal decreto legislativo 26 marzo 2001, n. 151, nonché quelli connessi alle differenze di genere, all'età, alla provenienza da altri Paesi e quelli connessi alla specifica tipologia contrattuale attraverso cui viene resa la prestazione di lavoro e i rischi derivanti dal possibile rinvenimento di ordigni bellici inesplosi nei cantieri temporanei o mobili, come definiti dall'articolo 89, comma 1, lettera a), del presente decreto, interessati da attività di scavo". Tutto ciò debitamente premesso, la giurisprudenza complessiva esistente in materia, si può riassumere nelle seguenti normative specifiche:

- Testo Unico Sicurezza [D. Lgs 81/2008].
- Legge N. 177 del 01 ottobre 2012 (D.M. N.82-11 maggio 2015).
- Parere Ministero Lavoro Politiche Sociali 29/12/2015.
- Linee Guida Sicurezza C.N.I. (Consiglio Nazionale Ingegneri) 26/05/2017.
- Linee Guida Sicurezza C.N.I. (Consiglio Nazionale Ingegneri) Rev. N.1 – luglio 2018.
- Decreto Legislativo 81/2008 (Testo Unico Sicurezza.)

L'obbligo legislativo associato a una responsabilità diretta vige a carico dell'ente proprietario o concessionario di un'area di pubblico godimento e consiste pertanto nella corretta ed esaustiva valutazione del rischio bellico residuale.

La scelta progettuale finale sulla tipologia di attività o procedura definita, con la relativa assunzione di responsabilità, spetta unicamente alle figure responsabili preposte per ente proprietario o concessionario delle aree progettuali [CSP / CSE].

☞ Legge N. 177/2012

In data 1° ottobre 2012 è stata approvata la Legge N 177 dal titolo "modifiche ed integrazioni del D. Lgs 81/2008 in materia di ordigni residuati bellici" rinvenibili in territorio nazionale. Il testo integrale è disponibile su G.U. N. 244 del 18/10/2012. Il testo normativo prevede le seguenti modifiche:

a) Obbligo diretto a carico del C. S. P. (Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione) di eseguire la valutazione preliminare del rischio bellico residuale di un'area progettuale;

- b) Previsione del C. S. P., in caso rischio non accettabile, di procedura messa in sicurezza preventiva;
- c) Previsione C.S.P., in caso rischio accettabile, di una procedura di messa in sicurezza emergenziale;
- c) Esclusiva competenza del Ministero della Difesa in materia di procedure di messa in sicurezza;
- d) Predisposizione a cura del Ministero della Difesa di un sistema di qualificazione per imprese specializzate in bonifica bellica (in sostituzione dell'ex Albo A. F. A., soppresso in precedenza) dalla data della pubblicazione del decreto del Ministro della Difesa, di cui al comma due.

■ D.M. N.82 del 11 maggio 2015 (Regolamento attuativo messa in sicurezza).

In data 26 giugno 2015 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale N. 146 il decreto attuativo interministeriale (Decreto Ministero della Difesa, Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, N. 82), emanato in data 11 maggio 2015, che produce di fatto e di diritto i seguenti effetti giuridici:

- a) Il decreto attuativo in esame attribuisce piena efficacia giuridica alla Legge n 177/2012 (emendamento TUS – DLGS 81/2008) in materia di valutazione rischio bellico e successiva bonifica bellica;
- b) Il decreto attuativo riqualifica integralmente il settore della messa in sicurezza (bonifica bellica). La piena efficacia di diritto attribuita alla Legge n 177/2012, modifiche ed integrazioni al T.U.S. in materia di Valutazione Rischio Bellico (V.R.B.) comporta a carico delle figure normative preposte (RUP/CSP) l'obbligo di procedere in sede preliminare nella valutazione del rischio bellico.

In ottemperanza all'approccio adottato, secondo il modus operandi codificato dalla successiva normativa tecnica di riferimento, la valutazione del rischio fornirà al Coordinatore Sicurezza dell'opera gli strumenti necessari per definire il livello di rischio, secondo due tipologie prevalenti:

- a) Livello di rischio accettabile per l'area oggetto di monitoraggio, nell'ipotesi in cui il rilievo geofisico non documenta la presenza di anomalie di cui a massa tipo a potenziale rischio bellico residuo; in tal caso non necessita un iter procedurale di messa in sicurezza convenzionale;
- b) Livello di rischio non accettabile, nell'ipotesi in cui il rilievo geofisico documenta la presenza di anomalie di campo magnetico di cui a massa tipo ascrivibile a potenziale rischio bellico residuo; in questo caso è opportuno attivare un iter procedurale di messa in sicurezza presso gli enti ministeriali preposti (Ministero Difesa – 5° Reparto Infrastrutture – Ufficio Bcm Padova) attività definita da normativa tecnica vigente "bonifica precauzionale da ordigni esplosivi residuati bellici."

■ Parere Ministero Lavoro Politiche Sociali 29/12/2015.

Il parere in esame è espresso in merito a specifica richiesta di chiarimenti a cura del Consiglio Nazionale degli Ingegneri, avanzata con istanza d'interpello, avente per oggetto l'interpretazione dell'art.12 del

D.lgs. N. 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni, riguardava esattamente la corretta applicazione ed interpretazione delle modifiche apportate da Legge n 177/2012 al T.U.S. 81/2008 in materia di ordigni bellici in territorio nazionale. I punti rilevanti del parere sono:

- *La valutazione del rischio bellico di cui alla norma citata (art.91 comma 2bis – D.lgs. 81/2008) deve intendersi riferita ad attività di scavo, di qualsiasi profondità e tipologia.*
- *La valutazione del rischio bellico di cui alla norma citata deve essere sempre eseguita dal Coordinatore per la Sicurezza, in sede progettuale, qualora in cantiere siano previste attività di scavo, nell'ambito del P.S.C. sulla base dei dati disponibili quali analisi storica, analisi documentale ed eventuale analisi strumentale (rilievo geofisico).*

■ Circolare C.N.I (Consiglio Nazionale Ingegneri) 26/05/2017 – Rev. n. 1° luglio 2018.

Le recenti circolari emanata dal Consiglio Nazionale Ingegneri (26 maggio 2017 – Revisione n.1 - Luglio 2018) dal titolo “Linee guida per il C.S.P. relative alla valutazione del rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi e valutazione del rischio in caso di esplosione” conferma l’approccio normativo adottato, disponendo che la “valutazione del rischio inerente, la presenza di ordigni bellici inesplosi deve intendersi riferita alle attività di scavo, di qualsiasi profondità e tipologia, come previsto dall’articolo 28 del D.lgs. 81/2008, rientranti nel campo di applicazione del titolo IV del predetto decreto”.

Nella circolare in esame, si ribadisce l’obbligatorietà della “Valutazione Rischio Bellico” del Coordinatore della Sicurezza, se tollerabile o non tollerabile, con la previsione della relativa misura di messa in sicurezza convenzionale (bonifica bellica). La stessa circolare conferma che gli strumenti messi a disposizione del coordinatore per la sicurezza per una razionale valutazione rischio bellico residuo è gli stessi già descritti dal competente Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali in circolare del 29 dicembre 2016. Il Coordinatore della Sicurezza preposto ad eseguire la valutazione del rischio bellico residuo, alla fine del processo di gestione del rischio, dovrà inserire nel documento di valutazione rischi residuali (PSC) le procedure operative da adottare riguardo al livello di accettabilità del rischio stesso.

La procedura operativa da adottare a cura del C.S.P. sulle aree oggetto di futura antropizzazione definite a livello di rischio accettabile, nel caso di rinvenimento fortuito ed imprevisto di un ordigno residuo bellico, a titolo di messa in sicurezza d’emergenza, consiste nell’attivazione di un iter procedurale di “bonifica bellica occasionale”, mediante sospensione immediata delle attività di scavo, segnalazione rinvenimento alle A.M. competenti preposte, intervento finale di disattivazione o distruzione definitiva in sito, a cura dell’ente ministeriale preposto.

La procedura operativa da adottare a cura del C.S.P. sulle aree oggetto di futura antropizzazione definite a livello di rischio non accettabile, qualora si ritenga opportuno eliminare il rischio bellico residuo, a titolo dimessa in sicurezza convenzionale preventiva, consiste nell'attivazione di un iter procedurale di "bonifica bellica sistematica terrestre", iter amministrativo a cura delle A.M. competenti.

Gli organi esecutivi del Ministero della Difesa, competenti in territorio nazionale in materia di bonifica bellica sistematica (messa in sicurezza preventiva) e bonifica bellica occasionale (messa in sicurezza emergenziale), ai sensi del D. Lgs 66/2010 e D. Lgs 20/2012, unico ente di riferimento per l'instaurazione di un iter amministrativo complessivo finalizzato al successivo rilascio di "parere vincolante" in materia di bonifica bellica sistematica nell'ambito in esame sono:

- Ministero della Difesa - Esercito - 5°/10° Reparto Infrastrutture – Ufficio B.C.M. Padova (Area Nord) o Napoli (Area Sud + Isole), ambito territoriale terrestre;
- Ministero della Difesa – Marina Militare – Comando Logistico Napoli, competente in tutto il territorio nazionale, in ambito territoriale subacqueo.

5 ANALISI STORIOGRAFICA

L'analisi storiografica ci permette di conoscere con esattezza dati documentati sensibili quali:

- Tecniche di combattimento adottate dai singoli belligeranti;
- Tipologia, natura, dimensioni delle armi ed ordigni impiegati;
- Aree territoriali oggetto di scontri o combattimenti tra fazioni opposte.

In sede di analisi storiografica preliminare, funzionale alla valutazione del rischio bellico residuo, è stato adottato un approccio sintetico, funzionale ad ottenere una combinazione logica dei dati raccolti, provenienti da più fonti ufficiali disponibili, in quanto ogni singolo evento bellico di natura rilevante è riportato e trattato da più fonti ed in più testi specifici. Le informazioni rilevanti sono poi state filtrate, in particolare le notizie fornite da memorie storiche di singoli combattenti o singole truppe impiegate in un determinato fronte, comprese le rappresentazioni cartografiche relative alla disposizione di truppe o mezzi impiegati. In merito alla documentazione iconografica scelta sono state utilizzate fotografie aeree immagini prodotte da archivi alleati o collezioni private o pubbliche o da sitografia specializzata, nell'ottica di documentare le tipologie e gli effetti specifici sul territorio di bombardamenti su aree obiettivo, consapevoli dell'importanza delle immagini.

5.1 CENNI STORICI

5.1.1 PRIMA GUERRA MONDIALE

Durante la Prima guerra mondiale il territorio della provincia triestino era parte integrante delle retrovie austroungariche impiegate sul fronte dell'Isonzo (Etappenraum). L'aviazione austriaca dispose in territorio triestino una serie di campi volo di supporto per le offensive da tenersi sul fronte isontino. Il campo volo di Prosecco (coordinate geografiche 45°7,0' 2,83" N, 13° 7,6' 06,33" E) è realizzato alla fine del marzo 1916, sull'altopiano carsico a nord della città di Trieste, su un terreno difficile, pieno di pietre e battuto dalla bora. Ospita le Flik 23, 28, poi 42. Il campo volo di Trieste (coordinate geografiche 45° 6,3' 7,13" N, 13° 7,6' 7,13" E) nasce nel giugno 1915 come Flugstützpunkt per la sorveglianza, l'offesa e la difesa aerea a Trieste. Trova sede nell'area dell'Arsenale del Lloyd prospiciente la Baia di Muggia con dotazione iniziale di soli due Lohner.

Nell'agosto 1916 diventa Seeflugstation. Riveste un ruolo di assoluto rilievo nel conflitto al comando del Linienschiffleutnant Gottfried Banfi eld. Tutta la zona carsica di competenza compresa tra Sistiana e Prosecco, in territorio giuliano, era stata disseminata di postazioni austriache di difesa, di cui il Monte San Michele rappresentava un baluardo. Dopo la 5° battaglia dell'Isonzo, sul monte San Michele continuava l'opera di sgretolamento delle difese nemiche da parte della 3° armata italiana: ormai le due linee erano a strettissimo contatto, e la superiorità italiana di armamento creava una situazione insostenibile per austriaci ed ungheresi della 5ª armata del generale Borojevic. L'attacco fu particolarmente violento contro le truppe che tenevano le posizioni appena sotto le cime del San Michele; alcuni battaglioni del 19° e 20° reggimento furono quasi completamente annientati, mentre i superstiti erano travolti dalle truppe nemiche. Nel pomeriggio, grazie ad un improvviso cambio nella direzione del vento che faceva risalire il gas verso gli austriaci che scendevano, ed al tenace sforzo di riorganizzazione compiuto dalle truppe italiane, il terreno perduto era stato interamente riconquistato. Tra il 29 ed il 30 giugno, nel solo settore del fronte San Michele - san Martino del Carso, per l'azione dei gas e del contemporaneo attacco nemico si ebbero 100 morti tra gli ufficiali e 2.600 morti tra i soldati; rimasero gravemente intossicati novantotto ufficiali e 3.900 uomini di truppa; complessivamente furono messi fuori combattimento circa 200 ufficiali e 6.500 uomini di truppa. Tra gli austriaci le perdite ammontarono a ventitré ufficiali e 1.549 soldati fuori combattimento.

Anche nel primo conflitto mondiale il territorio provinciale giuliano fu interessato da attività aerea che riportiamo a titolo documentale in breve sintesi successiva.

- 27 maggio 1915 È bombardata la ferrovia Trieste - Nabrosina. Aerei italiani sganciano bombe incendiarie su Salvore, Barcola, Prosecco, Miramare, Grignano, Duino, Sistiana e Trieste.
- 18 giugno 1915 - Viene bombardata da un dirigibile italiano una fabbrica militare presso Trieste.
- 7 luglio 1915 dirigibili e idrovolanti bombardano uno stabilimento militare presso Trieste.
- 16 luglio 1915 - Viene bombardata la ferrovia Trieste - Monfalcone.
- 7 agosto 1915 - Primo volo di Gabriele d'Annunzio su Trieste, durante il volo lancia sulla città bandiere italiane e volantini in sacchetti impermeabili, alcuni dei quali tra la Piazza Grande e San Giusto, altri tra Campo Marzio e la Caserma Nova, bombe sul' Arsenal, sui quattro bacini e su opere militari.
- 20 agosto 1915 - Viene bombardata la stazione di Duino.
- 28 agosto 1915 - La ferrovia Gorizia - Trieste.
- 31 agosto 1915 - Viene bombardata ancora la stazione de Duino.
- 17 gennaio 1916 - Altro volo di Gabriele d'Annunzio
- 2 aprile 1916 - Dirigibile italiano sganciava 800 chili di alto esplosivo sopra Opicina.
- 17 aprile 1916 - Viene bombardato i dintorni di Trieste da un idrovolante italiano, da tre francesi, scortati da alcune torpediniere.
- 20 aprile 1916 - Viene bombardata la stazione austriaca d'idrovolanti da squadriglia di Caproni con una sessantina di granate-mine.
- 18 maggio 1916 -Viene bombardato un hangar presso Trieste.
- 27 giugno 1916 - Torpediniere e idrovolanti attaccano le opere militari de Trieste.
- 15 agosto 1916 - Idrovolanti italiani e aeroplani francesi bombardano i cantieri di Muggia.
- 9 settembre 1916 - Dirigibili bombardano gli impianti ferroviari sulla linea Duino - Trieste.
- 13 settembre 1916 - Viene bombardata la stazione idrovolanti di Trieste.
- 14 novembre 1916 - Viene bombardata la stazione idrovolanti di Trieste.
- 3 dicembre 1916 - Viene bombardata la stazione idrovolanti di Trieste.
- 14 novembre 1916 - Viene bombardato il campo di aviazione di Prosecco.
- 08 gennaio 1917 – Raid aereo su stazione d'idrovolanti Trieste ed il campo di aviazione a Prosecco.
- 12 gennaio 1917 - Viene bombardato il cantiere San Rocco.
- 11 febbraio 1917 - Viene bombardata la stazione ferroviaria di Opicina.

- 21 febbraio 1917 - Viene bombardato il campo di aviazione di Prosecco.
- 4 marzo 1917 - Viene bombardato il campo di aviazione di Prosecco ed i fabbricati del Lloyd.
- 19 marzo 1917 - Viene bombardato il nodo ferroviario di Opicina.
- 30 aprile 1917 - Viene bombardato il campo di aviazione di Prosecco.
- 1° maggio 1917 - Viene bombardata la stazione de Opicina.
- 10 maggio 1917 - Viene bombardato il campo di aviazione di Prosecco.
- 12 maggio 1917 - Viene bombardato il campo di aviazione di Prosecco.
- 13 maggio 1917 - Viene bombardato l'arsenale del Lloyd e lo stabilimento di San Sabba.
- 30 giugno 1917 - Viene bombardata Malchina, dove si trovavano accampamenti austriaci.
- 10 luglio 1917 - Viene bombardata di notte la zona industriale de Trieste.
- 18 agosto 1917 - Bombe sui nodi ferroviari di Sistiana, Nabresina e la zona industriale di Trieste.
- 24 agosto 1917 - Bombe sui nodi ferroviari di Sistiana e di Nabresina e zona industriale di Trieste.

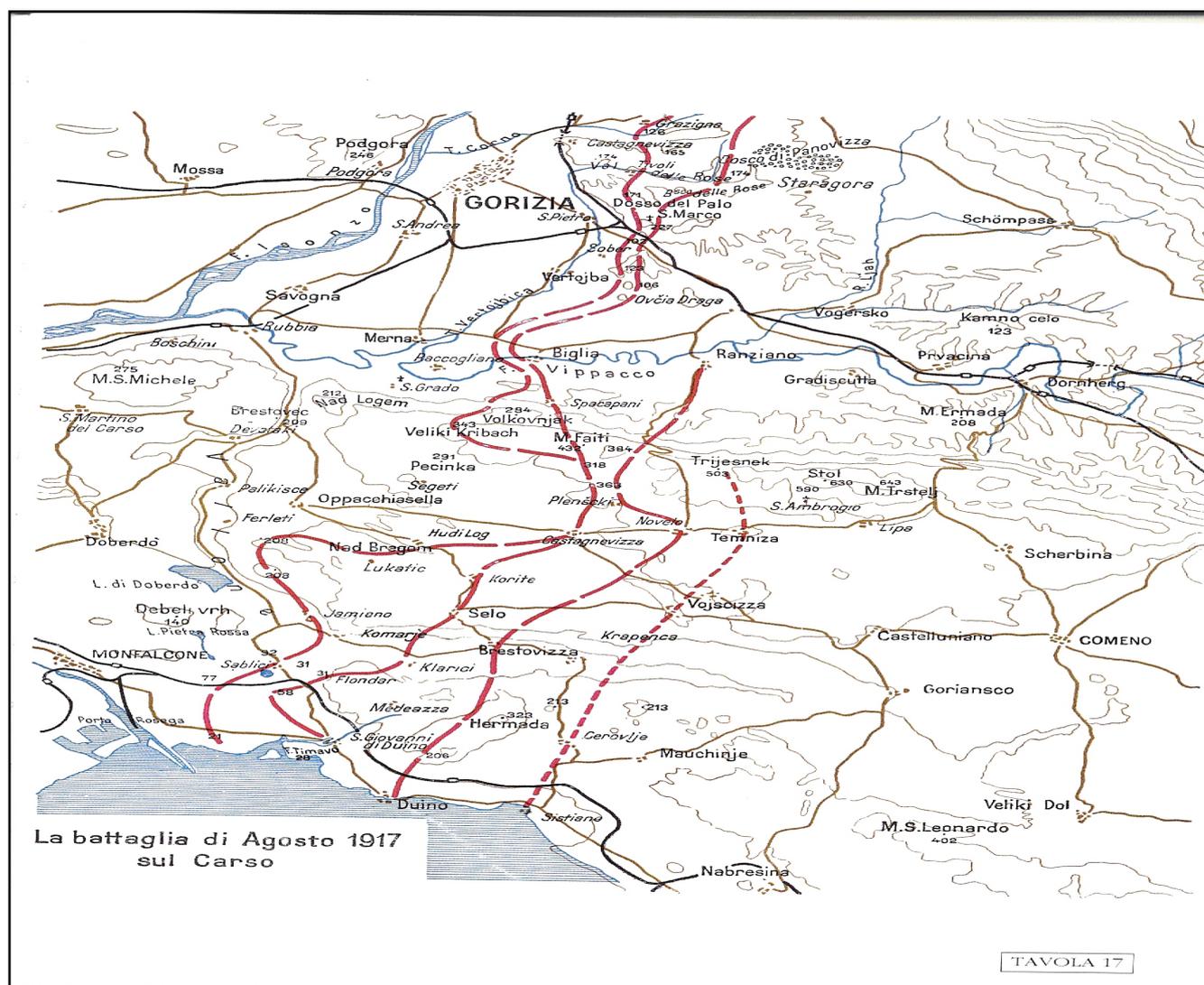


FIGURA 02 – ESTRATTO LINEA DEL FRONTE CARSICO AGOSTO 1917
[FONTE: MINISTERO DIFESA – ARCHIVIO STORICO S.M.E.]

5.1.2 SECONDA GUERRA MONDIALE

La Seconda guerra mondiale ha purtroppo colpito Trieste, l'Istria e il Friuli anche dal cielo. In data 15 ottobre 1943 le province di Trieste, Gorizia, Udine, Pola, Fiume, Lubiana, Sussak, Concanera, Castua e Veglia erano state incluse nell'"Adriatisches Küstenland" (Litorale Adriatico). Da quella data e fino alla fine della guerra l'amministrazione tedesca era guidata dall'Obersten Kommissar (Supremo Commissario) Friedrich "Friedl" Rainer, Reichsstatthalter e Gauleiter di Carinthia e in sua assenza da Wolsegger. Rainer era nato nel 1903 a Klagenfurt, sarà catturato dagli Inglesi vicino alla stessa città il 19 maggio 1945 e consegnato agli Jugoslavi, dai quali sarà processato ed impiccato il 19 luglio 1947 a Lubiana [fonte n.21 e 18]. Secondo altre fonti [fonte n.19] Rainer è stato invece fucilato a Belgrado il 21 ottobre 1946, per altre ancora la sua fine è sconosciuta [fonte n.22]. Il Höherer S.S. und Polizeiführer (comandante delle SS) era Odilo Globocnik (1904-1945), il Prefetto della Provincia di Trieste era il dott. Bruno Coceani (1893-?), il Podestà di Trieste era l'avv. Cesare Pagnini (Trieste 1899-1989).

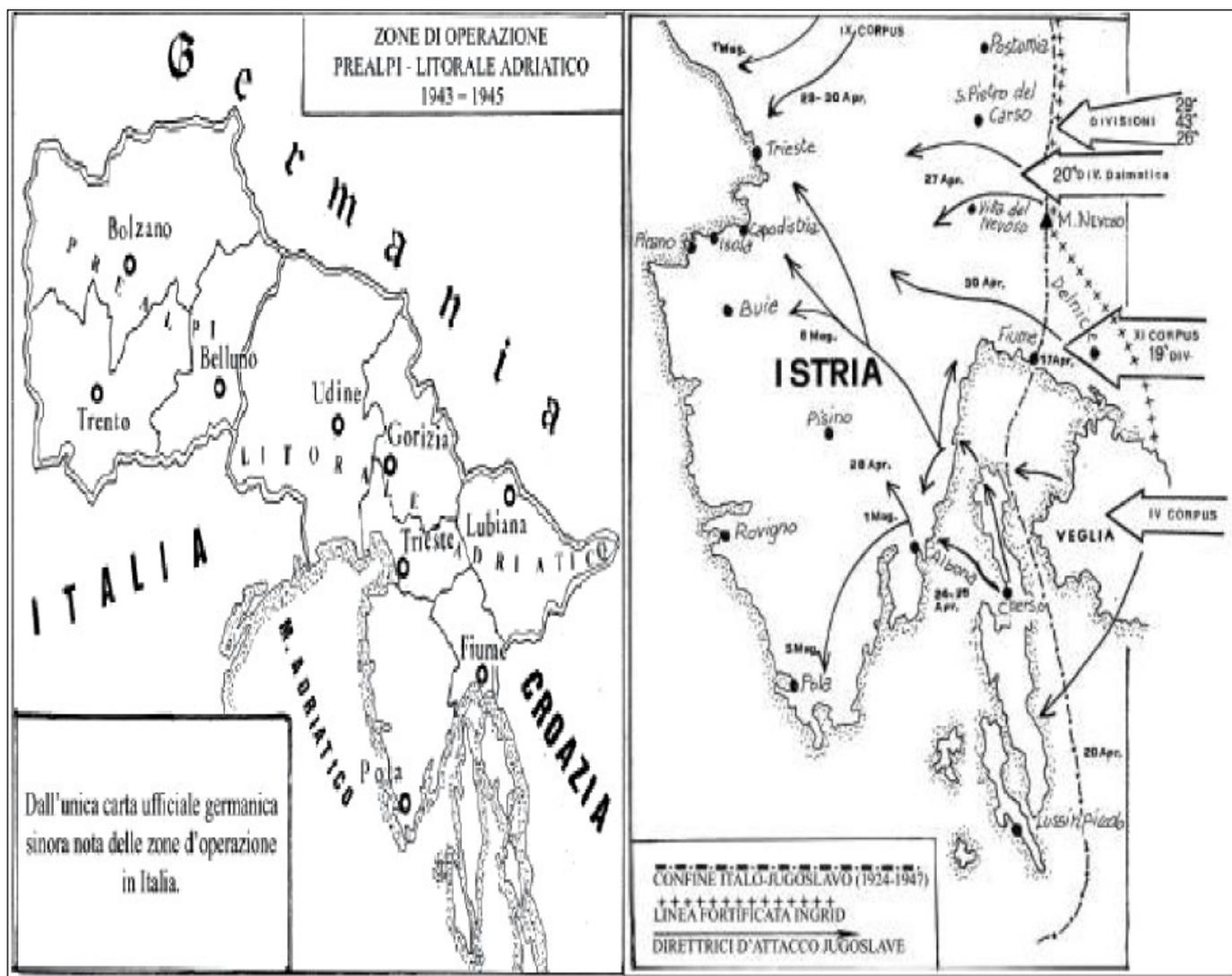


FIGURA 03 – ESTRATTO MAPPA ZONA OPERAZIONI PREALPI – LITORALE ADRIATICO 1943-1945
[FONTE: MINISTERO DIFESA – ARCHIVIO STORICO S.M.E.]

I dati storici relativi all'attività bellica documentata sul capoluogo giuliano, riferiti al secondo conflitto mondiale, hanno matrici archivistiche eterogenee.

Da una parte si tratta di notizie ufficiali di tipo militare che si riferiscono all'insieme delle azioni compiute quasi esclusivamente dalla 15^a Air Force (15th AF), dall'altra di alcuni resoconti e testimonianze contenuti in alcuni libri o riportati dal quotidiano locale "Il Piccolo" di quei giorni. Occorre tener presente che le notizie sui giornali dell'epoca erano sottoposte a censura, o quasi, e lo stesso Piccolo era ridotto ad un solo foglio singolo (due pagine) o al massimo due e non parlava quasi mai dei danni subiti. Il suo nuovo direttore, Rodolfo Maucci, era stato nominato il 13 gennaio 1944, in sostituzione di Vittorio Tranquilli, dallo stesso Supremo Commissario Rainer. Dal 14 gennaio 1944 a Trieste era pubblicato anche il quotidiano tedesco "Deutsche Adria Zeitung" in quattro pagine. Le cifre dichiarate da ambedue le parti potrebbero essere anche non corrispondenti alla realtà, certamente il numero delle perdite inferte o subite era spesso molto discordante. Ma questo avveniva principalmente su fatti importanti, sulle azioni più clamorose, un po' meno forse in queste occasioni. Spero che il ricordo di quei giorni faccia capire, anche a chi, come me, per sua fortuna non li ha vissuti, cosa significhi "guerra" anche per le popolazioni civili e faccia apprezzare quel bene grandissimo che si chiama "pace", e spinga a difendere questa pace e a respingere odi di qualsiasi tipo. Odio chiama odio, in una spirale che è difficile fermare. Per questo ritengo che, sebbene debba essere conosciuto il passato per "poter capire", sarebbe molto meglio poi dimenticare, invece di rinvangare quanto di peggio ha fatto l'uomo con i suoi comportamenti. E così su queste pagine non troverete nulla che parli di odi razziali, politici o altro. Credo sia giusto cercare, come molti già fanno e hanno fatto, di costruire un mondo migliore, dove il prossimo sia visto come un possibile amico e non come un nemico da cui difenderci, e dove le persone siano giudicate per quello che fanno e non per le idee diverse dalle nostre o peggio ancora per la comunità cui appartengono, per la lingua che parlano, per la diversità di cultura.

Dai dati trovati, sembra che non vi sia stata alcuna azione aerea sui cieli di Trieste fino al 31 gennaio 1944, ma in qualche modo legato alla nostra città, è l'affondamento dell'incrociatore Trieste: "Il 32° Bomb Squadron dell'USAF (United States Air Force) è spedito con il 301° Bomb Group per attaccare l'incrociatore pesante "Trieste", che si trova ancorato in una piccola baia a La Maddalena, in Sardegna, protetto dalle reti antisommergibile. In un attacco classico da 19.000 piedi, e colpito con bombe da 1000 libbre, l'ultimo incrociatore pesante italiano, affondato. Situazione locale 1943-1945: il 15 ottobre 1943 le province di Trieste, Gorizia, Udine, Pola, Fiume, Lubiana, Sussak, Concanera, Castua e Veglia erano

state incluse nell'"Adriatisches Küstenland" (Litorale Adriatico). Da quella data e fino alla fine della guerra l'amministrazione tedesca era guidata dall'Obersten Kommissar (Supremo Commissario) Friedrich "Friedl" Rainer, Reichsstatthalter e Gauleiter di Carinthia e in sua assenza da Wolsegger. Rainer era nato nel 1903 a Klagenfurt, sarà catturato dagli Inglesi vicino alla stessa città il 19 maggio 1945 e consegnato agli Jugoslavi, dai quali sarà processato ed impiccato il 19 luglio 1947 a Lubiana [fonte n.21 e 18]. Secondo altre fonti [fonte n.19] Rainer è stato invece fucilato a Belgrado il 21 ottobre 1946, per altre ancora la sua fine è sconosciuta [fonte n.22]. Il Höherer S.S. und Polizeiführer (comandante delle SS) era Odilo Globocnik (1904-1945), il Prefetto della Provincia di Trieste era il dott. Bruno Coceani (1893-?), il Podestà di Trieste era l'avv. Cesare Pagnini (Trieste 1899-1989).

Dal punto di vista dell'attività bellica aerea, il territorio provinciale triestino fu interessato da attività aerea alleata, orientata prevalentemente contro linee ferroviarie, nodi di comunicazione e depositi o magazzini rifornimento. Nel marzo del 1944 le truppe alleate inglesi ed americane attuarono l'operazione denominata "Strangle" (strangolamento), intesa a «bloccare le vie di comunicazione tedesche, interrompendo il flusso di rifornimenti destinato alle divisioni schierate a sud di Roma», costringendole a ritirarsi. Essa durò quasi due mesi, dal 19 marzo al 12 maggio, e incluse fra gli obiettivi prioritari gli scali ferroviari, le stazioni, i ponti, i viadotti e lunghe sezioni di binari. L'operazione "Strangle" prevedeva inoltre attacchi su alcune città dell'Italia settentrionale «da parte dei bombardieri pesanti americani e dei bombardieri britannici, pesanti e medi, che opera[va]no di notte». Le incursioni aeree, che avevano come obiettivi prevalentemente gli scali ferroviari, situati all'interno dei centri urbani densamente popolati, causarono danni gravi al patrimonio artistico e un numero molto elevato di vittime. Il culmine della campagna condotta dai bombardieri della 15a Air Force si ebbe alla fine di marzo, con sette missioni che inflissero danni ingentissimi agli scali ferroviari e agli adiacenti obiettivi industriali.

In periodo bellico in esame fu oggetto d'incursioni aeree secondarie la linea ferroviaria Trieste – Erpelle (in tedesco Triest - Herpelje Bahn, in sloveno Železnice Trst - Hrpelje), detta anche ferrovia della Val Rosandra, linea ferroviaria a scartamento ordinario che collegava le stazioni di Trieste Campo Marzio ed Erpelle - Cosina, sulla ferrovia Istriana. La linea Trieste - Erpelle fu inaugurata e aperta all'esercizio sotto la gestione delle imperialregie Ferrovie Statali austriache (kkStB) il 5 luglio 1887 e fu utilizzata in periodo bellico per il trasporto di armi, munizioni e truppe impiegate sul fronte italiano.

Durante il secondo conflitto l'evento più significativo si verificò a seguito dell'aumento della rilevanza strategica del Porto Petroli di Trieste San Sabba dopo l'occupazione italiana della Slovenia nella

primavera 1941 e della conseguente decisione di raddoppiare il binario della Linea Bassa nel tratto tra Trieste Campo Marzio Smistamento e Trieste Servola.

Per ottenere lo spazio per il secondo binario fu, infatti, necessario intervenire sulla linea di Erpelle, facendola confluire nella Transalpina con il nuovo Bivio San Giacomo e privandola dell'ingresso indipendente a Campo Marzio

Dopo l'armistizio dell'8 settembre 1943 e la dissoluzione dell'esercito italiano le zone più interne dell'Istria furono invase dai partigiani filo-jugoslavi, mentre Trieste e il resto della regione furono occupate dalle truppe tedesche, che posero le ferrovie sotto il controllo diretto della Deutsche Reichsbahn. Seguì un periodo di sabotaggi con conseguenti distruzioni e deragliamenti cui fu posto rimedio, nonostante i pochi mezzi disponibili, da parte dei militari tedeschi con l'aiuto forzato dei ferrovieri italiani, fino al crollo della Germania nel 1945 e alla paralisi definitiva dell'esercizio ferroviario.

In sintesi, allegata riportiamo elenco delle principali incursioni aeree che hanno interessato il capoluogo giuliano nel biennio 1944 – 1945.

Nei primi sei mesi del 1944 nelle cifre fornite da fonti alleate, il numero degli aerei è quello complessivo partito dalle basi. Poi questi aerei si dividevano sui vari obiettivi, sulle varie rotte. Talvolta parte della formazione si staccava dal grosso per raggiungere un determinato bersaglio. Il carico di una formazione poteva poi essere sganciato su diversi obiettivi, ma anche tutto su uno solo, dopo di perché la formazione ritornava alla base.

- 7 gennaio 1944 - Fiume Fonti italiane: Primo bombardamento su Fiume.
- 9 gennaio 1944 - Pola Fonti italiane: Dalle ore 11:20 alle 11:45 un centinaio di bombardieri sganciano, a tre riprese, su Pola centinaia di bombe che colpiscono gli edifici di largo Oberdan, del Clivo Grion, delle vie Benussi, Barbacani, Garibaldi, Mazzini, Abbazia, Tradonico, Muzio, Tartini, Antonia, Zaro, Monte Cappelletta, Monte Paradiso e Monte Cane. Si contano settantasette morti (tra i quali Don Graziano Zascin) e ottantadue feriti.
- 21 gennaio 1944 - Fiume Fonti italiane: Bombardamento su Fiume.
- 24 gennaio 1944 Fiume Fonti italiane: Bombardamento su Fiume.
- 30 gennaio 1944, Domenica Maniago, Udine, Villaorba: Aerodromi - 450th Bombardment Group, 15° U.S.A.A.F. (United States Army Air Force).
- Fonti alleate: In Italia, B-17 colpiscono gli aerodromi e i campi di atterraggio a Villaorba, Maniago e Lavariano; B-24 bombardano l'aerodromo di Udine e la stazione radar di Fier (Albania).

- P-38 scortano i B-17 nelle missioni su Villaorba e Maniago e P-38 e alcuni Spitfires della RAF scortano i B-24 nella missione sopra Udine. P-47 compiono una penetrazione nell'area di Villaorba. I B-24 e i caccia dichiarano di aver abbattuto più di sessanta aerei nemici sessanta e di averne distrutti a terra un gran numero. 450th Bombardment Group: 32 B-24 sganciano trentotto ton. di bombe sull'aerodromo di Udine. L'obiettivo è centrato. Colpi sono stati osservati sull'edificio dell'amministrazione, sulle caserme, sugli hangar e piste di decollo. FLAK di intensità da pesante a moderata e precisa. Aerei nemici: tra dieci e dodici ME-109, FW-190 e MA-202, ma nessun velivolo alleato è stato colpito. Un ME-109 e un MA-202 probabilmente distrutti. 5 B-24 sono stati danneggiati dai flak, uno in modo grave. Quattro membri dell'equipaggio feriti gravemente.
- 31 gennaio 1944 Aviano e Udine: aerodromi.
- Trieste: Raffineria 15° AF -Fonti alleate: B-24 e B-17 bombardano gli aerodromi di Aviano e Udine, scortati dall'82° FG; P-38 e P-47 fanno da scorta. B-17, con scorta di P-38, colpiscono l'aerodromo di Klagenfurt; sono dichiarati sedici aerei abbattuti.
- 450th Bombardment Group: 27 B-24 sganciano settantanove ton. di bombe sull'aerodromo di Aviano. L'aerodromo e le installazioni sono centrati. FLAK di intensità pesante, da media a moderata e precisa. Attacchi da cinque o sei aerei nemici, singolarmente e contro luce. Va dato merito all'82° FG per aver tenuto il numero di attacchi al minimo. Dichiarata dai piloti dei caccia la distruzione 2 ME-109 e il danneggiamento di un ME-109. Otto velivoli subiscono danni dai flak, nessuno dai caccia nemici. Fonti italiane: È stato il primo bombardamento su Trieste. Alle ore 20 (altre fonti indicano le 22) avviene la prima incursione preceduta da razzi illuminanti. Viene colpita la raffineria dell'Aquila, Aquilinia, Scofie, Zaule, e la zona delle Noghère. C'è un morto a San Dorligo della Valle (un casellante delle ferrovie).
- 17 febbraio 1944 Trieste: Cantieri navali.
- Fonti italiane: Bombardamento su Trieste. Danneggiato gravemente il Cantiere San Marco. Restano dei dubbi su questo bombardamento, perché poche fonti (forse solo una) ne parlano. Potrebbe essere un errore con quello di stessa data del 1945.
- 25 febbraio 1944, venerdì. Fiume: Scalo merci e porto.
- Pola: Porto 454° Bomb Group - 15° USAAF. Missione N.5 Fonti alleate: Continuano gli attacchi coordinati con l'Eighth Air Force su obiettivi europei. B-17 con scorta di caccia bombardano la fabbrica di aerei di Regensburg; l'opposizione di caccia nemici è pesante. Altri B-17 colpiscono il deposito aereo a Klagenfurt, in Austria, e l'area portuale di Pola. B-24 attaccano lo scalo merci e il porto di Fiume e

colpiscono la ferrovia austriaca a Zell-am-See e l'aerodromo di Graz e la zona portuale di Zara. Più di trenta velivoli americani sono dispersi.

- Fonti italiane: In prima pagina del Piccolo del 28 o 29 febbraio, si parla di abbattimenti di aerei alleati sulle Alpi Giulie, un aereo caduto presso Gorizia e 114 piloti nord-americani dispersi sui monti con trenta gradi sottozero. I Messerschmitt tedeschi hanno intercettato i bombardieri americani diretti verso la Germania meridionale sulla costa Dalmata. Il primo aereo americano è stato abbattuto verso le 11.40 nelle vicinanze di Gorizia. Altri sei velivoli sulle caravanche e sulle Alpi Giulie. Altri tre durante il volo di ritorno, di cui uno costretto ad un atterraggio in mare, è affondato quasi subito. Alcuni membri degli equipaggi sono stati fatti prigionieri.
- Da fonti alleate veniamo a sapere che la strategia favorita dei piloti tedeschi era di intercettare i ritardatari (aerei rimasti da soli a causa di difficoltà di qualsiasi specie) e spesso l'aereo veniva abbattuto. In caso di ammaraggio il B-24 si trovava in netta difficoltà, poiché gli sportelli delle bombe di tipo a rullo (roll-type) venivano strappati facilmente quando colpiti dall'acqua e l'aereo affondava molto rapidamente.
- 18 marzo 1944, sabato – Trieste – Laguna di Marano.
- 454° Bomb Group - 15° USAAF. Missione N.11 Fonti alleate: In Italia, più di 950 B-17 e B-24 bombardano obiettivi aeronautici. I B-17 colpiscono il campo di atterraggio di Villaorba e il deposito di aeronautica di Udine; i B-24 bombardano i campi di atterraggio di Maniago e di Lavariano e il deposito di aeronautica di Gorizia; 126 P-38 e P-47 completano la distruzione nella zona di Udine-Maniago e attaccano a bassa quota velivoli all'aerodromo di Udine, una nave cisterna a sud della laguna di Marano, e un hangar, due treni, due stazioni radar e un ancoraggio d'idrovolanti (distruggendo sei idrovolanti) al Belvedere. I bombardieri contano quaranta aerei nemici distrutti, nove velivoli americani sono abbattuti.
- 1° aprile 1944 Monfalcone - Trieste.
- Fonti italiane: Bombardamento su Monfalcone con molte case distrutte.
- 7 aprile 1944, venerdì. Gorizia, Udine, Trieste linee ferroviarie. 15° USAAF.
- Fonti alleate: In Italia, più di 400 B-17 e B-24 attaccano scali ferroviari; i B-17 bombardano Treviso; i B-24 colpiscono Mestre e Bologna; quasi 100 P-38 fanno da scorta; P-47 fanno una penetrazione nella zona di Gorizia e Udine; è dichiarato l'abbattimento di quasi venti aerei nemici.
- 11/12 aprile 1944 Monfalcone – Trieste. Linee ferroviarie.
- Fonti italiane: Bombardamento notturno su Monfalcone con circa venti morti. Sono distrutti uno stabile operaio, un asilo, una dispensa viveri, un ambulatorio.

- 20 aprile 1944, Giovedì -Trieste: Arsenale, Opicina, Prosecco. Monfalcone: Arsenale.
- 454° Bomb Group - 15° USAAF. Missione N.28 Fonti alleate: Più di 300 B-17 e B-24 attaccano obiettivi in Italia: i bombardieri B-17 gli scali merci di Ancona, Castelfranco, Padova e Vicenza e le installazioni del porto di Venezia, mentre i B-24 colpiscono gli scali merci di Mestre, Treviso (?) e Fano, il porto di Venezia, i cantieri navali di Monfalcone e Trieste; altri più di 180 bombardieri pesanti che erano stati spediti contro obiettivi di comunicazioni nell'Italia settentrionale sono costretti ad abbandonare a causa del maltempo; circa 250 aeroplani da caccia forniscono la copertura per le incursioni del bombardamento.
- Fonti italiane: Il bombardamento comincia alle ore 12:40-12:45. Tre formazioni di aerei anglo-americani provenienti dal sud hanno bombardato Monfalcone, proseguendo quindi verso Trieste. Sono colpite Opicina, Banne, Prosecco e i dintorni della cava Faccononi, un'ala della Fabbrica Macchine di Sant'Andrea, condotte del gas e dell'acqua. A Opicina si contano trentasei morti, quasi tutti contadini, e una quarantina di feriti, cinquanta case distrutte, tra cui la canonica. Gravemente lesionata la chiesa parrocchiale. Tre aerei abbattuti dalla contraerea. La sepoltura viene accompagnata da un coro in lingua slovena, presente il vescovo Santin. È interessante notare come fino a questo, che da molti è considerato il primo bombardamento alleato su Trieste, vi fosse nella zona la convinzione che Trieste non sarebbe mai stata bombardata dagli anglo - americani.
- 10 giugno 1944 - Trieste: Raffineria.
- 449° Bombardment Group, 450° Bombardment Group, 15th Air Force.
- Fonti alleate: Più di 550 B-17 e B-24 attaccano obiettivi in Italia. I B-17 colpiscono uno scalo merci a Mestre e un deposito di petrolio e uno scalo merci a Porto Marghera. I B-24 colpiscono la raffineria di petrolio a Trieste, il deposito aereo a Ferrara e la città di Ancona. P-51 e P-38 fanno da scorta e in Romania, colpiscono a bassa quota obiettivi occasionali tra Bucarest ed il fiume Danubio e a sud di Craiova e bombardano in picchiata una raffineria di petrolio a Ploesti.
- Fonti italiane: È il bombardamento più grave per la popolazione civile di Trieste, con 112 case distrutte, 300 danneggiate, circa 400 morti (440 secondo alcune fonti, 378 secondo altre), 800 feriti ricoverati e un migliaio quelli medicati, oltre 4.000 i senza tetto. Il bombardamento comincia alle ore 9:15, un quarto d'ora dopo il segnale di allarme, e dura per un'ora. Un centinaio di bombardieri, con caccia di scorta, passano in quattro ondate provenienti dal mare ed eseguono il bombardamento da circa 4.000 metri. Sono colpiti, anche con bombe incendiarie, gli impianti portuali (magazzini) e

industriali, Barcola, la testata del molo Audace, la stazione di Sant'Andrea, le zone d'insediamento civile dei rioni di San Giacomo, via Timeus, Campi Elisi e Montebello. Distrutta la Raffineria Aquila, colpiti i serbatoi della Raffineria Esso Standard di San Sabba, il deposito legnami di S. Sabba, l'oleificio Gaslini di Chiarbola, il Pastificio Triestino (brucerà per diversi giorni di seguito e sarà totalmente distrutto), la chiesa di S. Maria delle Grazie di via Rossetti (distrutta completamente ed è morto pure il parroco P. Fortunato Vender), la fabbrica di corda Bignami e altre piccole industrie attorno a via del Ghirlandaio. La colonna di fumo che si leva dall'Aquila è alta migliaia di metri e si vede perfino da Gorizia, mentre alla Gaslini è incendiato un magazzino di pannelli pressati e le fiamme durano fino al lunedì sera. È affondata la nave della Croce Rossa "Innsbruck" attraccata alla Stazione Marittima (ex piroscalo Limbara, era stato trasformato in nave ospedale nel febbraio del 1944, venne in seguito recuperato e demolito; vedi fonti n.23 e n.24, anche se la fonte n.24 riporta errati luogo e data di affondamento). A San Giacomo un gruppo di spazzini che sostava fuori dal deposito è colpito in pieno. Il giorno 12 giugno hanno luogo, in forma solenne e a spese del Comune, i funerali delle vittime. Dopo il bombardamento, l'Acegat raccomanda di non usare il gas poiché, a causa della rottura delle tubature, l'aria penetrata in esse, ha contribuito alla formazione di gas tonante. Viene dato anche l'incarico al Consorzio Agrario provinciale di provvedere ad una distribuzione straordinaria di carbone vegetale. Manca anche l'acqua e c'è la fila alle fontane e alle condutture d'emergenza allacciate dal Comune. Aumentano i casi di tifo e di malattie infettive.

- Rapporto Descrittivo 449th Bomb Group N. 77 di data: 10 giugno 1944.
- Obiettivo: Trieste, Italia, Raffinerie di petrolio.
- Quaranta bombardieri B-24 sono decollati alle ore 06:00-06: trentacinque per bombardare le raffinerie di petrolio di Trieste.
- Quaranta hanno sganciato novantotto 3/4 tonnellate di bombe 500-lb GP, con spoletta da uno e coda mista da 01 e 025, sulle raffinerie di petrolio di Trieste alle ore 09:40-09:44 da un'altezza da 19.000 a 21.000 piedi. Tre di loro hanno gettato fuori bordo 3/4 di tonnellata a causa di malfunzionamenti, uno circa tre minuti distante dall'obiettivo, uno a Pianosa e l'altro fuori del porto di Taranto. Quaranta sono ritornati alla base alle ore 12:01. Si sono incontrati con altre formazioni aeree sopra San Vito a 3.000 piedi alle ore 07:07. Di là hanno puntato a Vieste (4153N-1611E), girato puntando a (4337N-1345E), per girare a (4520N-1300E), verso l'obiettivo, attaccando su un asse di 101° reali. Riunitisi di nuovo sulla destra hanno continuato a puntare a (4435N-1400E) verso la base. Non è stato disputato alcuno

specifico incontro con la scorta ma sono stati visti militari amici nella zona dell'obiettivo. A causa dello strato di nubi a bassa quota nella zona dell'obiettivo, che ammontava a 5/10, sono difficili da accertare i risultati. L'osservazione visiva ha segnalato inizio d'incendi particolarmente estesi nella zona dell'obiettivo. Le fotografie rivelano undici colpi fra le installazioni d'immagazzinaggio del petrolio a C/4-4, dieci colpi fra le costruzioni nella piccola baia a M/5 e 30-40 colpi in acqua aperta della baia di Zaule 3.000-5.000 piedi ad ovest del punto mirato. Un colpo centrato è stato segnalato su una nave mercantile. Circa dodici E/A (aerei nemici) sono stati visti nella zona dell'obiettivo di cui nove erano dei ME-109 e tre non identificati.

Nessun incontro con aerei nemici è stato sperimentato da questo gruppo. Il bombardamento aria-aria (probabile) è stato segnalato a (4440N-1415E) alle ore 11:10.

Venti bombe sono state sganciate attraverso formazioni (o in formazione) e scie di vapore di cinque A/C (aircraft = velivoli) sono state segnalate allo stesso tempo.

Sopra l'obiettivo sono stati segnalati "FLAK" [la contraerea] limitati, imprecisi e pesanti di tipo mirato e la formazione era nella zona dei FLAK per circa tre minuti. Gli scoppi rossi, bianchi e neri dei FLAK sono stati segnalati. Alle ore 10:05 da 14,000'a 4443N-1410E, un B-24 ha dovuto fare un ammaraggio forzato. Vista una flotta di velivoli a circa dieci minuti e visto zattera in acqua. Segnalato allo squadrone di Salvataggio Aria-Mare (Air-Sea Rescue Squadron) in questa base.

Nessuna perdita. Danni minori a causa dei FLAK a quattro aerei. Nessun ferito e nessuna vittoria. Nel secondo semestre del 1944 è da notare che nelle cifre fornite da fonti alleate, il numero degli aerei è quel complessivo partito dalle basi. Poi questi aerei si dividevano sui vari obiettivi, sulle varie rotte. Talvolta parte della formazione si staccava dal grosso per raggiungere un determinato bersaglio. Il carico di una formazione poteva poi essere sganciato su diversi obiettivi, ma anche tutto su uno solo, dopo di perché la formazione ritornava alla base.

- 22 Giugno 1944, giovedì. Trieste: Deposito di petrolio. Latisana: Ponte della ferrovia.

Target primario Udine: Scalo merci 461° e 449° Bombardment Group (H), 15th Air Force. 450° Bombardment Group su Udine. Missione N.47.

Fonti alleate: Continua il maltempo che dura da diversi giorni e gli obiettivi sono sempre quelli legati al petrolio. Il 461° non riesce a raggiungere le installazioni petrolifere d'immagazzinaggio a Trieste, a causa del maltempo. Al ritorno dall'obiettivo primario, il Gruppo ha volato sulla laguna di Venezia ma non è riuscito ad individuare un obiettivo a Mestre o a Porto Marghera. Alcuni bombardieri hanno gettato i loro

carichi di bombe fuori bordo nell'Adriatico, ma la maggior parte di loro hanno riportato le loro bombe alla base. Tra le ore 7:31 e le 7:57 il 449° parte con quaranta B-24 con destinazione il ponte della ferrovia di Latisana, ma trovano l'obiettivo principale e quelli alternativi coperti da nubi e ritornano alla base. Quattro aerei scaricano le bombe in Adriatico.

- 26/27 giugno 1944 - Obiettivo Trieste.

Fonti italiane: Nella notte (ore 23:15 del 26 giugno) bombardamento con meno bombe sulle abitazioni, ma comunque con alcune case di abitazione colpite, tra cui il Patronato giovanile di via Navali. Sette morti (10 secondo altre fonti) e alcuni feriti. Gli obiettivi attaccati sono: la Raffineria Aquila, Coloncovez e la Maddalena.

- 6 luglio 1944, giovedì – Obiettivo Trieste.

Target primario la raffineria, colpita da bombardieri americani.

Forze aeree impiegate: 454° Bomb Group, 449° Bomb Group, 450° Bomb Group, 15th Air Force.

Missione N.74 Fonti alleate: Più di 530 B-17 e B-24 attaccano lo scalo merci di Verona, l'acciaieria di Bergamo, il viadotto di Avisio, il ponte della ferrovia sul Tagliamento di Casarsa della Delizia, il deposito di petrolio e benzina di Aviano, il deposito di petrolio di Porto Marghera e la raffineria di petrolio di Trieste. P-51 e P-38 forniscono la scorta. Il 449° Bomb Group colpiva il ponte della ferrovia di Latisana (Missione N.92). 27 B-24, decollati tra le 6:29 e le 6:44 si incontravano con altre formazioni amiche sopra San Vito alle 7:38 e con la scorta di P-47 alle 9:24. Alle ore 10:11 sganciavano sessantasei ton. di bombe da 1.000 libbre (con spoletta da uno e senza ritardo) da 21.000-22.000 piedi, scaricandone 1,5 ton. nel mare Adriatico perché in ritardo. Tutti sono rientrati alla base alle ore 12:36. Non vi era stata alcuna interferenza radio, nessuna contraerea, nessuna perdita e nessun ferito. Non erano stati incontrati aerei nemici, sebbene fossero stati visti quattro aerei non identificati. L'osservazione visuale stabiliva che gli obiettivi erano stati ben centrati, con fumo che raggiungeva i 5.000 piedi e almeno 4 o 5 bombe avevano centrato il ponte, delle quali una o due proprio in centro. Qualche colpo è finito sull'area urbana. Le fotografie hanno mostrato almeno tre colpi (bombe) sul ponte, tre colpi vicino all'estremità ovest dello stesso e due colpi vicino a quella est, la linea ferroviaria tagliata 500 piedi a ovest e a 1.500 piedi a nord-est dell'obiettivo. Un colpo aveva centrato il collegamento ovest del ponte stradale e la strada verso Mestre era stata colpita quattro volte. Il resto era finito sulle rive del fiume e nel distretto industriale vicino all'obiettivo. Fonti italiane: Il bombardamento comincia alle ore 10:25. Un centinaio di bombardieri colpisce Aquilinia, Zaule, San Sabba (la raffineria) e la polveriera. Secondo alcune fonti in

questa data vengono colpite nel vallone di Muggia il piroscafo "Duilio" e la nave "Stoccolma" che brucerà per due giorni. Secondo altre fonti, queste navi sono state colpite il 10 settembre di questo stesso anno. Poiché le navi danneggiate o semiaffondate restavano sul posto per anni, nemmeno le fotografie sono prove certe della data del fatto.

Inoltre, va poiché la stessa nave potrebbe esser stata colpita più volte in date diverse. Per la Stockholm però sono diverse le fonti che indicano la data del 10 settembre.

- 13 luglio 1944, giovedì. Obiettivo Trieste: Deposito petrolio.

Forza aerea impiegata: 454° Bomb Group, 15th Air Force Missione N.78.

Fonti alleate: 581 bombardieri attaccano obiettivi nel Nord-Est dell'Italia. B-17 colpiscono degli scali merci a Mestre e ponti della ferrovia a Latisana, Pinzano al Tagliamento e Venzone. B-24 bombardano scali merci a Brescia, Mantova e Verona e depositi di petrolio a Porto Marghera e Trieste. P-38 e P-51 fanno da scorta; altri P-51 effettuano una penetrazione sopra la valle del Po.

Fonti italiane: Il bombardamento comincia alle ore 10:45, con dieci bombardieri che attaccano Erpelle Cosina, presso la polveriera, Servola e San Sabba. Secondo il Piccolo "hanno sorvolato la città di Trieste in più ondate, sganciando delle bombe in una località periferica".

Dall'inizio dei bombardamenti al periodo del 15 luglio 1944 – Resoconto da archivi italiani.

Fonti italiane: Risultano bombardate: Pisino, Rozzo, Gimino, Olmeto, Silum, Bergozza, Basovizza, San Dorligo della Valle, Opicina, Aquilinia, Trieste. Altri luoghi, tra cui Pirano, hanno subito mitragliamenti. A Trieste risultano effettuati quattro bombardamenti.

I luoghi con maggiori danni sono: Pisino, Rozzo, Gimino, Aquilinia, Opicina. A Trieste in tutto vi sono stati circa 500 morti e oltre 1.000 feriti. Sono state colpite in particolar modo le parrocchie di San Giacomo, San Giovanni Bosco, San Giusto, San Vincenzo de' Paoli, Beata Vergine delle Grazie, Servola, nonché con palazzi distrutti Sant'Antonio Nuovo e Sant'Antonio Vecchio. Lesionata la chiesa di San Giacomo.

- 19 luglio 1944: Trieste: raffineria petroli. Fonti italiane: Tre aerei tra le 11 e le 12:30 sganciano sei bombe vicino alla Raffineria Aquila. I tre aerei si erano staccati da una formazione di cento bombardieri in volo di rientro da una missione in Germania.

- 4 settembre 1944, lunedì. Latisana: Ponte della ferrovia. Casarsa della Delizia: Ponte della ferrovia. Trieste: linee ed installazioni ferroviarie.

Forza aerea impiegata: 454° Bomb Group, 15th Air Force. Missione N.112.

Fonti alleate: Quasi 400 B-17 e B-24, con relativa scorta, attaccano sommergibili nel porto di Genova e colpiscono le comunicazioni nel Nord Italia compreso il viadotto di Avisio, scali merci a Trento, Bronzola e Ora e ponti della ferrovia a Ora, Casarsa della Delizia e Latisana.

- 8 Settembre 1944, Venerdì. Obiettivo Trieste. 15th United States Army Air Force.

Fonti alleate: Alcuni P-51 fanno da scorta ai Beaufighters della RAF verso Trieste.

Fonti italiane: Aerei mitragliano a Trieste i quartieri di Barcola e di Sant'Andrea.

- 9 settembre 1944, sabato: Obiettivo Trieste.

Fonti italiane: Non è ben chiaro se quanto riferito per questa giornata sia, in effetti, da riferire al giorno prima o il giorno dopo. Secondo Livio Grassi il mitragliamento e l'affondamento del Rex sono concomitanti e in data diversa da quella del San Marco, ma dai rapporti alleati e da altre fonti pare diversamente. Il Piccolo non aiuta di sicuro.

A Trieste si contano cinquanta morti (quelli del San Marco?).

Nelle acque tra Muggia e Capodistria è affondato il transatlantico "Rex", costruito nel 1931 nei cantieri Ansaldo di Sestri Ponente, che misurava 268,20 metri di lunghezza, stazzava 51.062 tonnellate e il 16 agosto 1933 aveva ottenuto l'assegnazione del "Nastro Azzurro" per aver percorso il viaggio di 3.181 miglia, da Gibilterra a New York, in quattro giorni, tredici ore e cinquantotto minuti, superando di centotrentasette minuti il precedente primato del "Bremen" tedesco. Per salvarlo, durante la guerra, fu ormeggiato nel Vallone di Muggia.

Dopo l'8 settembre 1943 tedeschi e civili lo saccheggiarono asportando mobili, tappeti, quadri, stoviglie, biancheria. Il 10 giugno fu rimorchiato sotto la costa istriana. Colpito da questo bombardamento e rovesciato su un fianco, brucio per tre giorni.

Nel 1947 lo smontarono e ne inviarono i pezzi nelle ferriere. In questo stesso giorno, nelle prime ore del mattino, undici apparecchi angloamericani incendiano e affondano il piroscafo "San Marco" in servizio civile fra Trieste, Salvore e Pirano: cinquanta morti tra i passeggeri e cinque dell'equipaggio (150 morti più quattro dell'equipaggio e il capitano della nave per Livio Grassi).

- 10 settembre 1944 – domenica. Obiettivo: Trieste: Infrastrutture del porto.

Forze aeree impiegate: 54° Bomb Group, 15th Air Force. Missione N.115.

Fonti alleate: 344 B-17 e B-24 bombardano In Austria cinque depositi di artiglieria e la zona industriale a Sud-Est di Vienna e due raffinerie di petrolio della zona. 88 B-24 scortati da P-38 e da P-51 bombardano il porto di Trieste.

Fonti italiane: Alle 11 quarantasei quadrimotori bombardano Trieste. A mezzogiorno intervengono altri dodici. Sono colpiti il porto Duca d'Aosta e il colle di S. Vito. Due aerei bimotori inglesi Bristol Blenheim attaccano, nel tratto di mare tra la Raffineria Aquila e San Sabba, la nave Sabaudia (ex Stockholm), i piroscafi Giulio Cesare (21.000 ton., recuperato solo nel 1949) e Caio Duilio (22.000 ton.), ambedue del Lloyd, ancorate lì da tempo. Le navi, gravemente colpite, si adagiano sul fianco. Una foto scattata da uno dei due piloti inglesi era stata esposta per lungo tempo nella vetrina di un fotografo triestino ed era apparsa in diverse pubblicazioni. In questa foto si vedeva uno dei due aerei che sorvolava il monte San Pantaleone e le navi colpite con la Croce Rossa sui fianchi. A Trieste si contano ventuno morti e 230 feriti. Molto particolare la storia della Stockholm, che testimonia come questo nome non abbia portato fortuna. La Stockholm era il nome di una nave della SAL (Swedish American Line - Svenska Amerika Linien) che era stata ceduta nel 1928. La stessa SAL fa costruire con lo stesso nome una nuova nave di 28.000 ton. dai Cantieri Riuniti dell'Adriatico di Monfalcone.

La nave è varata il 29 maggio 1938, ma viene distrutta dal fuoco il 19 dicembre dello stesso anno, prima del suo completamento. L'incendio scoppia di notte e il forte vento e i fumi tossici impediscono la lotta antincendio. La grande quantità di acqua pompata dentro la nave però causa una perdita di stabilità e la stessa nave affonda sul posto. La ricerca sulle cause dell'incendio risulta infruttuosa.

Una nuova nave viene ordinata dalla SAL agli stessi cantieri, utilizzando le apparecchiature che non erano ancora state installate su quella incendiata.

Il 10 marzo 1940 la nave è varata ma essendo scoppiata la Seconda guerra mondiale, il 3 novembre 1941, la SAL decide di venderla al governo italiano che la usa come trasporto truppe con il nome di Sabaudia. Sarà questa la nave affondata a Trieste il 10 settembre 1944. La SAL, nel 1948, farà costruire in Svezia una nuova nave di 12.165 ton. con il nome di Stockholm. Questa nave sarà quella che il 25 luglio 1956 si scontrerà con l'Andrea Doria presso New York, provocandone l'affondamento (51 morti).

- 11 ottobre 1944, domenica. Obiettivo: Trieste: area portuale e linee ferroviarie.

Forza aerea impiegata: 461° Bombardment Group (H), 15th Air Force. Missione N.113.

Fonti alleate: L'obiettivo per la missione N.113 era la raffineria di petrolio di Vosendorf, a Vienna. Nella zona di Trieste vi erano acquazzoni e temporali fino alla quota di 30.000 piedi.

Non potendo attraversare, aggirare, o sorvolare le formazioni di nubi, il Maggiore Goree ha tentato di condurre la formazione nell'attacco dell'ultimo obiettivo previsto, la fabbrica di Kranj, in Jugoslavia.

- 23 Ottobre 1944. Obiettivo: Trieste – Area portuale.

Forza aerea impiegata: 454° Bomb Group, 15th Air Force. Missione N.140.

Fonti alleate: Secondo alcune fonti alleate è colpito lo scalo ferroviario di Opicina.

Fonti italiane: Un bombardamento colpisce il Porto Nuovo e la zona vicino al mare di Trieste. A Trieste si contano settantatré morti e un centinaio di feriti.

- 7 dicembre 1944, giovedì. Obiettivo: Trieste. 15th United States Army Air Force in azione.

Fonti alleate: 31 B-17 e B-24 compiono delle incursioni prima dell'alba in Austria, su Salisburgo, Klagenfurt, Villach e sugli scali ferroviari di Lienz, obiettivi di comunicazione a Wolfsberg, Spittal an der Drau, Mittersill e Sankt Veit a Deferegggen e su Trieste. P-38 e P-51 fanno da scorta e ricognizione.

- 7 febbraio 1945, mercoledì. Obiettivo Trieste: Deposito di petrolio ed area portuale.

Forza aerea impiegata: 15th United States Army Air Force in azione. Fonti alleate: 680 B-17 e B-24 bombardano le raffinerie di petrolio a Moosbierbaum, Schwechat e le raffinerie di Lobau, Floridsdorf, Korneuburg e Kagran nella zona di Vienna; un deposito di petrolio a Pola; il cantiere navale e il porto di Trieste; la città di Bratislava, in Cecoslovacchia; l'Aerodromo Di Zwolfaxing, in Austria; e parecchi obiettivi sparsi occasionali. 274 P-38 e P-51 forniscono la scorta. 8 B-24 sganciano rifornimenti in Jugoslavia. 18 P-51 attaccano a bassa quota l'aerodromo di Zeltweg in Austria e la zona circostante mentre in Jugoslavia, 10 P-38 eseguono raid tra Zagabria-Karlovac-Sisak. Altri P-38 fanno servizio di scorta e ricognizione.

Fonti italiane: Diciotto quadrimotori colpiscono a Trieste Campo Marzio, il porto Duca d'Aosta, il palazzo della Posta, il silos granaio e lo scalo ferroviario. A Trieste si contano cinquantacinque morti e 300 feriti. Viene colpito anche l'Ufficio Fortificazioni di via Campo Mazio n.7.

- 17 febbraio 1945, sabato – Obiettivo Trieste: Corazzata "Conte di Cavour", porto, cantieri
In azione combinata RAF e 15th USAAF.

Forze aeree impiegate: 765° Bombardment Squadron (H), 461° Bombardment Group (H). Fonti alleate: La corazzata italiana "Conte di Cavour", affondata nel 1940 durante l'attacco della Fleet Air Arm su Taranto e salvata ma non riconsegnata, viene distrutta nelle incursioni della RAF su Trieste. Circa 500 B-17 e B-24 attaccano lo scalo ferroviario, la stazione e la fabbrica di benzolo a Linz, l'acciaieria Judenburg, le fabbriche di carri armati a Steyr e a Sankt Valentin, gli scali ferroviari a Graz, Wels, Bruck an der Mur e Villach, in Austria.

Altri target i cantieri navali e i porti a Fiume, Trieste e Pola. P-38 e P-51 scortano i bombardieri, guidano le missioni di ricognizione, sganciano rifornimenti, attaccano a bassa quota in Austria linee ferroviarie

nella zona di Vienna-Linz e velivoli ad Ardning ed a Grafenstein, e compiono ricognizioni fotografiche e per le condizioni atmosferiche.

Forza aerea impiegata: 461° Bombardment Group (H). Missione N.177 L'obiettivo primario per la missione N.177 era la raffineria di petrolio di Schwechat vicino a Vienna. A causa del ritardo nel decollo dovuto al maltempo sopra le Alpi, la formazione alla fine decolla alle ore 11:10. A causa del ritardo, l'ultimo obiettivo previsto, i cantieri navali a Trieste, si è trasformato nell'obiettivo primario. La formazione condotta dal capitano Roberts. Gravi danni sono stati inferti all'obiettivo ma lo schema di bombardamento era sparso con il risultato che la missione ha avuto un successo del 24,1%.

Fonti italiane: Trieste è colpita da tre ondate successive rispettivamente di quaranta, di ventuno e di sedici caccia-bombardieri che lasciano cadere sulla città 500 bombe dirompenti e molti spezzoni incendiari. I danni ammontano a un miliardo di lire. Incendi all'arsenale del Lloyd, allo Iutificio e al Canapificio, affondamento dell'esploratore "Pigafetta" ed inoltre danni al cantiere San Marco e ad alcune navi. A Trieste si contano ventisette morti e trecento feriti.

- 20 febbraio 1945, martedì – Obiettivo Trieste: Cantieri Navali.

Forza aerea impiegata: 15th USAAF in azione. 454° Bomb Group - Missione N.196, 456° Bomb Group

Fonti alleate: Più di 520 B-17, con scorta di caccia, e B-24 bombardano le raffinerie di petrolio di Lobau, Vienna e Schwechat, in Austria e gli scali merci di Floridsdorf a Vienna, acciaierie a Kapfenberg, il porto di Pola e i cantieri navali di Trieste e Fiume.

Fonti italiane: Bombardieri sganciano su Trieste 1.500 bombe. Danni al cantiere San Rocco e affondamento della nave "Cavour". Una decina di grosse unità, piegate su un fianco, giacciono sul fondale del vallone di Muggia, definito il "cimitero delle navi".

- 21 febbraio 1945, martedì – Obiettivo Trieste: Cantieri Navali.

Fonti alleate: Durante la notte tra il 20 e il 21 febbraio, 1 B-17 e tredici B-24 sganciano rifornimenti nell'Italia settentrionale. Durante il giorno più di 500 B-17 e B-24 con scorta di caccia bombardano Vienna, obiettivi ferroviari austriaci (scalo C, stazione Sud e scalo merci di Matzleinsdorf), scali merci austriaci ed ungheresi e i cantieri navali a Trieste e Fiume. Fonti italiane: Quattro bombardieri sganciano un centinaio di bombe sui magazzini Generali di Trieste.

- 5 maggio 1945 – Obiettivo Trieste, Fiume e Udine: Ricognizione 3° Squadrone australiano.

Fonti alleate: Ultima missione della II Guerra Mondiale del 3° Squadrone australiano. Si tratta di una ricognizione sopra le zone di Fiume, Trieste e Udine.

5.1.3 REPORT ARCHIVI UFFICIALI

• Archivistica specifica ministeriale, verificata per il periodo 1947 – 2010, ha evidenziato per il territorio comunale pisano in esame i seguenti principali rinvenimenti di ordigni residuati bellici inesplosi:

- ✓ Proietto artiglieria cal. 20 e 40 mm. contraereo;
- ✓ Proietto artiglieria cal. 75,105, 120, 149, 152 mm.;
- ✓ Bomba d'aereo anglo americana da 250 Lbs (125 Kg ca.);
- ✓ Bomba d'aereo anglo americana da 500 Lbs (250 Kg ca.);
- ✓ Bomba d'aereo anglo americana da 1000 Lbs (500 Kg ca.).

• Nell'ottobre 2017 il Ministero della Difesa – Segretariato Generale della Difesa e Direzione Nazionale degli Armamenti – Direzione dei Lavori del Demanio, ha messo a disposizione uno studio specifico riepilogativo dei rinvenimenti ufficialmente censiti di ordigni residuati bellici inesplosi in territorio nazionale, riferito al periodo 2010-2015, denominato “UXO Analysis”.

In quadro regionale applicato alla regione Friuli Venezia Giulia, riporta in totale seicento ottantasei (686) rinvenimenti di ordigni esplosivi residuati bellici inesplosi, così ripartiti:

- 113 bombe d'aereo di vario peso (prevalenti 250-500-1000 Lbs);
- 515 colpi di artiglieria vario calibro (prevalenti 50-75-105-120-155-205 mm)
- 125 bombe da mortaio vario calibro (prevalenti 81-88 mm)
- 343 bombe a mano (prevalenti breda, brixia, srcm, ananas)
- 01 mina anticarro (teller mine fabbricazione tedesca).

In figura seguente grafico regionale proposto nello studio del Ministero della Difesa descritto.

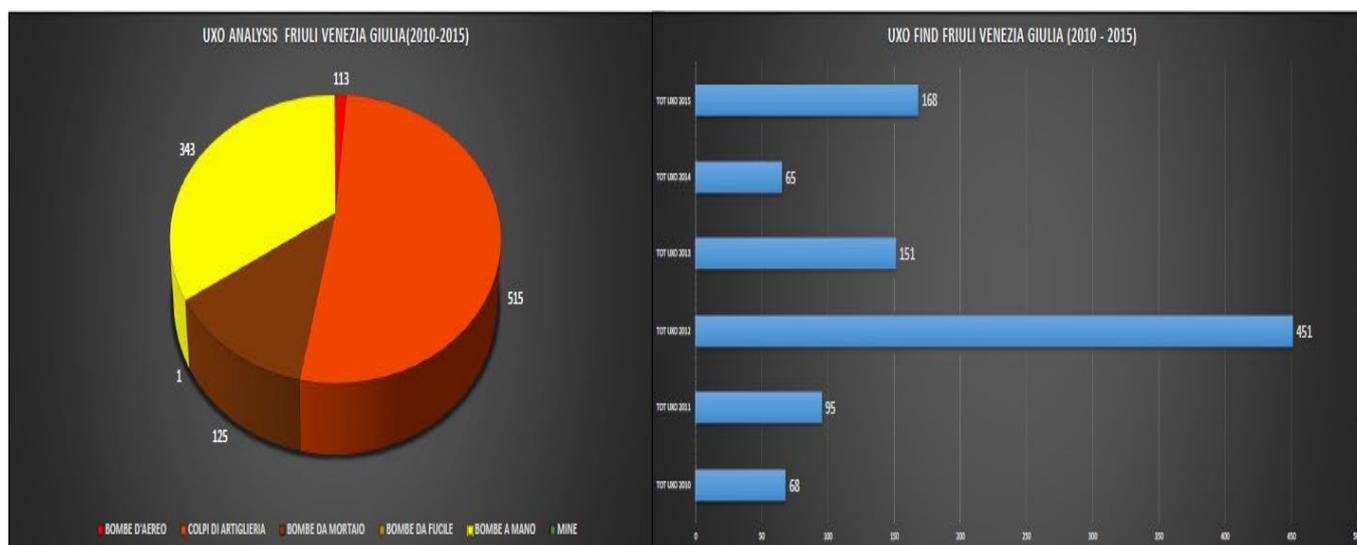


FIGURA 04 – ESTRATTO GRAFICO RINVENIMENTI ORDIGNI RESIDUATI BELLICI REGIONE FVG 2010-2015

[FONTE: MINISTERO DIFESA – UXO ANALYSIS.]

6 ANALISI FOTOGRAMMETRICA

Durante la II Guerra mondiale, la foto ricognizione aerea giocò un ruolo decisivo per il successo delle campagne di bombardamento strategico degli Alleati. Grazie all'uso di tecniche allestite dalla Royal Air Force britannica, la ricognizione Alleata fornì l'informazione necessaria per identificare gli obiettivi, progettare gli attacchi e valutare i danni inferti con i bombardamenti aerei.

Com'è noto, l'Italia cominciò ad essere oggetto di attacchi aerei già dal giorno successivo all'entrata in guerra contro l'Inghilterra e la Francia (10 giugno 1940), con l'incursione aerea su Genova e Torino (11/12 giugno 1940); l'ultimo bombardamento sull'Italia avvenne il 4 maggio 1945.

Cinque lunghissimi anni di attacchi aerei. L'Aerofototeca Nazionale (AFN) dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD), riguardante al Ministero dei Beni e delle Attività culturali e del Turismo, conserva un fondo di eccezionale importanza storica (fondo MAPRW), che raccoglie le immagini prodotte dagli Alleati per scopi di ricognizione durante la Campagna d'Italia del 1943-1945.

Secondo un documento del Dipartimento della Difesa americana la percentuale di malfunzionamento dei detonatori di queste bombe "storiche" è valutabile tra l'8% e il 10%, (caso italiano corrisponderebbe a 37.900 tonnellate di bombe d'aereo inesplose, corrispondenti grosso modo a 80.000-100.000 ordigni di vario tonnellaggio). La fotointerpretazione è uno dei metodi utilizzati per valutare il grado di rischio residuale potenziale di un sito progettuale; si tratta in particolare dello studio delle anomalie prodotte da bombardamento aereo alleato, individuabili tramite la lettura delle fotografie aeree disponibili o realizzabili *ad hoc* da parte dei gruppi di ricognizione fotografica, eseguita dalle formazioni aeree alleate dopo un bombardamento aereo su obiettivo "sensibile". In merito all'utilizzo dell'analisi fotogrammetrica per definire la presenza o meno di un ordigno inesplosivo, ricordiamo che le migliori indicazioni visive sulla potenziale presenza di un ordigno bellico inesplosivo interrato (bomba d'aereo - proietto medio e/o grosso calibro) sono rappresentati da chiari e definiti fori presenti nel piano di campagna esistente. Contestualmente è evidente l'assenza di danni causati da esplosione, assenza di frammenti o schegge nelle immediate vicinanze dell'obiettivo primario dell'incursione aerea. In aree non urbanizzate o moderatamente antropizzate, sottoposte a bombardamento aereo, è possibile notare delle depressioni causate dall'impatto dell'ordigno, causate dalle dimensioni, dal peso, dalla velocità e dalla natura del terreno impattato. In figure seguenti fotogrammi relativi ad incursioni aeree alleate con obiettivo primario il territorio comunale di Trieste, avvenuti nel periodo giugno-luglio 1944.



FIGURA 05 - FOTOGRAMMI BOMBARDAMENTI AEREI TRIESTE GIUGNO-LUGLIO 1944

[FONTE: ARCHIVIO STORICO USAAF - N.A.R.A. - WASHINGTON D.C.]



FIGURA 06 – FOTOGRAMMI BOMBARDAMENTI AEREI TRIESTE GIUGNO-LUGLIO 1944
[FONTE: ARCHIVIO STORICO USAAF – N.A.R.A. – WASHINGTON D.C.]

7 ANALISI BALISTICA

Analizziamo alcuni elementi di balistica, ramo della fisica meccanica che studia il moto di un proiettile e permette di stimare la quota media di potenziale rinvenimento di un ordigno bellico inesplosivo (proiettile grosso calibro e/o bomba d'aereo), tenendo in debita considerazione la necessità di rapportare il dato oggetto di studio al piano di campagna presente nel periodo bellico in esame.

In termini di balistica sono tre i fattori di base principali che determinano la localizzazione di bombe d'aereo inesplosive o proiettili di grosso calibro, presenti nel sottosuolo:

a) Angolo d'ingresso; b) Traiettoria orizzontale; c) Capacità di penetrazione.

7.1 ANGOLO D'INGRESSO

L'angolo d'ingresso necessita di una testimonianza oculare sulla direzione del bombardamento o la direzione del fuoco al fine di avere un primo indizio di partenza. Bombe d'aereo sganciate da un'altitudine fino a 10.000 metri normalmente entrano con un'incidenza che varia da 75° a 80°, mentre bombe sganciate da bassa quota hanno un angolo d'incidenza di circa 45°. In figura sette schema riepilogativo angolo d'ingresso bomba d'aereo nel sottosuolo.

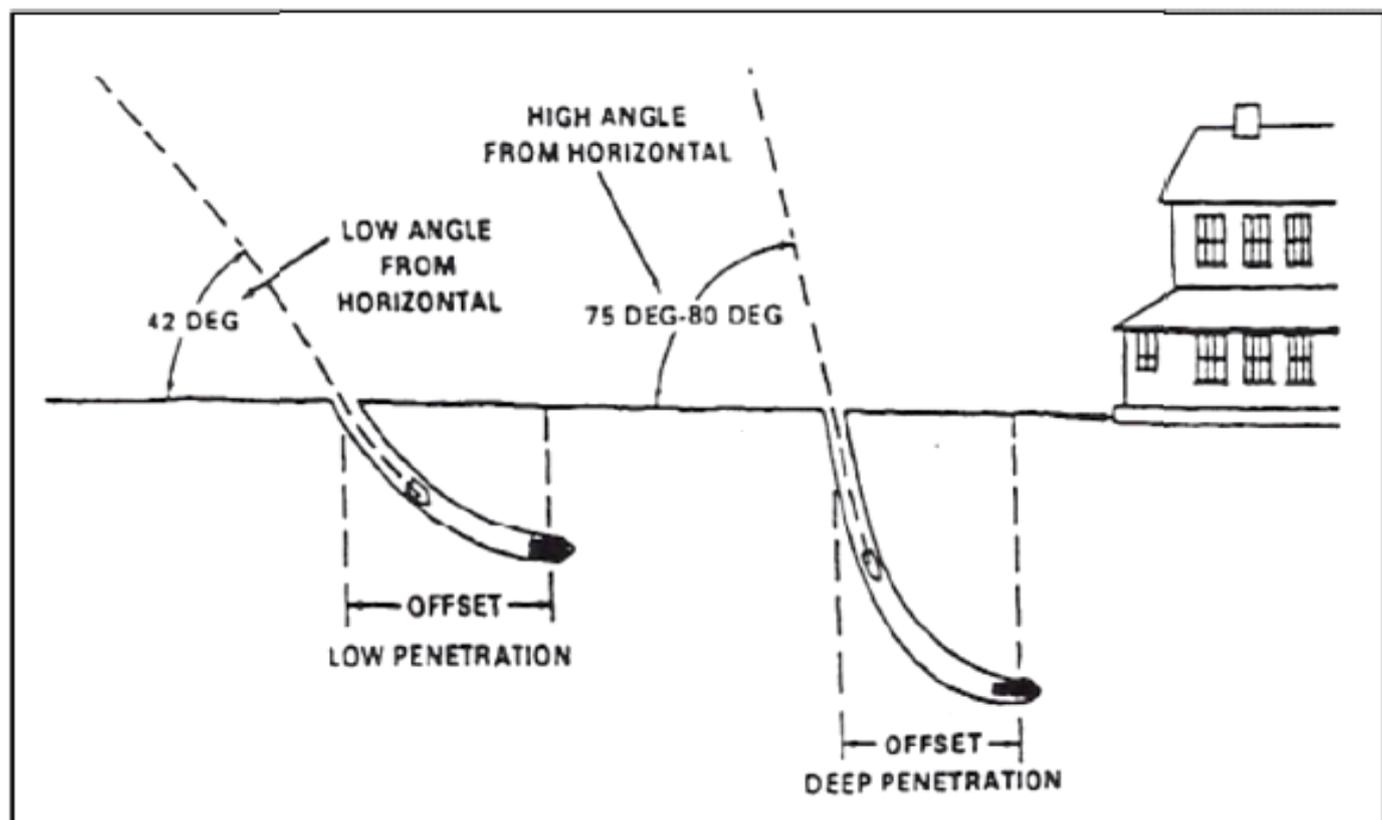


FIGURA 07 – SCHEMA ANGOLO D'INGRESSO E PENETRAZIONE BOMBA INESPLOSA
[FONTE: GENIO MILITARE - MINISTERO DELLA DIFESA]

Nel caso di esplosione della bomba, la regola balistica di riferimento è che una carica di esplosivo militare fatta esplodere su di un terreno originario vi provoca un cratere ad imbuto la cui profondità è pari ad un centimetro per ogni dieci grammi di esplosiva. In successiva figura otto sezione stratigrafica tipo di un cratere di bomba esplosa.

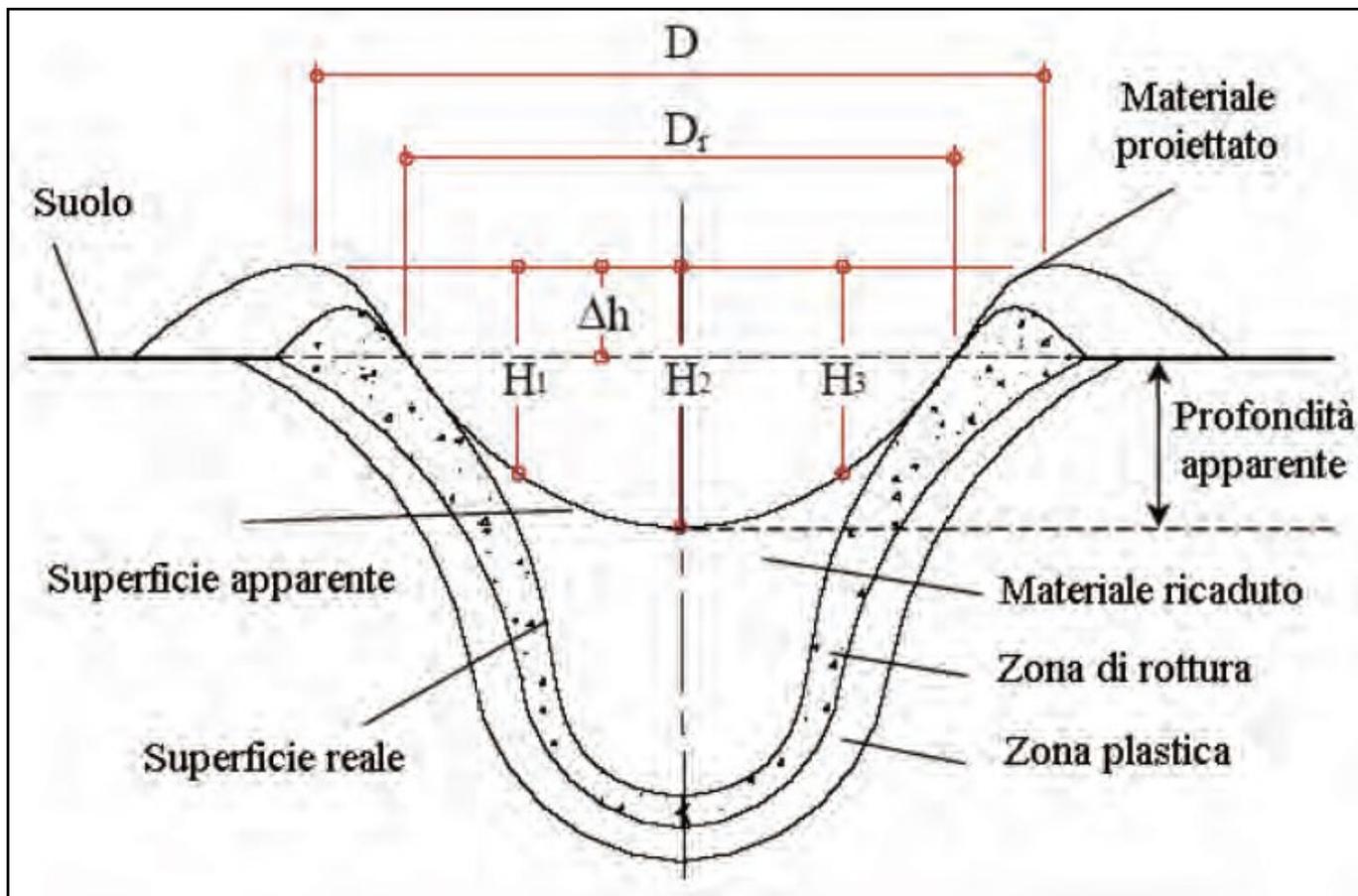


FIGURA 08 – SCHEMA SEZIONE STRATIGRAFICA TIPO CRATERE DI BOMBA ESPLOSA
[FONTE: ENCICLOPEDIA DELLE ARMI – ELEMENTI DI BALISTICA]

7.2 TRAIETTORIA ORIZZONTALE

La traiettoria orizzontale rappresenta la distanza misurata dal centro del foro d'ingresso della bomba d'aereo o proietto inesplosa al centro dell'ordigno bellico posizionato ed interrato; tale misura corrisponde a circa un terzo della profondità di penetrazione.

La traiettoria sotterranea percorsa dall'ordigno tende a salire verso la superficie, prima che questo si arresti. In tabella in figura nove si evidenzia la relazione esistente tra diametro del foro di entrata, traiettoria orizzontale (distanza foro / posizione ordigno) e peso ipotizzato della bomba d'aereo lanciata, prendendo a riferimento base i tipici ordigni di Seconda guerra mondiale, da altitudini variabili (5.000 / 7.500 / 10.000 metri di altezza).

PESO ORDIGNO (KG / LBS)	Distanze approssimative espresse in metri lineari				DN FORO INGRESS (MT)
	CAPACITA' PENETRAZIONE		TRAIETTORIA ORIZZONTALE		
	MINIMA	MASSIMA	MINIMA	MASSIMA	
45,40 / 100	2,10	4,60	1,50	3,00	3,00
112,50 /250	3,00	7,30	2,50	4,90	6,40
225,00 / 500	4,30	10,70	3,40	7,00	7,30
454,00 / 1000	4,60	12,20	3,70	7,90	10,10
908,00 / 2000	5,50	14,70	4,60	9,50	13,40
2270 / 5000	6,70	18,30	5,20	11,60	17,10

FIGURA 09 – TABELLA VALUTAZIONE FORO D'INGRESSO BOMBA INESPLOSA
[FONTE: GENIO MILITARE - MINISTERO DELLA DIFESA]

In relazione alla tabella in esame si precisa che essa rappresenta una pura indicazione della capacità di penetrazione ipotetica di una bomba d'aereo lanciata su area target predefinita, in assenza di ostacoli fisici; tale valutazione finale in termini di penetrazione viene poi proporzionalmente ridotta a proposito dell'ostacolo frapposto all'impatto (struttura colpita, tipologia di terreno compatto o meno incontrato), rappresentata dal cosiddetto coefficiente di penetrazione.

7.3 CAPACITA' DI PENETRAZIONE

La capacità di penetrazione di un ordigno inesplosivo dipende dal tipo e consistenza del substrato da attraversare, dalla velocità d'impatto, dalla grandezza e peso dell'ordigno, dall'angolo d'ingresso.

Gli ordigni che colpiscono la superficie terrestre con una bassa incidenza di penetrazione tendono ad avere una traiettoria quasi orizzontale, fermandosi ad una breve distanza dal foro d'ingresso oppure girare su sé stessi e riuscire in superficie. Gli ordigni che colpiscono la superficie con un'alta incidenza di penetrazione (traiettoria verticale) tendono ad avere una maggiore penetrazione ed una minore traiettoria orizzontale. La capacità di penetrazione di un ordigno bellico è data dalla formula:

$$CP = CF \times [(1,00 [M.] / 100 [LBS])] \times PESO[LBS]$$

La CP è riferita al piano campagna esistente durante il periodo bellico, pertanto devono essere tenute in considerazione eventuali modifiche del suolo avvenute nei periodi successivi. CF rappresenta il coefficiente di penetrazione stimato, in base alla consistenza media del terreno, peculiare a seconda che si consideri un substrato composto da rifiuto di roccia, roccia tenera, sabbia, argilla, limo-sabbioso, limo o strato di terreno imbevuto d'acqua fino a saturazione.

La CP è riferita ad una tipologia di terreno mediamente compatto, è perciò suscettibile di leggere variazioni in merito alla profondità di ritrovamento dell'ordigno esplosivo residuo bellico.

In figura dieci seguente estratto di simulazione balistica della quota di penetrazione media stimata di una bomba d'aereo di vario peso (500-1000-2000 Kg), valutata in relazione alla quota media di sganciamento utilizzata dai bombardieri alleati nel corso del secondo conflitto mondiale ed alla tipologia di unità litologica standard riferibile al sottosuolo esaminato.

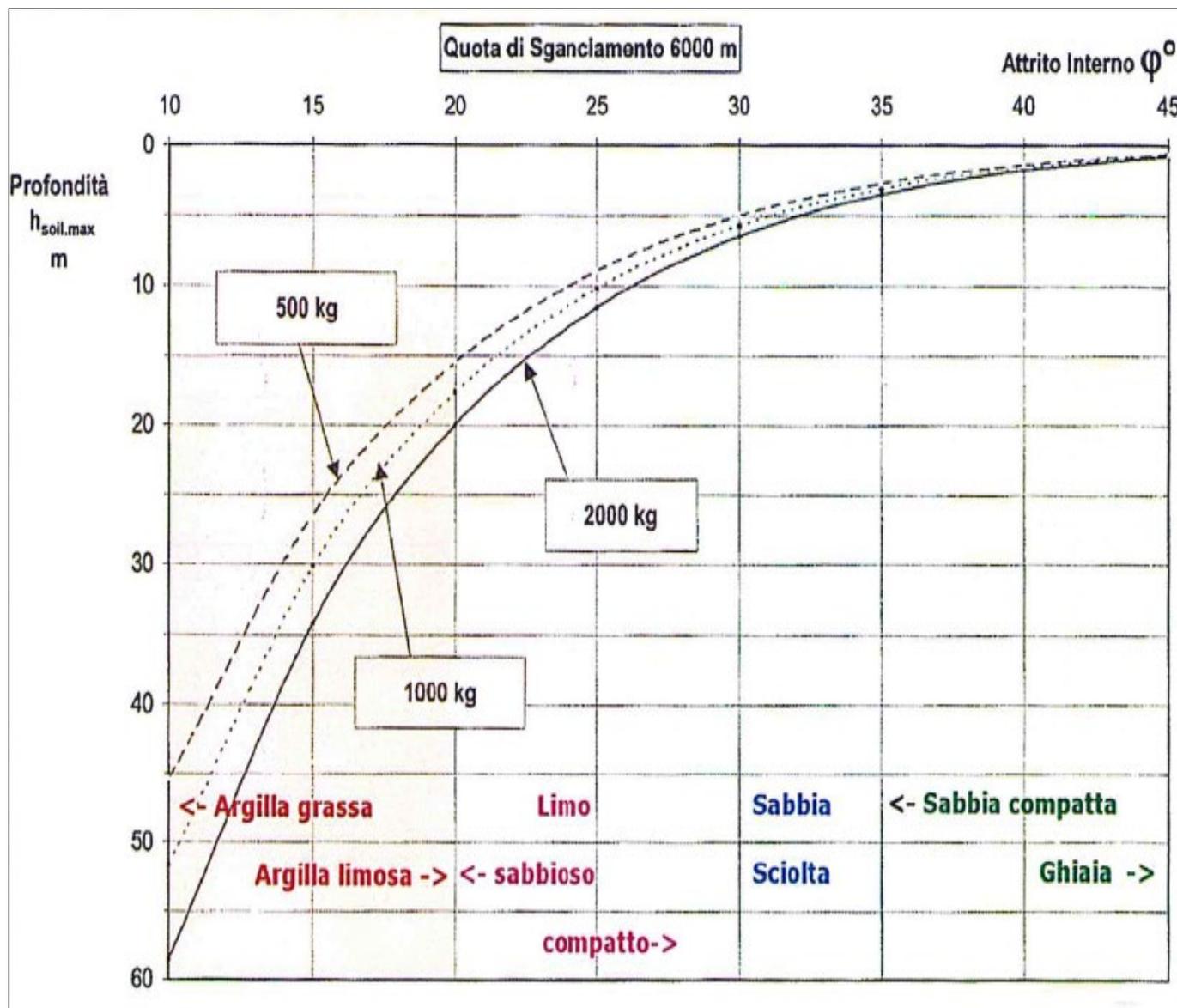


FIGURA 10 – TABELLA ESTRATTO SIMULAZIONE PENETRAZIONE BALISTICA BOMBA D'AEREO DA 6000 M.
[FONTE: GENIO MILITARE - MINISTERO DELLA DIFESA]

Il Ministero della Difesa ha definito come quota massima di rinvenimento ordigni residuati bellici inesplosi la profondità di - 7,00 metri da piano di campagna originario, risalente al periodo bellico esaminato (Circ. Ministero Difesa - Prot. MD/GGEN/01 03437/121/701/11 - 08.06.2011.). Tale condizione estrema di penetrazione è chiaramente riferibile a casi limite rappresentati da tipologie di sottosuolo interessate da terreni ad elevata permeabilità quali limi molto fini o materiali assimilabili.

Oltre questa quota massima di riferimento, non sono ritenute necessarie applicare procedure di messa in sicurezza convenzionale. In figura undici schema grafico dell'andamento della profondità di penetrazione in funzione della velocità d'impatto per un proiettile di acciaio di oltre 200 Kg di massa tipo (classica bomba d'aereo inesplosa da 500 Lbs) su tre diversi obiettivi standard (strutture in muratura, cemento od acciaio).

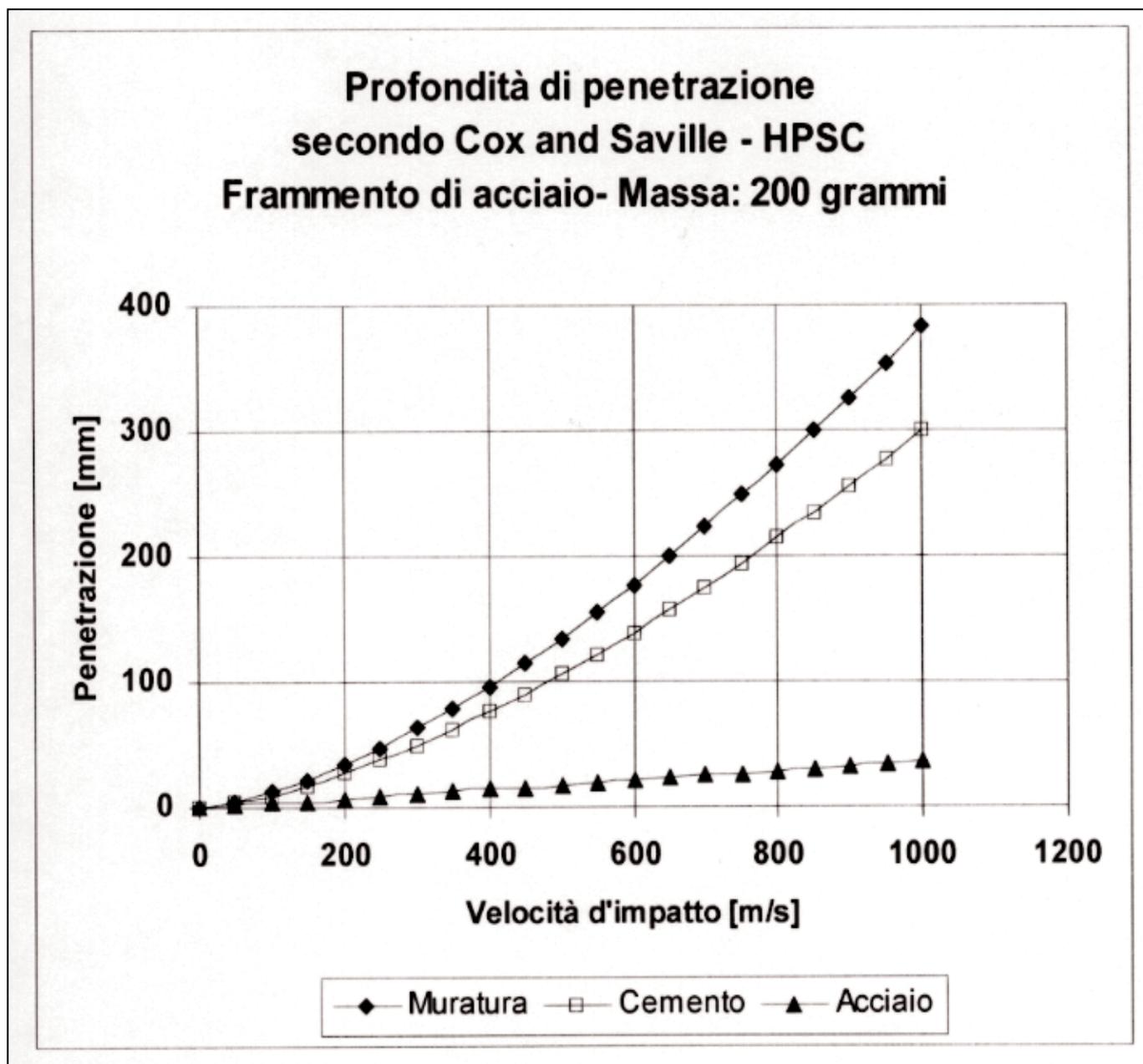


FIGURA 11 - DIAGRAMMA PROFONDITA' DI PENETRAZIONE IN RELAZIONE A MATERIALE
[FONTE: HIGH PRESSURE SAFETY CODE DI B.G. COX E G. SAVILLE (1975)]

Come descritto in grafico precedente un "proiettile", si muove nello spazio seguendo la sua traiettoria fino al punto, potremmo dire, di atterraggio o collisione con ostacoli quali: abitazioni, strutture, persone, automobili e via dicendo, prima della naturale conclusione della sua corsa.

Quando il "proiettile" collide con l'obiettivo dà luogo ad un danno da impatto o "penetrazione", consistente in uno schiacciamento o rientranza o craterizzazione, che può spingersi sino allo sfondamento e perforazione, della superficie colpita, limitando la successiva penetrazione nel terreno.

In successiva figura dodici il comportamento di residui dell'esplosione (proiezione di schegge) di masse tipo ridotte cui distanza massima di deposizione al suolo dal cratere, che sembrerebbe non poter superare i 60 metri indipendentemente dalla carica con massima concentrazione all'interno del cratere.

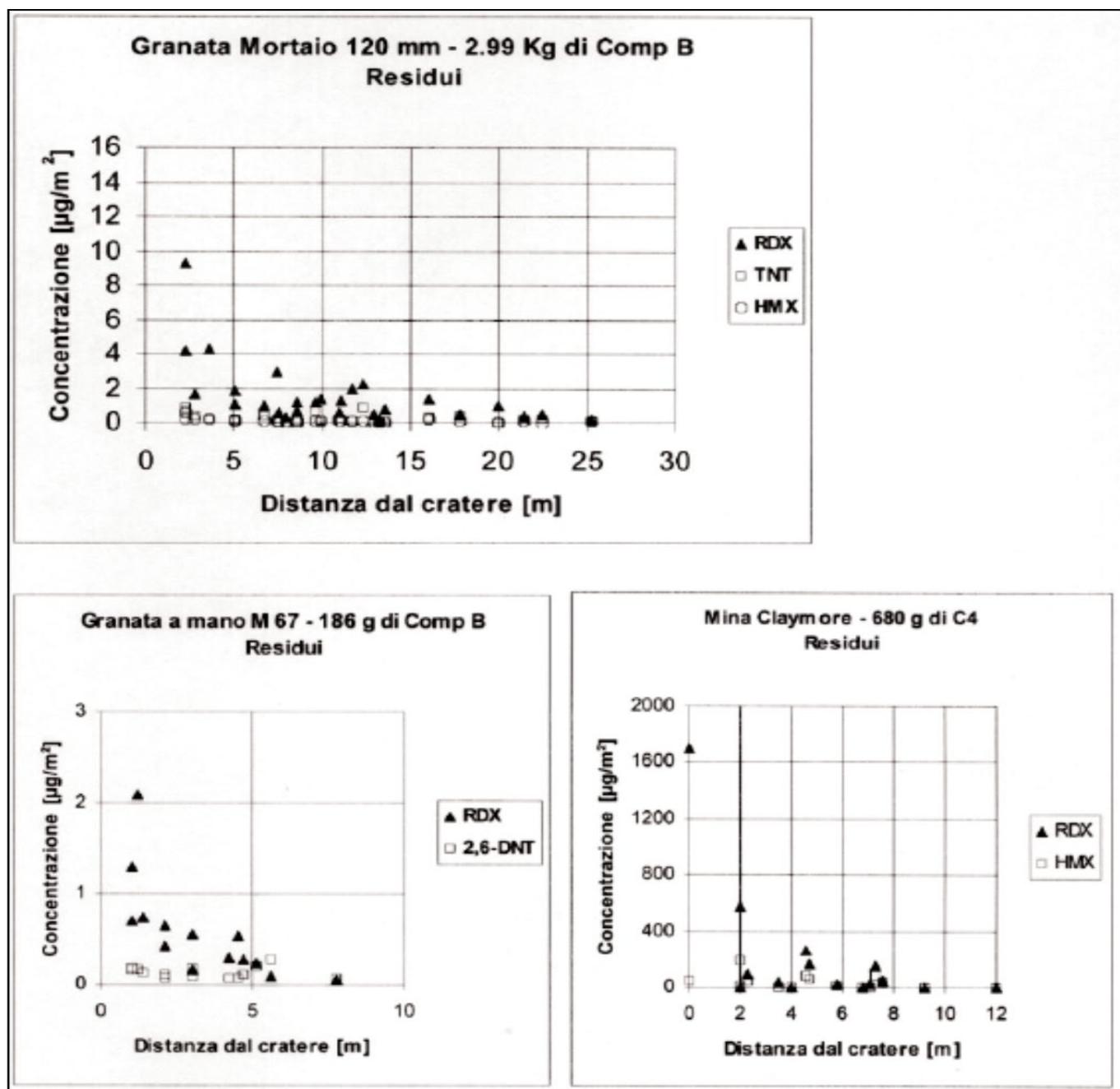


FIGURA 12 – DISTANZA RESIDUI DI UN'ESPLOSIONE
FONTE: ISA – ISTITUTO SUPERIORE ANTINCENDI

8 ANALISI DOCUMENTALE

L'analisi dello stato di fatto, sovrapposta poi allo stato di progetto, consente di ottenere parametri utili sul suolo e sul sottosuolo in esame, per coordinare ed armonizzare informazioni utili in merito ad alterazioni eventuali del piano di campagna attuale, rispetto al piano di campagna originario (utili per determinare il piano presunto del periodo bellico), e consistenza del substrato (utili per valutare la potenziale capacità di penetrazione di un ordigno residuo bellico sotto piano campagna, lanciato da bombardiere o sparato da cannone od oggetto di successiva attività bellica specifica nella porzione di area oggetto di rilievo).

Dal punto di vista geografico l'intervento in esame interessa un ambito territoriale ubicato in territorio comunale di Trieste, inserita in C.T.R. foglio n. 110103 – Trieste Nord Ovest; il lotto specifico oggetto del presente intervento è posto dietro al magazzino 26, nei pressi dei magazzini 206 e 207, in adiacenza all'ambito marino prospiciente il Porto Vecchio di Trieste.

Dal punto di vista geomorfologico generale la morfologia del territorio passa rapidamente da collinare a montuosa in virtù delle ripide scarpate che delimitano il Carso. I rilievi presenti nel territorio fanno parte della Catena delle Dinaridi Esterne, in particolare del settore di catena ad ovest della Faglia di Idria, imponente lineamento a cinematica trascorrente che potrebbe rappresentare l'attuale "binario" orientale di scorrimento della Zolla Adriatica nel suo moto traslatorio verso nord e nord-ovest. La zona è contraddistinta da rilievi collinari degradanti verso la linea di costa, interrotti da incisioni o valli percorse dai corsi d'acqua che scendono dai rilievi.

Dal punto di vista geologico generale il territorio provinciale triestino è quindi caratterizzato da un basamento roccioso afferente alla Formazione del Flysch triestino, di età paleogenica, costituito da un'alternanza ritmica e variabile di arenarie e marne in strati normalmente ben distinti. Tecnicamente si distinguono facies prevalentemente arenacee con intercalazioni di marne, facies al 50% di marne ed arenarie, e facies marnose con rare intercalazioni arenacee. Le arenarie sono rocce a matrice carbonatica inglobanti una frazione detritica costituita essenzialmente da granuli di calcite, quarzo, altri silicati e resti di microfossili. Le marne sono rocce carbonatiche argillose; hanno composizione mineralogica simile alle arenarie, ma si differenziano per una maggiore percentuale di carbonati a scapito degli altri componenti mineralogici; essendosi depositate in straterelli o lamine sottili si presentano fogliettate. Le formazioni carbonatiche calcaree (Cretaceo Superiore - Eocene Medio), sono alternate a marne ed arenarie (Eocene medio) e depositi alluvionali, prodotte dal Quaternario all'attuale.

Contestualmente alle prime spinte orogenetiche (Senoniano superiore) si delineano l'Anticlinale del Carso Triestino e la Sinclinale Capodistria Trieste. L'ambiente torna nuovamente ad essere molto protetto, poi più aperto, litoraneo con influenze terrigene. Nell'Eocene la ripresa delle fasi orogenetiche produce materiale detritico che trasportato dai corsi d'acqua costituisce sedimenti deltizi che coprono la piattaforma (sedimenti torbiditici del Flysch). L'Oligocene è caratterizzato dalla crisi orogenetica dinarica: con la formazione delle principali strutture tettoniche si verificano il sollevamento dell'Anticlinale e il collasso dei sedimenti torbiditici. Nel Plio-Pleistocene imponenti fenomeni di erosione nel Flysch e carsismo nell'altopiano carbonatico portano alla fisionomia attuale.

Dal punto di vista stratigrafico generale, in esito alle indagini eseguite in aree adiacenti, la successione stratigrafica si notano alternanze ritmiche, con periodi molto variabili, di pacchetti di marne generalmente carbonatiche-argillose, grigiastre, fragili, con strati e banchi di arenarie compatte calcitiche -quarzoso-feldspatiche, da grigio chiare a grigio scure (Eocene).

Sono presenti marne sono rocce prevalentemente carbonatiche con componente argillosa variabile, a strati di potenze variabili da 3-10dm a pochi centimetri, spesso fogliettate e abbastanza fragili. Il colore varia da grigio ceruleo a grigio cupo.

Sono presenti anche formazioni arenarie, con presenza rocce a matrice carbonatica, inglobanti a volte frazioni detritiche, molto dure, compatte e rigide. Nettamente stratificate, con uno spessore dei singoli strati variabile da 1cm a 2m. Possono subire processi di degradazione, soprattutto per opera di acque di percolazione e ruscellamento che decalcificano la roccia provocandone il disfacimento.

Dal punto di vista dello stato di fatto l'opera progettuale insiste un contesto ampiamente urbanizzato, con andamento pianeggiante; il tratto progettuale oggetto del presente intervento si sviluppa lungo ex sedimi ferroviari, opere antropiche e piazzali ampiamente antropizzati anche in epoca post-bellica.

In generale, il territorio cittadino in esame è prevalentemente occupato da un pendio collinare che diventa montagna già nelle zone limitrofe all'abitato. Morfologicamente, infatti, si trova ai piedi di un'imponente scarpata che dall'altopiano del Carso scende bruscamente verso il mare.

Dal punto di vista dello stato di progetto l'intervento in esame consiste nella realizzazione di una serie di interventi antropici finalizzati alla riqualificazione della viabilità attuale esistente di collegamento, opere di urbanizzazione annesse ed all'infrastrutturazione dell'area del Polo Museale, primo lotto d'intervento; le opere progettuali di scavo incideranno nel sottosuolo esistente oltre il piano antropico post-bellico, interessando lo strato naturale del terreno.

Dal punto di vista geofisico generale, l'utilizzo in sede di rilievo di campo della prospezione magnetica combinata alla prospezione georadar consente di analizzare, interpretare e georeferenziare tutti i fenomeni di perturbazione magnetica ed elettromagnetica presenti nel sottosuolo, ascrivibili a masse magnetiche omogenee o eterogenee, in un ambiente comunque molto antropizzato e pesantemente rimaneggiato, anche in epoca post-bellica. Analizzando i dati documentali complessivi emersi dall'insieme delle indagini storico-documentali eseguite, in particolare l'attività residuale documentata di natura aerea, interfacciandoli poi con l'analisi balistica e l'analisi tecnica relativa alla capacità di penetrazione di un ordigno residuo bellico di maggior massa potenzialmente rinvenibile in sito (proietto di grosso calibro e/o bomba d'aereo inesplosa), si definisce convenzionalmente come massima profondità a rischio la quota di - 3,00 metri da p.c. attuale esistente. A tale quota massima di riferimento sarà riferita la successiva analisi geofisica, atta ad individuare, mappare, referenziare ed evidenziare la presenza od assenza di tali masse tipo magnetiche od elettromagnetiche singolari, puntuali, isolate, di cui a massa tipo a potenziale rischio bellico residuo, storicamente potenzialmente rinvenibile.

9 ANALISI STRUMENTALE GEOFISICA

Nel caso in cui gli elementi storico-documentali non consentano una chiara ed univoca definizione del livello di tollerabilità o non tollerabilità del rischio residuo, in relazione alla tipologia di intervento antropico progettuale previsto, la normativa tecnica vigente prevede la possibilità di integrare l'analisi storico-documentale con l'esecuzione di un'accurata analisi strumentale integrativa.

A titolo preliminare è importante ricordare che le procedure di misura impiegate per l'indagine geofisica si basano su tecniche di esplorazione indiretta che, nonostante siano utilizzate allo stato dell'arte e delle conoscenze scientifiche presentano, di fatto, una serie di limitazioni intrinseche, in particolare in aree urbane e/o antropiche, caratterizzate da significativi fenomeni di perturbazione magnetica interferenti.

L'indagine geofisica non può, infatti, sostituire integralmente l'esplorazione diretta, che in materia di rischio bellico si configura come procedura operativa di bonifica bellica, anche se ne rappresenta un indispensabile complemento per colmare le lacune informative e per garantire un'univoca correlazione dei principali elementi strutturali presenti nel sottosuolo. L'analisi strumentale geofisica utilizzata in sede di rilievo di campo acquisisce e registra tutti i fenomeni di perturbazione magnetica od elettromagnetica presenti nel sottosuolo. In sede successiva di processamento e ricostruzione dati mappati, tali anomalie

saranno sottoposte a filtraggio selettivo. In fase di elaborazione dati finale saranno riportate in planimetrie di dettaglio esclusivamente le anomalie di campo che presentano caratteristiche specifiche di omogeneità, eterogeneità o singolarità, quest'ultime direttamente correlabili a masse target ricercate.

L'analisi strumentale integrativa indiretta, alla luce delle limitazioni scientifiche attuali, non potrà fornire chiaramente risultati esaustivi in termini di ricostruzione di masse target isolate sulle aree di proiezione e/o adiacenti ad opere e/o manufatti e/o strutture antropiche esistenti, in quanto l'intensità della perturbazione magnetica generata dall'opera esistente non consente di discriminare l'effetto puntuale generato da masse magnetiche di piccole dimensioni. L'analisi strumentale geofisica di campo sarà pertanto orientata al fine di mappare e referenziare anomalie del sottosuolo direttamente riferibili a masse tipo di natura bellica documentate, ricostruibili in aree antropizzate limitatamente a masse di medio o grosso calibro.

9.1 PROSPEZIONE GRADIOMETRICA

L'inquadramento geofisico del sito in esame è decisivo ai fini dell'individuazione, localizzazione e georeferenziazione di eventuali punti o zone anomale da interpretare ai fini della presente indagine preliminare (rischio bellico residuale).

L'intensità del campo magnetico terrestre misurata dal magnetometro o dal gradiometro è una misura scalare o semplicemente la grandezza del campo magnetico indipendentemente dalla sua direzione; il campo magnetico può cambiare in tempi geologici o storici e risente di variazioni diurne. Una perturbazione magnetica locale si somma al campo magnetico terrestre indisturbato con una normale somma vettoriale. Attraverso le misure di campo magnetico è possibile individuare eventuali corpi che a causa della loro magnetizzazione residua creano un'anomalia nel campo magnetico. Uno dei fattori più importanti nelle indagini con il magnetometro è rappresentato dalla distanza r tra magnetometro e oggetto che vogliamo individuare, l'effetto del campo magnetico diminuisce molto con la distanza di riferimento:
$$T = \frac{M}{r^3}$$

Dove T è il campo magnetico ed M la massa dell'oggetto, quindi una perturbazione magnetica locale sarà sentita maggiormente dal sensore più vicino. Un gradiometro è un magnetometro differenziale cioè misura la differenza ΔT tra le letture di campo magnetico dei due sensori al cesio posizionati verticalmente ad una piccola distanza ca. un metro uno dall'altro, è importante che lo spazio tra i due

sensori sia minore rispetto alla distanza della sorgente dell'anomalia da investigare, come riportato graficamente in allegate figure tredici e quattordici allegate.

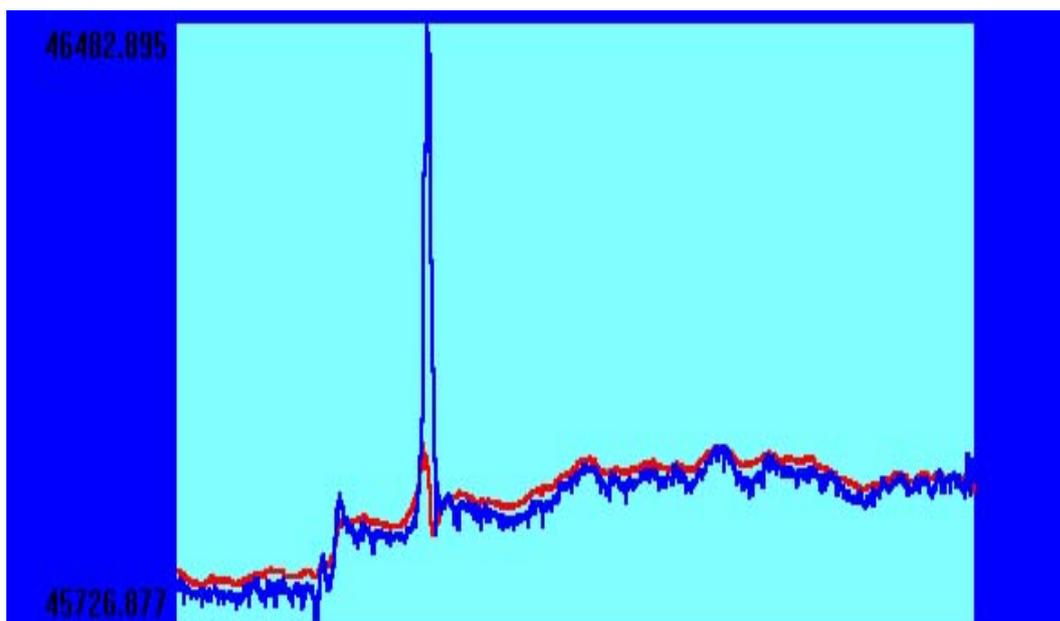


FIGURA 13: MISURE MAGNETICHE (NT) DUE SENSORI AL CESIO, SUPERIORE / INFERIORE

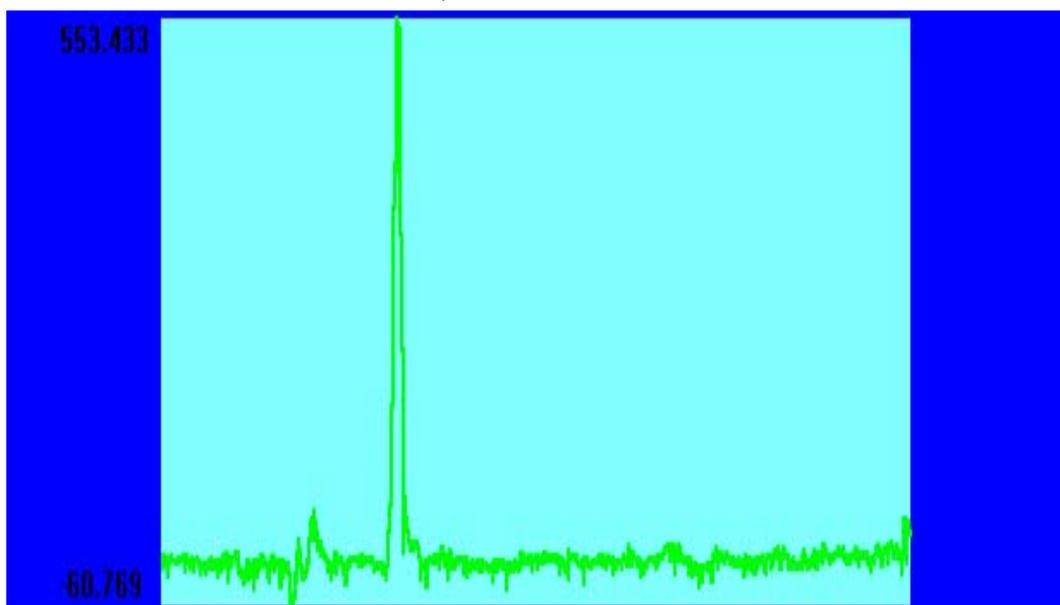


FIGURA 14 - GRADIENTE MAGNETICO, TRA LE DUE MISURE DEI SENSORI AL CESIO

Il gradiente magnetico può essere espresso come:

$$\frac{\Delta T}{\Delta r} \approx \lim_{\Delta r \rightarrow 0} \frac{T_r - T_{r+\Delta r}}{\Delta r} = \frac{dT}{dr}$$

Dove ΔT è il campo magnetico differenziale tra due sensori distanziati Δr ; è la derivata del gradiente di T nella direzione di r . Le misure gradiometriche agiscono come un "filtro", poiché sono sincrone e quindi nel differenziale rimuovono l'effetto delle variazioni diurne del campo magnetico permettono di rimuovere automaticamente il magnetismo regionale e di individuare quei corpi o quelle masse magnetiche che, a

causa della loro magnetizzazione residua, hanno un comportamento magnetico anomalo rispetto a quello dei terreni circostanti. Le misure gradiometriche sono state acquisite con passo di campionamento 0.1 s all'interno dell'area oggetto d'indagine strumentale di campo.

La rappresentazione grafica del nomogramma anomalia magnetica generata, con la relativa misurazione della distanza tra l'apparato rilevatore utilizzato (magnetometro) e la massa dell'oggetto rilevato (massa tipo) è descritta in figura quindici seguente.

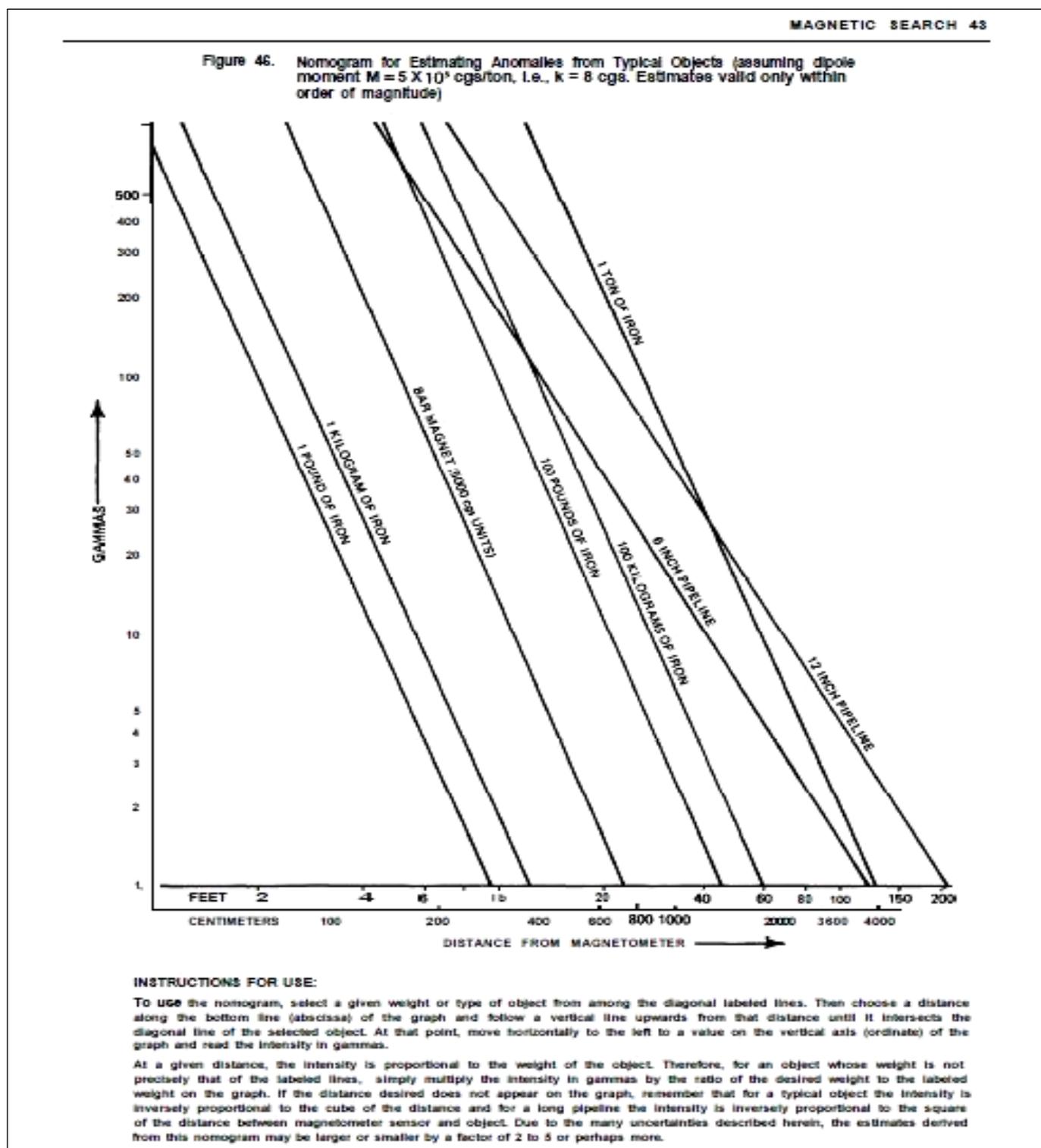


FIGURA 15 - NOMOGRAMMA ANOMALIA MAGNETOMETRICA GENERATA
MISURAZIONE DISTANZA MAGNETOMETRO / MASSA DELL'OGGETTO

9.2 PROSPEZIONE ELETTROMAGNETOMETRICA

La presenza del sedime ferroviario attuale esistente ha reso necessario integrare la lettera limitata delle anomalie magnetiche del sottosuolo con la simultanea lettura del grado di interferenze elettromagnetiche generate da particolari o corpi di medie o grosse dimensioni.

La prospezione elettromagnetometrica consiste in sintesi nell'esplorazione indiretta di superfici oggetto di analisi con elettromagnetometro, al fine di documentare, contestualizzare la quota media di substrato interessata da precedenti consistenti antropizzazioni ed il presumibile piano campagna originario; tale attività permette di valutare se l'opera progettuale potenzialmente interferisce con eventuali evidenze attive archeologicamente rilevanti (muri, edificazioni, ecc. ...).

Nel caso dello strumento elettromagnetometro, ciò avviene utilizzando una fonte energizzante costituita da un solenoide (il trasmettore elettromagnetico) percorso da una corrente variabile e da una bobina che ha le funzioni di ricevitore del campo elettromagnetico variabile indotto. Per le leggi di Maxwell una sorgente di campo elettromagnetico variabile è in grado di generare una forza elettromotrice indotta (tale da opporsi alla causa che l'ha generata), che può produrre correnti secondarie in un materiale conduttivo interessato dalle variazioni del campo elettromagnetico (dette correnti di Foucault); queste correnti secondarie generano a loro volta un campo elettromagnetico variabile secondario. Il segnale elettromagnetico, che lo strumento raccoglie tramite il ricevitore, è la somma vettoriale del campo elettromagnetico variabile primario e di quello secondario indotto che oscilla con la stessa frequenza del primario. La presenza di una terza bobina avrà la funzione di filtro in modo da eliminare principalmente il valore del campo primario. Il campo risultante sarà così assimilato a quello di origine indotta e sarà utilizzato come informazione per eseguire le determinazioni della conduttività.

Il rilievo elettromagnetometrico in oggetto è stato eseguito con apparecchiatura AEMP 14 Multy Frequency. Lo strumento opera per induzione elettromagnetica così non ha bisogno di contatto fisico sulla superficie che si va ad indagare. Lo strumento è calibrato precisamente e permanentemente dall'azienda produttrice con una tecnica brevettata che elimina così la calibrazione necessaria sul campo di altri tipi di elettromagnetometri. Lo strumento ha incorporato, oltre ad un sensore GPS, due diverse geometrie di sensori separati rispettivamente 2 e 4 metri dal trasmettore (bobine co-planari) e di 2.1 e 4.2 dal trasmettore (bobine perpendicolari) che permettono simultaneamente quattro misure a quattro profondità diverse per la conducibilità e quattro simultanee misure a quattro diverse profondità per la

suscettività. Le profondità indagate sono di 3 e 6 metri per le co-planari e di 1 e 2 metri per le perpendicolari. I parametri di utilizzati si fondano su due principi ed indicatori specifici:

a) Conduttività o conducibilità elettrica, definita come espressione quantitativa dell'attitudine di un conduttore ad essere percorso da corrente elettrica. La conduttività o conduttanza è solitamente indicata con la lettera *G*. La sua unità di misura nel sistema internazionale è il Siemens.

b) Suscettività magnetica, definita come una costante di proporzionalità adimensionale che quantifica il grado di polarizzazione magnetica (magnetizzazione) del materiale in seguito all'applicazione di un campo magnetico. Nel caso di sia presente un materiale particolarmente ferromagnetico, la suscettività magnetica è positiva e come grado molto elevata. Il rilievo geofisico elettromagnetometrico di campo è stato eseguito con idoneo apparato Elettromagnetometro AEMP 14 Multy Frequency tecnicamente predisposto per individuare, localizzare, mappare le anomalie di campo nel sottosuolo.

In generale i metodi elettromagnetici rappresentano una classe di metodologie geofisiche volte all'indagine del sottosuolo per scopi ambientali, geotecnici ed idrogeologici. Tale metodo si basa sul principio fisico dell'induzione elettromagnetica; una bobina, costituente l'elemento di trasmissione (TX), è fatta attraversare da una corrente alternata generando così un campo magnetico primario (H_p) che si propagherà in tutto il volume di spazio sottostante e sovrastante lo strumento d'indagine. Una seconda bobina (RX), sita ad una data distanza dalla prima, registrerà la risposta del campo magnetico secondario (H_s), la cui intensità è direttamente proporzionale alla conduttività del terreno. La corrente inviata nel circuito varia sinusoidalmente nel tempo ad una frequenza preimpostata. Quest'ultima, determinata dall'utente previa acquisizione, influenza la profondità d'indagine desiderata ed il potere risolutivo del segnale (frequenze maggiori hanno un alto potere risolutivo idonee, quindi, alla ricerca di relativamente piccoli target sepolti non in profondità).

Le grandezze restituite dalla strumentazione sono classificabili in due elementi:

- Componente in quadratura (mS/m): proporzionale allo sfasamento tra il campo primario e quello secondario e pertanto proporzionale alla conducibilità elettrica del sottosuolo.
- Componente in fase (ppm): proporzionale all'intensità del campo elettromagnetico ricevuto dallo strumento, quindi sensibile alla presenza di parti metalliche (materiale con alte concentrazioni di ioni metallici, tubazioni, fusti, serbatoi, ecc.), oppure indice di materiali quasi isolanti (cemento, calcestruzzo, rifiuti, laterizi, materiale organico). Le misure EM consentono di ottenere una risposta evidente sia dai metalli ferromagnetici sia da quelli non-ferromagnetici (alluminio, ottone, piombo) ampliando le capacità

del metodo magnetometrico MAG. Si possono così identificare oggetti metallici che abbiano perso le caratteristiche ferromagnetiche a causa di una lunga permanenza nel sottosuolo (come nel caso di ordigni inesplosi interrati da decine di anni). La profondità d'indagine è un fattore di difficile determinazione, variabile da sito a sito, essendo la propagazione dell'onda EM influenzata da molteplici fattori. Esistono comunque regole pratiche, le quali indicano come ad un aumento di conduttività del terreno e/o frequenze in uso avremo una riduzione del volume investigato. L'elettromagnetometro è uno strumento modulare che consente di eseguire misure EM FDEM da 1 m fino a 10 metri di profondità dal pc. I dati acquisiti possono essere invertiti mediante uno specifico software dedicato. In figura sedici seguente esempi di sezioni di conducibilità e suscettività elaborate.

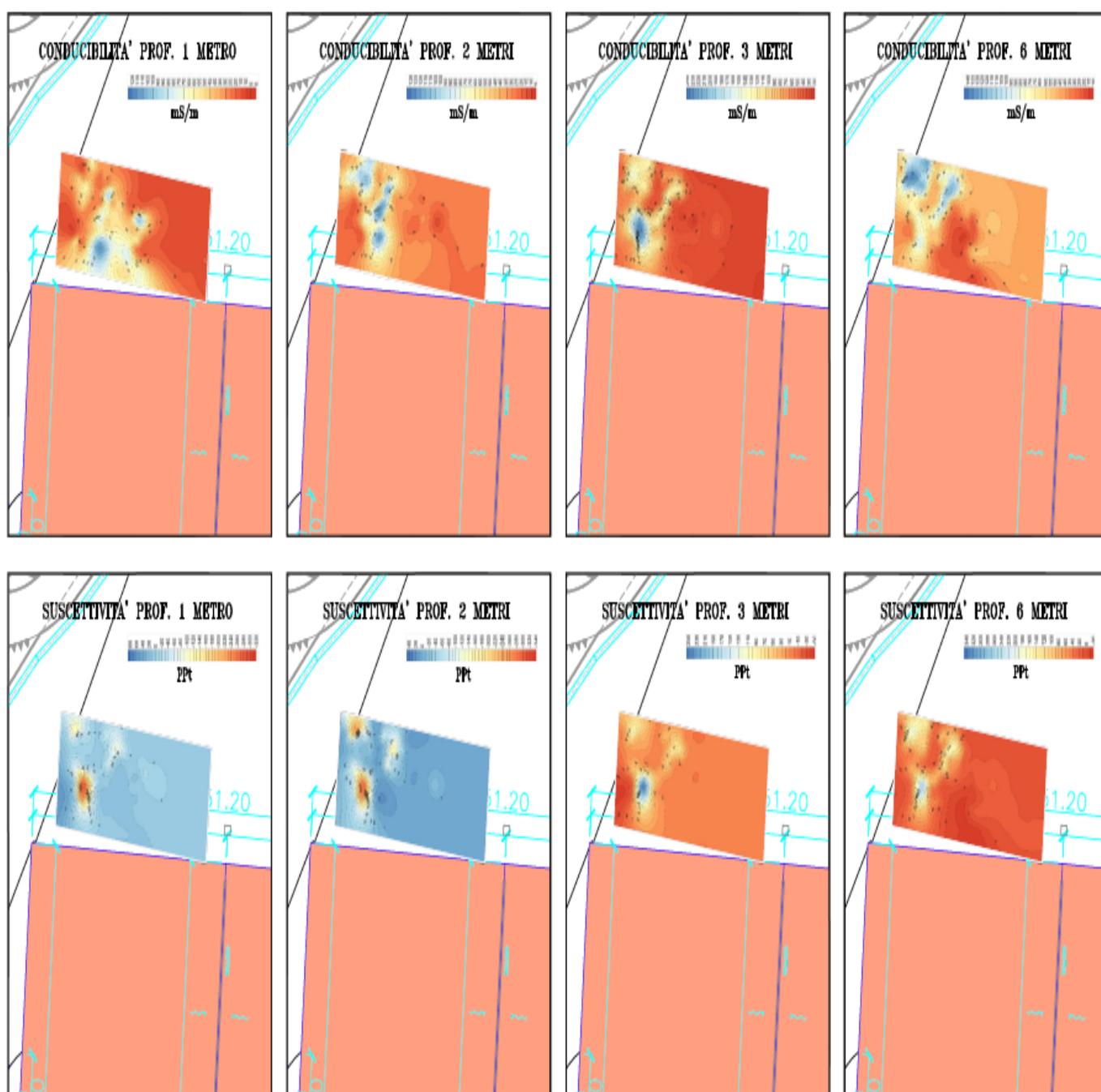


FIGURA 16- SEZIONI ELETTROMAGNETOMETRICHE ELABORATE

[FONTE: SNB SERVICE SRL]

10 INTERPRETAZIONE DATI

Scopo prefissato dell'indagine strumentale integrativa, eseguita a mezzo rilievo geofisico indiretto combinato, è quello di verificare la presenza od assenza di anomalie di campo magnetico puntuali, singolari, riconducibili a masse magnetiche a potenziale rischio bellico documentato.

L'analisi storico-documentale rappresenta sempre il punto di partenza per la gestione del processo di valutazione rischio bellico del coordinatore; l'analisi strumentale integrativa completa l'iter procedurale, fornendo un elemento ulteriore utile ai fini della già menzionata analisi del rischio residuale.

L'analisi strumentale rappresenta una facoltà concessa dalla normativa di riferimento, per perfezionare ed integrare i risultati ottenibili in sede di analisi storica ed analisi documentale, quando non esaustive, come previsto da linee guida sicurezza.

La successiva fase post rilievo e processamento, classificherà le anomalie del sottosuolo significative ricostruite secondo le seguenti tipologie:

- Anomalie magnetiche od elettromagnetiche omogenee, convenzionalmente definite come anomalie generate da particolari o corpi od oggetti magnetici visibili o parzialmente visibili o comunque chiaramente identificabili o classificabili come natura peculiare;
- Anomalie magnetiche od elettromagnetiche eterogenee, convenzionalmente definite come anomalie generate da particolari o corpi od oggetti magnetici interrati, non visibili o comunque non sempre chiaramente identificabili o classificabili come natura peculiare;
- Anomalie magnetiche od elettromagnetiche singolari, puntuali, convenzionalmente definite come anomalie generate da particolari o corpi od oggetti magnetici interrati, non visibili (eterogenei), le cui caratteristiche geometriche, dimensioni e/o gradienti sono direttamente ascrivibili a masse target.

Dal punto di vista geofisico generale l'ambito progettuale individuato dal committente è stato sottoposto a rilievo geofisico combinato, magnetico ed elettromagnetico, per complessivi mq 4.900,00.

In un contesto ampiamente antropizzato, nello strato superficiale sono presenti una serie di significativi fenomeni di perturbazione magnetica locali interferenti, evidentemente più impattanti in quanto il sito si sviluppa all'interno di un areale sottoposto ad importanti interventi di urbanizzazione già in epoca asburgica, con realizzazione di hangar, magazzini, sedimi stradali, sedime ferroviario ed opere annesse.

Alla luce di tale situazione interferente, in sede di rilievo, processamento e ricostruzione dati finale, sono stati applicati una serie di filtraggi selettivi, idonei a ridurre l'impatto di tali significative interferenze.

Dal punto di vista geofisico specifico, dopo l'esecuzione di una pulizia preliminare dell'area dalla vegetazione interferente, analizzando i dati acquisiti in sede di rilievo geofisico, sia con metodo gradiometrico sia con metodo elettromagnetometrico, sono emerse le seguenti situazioni peculiari:

➤ Rilievo magnetico con metodo gradiometrico – La prospezione generale eseguita con gradiometro, sviluppata su tutta l'area naturale occupata dall'attuale sedime stradale esistente, ha evidenziato la presenza nello strato superficiale di un terreno altamente antropizzato; in tale contesto peculiare, le principali interferenze ricostruite, classificate convenzionalmente come anomalie magnetiche omogenee, sono correlabili alla presenza di oggetti e/o corpi e/o materiali e/o strutture visibili, in particolare rotaie, palificazioni, transenne, muri, tombini ed opere annesse.

Oltre tali anomalie omogenee, sono presenti dei locali fenomeni di perturbazione magnetica eterogenea, con caratteristiche direttamente ascrivibili ad attività superficiale di scavo, rimaneggiamento e riempimento successivo, con materiali di piccole dimensioni, limitati gradienti, aree antropiche di risulta.

Al fine di interpretare in modo razionale la lettura dei dati geofisici finali, sono stati applicati una serie di filtri selettivi bidimensionali, i quali hanno consentito di verificare la presenza e/o assenza di incrementi o decrementi vettoriali significativi, correlabili a potenziali masse target singolari o puntuali, proveniente da quote di terreno superiori allo strato antropico ampiamente documentato; tale elaborazione finale non ha evidenziato fenomeni singolari sormontanti le perturbazioni omogenee ed eterogenee descritte in precedenza.

➤ Rilievo magnetico con metodo elettromagnetometrico – La prospezione di dettaglio eseguita con elettromagnetometro, estesa su tutta la porzione d'area antropica attualmente esistente (sedime stradale e sedime ferroviario), ha permesso una ricostruzione dei parametri di conducibilità e/o suscettività magnetica fino alla profondità media di -5,00 metri p.c. attuale.

La successiva fase di elaborazione dati, applicando in sede di processamento i filtri selettivi descritti in precedenza, ha evidenziato i fenomeni di perturbazione elettromagnetica correlabili ai materiali antropici che costituiscono il sottofondo stradale ed il sedime ferroviario esaminati. In adiacenza alle stesse strutture in elevazione esistenti, oltre il fenomeno oggettivo di perturbazione generato dal piano ferro e dal sottofondo stradale, compresi i sottoservizi, le sottofondazioni ed opere annesse, non si rilevano significative modificazioni puntuali, sia nei valori di conducibilità e/o suscettività magnetica, sia nei parametri di fase, fase, utilizzabili per evidenziare la presenza di materiali metallici nel sottosuolo fino alla profondità ricostruita di circa -5,00 metri da p.c. o piano ferro (masse target di grosse dimensioni).

Sintetizzando quanto raccolto, mappato, filtrato e ricostruito in sede di elaborazione dati finale, il comparto in esame presenta la seguente situazione magnetica:

- Presenza di una serie di zone di anomalia magnetica puntuali omogenee, mappate, filtrate e ricostruite in ventinove punti, generanti un fenomeno perturbazione magnetica complessivo pari a circa 770,00 mq, incidenza su area totale del 15,75%;
- Presenza di alcune zone locali di anomalia magnetica eterogenee, visibili su tre microaree lungo il perimetro dell'area, lato nord, centro e sud, generanti un fenomeno perturbazione magnetica complessivo pari a circa 280,00 mq, incidenza su area totale del 5,72%;
- Assenza di anomalie magnetiche singolari, puntuali, isolate, a profondità, con massa target direttamente riferibili a masse magnetiche di grosse dimensioni, a rischio bellico prevalente documentato, su tutta l'area analizzata, ed assenza di anomalie riferibili a masse magnetiche di medie dimensioni, in particolare in tutte le aree prive di significative anomalie magnetiche ricostruite.

In figura diciassette tabella riepilogativa delle anomalie magnetiche omogenee ricostruite.

TABELLA ANOMALIE MAGNETICHE RICOSTRUITE			
Numero	Longitudine	Latitudine	Descrizione anomalia ricostruita
1	403608,9170	5057699,9380	Binario con carrozza
2	403604,9950	5057698,2540	Binario
3	403603,2360	5057691,2800	Palo di ferro
4	403609,9660	5057676,5520	Cartello stradale
5	403623,3780	5057653,0190	Tra 2 muretti
6	403647,5950	5057629,3530	Binario
7	403653,7330	5057628,2470	Binario
8	403636,8010	5057625,6970	Cartello stradale
9	403653,8720	5057623,6110	Cancello RFI
10	403649,3600	5057618,0130	Binario
11	403647,1180	5057617,1810	Binario
12	403657,4370	5057615,8100	Tombino
13	403676,6840	5057579,1310	Ferro
14	403673,8180	5057577,7080	Transenne
15	403675,2070	5057573,7640	Ferro
16	403664,9220	5057573,7560	Binario
17	403656,9260	5057572,1790	Palo di ferro
18	403660,4810	5057571,8020	Binario
19	403743,5730	5057503,1990	Traliccio
20	403734,8320	5057502,2890	Cavo d'acciaio
21	403754,2700	5057499,6000	Binario
22	403733,6460	5057498,1290	Binario
23	403740,1570	5057497,9400	Binario
24	403727,0560	5057497,2640	Binario
25	403734,7020	5057496,3570	Binario
26	403722,4460	5057495,9130	Binario
27	403754,7480	5057495,2370	Lato con transenne
28	403720,3880	5057495,3220	Binario
29	403724,9130	5057494,7080	Transenne
Sistema geodetico Roma 40 - Coordinate ETRS89 fuso EST			
Area rilievo gradiometrico: 4.400 Mq - Area rilievo elettromagnetometrico: 4.900 Mq			
Area perturbazioni omogenee: 770 Mq - Area perturbazioni eterogenee: 280 Mq			

FIGURA 17 – TABELLA ANOMALIE MAGNETICHE RICOSTRUITE

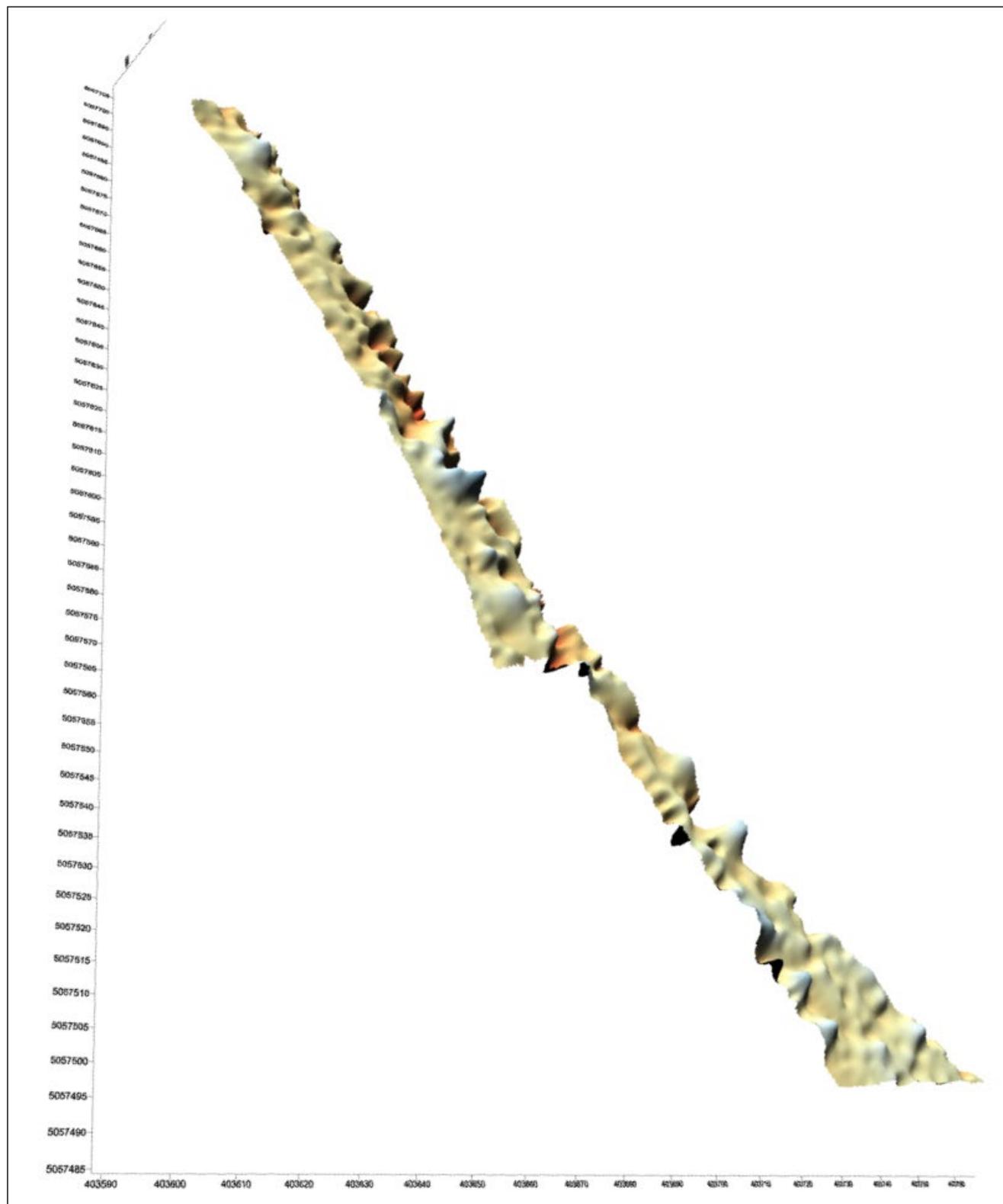
[FONTE: SNB SERVICE SRL]

In figura diciotto seguente riproduciamo il campo magnetico totale su base cartografica Google earth. In immagine seguente l'intesa colorazione convenzionale rosso-blu, ascrivibile a parametri in nano tesla, in grado di misurare l'induzione magnetica, ossia la densità del flusso magnetico, riproduce i molteplici fenomeni di perturbazione magnetica rilevati, ascrivibili a materiali presumibilmente di origine antropica, in grado di produrre interferenze apprezzabili.



FIGURA 18 – CAMPO MAGNETICO TOTALE RICOSTRUITO
[FONTE: SNB SERVICE SRL]

In successiva figura diciannove riproduciamo estratto del rilievo magnetico tridimensionale del comparto in esame, sottoposto ad analisi geofisica combinata. I picchi grafici riprodotti, visibili in adiacenza a sedimi stradali e ferroviari esistenti, rappresentano i punti rilevati con presenza di gradienti più elevati, riferibili ad anomalie magnetiche prodotte da strutture visibili o interrati, comunque classificabili in termini di anomalie di campo magnetico omogenee ed eterogenee, non singolari (masse target).



*FIGURA 19 – RILIEVO MAGNETICO TRIDIMENSIONALE
[FONTE: SNB SERVICE SRL]*

I risultati rilevati, processati ed acquisiti in sede di prospezione magnetica con metodo gradiometrico sono stati poi sovrapposti integralmente e, soprattutto sulle aree antropiche con i risultati elaborati in sede di prospezione elettromagnetometrica. L'apparecchiatura elettromagnetometrica utilizzata è in grado di misurare rapidamente la conducibilità dei terreni consentendo di ubicare delle anomalie di conducibilità imputabili a strutture, stratificazioni, agglomerati fluidi o melmosi o corpi sepolti a profondità comprese tra 0 e 5 metri circa, dipendentemente dalle orientazioni utilizzate. In successiva figura venti documentiamo in estratto la rappresentazione grafica dei profili di conducibilità e/o resistività ricostruiti con relative sezioni elettromagnetometriche rilevate, comprensivi dei parametri processati di phase-phase, riprodotti alle diverse profondità ricostruite (da -1,00 a -5,00 metri sotto p.c. attuale)

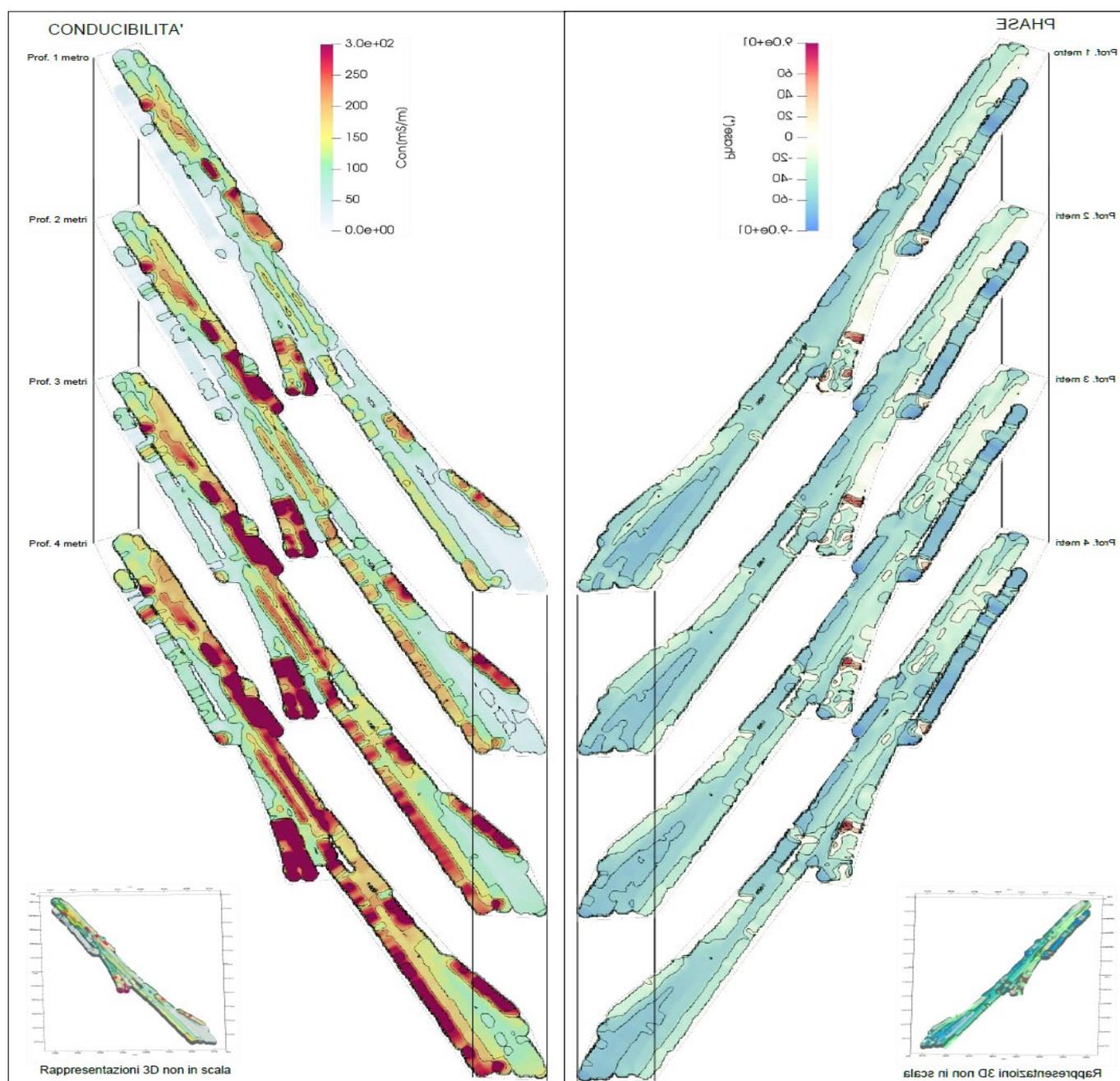


FIGURA 20- PROFILI E SEZIONI ELETTROMAGNETOMETRICHE RICOSTRUITE

[FONTE: SNB SERVICE SRL]

11 VALUTAZIONI FINALI

Obiettivo prefissato della presente analisi è analizzare il livello di rischio bellico residuale potenzialmente ascrivibile al sito progettuale, ubicato in zona ex Porto Vecchio, in territorio comunale di Trieste, provincia di Trieste, al fine di consentire alle figure responsabili del coordinamento della sicurezza in progettuale di prevedere la necessità o meno di ulteriori interventi di antropizzazione o messa in sicurezza convenzionale, come definiti da normativa tecnica di riferimento.

Nel processo di gestione del rischio bellico residuo, come previsto dalla vigente legislazione, in considerazione della delicatezza della materia in esame, il soggetto preposto al coordinamento della sicurezza dell'opera dovrà definire il livello di rischio bellico residuo secondo due ipotesi limite:

A. Livello rischio bellico residuo "accettabile" - B. Livello rischio bellico residuo "non accettabile".

Gli strumenti a disposizione del Coordinatore della Sicurezza dell'opera in esame per una razionale definizione del livello di rischio bellico residuo, applicabili in territorio nazionale ed applicate di fatto e di diritto all'area oggetto di futura cantierizzazione, sono i seguenti:

a) Analisi storiografica preliminare (studio storico); b) Analisi documentale successiva (studio documentale complessivo); c) Analisi strumentale integrativa (rilievo geofisico di campo).

- L'analisi storiografica del sito conferma un'importante attività bellica documentata svoltasi nel territorio occupato dalle aree interessate dal presente progetto, ascrivibile prevalentemente ad attività aerea e attività campale residuale, riferibile ad entrambi i conflitti, come documentato da archivistica ufficiale e rinvenimenti ordigni bellici censiti

In relazione all'analisi storiografica preliminare eseguita, il livello di criticità storica assume valori elevati con riferimento al rischio di potenziale rinvenimento di ordigni residuati bellici inesplosi di grosso calibro (bombe d'aereo), in particolare in relazione alla presenza dell'infrastruttura portuale esistente in epoca bellica, oggetto di incursioni aeree ampiamente documentate.

- L'analisi documentale del sito presenta un'opera progettuale che prevede l'esecuzione d'interventi di scavo su superfici sottoposte a notevoli precedenti interventi di antropizzazione, anche in periodo post-bellico, che ne hanno alterato lo stato di fatto del periodo storico esaminato in modo significativo.

In relazione all'analisi documentale eseguita, il livello di criticità assume valori più elevati nello strato di terreno naturale, in particolare con riferimento al rischio di potenziale rinvenimento di ordigni residuati bellici di grosso calibro, riconducibili all'attività aerea residuale, storicamente documentata.

• L'analisi strumentale indiretta, eseguita con il metodo geofisico combinato della prospezione gradiometrica generale e della prospezione elettromagnetica di dettaglio, ha interessato l'area progettuale consegnata alla scrivente, per una superficie totale mappate e ricostruita di circa 4.900,00 mq, principalmente su aree naturali e parzialmente su aree antropiche (sedime ferroviario e sedime stradale) ha documentato la presenza di una serie di anomalie magnetiche, sia di carattere omogeneo sia di carattere eterogeneo, apprezzabili mediamente a quote superficiali, comunque per la maggior parte ricostruibili entro il primo metro di profondità dal piano campagna attuale esistente.

La situazione interferente ricostruita in sede di rilievo geofisico di campo su area di proiezione della futura opera antropica progettuale evidenzia il seguente stato di fatto magnetico del sottosuolo:

- Presenza di una serie di zone di anomalia magnetica puntuali omogenee, mappate, filtrate e ricostruite in ventinove punti, generanti un fenomeno perturbazione magnetica complessivo pari a circa 770,00 mq, incidenza su area totale del 15,75%;
- Presenza di alcune zone locali di anomalia magnetica eterogenee, visibili su tre microaree lungo il perimetro dell'area, lato nord, centro e sud, generanti un fenomeno perturbazione magnetica complessivo pari a circa 280,00 mq, incidenza su area totale del 5,72%;
- Assenza di anomalie magnetiche singolari, puntuali, isolate, a profondità, con massa target direttamente riferibili a masse magnetiche di grosse dimensioni, a rischio bellico prevalente documentato, su tutta l'area analizzata, ed assenza di anomalie riferibili a masse magnetiche di medie dimensioni, in particolare in tutte le aree prive di significative anomalie magnetiche ricostruite.

In sintesi, confermando i limiti impliciti dell'analisi indiretta eseguita ed in particolare in relazione alle limitazioni scientifiche di ogni ricostruzione teorica delle anomalie magnetiche puntuali in aree antropiche anomale già mappate, in sede di rilievo geofisico e successiva elaborazione dati, è stato possibile associare la maggior parte delle anomalie di campo magnetico rilevate, filtrate e ricostruite a particolari corpi ferrosi, materiali od interventi precedenti individuabili e classificabili prevalentemente come non assimilabili a masse target belliche di medie o grosse dimensioni.

Dal punto di vista geofisico, la situazione ricostruita consente di definire un potenziale livello di accettabilità generale del rischio residuo, in particolare in relazione a masse target di medie o grosse dimensioni e limitatamente alle superfici specifiche monitorate ed alle profondità medie ricostruite.

Alla luce delle già menzionate valutazioni esplicite, il Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione designato dell'opera dovrà validare il processo di gestione del rischio e adeguare il

P.S.C., prevedendo le procedure di prevenzione e protezione agli scavi o le attività di messa in sicurezza convenzionale definite da normativa tecnica esistente, applicabili in relazione al livello di rischio residuo valutato. Si trasmette la presente relazione tecnica specialistica alla figura normativa preposta al coordinamento della sicurezza per le opportune valutazioni finali di competenza, in ottemperanza alle procedure operative previste in linee guida sicurezza 2017-2018, come riepilogate in sintesi in paragrafo tre precedente.

Padova, 20 maggio 2021

DOTT MAURIZIO BRAGGION
Legale rappresentante gruppo SNB
Coordinatore Sicurezza in fase di Progettazione
Coordinatore Sicurezza in fase di Esecuzione

12 APPENDICE

12.1 SCHEDA TECNICA GRADIOMETRO GEM SYSTEM GW 19



Overhauser

Magnetometer GSM-19 / Gradiometer GSM-19G
Walking Magnetometer GSM-19W / Gradiometer GSM-19GW

Version 7.0



Overhauser (GSM-19W) Walking Magnetometer console. Can also be configured with additional sensor for gradiometer (simultaneous) readings.

Our World is Magnetic.

GEM's unique Overhauser system combines data quality, survey efficiency and options into an instrument that takes the leading place in the industry.

And the latest v7.0 technology upgrades provide even more value:

- Data export in standard XYZ (i.e. line-oriented) format for easy use in standard commercial software programs
- Programmable export format for full control over output
- GPS elevation values provide input for geophysical modeling
- Enhanced GPS positioning resolution
- Standard GPS Option B:
 - 0.7 SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS)
 - High resolution GPS Option D:
 - 0.6m SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS)
 - 0.6m OmniStar (VBS2 subscription)
- Multi-sensor capability and VLF-EM Option for advanced surveys
- Picket and line marking / annotation for capturing related surveying information on-the-go

And all of these technologies come complete with the most attractive savings and warranty in the business!

Key System Components

Key components that differentiate the GSM-19 from other systems on the market include the sensor and data acquisition console. Specifications for components are provided on the right side of this page.

Sensor Technology

GEM's sensors represent a proprietary innovation that combines advances in electronics design and quantum magnetometer chemistry.

Electronically, the detection assembly includes dual pick-up coils connected in series opposition to suppress far-source electrical interference, such as atmospheric noise. Chemically, the sensor head houses a proprietary hydrogen-rich liquid solvent with free electrons (free radicals) added to increase the signal intensity under RF polarization.

From a physical perspective, the sensor is a small size, light-weight assembly that houses the Overhauser detection system and fluid. A rugged plastic housing protects the internal components during operation and transport.

All sensor components are designed from carefully screened non-magnetic materials to assist in maximization of signal to noise. Heading errors are also minimized by ensuring that there are no magnetic inclusions or other defects that could result in variable readings for different orientations of the sensor.

Optional omni-directional sensors are available for operating in regions where the magnetic field is near-horizontal (i.e. equatorial regions). These sensors maximize signal strength regardless of field direction.

Data Acquisition / Console Technology

Console technology comprises an external keypad / display interface with internal firmware for frequency counting, system control and data storage / retrieval. For operator convenience, the display provides both monochrome text as well as real-time profile data with an easy to use interactive menu for performing all survey functions.

The firmware provides the convenience of upgrades over the Internet via the GEMLink software. The benefit is that instrumentation can be enhanced with the latest technology without returning the system to GEM resulting in both timely implementation of updates and reduced shipping / servicing costs.



Walking Gradiometer with VLF-EM and GPS

Our World is Magnetic.

About GEM Advanced Magnetometers

GEM Systems delivers the world's most advanced magnetometers and gradiometers with built-in GPS for accurately positioned ground, airborne and stationary data acquisition. The company serves customers in many fields including mineral exploration, hydrocarbon exploration, environmental and engineering, Unexploded Ordnance Detection, archeology, earthquake hazard research and magnetic observatory research.

Key products include the Proton Precession, Overhauser and Optically-Pumped Potassium Instruments.

Each system offers unique benefits in terms of sensitivity, sampling, and acquisition of high-quality data. These core benefits are complemented by GPS technologies that provide meter to sub-meter positioning.

With customers in more than 150 countries and over a Quarter Century of continuous technology R&D, GEM is known as the only geophysical instrument manufacturer that focuses exclusively on magnetic technology advancement.

Specifications

Performance	
Sensitivity:	0.022 nT @ 1 Hz
Resolution:	0.01 nT
Absolute Accuracy:	+/- 0.1 nT
Range:	20,000 to 120,000 nT
Gradient Tolerance:	< 10,000 nT/m
Samples at:	60+, 5, 3, 2, 1, 0.5, 0.2 sec
Operating Temperature:	-40°C to +50°C

Operating Modes	
Manual:	Coordinates, time, date and reading stored automatically at minimum 3 second interval.
Base Station:	Time, date and reading stored at 1 to 60 second intervals.
Remote Control:	Optional remote control using RS-232 interface.
Input / Output:	RS-232 or analog (optional) output using 6-pin weatherproof connector with USB adapter.

Storage - (# of Readings)	
Mobile:	1,465,623
Base Station:	5,373,951
Gradiometer:	1,240,142
Walking Mag:	2,686,975

Dimensions	
Console:	223 x 69 x 240 mm
Sensor:	175 x 75mm diameter cylinder

Weights	
Console with Belt:	2.1 kg
Sensor and Staff Assembly:	1.0 kg

Standard Components	
GSM-19 console, GEMLink software, batteries, harness, charger, sensor with cable, RS-232 cable and USB adapter, staff, instruction manual and shipping case.	

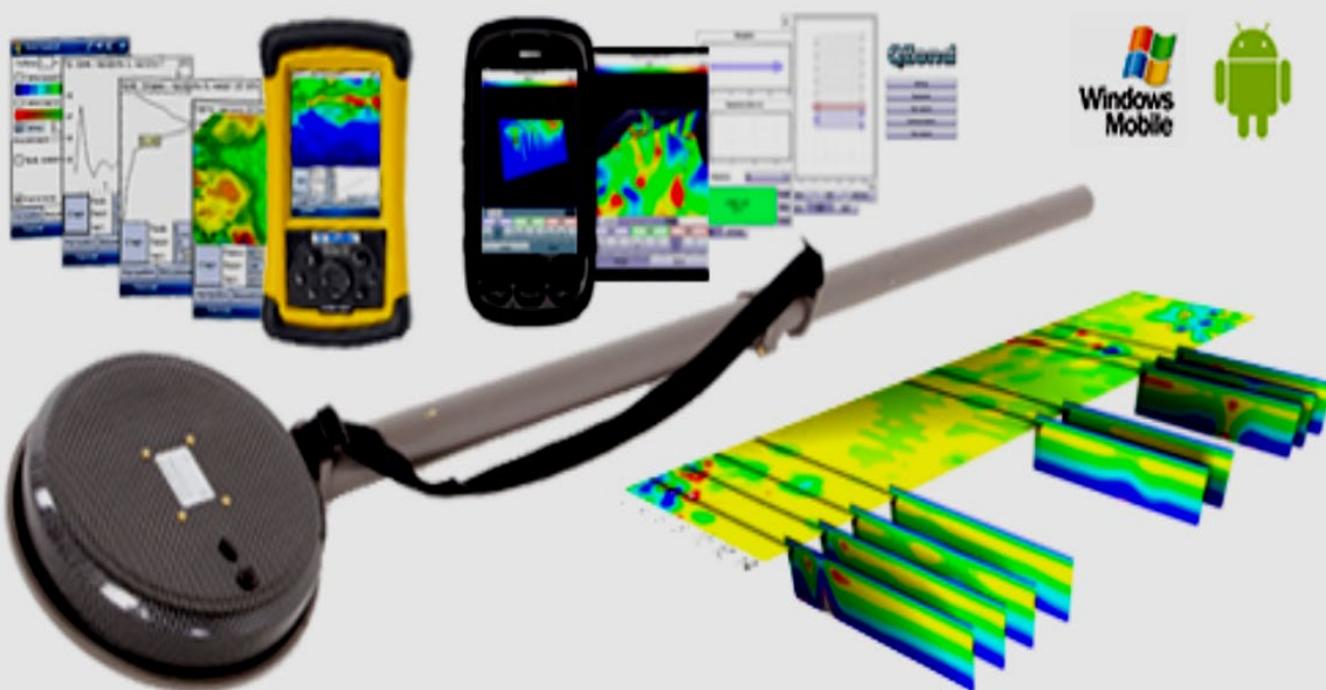
Optional VLF-EM	
Frequency Range:	Up to 3 stations between 15 to 300 kHz. Parameters: Vertical in-phase and out-of-phase components as % of total field. 2 components of horizontal field amplitude and total field strength in pT.
Resolution:	0.1% of total field



GEM Systems, Inc.
135 Spy Court, Markham, ON, Canada L3R 5H6
Phone: 905 752 2202 • Fax: 905 752 2205
Email: info@gemsys.ca • Web: www.gemsys.ca

12.2 SCHEDA TECNICA ELETTROMAGNETOMETRO AEMP 14

Multi-Frequency Electromagnetic Profiler "AEMP-14"

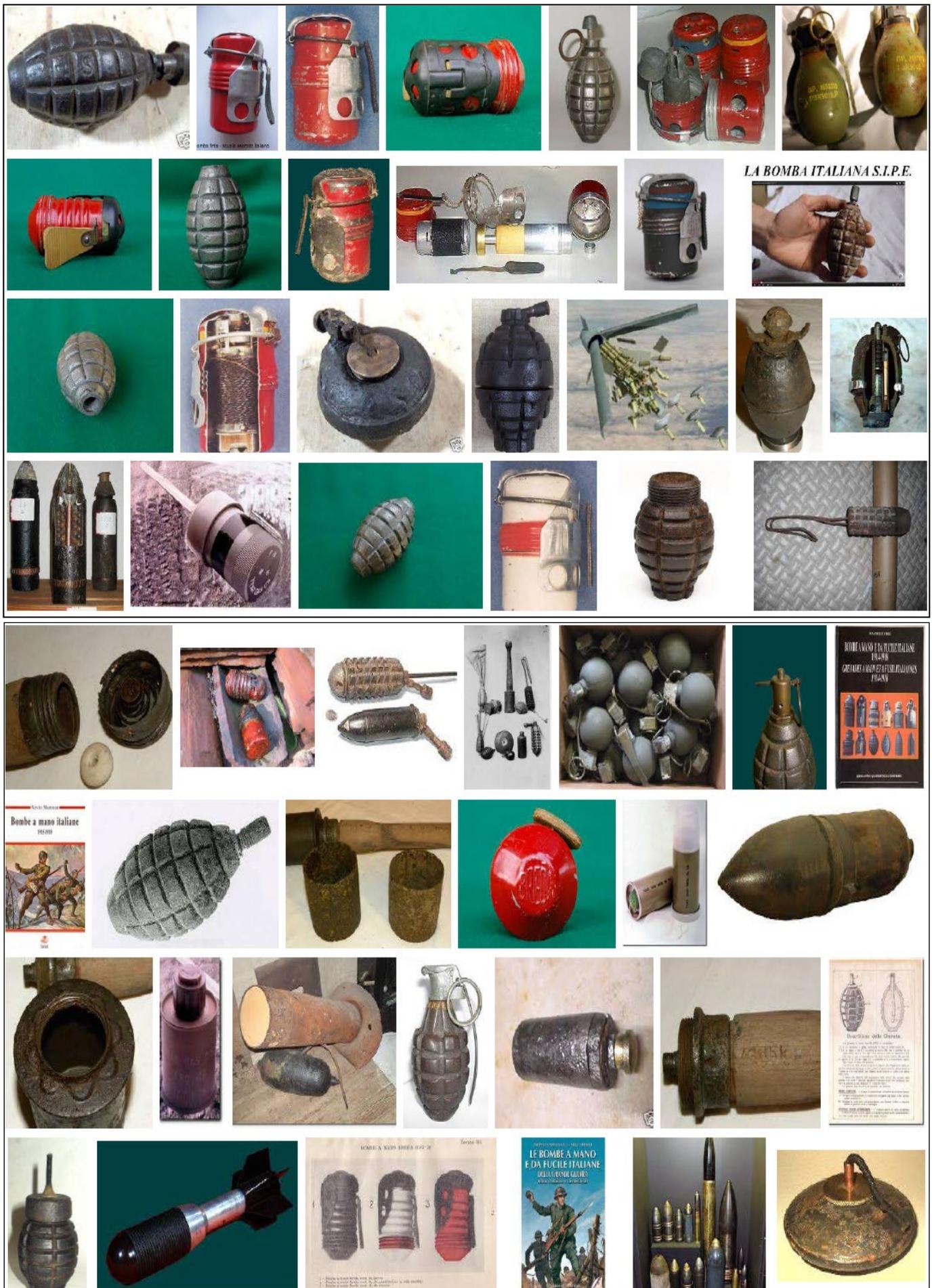


General

- Frequency range: 2.5-250 kHz;
- Transmitter power (impulse): 90 W;
- Receiver sensitivity: 1 mV;
- Scan time for a single point at 14 freqs: 2 sec (or any set from 1-14 deferent frequencies);
- Noise level: 50 nV;
- Dimensions: 275x30x10 cm
- Battery operation time: 12 hours;
- Weight: 7 kg.

12.3 TIPOLOGIA ORDIGNI RESIDUATI BELLICI

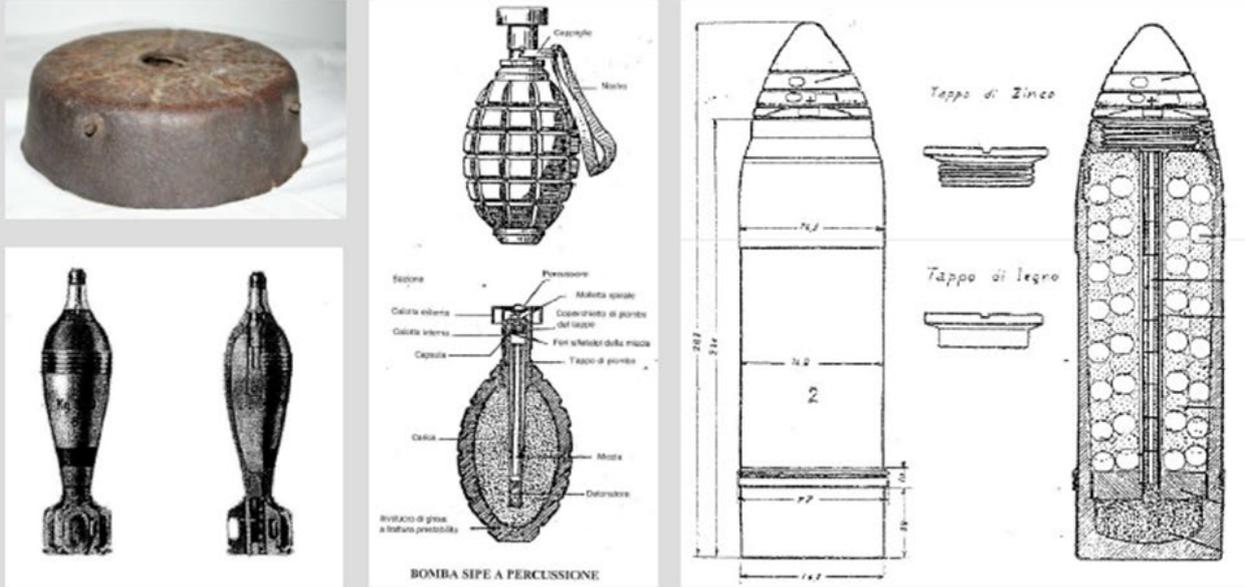
12.3.1 FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI PICCOLO CALIBRO



12.3.2 FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI ITALIANI

Seconda Guerra Mondiale (praticamente tutto il territorio nazionale)

Alcuni tipi di ordigni di fabbricazione italiana

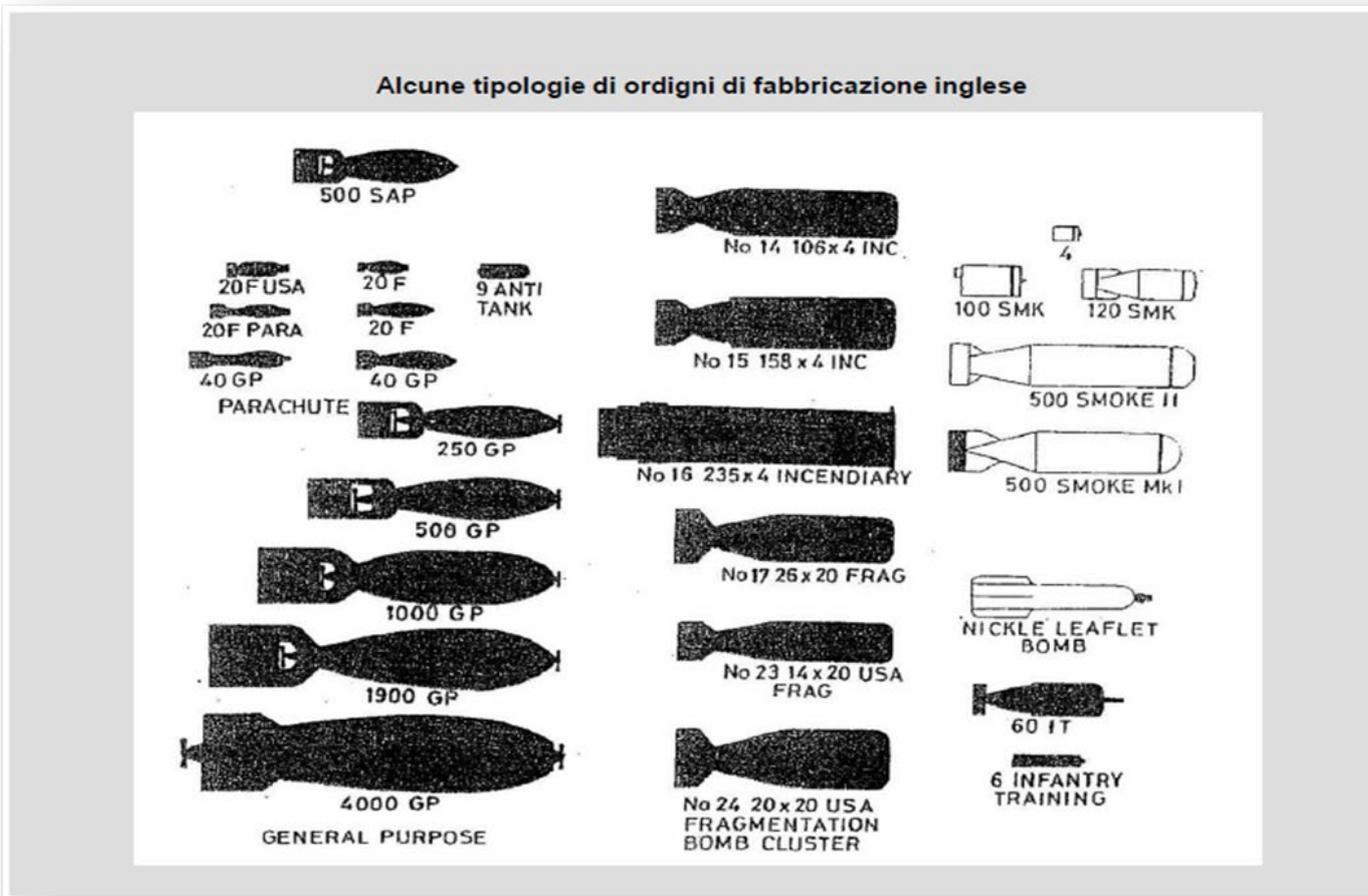


12.3.3 FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI TEDESCHI

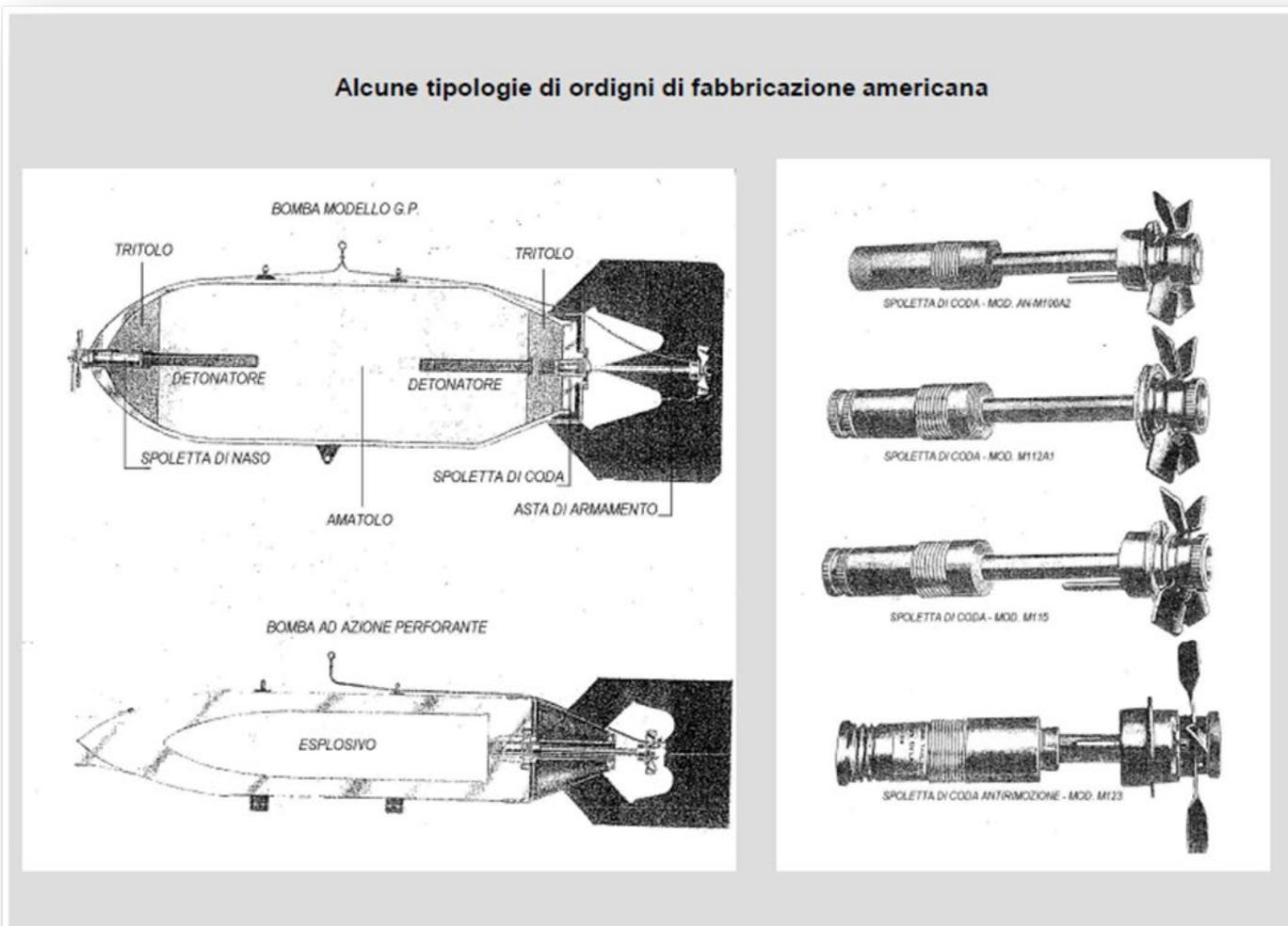
Alcune tipologie di ordigni di fabbricazione tedesca



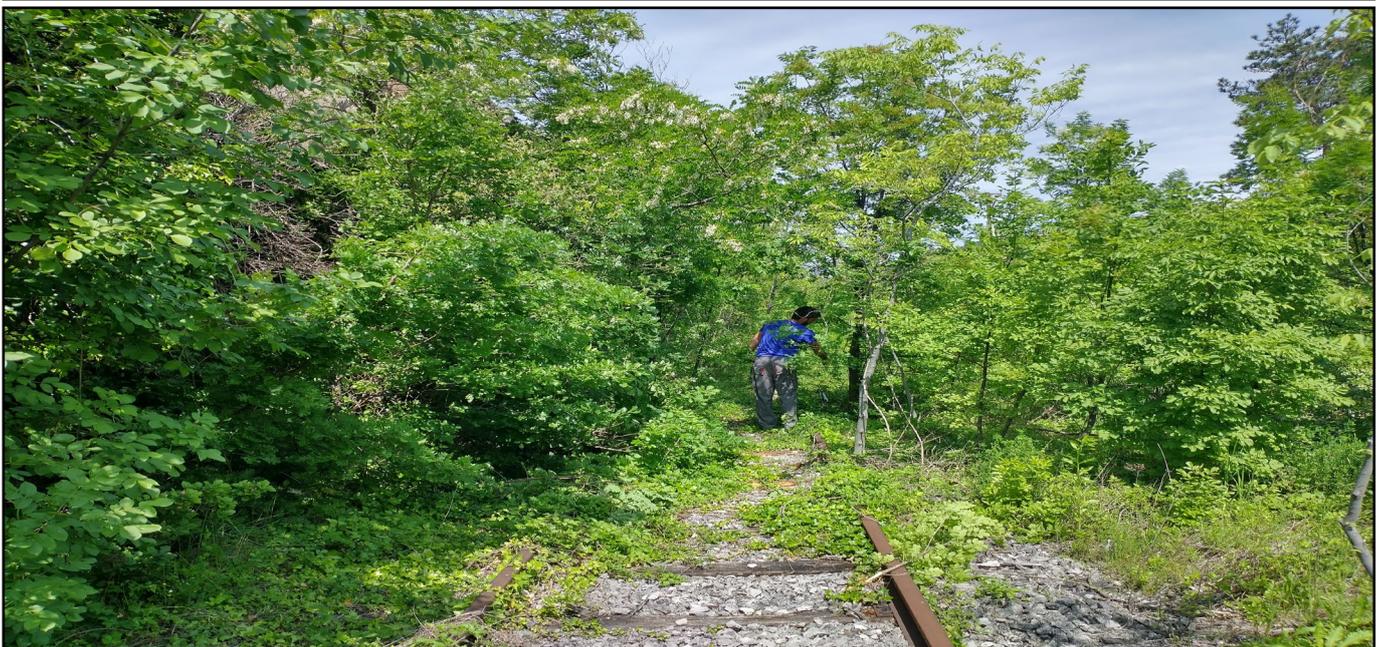
12.3.4 FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI INGLESIS

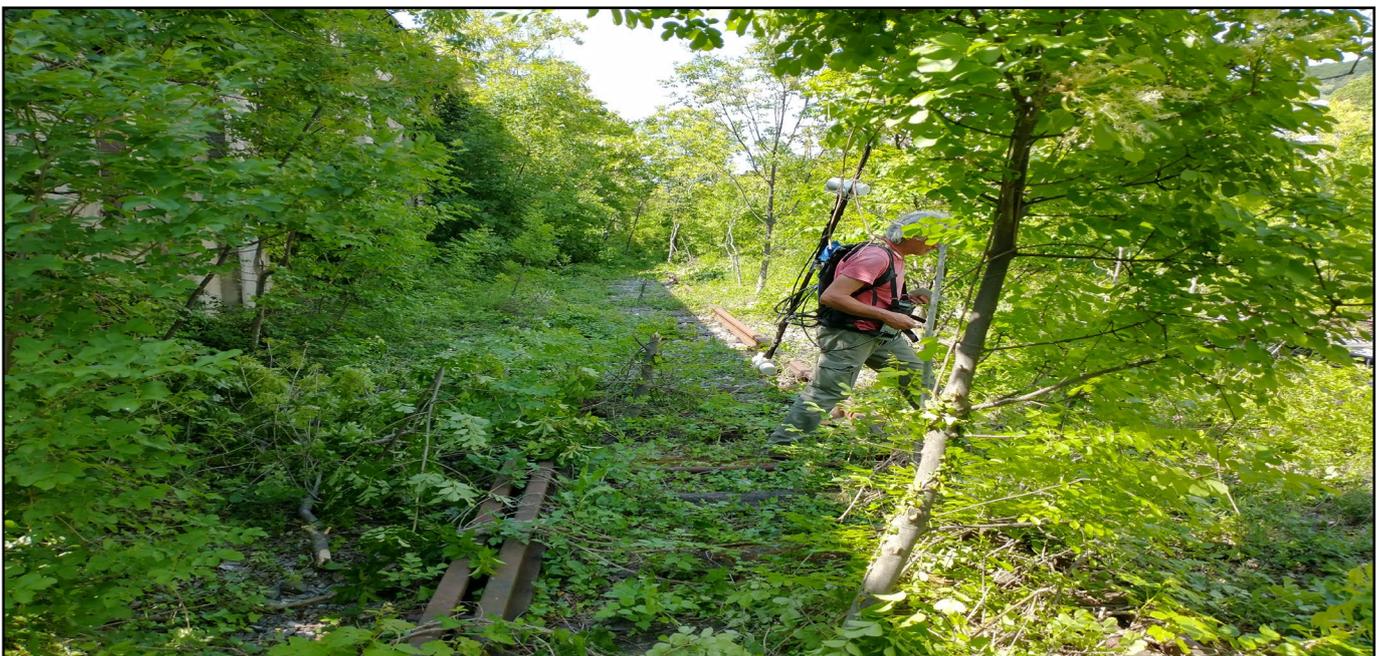
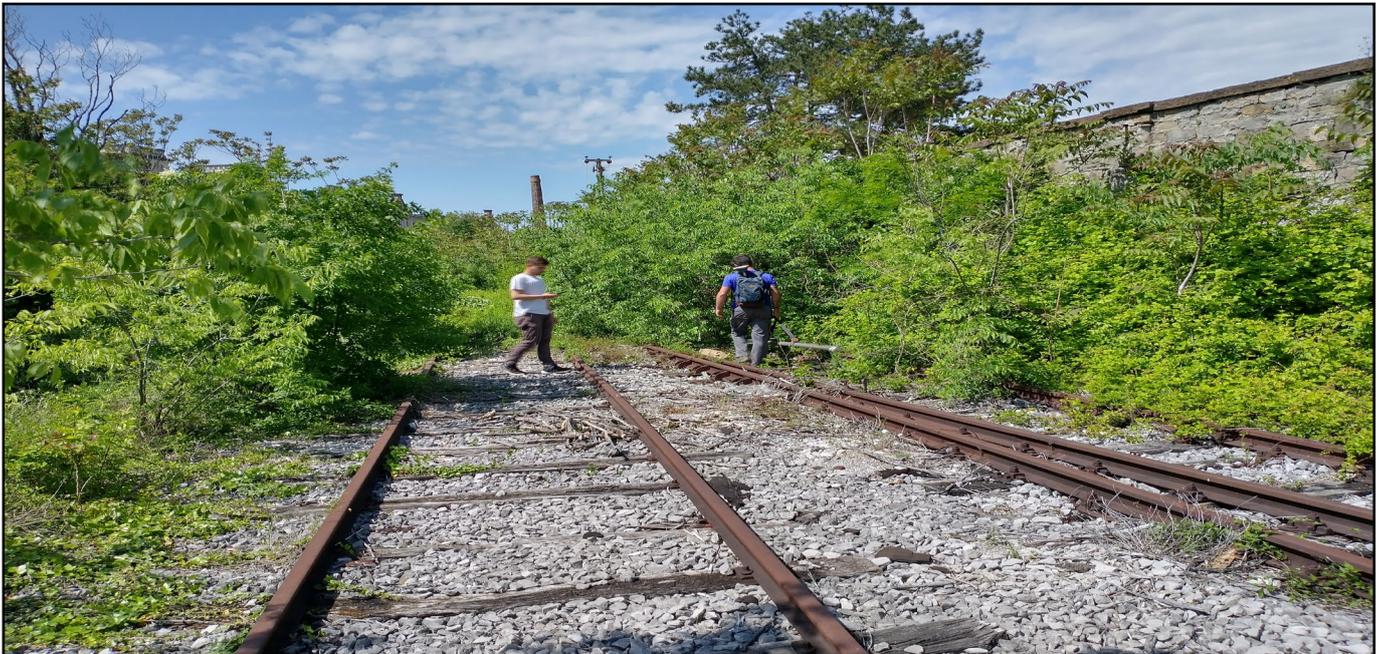
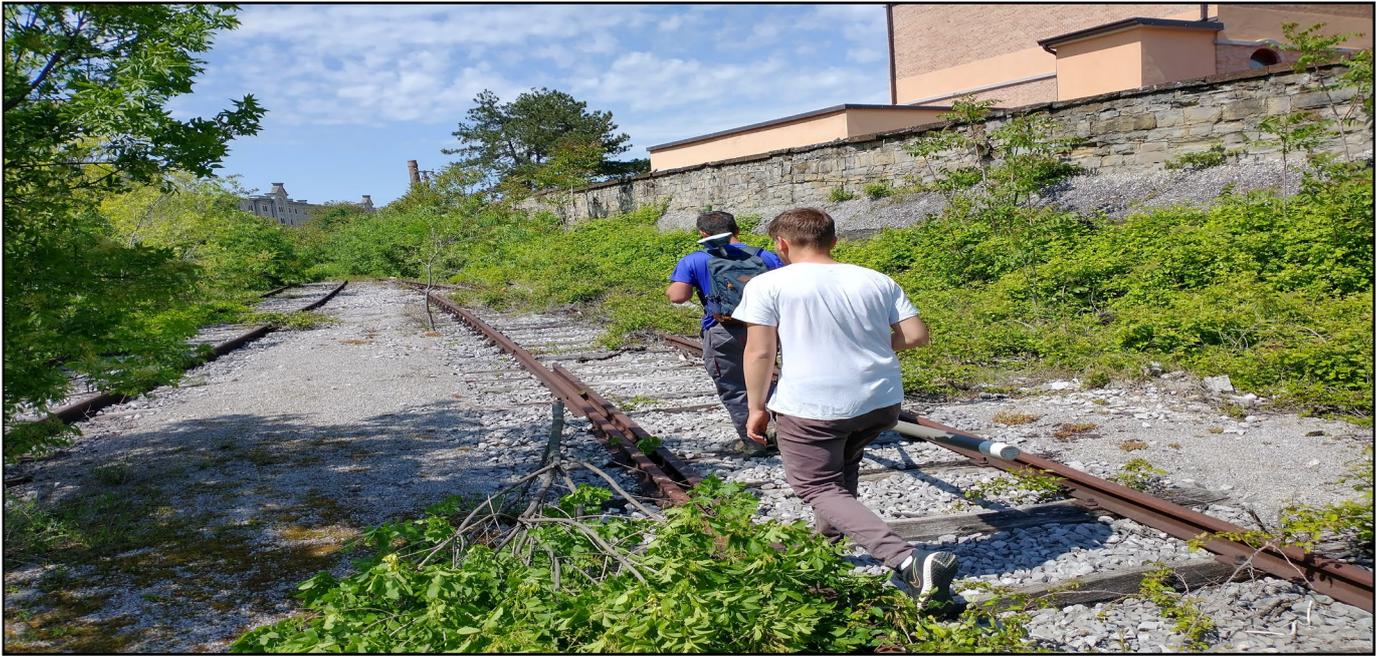


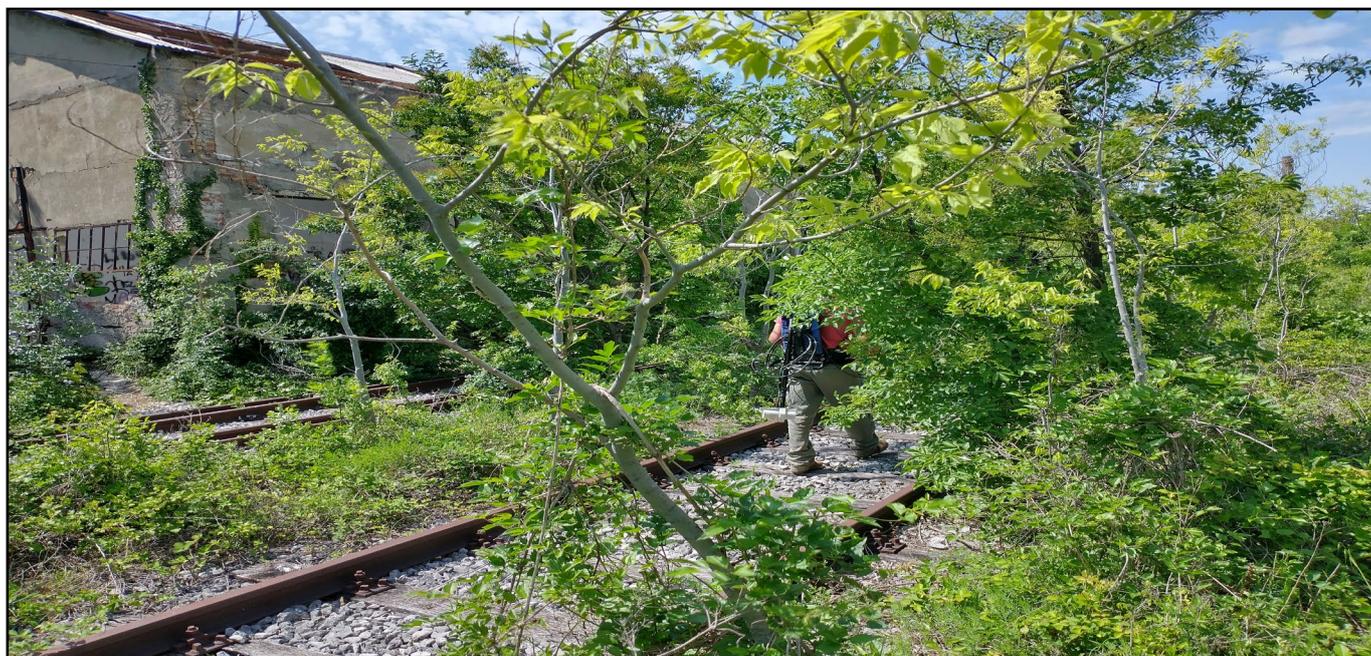
12.3.5 FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI AMERICANI

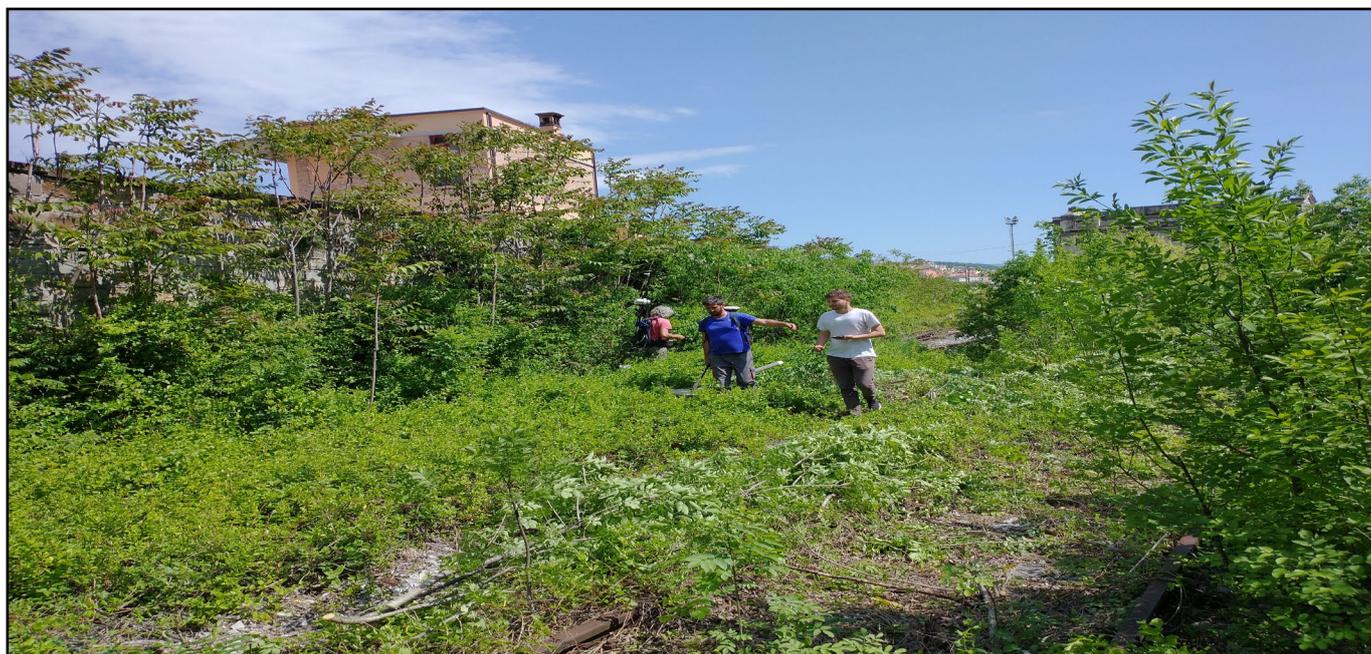
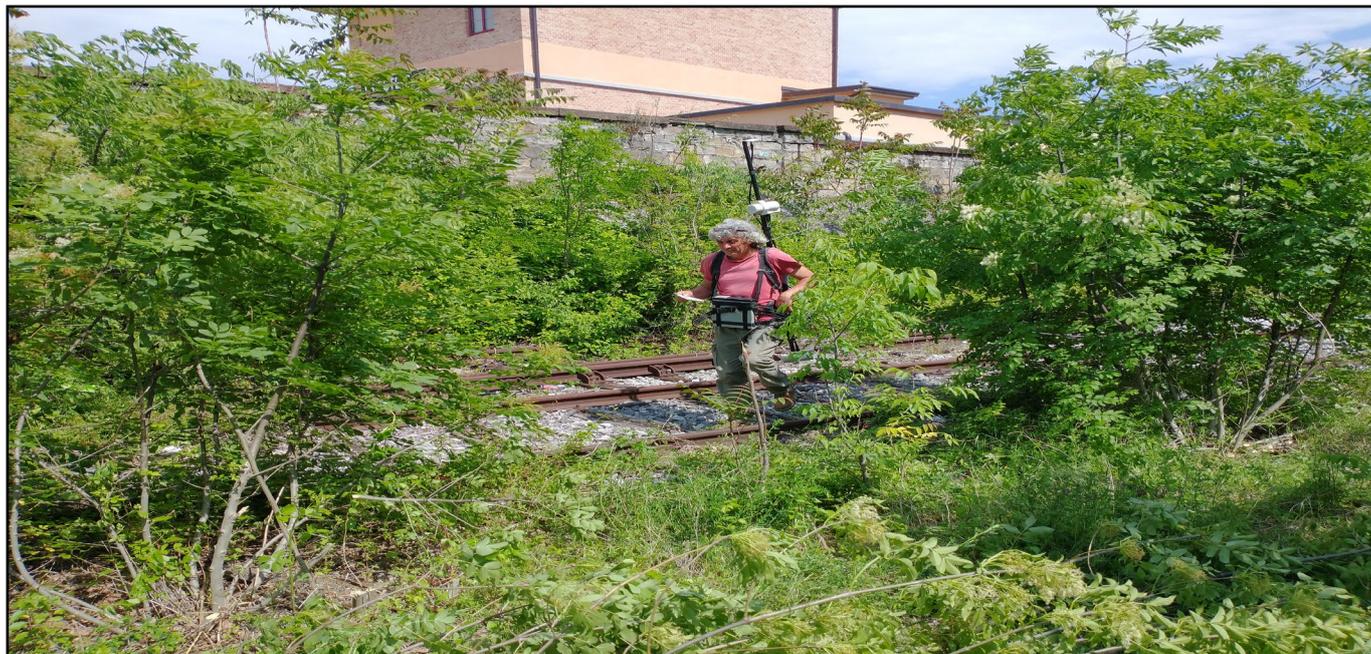


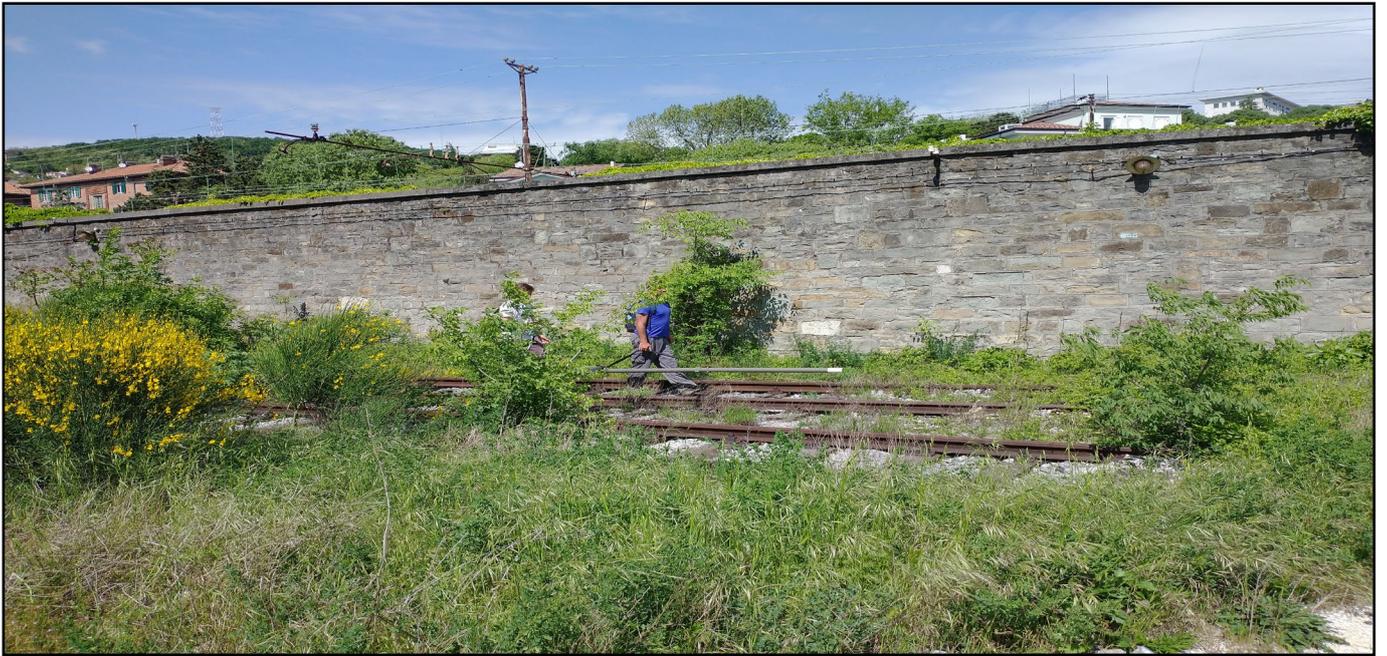
14 FOTOGRAMMI STATO DI FATTO











15 BIBLIOGRAFIA

- ✓ *Archivio Storico privato Dott Maurizio Braggion (SNB Società Nord Bonifiche S.a.s.)*
- ✓ *“Obiettivo: Italia. I bombardamenti aerei delle città italiane dal 1940 al 1945” - Autore: Giorgio Bonacina – Editore: Mursia.*
- ✓ *“Guerra aerea sull’Italia (1943 – 1945) - Autore: Andrea Villa (Fondazione Isec) – Editore: Guerini e Associati.*
- ✓ *“Ministero Difesa – Ufficio Storico S.M.E.” – Website: <http://www.esercito.difesa.it/storia/Ufficio-Storico-SME>.*
- ✓ *“U.S.A.A.F. Combat Chronology” - Website: <http://www.usaaf.net/>.*
- ✓ *“Royal Air Force operations record books 1939-1945” - Autore: “The National Archives” - Kew Richmond Surrey TW9 4DU - Website: <http://www.nationalarchives.gov.uk/records/raf-operations-record-books.htm>*
- ✓ *“The Bomber Command War Diaries – An operational reference book 1939 – 1945 - Autore: Martin Middlebrook & Chris Everitt – Editore: Midland Publishing.*
- ✓ *Archivio ATL Alexander Turnbull Library – Te Puna Matauranga o Aotearoa (N.Z.A.A.F. - New Zeland)*
- ✓ *Archivio AUSSME – Archivio Ufficio Storico Stato Maggiore Esercito (Ministero Difesa – Italia)*
- ✓ *Archivio BAMA – Bundesarchiv – Militararchiv (Deutschland)*
- ✓ *Archivio ISR – Istituti Storici della Resistenza*
- ✓ *Archivio IVM – Imperial War Museum (R.A.A.F. - United Kingdom)*
- ✓ *Archivio NARA – National Archives Record Service (Washington DC – U.S.A.)*
- ✓ *Archivio SAM – South African National Museum of Military History (S.A.F.)*
- ✓ *Archivio SAND – South African National Defence Force (Pretoria, Gauteng –S.A.F.)*

16 ALLEGATI

NR	CODICE DOCUMENTO	ELAB	TAV TOT	FORM	SCALA	ELABORATI GRAFICI
01	EGF.VRB.SNB.TS.000001	TAVOLA 01	1	A0	1:500	PLANIMETRIA RILIEVO GEOFISICO GRADIOMETRICO GENERALE
02	EGF.VRB.SNB.TS.000002	TAVOLA 02	1	A0	1:500	PLANIMETRIA RILIEVO ELETTROMAGNETRICO-PROFILI CONDUCIBILITA'
03	EGF.VRB.SNB.TS.000003	TAVOLA 3	1	A0	1:500	PLANIMETRIA RILIEVO ELETTROMAGNETRICO-PROFILI PHASE-PHASE

NR	CODICE DOCUMENTO	ELAB	TOT FILE	FORM	SCALA	ELABORATI GRAFICI
1	DGT.VRB.SNB.TS.000001	FILE	1	AVI	=	DOCUMENTAZIONE TECNICA SU SUPPORTO DIGITALE