

COMUNE DI TRIESTE



PROVINCIA DI TRIESTE

PORTO VECCHIO: RIQUALIFICAZIONE DELLA VIABILITA' E
INFRASTRUTTURAZIONE DELL'AREA DEL POLO MUSEALE – I°
LOTTO – CODICI OPERA 17045, 17046, 17187 E 17188

Ente Committente:

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

CUP: F91B18000250001

CIG: Z90248F77D

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 TEC VRB



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
Esperto Aggiudicatario SNB
Coordinatore Sicurezza in fase di Progettazione
Coordinatore Sicurezza in fase di Esecuzione

| REV | DATA | DESCRIZIONE | EMISSIONE | REDAZIONE | VERIFICA | APPROVAZIONE |
|-----|------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 00 | 20/09/2018 | PRIMA EMISSIONE | DR BRAGGION | DR BRAGGION | DR BRAGGION | DR BRAGGION |

INDICE

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | GENERALITA' | 3 |
| 2 | OBIETTIVO ANALISI..... | 5 |
| 3 | INQUADRAMENTO LEGISLATIVO..... | 5 |
| 4 | ANALISI STORIOGRAFICA | 10 |
| 4.1 | CENNI STORICI..... | 10 |
| 4.2 | ATTIVITA' BELLICA DOCUMENTATA | 14 |
| 4.2.1 | PRIMA GUERRA MONDIALE | 14 |
| 4.2.2 | SECONDA GUERRA MONDIALE | 17 |
| 4.2.3 | REPORT ARCHIVI UFFICIALI | 32 |
| 5 | ANALISI FOTOGRAMMETRICA | 33 |
| 6 | ANALISI BALISTICA..... | 36 |
| 6.1 | ANGOLO D'INGRESSO | 36 |
| 6.2 | TRAIETTORIA ORIZZONTALE | 37 |
| 6.3 | CAPACITA' DI PENETRAZIONE..... | 38 |
| 7 | ANALISI DOCUMENTALE..... | 41 |
| 8 | ANALISI STRUMENTALE GEOFISICA..... | 43 |
| 8.1 | PROSPEZIONE GRADIOMETRICA..... | 44 |
| 8.2 | PROSPEZIONE RADAR STRATIGRAFICA | 47 |
| 9 | INTERPRETAZIONE DATI..... | 48 |
| 9.1 | INDAGINE GEOFISICA GRADIOMETRICA | 49 |
| 9.2 | INDAGINE GEOFISICA GEORADAR..... | 59 |
| 10 | VALUTAZIONI FINALI | 63 |
| 11 | APPENDICE..... | 65 |
| 11.1 | SCHEDA TECNICA GRADIOMETRO G.E.M. SYSTEM GSM-19..... | 65 |
| 11.2 | TECNICA GRADIOMETRO G.E.M. SYSTEM GSM-19 | 65 |
| 11.3 | SCHEDA TECNICA GEORADAR IDS X-STREAM..... | 66 |
| 11.4 | TIPOLOGIA ORDIGNI RESIDUATI BELLICI | 67 |
| 11.4.1 | FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI PICCOLO CALIBRO | 67 |
| 11.4.2 | FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI ITALIANI SECONDA GUERRA MONDIALE..... | 68 |
| 11.4.3 | FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI TEDESCHI | 68 |
| 11.4.4 | FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI INGLESI..... | 69 |
| 11.4.5 | FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI AMERICANI | 69 |
| 11.5 | FOTOGRAMMI STATO DI FATTO | 70 |
| 12 | BIBLIOGRAFIA..... | 75 |
| 13 | ALLEGATI | 76 |

1 GENERALITA'

La scrivente società SNB Service srl, sede legale ed amministrativa in Giovanni Boccaccio, 34/Q, 35128 Padova, CF/P. IVA 04549280289, E mail: info@snsrsl.it – P.E.C.: snbservicesrl@legalmail.it, 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.2032 /2018, in data 02/08/2018, 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.

L'analisi storico-documentale è stata integrata con un'idonea analisi strumentale geofisica combinata, configurata come una prospezione gradiometrica ed una prospezione radar stratigrafica, finalizzata alla mappatura delle anomalie di campo magnetico ed elettromagnetico presenti nel sottosuolo.

Il processo di valutazione rischio è stato eseguito su area interessata dal progetto denominato "Porto Vecchio – Riqualificazione della viabilità e infrastrutturazione dell'area del polo museale – 1° Lotto – Codici Opera 17045, 17046, 17187, 17188" – CUP: F91B18000250001 – CIG: Z90248F77D.

L'analisi storico - documentale 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. L'analisi strumentale geofisica di campo, di natura non invasiva, è stata eseguita per consentire la verifica di presenza o assenza di anomalie di campo magnetico singolari, puntuali, anche a potenziale rischio bellico residuo, al fine di valutare la necessità di procedere o meno con successive attività di messa in sicurezza convenzionale, come da normativa tecnica vigente.

Il rilievo geofisico su campo combinato è stato eseguito sulla porzione di area interessata dall'intervento di urbanizzazione progettuale, come richiesto dalla committente, per una superficie totale complessiva di circa mq 51.000,00 oggetto di rilievo referenziato in grafica allegata alla presente.

L'analisi geofisica indiretta ha permesso la valutazione delle anomalie di campo prodotte da particolari ferrosi immersi nel substrato, fino alla massima profondità di penetrazione per un potenziale ordigno bellico su piano campagna attuale, in relazione alla prevalente massa tipo di natura bellica rinvenibile nel sottosuolo esaminato (proiettili artiglieria di piccolo, medio o grosso calibro o bomba d'aereo 250-500-1000 Lbs). L'area oggetto di analisi strumentale è inserita in stralcio C.T.R. grafico allegato (figura uno).



*FIGURA 01 – ESTRATTO CTR AREA PORTO VECCHIO
[FONTE: REGIONE FVG – CARTA TECNICA REGIONALE]*

L'analisi strumentale successiva all'analisi storica ed analisi documentale rappresenta lo strumento integrativo eventuale da adottare, come previsto dalla normativa vigente, nel tentativo di contestualizzare il rischio bellico residuo di un sito, nel caso in cui l'analisi storico-documentale non fornisca elementi definitivi in tema di rischio bellico. La prospezione geofisica magnetica, eseguita con il metodo del gradiente, è stata eseguita con una strumentazione costituita da idoneo apparato gradiometro tipo G.E.M. System GSM GW 19, su aree complessive interessate dai successivi interventi di natura antropica progettuale. La prospezione radar stratigrafica, eseguita con il metodo del georadar, è stata eseguita con una strumentazione costituita da idoneo apparato geroradar tipo IDS X-Stream a copertura totale, integrato con sistema di referenziazione GPS Trimble R8, su aree parziali antropizzate. Il fine della presente analisi è di consentire al Coordinatore per la Sicurezza dell'opera di definire il livello di accettabilità o non accettabilità del rischio bellico residuo in merito alle opere antropiche progettuali previste e la relativa necessità 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 preliminare del rischio bellico residuale ascrivibile all'area di progetto, al fine di permettere l'esecuzione dei sondaggi in sicurezza e di determinare la necessità o meno di procedere in fase successiva con un intervento di messa in sicurezza convenzionale, definito da normativa tecnica vigente.

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 INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

In termini normativi, le fonti del diritto in materia di residuati bellici sono le seguenti:

- Determinazione Autorità Vigilanza LL.PP. n.9 e Deliberazione n.249 anno 2003.
- Testo Unico Sicurezza [D. Lgs 81/2008].

- Legge N. 177 del 01 ottobre 2012.
- D.M. N.82 del 11 maggio 2015.
- Parere Ministero Lavoro Politiche Sociali 29/12/2015.
- Linee Guida Sicurezza C.N.I. (Consiglio Nazionale Ingegneri) 26/05/2017.
- Determinazione Autorità per la Vigilanza sui Lavori Pubblici n. 9 del 09/04/2003.

Tale determinazione si sofferma sul tema generale della previsione delle cause di sospensione dei lavori ed alla lettera c) definisce chiaramente la linea di discriminazione che si riferisce all'imputabilità sotto il profilo soggettivo della responsabilità sul rinvenimento di ordigni bellici.

La determinazione afferma che un'adeguata ricerca (analisi) storiografica intesa ad escludere che il terreno su cui insistono i lavori non sia stato interessato da eventi di carattere bellico rappresenta condizione sufficiente per determinare l'esclusione della responsabilità a capo dell'esecutore lavori e quindi la non imputabilità della responsabilità in capo al soggetto, poiché causa imprevedibile.

Al contrario l'Autorità precisa che "non altrettanto può dirsi per quei territori che sono stati interessati da azioni militari terrestri o aeree per i quali, in assenza di efficaci interventi di antropizzazione, non poteva escludersi la presenza di ordigni bellici inesplosi".

- Deliberazione Autorità per la Vigilanza sui Lavori Pubblici n° 249 del 17/09/2003.

Tale deliberazione viene a suggerire il principio sopra espresso secondo il quale l'alea del ritrovamento di ordigni bellici non può ricadere nell'esecutore dei lavori, se esso abbia ottemperato a tutti gli atti necessari per l'esclusione dell'interessamento dei terreni da eventi bellici, con la conseguente ammissibilità per non manifesta infondatezza della riserva iscritta per maggiori oneri sostenuti connessi alla bonifica dei terreni. Ad ulteriore consolidamento dei profili d'imputabilità delle responsabilità e della riconducibilità del rinvenimento di ordigni bellici tra le cause imprevedibili e quindi tra le cause di forza maggiore, giova l'esecuzione di verifiche preventive sui terreni concessi mediante apposite strumentazioni di rilevamento, documentate in specifico verbale (relazione tecnica) elemento di successiva garanzia della correttezza dell'azione delle parti in termini di responsabilità soggettiva.

- 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. In sintesi, il testo 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 di rischio residuo, di una messa in sicurezza convenzionale;
- 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) Conferisce piena efficacia giuridica alla Legge n 177/2012 (emendamento TUS – DLGS 81/2008) in materia di valutazione rischio bellico:
- b) Riorganizza integralmente il settore della messa in sicurezza (bonifica bellica preventiva e sistematica.) 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 nel modo seguente:

✓ *Valutare i rischi derivanti da possibile rinvenimento di ordigni bellici inesplosi nei cantieri temporanei o mobili (art 28 mod), interessati da attività di scavo, Art. 89 - com 1-a)»;*

✓ *Prevedere, in presenza di rischio residuo non accettabile, la successiva attività di messa in sicurezza convenzionale (art 91 – comma 2).*

✓ *Inserire nel P.S.C. evidenza (specifico riferimento) alla valutazione dei rischi derivanti dal possibile rinvenimento di ordigni (art 100 comma 1).*

- ✓ *Verificare il possesso requisiti impresa certificata - accreditata, in nuovo albo da istituire presso il Ministero Difesa (art 104 – comma 4 bis).*
- ✓ *Inserire in elenco lavori che espongono i lavoratori a rischio di esplosione derivante dall'inesco accidentale di ordigno inesploso rinvenuto nelle attività di scavo (allegato I.)*
- ✓ *Inserire in fase analisi rischi aggiuntivi al rischio di esplosione derivante dall'inesco accidentale di un ordigno bellico inesploso rinvenuto nelle attività di scavo (allegato XII).*
- ✓ *In caso di livello di rischio inaccettabile, inserire ai sensi art 25 del D. Lgs 81/2008 un costo di messa in sicurezza convenzionale (bonifica bellica), oneri sicurezza non soggetti a ribasso.*

In ottemperanza all'approccio adottato, 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 documenti 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 documenti 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) n.69/U/XIX – 26/05/2017.

La recente circolare emanata dal Consiglio Nazionale Ingegneri in data 26 maggio 2017 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”*. In sintesi, si ribadisce l’obbligatorietà della *“Valutazione Rischio Bellico”* a cura del Coordinatore della Sicurezza dell’opera ed in caso di livello di rischio non accettabile o non escludibile, l’attivazione della procedura di messa in sicurezza convenzionale, definita *“bonifica ordigni bellici”*. Sarà poi l’Ente Committente ad affidare l’incarico di bonifica ordigni bellici ad impresa specializzata b.c.m. iscritta all’albo ministeriale di riferimento (Ministero della Difesa). La stessa circolare conferma che gli strumenti messi a disposizione del coordinatore per la sicurezza per una razionale valutazione rischio bellico residuo sono 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 in relazione 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; l’organo esecutivo normativamente preposto, ai sensi del D. Lgs 66/2010 e D. Lgs 20/2012 in materia di rilascio di *“parere vincolante”* in merito all’autorizzazione a procedere, direzione e sorveglianza dei lavori e verifica finale delle operazioni di bonifica bellica, è il 5° Reparto Infrastrutture – Ufficio Bcm di Padova.

4 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.

4.1 CENNI STORICI

Sin dal II° millennio a.C. il territorio di Trieste fu sede di importanti insediamenti protostorici: i castellieri, villaggi arroccati sulle alture e protetti da fortificazioni in pietra, i cui abitanti appartenevano a popolazioni di probabile origine illirica e di stirpe indoeuropea.

Fra il X° e il IX° secolo a.C. la popolazione autoctona entrò in contatto con un'altra etnia indoeuropea, i (Venetici, Heneti o Eneti), da cui venne notevolmente influenzata sotto il profilo culturale. Il nome Tergeste è di origine preromana, con base preindoeuropea: terg = mercato, ed il suffisso -este, tipico dei toponimi venetici utilizzati al tempo riferito.

Con le conquiste militari dell'Illiria da parte dei Romani, i cui episodi più salienti furono la guerra contro la pirateria degli Istri del 221 a.C., la fondazione di Aquileia nel 181 a.C. e la guerra istriaca del 178-177 a.C., ebbe inizio un processo di romanizzazione ed assimilazione delle popolazioni preesistenti. Tergeste fu colonizzata alla metà del I° secolo a.C. in epoca cesariana (Regio X Venetia et Histria), ed è probabile

che la fortezza principale fosse situata sulle pendici del colle di San Giusto. I Tergestini sono menzionati nel De bello Gallico di Giulio Cesare, a proposito di una precedente invasione forse di Giapidi: "Chiamò T. Labieno e mandò la legione quindicesima (che aveva svernato con lui) nella Gallia Cisalpina, a tutela delle colonie dei cittadini romani, per evitare che incorressero, per incursioni di barbari, in qualche danno simile a quello che nell'estate precedente era toccato ai Tergestini che, inaspettatamente, avevano subito irruzioni e rapine. (CAES. Gall.8.24). Tergestum fu citata poi da Strabone, geografo attivo in età augustea, che la definì come phrourion (avamposto militare) con funzioni di difesa e di snodo commerciale. Tergeste si sviluppò e prosperò in epoca imperiale, imponendosi come uno dei porti più importanti dell'alto Adriatico sulla via Popilia - Annia. Il nucleo abitativo nel 33 a.C. venne cinto da alte mura (ancora visibile la porta meridionale, il cosiddetto Arco di Riccardo) da Ottaviano Augusto (murum turresque fecit) e venne arricchito da importanti costruzioni quali il Foro ed il Teatro.

Dopo la caduta dell'Impero Romano d'Occidente, la città passò sotto il controllo dell'impero bizantino fino al 788, quando venne occupata dai franchi.

Nel 1098 risultava già diocesi vescovile con il nome latino di Tergestum. Nel XII° secolo divenne un Libero Comune e dopo secoli di battaglie contro la rivale Venezia, Trieste si pose sotto la protezione (1382) del duca d'Austria conservando però una notevole autonomia fino al XVII° secolo. Nel 1719 divenne porto franco ed in quanto unico sbocco sul mare Adriatico dell'Impero Austriaco, Trieste fu oggetto di investimenti e si sviluppò diventando, nel 1867, capoluogo della regione del Litorale Adriatico dell'impero (l'"Adriatisches Küstenland").

Nonostante il suo stato privilegiato di unico porto commerciale della Cisleithania e primo porto dell'Austria - Ungheria, Trieste conservò sempre in primo piano, nei secoli, i legami culturali con l'Italia; infatti, anche se la lingua ufficiale della burocrazia era il tedesco, l'italiano era la lingua del commercio e della cultura. Nel XVIII° secolo il dialetto triestino (dialetto di tipo veneto) sostituì il tergestino, l'antico dialetto locale di tipo retoromanzo. Il triestino, parlato anche da scrittori e filosofi, continua ad essere tuttora l'idioma più usato in ambito familiare e in molti contesti sociali di natura informale e talvolta anche formale, affiancandosi, in una situazione di diglossia, all'italiano, lingua amministrativa e principale veicolo di comunicazione nei rapporti di carattere pubblico.

Trieste fu, con Trento, oggetto e al tempo stesso centro di irredentismo, movimento che, negli ultimi decenni del XIX° secolo e agli inizi del XX° aspirava ad un'annessione della città all'Italia. Ad alimentare l'irredentismo triestino erano soprattutto le classi borghesi in ascesa (ivi compresa la facoltosa colonia

ebraica), le cui potenzialità ed aspirazioni politiche non trovavano pieno soddisfacimento all'interno dell'Impero austro-ungarico. Quest'ultimo veniva visto da molti come un naturale protettore del gruppo etnico slavo presente sia in città che in quelle zone multietniche che costituivano il suo immediato retroterra (che iniziò ad essere definito in quegli anni con il termine di Venezia Giulia). In realtà agli inizi del Novecento il gruppo etnico sloveno era in piena ascesa demografica, sociale ed economica, e, secondo il censimento del 1910, costituiva la quarta parte dell'intera popolazione triestina. Ciò spiega come l'irredentismo assunse spesso, nella città giuliana, dei caratteri marcatamente anti-slavi che vennero perfettamente incarnati dalla figura di Ruggero Timeus.

La convivenza fra i vari gruppi etnici che aveva da secoli contraddistinto la realtà sociale di Trieste (e di Gorizia) subì, pertanto, un generale deterioramento fin dagli anni che precedettero la Prima guerra mondiale. Nel 1918 il Regio esercito entrò a Trieste acclamato dalla maggioranza della popolazione, che era di sentimenti italiani. La sicura imminente annessione della città e della Venezia Giulia all'Italia fu però accompagnata da un ulteriore inasprimento dei rapporti tra il gruppo etnico italiano e quello sloveno, traducendosi talvolta anche in scontri armati.

A tale proposito furono emblematici, il giorno 13 aprile 1920, i disordini scoppiati a Trieste in seguito ad un attentato contro l'esercito italiano di stanza a Spalato, che aveva causato due vittime fra i militari. Durante i disordini, contraddistinti da un marcato carattere anti-slavo, un gruppo di squadristi triestini presidiò l'Hotel Balkan, ove aveva sede il Narodni dom (Casa Nazionale), centro culturale degli sloveni e delle altre nazionalità slave locali, che fu dato alle fiamme. «Il rogo mostra con le fiamme, che ben si possono scorgere da diversi punti della città, la forza del fascismo in attesa». Con la firma del Trattato di Rapallo del novembre 1920, Trieste passò definitivamente all'Italia, inglobando, nel proprio territorio provinciale, zone dell'ex Principesca Contea di Gorizia e Gradisca, dell'Istria e della Carniola. In epoca moderna il territorio comunale di Trieste fu teatro di guerra, durante il secondo conflitto mondiale.

L'ambito specifico d'intervento interessa l'area del Porto Vecchio di Trieste, struttura che fu realizzata tra il 1868 e il 1887, dopo un'ampia fase progettuale, per volontà dell'impero austroungarico che doveva dotarsi, a Trieste, di un grande porto capace di gestire il retroterra dell'Austria - Ungheria.

Nel Porto Vecchio di Trieste le strutture portuali, i magazzini, gli hangars, gli edifici speciali (centrale idrodinamica e Sottostazione elettrica di riconversione), con le loro tipologie costruttive, le gru e le attrezzature elettromeccaniche testimoniano un aspetto essenziale della città-porto dell'Ottocento e del primo Novecento. I magazzini e gli hangars, grandi edifici a uno e più piani, disposti su tre assi paralleli

tra loro erano attrezzati con gru, elevatori, montacarichi ed altri arredi per le operazioni di carico e scarico merci; alcuni presentano alla base un "perron" (banchina a terra di movimentazione) adatto per le operazioni dai carri ferroviari o da autoveicoli. La loro costruzione, che si fondava su progetti di altissima qualità architettonica e su tecniche d'avanguardia nell'uso del cemento armato, è un documento dell'epoca pionieristica dei brevetti detenuti dalle grandi imprese edili europee che avevano le loro filiali a Trieste (brevetto Hennebique dell'Ing. Odorico & C, brevetto viennese Ing. Edmund Ast & Co, brevetto Wayss della Wayss, Freitag & Meinog di Innsbruck, brevetto della ditta triestina Ing. Geiringer e Vallon). Il completamento dei magazzini del Porto Vecchio di Trieste si protrasse fino all'inizio del Novecento in quanto richiese interventi straordinari di consolidamento delle fondazioni e delle banchine e dei manufatti.

I due edifici recentemente restaurati, Centrale idrodinamica e sottostazione elettrica, costituiscono il Polo museale del Porto di Trieste, iniziativa promossa nel 2004 da Italia Nostra con un percorso di realizzazione condiviso dalla Soprintendenza regionale del Friuli Venezia Giulia.

La Centrale idrodinamica è l'edificio di maggior valore tecnologico del Porto Vecchio di Trieste. Il porto di Trieste fu uno dei primi porti al mondo a dotarsi di un tale impianto, assieme ad Amburgo, Buenos Aires, Calcutta e Genova. Realizzata nel 1890, la Centrale del Porto Vecchio di Trieste è un capolavoro di archeologia industriale; ancor oggi conserva le sue prestigiose macchine (Breitfeld & Danek-Karolinenthal di Praga 1891) per la produzione di energia al servizio dei mezzi meccanici del porto. Per il necessario ampliamento della già esistente sottostazione nel complesso della Centrale Idrodinamica, nel 1913 fu costruita accanto alla Centrale, e ad essa collegata, la Sottostazione elettrica di riconversione. Questo edificio speciale si distingue stilisticamente dalle altre costruzioni perché costruito su disegno dell'architetto Giorgio Zaninovich, secondo i caratteri stilistici della Wagnerschule (Vienna). All'interno la sala trasformatori, le gallerie protette, le scale, le guide per gli argani, le apparecchiature elettriche e la disposizione degli arredi confermano ancora oggi la dignità e il prestigio di quell'architettura industriale. In questi edifici sarà raccolto il patrimonio storico del porto di Trieste, che oltre a tutta l'area monumentale del Porto Vecchio, comprende un'ampia documentazione d'archivio.

Oggi la vecchia area del porto di Trieste ed i magazzini ottocenteschi non sono più idonei a funzioni connesse ai traffici commerciali ed è in corso, dopo varie vicende fallite dagli anni Settanta, un processo di riqualificazione e rigenerazione per nuove destinazioni che, nel rispetto dell'identità storica, ne consentiranno una riutilizzazione funzionale.

4.2 ATTIVITA' BELLICA DOCUMENTATA

4.2.1 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 quinta 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 sull'Arsenale, 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.

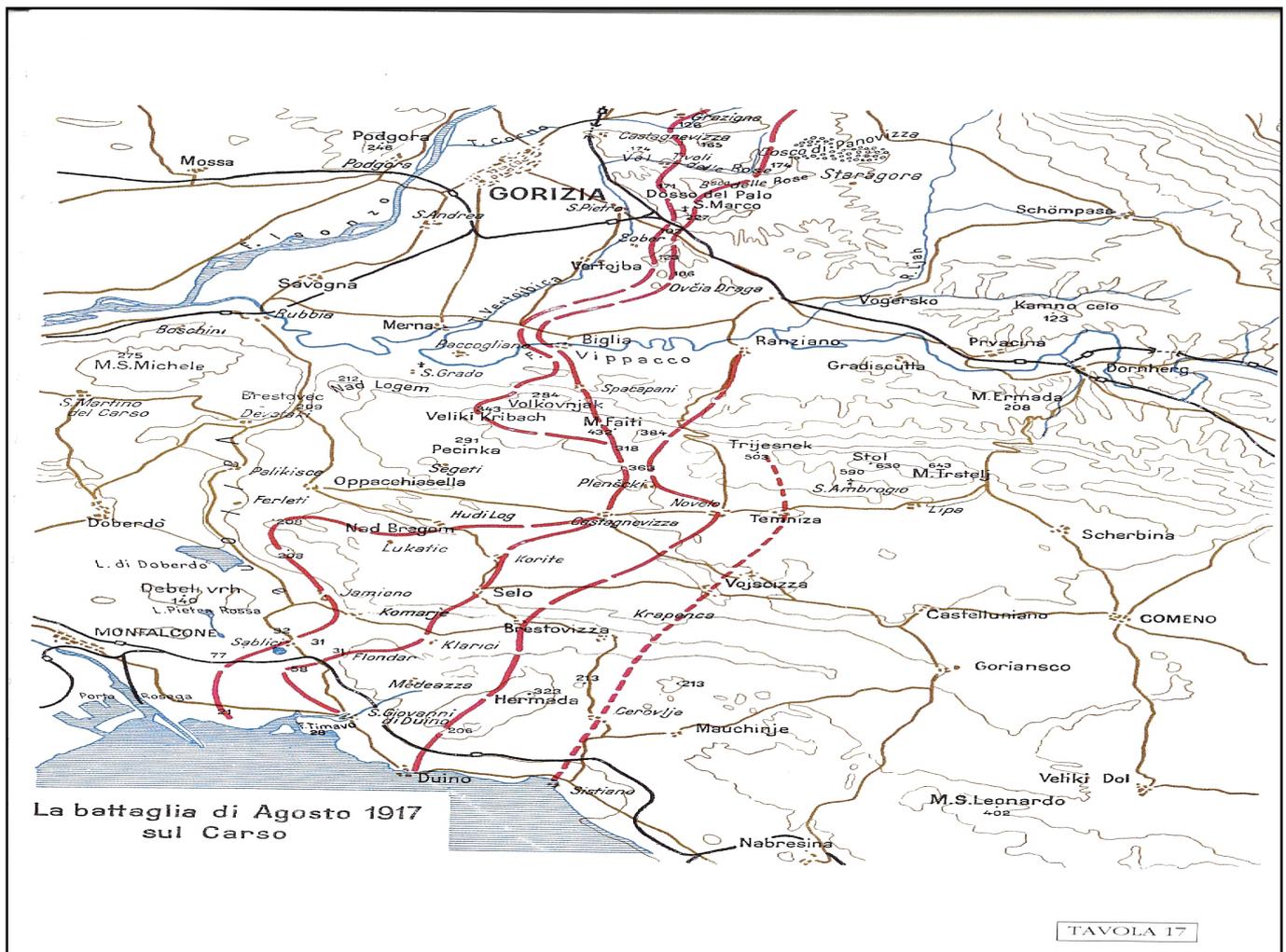


FIGURA 02 – ESTRATTO LINEA DEL FRONTE CARSICO AGOSTO 1917

[FONTE: MINISTERO DIFESA – ARCHIVIO STORICO S.M.E.]

4.2.2 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).

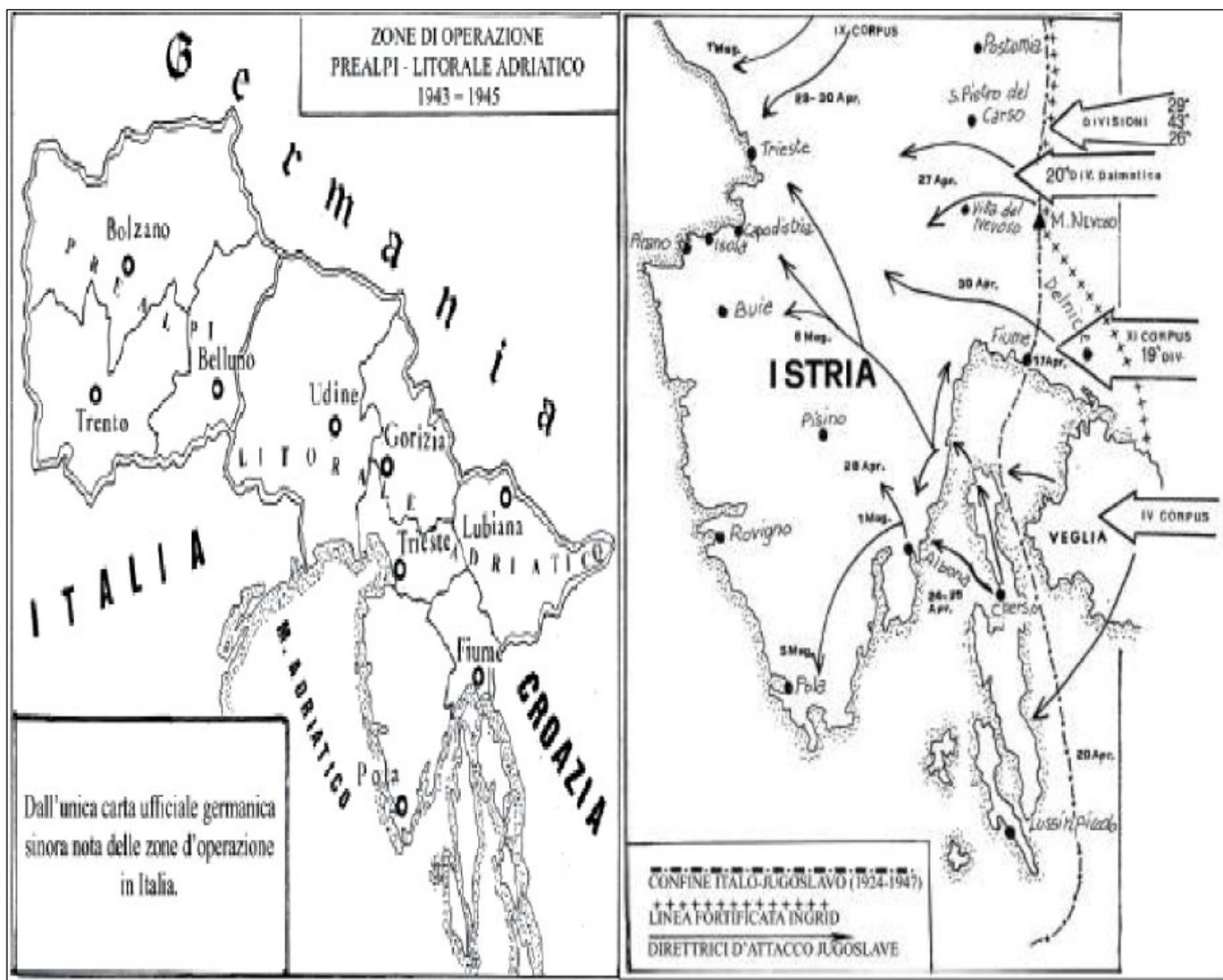


FIGURA 03 – ESTRATTO MAPPA ZONA OPERAZIONI PREALPI – LITORALE ADRIATICO 1943-1945

[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 controllo. 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 Noghere. 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 di solito 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 Faccanoni, 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 piroscampo 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 quello 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; più 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.

4.2.3 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 del Friuli Venezia Giulia, riporta in totale 686 rinvenimenti 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.

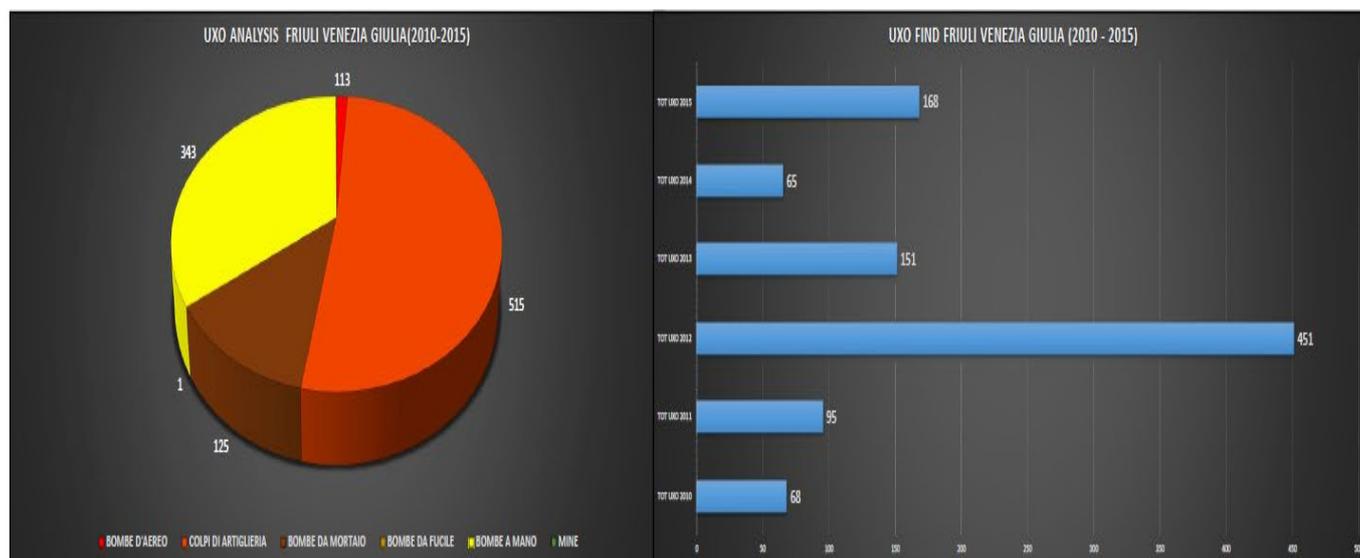


FIGURA 04 – ESTRATTO GRAFICO RINVENIMENTI ORDIGNI RESIDUATI BELLICI REGIONE FVG 2010-2015
[FONTE: MINISTERO DIFESA – UXO ANALYSIS.]

5 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.]

6 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 (proietto 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.

6.1 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 sei schema riepilogativo angolo d'ingresso bomba d'aereo nel sottosuolo.

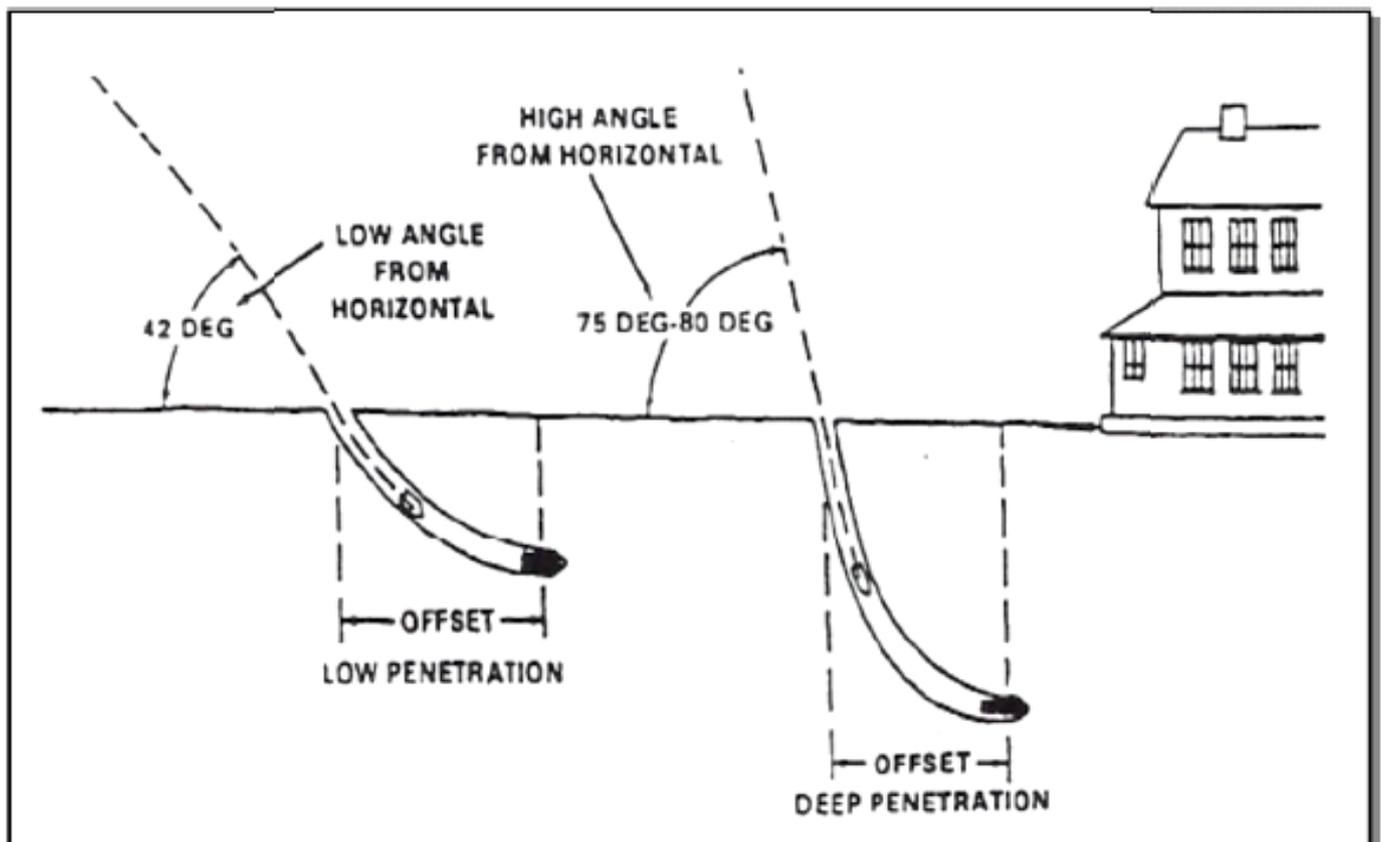


FIGURA 06 – SCHEMA ANGOLO D'INGRESSO E PENETRAZIONE BOMBA INESPLOSA

[FONTE: GENIO MILITARE - MINISTERO DELLA DIFESA]

6.2 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 sette rappresentiamo 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) |
|-------------------------------|---|---------|-------------------------|---------|-------------------------|
| | Capacità 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 07 – 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.

6.3 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 esplosivi residuati bellici inesplosivi di medie o grosse dimensioni 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.

Il parametro relativo al 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, infatti, 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.

Il Ministero della Difesa ha convenzionalmente definito come quota massima di potenziale rinvenimento ordigni residuati bellici inesplosivi la profondità di - 7,00 metri da piano di campagna originario, riferimento altimetrico da prendere in considerazione a partire dall'originario piano del periodo bellico esaminato.

(Riferimento: Circolare Ministero Difesa - Prot. MD/GGEN/01 03437/121/701/11 - 08.06.2011.).

Tale condizione estrema di penetrazione è chiaramente riferibile a casi limiti di sottosuolo interessati da materiali molto fini, quali limi o sabbie, comunque costituiti da riempimenti di elevata penetrabilità.

Oltre questa quota limite di riferimento, non sono normativamente ritenute necessarie applicare procedure di messa in sicurezza convenzionale.

In successiva figura otto è documentato l'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).

Profondità di penetrazione secondo Cox and Saville - HPSC Frammento di acciaio- Massa: 200 grammi

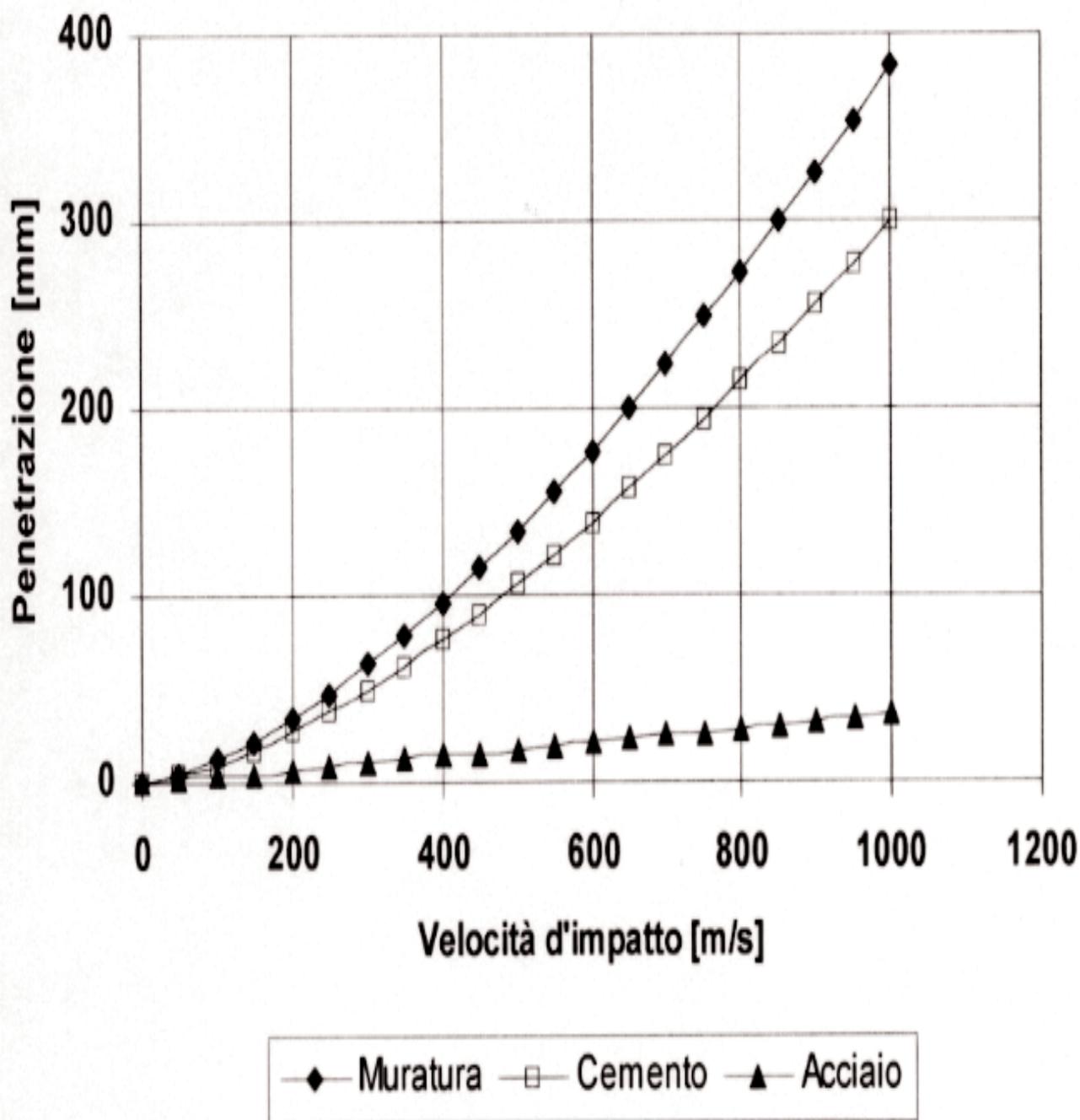


FIGURA 08 - DIAGRAMMA PROFONDITA' DI PENETRAZIONE IN RELAZIONE A MATERIALE

[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 da 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 nove rappresentiamo il comportamento in termine di residui dell'esplosione (proiezione di schegge) di masse tipo ridotte cui distanza massima di deposizione al suolo a partire dal cratere, che sembrerebbe non poter superare i 60 metri indipendentemente dalla carica con massima concentrazione all'interno del cratere.

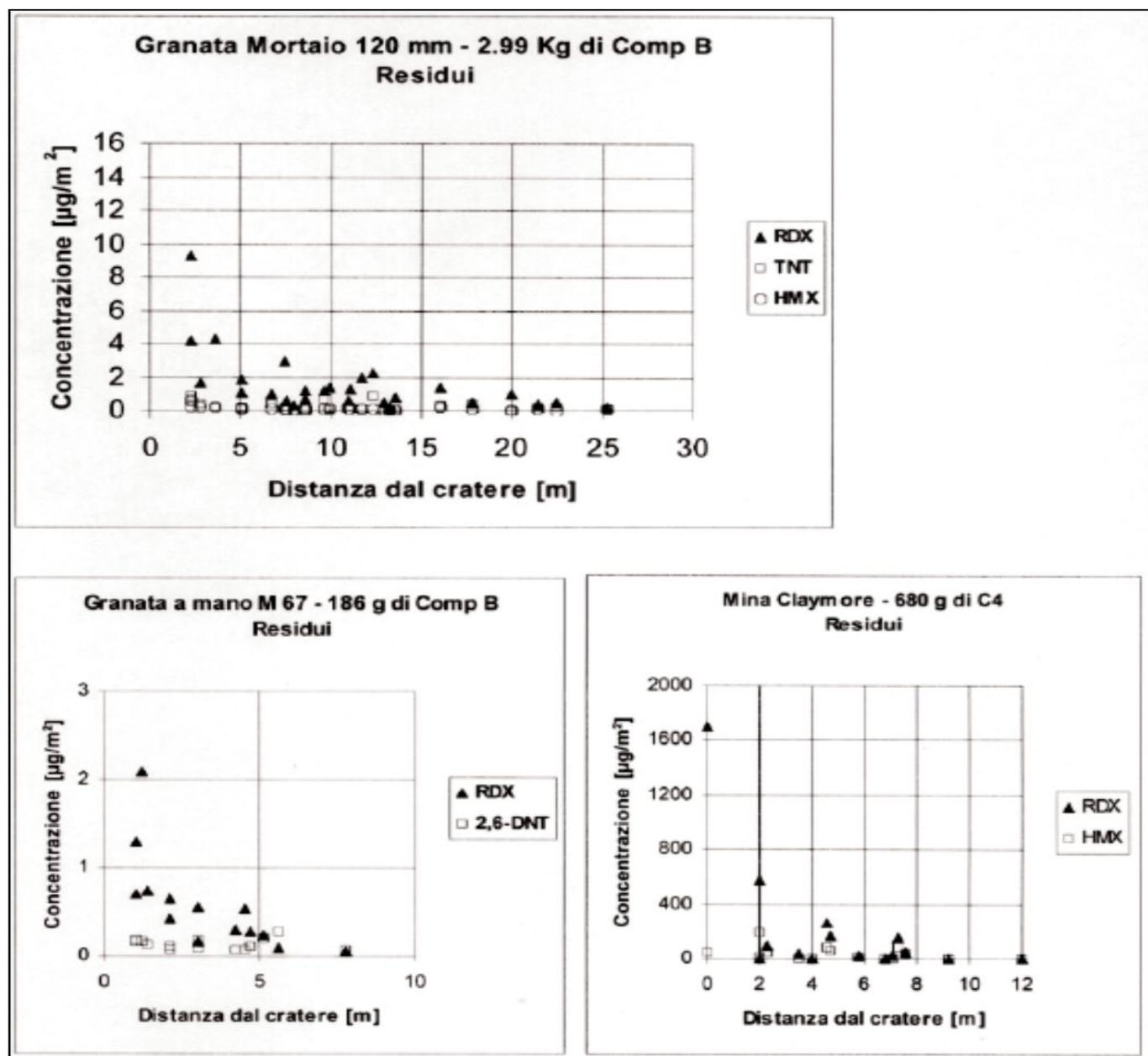


FIGURA 09 – DISTANZA RESIDUI DI UN'ESPLOSIONE

FONTE: ISA – ISTITUTO SUPERIORE ANTINCENDI

7 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 analizzato.

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 d'intervento è compreso tra Viale Miramare, sedime stradale parzialmente interessato dalle opere di progetto, e l'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 sedimi stradali e piazzali ampiamente antropizzati anche in epoca post-bellica. 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 ed all'infrastrutturazione 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.

8 ANALISI STRUMENTALE GEOFISICA

L'analisi strumentale geofisica di campo dovrà essere idonea a mappare e referenziare eventuali anomalie del sottosuolo direttamente riferibili a masse tipo di natura bellica storicamente documentate.

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.)

Le metodologie di analisi di campo più funzionali per la raccolta dati sensibili, definite in relazione allo stato di fatto del sito oggetto di valutazione, sono documentate sinteticamente a seguito.

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 sia delle conoscenze scientifiche sia degli avanzamenti tecnologici, presentano, di fatto, una serie di limitazioni intrinseche.

L'indagine geofisica 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.

La classificazione convenzionale delle anomalie di campo magnetico consta delle seguenti tipologie:

a) Anomalie magnetiche ed elettromagnetiche omogenee, riferibili direttamente a corpi o materiali o particolari magnetici direttamente visibili o parzialmente visibili o comunque chiaramente identificabili;

- b) Anomalie magnetiche ed elettromagnetiche eterogenee, riferibili a corpi o materiali o particolari magnetici non direttamente visibili, interrati, riferibili a masse tipo in termini di gradiente o dimensioni non è direttamente ascrivibili alle masse a rischio bellico storicamente documentato;
- c) Anomalie magnetiche ed elettromagnetiche singolari, di natura eterogenea in quanto riferibili a corpi magnetici interrati, la cui massa tipo in termini di gradiente o dimensioni è direttamente riferibile alle masse a rischio bellico storicamente documentato (bombe d'aereo inesplose).

8.1 PROSPEZIONE GRADIOMETRICA

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 sia delle conoscenze scientifiche sia degli avanzamenti tecnologici, presentano, di fatto, una serie di limitazioni intrinseche. L'indagine geofisica 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.

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'analisi strumentale di campo è stata eseguita utilizzando un idoneo gradiometro tipo G.E.M. System, su area progettuale, interessata dalle opere principali, previste nel progetto esecutivo. L'intensità del campo magnetico terrestre misurata dal magnetometro 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 dieci ed undici allegate.

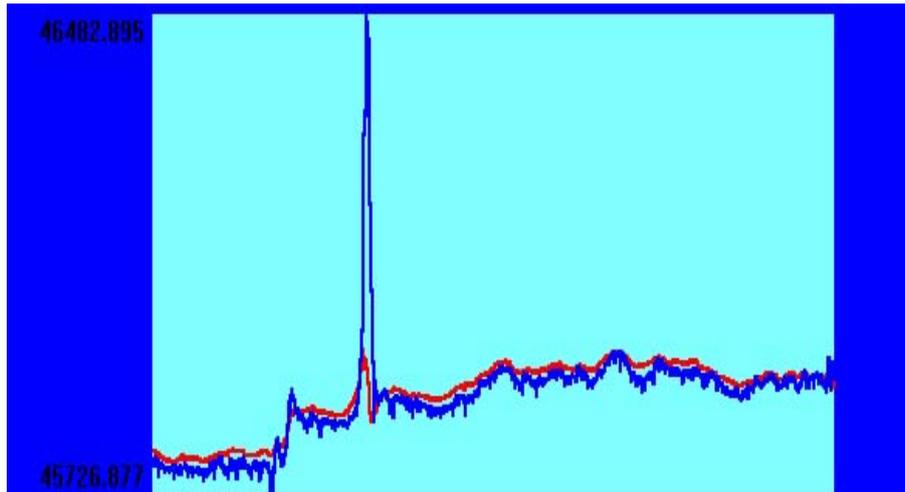


FIGURA 10: MISURE MAGNETICHE (NT) DUE SENSORI AL CESIO, SUPERIORE / INFERIORE

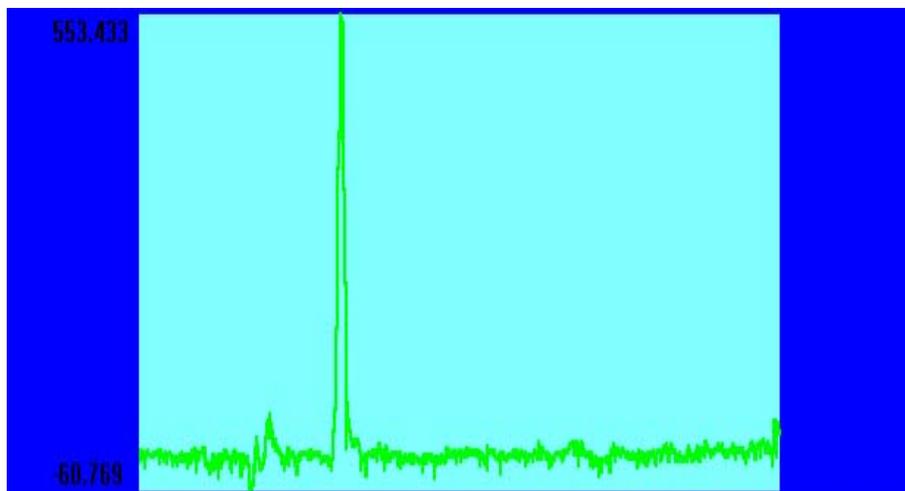


FIGURA 11: GRADIENTE MAGNETICO, TRA LE DUE MISURE DEI SENSORI AL CESIO

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", in quanto 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 dodici allegata.

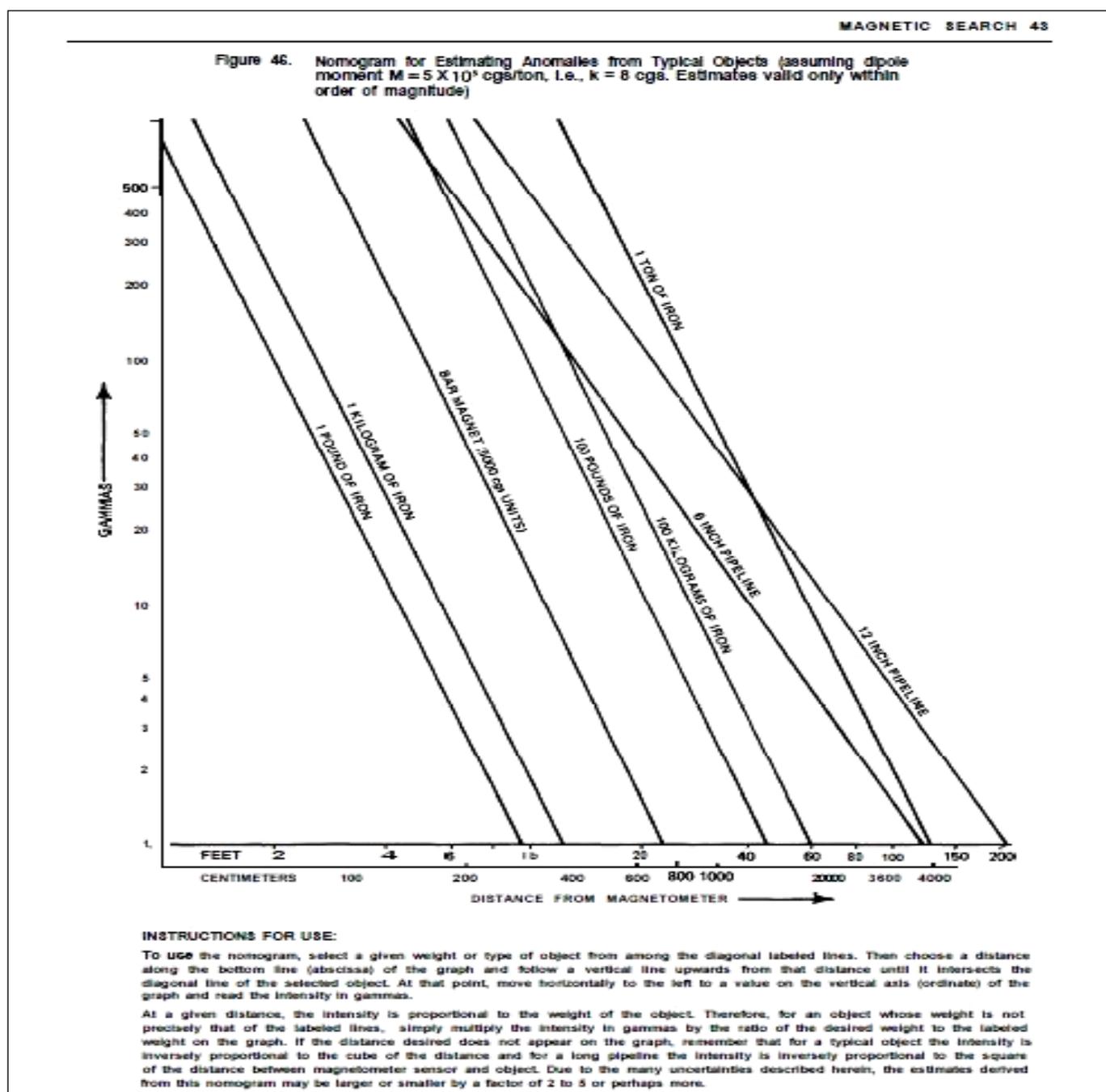


FIGURA 12 - NOMOGRAMMA ANOMALIA MAGNETOMETRICA GENERATA
MISURAZIONE DISTANZA MAGNETOMETRO / MASSA DELL'OGGETTO

8.2 PROSPEZIONE RADAR STRATIGRAFICA

L'analisi strumentale di campo con prospezione georadar è stata eseguita per verificare la presenza o assenza di anomalie di campo elettromagnetico ad eventuale rischio bellico residuo; assenza di anomalie equivale ad assenza di ordigni residuati bellici esplosi od inesplosi; presenza di anomalie puntuali a quote definite equivale a potenziale presenza di ordigno residuato bellico inesplosivo.

Descriviamo nel dettaglio seguente la tipologia di analisi eseguita e le modalità applicative degli apparati di rilevamento utilizzati nell'attività di campo. Il radar (Radio Detecting And Ranging), cioè radio rivelatore e misuratore di distanza, nella sua definizione più generale, è un'apparecchiatura che permette di rilevare la posizione di un oggetto dal confronto tra un segnale di riferimento emesso dal trasmettitore e quello riflesso dall'oggetto (bersaglio) di cui si deve determinare la posizione. Per questo scopo si utilizzano delle onde elettromagnetiche con frequenze normalmente comprese tra qualche centinaia di MHz ed alcune decine di GHz (le corrispondenti lunghezze d'onda nel vuoto sono 1 m per i 300 MHz, e 1 mm per i 300 GHz). Un tipico radar ad impulsi come quello impiegato nelle prospezioni terrestri (*Georadar*), opera mediante la generazione di onde impulsive ad alta frequenza (tipicamente comprese tra 30 e 2.000 MHz), che possono essere trasmesse al mezzo da indagare attraverso un'opportuna antenna. Il parametro misurato è il tempo di propagazione dell'onda che intercettando ostacoli e discontinuità, ritorna in superficie ed è captata dall'antenna come eco riflesso.

Mentre nell'aria l'onda elettromagnetica si propaga alla velocità di 300.000 Km/s, cioè di 30 cm/ns, nei materiali solidi e liquidi, essa è notevolmente inferiore, tipicamente variabile tra 5 e 15 cm/ns secondo le caratteristiche del mezzo stesso. L'immagine grafica prodotta su monitor dagli echi riflessi è una sezione bidimensionale della superficie indagata in cui l'asse orizzontale rappresenta il tragitto coperto dall'antenna lungo la superficie del mezzo investigato, mentre quello verticale rappresenta i tempi necessari all'onda per coprire lo spazio, di andata e ritorno, che separa la superficie esterna dai punti di discontinuità che hanno provocato i fenomeni di riflessione e rifrazione. La legge che regola tale processo è matematicamente esprimibile nella forma: $vm = 2d/t$

Ove vm rappresenta la velocità media dei materiali attraversati dal segnale, $2d$ il tragitto percorso e t il tempo impiegato. La possibile profondità d'indagine dipende sia dalla frequenza del segnale trasmesso, che dall'attenuazione del segnale; in particolare l'attenuazione è funzione sia della distanza percorsa sia delle caratteristiche del mezzo attraversato. Una volta ottenuta l'immagine strumentale sintetica,

costituita da una serie di echi successivi (prodotti da eterogeneità situate a quote diverse, sia in direzione verticale sia orizzontale), si tratta, ove sia possibile, di interpretare le particolarità grafiche della natura e forma di ogni elemento perturbatore. La stessa conversione della scala verticale, da tempi a metri, di utilità e comprensione molto più immediate, presuppone la formulazione di alcune ipotesi sulle caratteristiche dei materiali costituenti lo strato in esame, che si traduce in diverse velocità di propagazione dell'onda.

9 INTERPRETAZIONE DATI

Scopo prefissato dell'indagine è stato di verificare la presenza od assenza di anomalie di campo magnetico puntuali, singolari, riconducibili a masse magnetiche a potenziale rischio bellico.

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.

L'analisi strumentale di campo rappresenta una facoltà concessa dalla normativa, finalizzata a perfezionare i dati raccolti in sede di analisi storico-documentale, mappare il rischio bellico residuo al territorio progettuale in esame e ridurre le superfici da sottoporre ad eventuale messa in sicurezza.

L'analisi strumentale integrativa rappresenta uno strumento di dettaglio per contestualizzare le anomalie presenti nel sottosuolo, procedendo in sede di elaborazione dati con la loro interpretazione specifica, nella fattispecie ai fine della valutazione rischio bellico.

La classificazione convenzionale delle anomalie di campo magnetico consta delle seguenti tipologie:

- a) Anomalie magnetiche ed elettromagnetiche omogenee, riferibili direttamente a corpi o materiali o particolari magnetici direttamente visibili o parzialmente visibili o comunque chiaramente identificabili;
- b) Anomalie magnetiche ed elettromagnetiche eterogenee, riferibili a corpi o materiali o particolari magnetici non direttamente visibili, interrati, riferibili a masse tipo in termini di gradiente o dimensioni non è direttamente ascrivibili alle masse a rischio bellico storicamente documentato;
- c) Anomalie magnetiche ed elettromagnetiche singolari, di natura eterogenea in quanto riferibili a corpi magnetici interrati, la cui massa tipo in termini di gradiente o dimensioni è direttamente riferibile alle masse a rischio bellico storicamente documentato (bombe d'aereo inesplose).

La massa target a rischio bellico principale storicamente documentata è rappresentata dalla bomba d'aereo inesplosa, americana od inglese, peso variabile da circa 250 a circa 500 Kg (500-1000 Lbs G.P.)

9.1 INDAGINE GEOFISICA GRADIOMETRICA

L'analisi strumentale su campo eseguita con gradiometro GSM-19 GW della G.E.M. SYSTEM, ha interessato una superficie complessiva di circa 51.000 metri quadri. Il rilievo, in generale, è fortemente influenzato dalle molteplici interferenze provocate dalla estrema antropizzazione; in particolare tali interferenze sono per lo più generate dalla presenza quasi costante di linee ferroviarie, in alcuni casi a vista in altri al di sotto del manto bituminoso. Altre interferenze vengono prodotte da condotte interrato o da tratti con ferri d'armatura. Le zone con minori interferenze. Lato geografico nord e lato geografico sud del rilievo eseguito su campo non hanno evidenziato la presenza di anomalie singolari puntuali, particolari, riferibili direttamente a massa target documentata. A seguito fotogrammi con sovrapposizione livello di gradiente rilevato in singole microaree geograficamente definite.

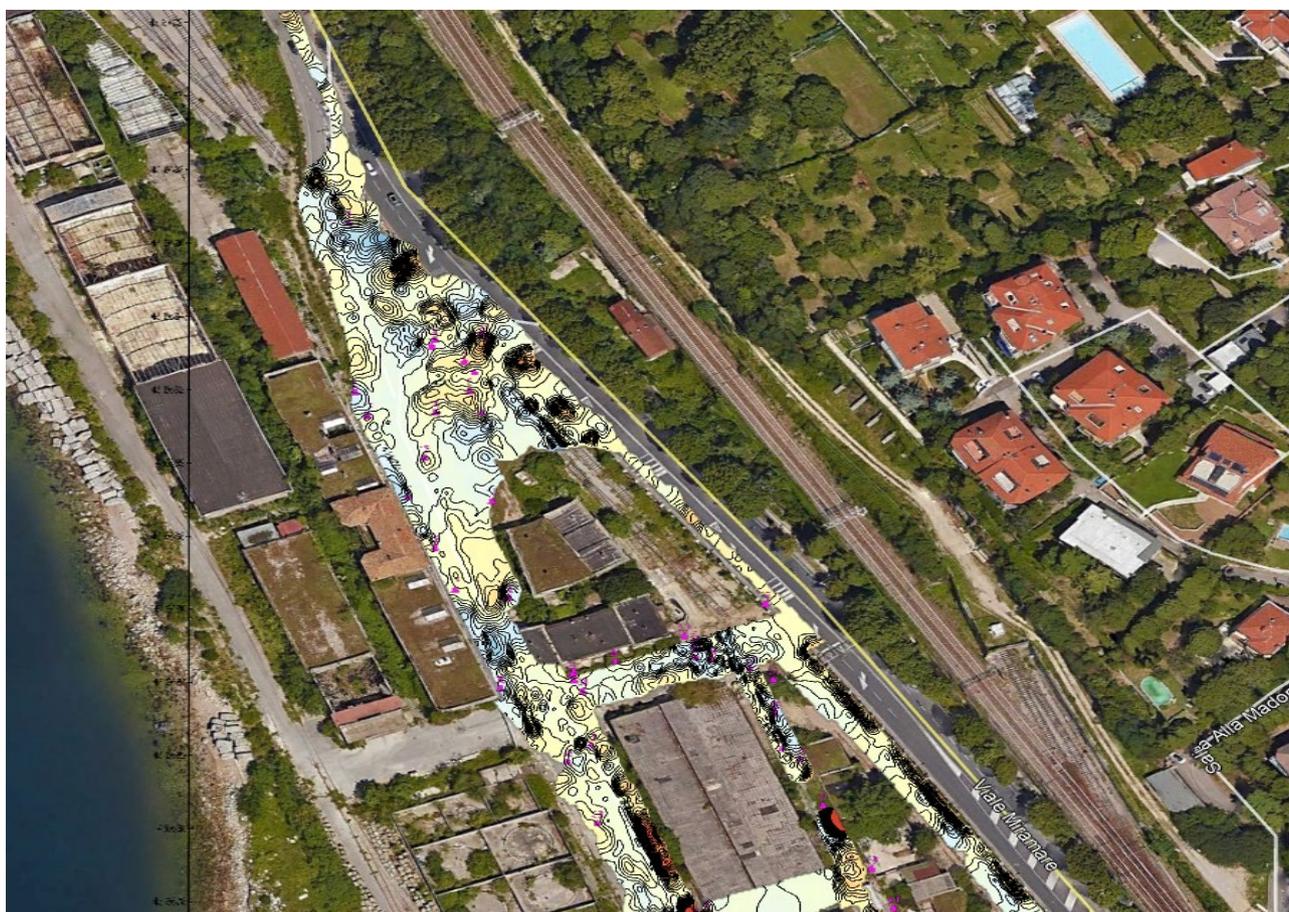


FIGURA 13 – FOTOGRAMMA GRADIENTE MAGNETICO RILIEVO ZONA NORD
[FONTE: SNB SERVICE SRL]

La situazione antropica descritta si rappresenta nello stesso modo nella seconda porzione di area indagata; tali interferenze sono per lo più generate dalla presenza quasi costante di linee ferroviarie, in alcuni casi a vista in altri al di sotto del manto bituminoso. Altre interferenze vengono prodotte da condotte interrato o da tratti con ferri d'armatura.

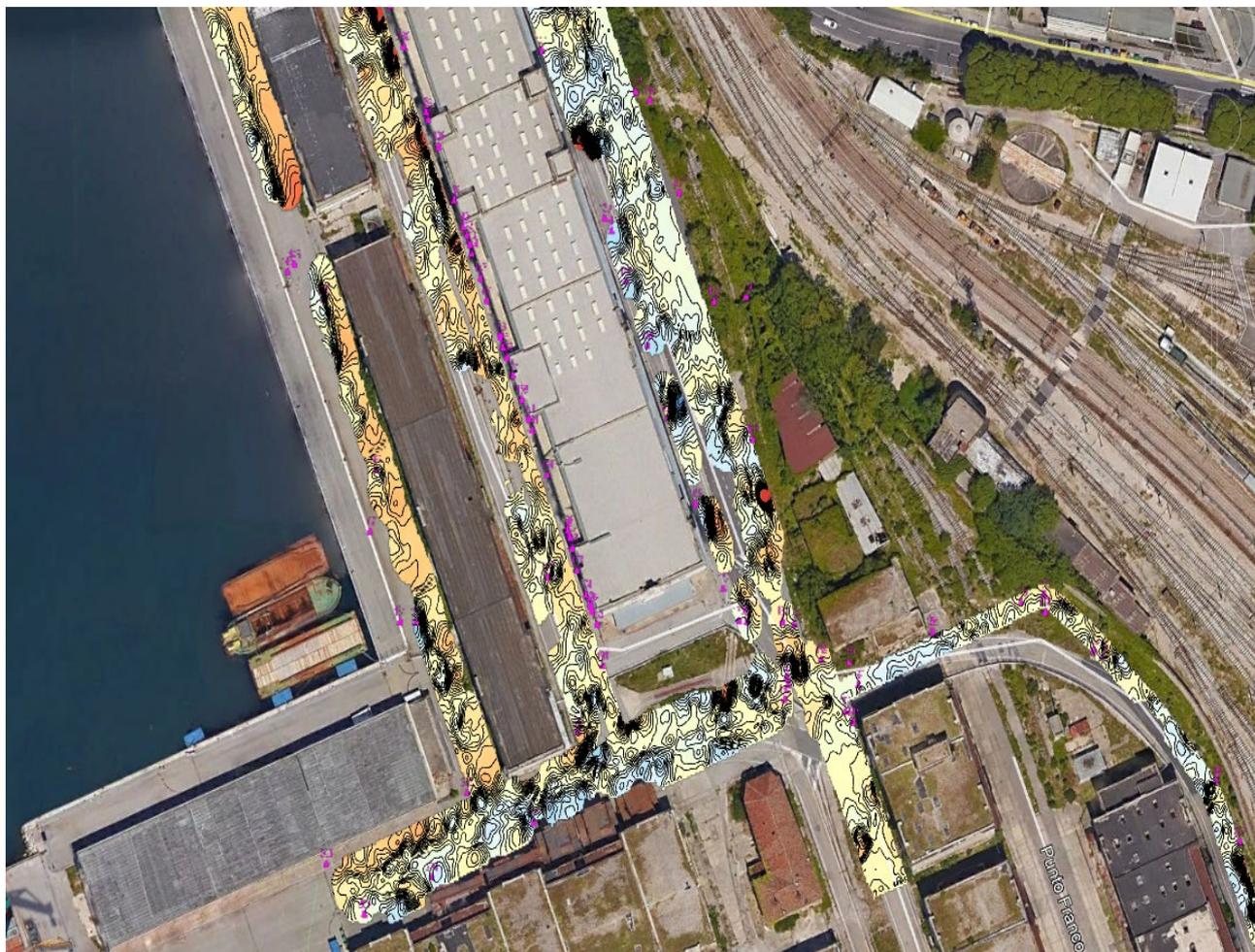
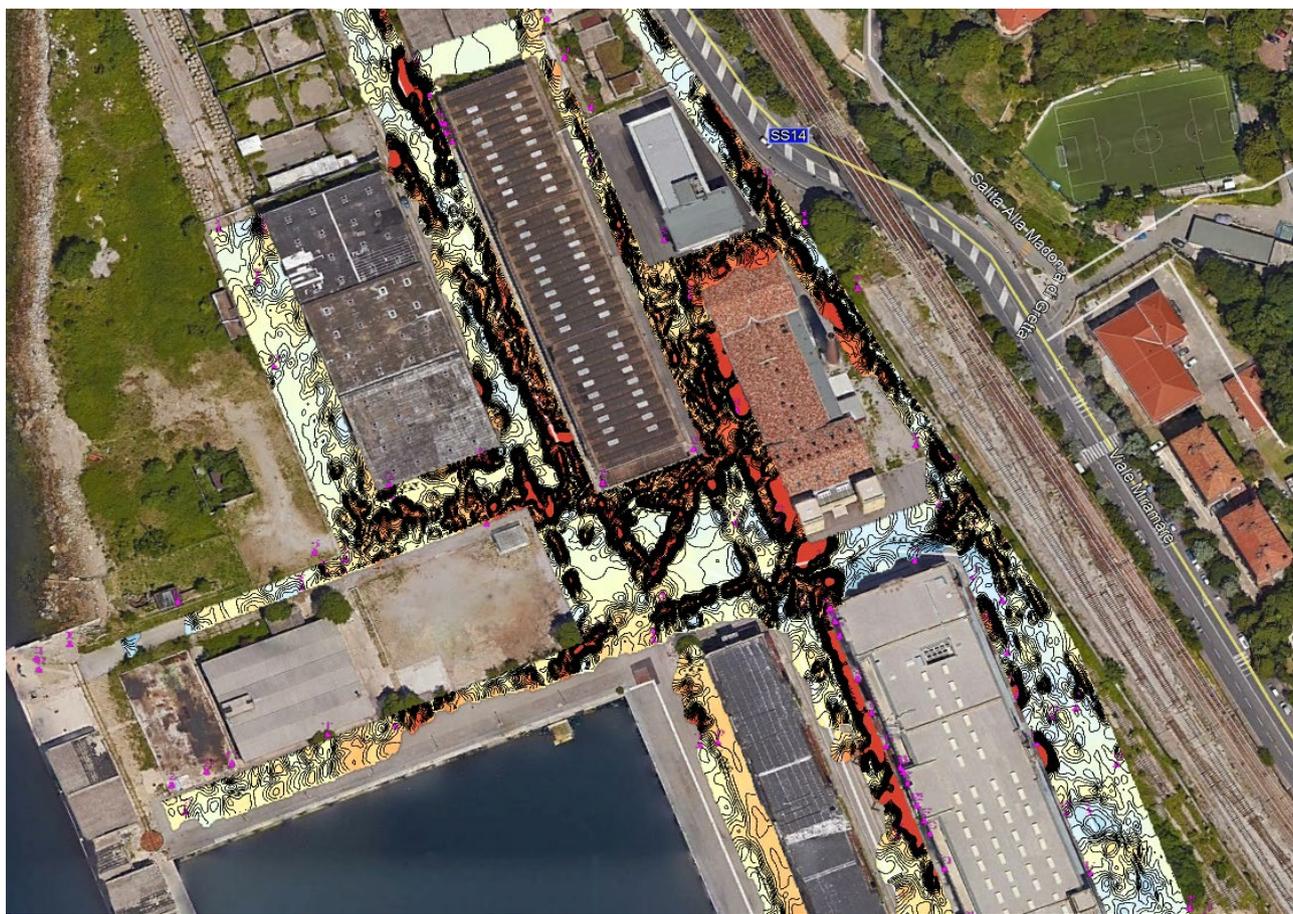


FIGURA 14 - FOTOGRAMMI GRADIENTE MAGNETICO RILIEVO ZONA CENTRALE
[FONTE: SNB SERVICE SRL]

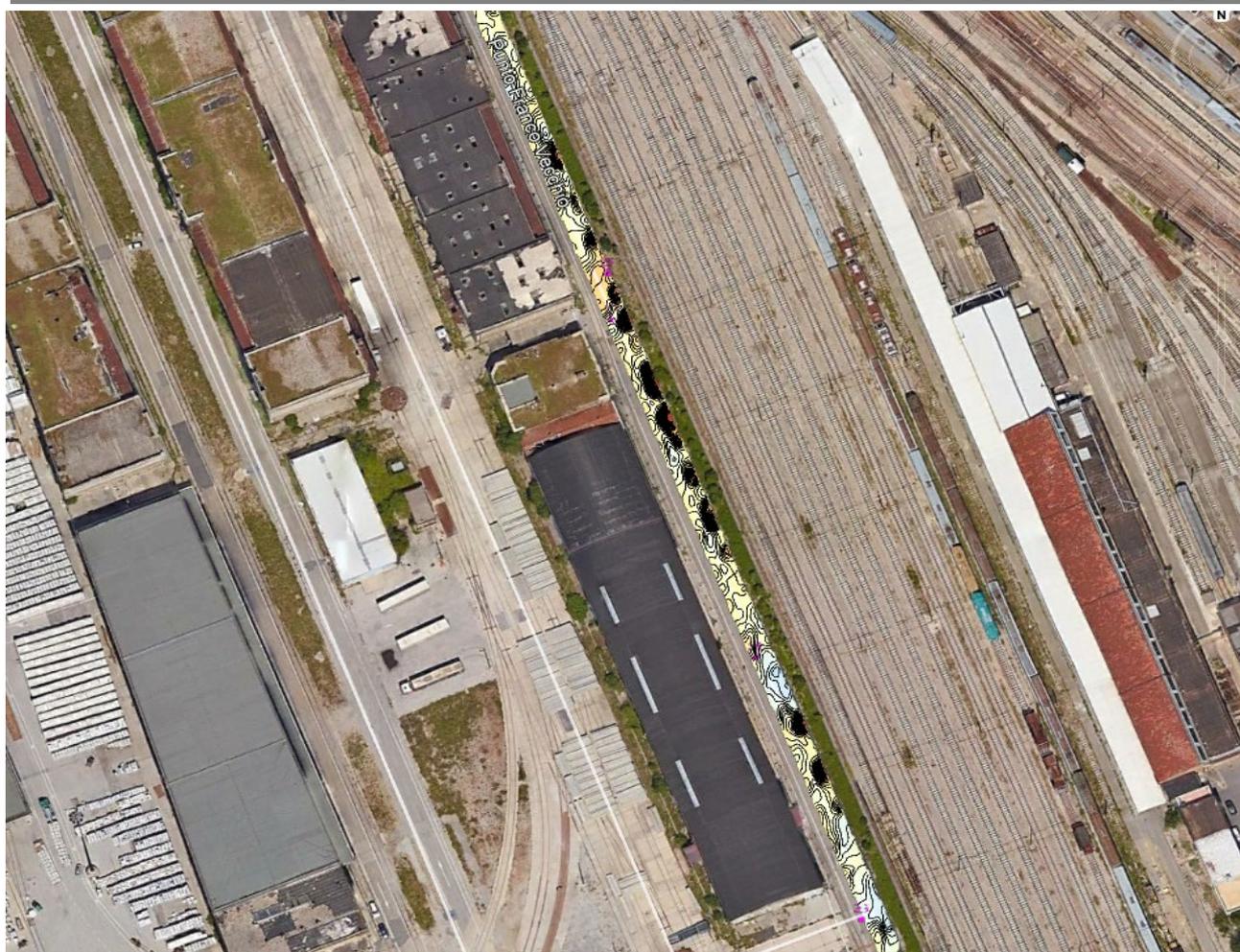
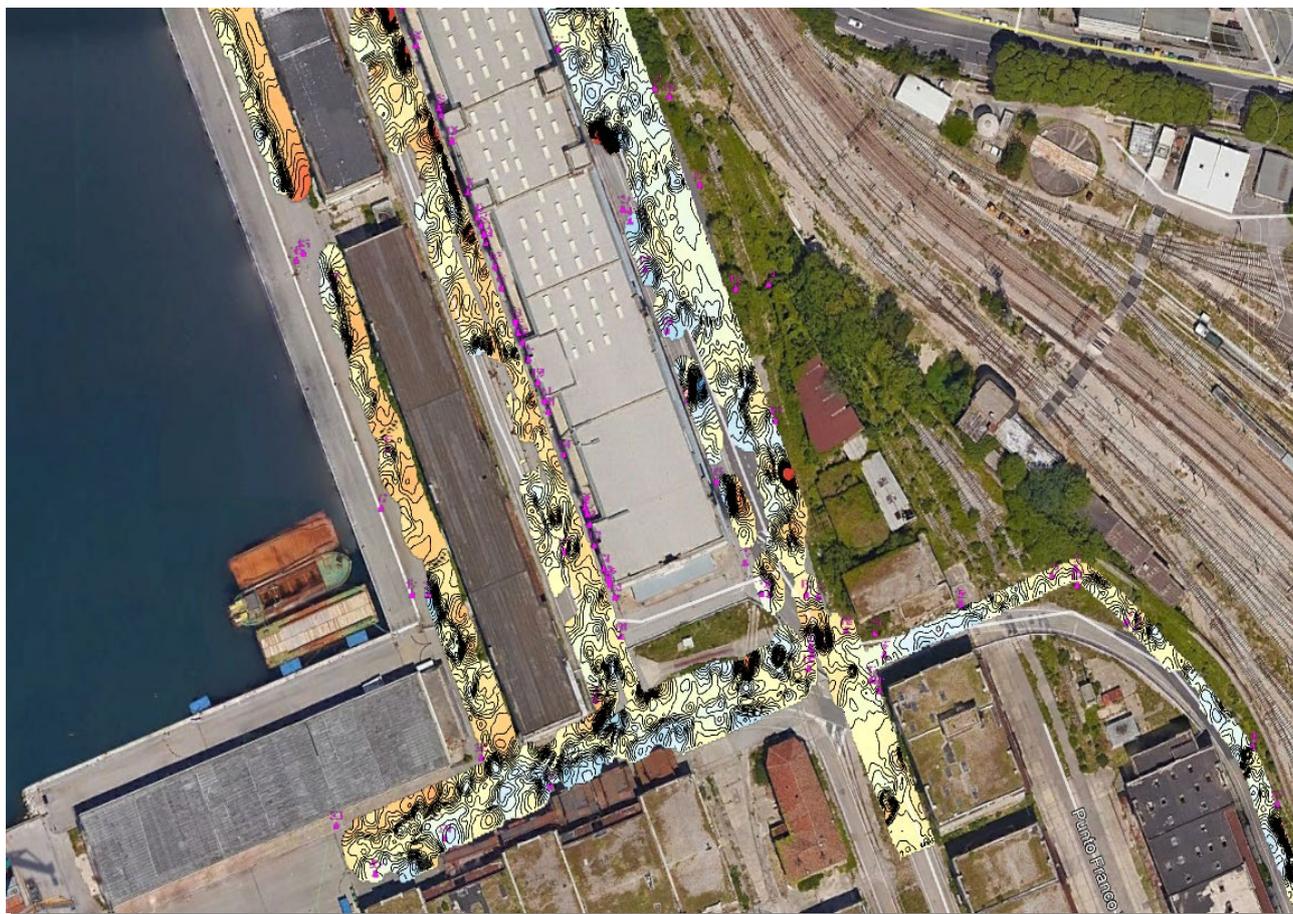


FIGURA 15 - FOTOGRAMMI GRADIENTE MAGNETICO RILIEVO ZONA CENTRO-SUD
[FONTE: SNB SERVICE SRL]



FIGURA 16- FOTOGRAMMI GRADIENTE MAGNETICO RILIEVO ZONA SUD

[FONTE: SNB SERVICE SRL]

In figura diciassette tabella anomalie magnetiche ed elettromagnetiche omogenee rilevate nel sottosuolo, convenzionalmente ascrivibili ad oggetti o corpi o materiali magnetici visibili o parzialmente visibili o comunque chiaramente classificabili.

| TABELLA ANOMALIE MAGNETICHE ED ELETTROMAGNETICHE OMOGENEE | | | |
|---|-------------|--------------|---|
| numero | Longitudine | Latitudine | descrizione anomalia |
| 1 | 403339,3670 | 5058093,4510 | Cartello stradale a terra |
| 2 | 403369,2090 | 5058059,4400 | Cartello stradale |
| 3 | 403370,4700 | 5058058,3310 | Caditoia |
| 4 | 403358,4950 | 5058057,8050 | Caditoia |
| 5 | 403357,7090 | 5058055,8400 | Grosso palo di ferro |
| 6 | 403365,1450 | 5058051,0680 | Due auto in sosta |
| 7 | 403367,3560 | 5058047,9450 | Recinzione |
| 8 | 403366,2230 | 5058042,1950 | Baracca |
| 9 | 403339,9830 | 5058042,1900 | Recinzione |
| 10 | 403358,1860 | 5058035,8850 | Tombino |
| 11 | 403368,9100 | 5058035,6080 | Benne |
| 12 | 403342,6680 | 5058034,9920 | Cartello stradale |
| 13 | 403355,3940 | 5058022,1040 | Cartello stradale |
| 14 | 403351,4620 | 5058010,2080 | Cartello stradale |
| 15 | 403370,7150 | 5058008,7320 | Blocchi di pietra con ferri |
| 16 | 403357,4330 | 5057994,8020 | Cartello stradale |
| 17 | 403361,8310 | 5057981,9880 | Cartello stradale |
| 18 | 403374,0850 | 5057979,3310 | Sei tombini |
| 19 | 403432,8840 | 5057976,7760 | Tombino |
| 20 | 403414,2090 | 5057967,2750 | Grossa griglia |
| 21 | 403417,2920 | 5057966,0930 | Grossa griglia |
| 22 | 403416,5530 | 5057963,6270 | Tombino |
| 23 | 403416,7430 | 5057960,8460 | Piattaforma di cemento con sei tombini |
| 24 | 403420,2840 | 5057960,1020 | Grossa griglia |
| 25 | 403398,1130 | 5057959,7230 | Transenne |
| 26 | 403428,9800 | 5057957,1450 | Tombino |
| 27 | 403388,2140 | 5057955,9530 | Transenne |
| 28 | 403434,1860 | 5057953,7080 | Palo illuminazione |
| 29 | 403388,6080 | 5057954,2250 | Tombino |
| 30 | 403371,6820 | 5057951,9750 | Cartello stradale |
| 31 | 403390,5830 | 5057950,9380 | Transenne |
| 32 | 403434,4470 | 5057943,3580 | Caditoia |
| 33 | 403392,0550 | 5057934,3240 | Lastre di ferro trasversali alla strada |
| 34 | 403435,8760 | 5057933,0120 | Grosso ferro (macchinario) |
| 35 | 403439,9210 | 5057929,5940 | Caditoia |
| 36 | 403386,6040 | 5057929,4630 | Transenne e furgone in sosta |
| 37 | 403444,9700 | 5057915,5140 | Caditoia |
| 38 | 403393,1390 | 5057910,7260 | Auto in sosta |
| 39 | 403455,7110 | 5057896,2000 | Tombino e mattoni |
| 40 | 403460,4970 | 5057884,2020 | Carrozza del treno |
| 41 | 403418,3550 | 5057883,2990 | Transenne |
| 42 | 403415,8450 | 5057881,1820 | Tombino |
| 43 | 403421,5680 | 5057873,8920 | Transenne |
| 44 | 403467,8710 | 5057869,3200 | Recinzione |
| 45 | 403424,5070 | 5057865,4570 | Tombino |
| 46 | 403425,8770 | 5057862,3910 | Cartello stradale |
| 47 | 403427,7320 | 5057859,9170 | Blocchi di cemento |
| 48 | 403467,3240 | 5057853,6260 | Inizio auto in sosta |
| 49 | 403517,5120 | 5057845,8150 | Transenne trasversali |
| 50 | 403528,1650 | 5057833,4040 | Tombino di pietra |
| 51 | 403360,6050 | 5057834,4310 | Ammasso di ferro e recinzione laterale |
| 52 | 403373,3310 | 5057834,0890 | Lamiera |
| 53 | 403517,9750 | 5057829,4060 | Ponteggio |
| 54 | 403488,0320 | 5057828,8800 | Inizio cannoni |
| 55 | 403477,0860 | 5057828,9050 | Fine auto in sosta |
| 56 | 403371,4730 | 5057818,2710 | Grosso tombino |
| 57 | 403542,9160 | 5057813,3400 | Due tombini |

| | | | |
|-----|-------------|--------------|---|
| 58 | 403536,1740 | 5057812,6780 | Tombino |
| 59 | 403494,6850 | 5057811,6970 | Fine scala di ferro |
| 60 | 403375,8250 | 5057792,3780 | Fine recinzione laterale |
| 61 | 403507,7540 | 5057777,1010 | Inizio scala di ferro |
| 62 | 403558,7130 | 5057765,7670 | Spigolo ferro ornamentale |
| 63 | 403495,3950 | 5057765,4350 | Spigolo edificio |
| 64 | 403460,4570 | 5057764,3090 | Cartello stradale |
| 65 | 403434,9900 | 5057763,0470 | Spigolo edificio |
| 66 | 403569,4890 | 5057759,2000 | Tombino |
| 67 | 403469,2050 | 5057755,6830 | Spigolo edificio e cartello stradale |
| 68 | 403407,9450 | 5057755,9200 | Spigolo edificio |
| 69 | 403408,6170 | 5057752,5430 | Spigolo recinzione |
| 70 | 403565,0850 | 5057747,5000 | Spigolo ferro ornamentale |
| 71 | 403573,9590 | 5057746,4840 | Tombino su binari |
| 72 | 403519,4480 | 5057744,3270 | Fine cannoni |
| 73 | 403506,9610 | 5057743,0090 | Auto in sosta |
| 74 | 403435,7890 | 5057743,6760 | Tombino |
| 75 | 403574,5430 | 5057739,3740 | Due pali di ferro |
| 76 | 403386,5060 | 5057736,0050 | Tombino |
| 77 | 403395,4230 | 5057733,6890 | Spigolo recinzione |
| 78 | 403557,9860 | 5057730,8070 | Due tombini e idrante |
| 79 | 403531,3600 | 5057730,6740 | Cartello stradale |
| 80 | 403394,8340 | 5057730,4090 | Tombino di cemento |
| 81 | 403477,5360 | 5057728,5620 | Transenne e cartelli stradali |
| 82 | 403389,1700 | 5057729,8740 | Tombino e palo illuminazione |
| 83 | 403574,4930 | 5057725,5400 | Scale in ferro |
| 84 | 403482,5290 | 5057724,9730 | Cassonetti |
| 85 | 403382,6100 | 5057725,3750 | Ferri |
| 86 | 403582,6090 | 5057718,3690 | Cartello stradale |
| 87 | 403347,1300 | 5057721,5020 | Bidone con palo |
| 88 | 403485,1010 | 5057718,9660 | Cartello stradale |
| 89 | 403516,0260 | 5057717,5320 | Spigolo recinzione |
| 90 | 403526,0740 | 5057717,3210 | Due cartelli stradali |
| 91 | 403533,6300 | 5057716,7260 | Transenna |
| 92 | 403532,4650 | 5057715,4550 | Tombino |
| 93 | 403578,6960 | 5057713,6960 | Caditoia |
| 94 | 403534,9480 | 5057712,7720 | Due tombini |
| 95 | 403580,5710 | 5057708,9880 | Scale in ferro |
| 96 | 403467,6930 | 5057710,3120 | Camper in sosta |
| 97 | 403536,1820 | 5057708,3970 | Transenne |
| 98 | 403483,1040 | 5057707,7620 | Fine ammasso di ferro |
| 99 | 403316,1390 | 5057709,1800 | Piattaforma con ferri (circolare) |
| 100 | 403583,8140 | 5057702,5370 | Tombino |
| 101 | 403306,5340 | 5057704,8060 | Tombino |
| 102 | 403307,1310 | 5057701,5960 | Recinzione continua |
| 103 | 403541,1050 | 5057695,2410 | Scale in ferro |
| 104 | 403585,4420 | 5057693,4220 | Caditoia |
| 105 | 403603,7720 | 5057690,1610 | Palo di ferro |
| 106 | 403586,6300 | 5057689,1360 | Scale in ferro |
| 107 | 403603,1220 | 5057685,4140 | Spigolo new jersey |
| 108 | 403544,9180 | 5057684,8470 | Scale in ferro |
| 109 | 403596,2880 | 5057682,8750 | Inizio new jersey |
| 110 | 403408,5170 | 5057682,6240 | Spigolo recinzione |
| 111 | 403389,0430 | 5057680,4690 | New jersey |
| 112 | 403500,8220 | 5057676,5060 | Fine new jersey (inizia dalla recinzione) |
| 113 | 403591,8440 | 5057675,0870 | Caditoia |
| 114 | 403495,7770 | 5057675,7720 | Inizio ammasso di ferro |
| 115 | 403548,9590 | 5057674,5610 | Scale in ferro |
| 116 | 403614,5690 | 5057668,3910 | Spigolo new jersey |
| 117 | 403361,4960 | 5057672,1390 | Inizio transenne |
| 118 | 403552,9190 | 5057668,1770 | Tombino |
| 119 | 403553,7000 | 5057666,7420 | Idrante |
| 120 | 403354,1900 | 5057669,7630 | Palo di ferro |
| 121 | 403554,9180 | 5057663,4230 | Tombino |
| 122 | 403344,0540 | 5057665,8310 | Palo di ferro |
| 123 | 403557,4470 | 5057656,6270 | Tombino |

| | | | |
|-----|-------------|--------------|---|
| 124 | 403606,3360 | 5057654,4160 | Cartello stradale |
| 125 | 403347,9570 | 5057657,7250 | Fine transenne |
| 126 | 403600,0530 | 5057653,7240 | Caditoia |
| 127 | 403559,5160 | 5057651,8730 | Tombino |
| 128 | 403561,0680 | 5057647,9150 | Tombino |
| 129 | 403551,7410 | 5057647,3810 | Fine cannoni |
| 130 | 403564,9700 | 5057637,2420 | Due tombini |
| 131 | 403606,6510 | 5057635,4530 | Caditoia |
| 132 | 403634,7420 | 5057624,5070 | New jersey e cartello stradale |
| 133 | 403638,9810 | 5057622,0300 | Cartello stradale a terra |
| 134 | 403571,4570 | 5057620,4170 | Tombino e idrante |
| 135 | 403572,1680 | 5057618,5060 | Tombino |
| 136 | 403575,1840 | 5057611,4580 | Due tombini |
| 137 | 403647,6540 | 5057598,4040 | Spigolo new jersey |
| 138 | 403579,6050 | 5057597,5440 | Due tombini |
| 139 | 403625,0880 | 5057592,2400 | Caditoia |
| 140 | 403582,1780 | 5057590,6140 | Tombino |
| 141 | 403627,0540 | 5057588,8760 | Segnale stradale e palla di ferro |
| 142 | 403583,3770 | 5057588,5730 | Tombino |
| 143 | 403584,2010 | 5057585,9150 | Tombino |
| 144 | 403584,8200 | 5057583,6170 | Idrante |
| 145 | 403531,1680 | 5057581,6680 | Fine new jersey |
| 146 | 403529,0000 | 5057580,0230 | Transenne |
| 147 | 403587,3330 | 5057577,3440 | Tombino |
| 148 | 403631,2030 | 5057575,9770 | Caditoia |
| 149 | 403667,3220 | 5057571,2630 | Spigolo recinzione |
| 150 | 403539,7950 | 5057572,7000 | Inizio new jersey |
| 151 | 403589,1380 | 5057571,5700 | Tombino |
| 152 | 403657,7550 | 5057570,3220 | Grosso palo |
| 153 | 403592,9040 | 5057562,1780 | Idrante |
| 154 | 403637,4600 | 5057559,3560 | Caditoia |
| 155 | 403593,7190 | 5057559,4420 | Tombino |
| 156 | 403594,9810 | 5057556,9340 | Tombino |
| 157 | 403596,6470 | 5057552,2740 | Tombino |
| 158 | 403599,3230 | 5057545,9760 | Tombino |
| 159 | 403643,2630 | 5057540,5970 | Caditoia |
| 160 | 403601,1700 | 5057540,9690 | Tombino |
| 161 | 403602,3310 | 5057537,9400 | Tombino e idrante |
| 162 | 403668,7860 | 5057534,3910 | Cartelli stradali a terra |
| 163 | 403554,9740 | 5057528,4150 | Fine new jersey |
| 164 | 403606,6260 | 5057526,4160 | Due tombini |
| 165 | 403651,2800 | 5057518,3260 | Caditoia |
| 166 | 403612,5810 | 5057511,9330 | Idrante |
| 167 | 403552,7820 | 5057512,6130 | Inizio new jersey |
| 168 | 403613,2090 | 5057510,2570 | Tombino |
| 169 | 403613,8520 | 5057507,4800 | Tombino |
| 170 | 403615,2820 | 5057501,7130 | Tombino |
| 171 | 403606,3130 | 5057500,1510 | Inizio cannoni |
| 172 | 403659,3930 | 5057496,2530 | Caditoia e segnale stradale |
| 173 | 403756,2700 | 5057493,3800 | Recinzione |
| 174 | 403617,8960 | 5057495,3710 | Tombino |
| 175 | 403749,3290 | 5057491,4420 | Palo di ferro |
| 176 | 403619,3850 | 5057492,3920 | Tombino |
| 177 | 403619,7000 | 5057491,0760 | Tombino |
| 178 | 403756,6190 | 5057488,7520 | Palo di ferro |
| 179 | 403663,9630 | 5057487,9700 | Recinzione |
| 180 | 403677,2420 | 5057487,5650 | Fine new jersey e due cartelli stradali |
| 181 | 403561,5930 | 5057489,3180 | Fine new jersey |
| 182 | 403666,3120 | 5057487,6780 | Spigolo recinzione |
| 183 | 403566,3410 | 5057489,0110 | New jersey singolo |
| 184 | 403680,6520 | 5057486,8570 | Cartelli stradali a terra |
| 185 | 403621,1590 | 5057487,6980 | Idrante |
| 186 | 403722,3210 | 5057484,3020 | Spigolo recinzione e cartello stradale |
| 187 | 403770,8930 | 5057478,6190 | Cartello stradale |
| 188 | 403773,6590 | 5057477,0650 | Tombino |
| 189 | 403688,7270 | 5057477,4970 | Spigolo recinzione |

| | | | |
|--|-------------|--------------|--|
| 190 | 403697,1240 | 5057476,7680 | Spigolo recinzione |
| 191 | 403622,6290 | 5057476,9620 | Recinzione |
| 192 | 403678,2340 | 5057473,0920 | Cartello stradale |
| 193 | 403678,7140 | 5057471,3510 | Tombino |
| 194 | 403699,8370 | 5057470,8580 | Spigolo recinzione |
| 195 | 403677,4870 | 5057467,5810 | Spigolo recinzione |
| 196 | 403695,8130 | 5057464,0640 | Spigolo recinzione |
| 197 | 403698,1330 | 5057461,3720 | Ammasso di transenne |
| 198 | 403614,8490 | 5057460,0250 | Palo di ferro |
| 199 | 403806,9510 | 5057444,5690 | Cartello stradale |
| 200 | 403581,1340 | 5057444,9320 | Inizio recinzione |
| 201 | 403601,2000 | 5057436,9770 | Spigolo recinzione |
| 202 | 403814,0480 | 5057428,8250 | Cartello stradale |
| 203 | 403538,3810 | 5057427,3240 | Spigolo recinzione |
| 204 | 403570,1720 | 5057423,2990 | Spigolo recinzione |
| 205 | 403549,6470 | 5057414,1590 | Auto in sosta |
| 206 | 403850,7990 | 5057331,5670 | Muletto in sosta |
| 207 | 403851,6540 | 5057319,2640 | Tombino |
| 208 | 403886,4290 | 5057229,2050 | Tombino |
| 209 | 403911,4500 | 5057159,4100 | Tombino |
| 210 | 403924,0620 | 5057144,0140 | Cartello stradale |
| 211 | 403926,1570 | 5057137,9140 | Tombino |
| 212 | 404023,9730 | 5056891,7430 | Tombino |
| 213 | 404025,1310 | 5056887,4350 | Tombino |
| 214 | 404036,7710 | 5056857,9410 | Inizio auto in sosta |
| 215 | 404046,9770 | 5056817,7680 | Fine auto in sosta |
| 216 | 404084,1080 | 5056739,1310 | Fine auto in sosta |
| 217 | 404083,3550 | 5056718,5510 | Inizio auto in sosta |
| 218 | 404097,0130 | 5056712,8070 | Tombino |
| 219 | 404104,1560 | 5056709,5530 | Auto in sosta |
| 220 | 404101,2210 | 5056706,7080 | Tombino |
| 221 | 404095,2080 | 5056703,8780 | Auto in sosta |
| 222 | 404127,7020 | 5056702,7340 | Tombino |
| 223 | 404118,5160 | 5056700,8090 | Cartello stradale |
| 224 | 404127,2670 | 5056698,7520 | Tombino |
| 225 | 404135,3300 | 5056698,0940 | Auto in sosta |
| 226 | 404107,8270 | 5056697,9390 | Auto in sosta |
| 227 | 404136,9230 | 5056695,2580 | Inizio new jersey |
| 228 | 404142,7750 | 5056694,7690 | Palo illuminazione e cartello stradale |
| 229 | 404117,0790 | 5056692,9960 | Auto in sosta |
| 230 | 404155,1320 | 5056688,5110 | Fine new jersey |
| 231 | 404096,2710 | 5056684,7700 | Auto in sosta e spigolo recinzione |
| 232 | 404162,2170 | 5056683,0460 | Caditoia |
| 233 | 404097,0790 | 5056682,0800 | Spigolo edificio |
| 234 | 404160,0240 | 5056680,8130 | Cartello stradale e tettoia |
| 235 | 404156,6970 | 5056678,3080 | Fine recinzione e inizio tettoia |
| Coordinate di riferimento: ETRS89 fuso est | | | |
| Area totale rilievo gradiometrico: 51.000 Mq | | | |
| Area totale rilievo georadar: 40.000 Mq | | | |

FIGURA 17 – TABELLA ANOMALIE OMOGENEE
 [FONTE: SNB SERVICE SRL]

In figura diciotto riproduciamo il campo magnetico totale su base cartografica google earth dell'ambito interessato dalla successive opere progettuali di urbanizzazione previste.

Il campo magnetico totale rilevato in sede di prospezione geofisica in tutto l'ambito progettuale monitorato, riprodotto e sovrapposto come detto su base cartografica google earth, rappresenta un fenomeno naturale presente su tutto il globo terrestre.



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

In successiva figura diciannove riproduciamo il rilievo tridimensionale del comparto sottoposto a monitoraggio di campo geofisico combinato. I picchi visibili graficamente rappresentano i punti rilevati con presenza di gradienti più elevati, riferibili ad anomalie magnetiche prodotte da strutture o corpi visibili o parzialmente interrati.

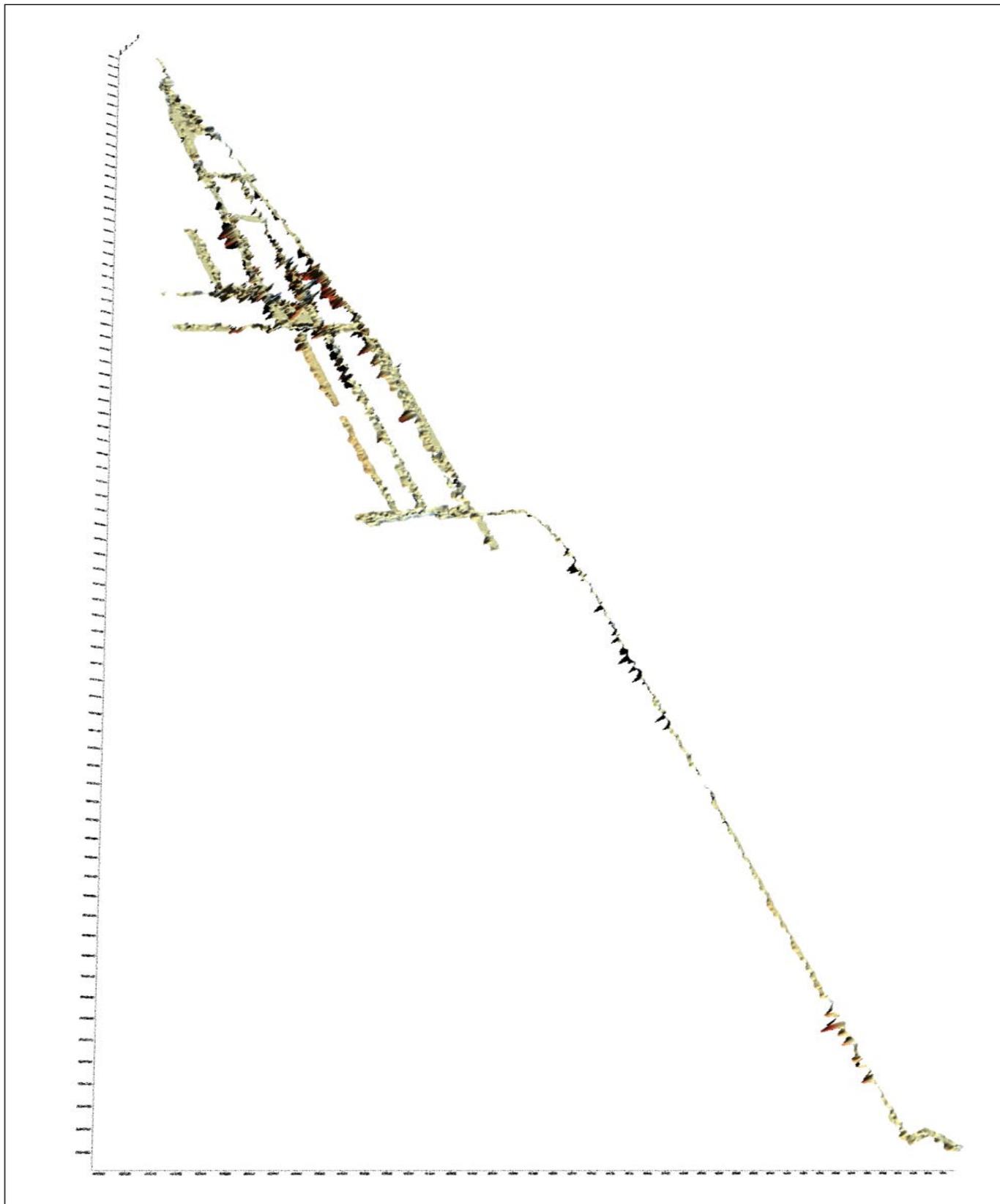


FIGURA 19 – RILIEVO MAGNETICO 3D
[FONTE: SNB SERVICE SRL]

9.2 INDAGINE GEOFISICA GEORADAR

L'analisi strumentale eseguita su campo con georadar a copertura totale mediante apparecchiatura IDS X STREAM 200 Mhz e sistema di posizionamento GPS TRIMBLE r8 e correzione RTK ha interessato una superficie complessiva di circa 40.000 metri quadri. Il rilievo georadar interessa tutte le parti libere da impedimenti e coprono circa 40.000 metri quadri. Procedendo da Nord verso Sud si ha un primo tratto che interessa Viale Miramare dove si notano una serie di condotte sia longitudinali sia trasversali fino a profondità di quasi due metri; quindi, ci s'inoltra nella viabilità di Porto Vecchio. In questo caso sono veramente riconoscibili i vecchi binari e una serie di condotte che mostrano un'ottima continuità; si notano inoltre una serie di anomalie riconducibili ad antropizzazioni pregresse.

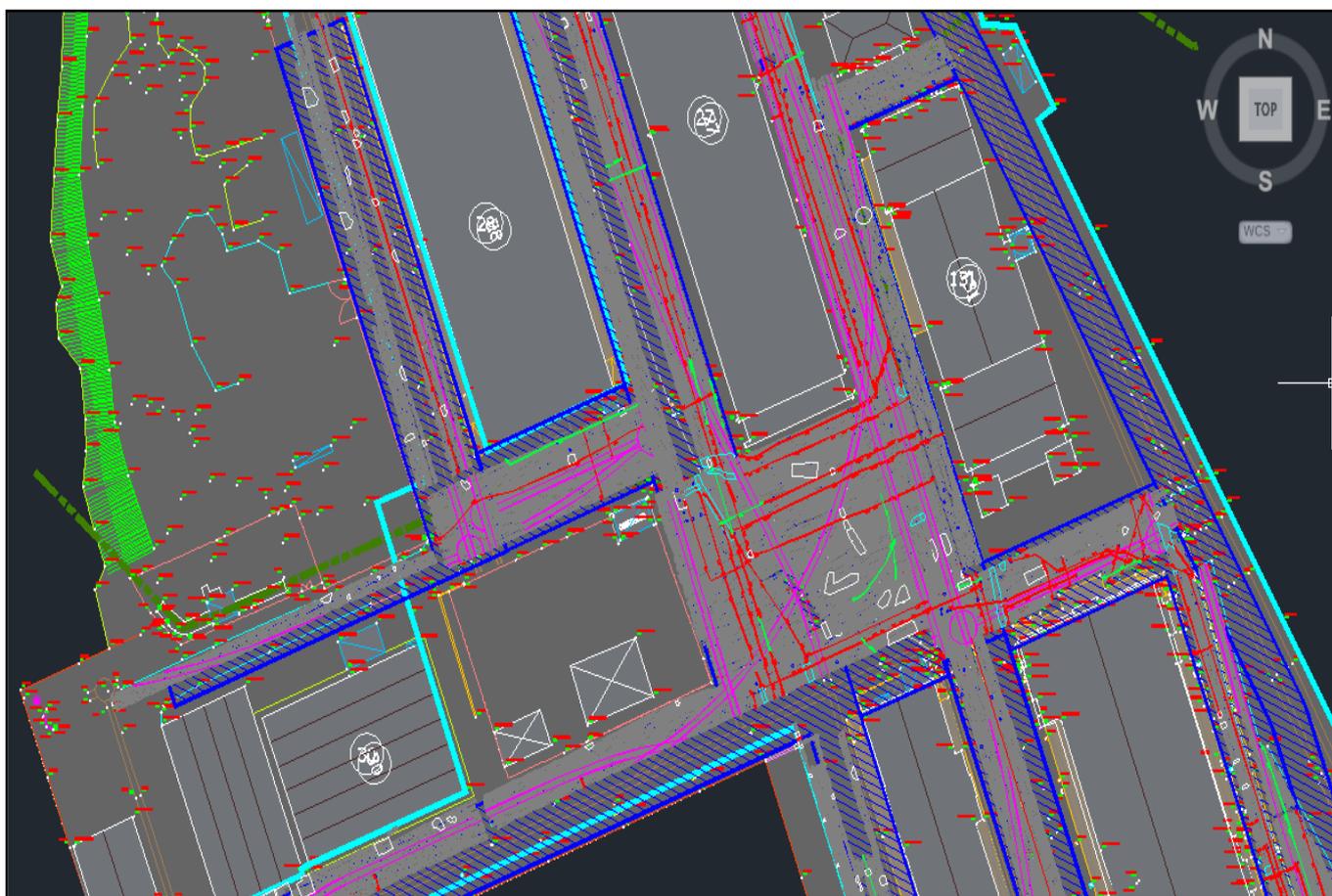


FIGURA 20 – FOTOGRAMMI RILIEVO GEORADAR ZONA CENTRO-NORD
[FONTE: SNB SERVICE SRL]

Procedendo verso sud la situazione rimane simile, con costante presenza di linee ferroviarie, condotte interrato, in numero inferiore rispetto al tratto precedente e zone con anomalie da antropizzazioni pregresse (fotogramma figura 21). La parte più a sud interessa la strada al margine est dell'area ed evidenzia una linea ferroviaria con alcuni allacci laterali, due condotte longitudinali continue, alcune condotte trasversali al sedime ed alcune anomalie da pregresse antropizzazioni. (fotogramma figura 22)

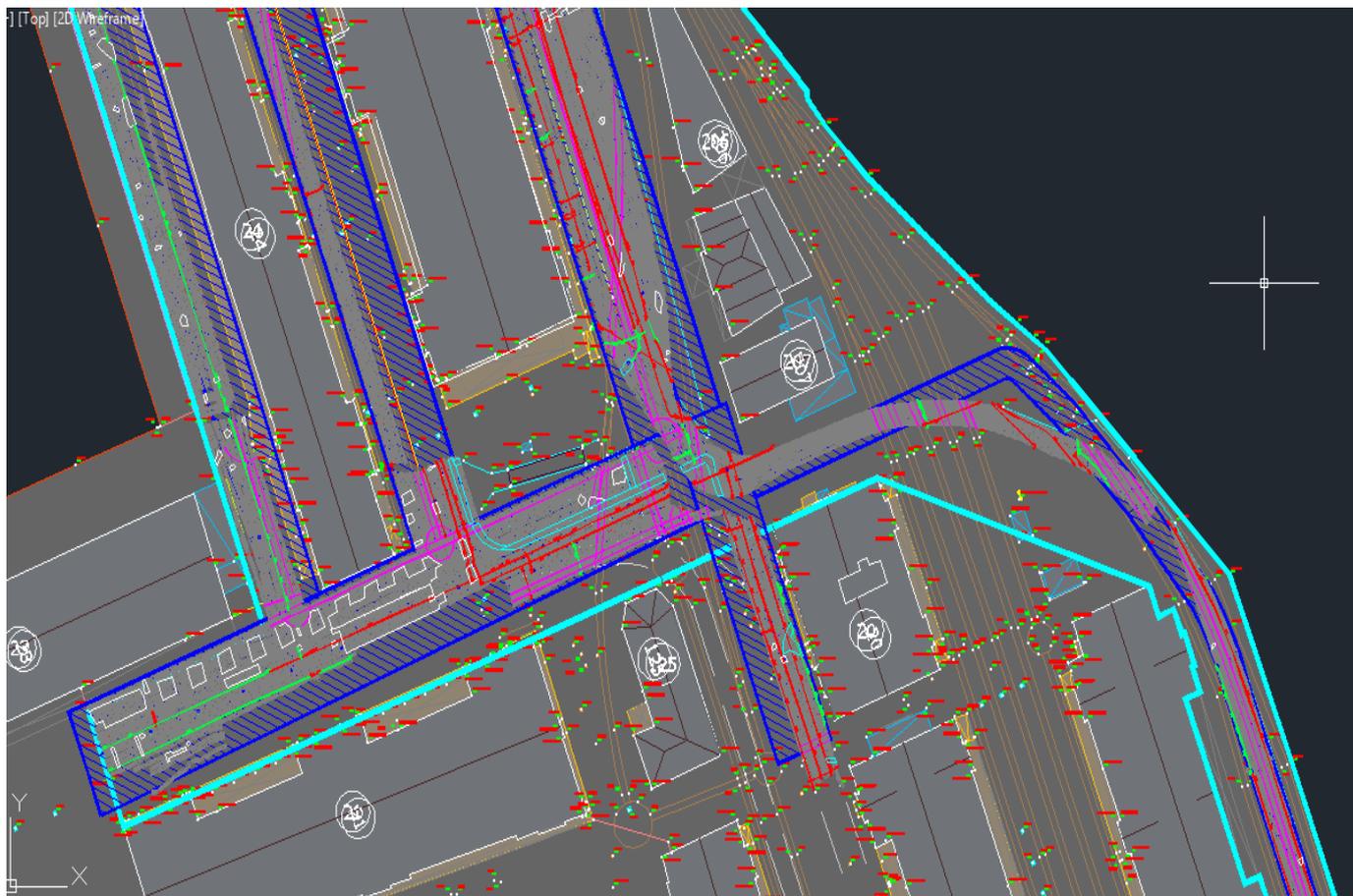


FIGURA 21 - FOTOGRAMMI RILIEVO GEORADAR ZONA CENTRO SUD

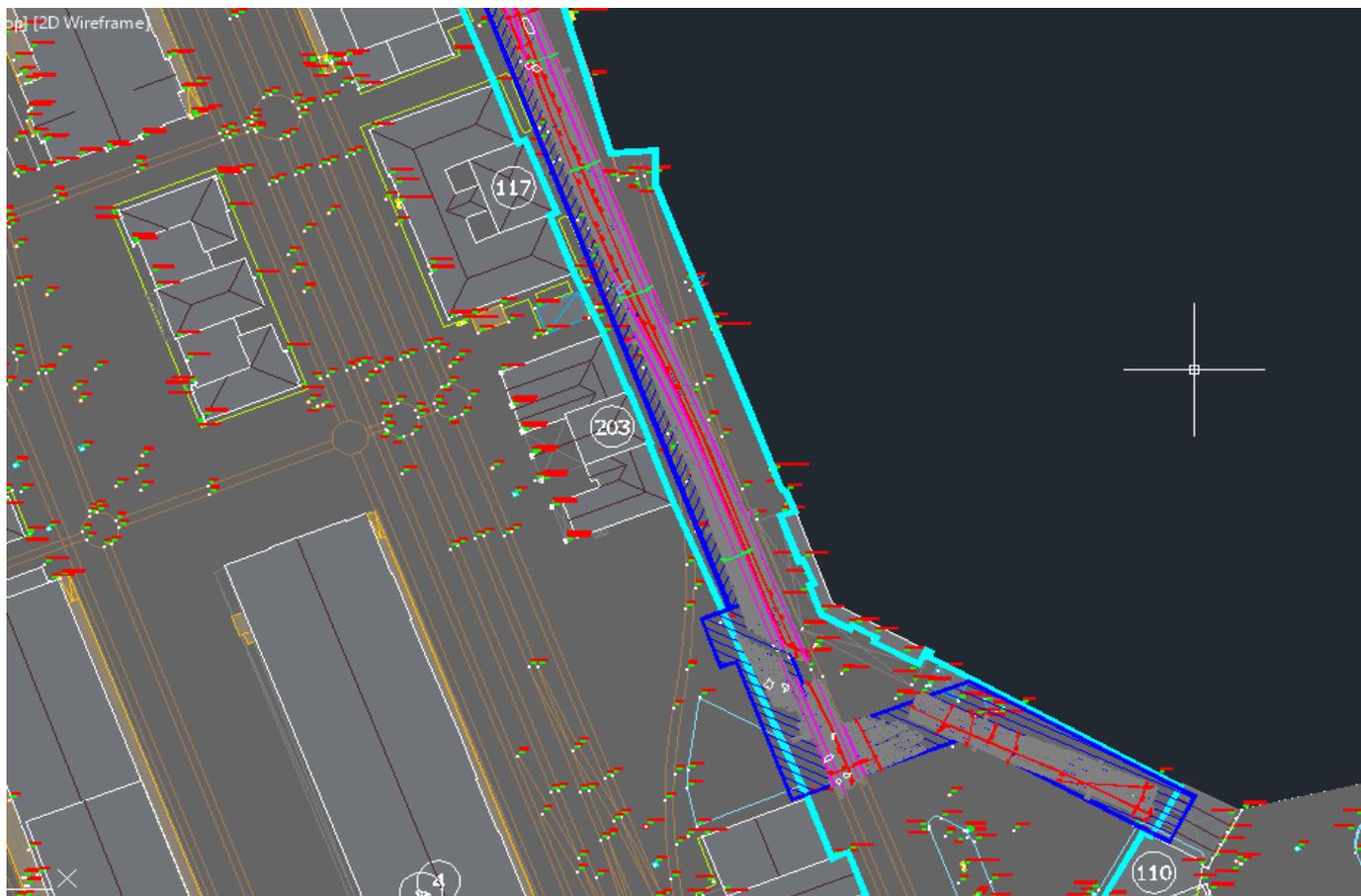


FIGURA 22 - FOTOGRAMMI RILIEVO GEORADAR ZONA SUD

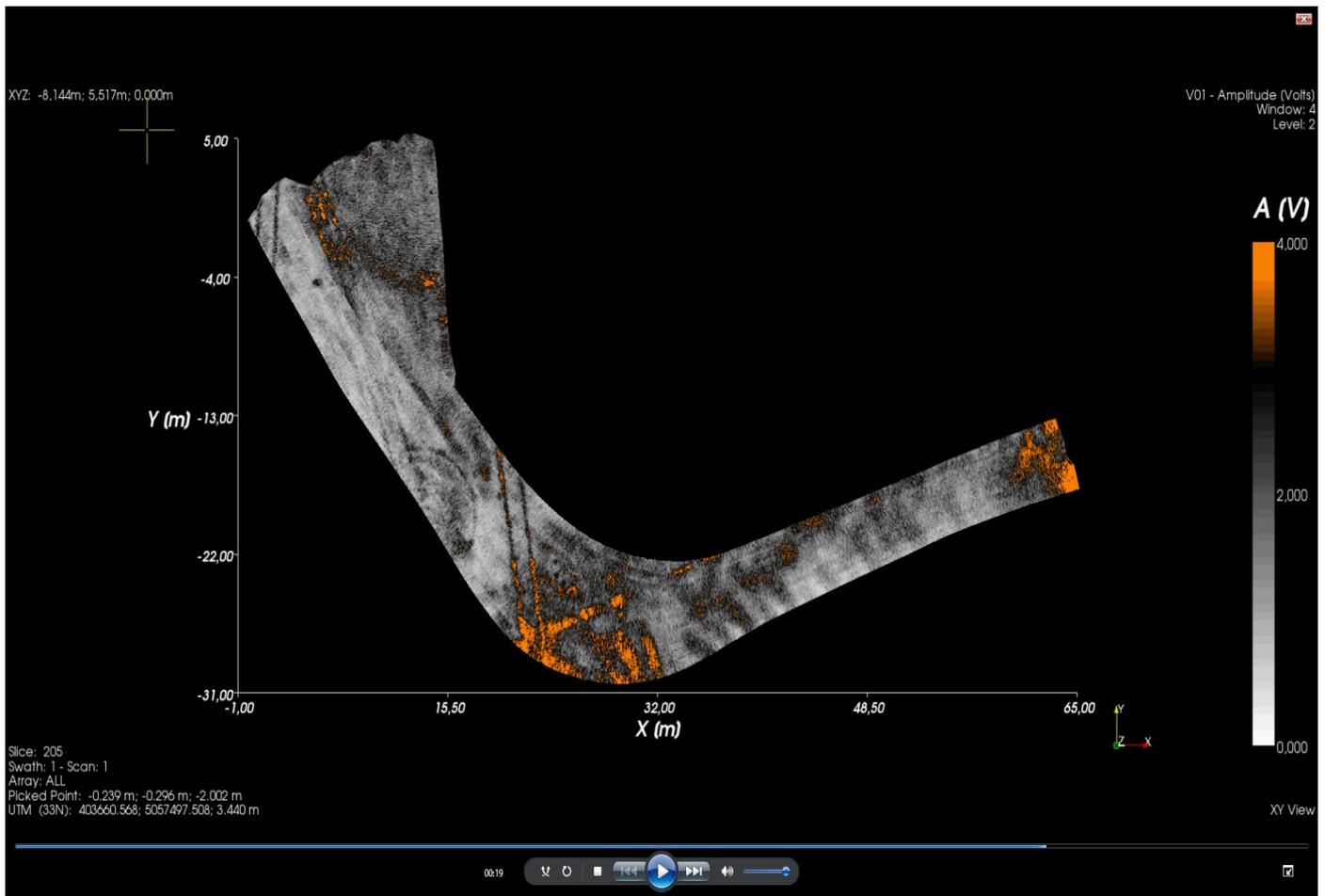


FIGURA 24 - IMMAGINE SEZIONE GPR X-STREAM AREA CENTRALE RILIEVO - QUOTA - 2,00 M PDC

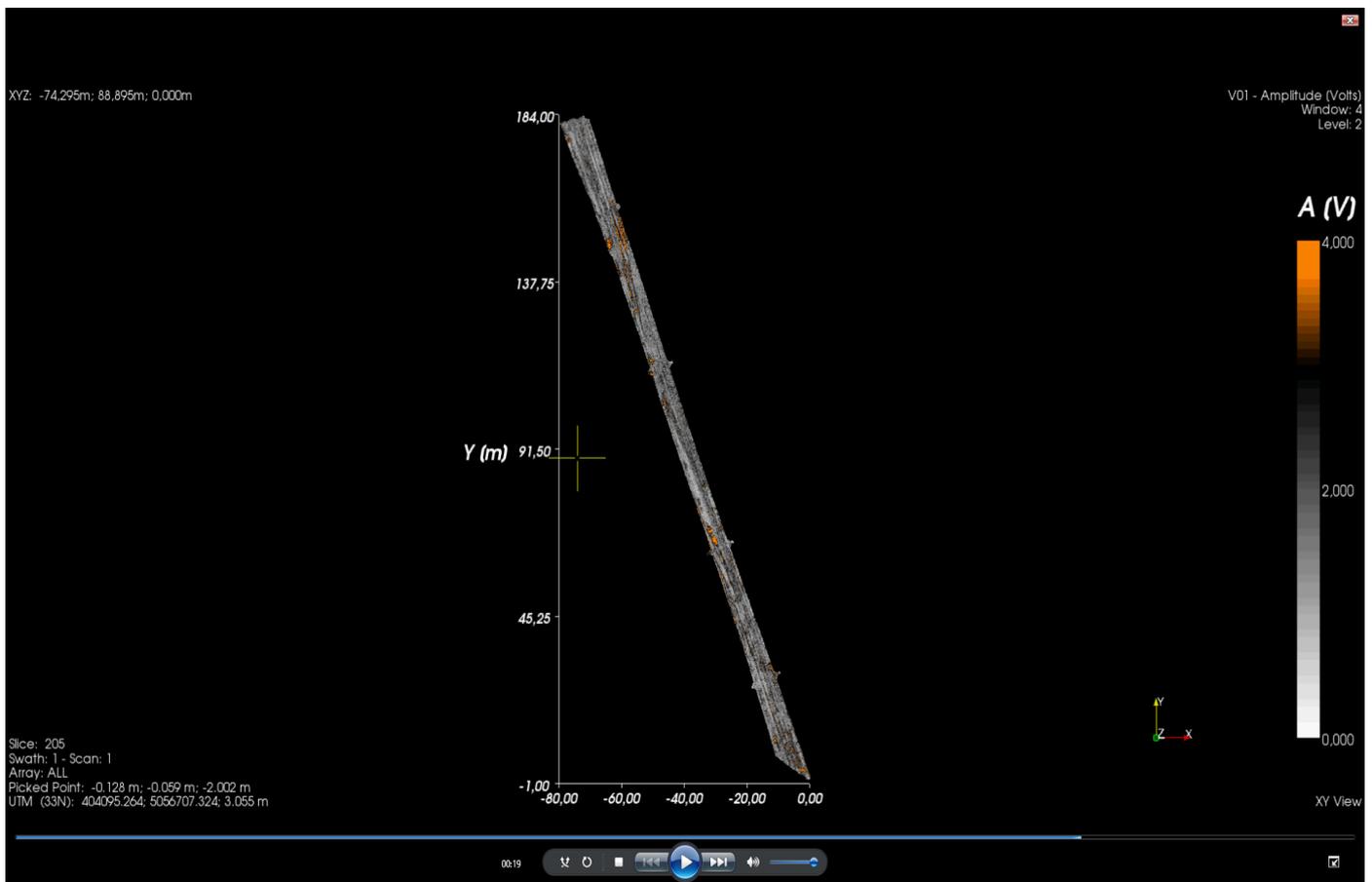


FIGURA 25 - IMMAGINE SEZIONE GPR X-STREAM AREA SUD RILIEVO - QUOTA - 2,00 M PDC

10 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.

Nell'analisi e valutazione di un rischio bellico residuo, come previsto dalla vigente legislazione, in considerazione della delicatezza della materia in esame, il soggetto preposto al coordinato 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 storica preliminare; b) Analisi documentale; c) Analisi strumentale (Rilievo geofisico eventuale).

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, definendo una potenziale criticità in termini di rischio bellico residuo.

- L'analisi documentale del sito presenta un'opera progettuale che prevede l'esecuzione d'interventi di scavo per la realizzazione delle opere di urbanizzazione progettuale 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.
- L'analisi strumentale indiretta, eseguita con il metodo combinato gradiometrico e georadar, ha documentato per la maggior parte dell'ambito analizzato la presenza di una serie di anomalie magnetiche ed elettromagnetiche diffuse, spesso direttamente correlabili a strutture o manufatti o riempimenti o rimaneggiamenti del sottosuolo, di origine chiaramente antropica.

In sede di rilievo geofisico e successiva elaborazione dati, è stato possibile associare la maggior parte delle anomalie di campo magnetico rilevate a particolari corpi ferrosi, materiali od interventi antropici individuabili e classificabili come non assimilabili a masse target belliche di medie o grosse dimensioni,

su tutta l'area oggetto di monitoraggio (mq. 51.000,00 circa), definendo un potenziale livello generale di accettabilità del rischio residuo, in relazione ai dati ottenuti ed alle conoscenze note.

E' altresì evidente che risultati altrettanto risolutivi non si possono ottenere in sede di analisi geofisica indiretta sulle aree in cui insistono anomalie magnetiche o elettromagnetiche non direttamente riconducibili o riferibili a strutture antropiche realizzate in epoca post bellica, o dove la somma vettoriale delle anomalie prodotte da tali strutture non permette l'identificazione, la ricostruzione univoca puntuale dell'anomalia singolare eterogenea generata da altri corpi o strutture interrato, non classificabili in sede di analisi strumentale indiretta di campo. Si trasmette la presente relazione tecnica specialistica alla figura normativa preposta per le opportune valutazioni finali di competenza.

Padova, 20 settembre 2018.

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

11 APPENDICE

11.1 SCHEDE TECNICHE GRADIOMETRO G.E.M. SYSTEM GSM-19

11.2 TECNICA GRADIOMETRO G.E.M. SYSTEM GSM-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 (RIS2 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!

The GSM-19 v7.0 Overhauser instrument is the total field magnetometer / gradiometer of choice in today's earth science environment -- representing a unique blend of physics, data quality, operational efficiency, system design and options that clearly differentiate it from other quantum magnetometers.

With data quality exceeding standard proton precession and comparable to costlier optically pumped cesium units, the GSM-19 is a standard (or emerging standard) in many fields, including:

- **Mineral exploration** (airborne and ground base station)
- **Environmental and engineering**
- **Pipeline mapping**
- **Unexploded Ordnance Detection**
- **Archeology**
- **Magnetic observatory measurements**
- **Volcanology and earthquake prediction**

Taking Advantage of the Overhauser Effect

Overhauser effect magnetometers are essentially proton precession devices - except that they produce an order-of-magnitude greater sensitivity.

These "supercharged" quantum magnetometers also deliver high absolute accuracy, rapid cycling (up to 5 readings / second), and exceptionally low power consumption.

The Overhauser effect occurs when a special liquid (with unpaired electrons) is combined with hydrogen atoms and then exposed to secondary polarization from a radio frequency (RF) magnetic field.

The unpaired electrons transfer their stronger polarization to hydrogen atoms, thereby generating a strong precession signal that is ideal for very high sensitivity total field measurements.

In comparison with proton precession methods, RF signal generation also keeps power consumption to an absolute minimum and eliminates noise (i.e. generating RF frequencies are well out of the bandwidth of the precession signal).

In addition, polarization and signal measurement can occur simultaneously - which enables faster, sequential measurements. This, in turn, facilitates advanced statistical averaging over the sampling period and/or increased cycling rates (i.e. sampling speeds).

Please refer to the back of this brochure for contact information and GSM-19 specifications.

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.

Our World is Magnetic.

About GEM Advanced Magnetometers



Walking Gradiometer with VLF-EM and GPS

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 30.0 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

ADVANCED MAGNETOMETERS

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

11.3 SCHEDA TECNICA GEORADAR IDS X-STREAM

Stream X

The GPR array solution for underground archaeological and environmental surveys



STREAM X: THE DEDICATED SOLUTION DESIGNED TO SURVEY LARGE AREAS

Stream X

Stream X is a vehicle towed ground penetrating radar solution for extensive 3D mapping of buried structures and geological features. With its 2m wide swath, high speed and unsurpassed resolution, Stream X is the ideal solution for mapping large archaeological sites, detecting underground structures, pipes and tanks, identifying and mapping cavities or even locating unexploded ordnance.

Stream X Benefits

- Cost savings in underground investigation procedures while also providing more information on what is buried underground.
- Increased performance: Able to detect the presence and shape of anomalies present in the soil.
- Fast and accurate survey even in rough terrain.
- High productivity: up to 1 hectare/hour and a dedicated post processing platform.

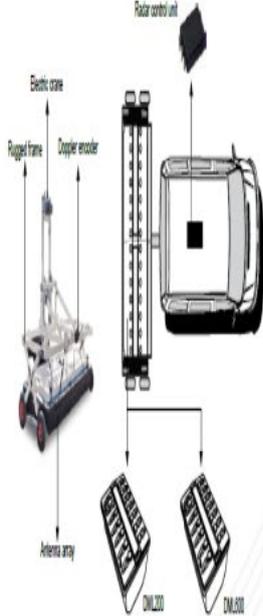
Stream X Features

- Massive array of antennas: Stream X can be equipped with three different array configurations from 18 to 48 antennas. Antenna spacing can be as low as 4 cm, three times better than other competitors.
- Different frequencies (200 MHz or 600MHz): Stream X can be equipped with a 18 antenna 200 MHz array in order to achieve the best penetration or with a 48 antenna 600 MHz array to maximize resolution.
- Mechanical frame: A solid mechanical frame which has been tested in several rough terrain conditions and harsh environments.
- 3D tomography: The most defined underground 3D model currently available.
- Advanced acquisition and navigation Software with real-time tomography and survey control with parameter editing.



Stream X survey





To view the slice at a depth of 10 cm of a former archaeological site

Shape of ancient villas walls clearly visible

Stream X Configuration

Stream X is available with a 200 MHz antenna array for deep investigation or a dual 600 MHz array for high resolution shallow investigations. These are controlled by 1 to 4 multi-channel CAD FastFlow radar control units and positioned using a survey wheel, total station or GPS. Stream X's provided software is able to acquire and display in real-time data from up to 48 antennas. It includes 3D and 2D tomography for an immediate visualization and detection of anomalies and the ability to automatically transfer target data to CAD or GIS maps.

| SYSTEM SPECIFICATIONS | SOFTWARE SPECIFICATIONS |
|---|--|
| RECOMMENDED LAPTOP | Processor: P4 or P5 or P6 or P7 or Tough Book |
| WALL ACQUISITION SPEED @ STD. SCAN INTERVAL | 36 kph @ 2 m |
| POWER CONSUMPTION | 20 W - 300 W/Hz version |
| POSITIONING | Doppler radar encoder GPS or total station |
| NUMBER OF CONTROL UNIT | 1 CAD MCH @ 200 MHz 4 CAD MCH @ 600 MHz |
| SCAN RATE PER CHANNEL (GPS SAMPLE/SWEEP) | 97 samples |
| SCAN INTERVAL | 1 scan/m |
| POWER SUPPLY | 12V Battery (2x200 C.A.H.) + electric control battery |
| ANTENNA SPECIFICATIONS | <ul style="list-style-type: none"> • Real time tomography • Integrated navigation • Extensive survey management • System and survey set up • GPS management • Tomographic map view (3D scan) including total scan location • 3D data visualization • Advanced topology using automatic and tomographic view • CAD, GIS exportation of GPR data and target • SPEED-40 3D CAD Post-Processing Software • Robustness: view, filter and advanced filtering: manual, multiple data scan view • Layer grouping for automatic analysis of 800-bytes • GPR and map look view including X, Y and Z data and digital map importation • Video handling system |
| PRICE | PR6 |
| SCAN WIDTH | 1.85 m width |
| NUMBER OF CHANNELS | 18 / 48 |
| ANTENNA CENTER FREQUENCIES | 200 MHz or 600 MHz |
| POLARIZATION | VV |
| ANTENNA SPACING | 12cm - 4cm |
| CERTIFICATION | ES, FCC, CE |

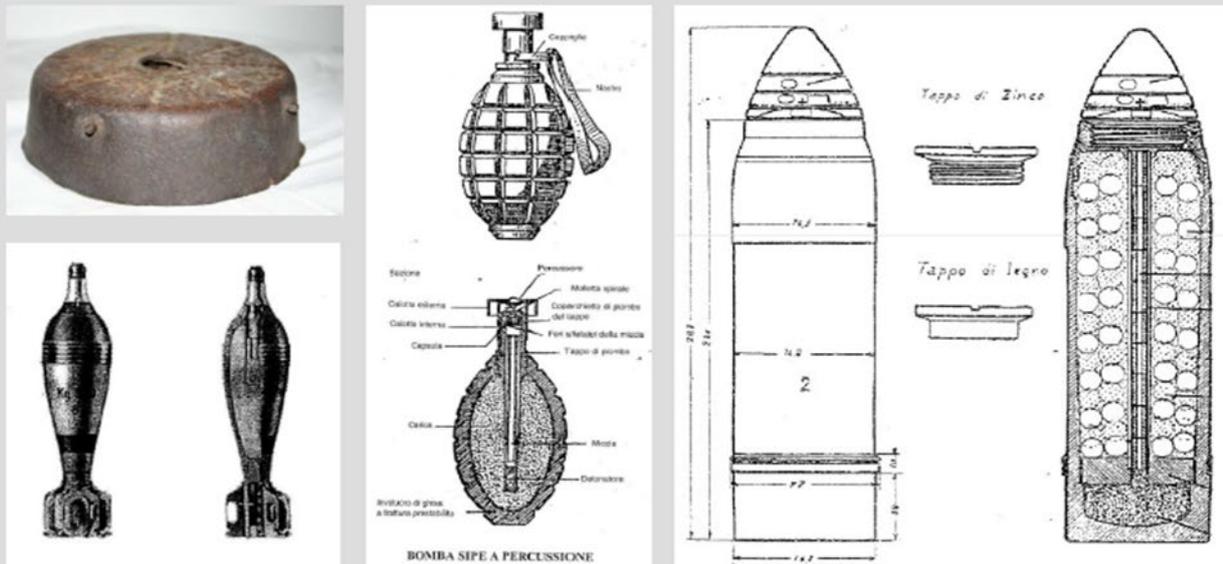


INGENIERIA IN ITALIA

11.4.2 FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI ITALIANI SECONDA GUERRA MONDIALE

Seconda Guerra Mondiale (praticamente tutto il territorio nazionale)

Alcuni tipi di ordigni di fabbricazione italiana

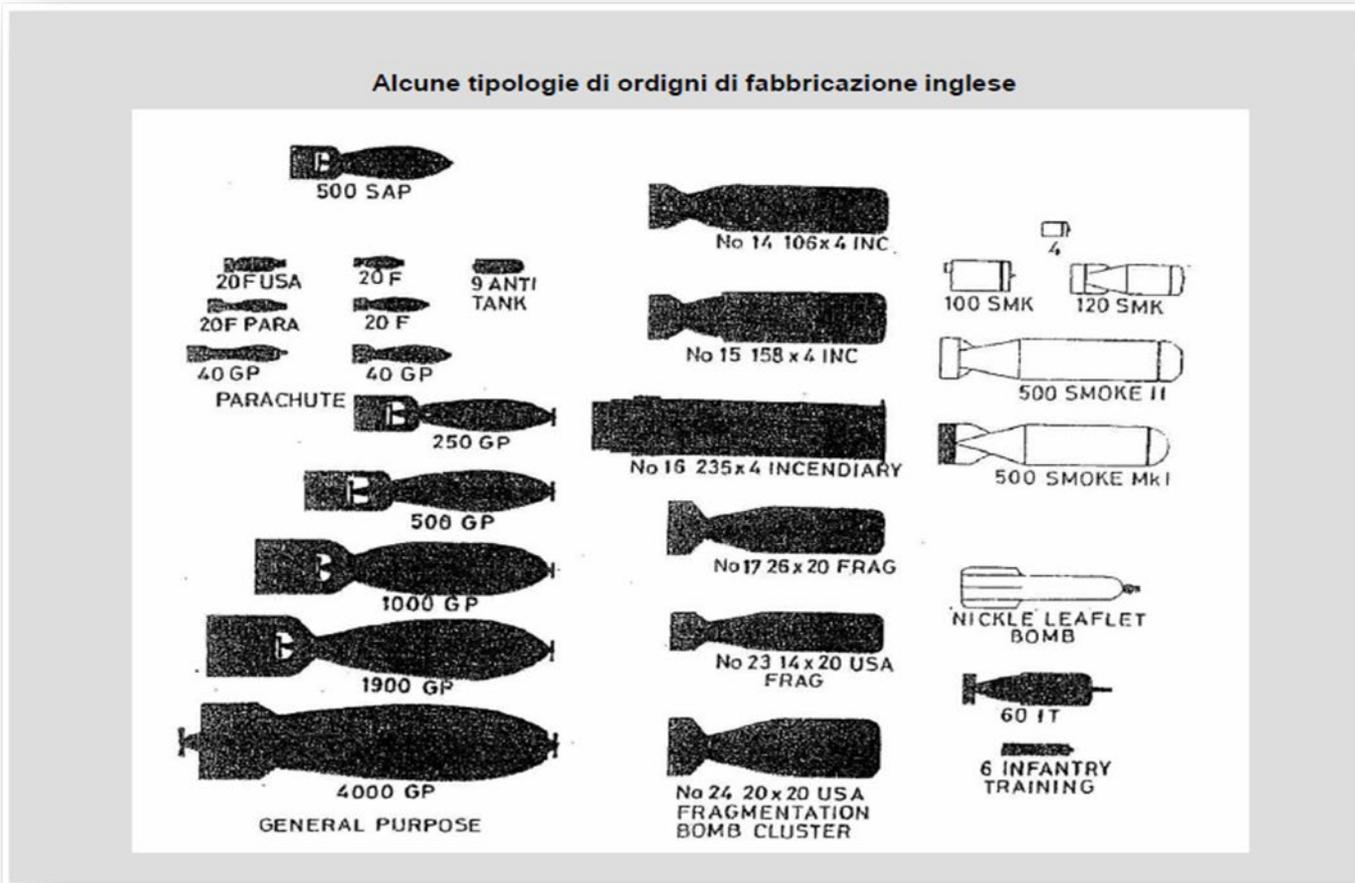


11.4.3 FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI TEDESCHI

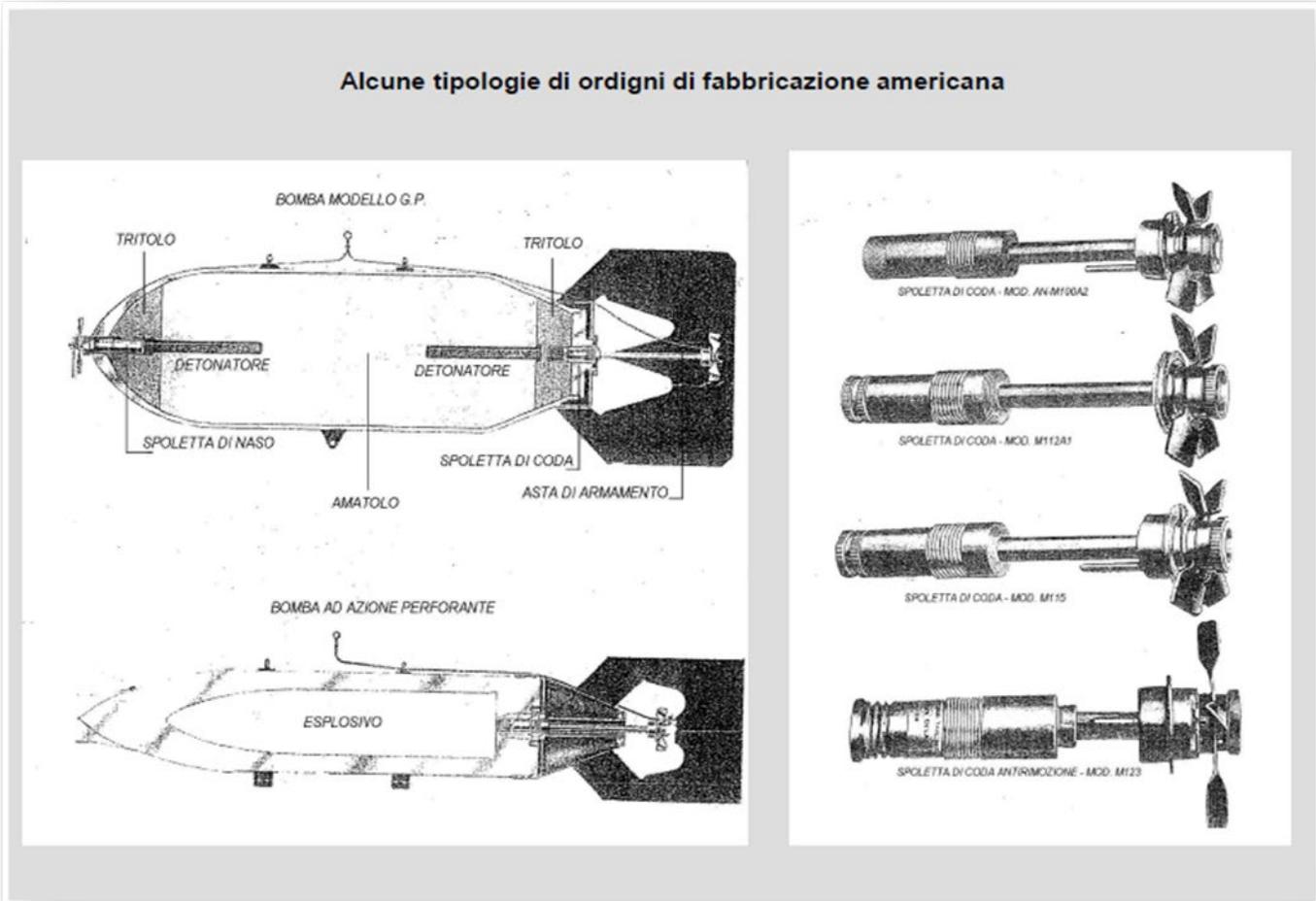
Alcune tipologie di ordigni di fabbricazione tedesca



11.4.4 FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI INGLESIS

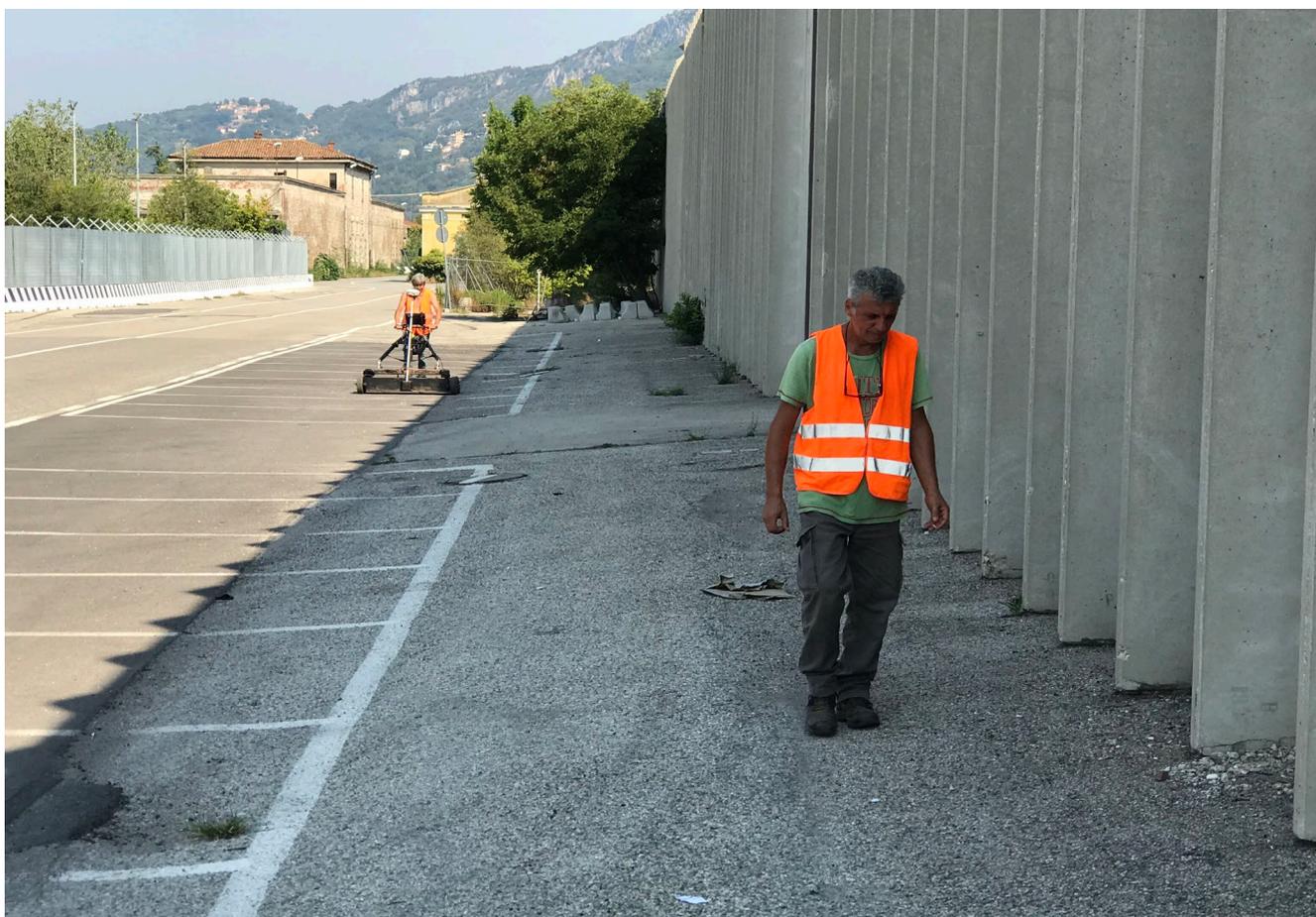


11.4.5 FOTOGRAMMA PRINCIPALI ORDIGNI AMERICANI



11.5 FOTOGRAMMI STATO DI FATTO











12 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 della Difesa – Ufficio Storico Stato Maggiore dell'Esercito" - Website: <http://www.esercito.difesa.it/storia/Ufficio-Storico-SME>*
- ✓ *"Ministero della Difesa – "UXO ANALYSIS (2010 – 2015)"*
- ✓ *"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.*
- ✓ *"Spring 1945 on the Italian Front: a 25 days Atlas from the Appennines to the Po River" – Autori: Marco Belogi – Daniele Guglielmi – Editore: Roadrunner.*
- ✓ *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.)*

13 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 GRADIOMETRICO + GEORADAR |
| 02 | EGF.VRB.SNB.TS.000002 | TAVOLA 02 | 1 | A0 | 1:500 | PLANIMETRIA RILIEVO GRADIOMETRICO + GEORADAR |
| 03 | EGF.VRB.SNB.TS.000003 | TAVOLA 03 | 1 | A0 | 1:500 | PLANIMETRIA RILIEVO GRADIOMETRICO + GEORADAR |
| 04 | EGF.VRB.SNB.TS.000004 | TAVOLA 04 | 1 | A0 | 1:500 | PLANIMETRIA RILIEVO GRADIOMETRICO + GEORADAR |

| NR | CODICE DOCUMENTO | ELAB | TOT DOC | FORM | SCALA | ELABORATI DIGITALI |
|----|-----------------------|-------|---------|------|-------|---|
| 01 | DGT.VRB.SNB.TS.000001 | VIDEO | 1 | AVI | = | SEZIONI VIDEO GPR IDS X-STREAM ZONA SUD |
| 02 | DGT.VRB.SNB.TS.000002 | VIDEO | 1 | AVI | = | SEZIONI VIDEO GPR IDS X-STREAM ZONA CENTRO |
| 03 | DGT.VRB.SNB.TS.000003 | VIDEO | 1 | AVI | = | SEZIONI VIDEO GPR IDS X-STREAM ZONA |
| 04 | DGT.VRB.SNB.TS.000004 | CD | 1 | CD | = | DOCUMENTAZIONE TECNICA SUPPORTO DIGITALE (CD) |