



PROGETTO AdSP n. 1951

Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste

CUP: C94E21000/ 60001

Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Fascicolo A – intervento PNC da autorizzare

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:		
arch. Gerardo Nappa	AdSP MAO	Responsabile dell'integrazione e Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione
arch. Sofia Dal Piva	AdSP MAO	Progettazione generale
arch. Stefano Semenic	AdSP MAO	Progettazione generale
ing. Roberto Leoni	BITECNO S.r.l.	Sistema di trazione elettrica ferroviaria
ing. Saturno Minnucci	MINNUCCI ASSOCIATI S.r.l.	Impianti speciali e segnalamenti ferroviari
ing. Dario Fedrigo	ALPE ENGINEERING S.r.l.	Progettazione strutturale oo.cc. ferrovia e strade
ing. Andrea Guidolin p.i. Furio Benci	SQS S.r.l.	Progettazione della sicurezza
ing. Sara Agnoletto	HMR Ambiente S.r.l.	Progettazione MISP e cassa di colmata
p.i. Trivellato, dott. G. Malvasi, dott. S. Bartolomei	p.i. Antonio Trivellato d.i.	Modellazione rumore, atmosfera, vibrazioni
dott. Gabriele Cailotto ing. Anca Tamasan	NEXTECO S.r.l.	Studio di impatto ambientale e piano di monitoraggio ambientale
ing. Sebastiano Cristoforetti	CRISCON S.r.l.s.	Relazione di sostenibilità
ing. Tommaso Tassi	F&M Ingegneria S.p.A.	Progettazione degli edifici pubblici nel contesto dell'ex area "a caldo"
ing. Michele Titton	ITS s.r.l.	Connessione stradale alla GVT
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: ing. Paolo Crescenzi		

NOME FILE: 1GNR_P-R-C-GEO_1GE_002_02_00.docx	SCALA: ---
TITOLO ELABORATO: Relazione sulle indagini parte 3 di 25	ELABORATO: 1GNR_P-R-C-GEO_1GE_002_02

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	01/02/2023	Definitivo	Esterno	S.Dal Piva	G.Nappa



6.2.2 INDAGINI SUB BOTTON PROFILER

I sistemi Sub-Bottom profiler identificano e misurano i vari strati di sedimenti marini che esistono sotto l'interfaccia sedimento/acqua. Questi sistemi acustici utilizzano una tecnica simile agli ecoscandagli a raggio singolo. Una sorgente sonora emette un segnale acustico verticalmente verso il basso nell'acqua e un ricevitore controlla il segnale di ritorno che è stato riflesso dal fondo marino. Una parte del segnale acustico penetra nel fondale marino e viene riflessa quando incontra un limite tra due strati con impedenza acustica diversa. Il sistema utilizza questa energia riflessa per fornire informazioni sugli strati di sedimenti sotto l'interfaccia sedimento-acqua. L'impedenza acustica è correlata alla densità del materiale e alla velocità con cui il suono viaggia attraverso il materiale. Quando si verifica un cambiamento nell'impedenza acustica, come l'interfaccia acqua-sedimento, parte del suono trasmesso viene riflesso. Tuttavia, una parte dell'energia sonora penetra attraverso il confine e nei sedimenti. Questa energia viene riflessa quando incontra i confini tra strati di sedimenti più profondi con diversa impedenza acustica. Il sistema utilizza l'energia riflessa da questi strati per creare un profilo dei sedimenti marini. Diversi parametri del sonar (potenza di uscita, frequenza del segnale, lunghezza dell'impulso e tecniche di elaborazione) influenzano le prestazioni dello strumento. Un aumento della potenza in uscita offre una migliore penetrazione nei sedimenti marini. A volte, tuttavia, se il fondo è molto duro o non molto profondo, l'aumento di potenza farà sì che più segnale acustico venga riflesso dal fondo del mare. Il segnale potrebbe quindi essere riflesso dalla superficie del mare, portando a riflessioni multiple e "rumore di segnale" indesiderato nei dati.

La frequenza del segnale ha anche un effetto sulle prestazioni del sistema. La perdita di assorbimento nei sedimenti marini è proporzionale alla frequenza di trasmissione, con frequenze più alte che hanno una maggiore perdita di segnale mentre viaggiano attraverso i sedimenti. Una maggiore lunghezza dell'impulso sonoro trasmette più energia e produce una penetrazione più profonda nel fondale marino. Tuttavia, una lunga durata dell'impulso può diminuire la capacità di discriminare tra riflettori adiacenti, diminuendo così la risoluzione del sistema. L'elaborazione del segnale CHIRP può aumentare le prestazioni del sistema aggiungendo rapporti segnale / rumore migliorati e fornendo anche una maggiore risoluzione dello strato di sedimento verticale. I sistemi Sub-Bottom profiler possono penetrare fino a 300 metri di profondità nel fondale marino a seconda del tipo di sedimento e delle caratteristiche del sonar. Tuttavia, la profondità di penetrazione dipende dalla durezza degli strati sovrastanti e dalla presenza di depositi di gas. L'unità di controllo e il display sono collegati mediante un cavo al trasduttore; i dati vengono visualizzati direttamente sullo schermo LCD a matrice attiva sotto forma di immagini a falsi colori e registrati su hard disk interno, per poi essere trasferiti al computer di elaborazione.



Immagine 11 - Consolle d'acquisizione e sensore del sub bottom profiler

Nello specifico della presente relazione, è stato adottato un sub-bottom profiler SES-2000 Smart della Innomar che presenta le seguenti caratteristiche:

Water Depth Range	0.5 – 100 m
Sediment Penetration	up to 20 m (depending on sediment type and noise)
Range / Layer Resolution	approx. 1 cm / up to 8 cm
Transmit Beam Width (-3dB)	approx. $\pm 2.5^\circ$ / footprint <9% of water depth
Primary Frequencies (PF)	approx. 100 kHz (frequency band 90 – 110 kHz)
PF Source Level / Acoustic Power	>235 dB/ μ Pa re 1 m / ~2 kW
Secondary Low Frequency (SLF)	centre freq. 10 kHz (total frequency band 5 – 15 kHz)
Pulse Width	user selectable 0.1 – 0.5 ms
Pulse Type	Ricker, CW
Ping Rate	up to 40 pings/s
Heave / Roll / Pitch Compensation	heave (depending on external sensor data)
Data Acquisition	digital 16 bit @ ~70 kHz sample rate; PF 100 kHz envelope echosounder data / bottom track; SLF 10kHz full-waveform sub-bottom data
Auxiliary Inputs	GNSS, HRP sensor, trigger
Auxiliary Outputs	trigger, bottom track
Topside Unit Connection	Ethernet (LAN / integrated WiFi)
Topside Unit Dimensions / Weight	W 0.43m \times D 0.33m \times H 0.23m / 9 kg (IP65)
Transducer Dimensions / Weight	W 0.27m \times D 0.21m \times H 0.06m / 10 kg incl. 15m cable
Power Supply	10–30 V DC / <100 W; optional external AC power adapter (100–240 V AC)

6.2.3 INDAGINI ELETTROMAGNETICHE

L'elettromagnetometro EMFAD sfrutta il principio dei segnali elettromagnetici in VLF (Very Low Frequency) con frequenze comprese tra i 15 e i 160 KHz per la stima della resistività del sottosuolo.

Lo strumento può essere usato in modalità passiva, sfruttando segnali elettromagnetici generati da stazioni fisse sparse in tutto il mondo, ed in modalità attiva, impiegando segnali generati dallo strumento stesso.

Nello specifico lo strumento considera la variazione tra la componente verticale del campo magnetico primario, generato da una sorgente esterna o dallo strumento stesso, e quella del campo magnetico secondario indotto da quello primario.

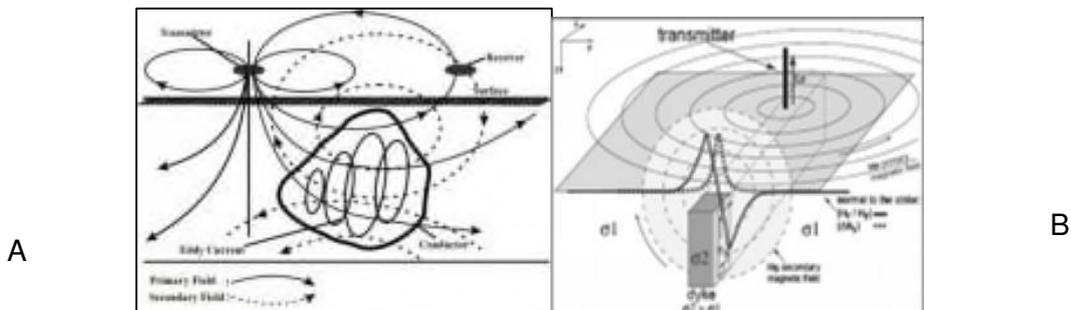


Immagine 12 - Funzionamento della tecnica VLF- A. Campo magnetico primario e secondario. B. Differenza di fase dei due segnali.

L'intensità del campo magnetico secondario è proporzionale alla conducibilità del materiale attraversato e di conseguenza, misurando l'intensità del campo magnetico nella sua componente verticale è possibile stimare la conducibilità del mezzo attraversato.

Le variazioni della componente verticale del campo magnetico è funzione della conducibilità del materiale attraversato e quindi delle litologie costituenti il sottosuolo, delle condizioni di umidità, della presenza di cavità, corpi e manufatti antropici e strutture geologiche (tipo di struttura e orientazione).

La profondità di penetrazione, come per tutti metodi elettromagnetici, è funzione della conducibilità del mezzo e della frequenza utilizzata. Di seguito si riporta formula per il calcolo dello *skin depth* (P), oltre al quale l'ampiezza del segnale diminuisce esponenzialmente di un ordine di grandezza (e^{-1}) rispetto al segnale iniziale:

$$P[m] = 503 \cdot (\rho[\Omega \cdot m] / f[Hz])^{1/2}$$

Lo strumento usato nel caso specifico è l'elettromagnetometro EMFAD (**E**lectromagnetic **F**ield **A**nomalies **D**etection) costituito da due bobine (ricevitori) che registrano il segnale.

Lo strumento può essere utilizzato sia in modalità passiva, sfruttando il segnale di stazioni esterne, sia in modalità attiva utilizzando il generatore esterno, ed è capace di registrare segnali su più frequenze:



Immagine 13, 14, 15 - Esempio di acquisizione con metodo orizzontale, metodo verticale a due antenne e con metodo ad antenna singola

Le configurazioni di acquisizione possono essere tre:

- 1) In orizzontale: metodo impiegato per realizzare misure su aree estese. Le antenne riceventi sono poste in orizzontale.
- 2) In verticale con due antenne: metodo impiegato per la realizzazione di sondaggi puntuali di alta risoluzione.
- 3) Antenna singola: metodo impiegato per realizzare misure molto speditive e per facilitare la misura in aree inaccessibili.

L'acquisizione del dato può essere realizzata mediante rilevamento continuo, in questi casi lo strumento acquisisce una misura al secondo, oppure in modalità manuale realizzando una maglia di punti sull'area di interesse.

Per ogni misura realizzata il dato viene acquisito sulle frequenze selezionate (generalmente 7), e viene memorizzato automaticamente sul tablet/pc tramite bluetooth.

La densità del dato dipende dal passo di campionamento, dalla velocità di acquisizione e dalla distanza tra i vari profili di misura.

Nel caso in esame i dati sono stati acquisiti con modalità di acquisizione in continuo sulle sette frequenze individuate nel sito di interesse.

6.2.4 INDAGINI GEORADAR

Le misure radar sono state acquisite mediante un sistema IDS (Ingegneria dei Sistemi).



Immagine 16 - Radar multicanale IDS STREAM-X a 16 canali a freq. 200 MHz

Il metodo comunemente chiamato Georadar (noto in campo internazionale con il termine anglosassone di ground probing radar - GPR), è un sistema di indagine del sottosuolo basato sulla riflessione delle onde elettromagnetiche con frequenza compresa tra 10 e 2000 MHz.

Operativamente consiste nell'invio nel terreno di impulsi elettromagnetici ad alta frequenza (radio frequenze) e nella misura del tempo impiegato dal segnale a ritornare al ricevitore dopo essere stato riflesso da eventuali discontinuità intercettate durante il suo percorso. Tali riflessioni sono causate in generale dal cambiamento delle proprietà elettriche del sottosuolo, dalla variazione del contenuto d'acqua e da cambiamenti litostratigrafici.

In particolare, nel caso della prospezione per la ricerca di sottoservizi, le riflessioni possono essere prodotte da strutture, da vuoti presenti nel terreno (ipogei, cunicoli, ecc.), da elementi metallici e superfici di contatto tra strati differenti.



Da un punto di vista teorico il principio di funzionamento dello strumento infatti è legato alla propagazione di un'onda EM nel sottosuolo e si basa sul fenomeno fisico di partizione dell'energia ad un'interfaccia tra due mezzi con diverse proprietà dielettriche.

In particolare, in corrispondenza di un'interfaccia fisica, l'onda EM generata in superficie ed immessa nel sottosuolo per mezzo dell'antenna subisce un fenomeno di riflessione e parte dell'energia ritorna verso la superficie.

La velocità di propagazione V_m di un onda EM in un mezzo m è data dalla (1) dove C è la velocità della luce ed ϵ_r è la costante dielettrica del mezzo, normalizzata rispetto a quella dell'aria.

$$V_m = \frac{C}{\sqrt{\epsilon_r}}; \quad (1)$$

Il grado di direzionalità dell'onda EM generata dall'antenna, com'è noto, determina l'ampiezza dell'angolo solido in fase di energizzazione, governando quindi l'area di effettiva riflessione sulla superficie del bersaglio. Una delle unità di misura utilizzabili per la caratterizzazione del sottosuolo e quindi gli orizzonti riflettenti è il grado di riflettività (R), dato dalla (2), e cioè il rapporto tra energia incidente (E_i) ed energia riflessa (E_r) per ogni singolo riflettore.

$$R = \frac{E_i}{E_r} \quad (2)$$

Il risultato dell'elaborazione strumentale è una serie di diagrammi, spikes, la cui intensità dipende da quella del contrasto tra gli orizzonti attraversati oltre che dall'impostazione strumentale; l'ubicazione dei radargrammi dipende dalla velocità di propagazione delle onde nei materiali.

Conoscendo le principali grandezze fisiche elettromagnetiche dei terreni attraversati è possibile trasformare la sezione distanze-tempi in una sezione distanze-profondità. La profondità massima di esplorazione risulta funzione della frequenza dominante del segnale emesso e della resistività elettrica del terreno.

In questo modo, una volta valutate le caratteristiche elettriche del mezzo attraversato dall'impulso elettromagnetico, si è in grado di identificare la forma dell'oggetto, il suo spessore e valutare la profondità alla quale esso si trova, con una precisione e attendibilità maggiore di quella degli altri metodi geofisici.

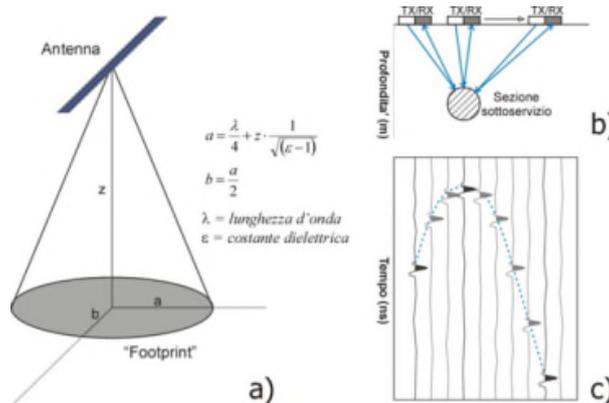


Immagine 17 - a) propagazione impulso con la profondità; b) schema di funzionamento georadar: trascinamento antenna rx/tx e c) radargramma

In commercio esistono radar mono o multicanale: la prima tipologia è costituita da strumenti dotati di una sola antenna trasmittente ed una ricevente, con un ingombro in termini di dimensioni modesto: da ogni linea di scansione si ottiene una sola sezione 2D del terreno, di conseguenza la copertura dei rilievi risulta generalmente limitata e per correlare tra loro più sezioni sono necessarie inevitabili interpolazioni.

La seconda tipologia di strumenti, dal momento che sono dotati di più antenne emittenti e riceventi, presenta un ingombro maggiore: da una singola scansione si ottengono più sezioni 2D, assai ravvicinate, con una copertura in termini di rilievo maggiore il che comporta una riduzione anche importante degli errori legati all'interpolazione. Dall'elaborazione dei dati radar è possibile ottenere modelli 3D e timeslices (piani di riflettanza radar) a differenti profondità.

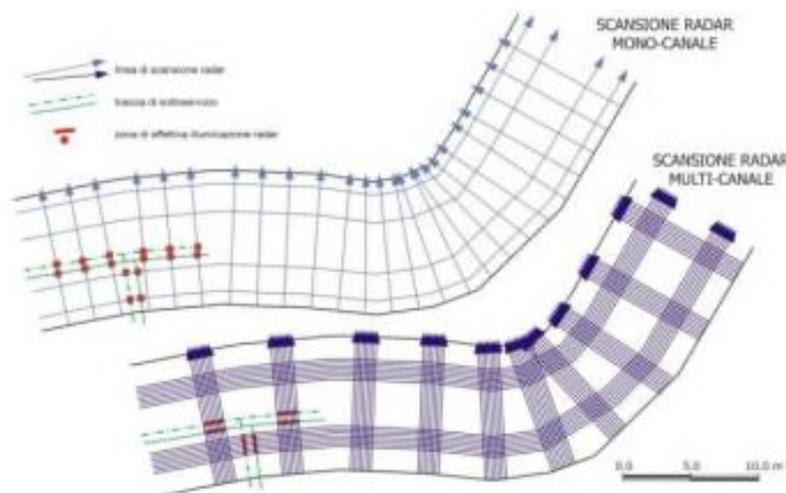


Immagine 18 - Confronto scansione radar mono-canale e multi-canale

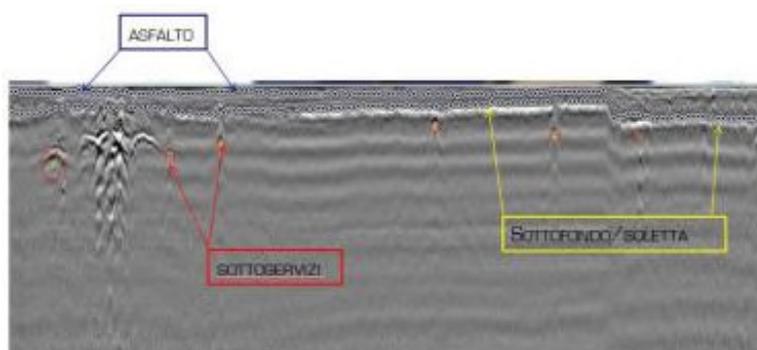


Immagine 19 - Sezione 2D da radar mono-canale.

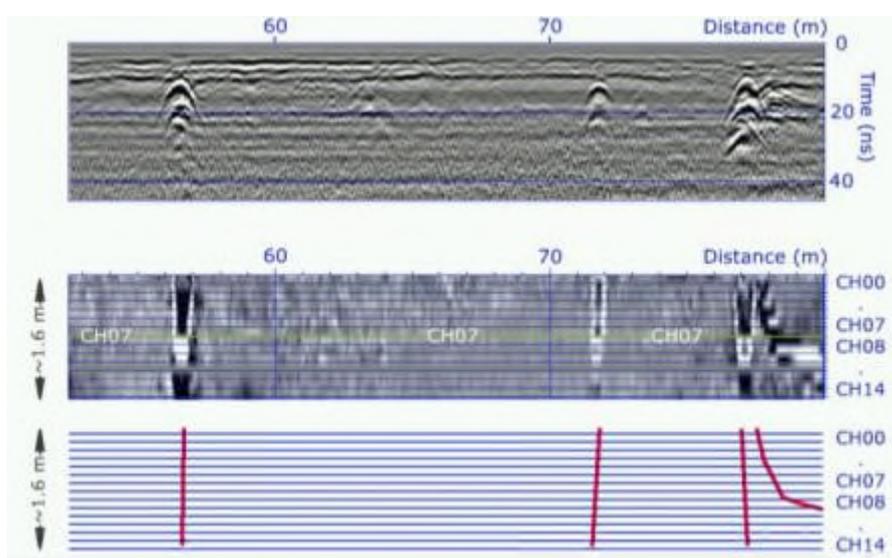


Immagine 20 - Georadar multiantenna: radargramma e planimetria.

Nello specifico per l'esecuzione dei rilievi georadar si è adottato un sistema georadar multicanale equipaggiato con sedici antenne a medio bassa frequenza (200 Mhz).

L'unità di controllo e il display sono collegati mediante un cavo al trasduttore; i dati vengono visualizzati direttamente sullo schermo LCD a matrice attiva sotto forma di radargrammi a colori e registrati su hard disk interno, per poi essere trasferiti al computer di elaborazione.

6.2.5 INDAGINI GEOELETTRICHE

Le prospezioni geoelettriche si basano sugli effetti sotterranei di una corrente elettrica immessa nel sottosuolo, rilevabili in superficie attraverso misure di differenza di potenziale o intensità di corrente: condizione fondamentale perché il metodo risulti efficace è che esista o sia elevato il contrasto di resistività tra gli oggetti dell'indagine (a volte può essere difficile prevederlo a priori).

La presenza di morfologie accidentate e/o la presenza di conduttori ad esempio metallici può condizionare la propagazione della corrente nel sottosuolo, limitandone talora la profondità d'investigazione. La profondità d'investigazione dipende dalla lunghezza dello stendimento con un rapporto pari a 1/5 – 1/6. Per quanto riguarda la dimensione dei target essa dipende dalla spaziatura interelettrodica (con una spaziatura pari a 1 m è possibile identificare oggetti dell'ordine dei 0.5-1.0 m), tuttavia essa decresce con la profondità ed in relazione alla natura dei terreni presenti.

La Tomografia elettrica 3D si presta particolarmente quando ci si trova nelle seguenti situazioni: i) necessità di indagare al di sotto di manufatti, in presenza di strutture sepolte marcatamente 3D; ii) poco spazio a disposizione per gli stendimenti elettrodici a causa della presenza di strutture o difficoltà di accesso e iii) necessità di ridurre possibili interazioni con sottoservizi. Le geometrie di acquisizione per le indagini tridimensionali sono molteplici e si adattano alla forma dell'edificio da indagare. Sulla base delle resistività misurata è possibile ottenere un'informazione indiretta sulla composizione fisica del sottosuolo. Questa metodologia permette quindi di individuare cavità e vuoti, geometria e caratteristiche delle fondazioni e di eventuali strutture sepolte, perdite e flussi d'acqua, dilavamenti significativi del terreno.

Il metodo geo-elettrico consiste in una determinazione sperimentale della distribuzione di resistività (ρ) nel sottosuolo effettuando delle misure dalla superficie. Le misure di resistività vengono effettuate iniettando una corrente elettrica nel terreno mediante una coppia di elettrodi (generalmente indicati con A e B) e sulla misura dei potenziali elettrici attraverso una seconda coppia di elettrodi, generalmente indicati come M ed N.

Dall'intensità della corrente (I) e della tensione (V) è possibile calcolare il valore della resistività apparente (ρ_a) secondo:

$$\rho_a = \frac{KV}{I}$$

dove K è il fattore geometrico che dipende dalla disposizione spaziale del quadripolo di misura. I georesistivimetri misurano generalmente un valore di resistenza $R = V/I$ dal quale si calcola la resistività apparente come:

$$\rho_a = K \cdot R$$

La resistività così ottenuta non è la vera resistività del sottosuolo ma un valore apparente definito come la resistività di un terreno omogeneo che darà lo stesso valore di resistenza per la medesima disposizione del quadripolo. La relazione tra la resistività apparente e la resistività vera è di tipo complesso. La resistività reale fornisce elementi utili per l'individuazione della natura dei litotipi investigati. Il valore di tale parametro dipende dalla composizione mineralogica dei terreni, dalla

presenza di eventuali fluidi di saturazione, dalla temperatura, dalla porosità e dal grado di cementazione.

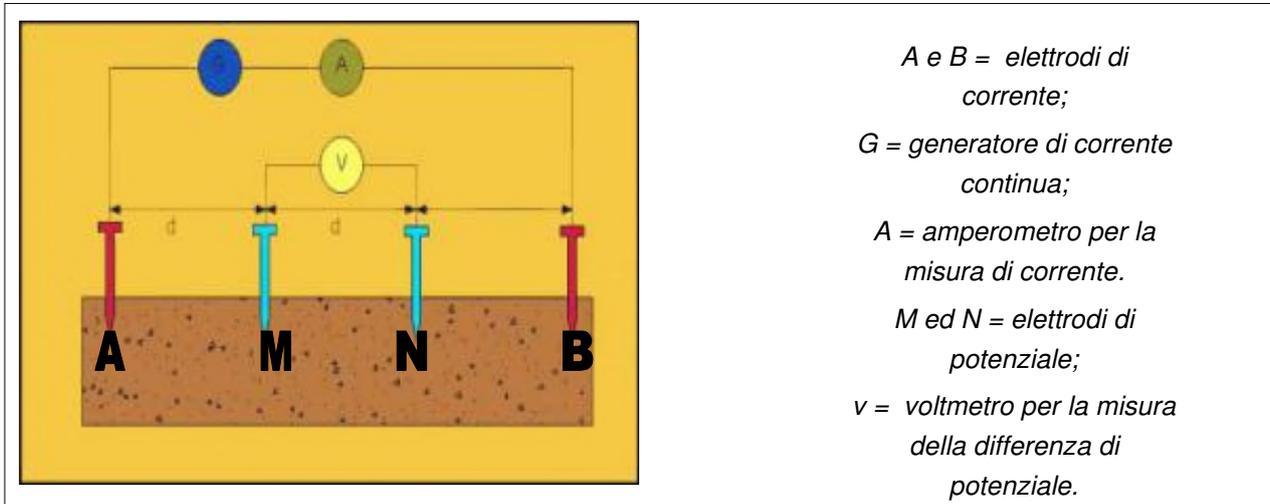


Immagine 21 - Configurazione quadripolare di iniezione e misura

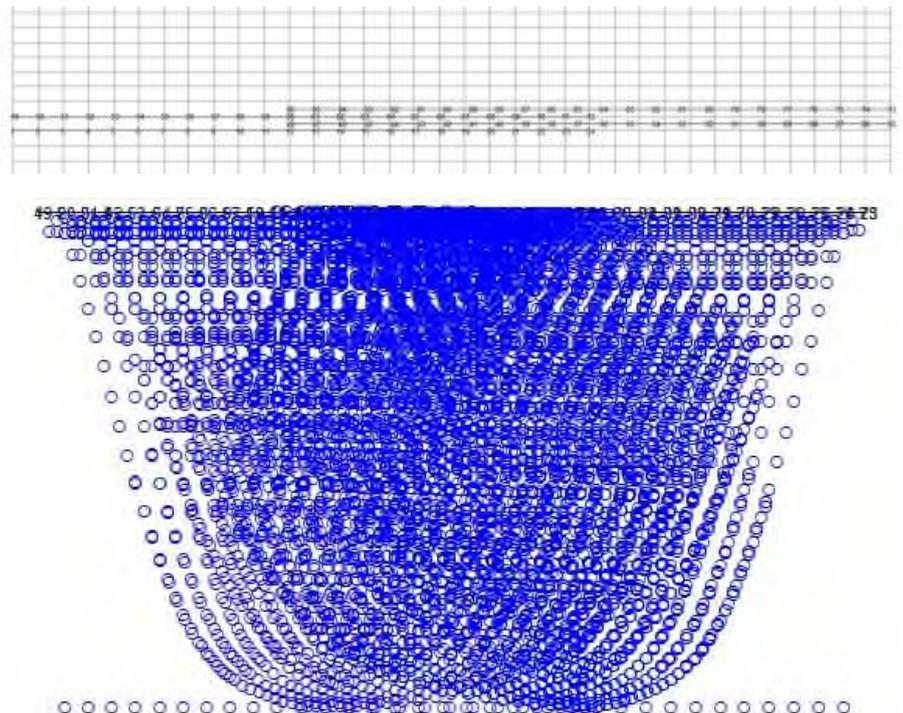


Immagine 22 - Versatilità delle configurazioni 3D: disposizione in superficie dei quadripoli di misura e sequenza di misura in profondità.

Per determinare la vera resistività è necessario applicare un processo di inversione alle misure di resistività apparente. La distribuzione ed il numero dei punti di misura nel sottosuolo è in stretta dipendenza con le geometrie del quadripolo base e con le combinazioni del quadripolo base programmate nella sequenza di misura.

Il concetto di inversione in geofisica equivale alla costruzione di un modello fisico che generi un responso simile a quello delle misure. Questo modello sarà costituito da una serie di parametri che sono le quantità fisiche che si vuole stimare dai nostri dati.

Il responso del modello altro non è che un dato sintetico calcolato per un certo insieme di questi parametri. In generale tutte le tecniche di inversione tentano di determinare un modello del sottosuolo il cui responso sintetico sia simile ai dati misurati e che sia soggetto a certi requisiti.

Attualmente le indagini elettriche vengono eseguite come tomografie mediante stendimento/i multielettrodo/i e acquisizione dei dati di resistività ricorrendo a dispositivi di vario tipo (Wenner, Wenner-Schlumberger, Dipolo-Dipolo, Polo-Polo, Polo-Dipolo) a seconda delle esigenze investigative. Possono essere utilizzati uno o più stendimenti con base a 16/96 elettrodi (o un numero personalizzato di elettrodi) spazati uniformemente a piacimento in relazione alla profondità da raggiungere e risoluzione richiesta. La disposizione degli elettrodi è generalmente programmata dall'operatore e ottimizzata per minimizzare il numero dei profili necessari ad individuare l'obiettivo della ricerca. Tutti gli elettrodi sono collegati, mediante un apposito cavo multiconduttore, allo strumento di acquisizione.

Utilizzando, ad esempio, la configurazione del tipo Wenner, la corrente viene applicata ad una coppia di elettrodi A-B misurando la differenza di potenziale tra le coppie di elettrodi M-N e poi shiftando il quadripolo fino alla fine dello stendimento. Si passa successivamente ad una seconda coppia di trasmissione e così via fino a raggiungere il numero massimo di misure indipendenti sui poli e dipoli disponibili ed in base alle eventuali altre configurazioni scelte e citate sopra.

Si ottengono, con questa procedura, centinaia di letture per ciascuna misura d'interesse, che costituiscono le resistività apparenti dei terreni investigati; successivamente con un apposito algoritmo d'inversione, è possibile ricostruire la distribuzione bidimensionale delle resistività reali del sottosuolo legate alle caratteristiche litologiche specifiche.

La relazione matematica tra parametri del modello e responso del modello si ottiene mediante tecniche di calcolo numerico basate su codici alle differenze o agli elementi finiti. In tutte le tecniche di ottimizzazione, il modello iniziale viene modificato in modo iterativo affinché le differenze tra il responso del modello ed i dati misurati siano progressivamente ridotte.

6.2.5.1 TOMOGRAFIA ELETTRICA 3D

Questo tipo d'indagine si presta particolarmente quando ci si trova nelle seguenti situazioni: i) necessità di indagare al di sotto di manufatti, in presenza di strutture sepolte marcatamente 3D; ii)

poco spazio a disposizione per gli stendimenti elettrodi a causa della presenza di strutture o difficoltà di accesso e iii) necessità di ridurre possibili interazioni con sottoservizi.

Le geometrie di acquisizione per le indagini tridimensionali sono molteplici e si adattano alla forma dell'edificio da indagare. Sulla base delle resistività misurata è possibile ottenere un'informazione indiretta sulla composizione fisica del sottosuolo. Questa metodologia permette quindi di individuare cavità e vuoti, geometria e caratteristiche delle fondazioni e di eventuali strutture sepolte sotto l'edificio oggetto di indagine, perdite e flussi d'acqua, dilavamenti significativi del terreno

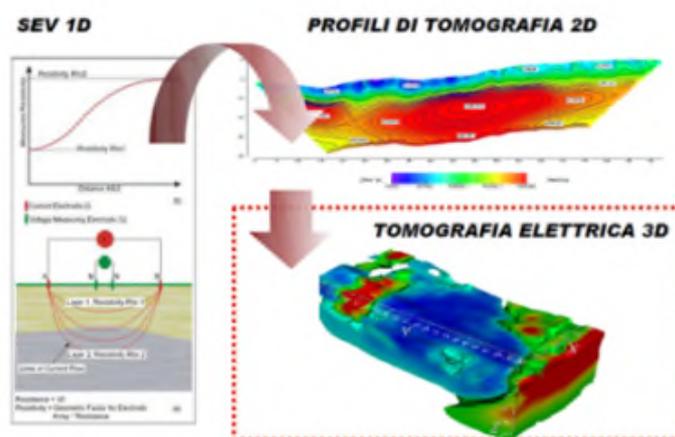


Immagine 23 - Elettrica 1D – 2D e 3D.

6.2.5.2 DETERMINAZIONE DELLA POLARIZZAZIONE INDOTTA (IP)

Il metodo della Polarizzazione Indotta (IP) si applica contemporaneamente al metodo della tomografia elettrica di resistività. La polarizzazione indotta è un fenomeno generato dalla stimolazione di una corrente elettrica dopo l'applicazione di una tensione al terreno. Il metodo si basa sulla misura della Caricabilità residua trattenuta del terreno dopo l'interruzione di immissione di corrente nel sottosuolo.

Se nel terreno, quindi, è incluso un corpo metallico, o con proprietà simili, si registrano anomalie nel decadimento elettrico in funzione del tempo. Lo stesso fenomeno si osserva anche per la polarizzazione di contaminanti organici che possono eventualmente trovarsi nel sottosuolo.

6.2.5.3 OPERAZIONI DI CAMPAGNA E STRUMENTAZIONE ADOTTATA

Nello specifico, per le prospezioni tomografiche è stato impiegato il georesistivimetro multi elettrodo di ultima generazione IRIS Syscal Pro 48 canali in configurazione 48 elettrodi. Lo strumento lavora assegnando agli elettrodi una corrente alternata (ampiezza, frequenza e fase

modificabile dall'utente) permettendo di programmare le sequenze di misure desiderate direttamente in campagna in funzione della profondità e del dettaglio richiesto.

Prima di iniziare ogni acquisizione delle resistività apparenti per ogni lettura della configurazione scelta, il georesistivimetro esegue sul terreno, mediante la distribuzione degli elettrodi con i cavi di collegamento, i controlli delle resistenze di presa su ogni elettrodo e l'eliminazione dei potenziali spontanei. I files raccolti vengono poi scaricati dal georesistivimetro tramite porta USB e trasferiti al notebook per essere elaborati con software ErtLab.

Nel caso in esame, sono stati realizzati quattordici stendimenti multielettrodi per l'acquisizione dei dati di resistività e polarizzazione indotta con configurazione Polo-Dipolo, al fine di conseguire il massimo dettaglio in relazione alle caratteristiche del sottosuolo e la profondità ottimale d'indagine dal piano campagna. Gli stendimenti ERT sono stati acquisiti mediante una geometria da 48 elettrodi. La profondità d'indagine raggiunta è stata dell'ordine di circa 10 m.

Gli stendimenti ERT sono stati acquisiti mediante una geometria da 48 elettrodi con distanza interelettrodica variabile tra 1.5 m e 3 m. La profondità d'indagine raggiunta è stata dell'ordine di 10 m

6.2.6 RILIEVO TOPOGRAFICO

Gli elementi del rilievo sono stati georeferenziati mediante rilievo combinato con strumentazione GNSS Trimble R8s in modalità Real-Time.

Per quanto riguarda il rilievo topografico satellitare la precisione di questa configurazione di misura non è risultata inferiore ai 8 mm +1 ppm in planimetria e 15 mm + 2 ppm in quota.

I punti-misura sono stati codificati in fase di memorizzazione negli strumenti impiegati.



Immagine 24 - GPS Trimble R8S

6.3 ANALISI ED ELABORAZIONE DEI DATI

6.3.1 DATI GRADIOMETRICI (GRAD)

I dati magnetici sono stati importati ed elaborati nei software commerciale GEM Link e importati in un software GIS. In questo modo i dati sono stati sottoposti ai necessari filtri e guadagni in modo da renderli leggibili, oltre che ad abbinarli ai dati geometrici di navigazione per ottenere la corretta ubicazione delle anomalie. In questo modo è stata ottenuta una planimetria per isolinee del gradiente/Campo Magnetico Terrestre in corrispondenza di tutta l'area indagata.

6.3.2 DATI GEOELETRICI

I dati Sub-Bottom profiler misurati, sono stati acquisiti e pre-elaborati nel software commerciale SESWIN e ISE. Ogni singola scansione è stata sottoposta ai necessari filtri e guadagni in modo da migliorarne la leggibilità, successivamente si sono abbinati i dati geometrici di navigazione per ottenere la corretta correlazione tra le anomalie. I dati così elaborati sono stati importati in due software di visualizzazione di dati 3D Gpr slice e Surfer per la fase di interpretazione.

6.3.3 DATI ELETTROMAGNETOMETRICI (VLF)

I dati elettromagnetometrici VLF sono stati importati ed elaborati nei software commerciali Emfad Scan, HzEMSoft ed importati in GIS.

I dati sono stati sottoposti ai necessari filtri e guadagni in modo da renderli leggibili, oltre che ad abbinarli ai dati geometrici di navigazione per ottenere la corretta ubicazione delle anomalie.

Il rilievo elettromagnetometrico VLF ha consentito di ottenere una planimetria della variazione della componente verticale del Campo Magnetico Terrestre, che fornisce un'interpretazione semi-quantitativa dell'ubicazione ed estensione di elementi ferromagnetici che possono essere presenti fino a circa 15 m dal piano campagna.

Sui profili di interesse sono state generate delle sezioni di resistività del sottosuolo mediante l'utilizzo del software denominato HzEMSoft che utilizza il metodo di calcolo agli elementi finiti per il calcolo delle resistività reali e la minimizzazione degli errori tramite processo d'inversione ai minimi quadrati con un numero variabile di iterazioni.

6.3.4 DATI RADAR

Dall'analisi dei dati radar grezzi si evince come le condizioni dielettriche del substrato dell'area hanno di fatto limitato la profondità d'investigazione a circa 2.8 m dal piano campagna.

I dati radar, sono stati importati ed elaborati nei software commerciale GPR-CAD della Macleod & Simmonds Ltd. Ogni singola scansione radar è stata sottoposta ai necessari filtraggi (background removal, vertical bandpass filter etc.) e guadagni in modo da ottenere radar grammi leggibili, successivamente si sono abbinati i dati geometrici di navigazione per ottenere la corretta correlazione tra le anomalie.

Per la trasposizione da tempo a profondità è stata utilizzata la velocità di 0.11 m/ns, che è stata stimata analizzando la curvatura di alcuni iperboloidi di riflessione.

L'errore strumentale del dato radar è di 5 cm + 10% della profondità.

6.3.5 DATI GEOELETTRICI

Per il trattamento numerico dei dati sono stati utilizzati i software per l'elaborazione dei dati geoelettrici Prosys della Iris Instruments e ErtLab della Geostudi Astier.

I dati sono stati convertiti dal formato interno dello strumento ad un formato ASCII standard e successivamente nel formato dei codici utilizzati per il trattamento. Le misure di resistività sono state controllate manualmente per verificarne la congruenza e, nel caso di deviazioni significative, il punto-misura è stato rimosso dall'insieme.

La ricostruzione delle sezioni di resistività reale è avvenuta tramite l'utilizzo di specifico software denominato ErtLab che utilizza il metodo degli elementi finiti per il calcolo diretto delle resistività reali e la minimizzazione degli errori tramite processo d'inversione ai minimi quadrati con un numero variabile di iterazioni.

Dall'analisi delle sezioni della resistività apparente, ottenute con le configurazioni e geometrie scelte per le misure, è possibile verificare la buona qualità dati raccolti, che permettono di riscontrare già in fase preliminare il raggiungimento degli obiettivi preposti.

La restituzione, con escursione dei valori di resistività in scala lineare, è costituita da immagini a vari colori associati ai valori di resistività e caricabilità dei terreni. Le indagini geoelettriche hanno permesso di mappare il sottosuolo dell'area di indagine con un'ottima coerenza del segnale fino ad una profondità di circa 16 m dal p.c.



6.3.6 DATI TOPOGRAFICI

Gli elementi del rilievo sono stati georeferenziati mediante rilievo topografico satellitare con strumentazione Satellitare GNSS in modalità Real-Time.

Da un punto di vista metodologico il rilievo è stato effettuato in modalità Real-Time VRS agganciandosi per la correzione differenziale alla rete di stazioni permanenti NETGEO certificata dall'Istituto Geografico Militare.

La precisione di questa configurazione di misura non è risultata inferiore ai 15mm +1ppm in planimetria e 20mm + 2ppm in quota.

La restituzione e proiezione planimetrica è stata eseguita attraverso il software topografico MERIDIANA con conversione delle coordinate native WGS 84 nel sistema di riferimento UTM Fuso 33 e Gauss Boaga Fuso Est; per quanto riguarda l'altimetria le quote ellissoidiche native del sistema GNSS sono state convertite in quote ortometriche s.l.m.m. tramite l'utilizzo del modello geoidico Egm2008.

La proiezione geografica e la trasformazione altimetrica sono state effettuate utilizzando i grigliati .gk2 dell'Istituto Geografico Militare.

6.4 RISULTATI

6.4.1 RILIEVI A MARE

Il rilievo magnetico marino ha consentito di ottenere una planimetria di Gradiente/Campo Magnetico Terrestre, che fornisce un'interpretazione semi-quantitativa dell'ubicazione ed estensione di elementi ferromagnetici possono essere presenti nel primo substrato del fondale delle aree indagate.

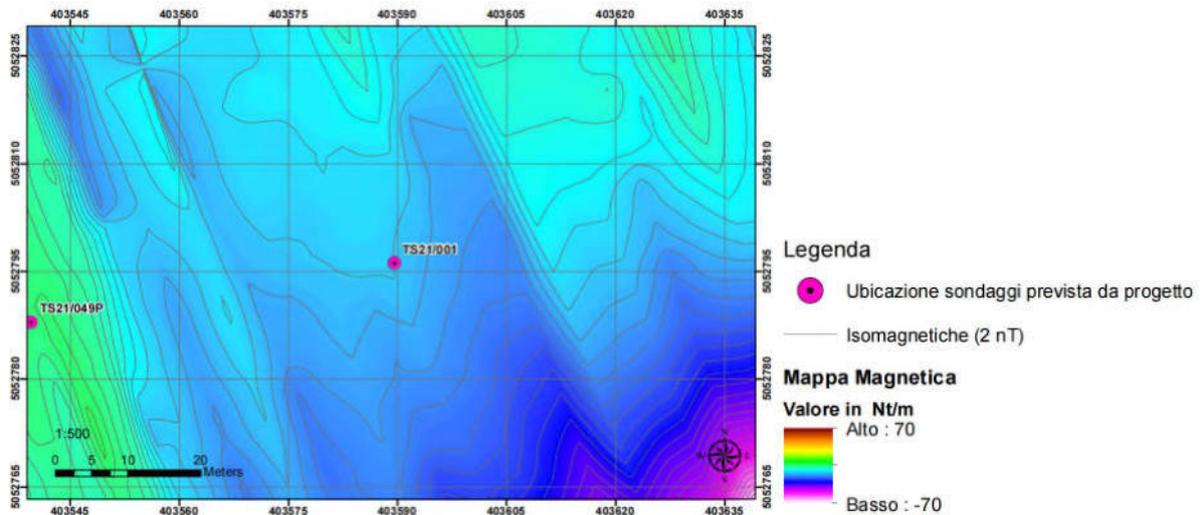


Immagine 25 - Estratto da tavola di consegna: Mappa Magnetica e Legenda degli elementi

Il rilievo Sub Bottom Profiler ha consentito di ottenere una serie di sezioni sismo-acustiche ravvicinate dei settori indagati. Dall'analisi dei riflettori si sono ottenute informazioni ad altissima risoluzione sul primo substrato del fondale.

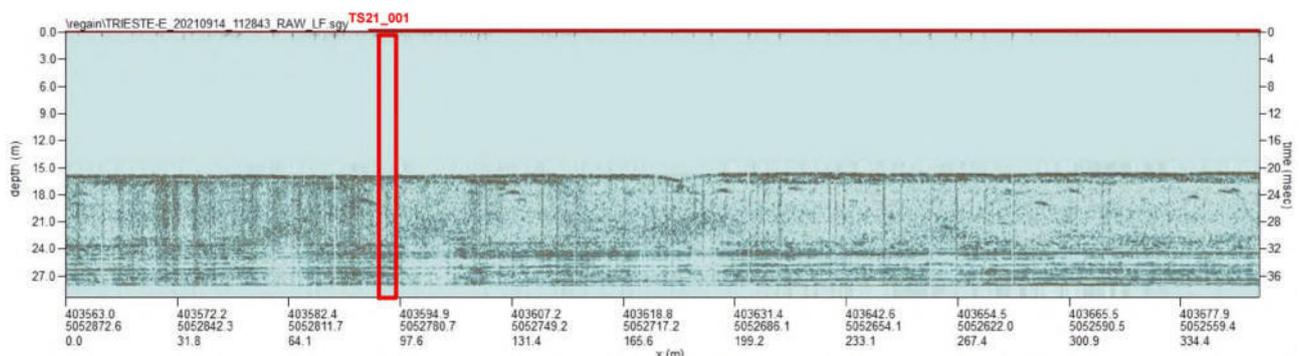


Immagine 26 - Estratto da tavola di consegna: Sezione su dati del Sub Bottom Profiler.

L'intersezione dei dati ottenuti con le due metodologie d'indagine e il rilievo topografico contestuale ha consentito di comprendere l'idoneità dei punti identificati in sede di progetto all'esecuzione dei sondaggi a mare, evitando tutte le zone anomale potenzialmente di interesse ai fini della VRB. I risultati di questa fase di indagine sono riportati nelle tavole allegare alla presente.

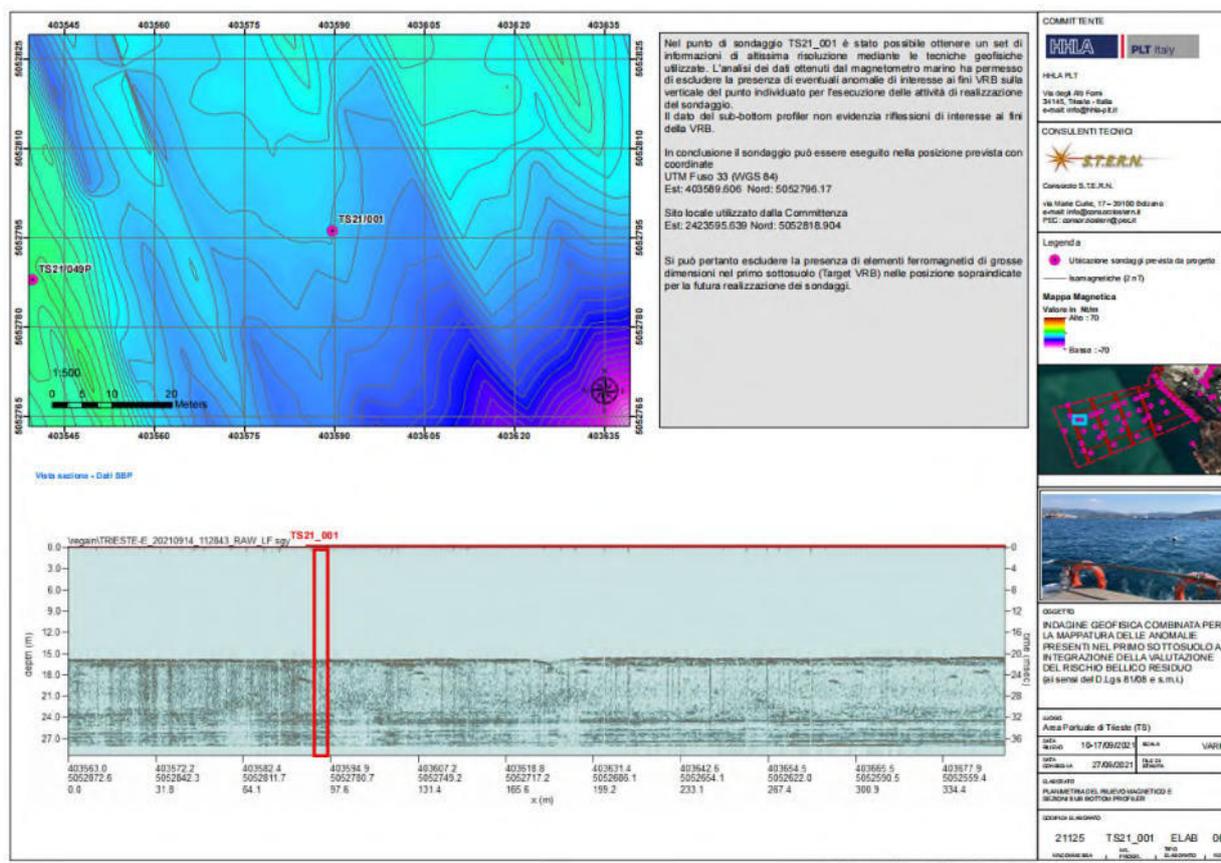


Immagine 27 - Esempio di report indagini geofisiche per punto di sondaggio.

I dati geofisici marini rilevati hanno portato all'identificazione di una zona anomalia di dimensioni notevoli ben evidente sui dati sia del magnetometro marino che del sub bottom profiler. Tale anomalia sulla base delle informazioni disponibili è attribuibile al relitto della corazzata SMS WIEN affondata nel 1917.

I risultati dell'analisi di dettaglio dei dati geofisici raccolti nei pressi del relitto della corazzata Wien sono riportati nella tavola allegato 21125 TAV_B_02.

Su richiesta della committenza è stata eseguita una analisi dei dati geofisici finalizzata all'individuazione dell'ubicazione di due condutture scarico del depuratore di Servola.

I risultati dell'analisi di dettaglio dei dati geofisici raccolti nei pressi delle condutture sono riportati nella tavola allegata 21125 TAV_B_01.

I risultati dell'interpretazione dei restanti dati delle indagini a mare sono riportati nelle tavole allegate.

I dati permettono di identificare una serie di anomalie magnetiche e di riflettori sismo-acustici anomali nei dati del sub-bottom profiler.



Tali anomalie sono riportate nella Tavola 21125_T_E_001.

LEGENDA

	Ubicazione sondaggi da progetto		Anomalia Lineare SBP
	Ubicazione sondaggi da geofisica		Anomalia Areale SBP
Anomalia Magnetica			
	Debole_Intensità		Area Mappata
	Media_Intensità		
	Forte_Intensità		

Immagine 28 - Dettaglio della tavola di consegna-Legenda degli elementi del rilievo magnetico e Sub Bottom Profiler

Di seguito le coordinate delle anomalie Sub bottom Profiler e Magnetiche individuate.

Coordinate (UTM 33/WGS 84) del baricentro delle Anomalie da rilievo Sub Bottom Profiler

Nome	Descrizione	Est	Nord
SBP_1	Anomalia Eterogenea	404190.22	5052736.2
SBP_2	Anomalia_Omogenea	404253.15	5052777.33
SBP_3	Anomalia_Omogenea	403996.54	5052892.52
SBP_4	Anomalia_Omogenea	403901.41	5052845.7
SBP_5	Anomalia Eterogenea	403850.62	5052797.35
SBP_6	Anomalia Eterogenea	403802.88	5052851.97
SBP_7	Anomalia Eterogenea	403790.19	5052849.58
SBP_8	Anomalia Eterogenea	403778.61	5052866.81
SBP_9	Anomalia Eterogenea	403768.11	5052770.16
SBP_10	Anomalia Eterogenea	403763.21	5052719.88
SBP_11	Relitto_Corazzata_Wien	403711.38	5052716.77
SBP_12	Anomalia Eterogenea	403658.84	5052766.14
SBP_13	Anomalia Eterogenea	403584.04	5052765.04



Coordinate (UTM 33/WGS 84) Anomalie da rilievo Magnetico

Nome	Descrizione	Est	Nord
Mag_01	Media_Intensità	404052.55	5052802.49
Mag_02	Debole_Intensità	404188.4	5052764.46
Mag_03	Media_Intensità	404118.37	5052715.06
Mag_04	Media_Intensità	403698.16	5052850.21
Mag_05	Debole_Intensità	403649.45	5052810.89
Mag_06	Debole_Intensità	403827.84	5052745.46
Mag_07	Media_Intensità	403786.54	5052589.95
Mag_08	Debole_Intensità	404285.29	5052991.45
Mag_09	Debole_Intensità	404417.28	5052831.36
Mag_10	Debole_Intensità	404401.74	5052833.93
Mag_11	Debole_Intensità	404213.78	5052940.8
Mag_12	Debole_Intensità	404428.16	5052853.78
Mag_13	Debole_Intensità	404215.78	5052977.48
Mag_14	Debole_Intensità	404071.37	5052984.87
Mag_15	Debole_Intensità	404090.78	5053018.67
Mag_16	Media_Intensità	404006.28	5052843.3
Mag_17	Media_Intensità	403906.78	5052660.23
Mag_18	Media_Intensità	403881.93	5052648.62
Mag_19	Debole_Intensità	403797.05	5052644.74
Mag_20	Debole_Intensità	403571.29	5052700.7
Mag_21	Debole_Intensità	403609.66	5052845.85
Mag_22	Debole_Intensità	403601.92	5052858.96
Mag_23	Debole_Intensità	403581.71	5052833.9
Mag_24	Debole_Intensità	403550.23	5052828.92
Mag_25	Media_Intensità	403884.24	5052876.75
Mag_26	Media_Intensità	403909.06	5052822.75
Mag_27	Media_Intensità	403881.05	5052929.46
Mag_28	Debole_Intensità	403615.8	5052712.06
Mag_29	Media_Intensità	403791.09	5052849.21
Mag_30	Media_Intensità	403900.93	5052847.62
Mag_31	Debole_Intensità	403575.81	5052762.55
Mag_32	Debole_Intensità	403588.35	5052769.18
Mag_33	Debole_Intensità	403770.37	5052769.96
Mag_34	Debole_Intensità	404251.78	5052779.67
Mag_35	Forte_Intensità	403708.33	5052719.77

Tabella 01 - Coordinate UTM FUSO 33 (WGS84) di ubicazione dei punti di anomalia

Ai fini della VRB si ritiene che le anomalie magnetiche Mag_28, Mag_29, Mag_30, Mag_31, Mag_32, Mag_33, Mag_34 e Mag_35 che ricadono in corrispondenza a riflettori ben marcati nei dati del SBP costituiscano anomalie di interesse ai fini della Valutazione del rischio bellico residuo.

6.4.2 RILIEVI A TERRA

Le indagini geofisiche effettuate hanno permesso di ottenere un set di informazioni ad altissima risoluzione delle aree oggetto di indagine.

In corrispondenza dei previsti punti di sondaggio sono state acquisite 14 tomografie elettriche 3D e un rilievo georadar (TAV01 - TAV11). Nella porzione antistante l'ingresso all'Acciaieria Arvedi Spa, è stata eseguita un'indagine combinata elettromagnetometrica e georadar (TAV12 - TAV14). In alcuni punti di sondaggio, su indicazione della Committenza per problemi logistici, i sondaggi sono stati spostati in posizioni più idonee. Questi sondaggi sono stati rinominati con il suffisso -NEW. Inoltre, in alcuni punti, per presenza di strutture o tubazioni individuate mediante il rilievo si è consigliato lo spostamento dei sondaggi, (suffisso -NEW). Di seguito sono riportate le ubicazioni dei punti di sondaggio e la presenza o meno di anomalie target.

Le anomalie target ai fini VRB, costituite da un oggetto metallico sepolto di dimensioni rilevanti, sono individuate dalla presenza di zone con bassi valori di resistività e con un corrispondente aumento nei valori di caricabilità (presenza di materiali polarizzabili).

I valori di resistività nel sottosuolo indagato variano da poche unità fino a oltre 250 Ohm*m mentre i valori di caricabilità variano da poche unità variabilmente fino a poche decine o a oltre 200 mV/V.

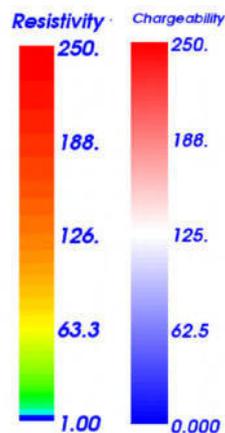


Immagine 29 - Scala dei valori di resistività (Ohm*m) e di caricabilità (mV/V)

I risultati dell'interpretazione delle indagini effettuati sui punti di sondaggio a terra sono riportati nelle tavole allegate.

Nella zona antistante l'ingresso all'Acciaieria Arvedi Spa, è stata eseguita un'indagine combinata elettromagnetometrica e georadar su un'area di estensione pari a circa 10000 m² di interesse per le future opere in progetto.

Il rilevamento elettromagnetometrico (VLF) ha consentito di ottenere sette planimetrie di variazione della componente verticale del C.M.T. (Campo Magnetico Terrestre) alle sette frequenze indagate. Tali planimetrie forniscono un'interpretazione semi-quantitativa dell'ubicazione ed estensione di elementi ferromagnetici che possono essere presenti fino a circa 12 m dal piano campagna. I risultati, sotto forma di isolinee dei valori di variazione della somma della componente verticale del C.M.T. delle sette frequenze acquisite sono riportati nelle tavole allegate.

Il rilievo georadar ha consentito di individuare e mappare le anomalie presenti nel primo sottosuolo fino ad una profondità di circa 3 m correlabili a sottoservizi e strutture sepolte oltre ad una serie di anomalie lineari.

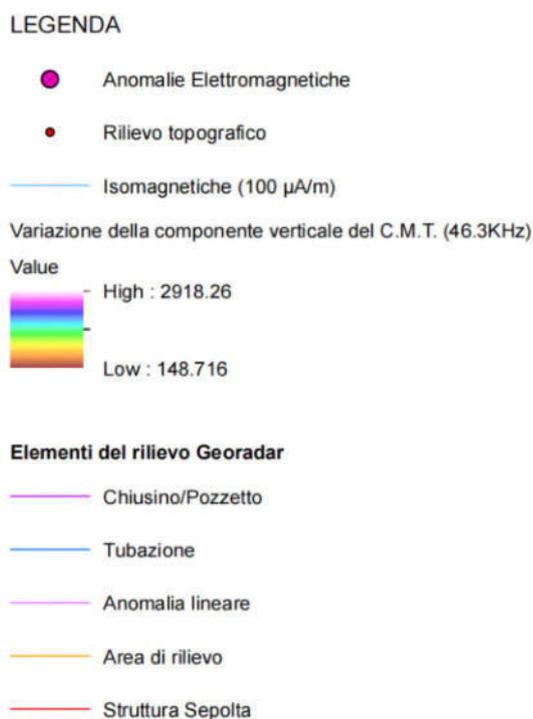


Immagine 30 - Dettaglio delle tavole di consegna-Legenda degli elementi del rilievo elettromagnetico VLF e Georadar

Nell'area di interesse, il rilievo elettromagnetometrico (VLF) e georadar ha evidenziato la presenza di cinque anomalie puntuali la cui presenza non è correlabile con sottoservizi/chiusini/strutture presenti nel terreno e che pertanto costituiscono elemento di interesse ai fini VRB.

Di seguito si riportano i grafici rappresentanti la variazione della componente verticale del campo magnetico terrestre relativi alle anomalie target VRB individuate.

Il profilo della distribuzione dei valori di componente verticale del campo magnetico estratto in corrispondenza dell'anomalia target VRB A01 è riportato nell'immagine sottostante; l'anomalia è caratterizzata dalla presenza di un picco positivo di variazione del campo magnetico i cui valori variano da 300 $\mu\text{A/m}$ a 900 $\mu\text{A/m}$. Nel complesso l'anomalia si sviluppa su una distanza di circa 3.0 m.

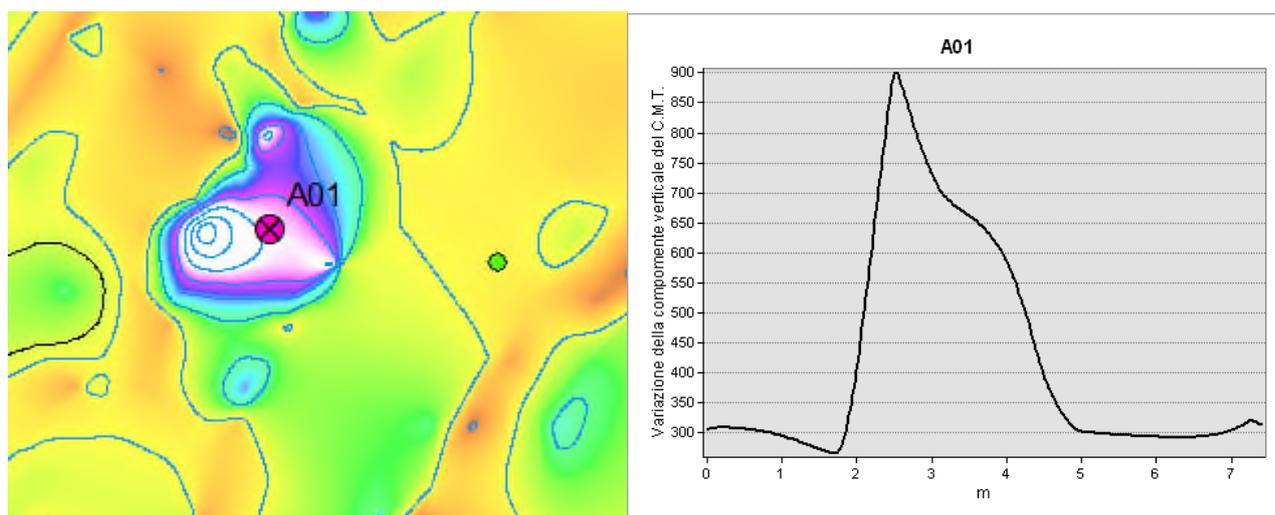


Immagine 31 - Distribuzione dei valori di variazione verticale del C.M.T. dell'anomalia A01

Il profilo della distribuzione dei valori di componente verticale del campo magnetico estratto in corrispondenza dell'anomalia target VRB A02 è riportato nell'immagine sottostante; l'anomalia è caratterizzata dalla presenza di un picco positivo di variazione del campo magnetico i cui valori variano da circa 300 $\mu\text{A/m}$ a oltre 1400 $\mu\text{A/m}$. Nel complesso l'anomalia si sviluppa su una distanza di circa 3.5 m.

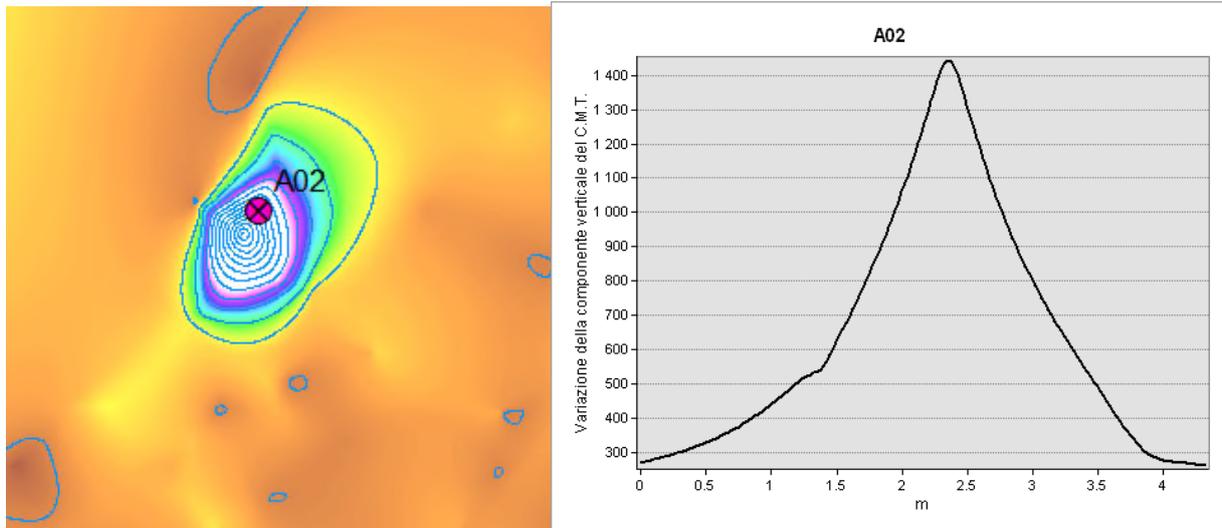


Immagine 32 - Distribuzione dei valori di variazione verticale del C.M.T. dell'anomalia A02

Il profilo della distribuzione dei valori di componente verticale del campo magnetico estratto in corrispondenza dell'anomalia target VRB A03 è riportato nell'immagine sottostante; l'anomalia è caratterizzata dalla presenza di un picco positivo di variazione del campo magnetico i cui valori variano da 360 $\mu\text{A/m}$ a 580 $\mu\text{A/m}$. Nel complesso l'anomalia si sviluppa su una distanza di circa 3.0 m.

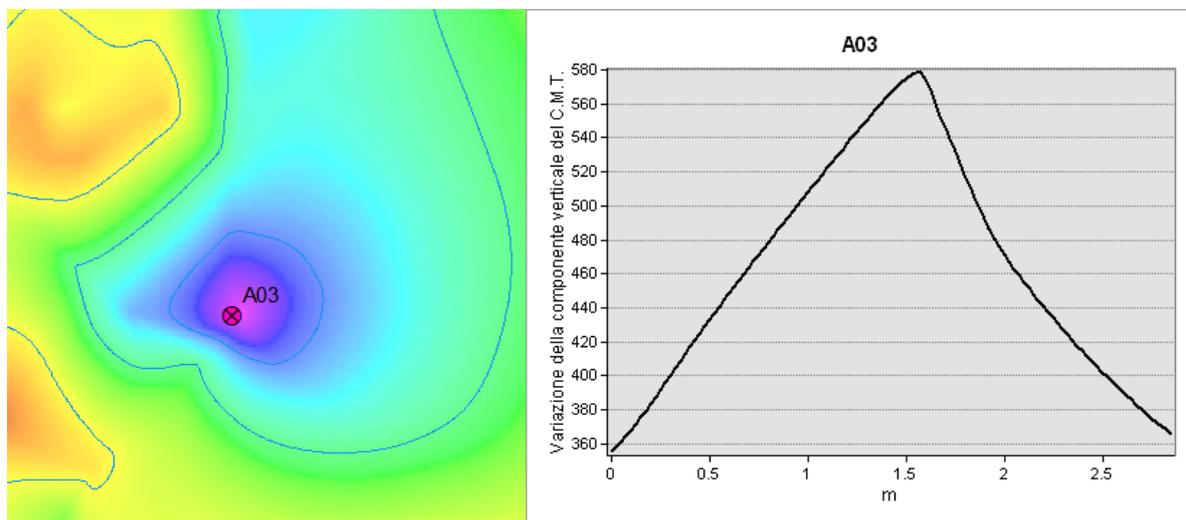


Immagine 33 - Distribuzione dei valori di variazione verticale del C.M.T. dell'anomalia A03

Il profilo della distribuzione dei valori di componente verticale del campo magnetico estratto in corrispondenza dell'anomalia target VRB A04 è riportato nell'immagine sottostante; l'anomalia è caratterizzata dalla presenza di due picchi positivi di variazione del campo magnetico i cui valori variano da 400 $\mu\text{A/m}$ a 1600 e 1800 $\mu\text{A/m}$. Nel complesso l'anomalia si sviluppa su una distanza di circa 7.0 m.

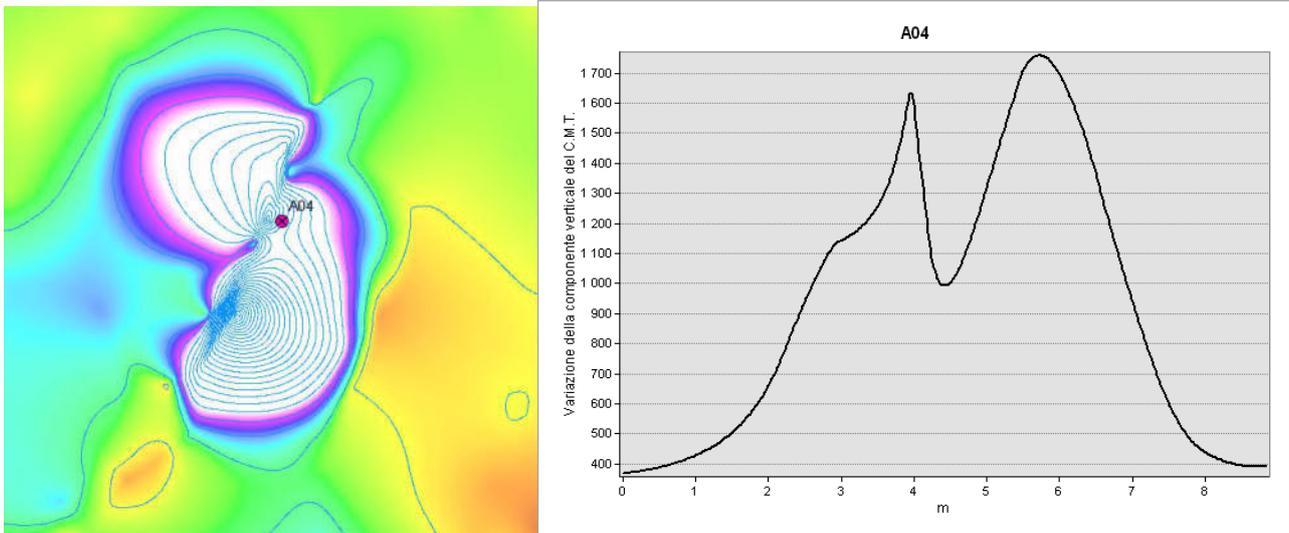


Immagine 34 - Distribuzione dei valori di variazione verticale del C.M.T. dell'anomalia A04

Il profilo della distribuzione dei valori di componente verticale del campo magnetico estratto in corrispondenza dell'anomalia target VRB A05 è riportato nell'immagine sottostante; l'anomalia è caratterizzata dalla presenza di un picco positivo di variazione del campo magnetico i cui valori variano da 320 $\mu\text{A/m}$ a 680 $\mu\text{A/m}$. Nel complesso l'anomalia si sviluppa su una distanza di circa 2.5 m.

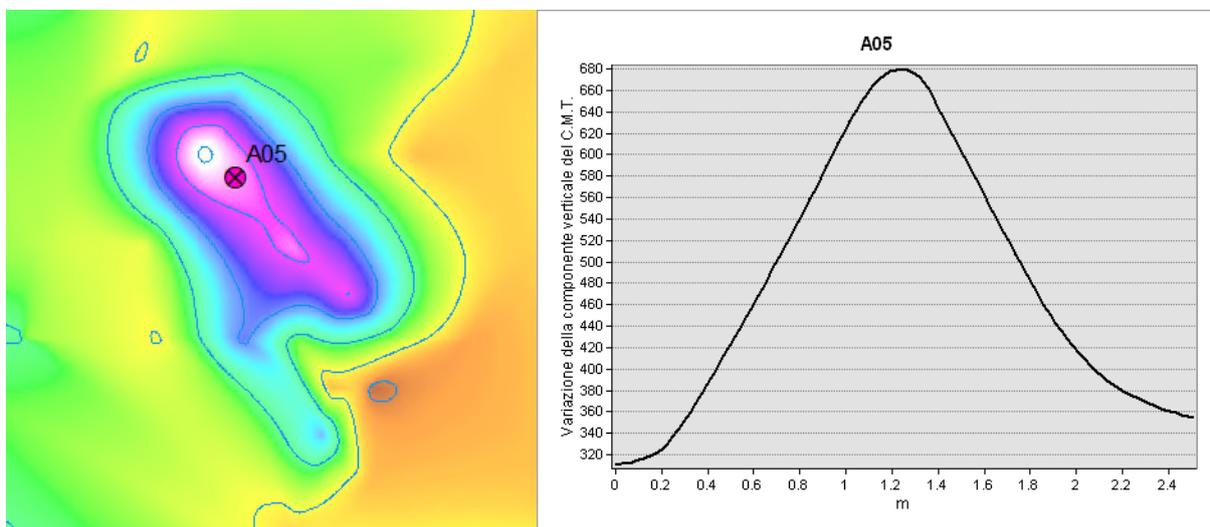


Immagine 35 - Distribuzione dei valori di variazione verticale del C.M.T. dell'anomalia A05

Nella seguente tabella sono riportate le coordinate UTM fuso 33 (WGS84) delle anomalie riscontrate nell'area.

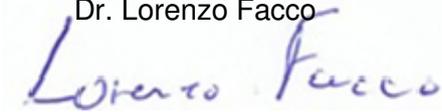


NOME	EST	NORD
A01	404 650.61	5 053 187.22
A02	404 703.22	5 053 217.24
A03	404 611.40	5 053 127.17
A04	404 639.71	5 053 127.56
A05	404 619.14	5 053 113.28

Tabella 02 - Coordinate UTM FUSO 33 (WGS84) di ubicazione dei punti di anomalia

Il tecnico incaricato

Dr. Lorenzo Facco



7 CONCLUSIONI

Obiettivo prefissato della presente analisi è fornire alle figure responsabili del coordinamento della sicurezza in fase progettuale uno strumento per ottemperare agli obblighi normativi vigenti, ovvero per valutare il grado di rischio bellico residuale ascrivibile al sito progettuale, al fine di prevedere la necessità o meno di ulteriori interventi di analisi, valutazione o messa in sicurezza convenzionale.

Nell'analisi e valutazione di un rischio bellico residuo, come previsto dalla vigente legislazione, in considerazione della delicatezza della materia in esame, si applica un criterio che consenta di definire due parametri interpretativi limite di definizione da trasmettere al Coordinatore della Sicurezza:

- *Livello rischio bellico residuo "accettabile", in relazione alle conoscenze note.*
- *Livello rischio bellico residuo "non accettabile", in relazione alle conoscenze note.*

Il primo strumento disponibile ed utilizzabile in sede di valutazione rischio bellico residuo è rappresentato dallo studio storico preliminare (analisi storiografica). L'analisi storiografica, riportata nella relazione STR.0522.RTC.001, documenta un'attività bellica rilevante sul territorio in esame.

A supporto dell'analisi storiografica, dunque, al fine di contestualizzare il livello di rischio per le aree in esame, è stata eseguita una campagna di indagini strumentali indirette, di tipo geofisico, volte ad individuare eventuali masse metalliche presenti, riconducibili a potenziali elementi bellici.

L'analisi strumentale indiretta ha evidenziato la presenza di anomalie ferromagnetiche verosimilmente associabili ai target di interesse della Valutazione del Rischio Bellico (tipicamente bombe d'aereo 500/1000 libbre).

La sovrapposizione di tali dati con le ubicazioni dei sondaggi ha permesso di realizzare questi ultimi con il supporto dei dati strumentali volti a appurare l'assenza di anomalie magnetiche, e tale sovrapposizione è avvenuta contestualmente alle indagini. Ciò premesso, per le aree analizzate, la combinazione dei dati dei rilievi strumentali permette di asserire quanto segue:

PER LA PARTE A TERRA le anomalie di interesse della VRB sono quelle individuate dagli identificatori: A01, A02, A03, A04 e A05. Per tali aree (e immediato intorno, inteso come area centrata nel punto individuato, e di raggio pari a 5 m), identificate e localizzate nella tavola 21125_TAV14_GRD_VLF, si ritiene di dover orientare la valutazione del rischio bellico residuo, di competenza del Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione, verso un rischio NON



ACCETTABILE, dove riferito al target delle bombe d'aereo (500/1000 libbre) e dei proietti d'artiglieria di medio e grosso calibro, o altri residuati bellici potenzialmente pericolosi.

PER LA PARTE A MARE le anomalie di interesse della VRB sono quelle individuate dagli identificatori: Mag_28, Mag_29, Mag_30, Mag_31, Mag_32, Mag_33, Mag_34 e Mag_35. Per tali aree (e immediato intorno, inteso come area riportata sulle tavole grafiche, allargate di 10 m per lato), identificate e localizzate nella tavola 21125_T_E_001, si ritiene di dover orientare la valutazione del rischio bellico residuo, di competenza del Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione, verso un rischio NON ACCETTABILE, dove riferito al target delle bombe d'aereo (500/1000 libbre) e dei proietti d'artiglieria di medio e grosso calibro, o altri residuati bellici. Si specifica che l'anomalia Mag_35 corrisponde al relitto della corazzata WIEN

CORAZZATA WIEN: L'anomalia Mag_35 individuata sulle tavole ed attribuita in modo certo alla Corazzata Wien è da considerarsi a tutti gli effetti **REPERTO BELLICO**. Come tale non è possibile, per tale ambito e solo per quello, procedere a Bonifica Bellica Sistemica, ma è eventualmente possibile, premesso il benessere della *Soprintendenza archeologia, belle arti e paesaggio del Friuli-Venezia Giulia*, la consegna diretta al Ministero della Difesa per l'eliminazione del residuo. Si consiglia pertanto, viste le competenze e l'interesse del Ministero per tale relitto, di modificare il progetto non procedendo a sondaggi o costruzioni su tale sito.

Per tutte le restanti aree, a terra e a mare, si ritiene di poter orientare la valutazione del rischio bellico residuo, di competenza del Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione, verso un rischio ACCETTABILE, dove riferito al target delle bombe d'aereo (500/1000 libbre) e dei proietti d'artiglieria di medio e grosso calibro.

A lettera delle Linee Guida Sicurezza emanate dal CNI (edizione 2017 – revisione 2018) in materia di valutazione rischio bellico, si rammenta che le procedure operative da adottarsi a cura del coordinatore della sicurezza all'interno del documento di valutazione rischi sono le seguenti:

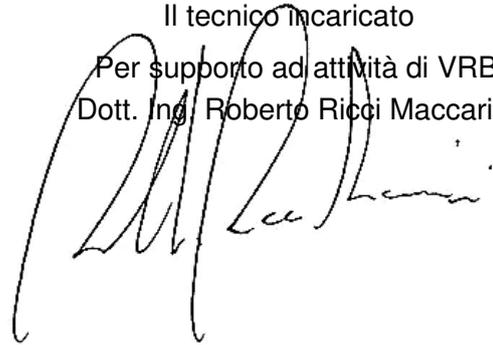
- Qualora il CSP valuti **RISCHIO NON ACCETTABILE** si rende necessario attivare la procedura di bonifica (bonifica bellica sistemica preventiva) e tutte le eventuali misure di prevenzione e protezione allo scavo ritenute migliorative e/o integrative per la situazione in oggetto.



- Qualora il CSP valuti RISCHIO ACCETTABILE, non è necessario attivare la procedura di bonifica bellica preventiva, ma è comunque opportuno che valuti l'impiego di misure integrative di sicurezza degli scavi e che preveda una ben precisa procedura che imprese e lavoratori autonomi dovranno seguire in caso di ritrovamento accidentale (bonifica occasionale) che si riassume in:
 - sospensione immediata lavorazioni in cantiere;
 - segnalazione rinvenimento ordigni cc competente (o autorità PS)
 - intervento/sopralluogo genio guastatori su ordigni;
 - ripresa lavori post smaltimento/distruzione/disattivazione;

Bolzano 12.11.2021

Il tecnico incaricato
Per supporto ad attività di VRB
Dott. Ing. Roberto Ricci Maccarini

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Roberto Ricci Maccarini", written over the typed name.

8 APPENDICE FOTOGRAFICA INDAGINE STRUMENTALE



Foto - Magnetometro marino Explorer Marine Magnetics



Foto - Esecuzione rilievo con magnetometro marino



Foto - Sistema GNSS Trimble R8s



Foto - Sistema GNSS Trimble R8s e trasduttore SBP Innomar Smart



Foto - Consolle di acquisizione dati magnetici e SBP



Foto - Consolle di acquisizione SBP



Foto - Esecuzione del rilievo georadar multicanale con IDS Stream X

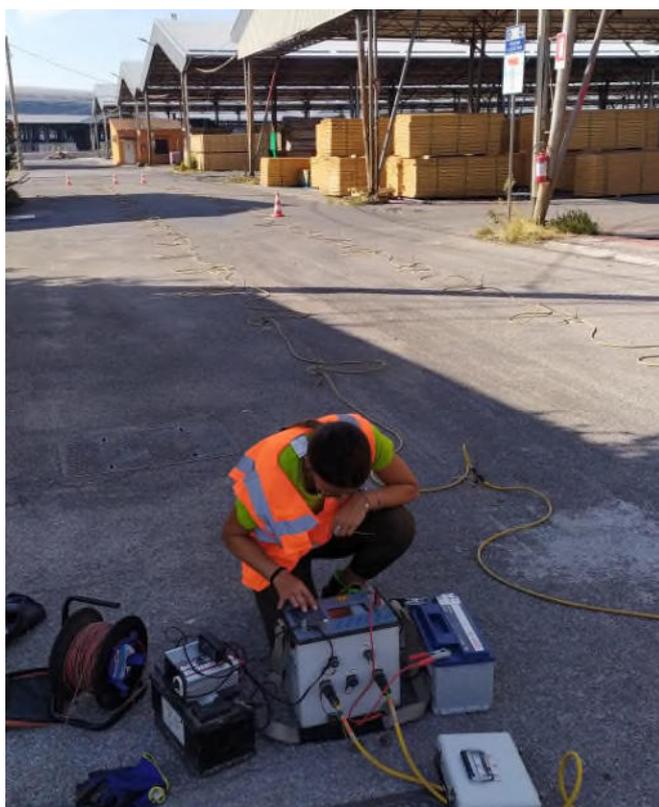


Foto - Esecuzione ERT 3D con georesistivimetro IRIS Syscal Pro



Foto - Esecuzione del rilievo elettromagnetico con strumentazione EMFAD VLF

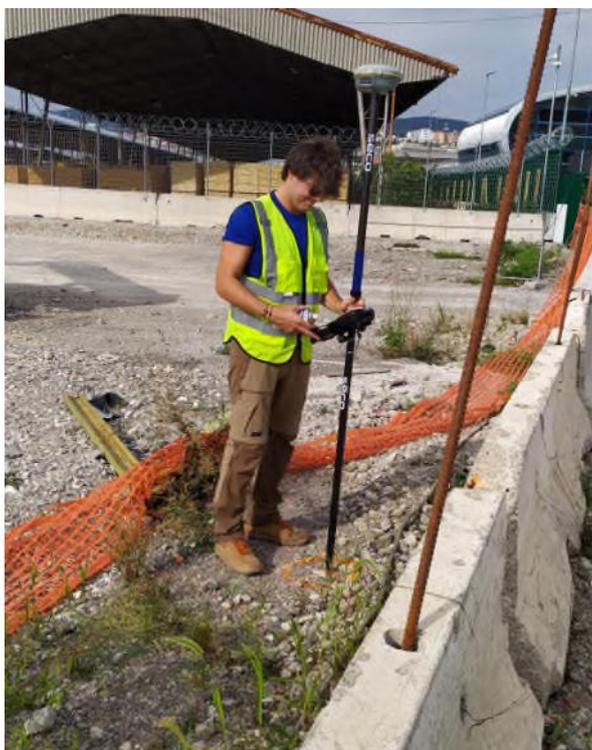
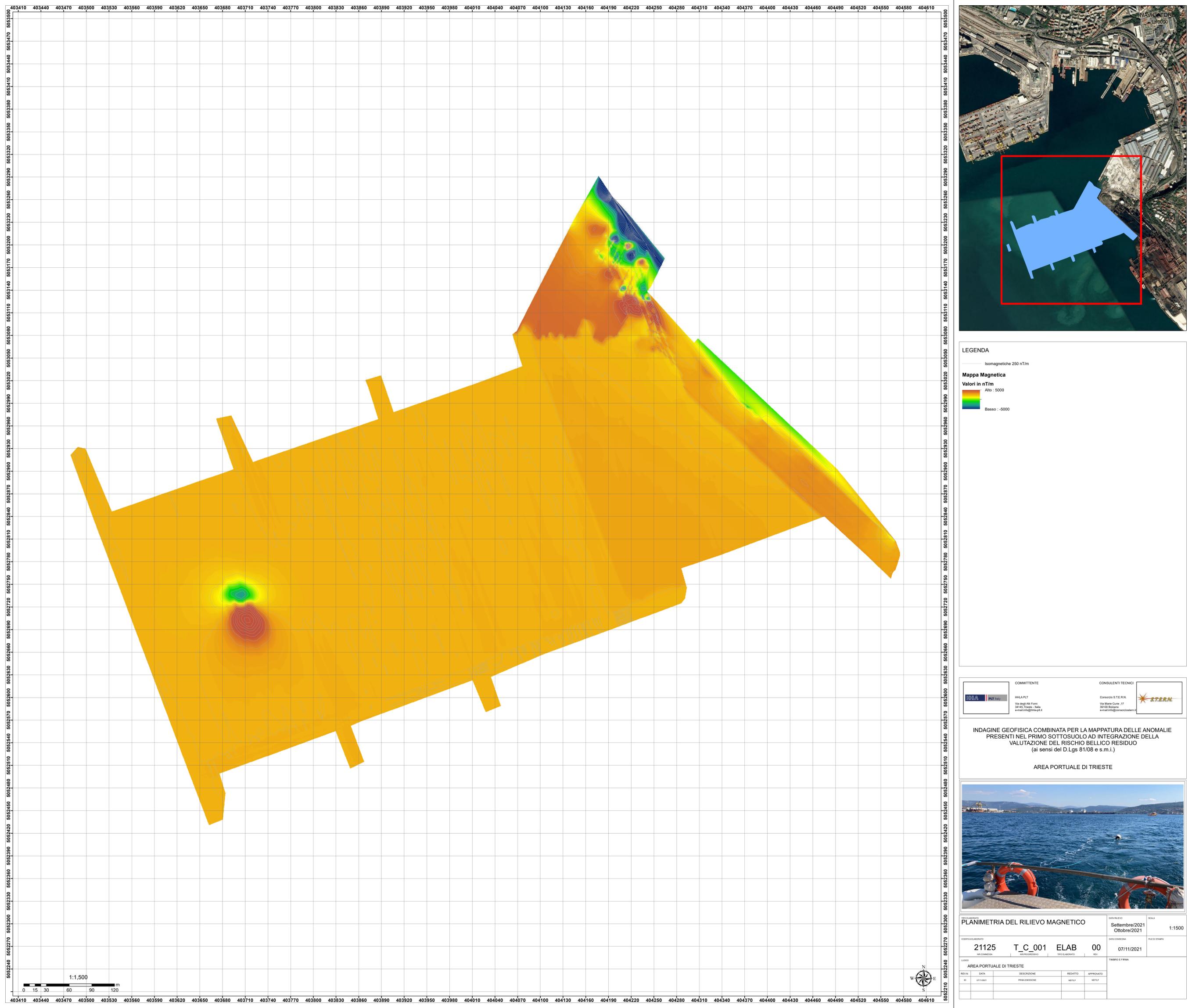


Foto - Esecuzione del rilievo topografico con Trimble R8s



LEGENDA

Isomagnetiche 250 nT/m

Mappa Magnetica

Valori in nT/m

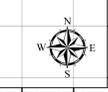
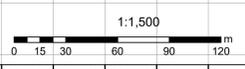
Alto : 5000

Basso : -5000

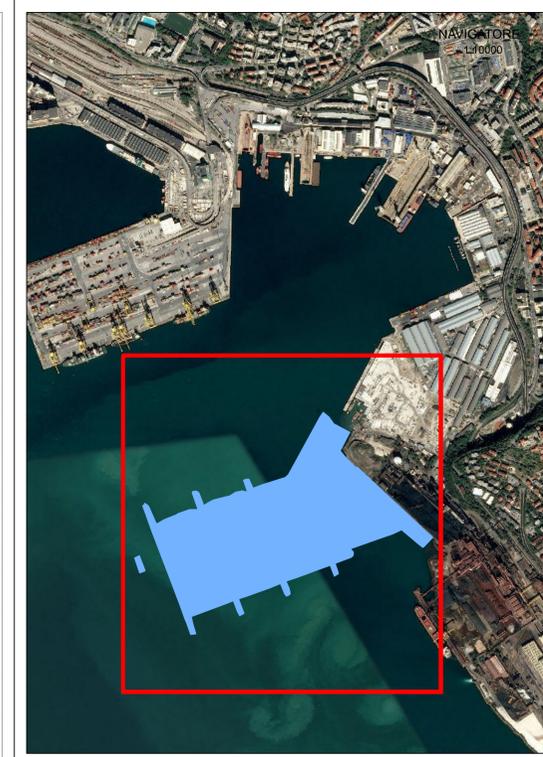
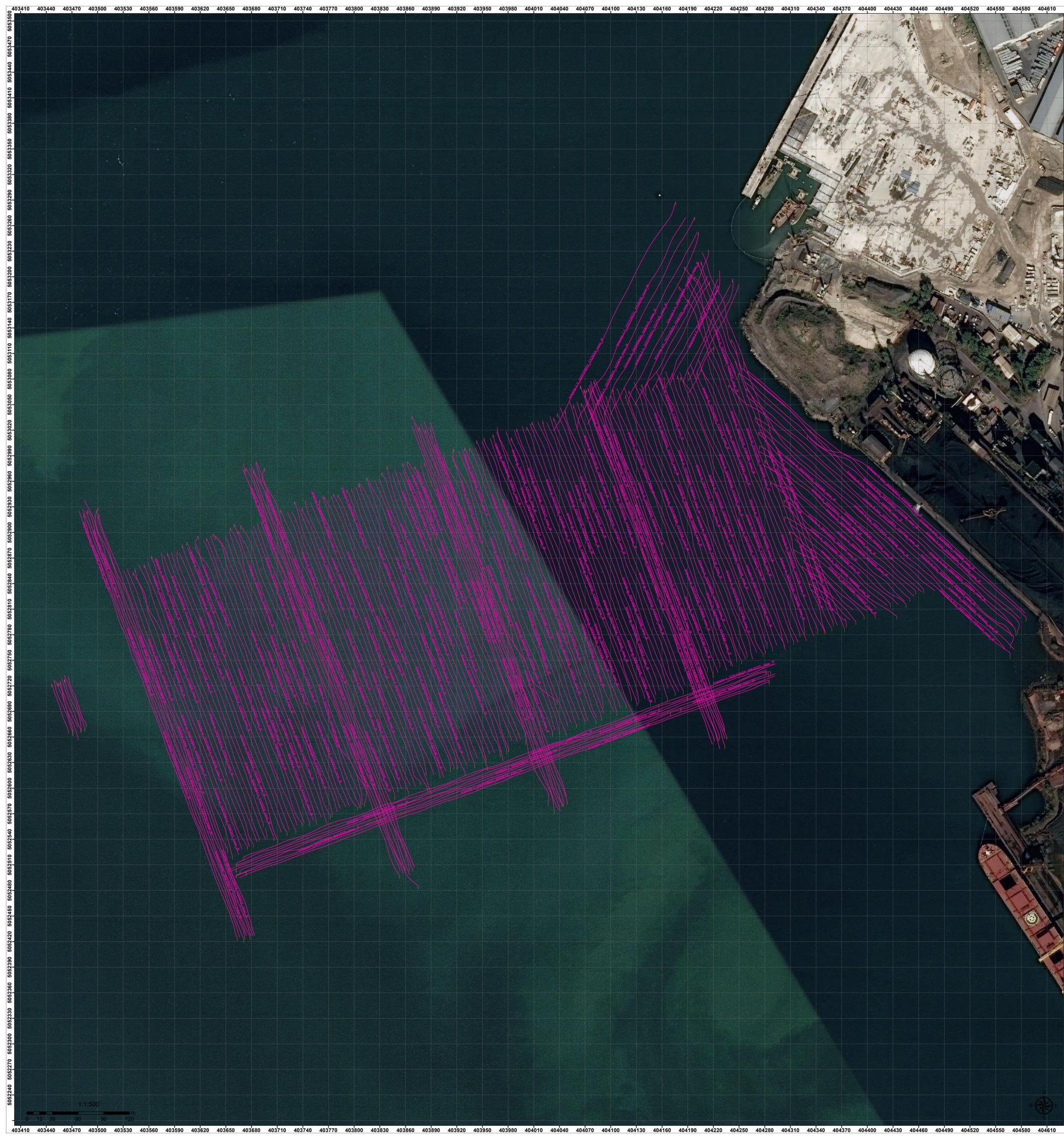
COMMITTENTE		CONSULENTI TECNICI	
	H&A PLT Via degli Ari Formi 34145 Trieste - Italia e-mail: info@hamp.it		Consorzio S.T.E.R.N. Via Mare Curie, 17 30100 Bolzano e-mail: info@consorzio.stern.it

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE



PROGETTO PLANIMETRIA DEL RILIEVO MAGNETICO				DATA RILEV: Settembre/2021 Ottobre/2021	SCALA 1:1500
CODIFICA ELABORAZIONE 21125 T_C_001 ELAB 00				DATA CORREZIONE 07/11/2021	FILE DI STAMPA
LAVORO AREA PORTUALE DI TRIESTE				TIMBRO E FIRMA	
REV. N°	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO	
01	07/11/21	PRIMA EMISSIONE	METEL	METEL	



LEGENDA

Tracciati_SBP

COMMITTENTE: H&A PLT
 Via degli Ari Formi, 3442, Trieste - Italia
 e-mail: info@h&a-plt.it

CONSULENTI TECNICI: Consorzio S.T.E.R.N.
 Via Matte Curie, 17, 34100 Bolzano
 e-mail: info@consorzioatern.it

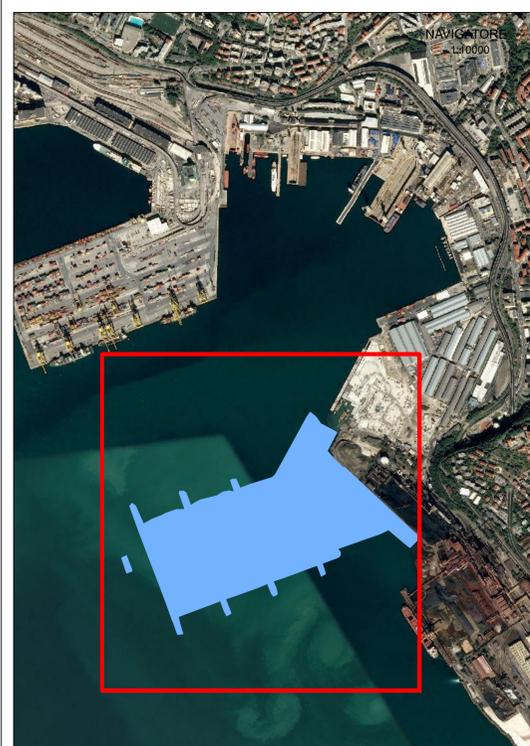
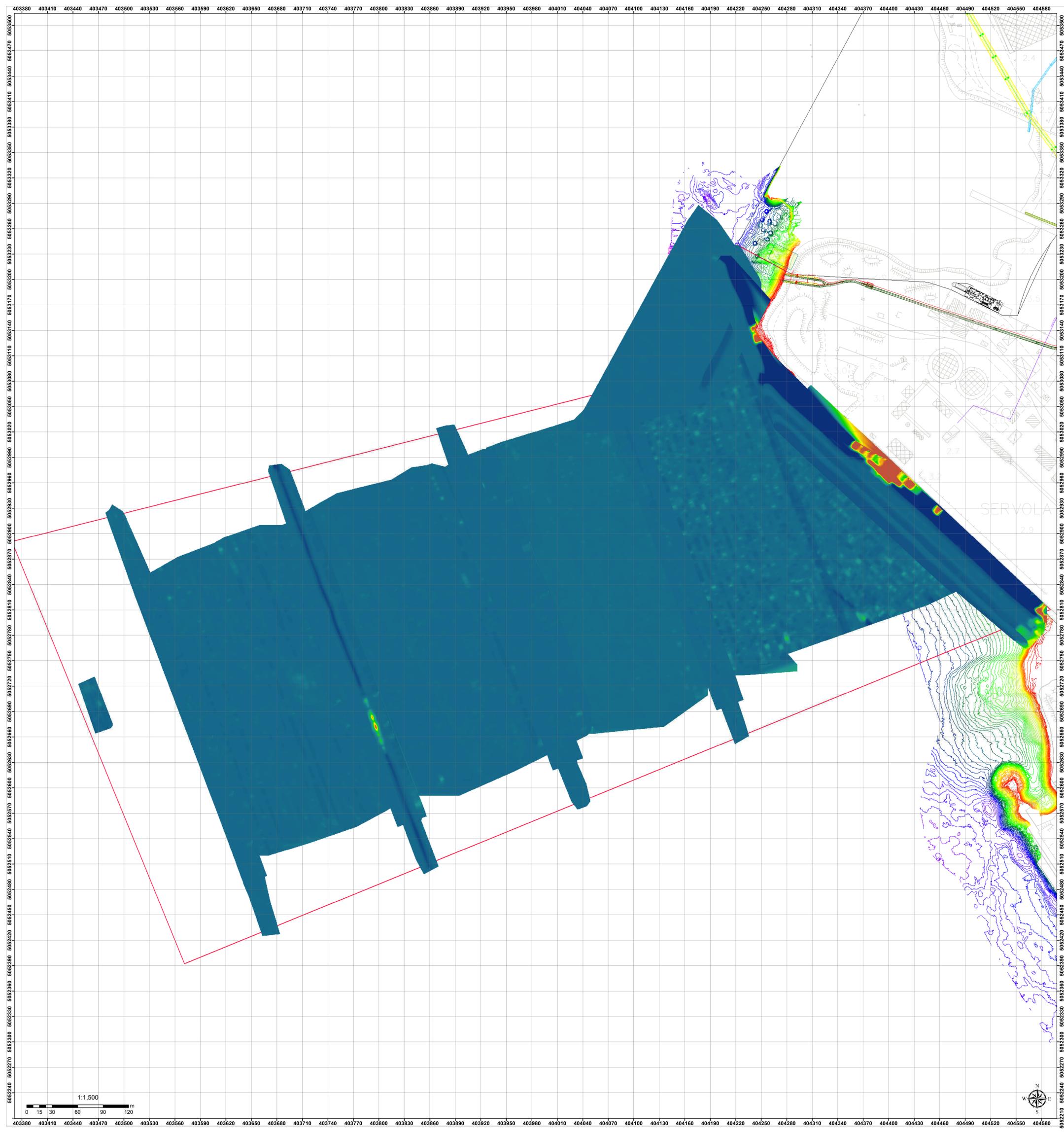
INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE



PROGETTO: PLANIMETRIA DI UBICAZIONE DEI TRANSETTI SUB BOTTOM PROFILER		DATA REDATTA: Settembre/2021 Ottobre/2021	SCALA: 1:1500
CODIFICA ELABORATO: 21125	T_D_001	ELAB 00	DATA CONSEGNA: 02/11/2021
NUMERO PROGETTO: 21125	NUMERO ELABORATO: T_D_001	NUMERO REV: 00	NUMERO STAMPATA: 00
LUGO: AREA PORTUALE DI TRIESTE			TIPO E FIRMA
REDAZIONE: []	DATA: []	DESCRIZIONE: []	APPROVATO: []
REDAZIONE: []	DATA: []	DESCRIZIONE: []	APPROVATO: []





LEGENDA

Piano di Riflettanza SBP

Valore

Alto - 8500

Basso - -1000

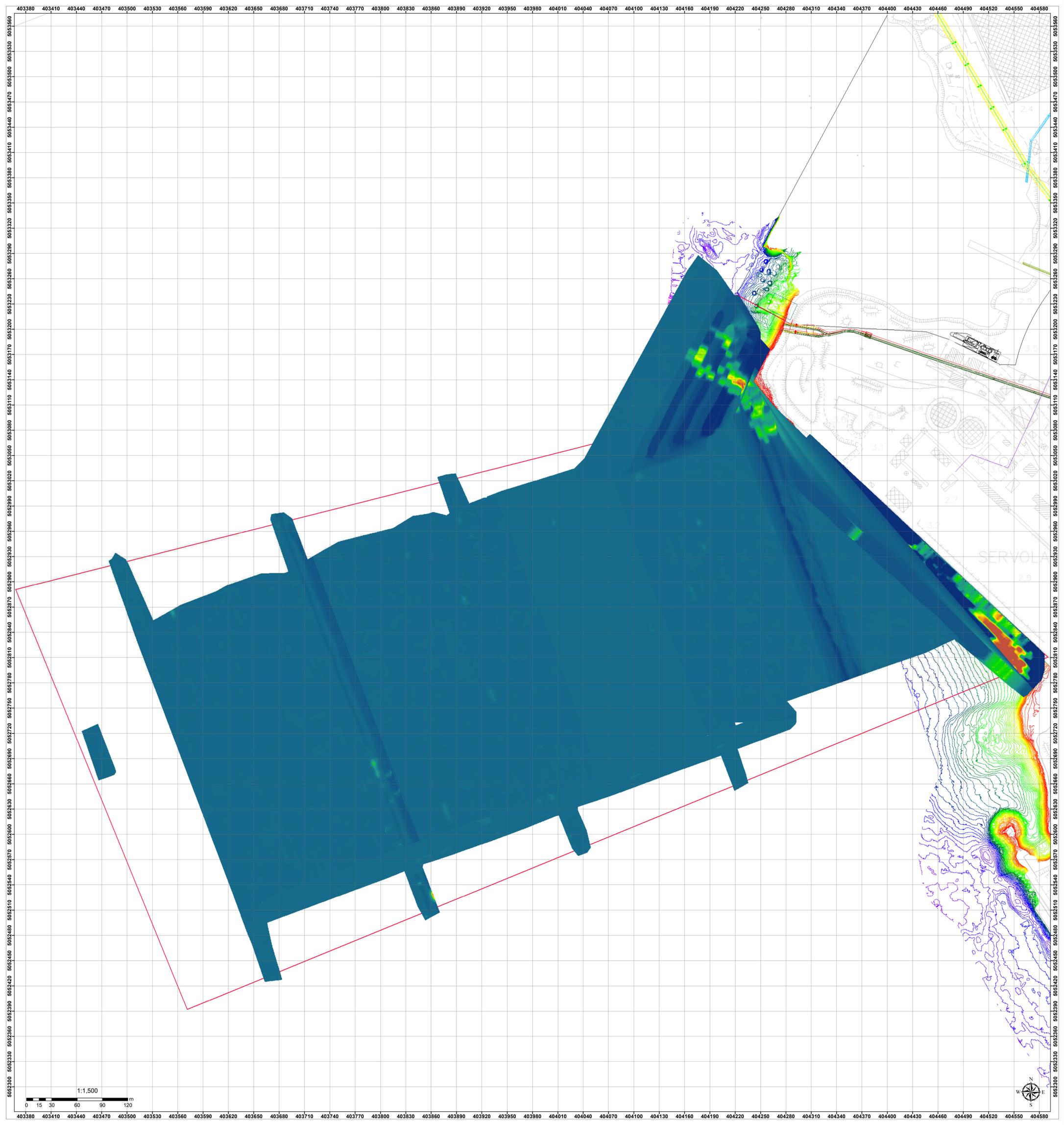
COMMITTENTE H&A PLT Via degli Arii Formi 34145 Trieste - Italia e-mail: info@h&a-plt.it		CONSULENTI TECNICI Consorzio S.T.E.R.N. Via Matte Curie, 17 34100 Bolzano e-mail: info@consorzio.stern.it	
--	--	--	--

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE



CODICE OPERAZIONE 21125 T_D_002 ELAB 00				DATA REDAZIONE Settembre/2021 Ottobre/2021		SCALA 1:1500	
CODICE LABORATORIO ME PROIEZIONE				DATA CORREZIONE 03/11/2021		FILE DI STAMPA	
LUOGO AREA PORTUALE DI TRIESTE				TIMBRO E FIRMA			
REVISI	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO			
MI	03/11/21	PRIMA EMISSIONE	METFL	METFL			

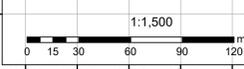


LEGENDA

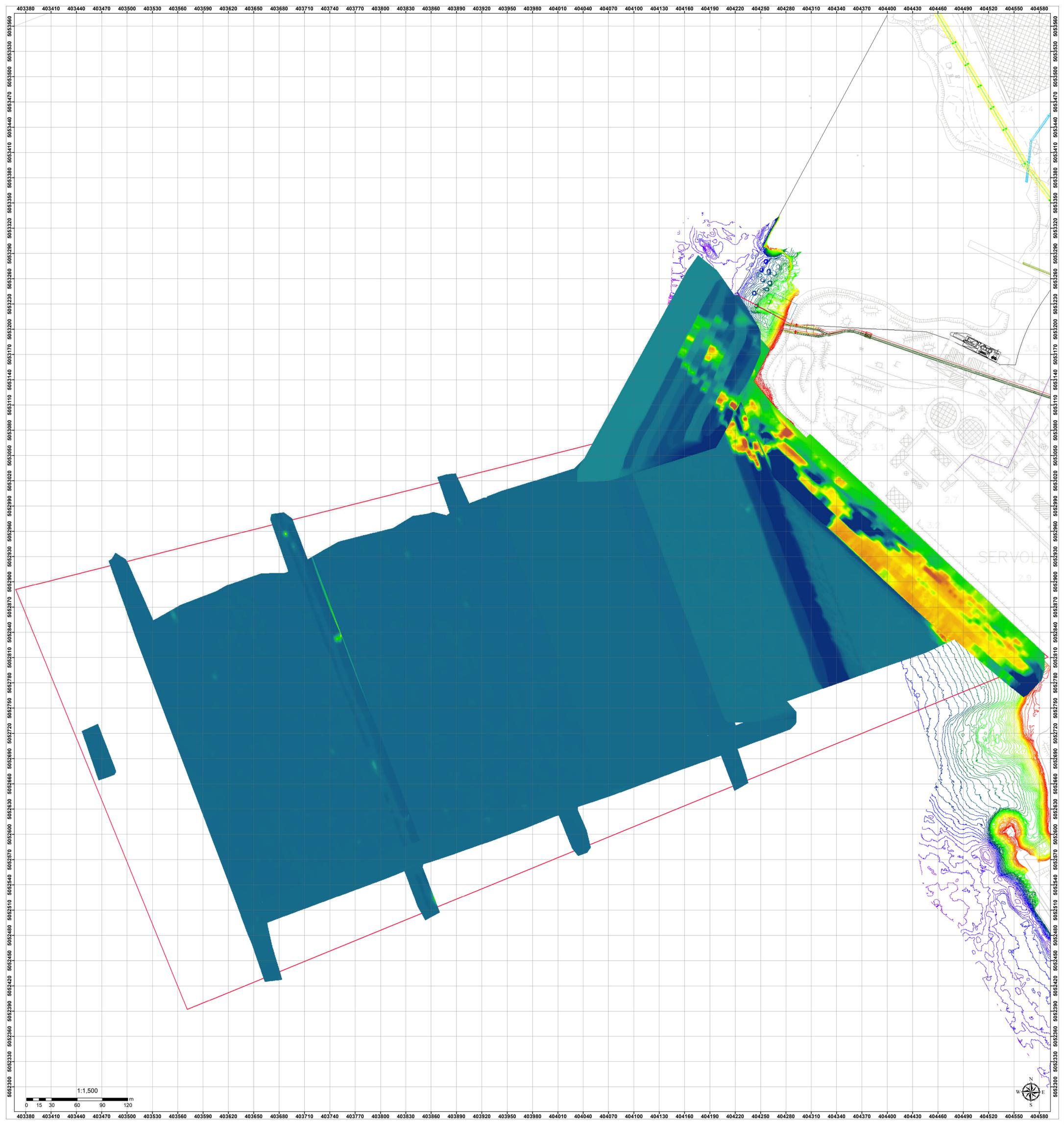
COMMITTENTE: H&A PLT
 Via degli Ari Forni, 3445, Trieste - Italia
 e-mail: info@h&a-plt.it

CONSULENTI TECNICI: Consorzio S.T.E.R.N.
 Via Matte Curie, 17, 33100 Bolzano
 e-mail: info@consorzio.stern.it

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)
AREA PORTUALE DI TRIESTE



CODICE OPERATIVO: 21125 NOME COMMISSE: T_D_003				DATA ELABORAZIONE: ELAB 00 DATA APPROVAZIONE: 03/11/2021		DATA REVISIONE: Settembre/2021 Ottobre/2021	SCALA: 1:1500
AREA PORTUALE DI TRIESTE				TIPO ELABORAZIONE:		FILE DI STAMPA:	
REVISIONI:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDATTO:	APPROVATO:	TIMBRO E FIRMA:		
N°:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDATTO:	APPROVATO:	(Empty space for stamp and signature)		



LEGENDA

Piano di Riflettanza SBP

Valore

Alto : 8500

Basso : -1000

COMMITTENTE: H&A PLT
Via degli Arii Formi, 3445, Trieste - Italia
e-mail: info@h&a-plt.it

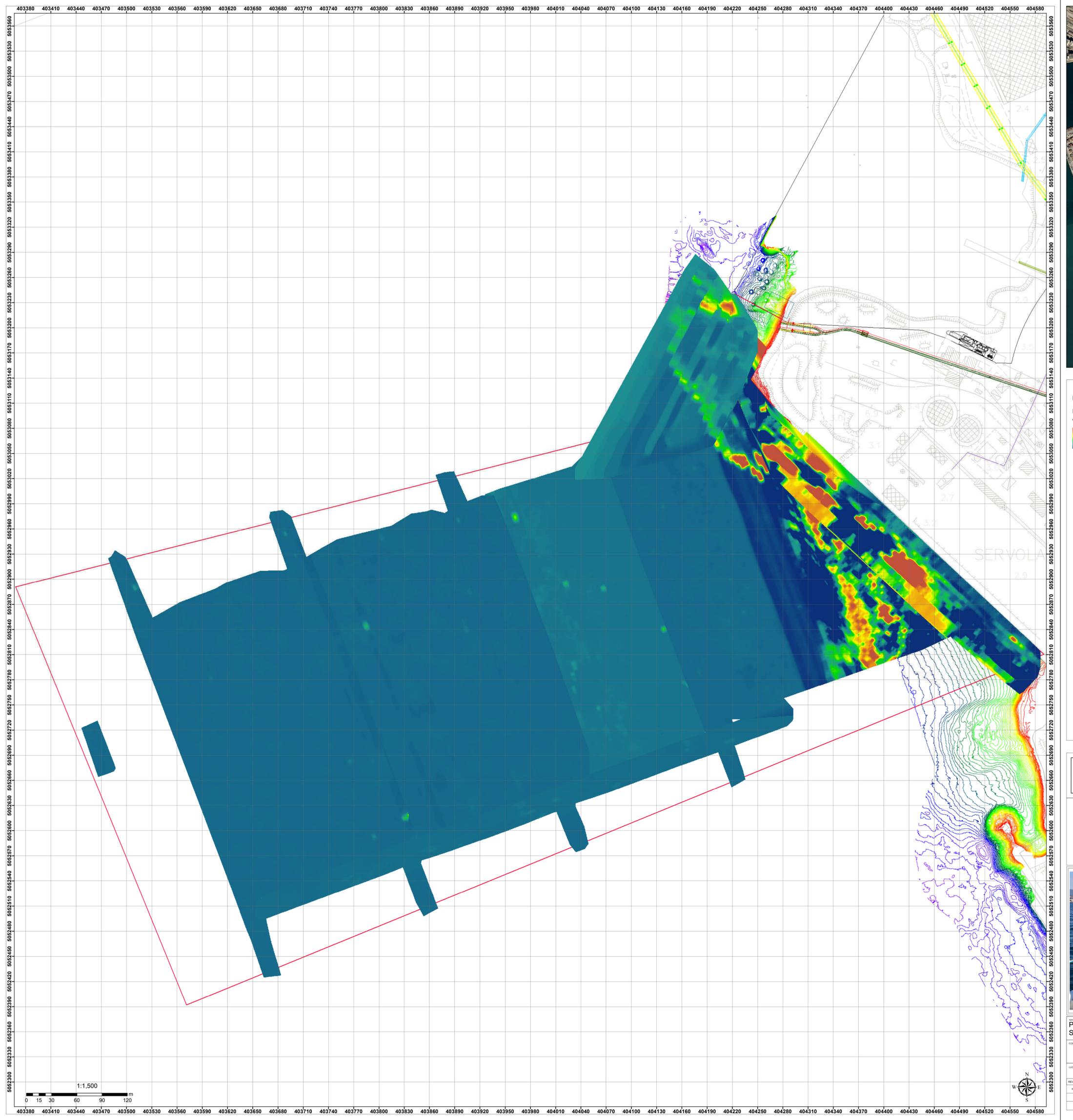
CONSULENTI TECNICI: Consorzio S.T.E.R.N.
Via Matte Curie, 17
30100 Belluno
e-mail: info@consorzioatern.it

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE



CODICE LABORATORIO: 21125 T_D_004 ELAB 00 <small>NR. COMMIS. NR. PROGRESSIVO TIPO LABORATORIO REV.</small>				DATA ELABORAZIONE: Settembre/2021 <small>REVISIONI</small>	DATA: 03/11/2021 <small>REVISIONI</small>	SCALA: 1:1500 <small>FILE DI STAMPA</small>
AREA PORTUALE DI TRIESTE						
REV. 01 DATA: 03/11/2021 DESIG. 01 PRIMA ELABORAZIONE	REDATTO: MATEL APPROVATO: MATEL	TIMBRO E FIRMA				



LEGENDA

Piano di Riflettanza SBP
Valore
 Alto : 8500
 Basso : -1000



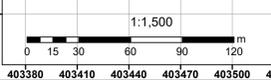
 H&A PLT Via degli Arii Formi 34145 Trieste - Italia e-mail info@h&a-plt.it		COMMITTENTE CONSUULENTI TECNICI Consorzio S.T.E.R.N. Via Mare Curie, 17 34100 Trieste e-mail info@consorzio.stern.it		
---	--	---	--	--

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE

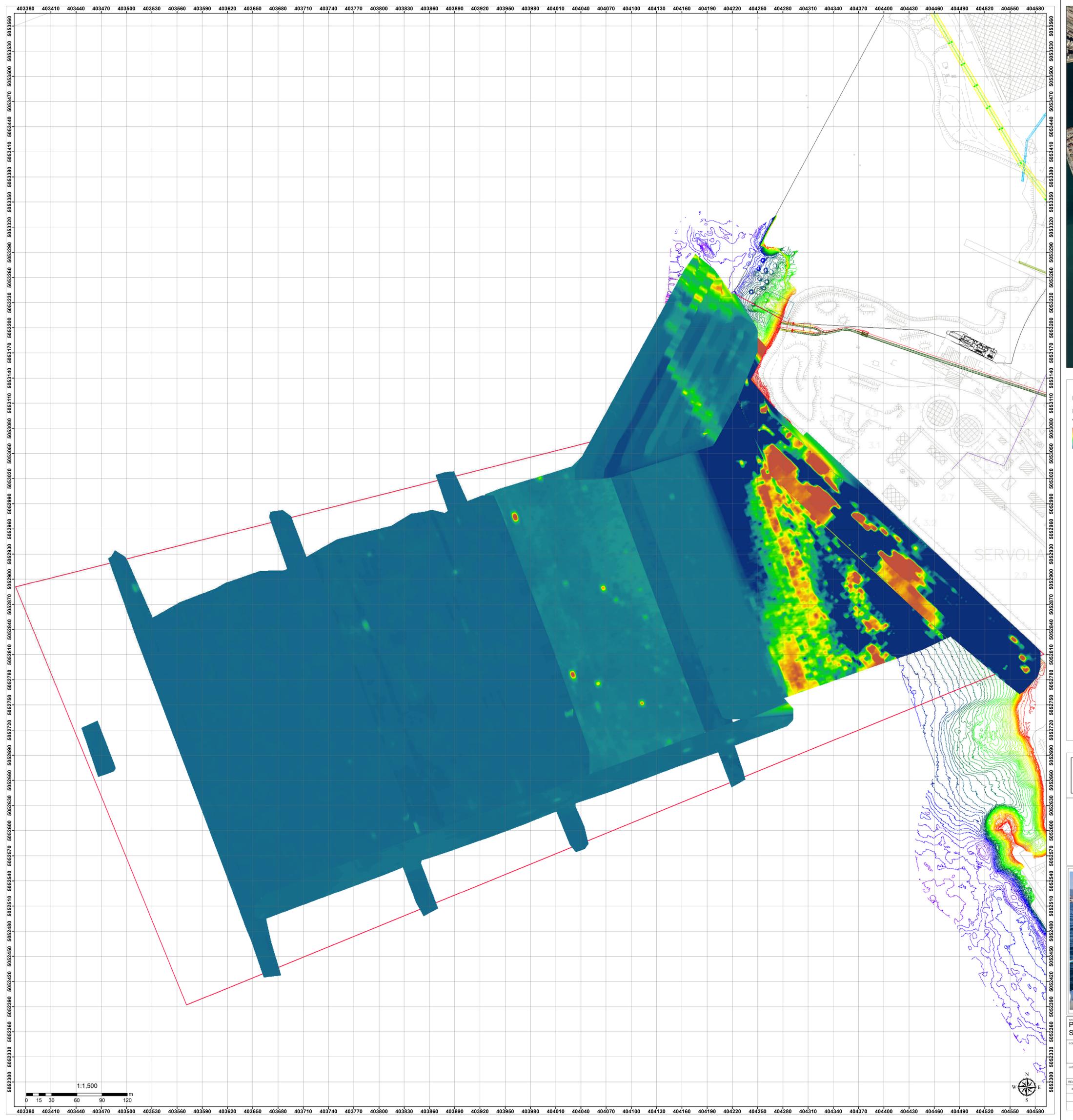


CODICE LABORATORIO 21125 T_D_005 ELAB 00				DATA ELABORAZIONE Settembre/2021 Ottobre/2021		SCALA 1:1500	
AREA PORTUALE DI TRIESTE				DATA CONSEGNA 03/11/2021		FILE DI STAMPA	
LUGO: AREA PORTUALE DI TRIESTE							
REV.1	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO			
01	03/11/2021	PRIMA EMISSIONE	MATEL	MATEL			
TIMBRO E FIRMA							



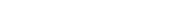
403380 403410 403440 403470 403500 403530 403560 403590 403620 403650 403680 403710 403740 403770 403800 403830 403860 403890 403920 403950 403980 404010 404040 404070 404100 404130 404160 404190 404220 404250 404280 404310 404340 404370 404400 404430 404460 404490 404520 404550 404580

5053000 5053030 5053060 5053090 5053120 5053150 5053180 5053210 5053240 5053270 5053300 5053330 5053360 5053390 5053420 5053450 5053480 5053510 5053540 5053570 5053600 5053630 5053660 5053690 5053720 5053750 5053780 5053810 5053840 5053870 5053900 5053930 5053960 5053990 5054020 5054050 5054080 5054110 5054140 5054170 5054200 5054230 5054260 5054290 5054320 5054350 5054380 5054410 5054440 5054470 5054500 5054530 5054560 5054590 5054620 5054650 5054680 5054710 5054740 5054770 5054800 5054830 5054860 5054890 5054920 5054950 5054980 5055010 5055040 5055070 5055100 5055130 5055160 5055190 5055220 5055250 5055280 5055310 5055340 5055370 5055400 5055430 5055460 5055490 5055520 5055550 5055580 5055610 5055640 5055670 5055700 5055730 5055760 5055790 5055820 5055850 5055880 5055910 5055940 5055970 5056000 5056030 5056060 5056090 5056120 5056150 5056180 5056210 5056240 5056270 5056300 5056330 5056360 5056390 5056420 5056450 5056480 5056510 5056540 5056570 5056600 5056630 5056660 5056690 5056720 5056750 5056780 5056810 5056840 5056870 5056900 5056930 5056960 5056990 5057020 5057050 5057080 5057110 5057140 5057170 5057200 5057230 5057260 5057290 5057320 5057350 5057380 5057410 5057440 5057470 5057500 5057530 5057560 5057590 5057620 5057650 5057680 5057710 5057740 5057770 5057800 5057830 5057860 5057890 5057920 5057950 5057980 5058010 5058040 5058070 5058100 5058130 5058160 5058190 5058220 5058250 5058280 5058310 5058340 5058370 5058400 5058430 5058460 5058490 5058520 5058550 5058580 5058610 5058640 5058670 5058700 5058730 5058760 5058790 5058820 5058850 5058880 5058910 5058940 5058970 5059000 5059030 5059060 5059090 5059120 5059150 5059180 5059210 5059240 5059270 5059300 5059330 5059360 5059390 5059420 5059450 5059480 5059510 5059540 5059570 5059600 5059630 5059660 5059690 5059720 5059750 5059780 5059810 5059840 5059870 5059900 5059930 5059960 5059990 5060020 5060050 5060080 5060110 5060140 5060170 5060200 5060230 5060260 5060290 5060320 5060350 5060380 5060410 5060440 5060470 5060500 5060530 5060560 5060590 5060620 5060650 5060680 5060710 5060740 5060770 5060800 5060830 5060860 5060890 5060920 5060950 5060980 5061010 5061040 5061070 5061100 5061130 5061160 5061190 5061220 5061250 5061280 5061310 5061340 5061370 5061400 5061430 5061460 5061490 5061520 5061550 5061580 5061610 5061640 5061670 5061700 5061730 5061760 5061790 5061820 5061850 5061880 5061910 5061940 5061970 5062000 5062030 5062060 5062090 5062120 5062150 5062180 5062210 5062240 5062270 5062300 5062330 5062360 5062390 5062420 5062450 5062480 5062510 5062540 5062570 5062600 5062630 5062660 5062690 5062720 5062750 5062780 5062810 5062840 5062870 5062900 5062930 5062960 5062990 5063020 5063050 5063080 5063110 5063140 5063170 5063200 5063230 5063260 5063290 5063320 5063350 5063380 5063410 5063440 5063470 5063500 5063530 5063560 5063590 5063620 5063650 5063680 5063710 5063740 5063770 5063800 5063830 5063860 5063890 5063920 5063950 5063980 5064010 5064040 5064070 5064100 5064130 5064160 5064190 5064220 5064250 5064280 5064310 5064340 5064370 5064400 5064430 5064460 5064490 5064520 5064550 5064580



LEGENDA

Piano di Riflettanza SBP
Valore
 Alto : 8500
 Basso : -1000



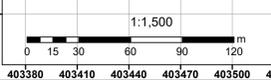
COMMITTENTE		CONSULENTI TECNICI	
	H&A PLT Via degli Arii Formi 34145 Trieste - Italia e-mail info@h&a-plt.it		Consorzio S.T.E.R.N. Via Matte Curie, 17 34100 Bolzano e-mail info@consorzioatern.it

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE

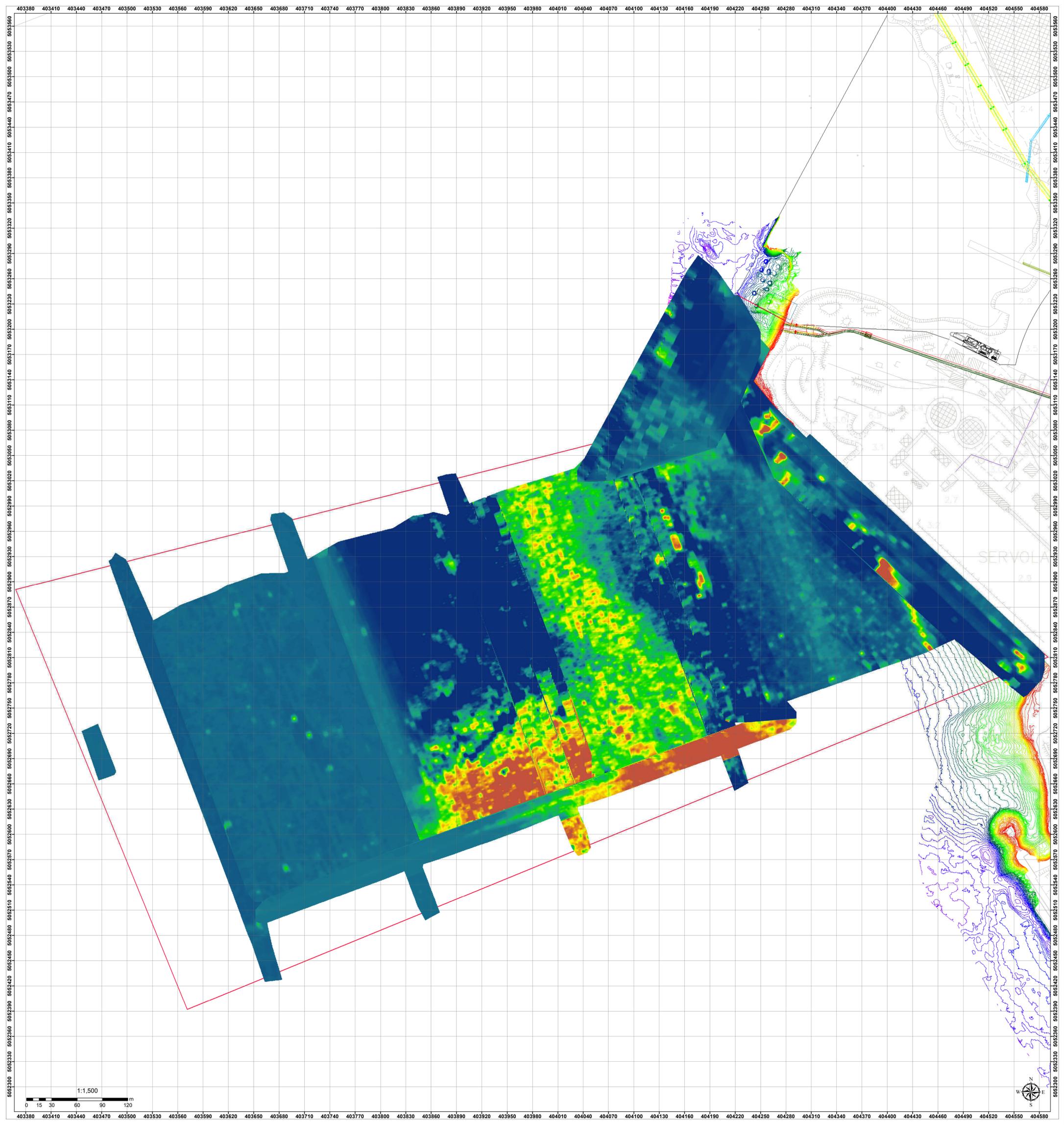


PROGETTO PLANIMETRIA PIANO DI RIFLETTANZA SUB BOTTOM PROFILER -14.5 m				DATA Settembre/2021 Ottobre/2021	SCALA 1:1500
NUMERO 21125 T_D_006 ELAB 00				DATA 03/11/2021	
AREA PORTUALE DI TRIESTE				TIMBO E FIRMA	
REV.1	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO	



403380 403410 403440 403470 403500 403530 403560 403590 403620 403650 403680 403710 403740 403770 403800 403830 403860 403890 403920 403950 403980 404010 404040 404070 404100 404130 404160 404190 404220 404250 404280 404310 404340 404370 404400 404430 404460 404490 404520 404550 404580

505300 505330 505360 505390 505420 505450 505480 505510 505540 505570 505600 505630 505660 505690 505720 505750 505780 505810 505840 505870 505900 505930 505960 505990 506020 506050 506080 506110 506140 506170 506200 506230 506260 506290 506320 506350 506380 506410 506440 506470 506500 506530 506560 506590 506620 506650 506680 506710 506740 506770 506800 506830 506860 506890 506920 506950 506980 507010 507040 507070 507100 507130 507160 507190 507220 507250 507280 507310 507340 507370 507400 507430 507460 507490 507520 507550 507580 507610 507640 507670 507700 507730 507760 507790 507820 507850 507880 507910 507940 507970 508000 508030 508060 508090 508120 508150 508180 508210 508240 508270 508300 508330 508360 508390 508420 508450 508480 508510 508540 508570 508600 508630 508660 508690 508720 508750 508780 508810 508840 508870 508900 508930 508960 508990 509020 509050 509080 509110 509140 509170 509200 509230 509260 509290 509320 509350 509380 509410 509440 509470 509500 509530 509560 509590 509620 509650 509680 509710 509740 509770 509800 509830 509860 509890 509920 509950 509980 600010 600040 600070 600100 600130 600160 600190 600220 600250 600280 600310 600340 600370 600400 600430 600460 600490 600520 600550 600580 600610 600640 600670 600700 600730 600760 600790 600820 600850 600880 600910 600940 600970 601000



COMMITTENTE: H&A PLT
Via degli Arii Formi, 3445, Trieste - Italia
e-mail: info@h&a-plt.it

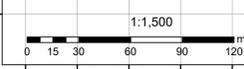
CONSULENTI TECNICI: Consorzio S.T.E.R.N.
Via Matte Curie, 17, 33100 Bolzano
e-mail: info@consorzioatern.it

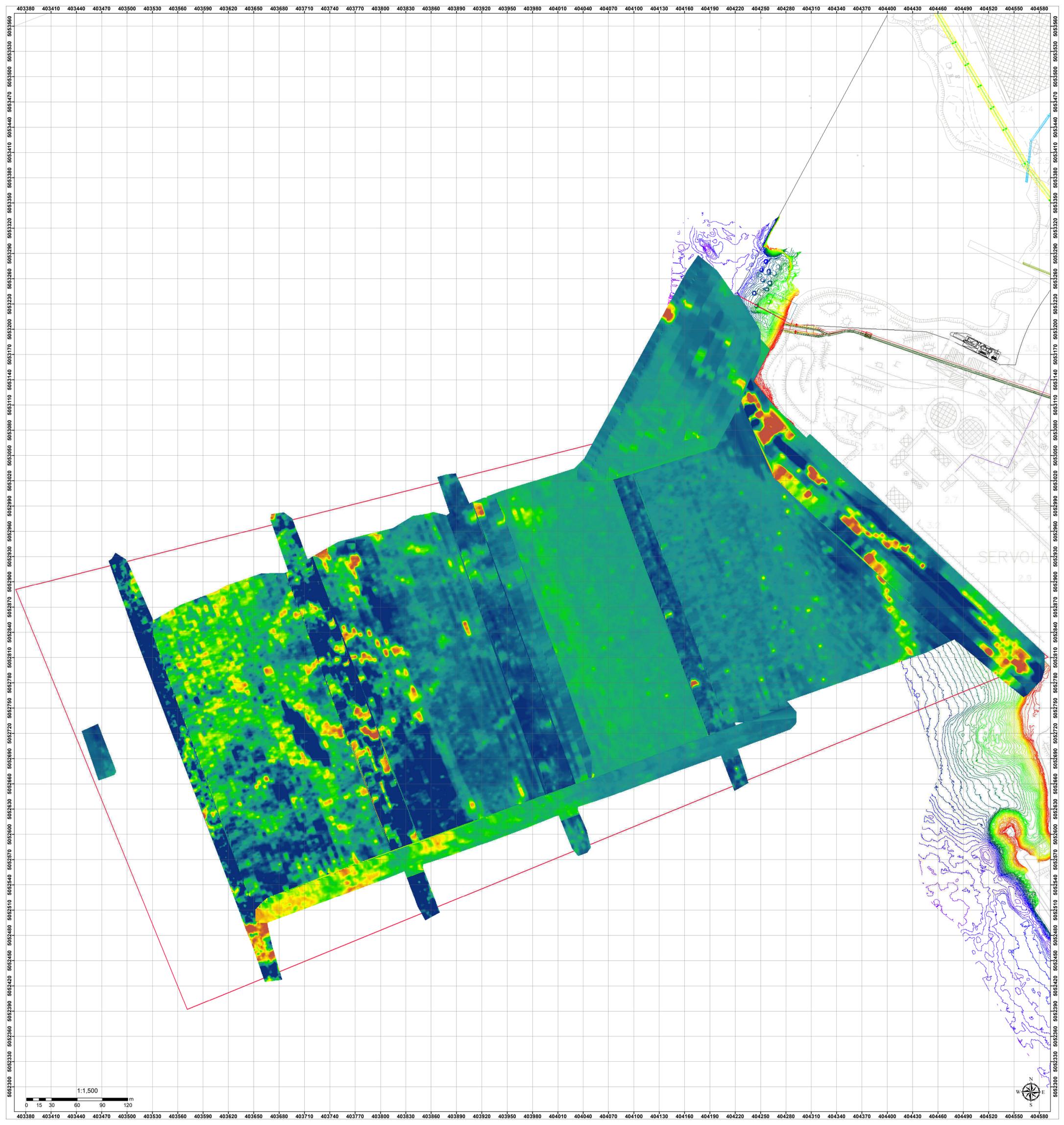
INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE



CODICE LABORATORIO: 21125 T_D_007 ELAB 00 <small>MR COMMESSA MR PROGRESSIVO TIPO LABORATORIO REV.</small>				DATA: Settembre/2021 Ottobre/2021	SCALA: 1:1500
AREA PORTUALE DI TRIESTE				FILE DI STAMPA	
REV.1 DATA: 03/11/2021 DESIG. COORDINATA: PIANA/STUDIO/ELAB	REDATTO: MATELLA	APPROVATO: MATELLA	TIMBRO E FIRMA		





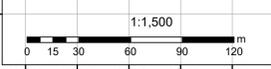
LEGENDA
Piano di Riflettanza SBP
Valore
 Alto - 8500
 Basso -1000

COMMITTENTE
 H&A PLT
 Via degli Arii Formi
 34142 Trieste - Italia
 e-mail info@h&a-plt.it

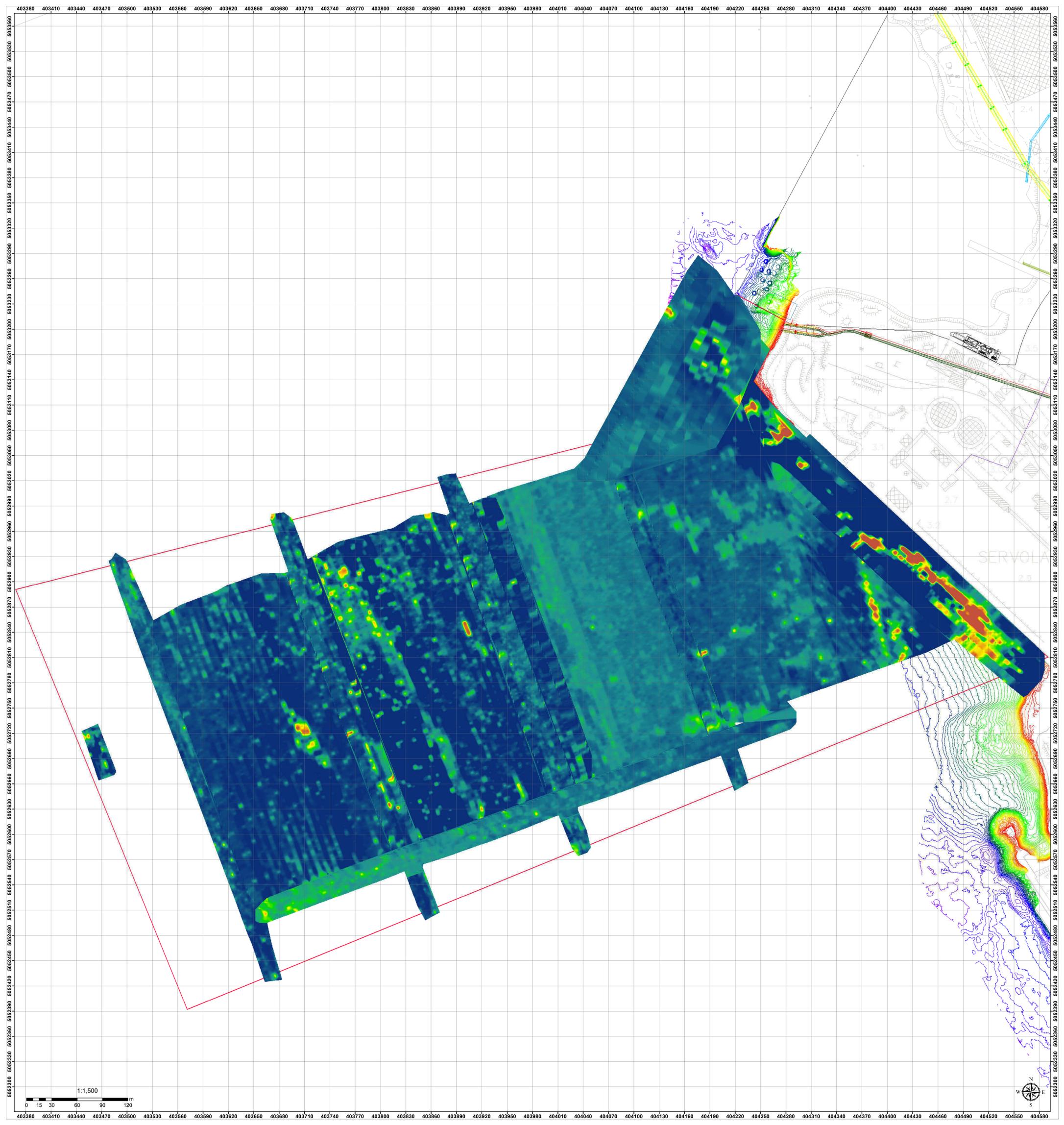
CONSULENTI TECNICI
 Consorzio S.T.E.R.N.
 Via Mare Curie, 17
 34100 Trieste
 e-mail info@consorzio.stern.it

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE



PROGETTO PLANIMETRIA PIANO DI RIFLETTANZA SUB BOTTOM PROFILER -16.5 m		DATA Settembre/2021 Ottobre/2021	SCALA 1:1500
NUMERO 21125		PROGETTO T_D_008	STATO ELAB 00
REVISIONI REV. DATA DESCRIZIONE REDATTO APPROVATO 01 03/11/2021 PRIMA EMISSIONE MATEL MATEL		REVISIONI REV. DATA DESCRIZIONE REDATTO APPROVATO	



LEGENDA

Piano di Riflettanza SBP

Valore

Alto : +8500
Basso : -1000

COMMITTENTE: **HA&PLT**
Via degli ARI Formi, 3445, Trieste - Italia
e-mail: info@ha&plt.it

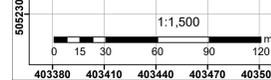
CONSULENTI TECNICI: **STERN**
Consorzio S.T.E.R.N.
Via Matte Curie, 17
30100 Bolzano
e-mail: info@stern.it

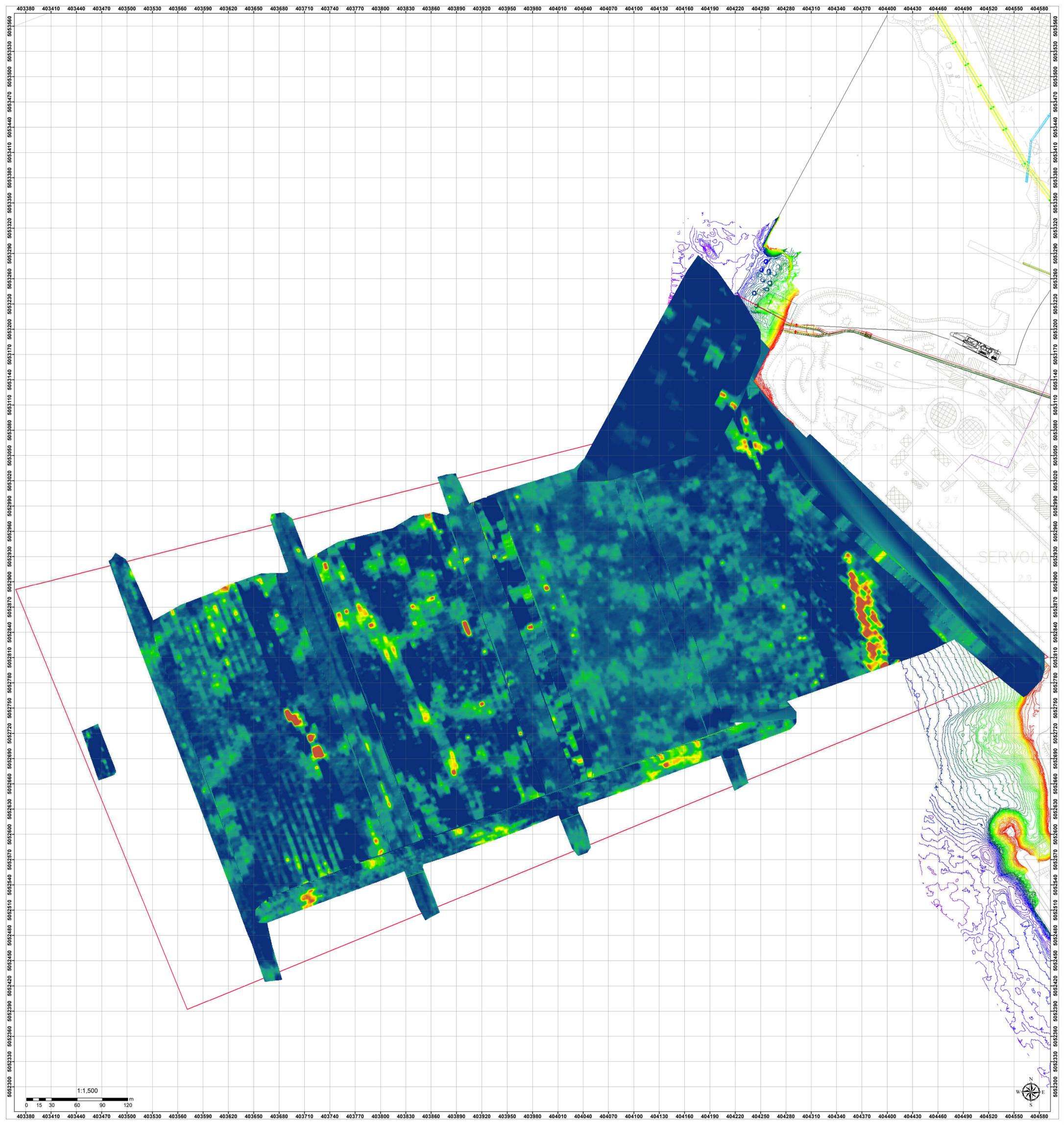
INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE



PROGETTO: PLANIMETRIA PIANO DI RIFLETTANZA SUB BOTTOM PROFILER -18.0 m				DATA: Settembre/2021 Ottobre/2021	SCALA: 1:1500
NUMERO: 21125 T_D_009 ELAB 00				DATA: 03/11/2021	
PROGETTO: AREA PORTUALE DI TRIESTE				REVISIONI:	
REV.1	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAITTO:	APPROVATO:	
01	03/11/2021	PRIMA EMISSIONE	METEL	METEL	





LEGENDA

Piano di Riflettanza SBP

Valore

Alto : 8500

Basso : -1000

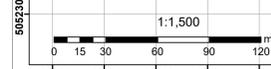
COMMITTENTE H&A PLT Via degli Ari Formi 34145 Trieste - Italia e-mail info@h&a-plt.it		CONSULENTI TECNICI Consorzio S.T.E.R.N. Via Matte Curie, 17 34100 Bolzano e-mail info@consorzio.stern.it	
--	--	---	--

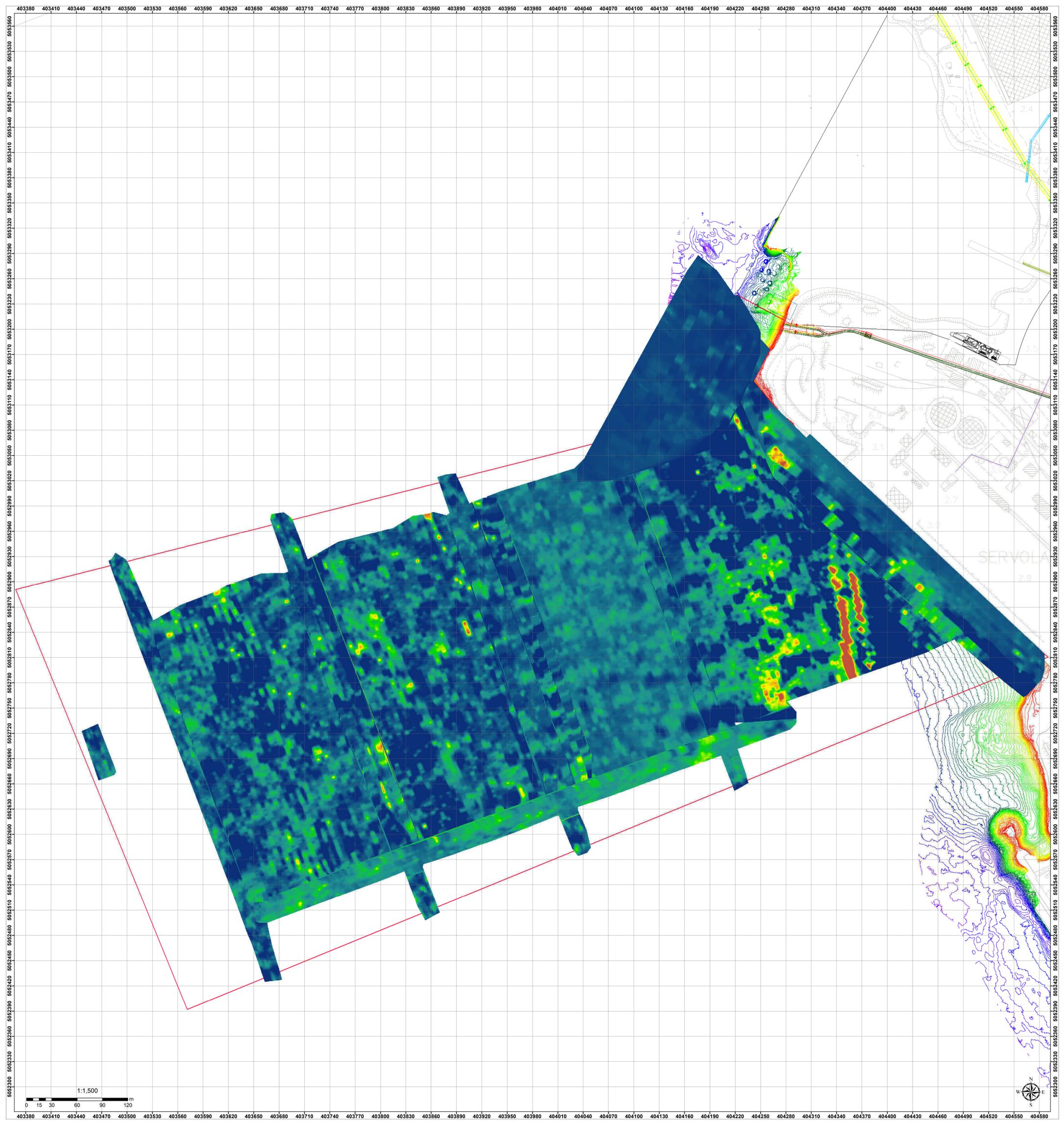
INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE



CODICE LABORATORIO 21125 T_D_010 ELAB 00				DATA ELABORAZIONE Settembre/2021 Ottobre/2021	SCALA 1:1500
AREA PORTUALE DI TRIESTE				DATA STAMPA 03/11/2021	
TITOLO AREA PORTUALE DI TRIESTE					
REV.1	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO	
01	03/11/2021	PRIMA EMISSIONE	METEL	METEL	





LEGENDA

Piano di Riflettanza SBP

Valore

Alto - 8500

Basso -1000

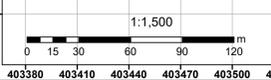
COMMITTENTE		CONSULENTI TECNICI	
	H&A PLT Via degli Atri Fori 34145 Trieste - Italia email info@h&a-plt.it		Consorzio S.T.E.R.N. Via Mare Curie, 17 34100 Trieste email info@consorzio.stern.it

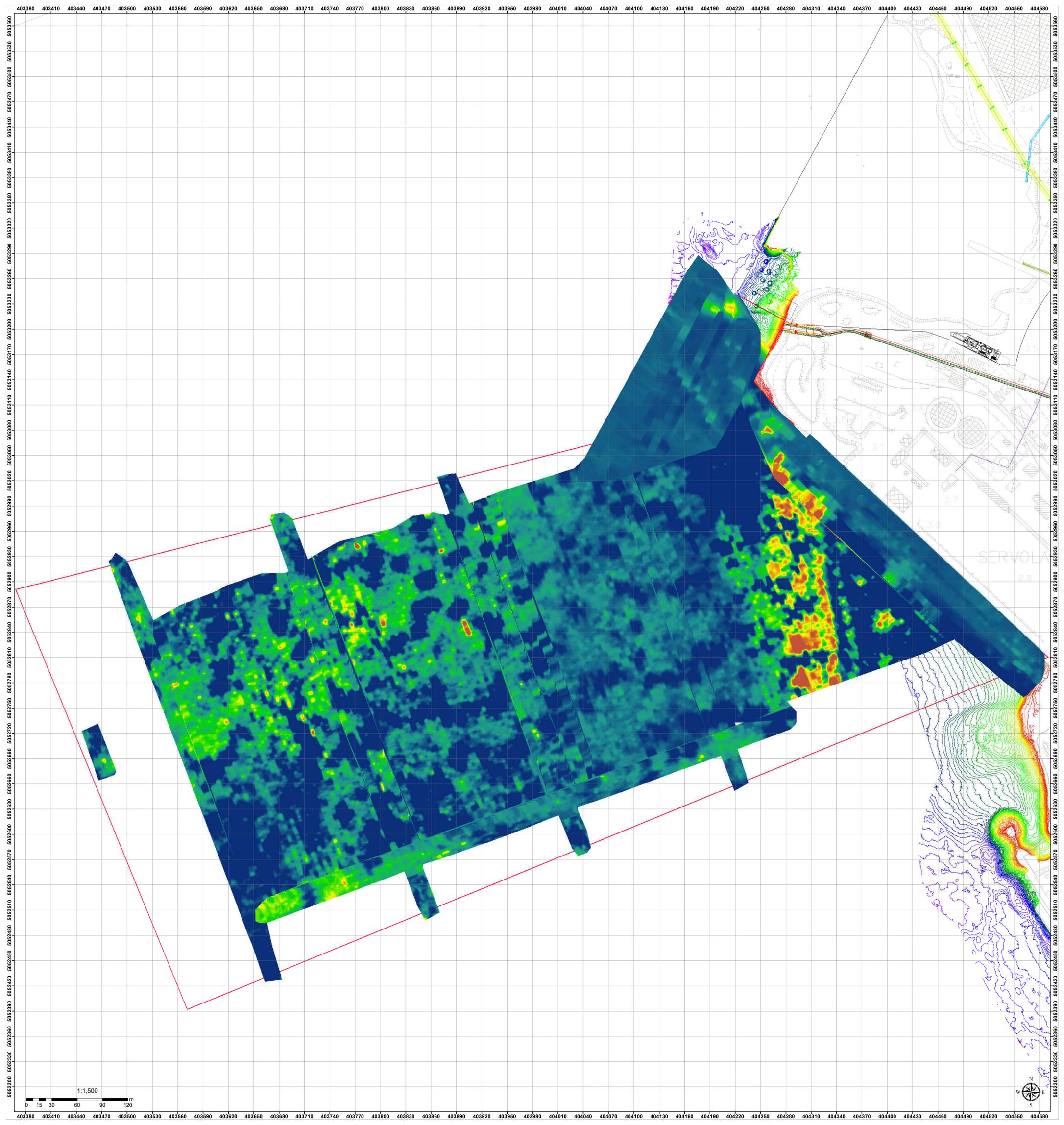
INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE



PROGETTO PLANIMETRIA PIANO DI RIFLETTANZA SUB BOTTOM PROFILER -22.0 m				DATA Settembre/2021 Ottobre/2021	SCALA 1:1500
NUMERO 21125 T_D_011 ELAB 00				DATA 03/11/2021	
PROGETTO AREA PORTUALE DI TRIESTE				REVISIONI	
REV.1	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO	
01	03/11/2021	PRIMA EMISSIONE	METEL	METEL	
REVISIONI				TIMBRO E FIRMA	





LEGENDA

Piano di Riflettanza SBP

Valore

Alto : 8500

Basso : -1000

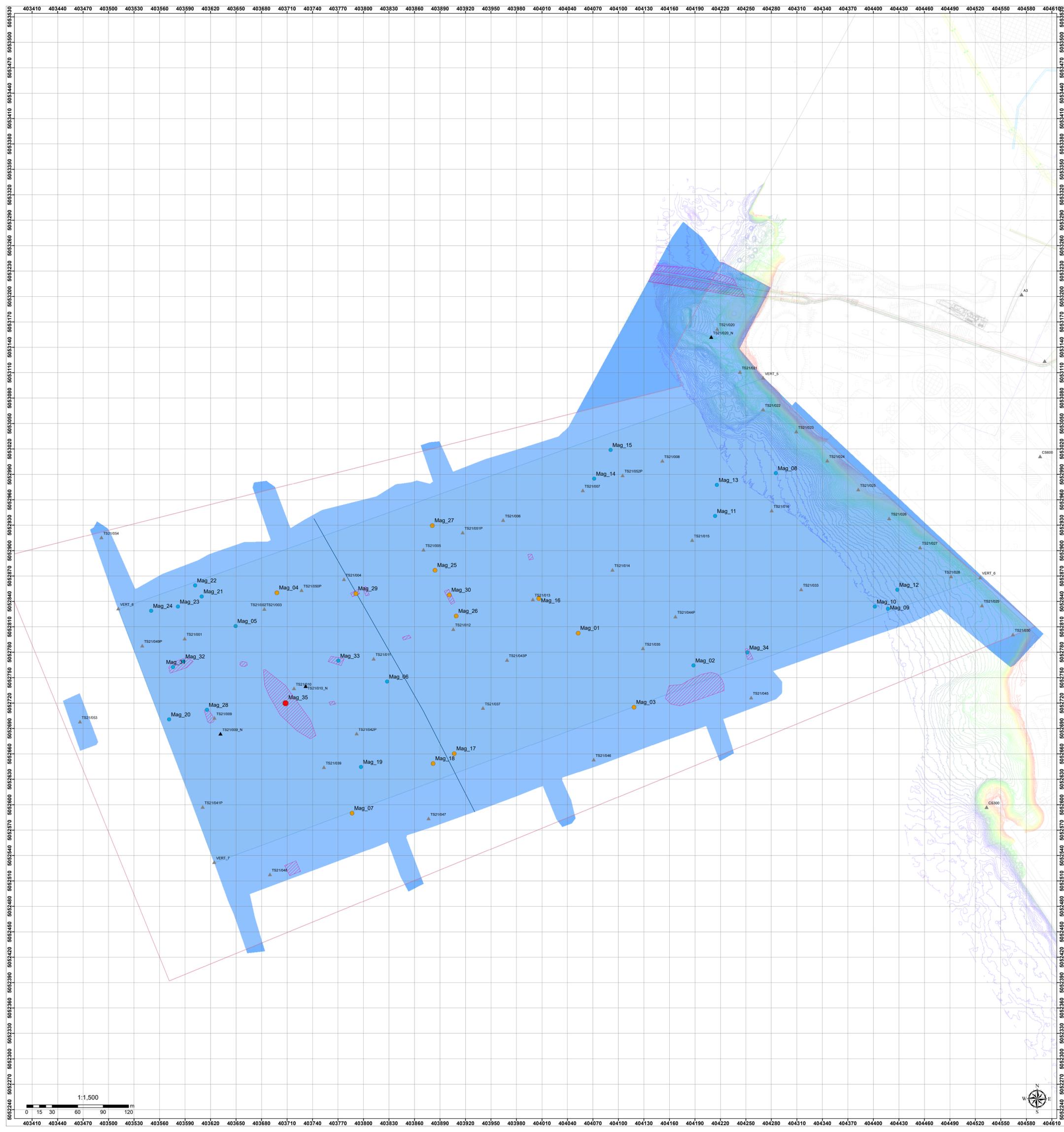
		COMMITTENTE H&A PLT Via degli Atri Fori 34145 Trieste - Italia e-mail info@h&a-plt.it		CONSULENTI TECNICI Consorzio S.T.E.R.N. Via Mare Curie, 17 34100 Bolzano e-mail info@consorzio.stern.it		
--	--	--	--	--	--	--

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE



PROGETTO PLANIMETRIA PIANO DI RIFLETTANZA SUB BOTTOM PROFILER -24.0 m				DATA Settembre/2021 Ottobre/2021		SCALA 1:1500
NUMERO 21125 T_D_012 ELAB 00				DATA 03/11/2021		
PROGETTO AREA PORTUALE DI TRIESTE				REVISIONI		
REV.1	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO		
01	03/11/2021	PRIMA EMISSIONE	METEL	METEL		
REVISIONI				TIMBRO E FIRMA		



LEGENDA

- ▲ Uscatore sondaggi da progetto
- ▲ Uscatore sondaggi da geofisica
- Debole Intensità
- Media Intensità
- Forte Intensità
- Anomalia Lineare SBP
- Anomalia Areale SBP
- Area Mappata

Anomalia Magnetica

Coordinate (UTM 33WGS 84) del baricentro delle Anomalie da rilievo Sub Bottom Profiler

Nome	Description	Est	Nord
SBP_1	Anomalia Eterogenea	404190.22	5052736.2
SBP_2	Anomalia Omogenea	404253.15	5052777.33
SBP_3	Anomalia Omogenea	403966.54	5052802.52
SBP_4	Anomalia Omogenea	403901.41	5052845.7
SBP_5	Anomalia Eterogenea	403880.02	5052797.35
SBP_6	Anomalia Eterogenea	403902.88	5052811.87
SBP_7	Anomalia Eterogenea	403790.19	5052849.58
SBP_8	Anomalia Eterogenea	403778.61	5052861.81
SBP_9	Anomalia Eterogenea	403768.11	5052770.16
SBP_10	Anomalia Eterogenea	403763.21	5052719.88
SBP_11	Rilievo Concavità WNW	403711.38	5052716.77
SBP_12	Anomalia Eterogenea	403658.84	5052766.14
SBP_13	Anomalia Eterogenea	403584.04	5052765.04

Coordinate (UTM 33WGS 84) Anomalie da rilievo Magnetico

Nome	Description	Est	Nord
Mag_01	Media Intensità	404052.55	5052802.49
Mag_02	Debole Intensità	404188.4	5052764.46
Mag_03	Media Intensità	404118.37	5052716.96
Mag_04	Media Intensità	403668.16	5052850.21
Mag_05	Debole Intensità	403646.45	5052819.89
Mag_06	Debole Intensità	403627.84	5052745.46
Mag_07	Media Intensità	403766.54	5052569.89
Mag_08	Debole Intensità	404265.29	5052991.45
Mag_09	Debole Intensità	404417.28	5052831.36
Mag_10	Debole Intensità	404401.74	5052823.93
Mag_11	Debole Intensità	404213.78	5052940.8
Mag_12	Debole Intensità	404428.16	5052853.78
Mag_13	Debole Intensità	404215.78	5052977.48
Mag_14	Debole Intensità	404271.37	5052964.87
Mag_15	Debole Intensità	404006.78	5053016.87
Mag_16	Media Intensità	404006.28	5052943.3
Mag_17	Media Intensità	403606.78	5052660.23
Mag_18	Media Intensità	403681.83	5052646.02
Mag_19	Debole Intensità	403797.05	5052644.74
Mag_20	Debole Intensità	403571.29	5052700.77
Mag_21	Debole Intensità	403608.65	5052646.85
Mag_22	Debole Intensità	403601.82	5052658.96
Mag_23	Debole Intensità	403581.71	5052633.7
Mag_24	Debole Intensità	403509.23	5052659.82
Mag_25	Media Intensità	403684.24	5052876.75
Mag_26	Media Intensità	403902.02	5052923.75
Mag_27	Media Intensità	403881.05	5052929.46
Mag_28	Debole Intensità	403615.8	5052712.06
Mag_29	Media Intensità	403791.09	5052849.21
Mag_30	Media Intensità	403600.83	5052847.62
Mag_31	Debole Intensità	403575.81	5052762.55
Mag_32	Debole Intensità	403568.35	5052769.18
Mag_33	Debole Intensità	403770.37	5052769.86
Mag_34	Debole Intensità	404251.78	5052779.87
Mag_35	Forte Intensità	403708.33	5052719.77

COMMITTENTE

CONSULENTI TECNICI

H&A P.L.T.
Via degli ARI Formi
34145 Trieste - Italia
e-mail: info@hamp.it

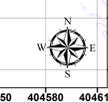
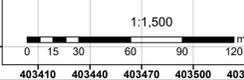
Consorzio S.T.E.R.N.
Via Matte Curie, 17
39100 Bolzano
e-mail: info@consorzioetn.it

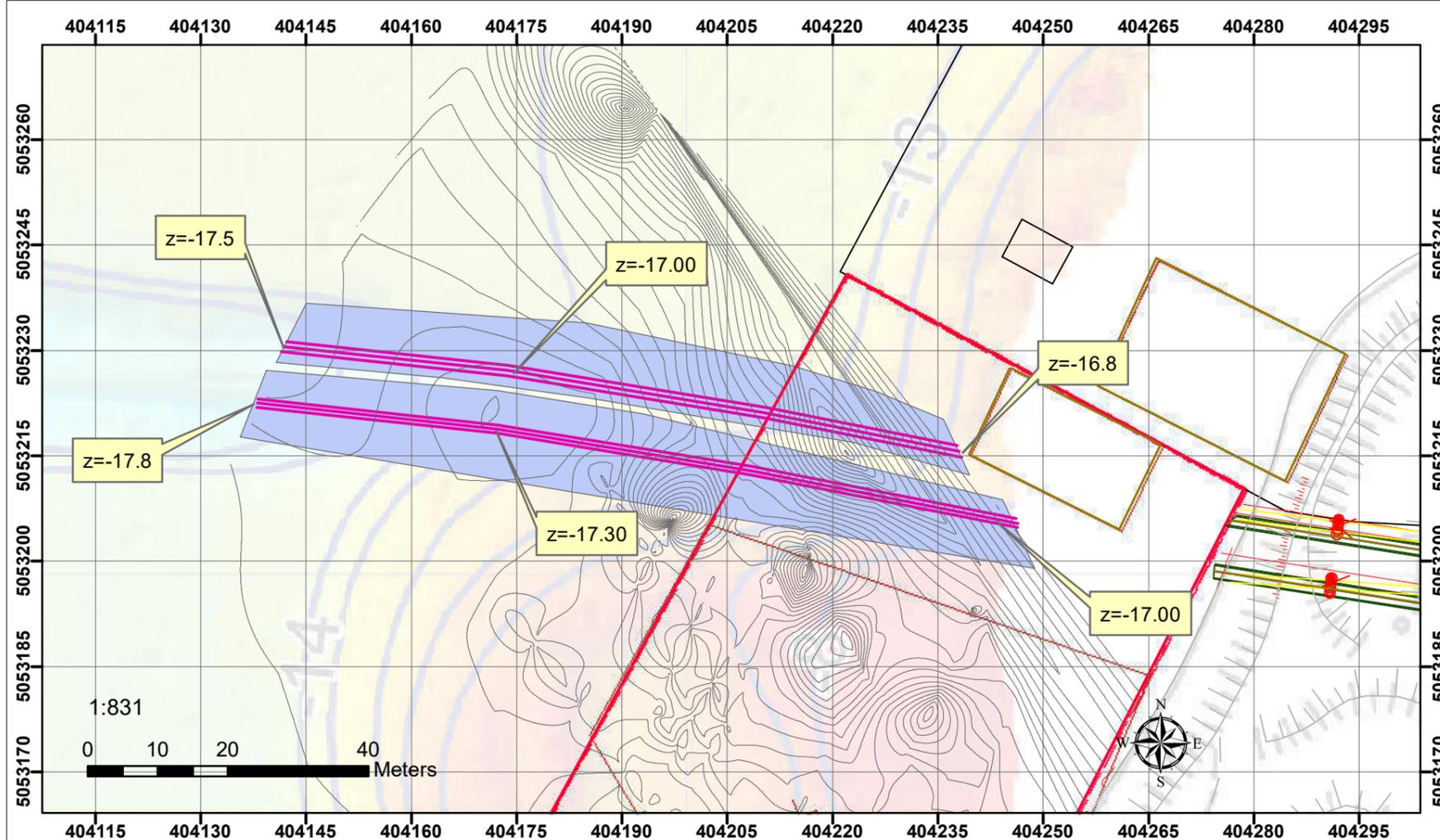
INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

AREA PORTUALE DI TRIESTE



PROGETTO		DATA REVISIONE		SCALA
INDAGINE GEOFISICHE A MARE		Settembre/2021 Ottobre/2021		1:1500
CODIFICA ELABORATO		DATA CONSEGNA		FILE DI STAMPA
21125	T_E_001	ELAB	00	08/11/2021
LIVELLO		TIMBRO E FIRMA		
AREA PORTUALE DI TRIESTE				
REV.1	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO
01	09/09/21	PRIMA EMISSIONE	MBP/L	MBP/L





Su richiesta della committenza è stata eseguita una analisi dei dati geofisici raccolti con magnetometro marino e sub-bottom profiler finalizzata all'individuazione dell'ubicazione di due condutture di scarico del depuratore di servola. La posizione delle condutture a terra è nota. Partendo dal punto di immissione a mare si sono individuate le anomalie correlabili alle condotte nei dati del sub-bottom profiler. Non in tutte le sezioni dei dati del sub-bottom profiler tali anomalie erano evidenti a causa della della presenza di un cumulo di materiale con simile risposta sismo-acustica. In alcune sezioni invece erano ben riconoscibili. L'ubicazione delle condotte di interesse così identificata è riportata in planimetria. Analizzando i dati del magnetometro marino si nota come essi siano fortemente influenzati dalla presenza della banchina; nella zona di indagine più lontana dalla banchina si individuano delle anomalie magnetiche centrate sull'asse della presunta ubicazione delle condotte. Questo dato supporta l'interpretazione dei dati del sub-bottom profiler e l'interpretazione sull'ubicazione delle condotte di interesse.

COMMITTENTE



HHLA PLT
Via degli Altì Forni
34145, Trieste - Italia
e-mail: info@hhl-plt.it

CONSULENTI TECNICI

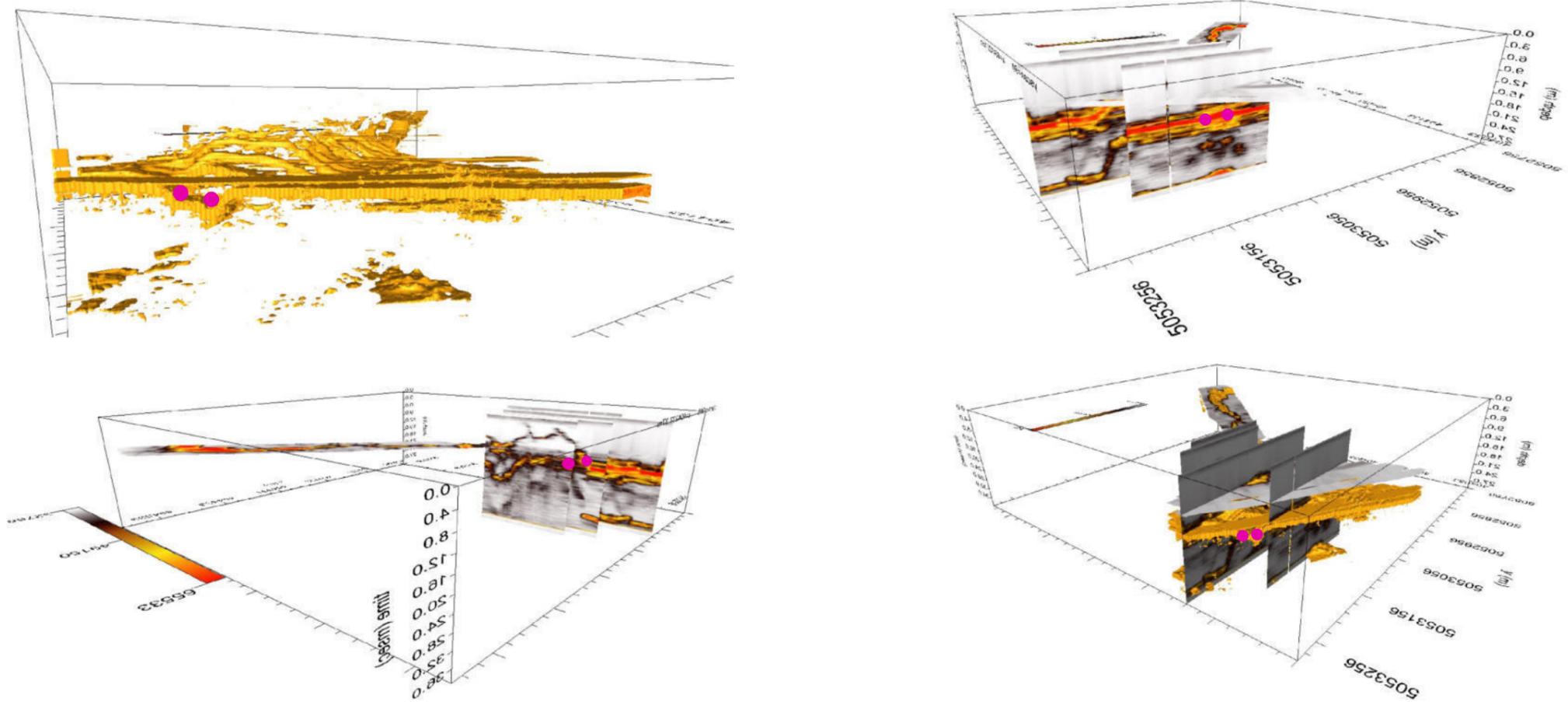


Consorzio S.T.E.R.N.
via Marie Curie, 17 - 39100 Bolzano
e-mail: info@consorzio stern.it
PEC: consorzio stern@pec.it

Legenda



Viste 3D - Dati SBP con evidenziate le anomalie correlabili alle condotte



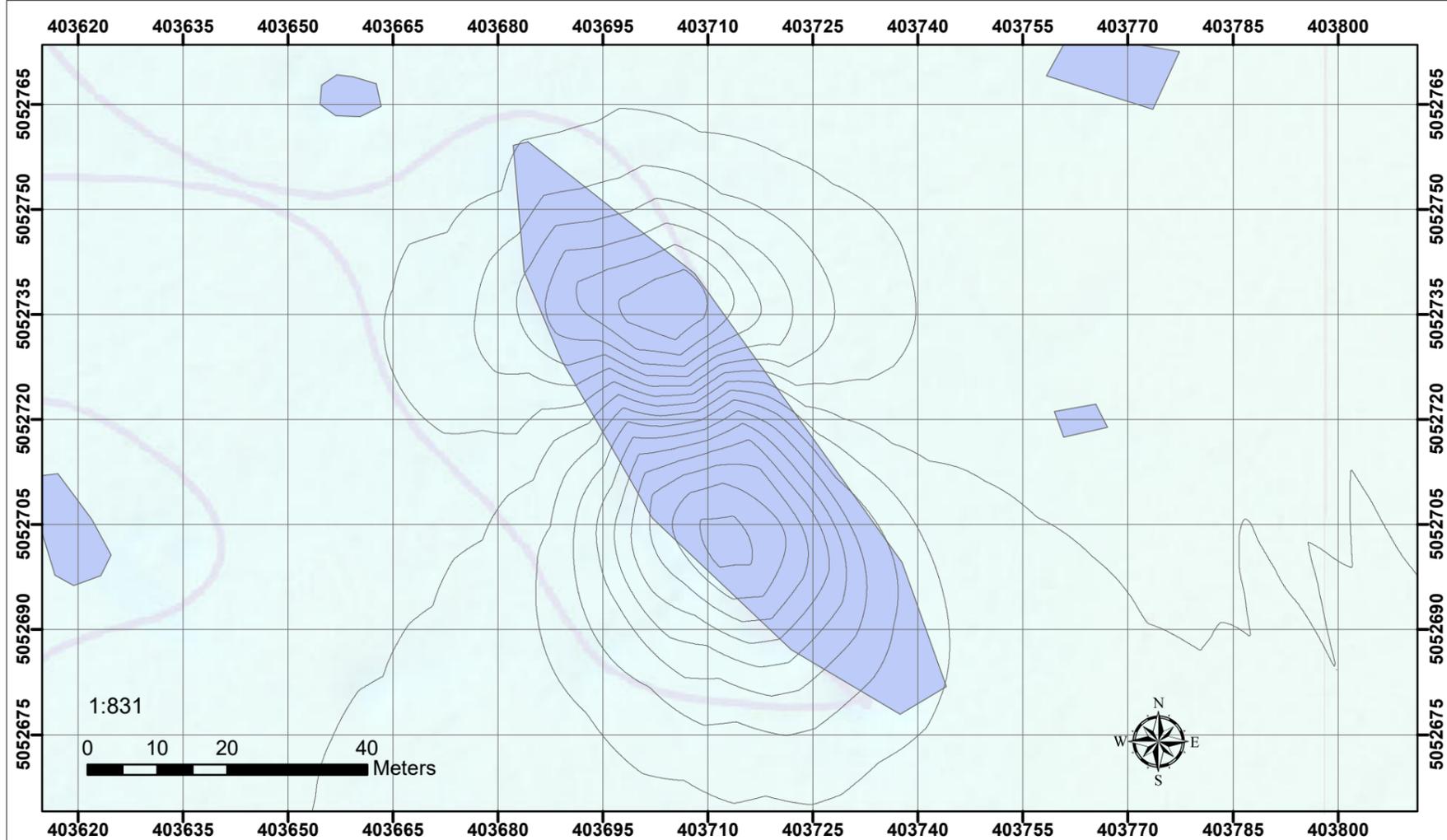
OGGETTO
 INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

LUOGO
 Area Portuale di Trieste (TS)

DATA RILIEVO	10-17/09/2021	SCALA	VARIE
DATA CONSEGNA	09/11/2021	FILE DI STAMPA	

ELABORATO
 PLANIMETRIA DEL RILIEVO MAGNETICO E SEZIONI SUB BOTTOM PROFILER

CODIFICA ELABORATO			
21125	TAV_B_01	ELAB	00
NR.COMMESSA	NR. PROGR.	TIPO ELABORATO	REV.



All'interno dell'area di indagine è stata individuata una forte zona di anomalia ferromagnetica sia nei dati magnetometrici che del Sub-Bottom profiler. I dati del magnetometro marino evidenziano una forte anomalia magnetica di notevole estensione e con gradiente superiore ai +/-2000 nT. Sulla base delle analisi eseguite nel dato del sub-bottom profiler ha evidenziato la presenza di una struttura correlabile con la presenza dei resti di un relitto affondato nei primi sedimenti del fondale di estensione pari a circa 95 m per 25 m. Sulla base dei dati storiografici a disposizione il relitto è risultato essere quello della Corazzata SMS Wien affondata nel 1917. La notevole massa metallica dello scafo genera una forte anomalia elettromagnetica di notevole estensione.

COMMITTENTE



HHLA PLT

Via degli Altì Forni
34145, Trieste - Italia
e-mail: info@hhlpla-plt.it

CONSULENTI TECNICI



Consorzio S.T.E.R.N.

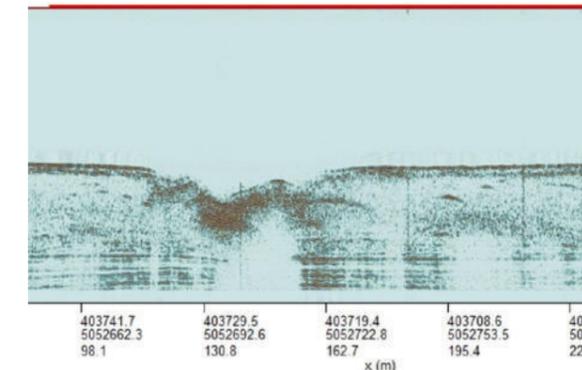
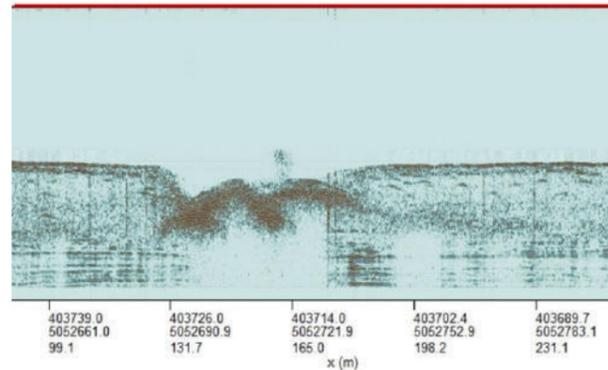
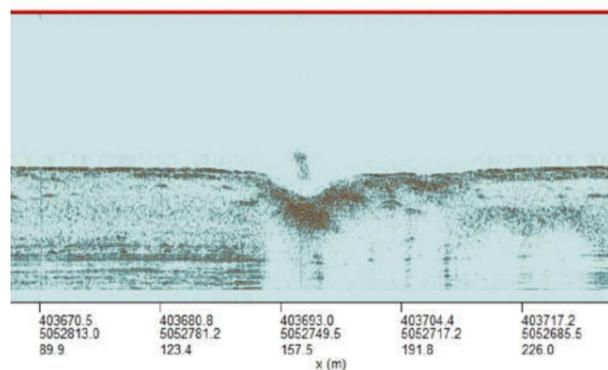
via Marie Curie, 17 – 39100 Bolzano
e-mail: info@consorzio stern.it
PEC: consorzio stern@pec.it

Legenda

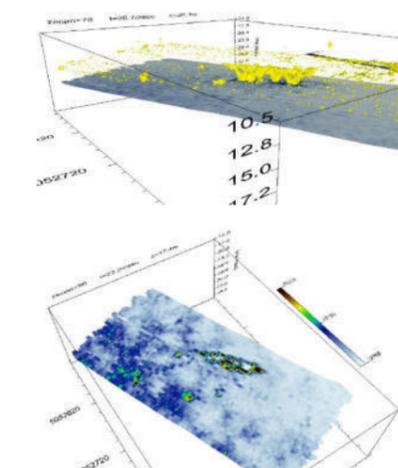
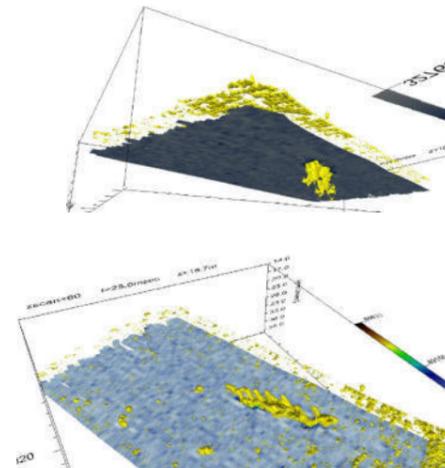
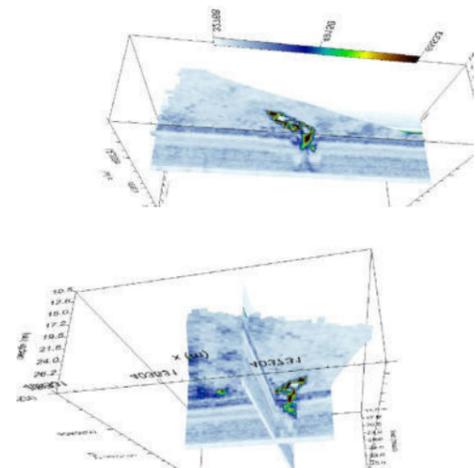
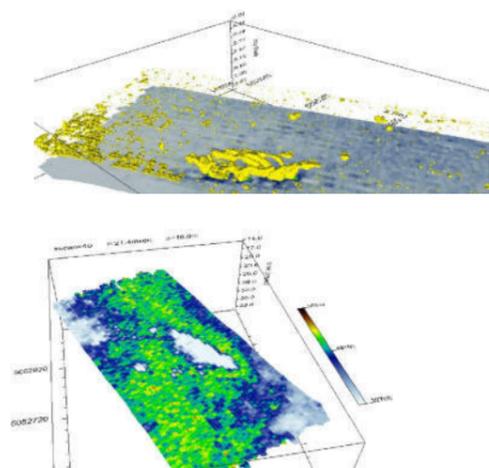
- Aree di Anomalia SBP caratterizzata da forti riflettori sismo-acustici
- Ubicazione condotte a mare da SBP



Sezioni SBP con la evidente anomalia generata dal relitto della corazzata Wien



Viste 3d sui dati del SBP con la evidente anomalia generata dal relitto della corazzata Wien



OGGETTO

INDAGINE GEOFISICA COMBINATA PER LA MAPPATURA DELLE ANOMALIE PRESENTI NEL PRIMO SOTTOSUOLO AD INTEGRAZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO (ai sensi del D.Lgs 81/08 e s.m.i.)

LUOGO

Area Portuale di Trieste (TS)

DATA RILIEVO 10-17/09/2021 SCALA VARIE

DATA CONSEGNA 09/11/2021 FILE DI STAMPA

ELABORATO

PLANIMETRIA DEL RILIEVO MAGNETICO E SEZIONI SUB BOTTOM PROFILER

CODIFICA ELABORATO

21125	TAV_B_02	ELAB	00
NR.COMMESSA	NR. PROGR.	TIPO ELABORATO	REV.