



Via Karl Ludwig von Bruck, 3
34143 TRIESTE
www.porto.trieste.it

PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI TRIESTE

Giugno 2014

Studio Ambientale Integrato

Rev.1

Settembre 2014

Progetto delle Opere di Piano Collegamento stradale Molo VIII

Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo

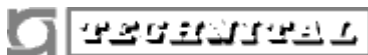
Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Eric Marcone

Elaborazione del Piano Regolatore Portuale

Fino a luglio 2014 elaborazione: Segretario Generale f.f. Walter Sinigaglia

Fino al 2010 elaborazione: Segretario Generale dott. Martino Conticelli



Dott. Ing. Francesco Mattarolo



Dott. Arch. Vittoria Biego



Revisione 1 conseguente alla richiesta di integrazioni formulata dal Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota prot. n. U.prot DVA-2014-0010057 del 09/04/2014 - [ID-VIP: 2046] Piano regolatore portuale di Trieste. Procedura di VIA integrata VAS ai sensi dell' art. 6 comma 3 ter del D.Lgs. 152/2006. Richiesta integrazioni

DATA			
Settembre 2014	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
SIGLA	C. Paneghetti	A.Rosin	F. Mattarolo V. Biego
REVISIONE	1		
	2		
	3		

NOME FILE
MI026S-P18RT02-PRP.doc

AUTORITA' PORTUALE DI TRIESTE

DEL PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI TRIESTE STUDIO AMBIENTALE INTEGRATO-

Progetto delle Opere di Piano

Collegamento stradale Molo VIII Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo

Settembre 2014

INDICE

1. PREMESSA.....	5
2. AREA DI INTERVENTO	6
3. DESCRIZIONE FUNZIONALE DELL'INTERVENTO	8
4. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA TECNICA.....	12
4.1. Inquadramento geografico area Ferriera Servola.....	16
4.2. Inquadramento geologico area Ferriera Servola	16
4.3. Caratteristiche stratigrafiche e litologiche del Sito Ferriera Servola	17
4.4. Caratteristiche stratigrafiche e litologiche dell'area ex-Esso.....	25
5. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA	28
5.1. Inquadramento idrologico ed idrogeologico	28
5.2. Caratteristiche idrogeologiche area ferriera Servola.....	29
6. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE	32
6.1. Caratterizzazione ambientale delle aree demaniali dello stabilimento di Servola.....	32
6.2. Caratterizzazione per la bonifica dell'area ex-Esso	42
6.3. Caratterizzazione del siti di produzione.....	44
7. PIANO DI CAMPIONAMENTO ED INDAGINI.....	48
8. BILANCIO TERRE E MODALITÀ DI UTILIZZO DEL MATERIALE DA SCAVO	49
9. SITI DI DESTINAZIONE	51
10. SITO DI DEPOSITO INTERMEDIO	52

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1 – Area di studio.....	6
Figura 2.2 – Localizzazione tracciato	7
Figura 3.1 – Planimetria del nuovo collegamento stradale con evidenziate le sezioni tipo	9
Figura 4.1 – Carta morfologica, idrologica, litologica e stratigrafica.....	13
Figura 4.2 – Dettaglio stratigrafia area di accesso Molo VIII	15
Figura 4.3 – Localizzazione indagini e tracce sezioni stratigrafiche	19
Figura 4.4 – Stratigrafia sezione 1-1'	20
Figura 4.5 – Stratigrafia sezione A-A'	21
Figura 4.6 – Stratigrafia sezione B-B'	22
Figura 4.7 – Stratigrafia sezione C-C'	23
Figura 4.8 – Localizzazione tracciato rispetto a logoi indagini e sezioni stratigrafiche	24
Figura 4.9 – Localizzazione sondaggi area ex-Esso (2014).....	26
Figura 4.10 – Localizzazione sondaggi e stratigrafie area ex-Esso (2009)	27
Figura 5.1 – Andamento della superficie freatica nell'area di Servola.....	31
Figura 6.1 – Superamenti CLA ex Tabella 1 col B, Allegato 1, D.M. 471/99 - arsenico.....	34
Figura 6.2 – Superamenti CLA ex Tabella 1 col B, Allegato 1, D.M. 471/99 - zinco	35
Figura 6.3 – Superamenti CLA ex Tabella 1 col B, Allegato 1, D.M. 471/99 - mercurio.....	36
Figura 6.4 – Superamenti CLA ex Tabella 1 col B, Allegato 1, D.M. 471/99 - piombo.....	37
Figura 6.5 – Superamenti CLA ex Tabella 1 col B, Allegato 1, D.M. 471/99 - IPA.....	40
Figura 6.6 – Superamenti CLA ex Tabella 1 col B, Allegato 1, D.M. 471/99 – Idrocarburi pesanti C>1242	
Figura 6.7 – Ubicazione dei sondaggio eseguiti nell'area ex-Esso (2004 e 2009)	43
Figura 6.8 – Siti di produzione.....	45

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4.1 – Valori dei parametri geotecnici.....	14
Tabella 5.1 – Caratteristiche dei piezometri nello stabilimento di Servola	29
Tabella 5.2 – Risultati delle prove Lefranc nell'area di Servola	30
Tabella 5.3 – Livello idrico statico della falda.....	30
Tabella 6.1 – Superamenti nei suoli nelle celle attraversate dal tracciato nell'area di Servola - metalli....	46
Tabella 6.2 – Superamenti nei suoli nelle celle attraversate dal tracciato nell'area di Servola - composti organici.....	47
Tabella 8.1 – Bilancio terre per la realizzazione della viabilità del Molo VIII	50

1. PREMESSA

La presente relazione descrive la gestione delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del collegamento stradale del Molo VIII, nonché ne indica il successivo riutilizzo.

L'intervento progettuale si colloca all'interno dell'area portuale di Trieste, compresa nel Sito di Interesse Nazionale di Trieste, in particolare a ridosso delle aree Servola – ex-Esso, in corrispondenza del varco di via Errera. La soluzione progettuale proposta consta di un collegamento principale, tre collegamenti secondari di raccordo alla viabilità esistente e due intersezioni (rotatorie).

La normativa in materia di gestione delle terre e rocce da scavo è rappresentata dal D.M. 161/2012 “*Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo*”, che prevede il recupero dei materiali di scavo come sottoprodotti, purché presentino un contenuto di sostanze inquinanti inferiore alle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) fissate dall'Allegato 5 al Titolo V del D.Lgs.152/2006 in relazione alla specifica destinazione d'uso. Tale possibilità di recupero delle terre e rocce da scavo è consentita, anche se il sito di produzione interessa un'area oggetto di interventi di bonifica che rientrano nel campo di applicazione del Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06.

Il materiale movimentato, derivato dagli scavi inerenti le opere in progetto eseguite in settori non contaminati, sarà utilizzato in situ nell'ambito delle attività di progetto (sito di produzione) per rinterri e rilevati stradali.

Le terre e rocce da scavo prodotte nel presente progetto non vengono interamente riutilizzate come sottoprodotto all'interno del sito di produzione, pertanto vi sarà una parte del materiale smaltito come rifiuto.

Il presente piano di utilizzo, avrà validità dalla data di inizio lavori, sino al termine delle lavorazioni previste per la realizzazione delle opere in progetto, così come previsto nel cronoprogramma dei lavori.

2. AREA DI INTERVENTO

L'area di studio comprende le aree incluse all'interno del Demanio Marittimo localizzate in corrispondenza ed in prossimità della Ferriera Servola e dell'area ex-Esso ed affidate all'Autorità Portuale di Trieste insieme alle infrastrutture di collegamento funzionali al corretto svolgimento delle attività portuali. Le funzioni portuali sopra menzionate, infatti, potranno essere operative solo nel caso in cui siano funzionalmente connesse con le infrastrutture retro portuali di accesso e distribuzione come la Grande Viabilità Triestina (G.V.T.). Conseguentemente, l'area di studio, come sopra accennato, include tutte le opere infrastrutturali essenziali al funzionamento del Porto ed al suo potenziamento.

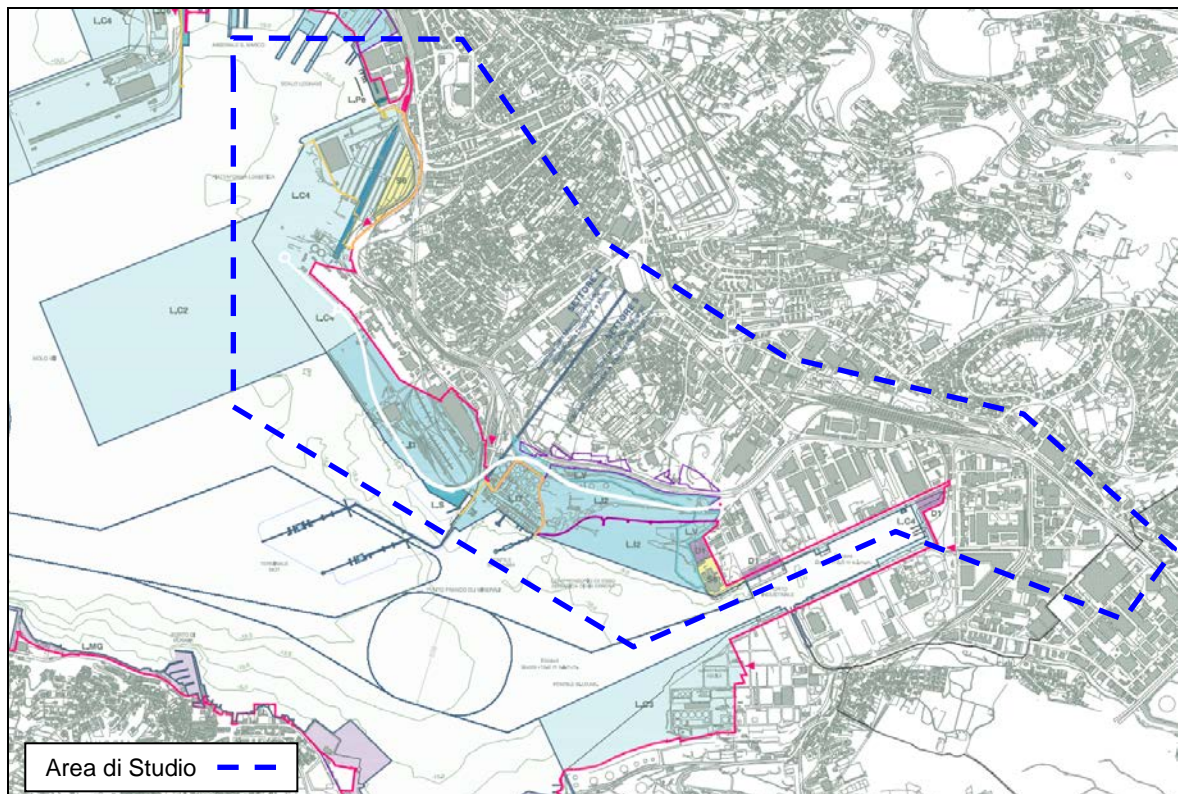


FIGURA 2.1 – AREA DI STUDIO

L'area in cui si svilupperà il nuovo tracciato di collegamento al nuovo Molo VIII sarà servita a Nord dalla viabilità interna legata alla Piattaforma Logistica, a sua volta direttamente collegata alla G.V.T. attraverso via Svevo/via D'Alviano, mentre a Sud sarà collegata alla G.V.T. attraverso via Errera, in prossimità dell'area ex-Esso. Il traffico pesante in arrivo e partenza al porto sarà obbligatoriamente instradato sulla G.V.T. e non

graverà, quindi, sulla viabilità urbana eccetto che per le brevi tratte comprese fra gli svincoli e i varchi portuali.

L'opera oggetto di progettazione si colloca all'interno dei confini portuali, in particolare nell'area compresa tra l'area destinata alla realizzazione della nuova Piattaforma Logistica, alla radice del Molo VIII, ed il Porto (Canale) Industriale. Partendo dalla radice del Molo VIII, zona in cui l'infrastruttura è collegata direttamente alla viabilità a servizio della Piattaforma Logistica, fino al collegamento con la viabilità esistente, l'opera infrastrutturale attraversa nel suo sviluppo rispettivamente le aree della ferriera di Servola, del terminal Oli Minerali e del comprensorio ex-Esso per poi collegarsi direttamente alla viabilità esistente, ovvero a via Errera.

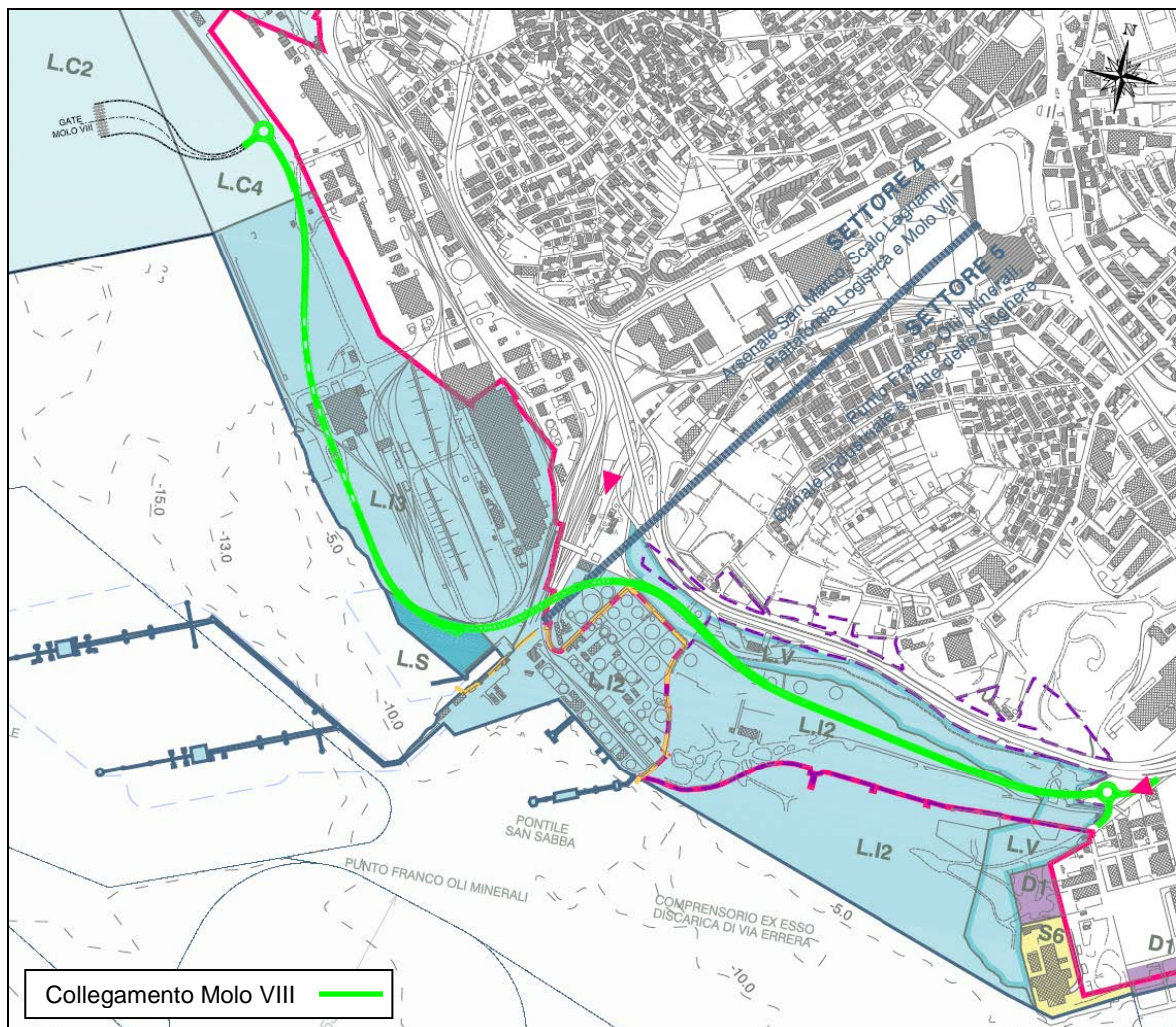


FIGURA 2.2 – LOCALIZZAZIONE TRACCIATO

3. DESCRIZIONE FUNZIONALE DELL'INTERVENTO

Il nuovo tracciato di collegamento stradale del Molo VIII si sviluppa in un'unica soluzione da via Errera fino al gate d'ingresso al Molo VIII ed alla connessione con la nuova viabilità della Piattaforma Logistica. Le intersezioni adottate in corrispondenza delle connessioni Nord e Sud, rispettivamente in corrispondenza del Molo VIII e di via Errera, sono del tipo a rotatoria con tre rami e diametro 40 m.

Alla luce dell'andamento plano-altimetrico del tracciato, le sezioni trasversali adottate per la realizzazione del collegamento stradale con il nuovo Molo VIII coprono le diverse tipologie previste dalla buona pratica progettuale al fine di adattare al meglio il tracciato stradale al territorio esistente. Buona parte delle sezioni trasversali sono adottate lungo la connessione principale tra la viabilità esistente (via Errera) ed il nuovo Molo VIII. Di seguito si riporta una vista in pianta del nuovo collegamento stradale con evidenziate le sezioni tipo adottate.



FIGURA 3.1 – PLANIMETRIA DEL NUOVO COLLEGAMENTO STRADALE CON EVIDENZIATE LE SEZIONI TIPO

La realizzazione della nuova infrastruttura prevede diverse fasi costruttive le quali si susseguono sulla base della tipologia di opere da realizzare. Verranno realizzate in primis le opere a terra di maggiore importanza dal punto di vista strutturale come viadotti, gallerie e muri di sostegno. Ognuna di queste opere è generalmente anticipata dalla realizzazione di opere accessorie il cui unico scopo è di rendere possibile la costruzione delle strutture principali in condizioni di sicurezza. Nel caso della nuova viabilità di collegamento al Molo VIII sarà data priorità alle opere accessorie richieste per la realizzazione del viadotto San Sabba e della galleria artificiale Servola.

Sezione in galleria

In riferimento alla galleria Servola, questa sarà realizzata attraverso il metodo di scavo Milano, ovvero realizzando lo scavo a cielo aperto fino alla profondità di imposta della copertura, realizzando successivamente i diaframmi in C.A. a sostegno delle pareti di scavo, realizzando il solaio di copertura in C.A. e ricoprendo il tutto con terreno di riporto.

Terminata la realizzazione delle strutture portanti esterne, lo scavo a foro cieco permetterà la successiva realizzazione delle strutture interne.

Contestualmente alle fasi di realizzazione della galleria artificiale saranno anche realizzate le due rampe di accesso caratterizzate da sezioni tipo in trincea tra muri ad “U” a partire dalla profondità di due (2) metri.

L’adozione del metodo Milano prevede la realizzazione di opere accessorie atte a favorire l’esecuzione dei lavori in condizioni di sicurezza. Le operazioni di scavo devono essere precedute dalla realizzazione di diaframmi in calcestruzzo armato infissi per una profondità tale da raggiungere gli strati impermeabili e contemporaneamente sostenere la spinta del terreno posto a tergo e crescente all’aumentare della profondità di scavo. La realizzazione dei diaframmi avviene a sua volta attraverso l’ausilio di fanghi bentonitici, i quali offrono il duplice vantaggio di sostenere le pareti di scavo ed essere facilmente evacuabili nelle fasi di getto del calcestruzzo che andrà a formare la struttura portante. Lo spessore dei diaframmi varierà in base alle caratteristiche del terreno rilevato attraverso opportune analisi geotecniche.

La realizzazione dei diaframmi sarà accompagnata dall’intasamento del terreno attraverso tamponi in jet grouting. La profondità dei tamponi varierà al variare della quota di progetto ed avrà il duplice scopo di impermeabilizzare il terreno posto tra i due diaframmi, impedendo così l’eventuale risalita dell’acqua di falda, e stabilizzare quello che successivamente sarà il terreno a fondo scavo.

Terminata la realizzazione dei diaframmi, dei tamponi in jet grouting e della copertura tramite solaio in C.A., saranno condotte le operazioni di scavo a foro cieco fino alla profondità di progetto. Successivamente le strutture accessorie saranno rivestite con guaine impermeabili in grado di impedire le eventuali infiltrazioni d’acqua provenienti dalla superficie o spinte dall’innalzamento del livello di falda. Posato il rivestimento, saranno realizzate le opere in C.A. di fondo e laterali costituenti la struttura funzionale della galleria e delle sezioni tra muri ad “U”. Completate le opere in C.A. al fondo e lungo le pareti di scavo, saranno realizzati il riempimento in misto cementato e parzialmente le opere idrauliche di drenaggio. La realizzazione della galleria e delle sezioni tra muri si completerà attraverso la stesa della sovrastruttura stradale, il completamento delle opere idrauliche e la posa dei new jersey a bordo strada.

Sezione in viadotto

Le opere a terra necessarie alla realizzazione del viadotto prevedono la realizzazione di plinti di fondazione su pali. Le fondazioni, vista la natura limo-argillosa del terreno, dovranno essere profonde nel terreno. terminate le opere accessorie, le lavorazioni

successive saranno dedicate alla realizzazione delle strutture principali del viadotto. In particolare saranno realizzate in successione, spalle, plinti di fondazione, pile, pulvini e posa delle travi in C.A.P. Le opere saranno realizzate tenendo in considerazione la quota finale di progetto e la presenza di eventuali sottoservizi/cavidotti. La realizzazione dei rilevati tra muri di sostegno previsti a tergo delle spalle del viadotto sarà successiva alla realizzazione delle due spalle.

Sezioni in rilevato e trincea

Definito il layout dei sottoservizi lungo tutto lo sviluppo dell'infrastruttura, le fasi successive saranno dedicate alla realizzazione di tutte le tratte in rilevato o in trincea e delle relative opere strutturali considerate minori rispetto alla galleria artificiale ed il viadotto precedentemente descritti. In questa fase la maggior parte delle lavorazioni saranno dedicate ai movimenti terra ed alla definizione delle quote di progetto. In corrispondenza delle sezioni a mezzacosta e in rilevato saranno realizzati i muri di sostegno ove previsto.

4. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA TECNICA

I dati a disposizione hanno determinato la definizione di zone d'informazione omogenea, che in una sequenza nord- sud sono le seguenti:

- Barcola Bovedo - Molo 0
- Molo IV
- Foce canale S. Antonio
- Sacchetta
- Riva Traiana
- Molo V – Molo VII
- Scalo Legnami - Ferriera
- Via Errera
- Canale navigabile (destra idraulica)
- Canale navigabile (Foce T. Rosandra)
- Valle delle Noghere
- Porto turistico S. Rocco

L'analisi di queste informazioni ha portato alla definizione delle stratigrafie riportate in sintesi nella Figura 4.1.

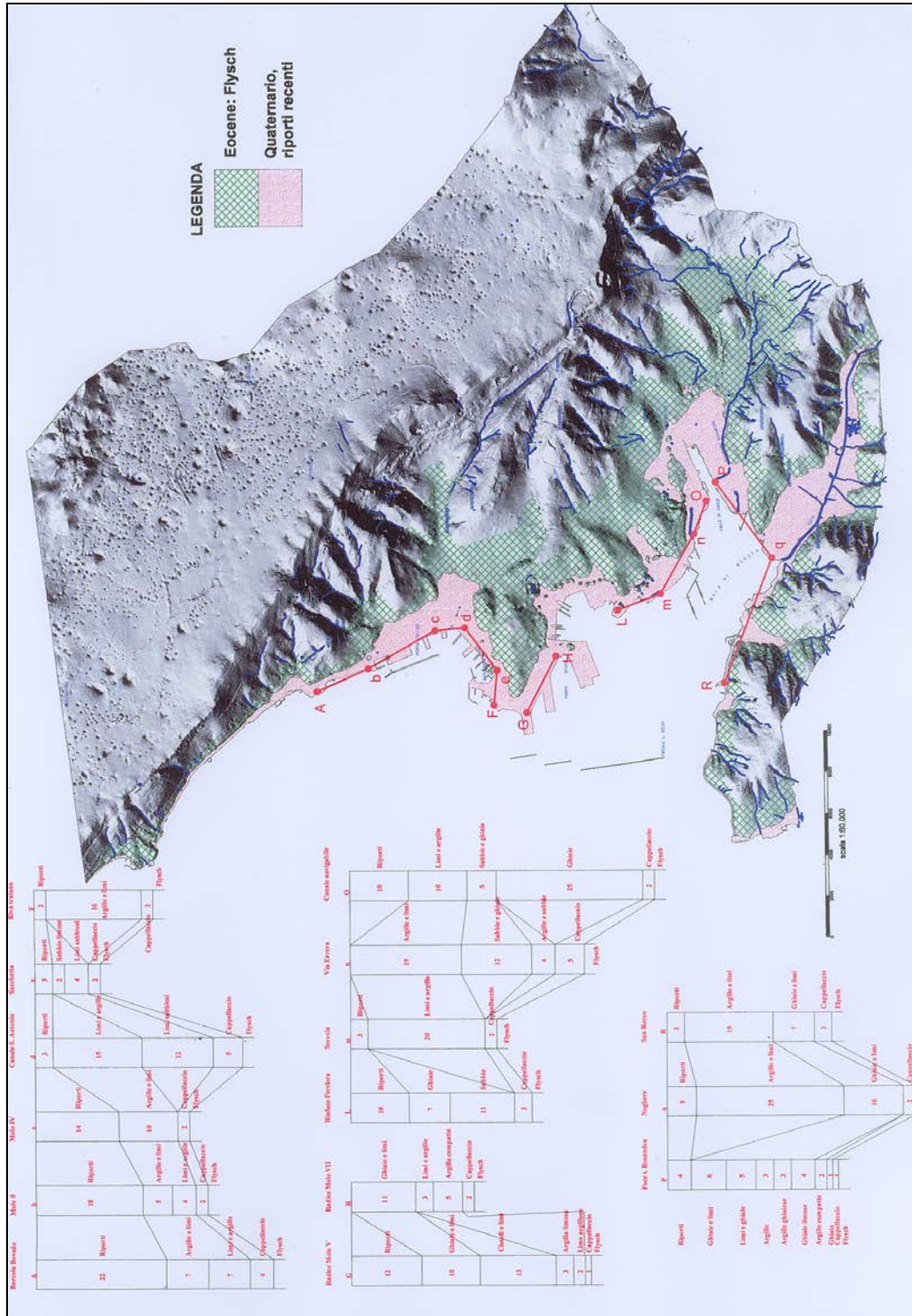


FIGURA 4.1 – CARTA MORFOLOGICA, IDROLOGICA, LITOLOGICA E STRATIGRAFICA

Le molte variazioni e combinazioni di argille, limi, sabbie e ghiaie, a volte miste a riporti – sono state ricondotte a sole 4 unità (riporti, complesso limoso-argilloso, complesso ghiaioso-limoso, flysch), cui sono stati attribuiti valori di parametri geotecnici ottenuti mediando quanto eventualmente riportato dalle stratigrafie disponibili e riportati in Tabella 4.1

TABELLA 4.1 – VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

	Parametri geotecnici									
	W %	γ_{nat} t/m ³	Pocket kg/cm ²	c kg/cm ²	ϕ	UU kg/cm ²	E _{ed} kg/cm ²	C _u kg/cm ²	E _i kg/cm ²	K Cm/sec
Riporti	45-70	1.7-2.0	-	0	22°- 30°					
Complesso limoso-argilloso	45-70	1.7-1.9	0.3-1	0.1-0.2	20°- 28°		20	0.1-0.2		4·10 ⁻⁸
Complesso ghiaioso-limoso	45-70	1.9-2.0	0.5-1	0.2-0.3	25°- 30°		35	0.2-0.4		
Flysch	-	2.55	-	2-5	15°- 40°	45 marna	da 700		1·10 ⁴	
	-	2.75	-	-	-	100 aren.	a 3000			

in cui:

W	contenuto naturale d'acqua
γ_{nat}	peso specifico naturale
Pocket	penetrometro da tasca
c	coesione
ϕ	angolo d'attrito
UU	compressione perpendicolare alla superficie dello strato
E _{ed}	modulo edometrico
C _u	resistenza al taglio (vane test)
E _i	modulo di elasticità statica
K	coefficiente di permeabilità

Dalla stratigrafia di dettaglio riportata in Figura 4.2 è possibile notare come l'area che va dallo scalo Legnami-Ferriera fino a via Errera è caratterizzata da terreno di riporto e complessi limo-argillosi. In particolare la zona dello scalo Legnami è caratterizzata da terreno di riporto fino ad una profondità di 10 metri. Nella zona di Servola la profondità del terreno di riporto si riduce a 3 metri, mentre nell'area di via Errera affiora il complesso limo-argilloso sopra descritto.

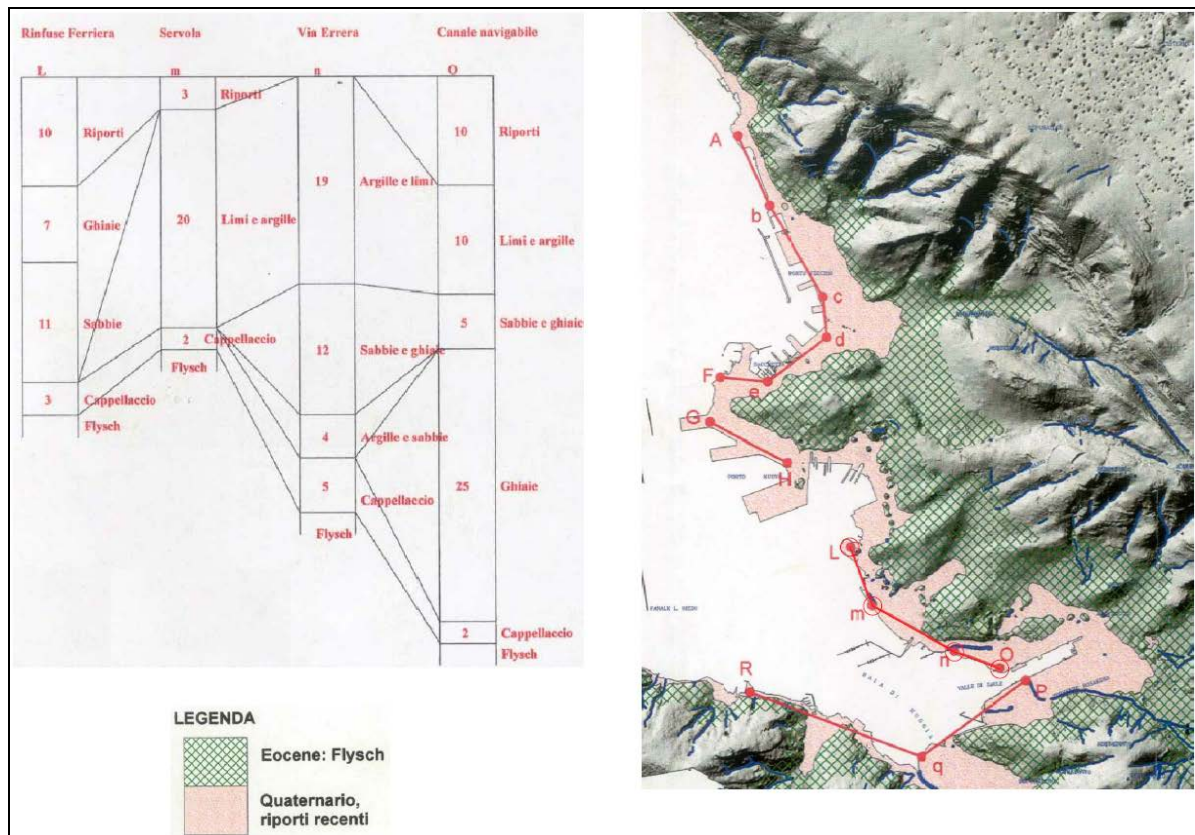


FIGURA 4.2 – DETTAGLIO STRATIGRAFIA AREA DI ACCESSO MOLO VIII

Sulla base della stratigrafia sopra esposta le due principali opere d'ingegneria, la galleria artificiale ed il viadotto, saranno realizzate su terreno da riporto poggiante su complessi limo-argillosi a loro volta poggianti sul Flysch. Nello specifico sarà opportuno valutare il tipo di fondazione e le opere di impermeabilizzazione da adottare per le due opere al fine di garantire la stabilità delle strutture nel tempo a fronte dei carichi e relativi cedimenti a lungo termine tipici di terreni di questa natura.

In riferimento alla costruzione delle pavimentazioni sarà opportuno valutare la bonifica del sottofondo per una profondità tale da garantire un piano di appoggio sufficientemente stabile sotto l'azione dei carichi stradali.

Di seguito si riportano le informazioni contenute nella relazione descrittiva delle indagini di caratterizzazione ambientale (Relazione descrittiva indagine di caratterizzazione: aree demaniali – commissionato da Servola S.p.A.) condotte nel 2008 nell'area della Ferriera Servola. Ovvero nell'area soggetta ad operazioni di scavo legate alla realizzazione della galleria artificiale. Nello specifico, la definizione stratigrafica risulta di supporto all'individuazione della soluzione strutturale più adatta alle condizioni in sito ed alla definizione del tipo trattamento richiesto per i materiali di risulta da scavo.

4.1. Inquadramento geografico area Ferriera Servola

Lo Stabilimento è situato lungo la costa della periferia meridionale della città di Trieste, tra l'abitato di Servola ed il mare.

4.2. Inquadramento geologico area Ferriera Servola

L'area d'interesse ricade nella cosiddetta "zona del Flysch" una fascia di larghezza variabile ben rappresentata nel territorio triestino compreso tra il mare Adriatico e le formazioni calcaree del Carso.

Nella fascia di territorio grosso modo subparallela all'attuale linea di costa il Flysch eocenico è ricoperto dai Sedimenti marini quaternari. I Sedimenti marini si estendono sotto ai riporti recenti che bordano la costa attorno a Trieste e costituiscono il substrato dell'attuale fondale marino. Le formazioni sopra citate sono definite dalle unità geolitologico-stratigrafiche di seguito descritte:

- **riporti recenti (RI)** – Terreni di riporto recente o di epoca storica costituiti da materiale prevalentemente flischoide. Assimilati a delle ghiaie di bonifica, sono presenti sulla fascia costiera ed in mare da Barcola a Zaule, anche al di sotto delle grandi opere civili.
- **sedimenti marini (SM)** – I sedimenti marini sono prevalentemente composti da terre a grana fine (limi e argille) di colore generalmente ceruleo (grigio chiaro), intercalate a sottili straterelli centimetrici di sabbia finissima e resti di conchiglie marine; molto abbondante è la sostanza organica (torba).
- **Flysch marnoso arenaceo (FL - Eocene medio)** – Il termine Flysch indica un'alternanza ritmica di rocce clastiche originatesi in ambiente marino da diagenesi di materiale trasportato da correnti di torbida in seguito a processo gravitativo, e i cui depositi sono detti torbiditi. Le rocce di questa unità sono costituite da una successione ritmica di strati marnosi ed arenacei. Le marne sono rocce carbonatico-argillose, fragili con un colore che varia dal grigio ceruleo al grigio cupo e nel complesso impermeabili tanto che le acque filtrano con difficoltà. Le arenarie sono rocce a matrice carbonatica che ingloba una frazione detritica costituita da calcite, quarzo, altri silicati e resti di microfossili. Sono rocce molto dure, compatte, rigide con un colore che passa dal grigio chiaro al grigio scuro. Inoltre, sono rocce con un assorbimento d'acqua più ridotto rispetto alle marne. Gli spessori dei singoli strati variano tra 30 e 60 cm.

4.3. Caratteristiche stratigrafiche e litologiche del Sito Ferriera Servola

Le aree demaniali in concessione a Servola S.p.A. ricadenti nel perimetro del SIN sono state soggette a caratterizzazione ambientale, così come previsto dal Piano Operativo di Lavoro concordato con l'ARPA Friuli Venezia Giulia nel 2005 per l'esecuzione del Piano di Caratterizzazione del sito su cui è insediato lo Stabilimento Siderurgico Servola S.p.A. di Trieste (P.d.C. approvato dalla Conferenza di Servizi Decisoria del 19 maggio 2004).

Le attività di indagine sono state effettuate nel periodo compreso tra febbraio e ottobre 2008, prevedendo la realizzazione complessivamente di 130 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, di cui 10 completati a piezometro.

La planimetria in Figura 4.3 riporta l'ubicazione dei punti di indagine individuati sia nelle aree di proprietà, già realizzati nel 2005, sia nelle aree demaniali in concessione alla Sevola S.p.A., tutti collocati all'interno di un reticolo a maglia quadrata di dimensione 50 x 50 m. Tutti i sondaggi sono stati spinti fino a profondità comprese tra 5 m e 25 m da p.c..

La stratigrafia locale ricostruita sulla base dei sondaggi effettuati è caratterizzata, partendo dal piano di campagna:

1. un riporto composto principalmente da diversi tipi di scarti di lavorazione (scorie, loppa amorfa o cristallizzata, carbone fossile o coke, ghisa, ferro, materiali refrattari), materiale edile (laterizi, cemento) e di riempimento (ghiaie grossolane carbonatiche ben classate); tale riporto è caratterizzato da un'estrema variabilità di tipologia e colore sia lateralmente che verticalmente;
2. un'argilla da limosa a debolmente limosa di colore grigio verde con resti di conchiglie; sono localmente presenti al tetto e/o alla base dell'orizzonte argilloso lenti di terreni più grossolani variabili da sabbia fine debolmente limosa a limo sabbioso, il colore anche in questo caso è grigio verde e si hanno resti di conchiglie;
3. un substrato roccioso costituito da un flysch marnoso arenaceo caratterizzato da un'alternanza di livelli di arenarie, marne ed argilliti con spessori decimetrici; al tetto è talvolta presente un livello di alterazione con spessore variabile tra 0,5÷1 m.

Dalla Figura 4.4 alla Figura 4.7 si riportano 4 sezioni stratigrafiche del sito (3 parallele alla linea di costa ed una trasversale); le tracce delle sezioni sono rappresentate in Figura 4.3. In Figura 4.8 si riporta la localizzazione del tracciato rispetto ai logos delle indagini e alle sezioni stratigrafiche.

Si evince dai sondaggi che in alcuni casi il contatto tra il riporto ed il substrato naturale non coincide necessariamente con l'originale piano campagna; quest'ultimo sembra in questi casi aver subito rimaneggiamenti di natura antropica (es. escavazioni). I limiti stratigrafici

di riferimento sono quindi: la profondità del contatto base riporto – substrato naturale ed il contatto stratigrafico tra argilla limosa grigio verde e substrato roccioso. Il primo individua con certezza lo spessore del riporto, mentre lo spessore attuale delle argille limose può essere individuato solo dove compare anche il contatto di queste con il substrato roccioso. Si riporta di seguito una sintesi della distribuzione degli spessori degli orizzonti indagati:

- Il riporto è compreso tra il p.c. e 25 m di profondità ed affiora praticamente in tutta l'area indagata. La profondità della base del riporto, da monte (NE) verso mare (SO), è compresa tra:
 - 6÷10 m da p.c. nell'area capannoni ex acciaieria;
 - 10÷15 m da p.c. nella fascia intermedia (parco ghisa e parte demaniale del parco minerali);
 - 15÷20 m da p.c. nella pozione costiera NO;
 - il riporto raggiunge i massimi spessori nella pozione costiera più meridionale (tra il parco ghisa e la linea di costa), dove la base si attesta tra 20 e 25 m da p.c.;
- l'orizzonte di argilla limosa grigio verde, dove è presente il substrato roccioso che ne delimita la base (11 sondaggi), ha uno spessore medio di circa 2-3 m e si rinviene in tutti i sondaggi tranne in quelli dove il flysch è a diretto contatto con il riporto (14 sondaggi) e in alcuni dove la profondità d'indagine è stata limitata a 10 m da p.c.;
- il substrato roccioso è stato intercettato nei sondaggi alle estremità NO e SE della zona demaniale, inoltre è stato intercettato in alcuni sondaggi nel parco minerali al confine con la zona di proprietà, per un totale di 25 sondaggi; in 14 di questi sul flysch poggia direttamente il riporto, negli altri è presente il contatto stratigrafico tra argilla limosa grigio verde e substrato roccioso. In sintesi:
 - nell'estremità meridionale della zona demaniale la profondità di detto contatto stratigrafico varia da 7 a 14 m da p.c. approfondendosi da monte verso mare lungo il confine SE di Stabilimento;
 - nella zona demaniale del parco minerali il contatto è situato ad una profondità tra 15 e 20 m da p.c.;
 - nell'estremità settentrionale il substrato roccioso si rinviene in tutti i sondaggi, il contatto tra argille limose e roccia è individuato in due sondaggi (S195, PZ23 situati presso i gasometri) alla profondità di circa 20 m da p.c.; il flysch in questa parte di Stabilimento si approfondisce rapidamente verso NO dato che in prossimità della portineria Scalo Legnami è quasi superficiale.

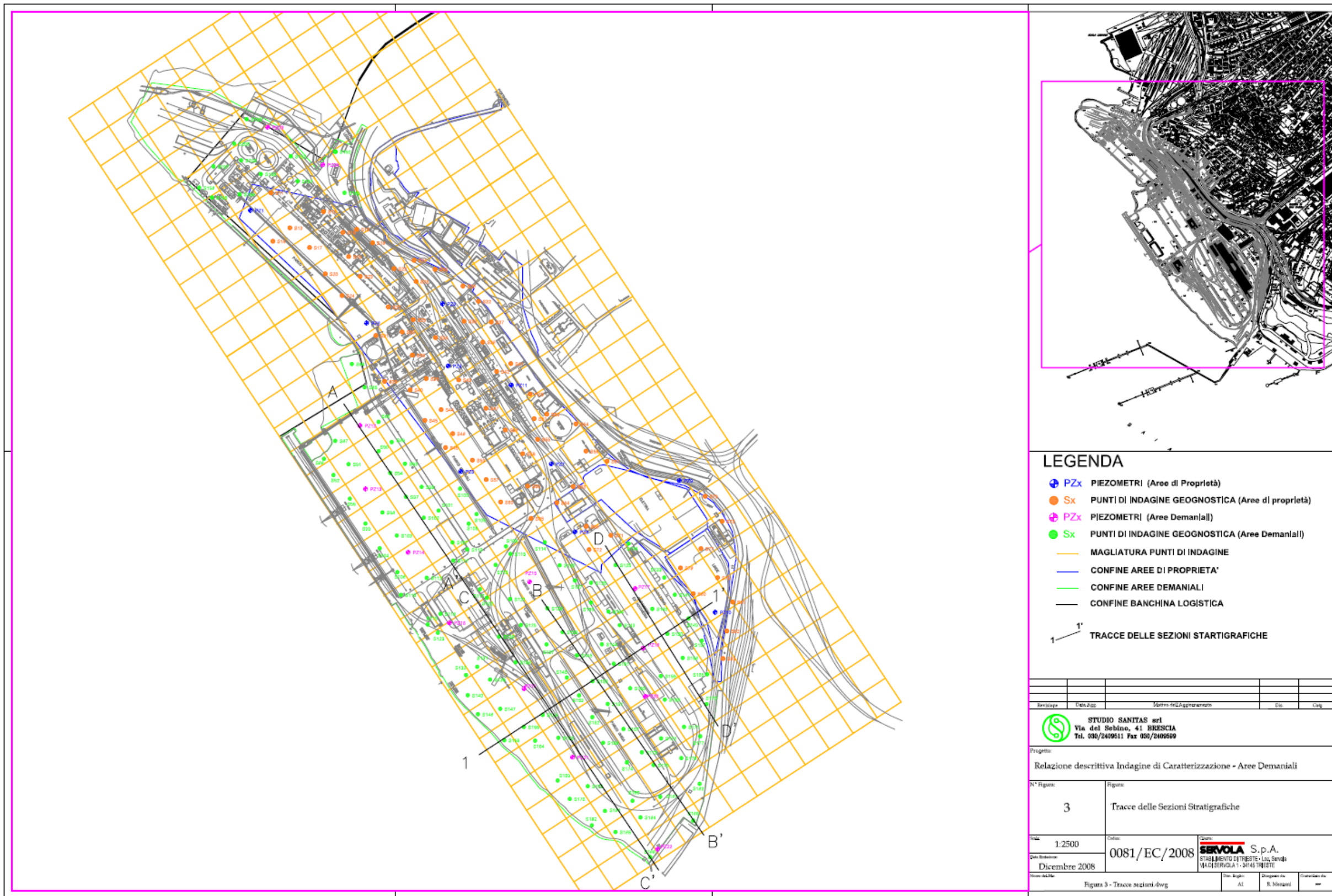


FIGURA 4.3 – LOCALIZZAZIONE INDAGINI E TRACCE SEZIONI STRATIGRAFICHE

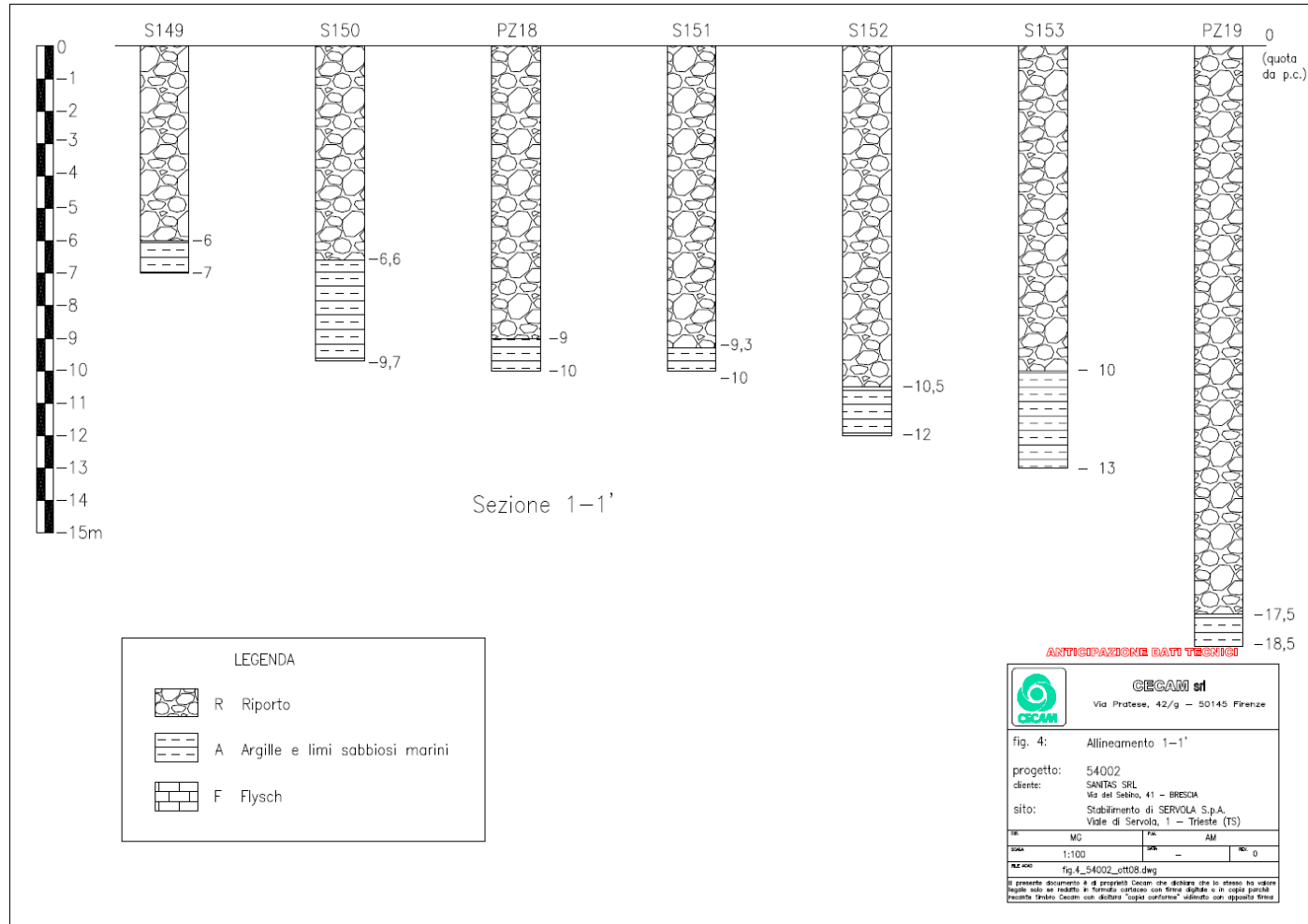


FIGURA 4.4 – STRATIGRAFIA SEZIONE 1-1'

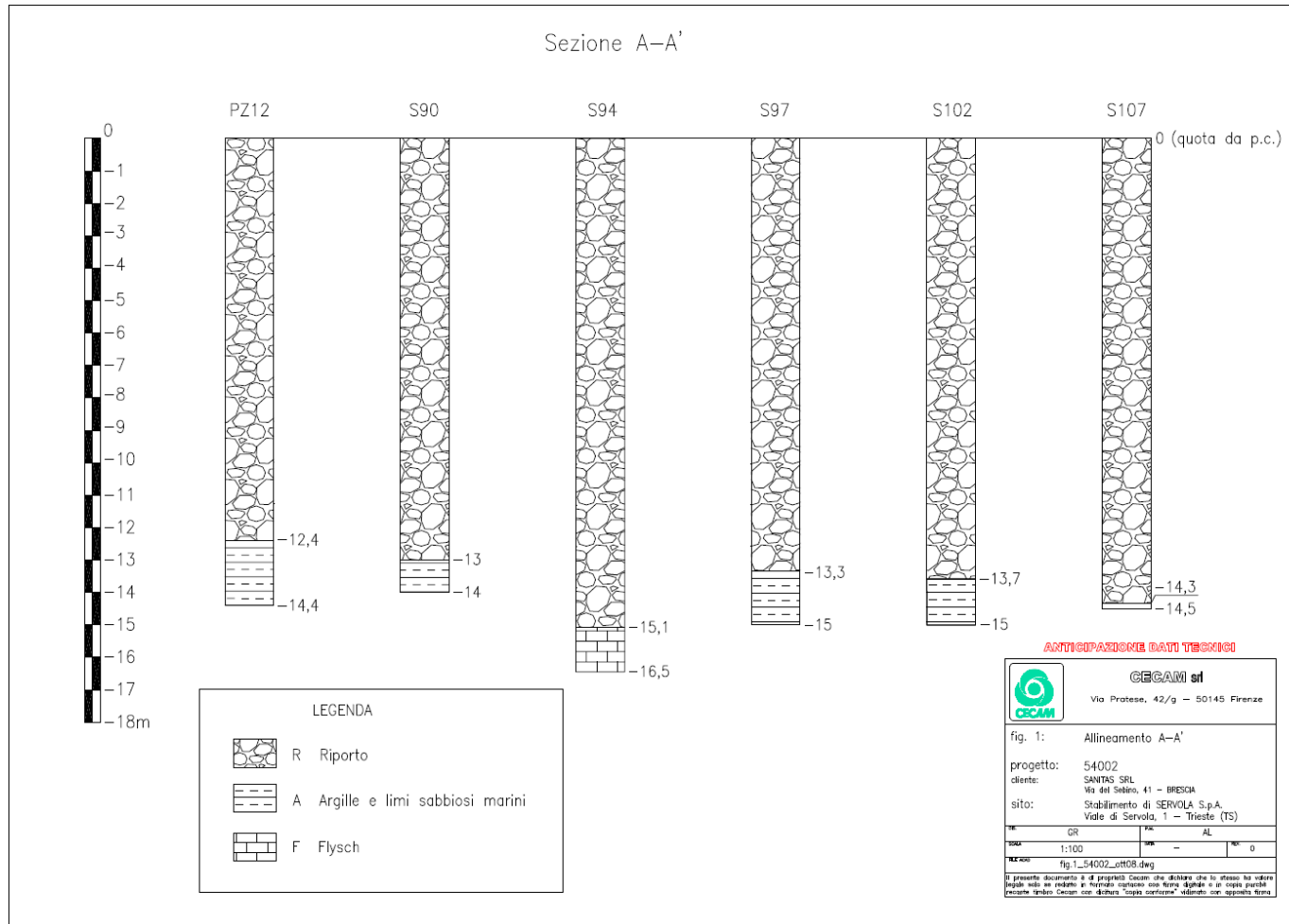


FIGURA 4.5 – STRATIGRAFIA SEZIONE A-A'

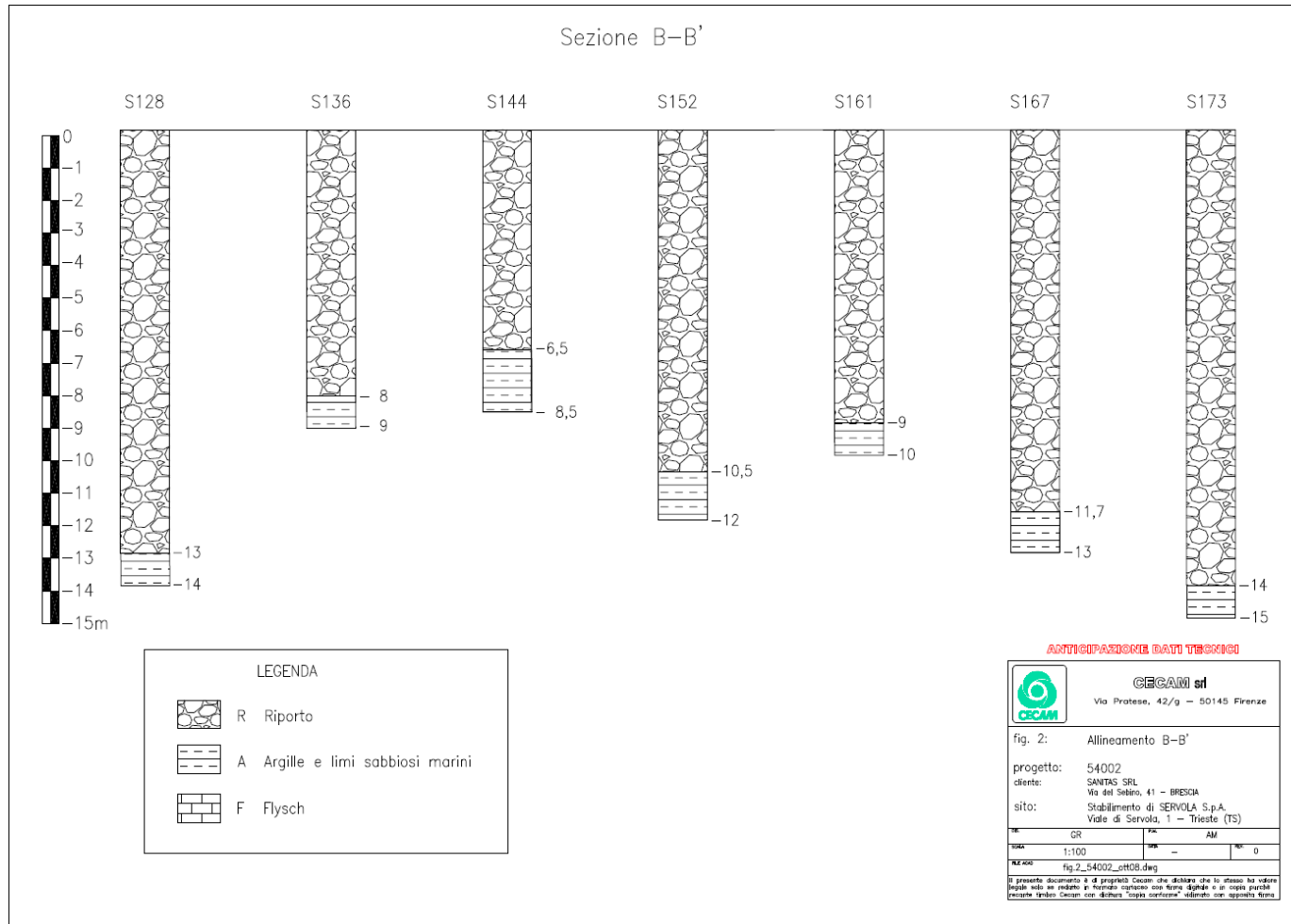


FIGURA 4.6 – STRATIGRAFIA SEZIONE B-B'

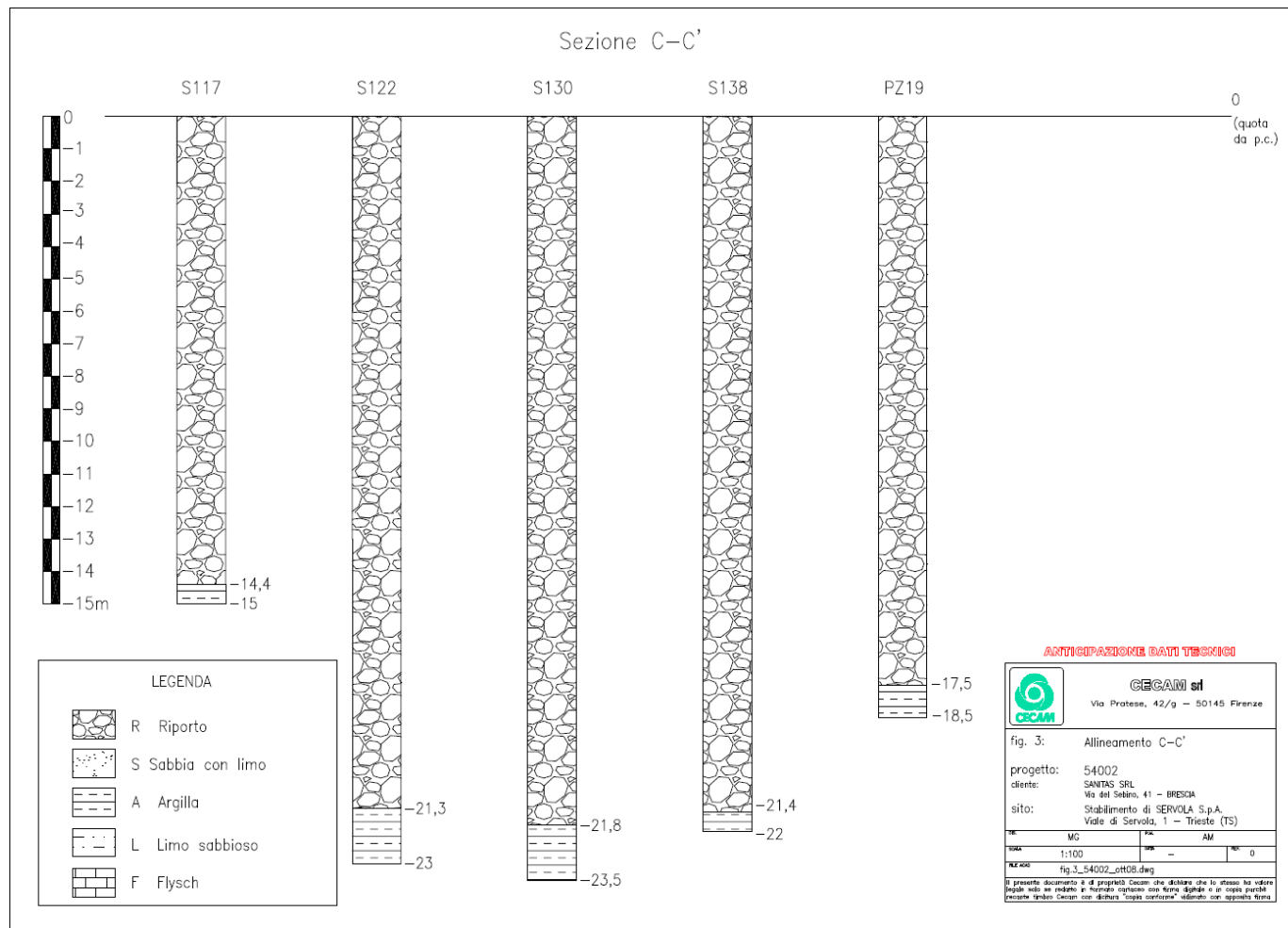


FIGURA 4.7 – STRATIGRAFIA SEZIONE C-C'

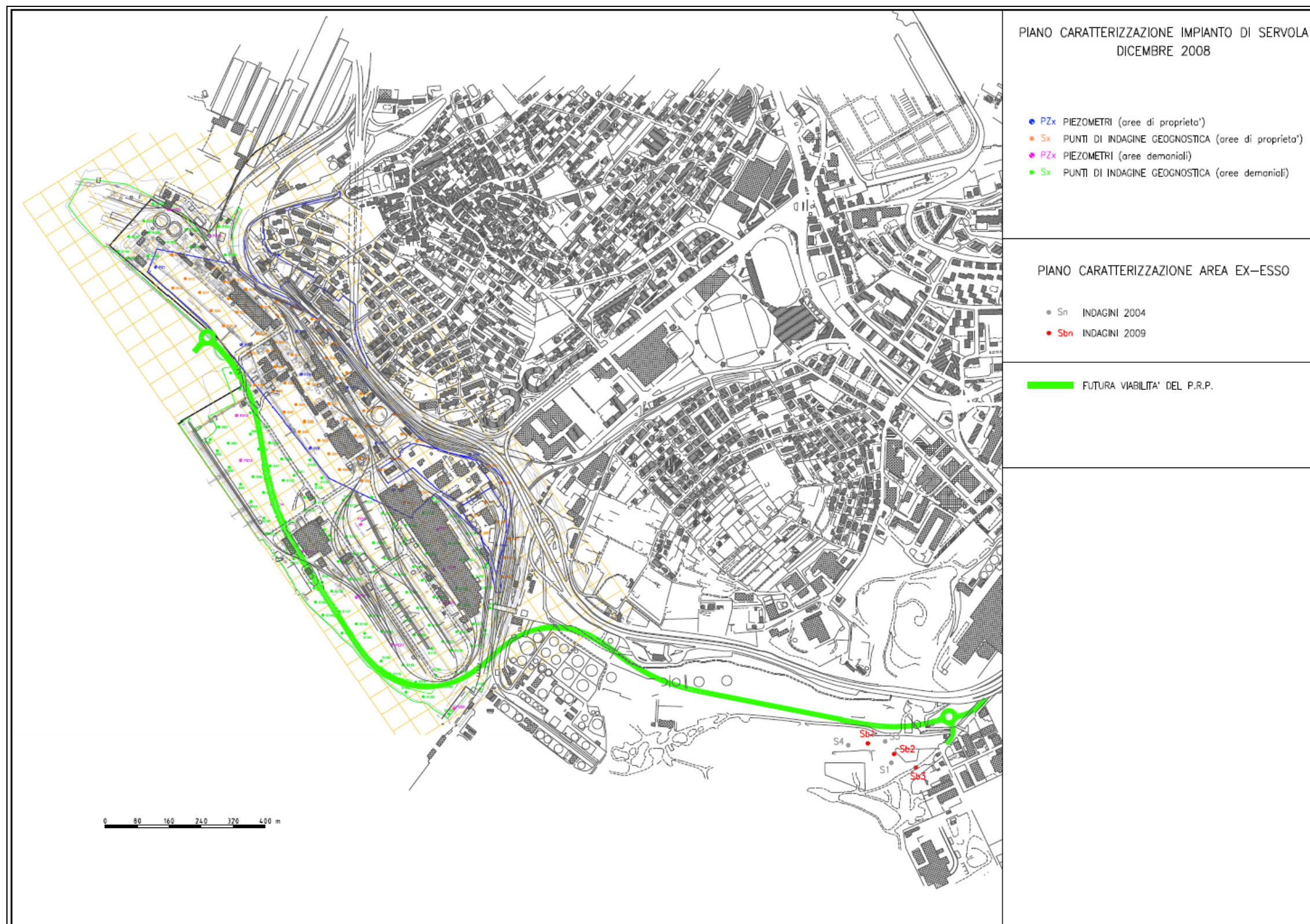


FIGURA 4.8 – LOCALIZZAZIONE TRACCIATO RISPETTO A LOGOS INDAGINI E SEZIONI STRATIGRAFICHE

4.4. Caratteristiche stratigrafiche e litologiche dell'area ex-Esso

In merito all'area ex-Esso, caratterizzata principalmente da sezioni stradali a mezzacosta, le informazioni disponibili non coprono tutta l'area d'intervento, ma permettono di avere un'idea generale sulla stratigrafia dell'area. Si riportano di seguito le informazioni pervenute dai sondaggi condotti ad tra fine 2013 ed inizio 2014 nell'area prossima all'innesto della nuova viabilità con via Errera.

Le indagini integrative propedeutiche al progetto di bonifica e messa in sicurezza dell'Area ex-Esso, hanno visto la realizzazione di 12 sondaggi, 5 dei quali attrezzati con piezometri, esecuzione di prove di permeabilità, prelievo di campioni per i laboratori geotecnici e chimici. I sondaggi, di profondità variabile da 8.50 m a 25 m, sono stati eseguiti a carotaggio continuo a secco con carotieri semplici \varnothing 131 mm.

Le stratigrafie dei sondaggi sono caratterizzate superficialmente da terreni di riporto (ad esclusione dei sondaggi E1 ed E2) di spessori variabili da 4 m a 9 m, costituiti da ghiaie ed inerti in matrice limoso sabbiosa e da limi argillosi sabbiosi con ghiaie ed inerti e con abbondanti accumuli di idrocarburi.

Successivamente sono presenti sedimenti marini caratterizzati da limi argillosi grigi e da sabbie limose argillose, subordinate, che tendono ad assottigliarsi verso nord fino quasi a sparire nei sondaggi E4, E7, E8, E10.

Tutti i sondaggi hanno intercettato il substrato roccioso (Flysch) inizialmente caratterizzato da relitti lapidei marnoso arenacei in matrice limoso sabbiosa argillosa marrone e, successivamente, da marne e arenarie (subordinate) localmente alterate e argillificate da marroni a grigie.

I sondaggi E1, E4, E5, E9, E10 sono stati attrezzati con piezometro da 3", fenestrato nella parte satura e cieco nella parte aerata, per permettere il campionamento delle acque di falda.

Le prove di permeabilità Lefranc eseguite hanno evidenziato nei terreni di riporto valori di $k=10^{-5}$ m/s, nei limi argillosi e sabbiosi tra 10^{-5} m/s e 10^{-7} m/s, nel substrato roccioso (flysch) valori di $k=10^{-5}$ - 10^{-6} m/s.

Le prove di permeabilità eseguite in laboratorio in cella edometrica, esclusivamente sui limi argillosi marini, hanno evidenziato valori di k compresi tra 10^{-10} m/s e 10^{-11} m/s.

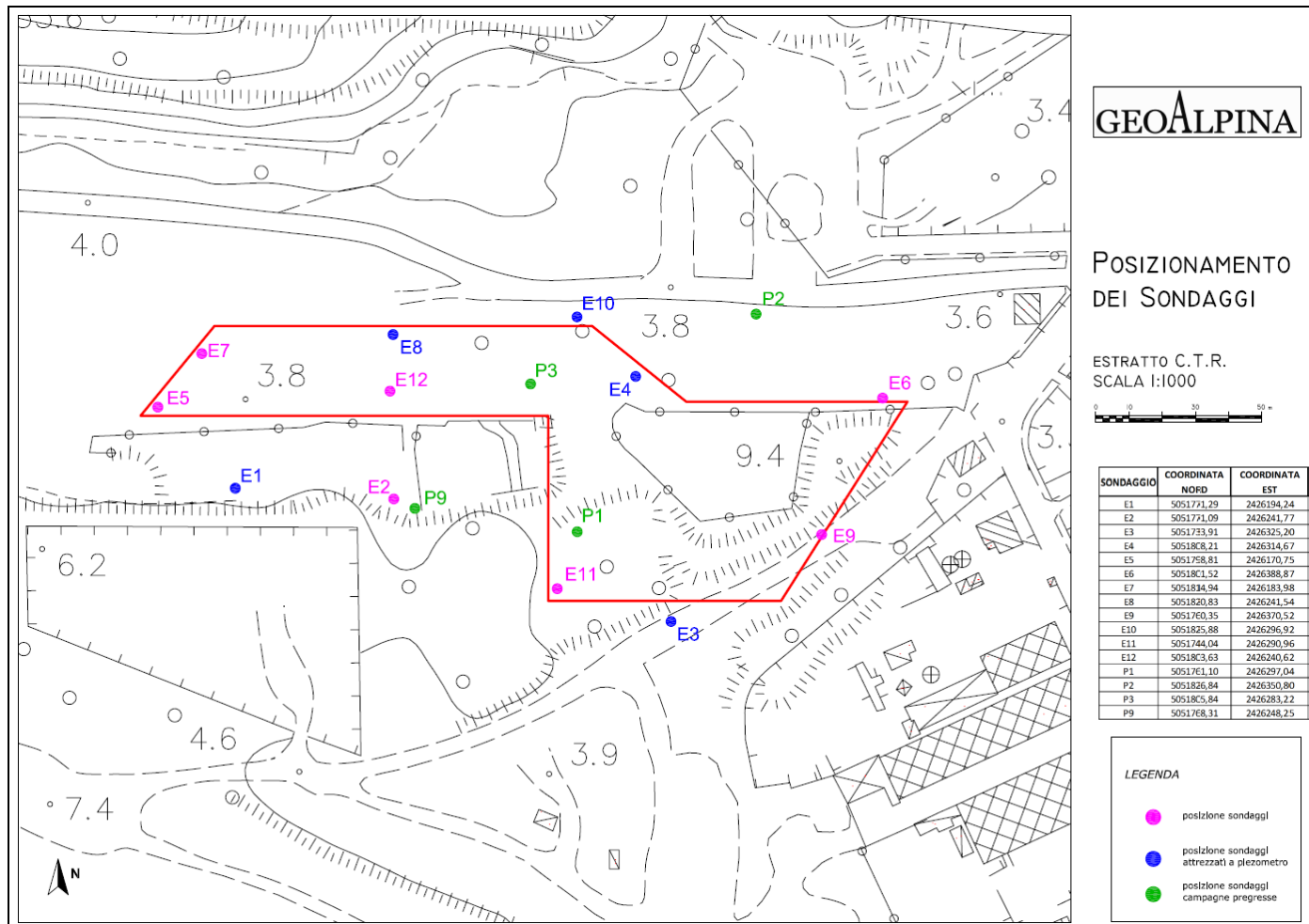


FIGURA 4.9 – LOCALIZZAZIONE SONDAGGI AREA EX-ESSO (2014)

Informazioni più datate (06/2009) ed un numero di sondaggi inferiore condotti nella medesima area al fine di caratterizzare il terreno soggetto ad operazioni di bonifica, hanno permesso di definire stratigrafie che generalmente risultano congruenti con quanto riscontrato nel 2014. Di seguito si riportano gli elaborati disponibili.

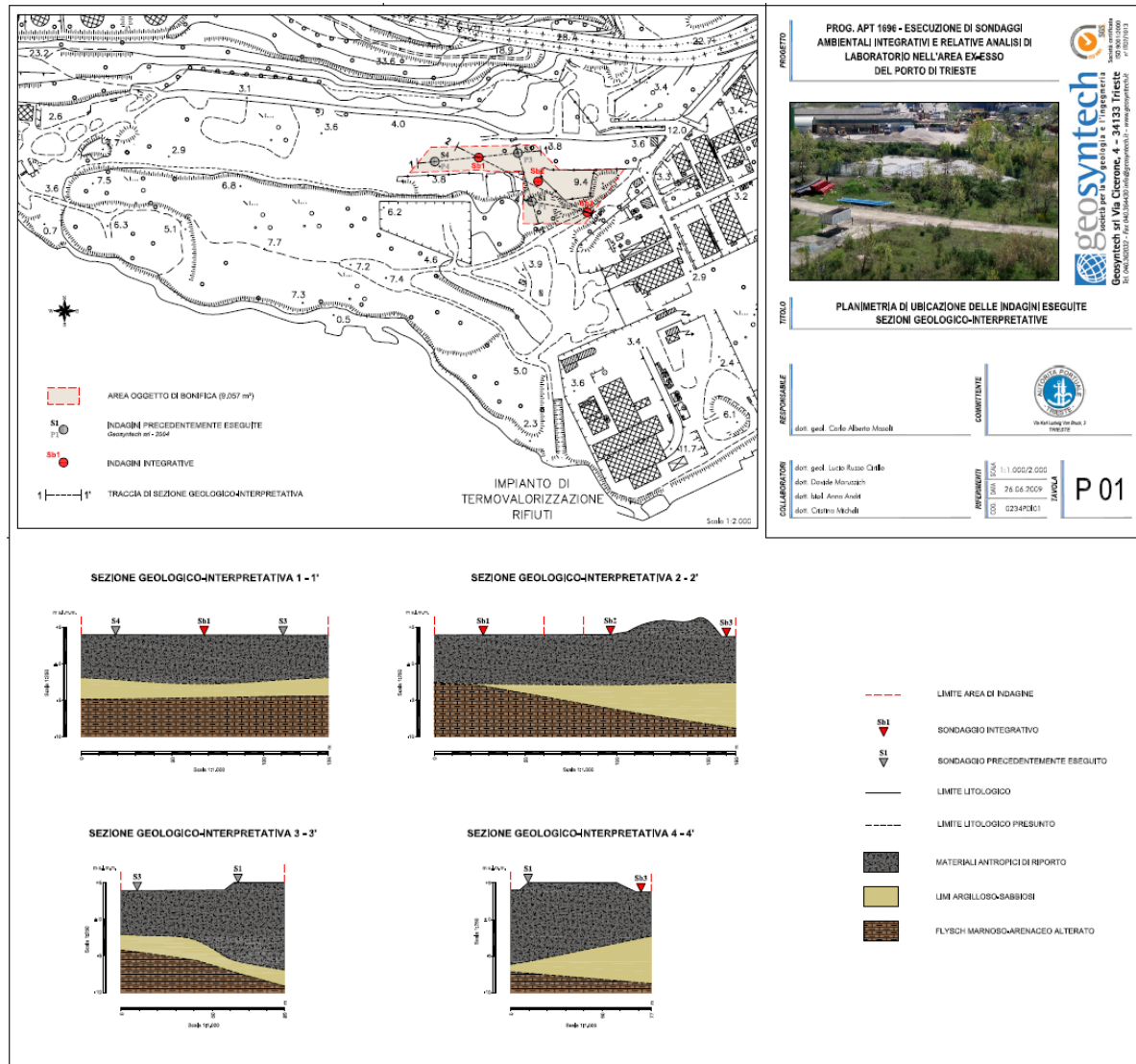


FIGURA 4.10 – LOCALIZZAZIONE SONDAGGI E STRATIGRAFIE AREA EX-ESSO (2009)

5. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

5.1. Inquadramento idrologico ed idrogeologico

L'intera idrografia della zona di Trieste presenta un drenaggio relativamente alle aste di più alto grado, a grandi linee improntato da NE a SW, fatta eccezione per l'alto corso del Torrente Farneto e per il medio corso del Torrente Sette Fontane che si sviluppano in valli orientate attorno SE-NW. Tutti i bacini idrografici hanno lo spartiacque superiore nei terreni calcarei, alla cui area competente può essere conferita una permeabilità praticamente del 100%. Tale condizione determina tra l'altro incongruenze tra gli spartiacque superficiali e gli spartiacque sotterranei. La quasi totalità delle aste di primo grado nascono da sorgenti nel complesso flyschoidale.

I terreni che costituiscono la zona di Trieste presentano due tipi fondamentali di circolazione idrica: quella delle acque sotterranee in falda freatica e quella della circolazione delle acque in rete acquifera. È possibile distinguere, più specificatamente dei complessi idrogeologici, cioè corpi geologici in cui vi è una particolare struttura acquifera; questi sono:

- a) "Complesso idrogeologico delle rocce sciolte permeabili per porosità". Appartengono a questo complesso le ghiaie, sabbie e argille, che con decrescente permeabilità costituiscono le serie alluvionali, colluviali ed eluviali.
- b) "Complesso idrogeologico delle rocce lapidee permeabili per fessurazione". Appartengono a questo complesso tutte le rocce marnoso-arenacee, a ridotta o assai limitata permeabilità.
- c) "Complesso idrogeologico delle rocce lapidee permeabili per carsismo". Appartiene a questo complesso l'intera successione carbonatica della zona calcarea (e dolomitica non affiorante), le cui rocce presentano tutti fenomeni carsici e sono permeabili "in grande".

Nel "Complesso idrogeologico delle rocce sciolte permeabili per porosità" si può parlare di veri acquiferi praticamente solo per le ghiaie alluvionali. Nei sedimenti più fini sepolti o marini infatti la trasmissività è ridottissima.

Nel Flysch marnoso-arenaceo una modesta falda idrica è quasi sempre presente, più o meno superficiale, a seconda delle condizioni topografiche, contenuta in una porzione di terreno che va dalla coltre di degradazione, alla roccia alterata, a quella disarticolata, fino alla prima parte della roccia integra. Le condizioni sono assai variabili tanto che per la falda ospitata nella coltre di degradazione-roccia alterata (prevalenti limi) si può parlare più che di acquifero fessurato di acquifero poroso. In ogni caso, il passaggio tra le due zone a

diverso tipo di permeabilità è normalmente graduale, anche se talvolta in spessori minimi di terreno, e comunque tutte le indagini finora eseguite hanno mostrato che l'acqua si trova soprattutto nei primi 10 metri.

5.2. Caratteristiche idrogeologiche area ferriera Servola

Il piano di caratterizzazione eseguito nel 2008, già citato nel Paragrafo 4.3, ha previsto la realizzazione complessivamente di 130 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, di cui 10 completati a piezometro. I sondaggi sono stati spinti fino alla profondità dal p.c. indicata nella seguente Tabella 5.1.

TABELLA 5.1 – CARATTERISTICHE DEI PIEZOMETRI NELLO STABILIMENTO DI SERVOLA

Nome	Data Perforazione	Profondità (m da p.c.)	Chiusino	Tratto fessurato (m da p.c.)
PZ 15	07/05/2008	15	carrabile	Da -2,3 a -13,3
PZ 16	05/05/2008	24,5	carrabile	Da -2 a -22
PZ 17	09/04/2008	8	carrabile	Da -2 a -7
PZ 18	20/03/2008	10	carrabile	Da -2,15 a -9,15
PZ 19	16/04/2008	18,5	carrabile	Da -2 a -17
PZ 20	13/02/2008	10	carrabile	Da -3 a -9
PZ 21	12/03/2008	11	carrabile	Da -2,5 a -10,5
PZ 22	22/04/2008	15	fuori terra	Da -1,7 a -12,7
PZ 23	16/06/2008	19,6	carrabile	Da -2,3 a -16,3
PZ 24	17/05/2008	5	carrabile	Da -2 a -5

Dal punto di vista idrogeologico è stato individuato un corpo idrico superficiale di tipo freatico. Il Flysch, escluso il tetto della formazione che risulta essere alterato e fratturato, costituisce dove presente il substrato impermeabile. Si riportano nella seguente Tabella 5.2 i risultati delle prove Lefranc.

TABELLA 5.2 – RISULTATI DELLE PROVE LEFRANC NELL' AREA DI SERVOLA

ID carotaggio	Data	Profondità prova (m da p.c.)	Permeabilità (m/s)	Orizzonte indagato
Pz 14	16.05.2008	22	$1,48 \cdot 10^{-10}$	Argilla
Pz 15	07.05.2008	15	$1,79 \cdot 10^{-07}$	Argilla debolmente limosa
Pz 17	09.04.2008	8	$3,75 \cdot 10^{-06}$	Sabbia fine
Pz 23	16.06.2008	20	$3,08 \cdot 10^{-06}$	Limo argilloso con frammenti arenacei
S 085	29.05.2008	16	$4,45 \cdot 10^{-08}$	Argilla
S 109	26.05.2008	22	$4,38 \cdot 10^{-09}$	Argilla
S 197	11.06.2008	23,5	$7,86 \cdot 10^{-06}$	Sabbia e limo

I risultati esposti nella tabella precedente confermano la presenza di un orizzonte a bassa permeabilità (compresa tra 10^{-10} m/s e 10^{-8} m/s), nel quale sono presenti lenti di sedimento fine (sabbia e limo) più permeabile (10^{-7} m/s - 10^{-6} m/s).

Nella seguente tabella vengono illustrati i livelli idrici statici della falda misurati nel corso della campagna di rilevamento freaticometrico di settembre 2008.

TABELLA 5.3 – LIVELLO IDRICO STATICO DELLA FALDA

Codice Piezometro	Area di stabilimento	Quota s.l.m.	Data campagna freaticometrica	Livello idrico statico della Falda (m dal p.c.)	Livello idrico statico della Falda (m s.l.m.)
PZ 01	Proprietà	3,5	22.09.2008	4,95	-1,45
PZ 02	Proprietà	3,8	22.09.2008	7,43	-3,63
PZ 03	Proprietà	4,2	22.09.2008	9,23	-5,03
PZ 04	Proprietà	4	22.09.2008	6,47	-2,47
PZ 06	Proprietà	3,8	22.09.2008	7,37	-3,57
PZ 07	Proprietà	4,6	22.09.2008	5,77	-1,17
PZ 08	Proprietà	4,5	22.09.2008	6,62	-2,12
PZ 09	Proprietà	5	22.09.2008	7	-2
PZ 10	Proprietà	5	22.09.2008	6,86	-1,86
PZ 11	Proprietà	4,6	22.09.2008	3,9	0,7
PZ 17	Demaniale	4,93	23.09.2008	4,77	0,16
PZ 18	Demaniale	4,66	23.09.2008	6,4	-1,74
PZ 20	Demaniale	4,37	23.09.2008	6,44	-2,07
PZ 24	Demaniale	3,72	23.09.2008	2,06	1,66

L'andamento della falda freatica, ricostruito sulla base delle misure dei livelli idrici statici nei piezometri, risulta:

- verso O e SO seguire approssimativamente la morfologia del terreno, con quote s.l.m. decrescenti da monte verso mare;
- verso E e SE approfondirsi in direzione della Val Maura.

Nella planimetria di Figura 5.1 viene illustrata la freaticimetria ricostruita a seguito della campagna di misura di settembre 2008; la ricostruzione della freaticimetria è stata effettuata con il software Surfer 7.0 (metodo di interpolazione kriging).

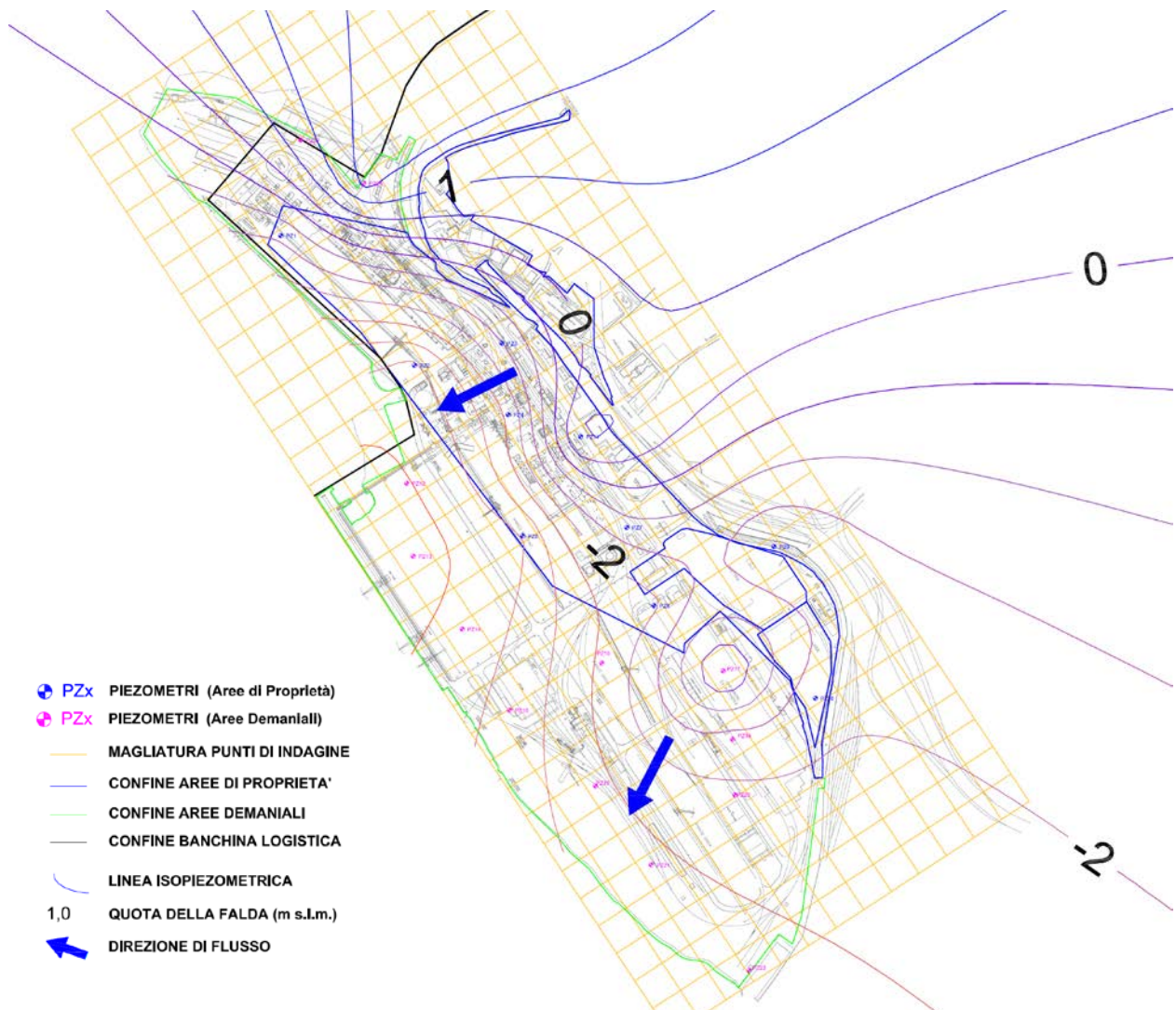


FIGURA 5.1 – ANDAMENTO DELLA SUPERFICIE FREATICA NELL'AREA DI SERVOLA

6. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

6.1. Caratterizzazione ambientale delle aree demaniali dello stabilimento di Servola

Il piano di caratterizzazione ambientale delle aree demaniali in concessione a Servola S.p.A, già ripetutamente richiamato in questo documento, ha previsto la realizzazione complessivamente di 130 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, di cui 10 completati a piezometro. Nella planimetria in Figura 4.3 è riportata l'ubicazione dei punti di indagine individuati sia nelle aree di proprietà, sia nelle aree demaniali in concessione alla Servola S.p.A. I sondaggi sono collocati all'interno di un reticolo a maglia quadrata di dimensione 50 x 50 m.

Per ogni sondaggio in media sono stati prelevati 5 campioni di terreno, secondo il criterio generale di seguito riportato:

- 1 campione di terreno tra piano campagna e 1 m di profondità;
- 1 campione di terreno tra 2 e 3 m di profondità;
- 1 campione di terreno tra 5 e 6 m di profondità;
- 1 campione di terreno tra 8 e 9 m di profondità;
- 1 campione di terreno a fondo foro.

Le analisi dei campioni di suolo sono state effettuate sulle frazioni granulometriche passanti al vaglio 2 mm e gli esiti sono stati riferiti alla medesima frazione, in quanto eseguiti ancora in regime di DM 471/99.

Nei 503 campioni di terreno prelevati nelle aree oggetto dell'indagine, i metalli che con maggior frequenza vengono rilevati con concentrazioni eccedenti le CLA ex D.M. 471/99 sono l' Arsenico e lo Zinco, seguiti da Mercurio e Piombo.

- L'Arsenico risulta superare il limite tabellare di 50 mg/kg s.s. nel 7% circa dei campioni analizzati (pari a 33 superamenti), con valori generalmente poco al di sopra della CLA (oltre la metà dei superamenti hanno valori inferiori ai 100 mg/kg) e una punta di 372 mg/kg misurata nel sondaggio S194. La distribuzione geografica dei sondaggi in cui sono stati riscontrati campioni di terreno con valori di Arsenico eccedenti la CLA, riportata nella carta tematica di Figura 6.1, appare abbastanza omogenea in tutta l'area di indagine.
- Lo Zinco supera anch'esso il limite tabellare di 1500 mg/kg s.s. nel 7% circa dei casi (33 superamenti), con valori generalmente poco al di sopra della CLA e una punta di 6939 mg/kg misurata nel sondaggio S 114. La distribuzione areale dei superamenti delle CLA per lo Zinco è riportata in Figura 6.2.

- Il Mercurio presenta 31 superamenti della pertinente CLA (5 mg/kg s.s.), pari a circa il 6% dei campioni analizzati, con un valore massimo di 40,2 mg/kg misurato nel sondaggio S 153. La distribuzione areale dei superamenti delle CLA per il Mercurio è riportata in Figura 6.3.
- Il Piombo presenta 21 superamenti della pertinente CLA (1000 mg/kg s.s.), pari a circa il 4% dei campioni analizzati, con valori generalmente prossimi al limite di legge ed un singolo picco di oltre 10 volte la CLA (Hot Spot) di 25.623 mg/kg misurato nello strato superficiale del sondaggio S 122. La distribuzione areale dei superamenti delle CLA per il Piombo è riportata in Figura 6.4.

Per quanto riguarda gli altri metalli, sono risultati eccedere le relative CLA per uso industriale del suolo: Berillio (5 superamenti con un valore massimo pari a 46 mg/kg a fronte di un limite tabellare di 10 mg/kg), Cadmio (7 superamenti, con una punta di 42 mg/kg (CLA 15 mg/kg)), Cromo totale (5 superamenti, con una punta di 2574 mg/kg (CLA 800 mg/kg)), Rame (7 superamenti, con una punta di 958 mg/kg (CLA 600 mg/kg)), Antimonio (11 superamenti, con una punta di 78 mg/kg (CLA 30 mg/kg)), Selenio (15 superamenti, con una punta di 40 mg/kg (CLA 15 mg/kg)) e Vanadio: 3 superamenti, con una punta di 370 mg/kg (CLA 250 mg/kg)).



FIGURA 6.1 – SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 1 COL B, ALLEGATO 1, D.M. 471/99 - ARSENICO

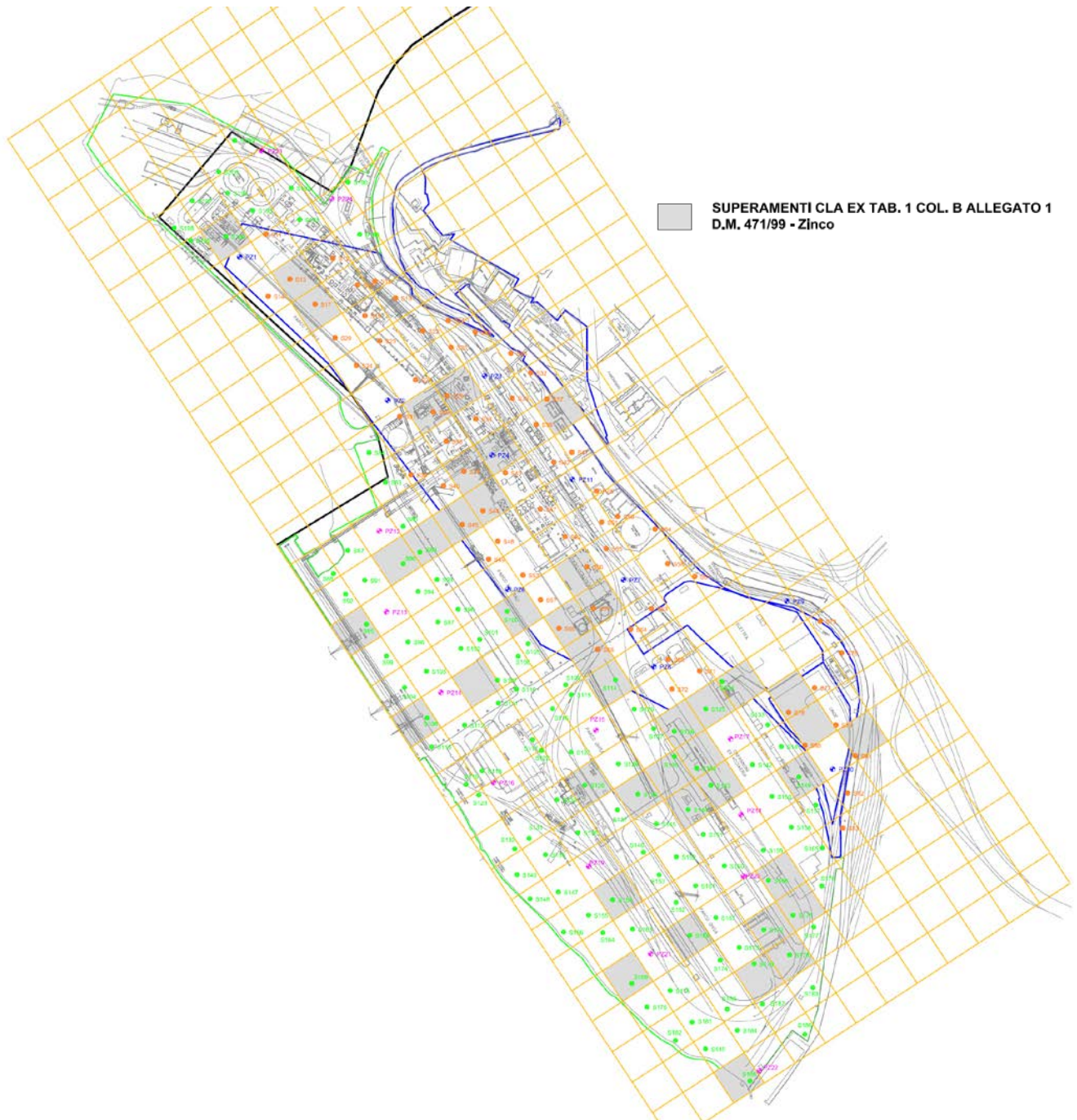


FIGURA 6.2 – SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 1 COL B, ALLEGATO 1, D.M. 471/99 - ZINCO

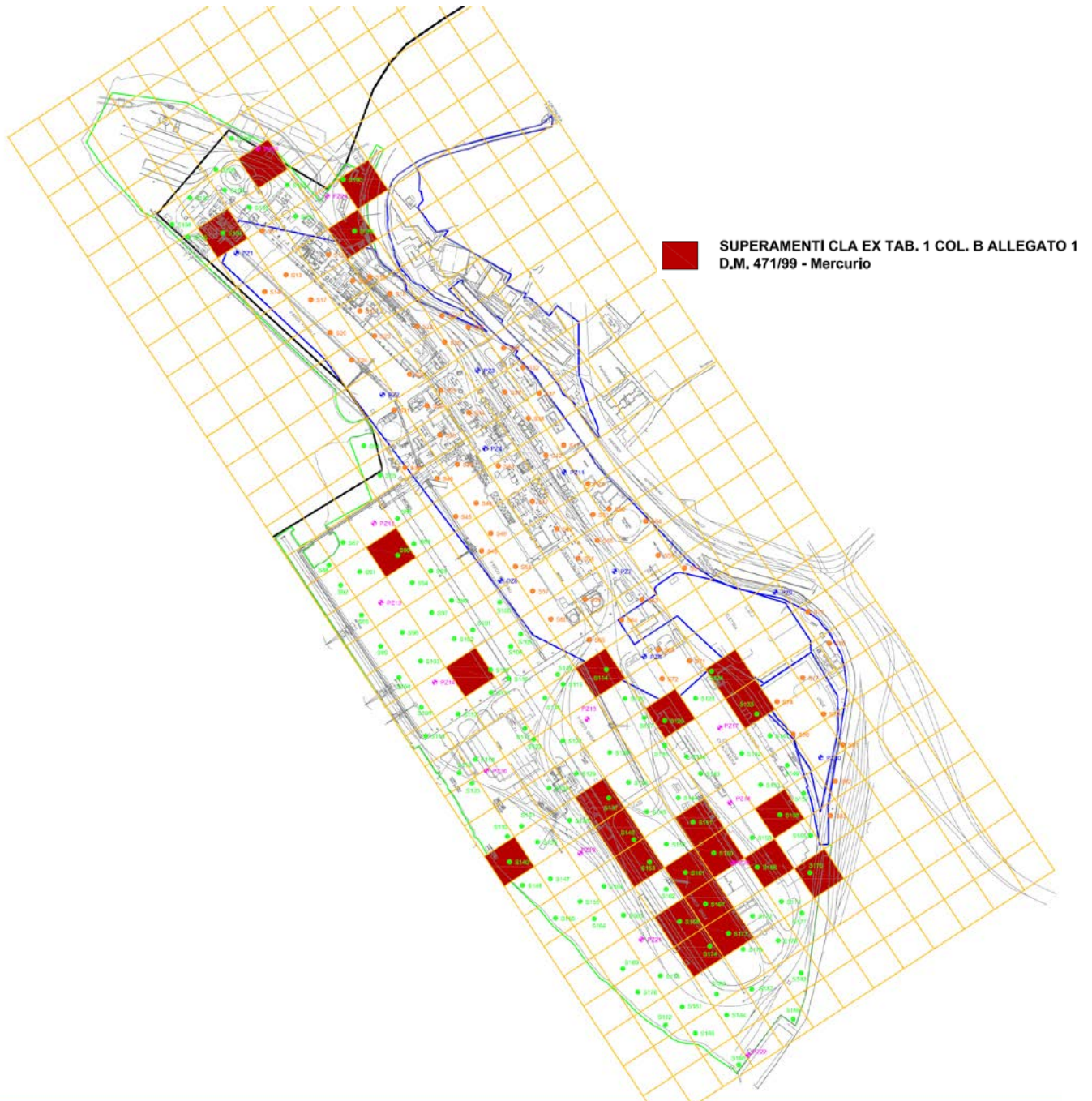


FIGURA 6.3 – SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 1 COL B, ALLEGATO 1, D.M. 471/99 -
MERCURIO

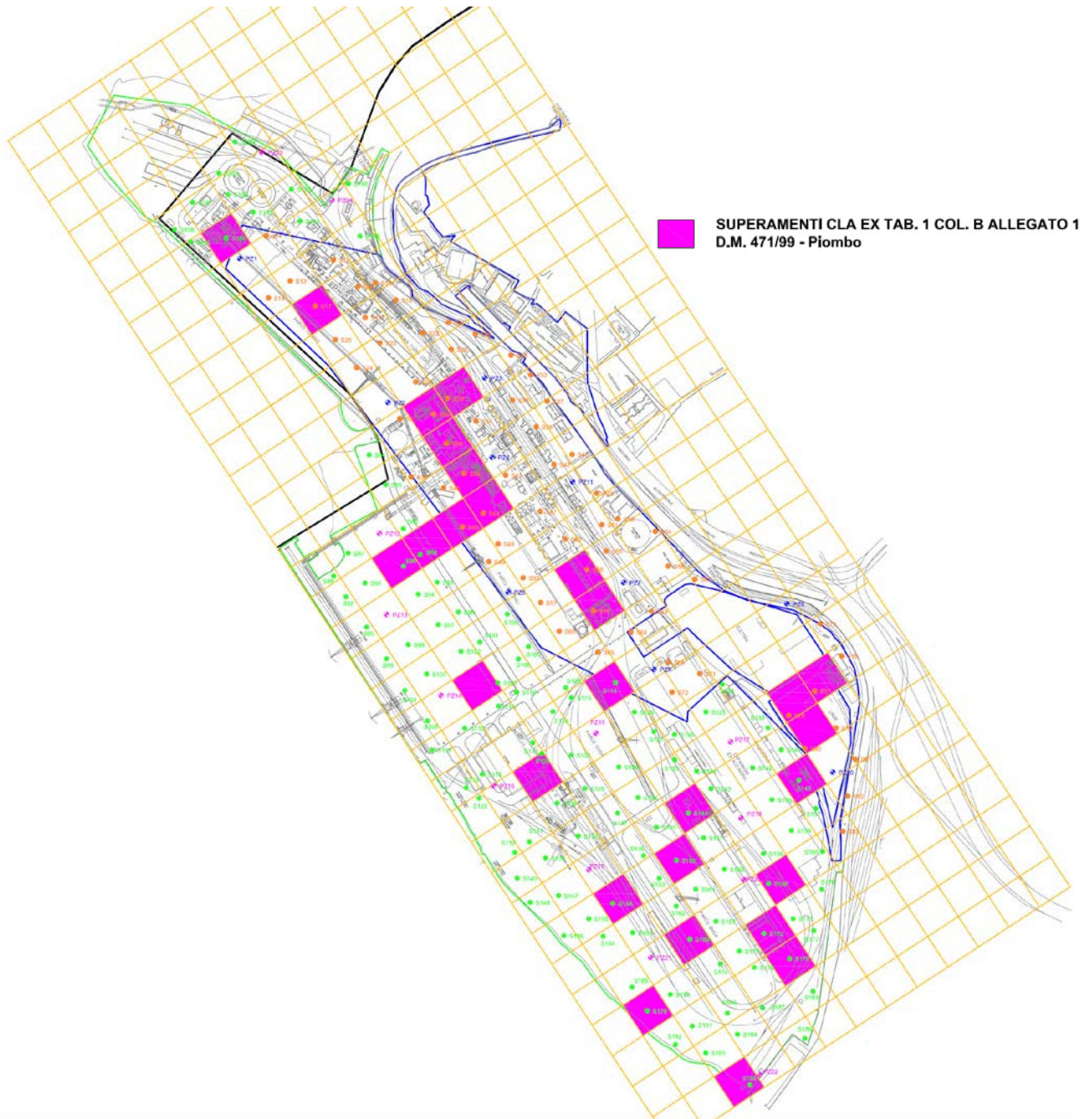


FIGURA 6.4 – SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 1 COL B, ALLEGATO 1, D.M. 471/99 - PIOMBO

Per quanto riguarda gli idrocarburi aromatici (BTEX e Stirene), Idrocarburi alifatici clorurati (cancerogeni e non cancerogeni) e Fenoli, nessuno dei campioni analizzati ha presentato concentrazioni eccedenti le CLA.

In merito ai Policlorobifenili, in tutta l'area di indagine un solo campione ha presentato un valore di PCB eccedente la CLA per un uso industriale del suolo, con una concentrazione pari a 48 mg/kg s.s. misurata solo nello strato superficiale del sondaggio S143.

Nell'ambito degli IPA, sono stati registrati superamenti delle CLA indicate dal DM 471/99 per uso industriale in un numero complessivo di campioni pari al 8% circa del totale; generalmente si ritrovano nello stesso campione valori eccedenti i limiti per tutta la famiglia degli IPA o comunque per due o più parametri, mentre in 17 casi è stato riscontrato il superamento della concentrazione limite per un solo parametro (generalmente Indenopirene), senza che si abbia il superamento della CLA per la Sommatoria degli IPA.

Più nel dettaglio i parametri che risultano eccedere i limiti di concentrazione ammissibili sono:

- Pirene: presenta 4 superamenti, con una punta di 166 mg/kg s.s. (a fronte di un limite tabellare di 50 mg/kg);
- Benzo(a)antracene: 21 superamenti, con una punta di 104 mg/kg s.s., (CLA 10 mg/kg);
- Crisene: 1 superamento, con un valore di 88 mg/kg s.s. (CLA 50 mg/kg);
- Benzo(b)fluorantene: 25 superamenti, con una punta di 79 mg/kg s.s. (CLA 10 mg/kg);
- Benzo(K)fluorantene: 5 superamenti, con una punta di 68 mg/kg s.s. (CLA 10 mg/kg);
- Benzo(a)pirene: 18 superamenti, con una punta di 77 mg/kg, (CLA di 10 mg/kg);
- Dibenzo(a,h)antracene: 3 superamenti, con una punta di 35 mg/kg s.s. (CLA 10 mg/kg);
- Benzo(g,h,i)perilene: 12 superamenti, con una punta di 67 mg/kg s.s. (CLA 10 mg/kg);
- Indenopirene : 38 superamenti, con una punta di 66 mg/kg s.s. (CLA 5 mg/kg);

- Sommatoria IPA: 17 superamenti, con una punta di 696 mg/kg (CLA 100 mg/kg).

La distribuzione geografica dei sondaggi che presentano superamenti degli IPA è riportata nella planimetria di Figura 6.5; i superamenti sono distribuiti in modo piuttosto irregolare, con una tendenza a concentrarsi in particolare nei pressi dell'area della Cokeria e nelle zone limitrofe.

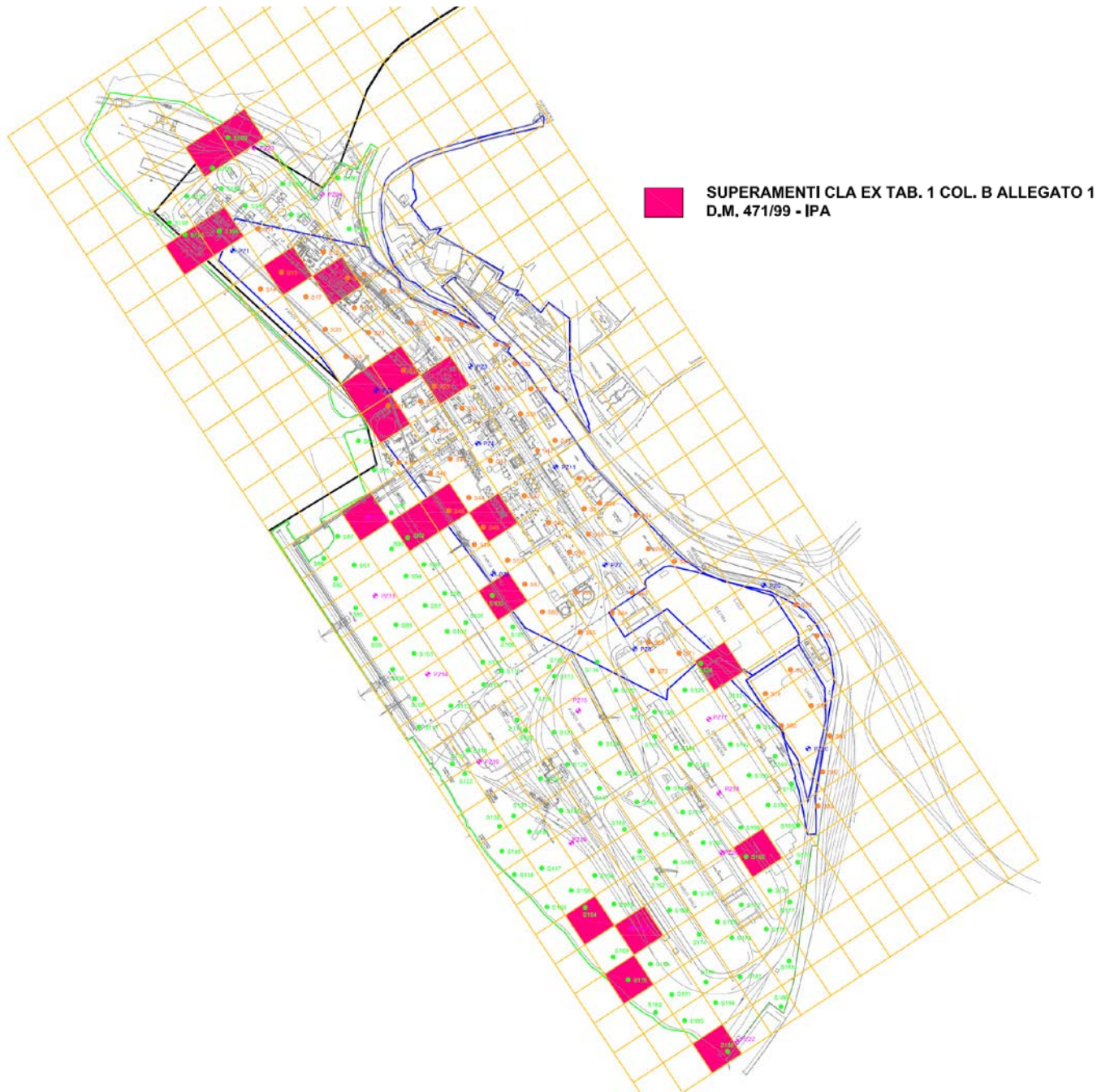


FIGURA 6.5 – SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 1 COL B, ALLEGATO 1, D.M. 471/99 -
IPA

In tutti i campioni le concentrazioni degli Idrocarburi leggeri (C<12) sono inferiori alla CLA per uso industriale del suolo, pari a 250 mg/kg. Per quanto riguarda invece gli Idrocarburi pesanti (C>12) sono stati riscontrati 16 campioni di terreno che presentavano il superamento della pertinente CLA (pari a 750 mg/kg); i valori di concentrazione eccedenti il limite stabilito dal DM 471/99 si registrano generalmente in corrispondenza di lenti isolate di idrocarburi, e rappresentano meno del 4% dei campionamenti effettuati.

In tutti gli altri casi i valori di concentrazione degli idrocarburi con C>12 risultano inferiori o prossimi al limite di rilevabilità analitica. La distribuzione areale dei superamenti delle CLA per gli Idrocarburi C>12 riscontrate nei sondaggi realizzati è riportata nella carta tematica di Figura 6.6.



FIGURA 6.6 – SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 1 COL B, ALLEGATO 1, D.M. 471/99 –
IDROCARBURI PESANTI C>12

6.2. Caratterizzazione per la bonifica dell'area ex-Esso

Per il progetto di bonifica con messa in sicurezza permanente dei terreni dell'area ex-Esso è stato eseguito un primo set di indagini nel 2004, che ha rilevato contaminazione in corrispondenza dei sondaggi S1, S3 e S4 ubicati nella vasca di stoccaggio degli oli esausti dell'area ex Esso, rappresentati in Figura 6.7. Al fine di determinare l'estensione areale e stratigrafica della contaminazione sono stati eseguiti nel 2009 tre sondaggi integrativi, Sb1, Sb2 e Sb3 in corrispondenza dei precedenti

punti. I campioni prelevati da ogni sondaggio sono stati sottoposti ad analisi chimiche ai sensi di quanto previsto dal D.Lgs. 152/06.

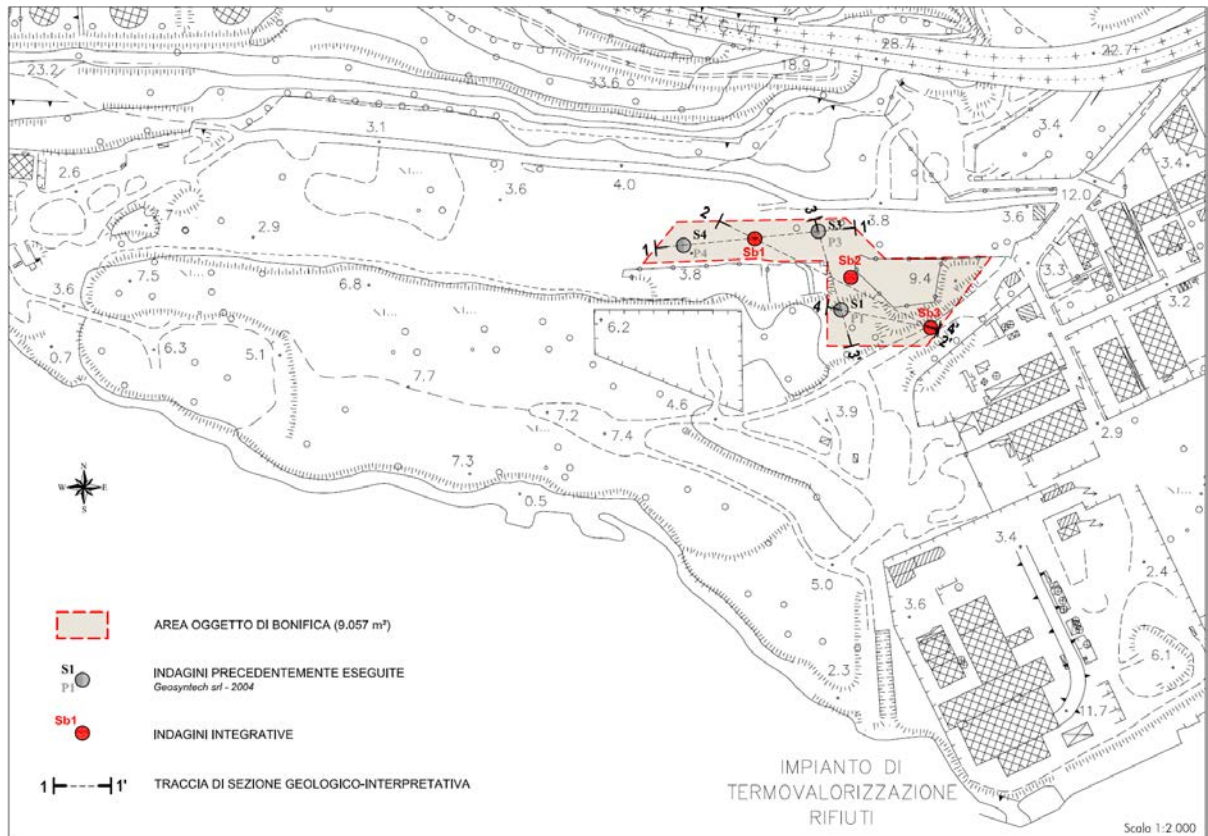


FIGURA 6.7 – UBICAZIONE DEI SONDEGGIO ESEGUITI NELL'AREA EX-ESSO (2004 E 2009)

Le indagini sul terreno hanno rilevato alcune non conformità rispetto alle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) di cui all'Allegato 5 –Tab. 1, Colonna B, Parte IV – Titolo V del D.Lgs. 152/06. I risultati analitici sono riferiti alla frazione granulometrica passante il vaglio 2 mm.

Dei 12 campioni di terreno prelevati, 9 sono risultati non conformi rispetto ai valori di CSC per gli analiti:

- Rame nel campione Sb3-T2 (profondità 3,5-3,8 m da p.c.);
- Stagno nei campioni Sb1-T2 (profondità 3,2-3,8 m da p.c.) e Sb1 -T3 (profondità 4,6-5,0 m da p.c.);
- Zinco nel campione Sb3-T2 (profondità 3,5-3,8 m da p.c.);
- Tallio nel campione Sb1-T1 (profondità 1,9-2,2 m da p.c.);

- Idrocarburi C>12 nei campioni Sb1 -T1 (profondità 1,9-2,2 m da p.c.), Sb1 -T2 (profondità 3,2-3,8 m da p.c.) e Sb1 -T3 (profondità 4,6-5,0 m da p.c.), Sb1-T4 (profondità 6,0-6,1 m da p.c.), Sb2 -T1 (profondità 4,0-4,5 m da p.c.), Sb2 -T2 (profondità 5,2-5,6 m da p.c.), Sb2 -T3 (profondità 6,4-6,7 m da p.c.), Sb3 -T2 (profondità 3,5-3,8 m da p.c.) e Sb3 -T4 (profondità 6,1-6,3 m da p.c.);
- Di-n-butilftalato nei campioni Sb1 -T1 (profondità 1,9-2,2 m da p.c.) e Sb1 -T2 (profondità 3,2-3,8 m da p.c.).

In sintesi i sondaggi Sb1 e Sb2 hanno evidenziato una contaminazione da metalli pesanti, già rilevata nella precedente caratterizzazione solo nei campioni di falda; in particolare nel sondaggio Sb1 sono risultati non conformi tallio e stagno fino a -5 m dal p.c. e nel sondaggio Sb3 zinco e rame fino a -3,8 m dal p.c.. Nel sondaggio Sb1 è stata rilevata inoltre una contaminazione puntuale da di-n-butilftalato, non evidenziata nel precedente piano di caratterizzazione. Nei 3 sondaggi eseguiti è stata confermata la presenza di contaminazione da idrocarburi C>12, con valore massimo misurato in corrispondenza del sondaggio Sb2.

Pertanto gli esiti della caratterizzazione integrativa confermano la presenza nell'area in esame di contaminazione diffusa da idrocarburi C>12, mentre evidenziano una contaminazione più circoscritta da metalli pesanti e puntuale da di-n-butilftalato.

6.3. Caratterizzazione dei siti di produzione

I siti di produzione delle terre e rocce da scavo oggetto del presente Piano di Utilizzo sono le aree di intervento per la realizzazione delle sezioni stradali in galleria e in viadotto che ricadono all'interno della ferriera di Servola, descritte nel Capitolo 3. Tali fasi costruttive comportano la maggiore produzione di materiale di scavo nell'ambito del progetto complessivo.

In Figura 6.8 sono indicate le aree contaminate, attraversate o prossime il tracciato stradale, ed evidenziate le sezioni in galleria e in viadotto. I risultati delle indagini svolte nell'area di Servola hanno evidenziato contaminazione da metalli pesanti (arsenico, mercurio e zinco) e idrocarburi C>12, nel percorso in galleria (celle dei sondaggi S097, S112, S140 e S139), e da zinco e IPA nel tratto compreso tra la galleria e il viadotto (celle dei sondaggi S164, S169 e S176).

In Tabella 6.1 e Tabella 6.2 si riporta il riepilogo dei superamenti dei limiti per uso industriale nei campioni di suolo prelevati nelle celle attraversate dal tracciato stradale nell'area di Servola, diviso per metalli e composti organici.

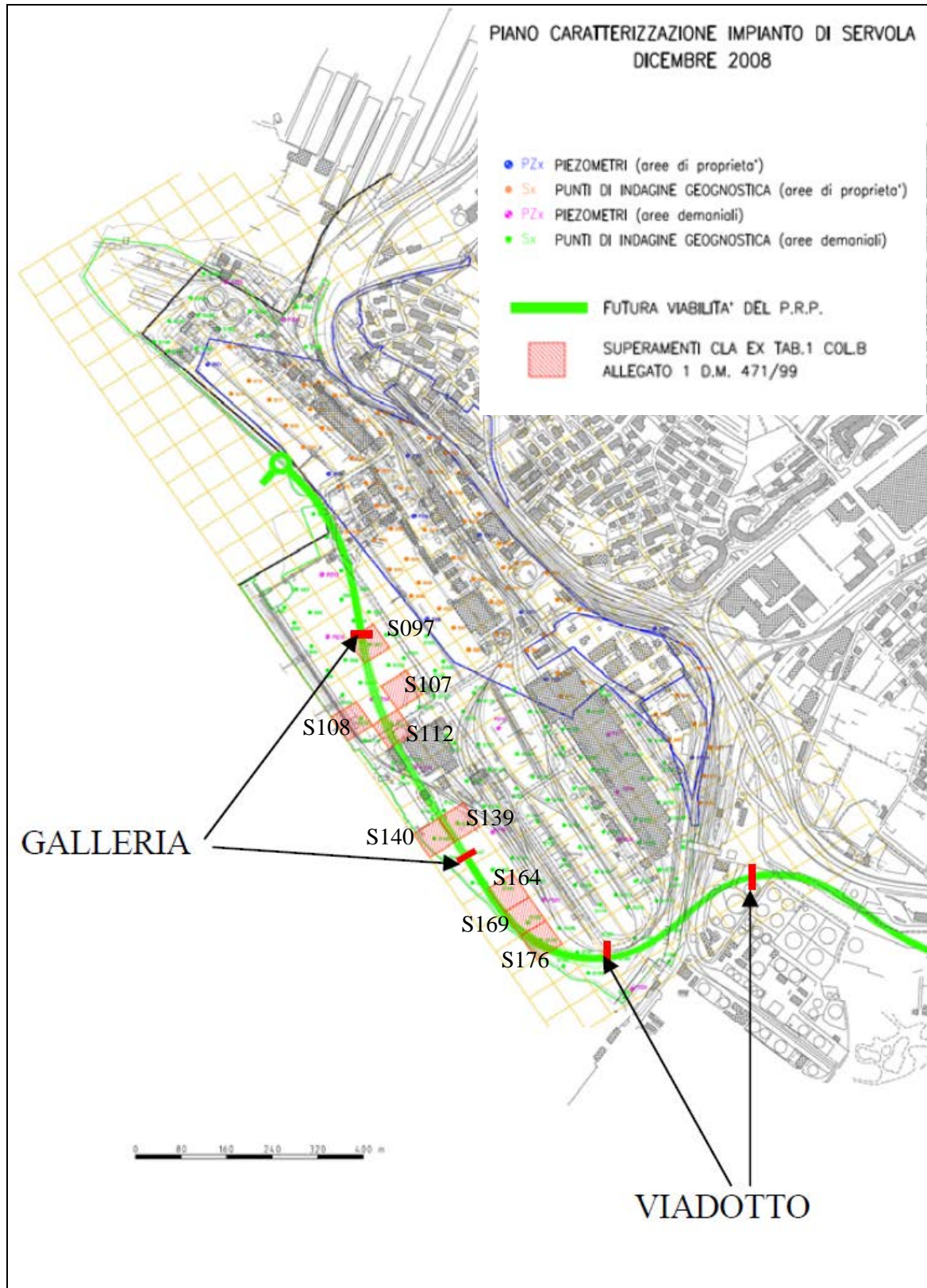


FIGURA 6.8 – SITI DI PRODUZIONE

**TABELLA 6.1 – SUPERAMENTI NEI SUOLI NELLE CELLE ATTRAVERSADE DAL TRACCIATO
NELL'AREA DI SERVOLA - METALLI**

Codice sondaggio/ piezometro	Codice campioni	Quota di prelievo (mm da p.c.)		Analiti (mg/kg s.s.)											
		Tetto	Base	As	Be	Cd	Co	Cr totale	Cu	Pb	Sb	Se	V	Zn	Hg
Limiti ex Tab. 1 c. B (siti ad uso industriale) all. 1 DM 471/99				50	10	15	250	800	600	1000	30	15	250	1500	5
Valore di incertezza composta relativa (percentuale)				10%	8%	10%	11%	9%	8%	9%	11%	24%	8%	8%	14%
S 169	306	500,00	800,00												
S 169	307	2100,00	2400,00											1740,00	
S 169	308	5200,00	5300,00												
S 169	309	8500,00	8700,00												
S 169	310	11700,00	12000,00												
S 176	311	400,00	700,00												
S 176	312	2300,00	2500,00												
S 176	313	5300,00	5600,00												
S 176	314	7700,00	8000,00												
S 176	315	8400,00	8700,00							1338,00					
S 176	316	10200,00	10500,00												
S 164	345	600,00	900,00												
S 164	346	2000,00	2300,00												
S 164	347	5000,00	5300,00												
S 164	348	8000,00	8300,00												
S 164	349	9700,00	10000,00												
S 140	369	100,00	400,00												6,50
S 140	370	2700,00	3000,00												
S 140	371	8700,00	9000,00												
S 140	372	9700,00	10000,00												
S 107	454	200,00	500,00												
S 107	455	4000,00	4300,00	74,00											
S 107	456	5700,00	6000,00	85,00		17,00				2296,00			4102,00	16,80	
S 107	457	8000,00	8300,00												
S 107	458	14300,00	14500,00												
S097	464	200,00	500,00	63,00											
S097	465	2300,00	2600,00												
S097	466	5300,00	5600,00												
S097	467	8200,00	8500,00												
S097	468	14700,00	15000,00	58,00											
S 139	536	350,00	650,00												
S 139	537	2100,00	2400,00												
S 139	538	23700,00	24000,00												
S 108	567	1000,00	1300,00	82,00										1773,00	
S 108	568	2200,00	2500,00												
S 108	569	5000,00	5300,00												
S 108	570	8000,00	8300,00												
S 108	571	21700,00	22000,00												
S 112	754	3000,00	3300,00	109,00							38,00				
S 112	755	22700,00	23000,00												

**TABELLA 6.2 – SUPERAMENTI NEI SUOLI NELLE CELLE ATTRAVERSADE DAL TRACCIATO
NELL'AREA DI SERVOLA - COMPOSTI ORGANICI**

Codice sondaggio/ piezometro	Codice campione	Quota di prelievo (mm da p.c.)		Analiti (mg/kg s.s.)											
		Tetto	Base	PCB	Pirene	Benzo(a) antracene	Crisene	Benzo(b) fluorantene	Benzo(k) fluorantene	Benzo(a) pirene	Dibenzo(a,h) antracene	Benzo(g,h,i) perilene	Indenopirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C>12
Limiti ex Tab. 1 c. B (siti ad uso industriale) all. 1 DM 471/99				5	50	10	50	10	10	10	10	10	5	100	750
Valore di incertezza composta relativa (percentuale)				16%	12%	12%	12%	14%	12%	12%	13%	13%	12%	/	7%
S 169	306	500,00	800,00												
S 169	307	2100,00	2400,00												
S 169	308	5200,00	5300,00												
S 169	309	8500,00	8700,00			12,08						5,79			
S 169	310	11700,00	12000,00												
S 176	311	400,00	700,00												
S 176	312	2300,00	2500,00			17,58		16,34		12,31		9,94	124,73		
S 176	313	5300,00	5600,00			13,49									
S 176	314	7700,00	8000,00												
S 176	315	8400,00	8700,00												
S 176	316	10200,00	10500,00												
S 164	345	600,00	900,00		65,23	38,90		46,21	15,83	29,00		18,32	26,58	278,50	
S 164	346	2000,00	2300,00												
S 164	347	5000,00	5300,00					11,98				7,66			
S 164	348	8000,00	8300,00												
S 164	349	9700,00	10000,00												
S 140	369	100,00	400,00												
S 140	370	2700,00	3000,00					19,74				6,28			
S 140	371	8700,00	9000,00												
S 140	372	9700,00	10000,00												
S 107	454	200,00	500,00									7,56			
S 107	455	4000,00	4300,00												
S 107	456	5700,00	6000,00					15,83			12,72	15,26			
S 107	457	8000,00	8300,00												
S 107	458	14300,00	14500,00												
S097	464	200,00	500,00												
S097	465	2300,00	2600,00									10,16			
S097	466	5300,00	5600,00												
S097	467	8200,00	8500,00												
S097	468	14700,00	15000,00												
S 139	536	350,00	650,00												
S 139	537	2100,00	2400,00											1853,00	
S 139	538	23700,00	24000,00												
S 108	567	1000,00	1300,00												
S 108	568	2200,00	2500,00												
S 108	569	5000,00	5300,00												
S 108	570	8000,00	8300,00												
S 108	571	21700,00	22000,00												
S 112	754	3000,00	3300,00												
S 112	755	22700,00	23000,00												

7. PIANO DI CAMPIONAMENTO ED INDAGINI

I sondaggi eseguiti nell'area di Servola sono stati collocati all'interno di un reticolo a maglia quadrata di dimensione 50 x 50 m; per ogni sondaggio sono stati prelevati fino a 5 campioni di terreno, secondo il criterio generale di seguito riportato:

- 1 campione tra piano campagna e 1 m di profondità;
- 1 campione tra 2 e 3 m di profondità;
- 1 campione tra 5 e 6 m di profondità;
- 1 campione tra 8 e 9 m di profondità;
- 1 campione a fondo foro.

Le analisi dei campioni di suolo sono state effettuate sulle frazioni granulometriche passanti al vaglio 2 mm e gli esiti sono stati riferiti alla medesima frazione, in quanto eseguiti ancora in regime di DM 471/99.

La suddetta investigazione ambientale è stata effettuata seguendo il Piano Operativo di Lavoro concordato con l'ARPA Friuli Venezia Giulia nel corso degli incontri del 2 agosto, 5 e 29 settembre 2005 per l'esecuzione del Piano di Caratterizzazione del sito su cui è insediato lo Stabilimento Siderurgico Servola S.p.A. di Trieste (P.d.C. approvato dalla Conferenza di Servizi Decisoria del 19 maggio 2004).

Il tracciato in galleria ha uno sviluppo interrato pari a circa 423 m ed è servita da due rampe di accesso, che si sviluppano rispettivamente per 230 e 170 metri. Le indagini dimostrano che circa 275 m di galleria attraversano celle non contaminate, quindi almeno la metà degli scavi del tunnel comportano la rimozione di materiale di riporto non inquinato idoneo per il riutilizzo come sottoprodotto, che può essere recuperato per la copertura del solaio o per i rilevati stradali senza ricorrere a cave di prestito, con un notevole risparmio economico, sia sugli oneri di smaltimento in discarica che di acquisto di materiale da cava. Anche i terreni di risulta dalla realizzazione delle pile del viadotto lato Ferriera (n. 5 pile) non provengono da settori contaminati e possono essere eventualmente resi disponibili per il riutilizzo in situ nell'ambito delle attività di progetto.

Considerata la maglia di campionamento e la profondità di prelievo dei campioni non si ritiene vi sia la necessità di ulteriori approfondimenti di indagine in fase di esecuzione lavori.

Sulla base di tali considerazioni, le esigenze di materiale per i rinterrati previsti a progetto (circa 43.100 mc) sono ampiamente soddisfatte dai terreni di risulta dagli escavi (circa 68.200 mc) idonei al riutilizzo.

Il materiale di scavo contaminato o in esubero rispetto alle esigenze di riempimento sarà conferito ad idonea discarica.

8. BILANCIO TERRE E MODALITÀ DI UTILIZZO DEL MATERIALE DA SCAVO

Le principali attività di scavo eseguite nell'ambito della realizzazione dell'intervento sono quelle che connesse allo sviluppo dei tratti in viadotto (fondazione delle pile) ed in galleria della nuova viabilità del Molo VIII, i volumi prodotti sono elencati di seguito:

- circa 134.000 mc, provenienti dallo scavo in galleria;
- circa 2.350 mc, provenienti dalle fondamenta delle pile del viadotto.

La galleria è realizzata attraverso il metodo Milano, ovvero effettuando lo scavo a cielo aperto fino al livello di imposta della copertura, realizzando diaframmi in calcestruzzo armato e tamponi in jet grouting a profondità di volta in volta variabili secondo la localizzazione e ricoprendo il tutto attraverso il solaio di copertura ed il relativo rinterro. L'adozione del Metodo Milano permette l'immediato rinterro della sezione ed il ripristino delle attività di superficie.

In fase di realizzazione dell'intervento, il materiale prodotto durante gli scavi dovrà essere caratterizzato per cumuli da 1000 mc per verificare la conformità dei terreni ai fini del riutilizzo per i rinterri e rilevati previsti a progetto. Nei terreni saranno eseguite le analisi di caratterizzazione volte a valutare le concentrazioni CSC ed eseguiti i test di cessione. Una volta rimosso il terreno dovrà essere eseguita la verifica del fondo scavo e pareti, finalizzata alla valutazione di qualità dei terreni che restano in sito, e l'eventuale rimozione di terreni di qualità non idonea, ovvero con concentrazioni superiori ai limiti per uso industriale imposti dal D.Lgs. 152/06. In caso di accertamento di non conformità, lo scavo dovrà essere ampliato ed i materiali inviati a discarica o centro di riutilizzo. Le modalità di verifica del fondo scavo e pareti sono trattate nello specifico paragrafo della Relazione Tecnica del Progetto di collegamento stradale del Molo VIII.

Sulla base di tali considerazioni, le esigenze di materiale per i rinterri previsti a progetto (circa 43.100 mc) sono ampiamente soddisfatte dai terreni di risulta dagli escavi (circa 68.200 mc) idonei al riutilizzo.

Il materiale di scavo in esubero rispetto alle esigenze di riempimento sarà gestito come rifiuto. La stima complessiva del bilancio dei materiali per il progetto di viabilità del Molo VIII è descritta in Tabella 8.1.

TABELLA 8.1 – BILANCIO TERRE PER LA REALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEL MOLO VIII

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	Volumi scavo (m³)	Volumi scavo per riutilizzo (m³)	Volumi per rinterri e rilevati (m³)	Volumi in discarica (m³)
Fondamenta pile viadotto	2.350	1.175	7.100 (spalle viadotto)	1.175
Galleria	134.000	67.000	28.300 (copertura)	67.000
Altre sezioni (trincea, muri)	37.650	-	7.700	37.650
TOTALE	174.000	68.175	43.100	
Esubero rispetto esigenze di riempimento				25.075
TOTALE IN DISCARICA				130.900

9. SITI DI DESTINAZIONE

Come si evince dalla precedente tabella il volume totale movimentato idoneo al riutilizzo è pari a circa 67.350, di cui 30.750 mc saranno recuperati in loco per la copertura del solaio della galleria e i rilevati stradali previsti lungo il tracciato del collegamento stradale.

10. SITO DI DEPOSITO INTERMEDIO

Il materiale prodotto verrà temporaneamente posato lungo gli scavi per poi essere riutilizzato nei ritombamenti e rilevati di progetto.