

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fig. 1 di 40	Rev. 0

VALIDAZIONE DEI VALORI DI FONDO NATURALI PER IL PROGETTO
“RIFACIMENTO METANODOTTO LIVORNO – PIOMBINO DN 750 (30”) DP 75 BAR
ED OPERE CONNESSE”



0	Emissione	Cervi	Caffarelli	Baldelli	Ott. '22
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fig. 2 di 40	Rev. 0

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	Documenti di riferimento	5
2	CALCOLO DEI VFN	5
2.1	Criterio metodologico	5
2.2	Calcolo dei Valori di Fondo	8
2.3	Superamenti ai Valori di Fondo Naturale	26
2.4	Delimitazione dei Valori di Fondo lungo la progressiva km del tracciato	26
3	CONCLUSIONI	40

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 3 di 40	Rev. 0

1 INTRODUZIONE

Il presente documento riporta gli esiti delle analisi per la determinazione del Valore di Fondo Naturale (VFN) per il progetto del "Rifacimento Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30")", DP 75 bar", che riguarda una porzione di linea principale di lunghezza pari a 84,240 km oltre a 2,600 km di linee secondarie (vedi Figura 1). I Valori di Fondo Naturale (VFN) riguardano i seguenti metalli: Arsenico (As), Cobalto (Co), Cromo totale (Cr_Tot), Nichel (Ni), Piombo (Pb), Rame (Cu), Zinco (Zn). È presente inoltre lungo la linea un superamento per il Cadmio (Cd); considerata la presenza di un unico superamento lungo l'intero tratto di linea, per questo parametro non si sono eseguite le analisi dei Valori di Fondo.



Figura 1 – Tratto in progetto per il Rif. Met. Livorno-Piombino, oggetto di studio nel presente documento.

L'analisi è stata eseguita di concerto con ARPAT (Arpa Toscana) a partire da un dataset originario di 408 campioni di suoli prelevati da 137 sondaggi lungo linea. Il quadro preliminare dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di suolo raccolti è stato descritto nel documento "Esiti

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fg. 4 di 40	Rev. 0

della caratterizzazione delle Terre e Rocce da Scavo per il progetto "Rifacimento Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30") DP 75 BAR" trasmesso con e-mail del 04/02/2022. Le indagini sono state effettuate in ottemperanza al DPR 120/2017 e i campioni di terreno prelevato hanno evidenziato il superamento delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) in 297 campioni su 405 totali per la Colonna A di Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, ovvero 111 sondaggi sui 137 perforati sono impattati da almeno 1 superamento per i parametri Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo Totale, Nichel, Piombo, Rame e Zinco.

Si rammenta che per i 3 campioni provenienti dalla verticale (C123), il confronto è stato effettuato con la colonna B di Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e non si sono riscontrati superamenti alle rispettive CSC.

Vista l'estensione dell'opera (complessivi 86,840 km nella fascia delle pianure costiere e delle prime alture collinari a ridosso della linea di costa, dal Comune di Collesalvetti al Comune di Piombino, entrambi in Provincia di Livorno), attraversando anche comuni in provincia di Pisa, l'impatto ambientale nel trattare il materiale di scavo (come rifiuto vista la non idonea qualità ambientale) ha portato alla predisposizione di un tavolo di lavoro per la ricerca dei Valori di Fondo Naturale (VFN) in accordo Art. 11 del DPR 120/2017, attivato in data 03/12/2021 tra ARPAT, SNAM Rete Gas e SAIPEM, quest'ultima Società appaltatrice di Snam per lo sviluppo delle attività di ingegneria dell'opera.

Il tavolo di lavoro ha inoltre validato l'intero dataset chimico raccolto nella caratterizzazione preliminare mediante la raccolta in contraddittorio con ARPAT di un ulteriore dataset composto da 42 campioni prelevati in ulteriori 14 verticali (10% dei sondaggi totali perforati durante le caratterizzazioni); le analisi sono state eseguite sia nel laboratorio analitico interno ARPAT che in quello Accreditato SAIPEM _SNAM Rete Gas che aveva già analizzato i campioni presentati nel documento "Esiti della caratterizzazione delle Terre e Rocce da Scavo per il progetto "Rifacimento Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30") DP 75 BAR".

I dati raccolti durante la fase di validazione del dataset preliminare hanno portato alla creazione di un dataset conclusivo di 444 analisi su 149 verticali. I superamenti lungo linea sono 350 e riguardano 131 verticali (6 campioni provenienti dalle verticali C119 e C120 sono stati analizzati anche in fase di contraddittorio e hanno sostituito i precedenti).

Il presente documento descrive la metodologia di calcolo dei VFN dei metalli e riassume i valori di VFN riscontrati dall'analisi della distribuzione di Arsenico, Cobalto, Cromo Totale, Nichel, Piombo, Rame e Zinco.

Si rammenta come la stessa distribuzione di un analita, qualora il tratto indagato sia di estensione rilevante, possa avere più popolazioni e quindi più Valori di Fondo Naturale da considerare rilevanti per tratti delimitati; ad ogni modo, per ogni singolo tratto, concentrazioni inferiori ai VFN identificano

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fg. 5 di 40	Rev. 0

un terreno con caratteristiche ascrivibili alla naturalità. Al contrario, valori superiori (outliers) ai VFN per il tratto specifico possono evidenziare la presenza di una sorgente antropica diffusa o puntuale. I VFN si ottengono a partire dall'analisi statistica dei dati puntuali raccolti in fase di caratterizzazione, con approcci metodologici descritti nelle Linee guida per la Determinazione dei Valori di Fondo per i Suoli e per le Acque Sotterranee (Linee Guida SNPA 08 2018) redatte da ISPRA nel 2018.

Il presente documento è da considerarsi quindi come richiesta formale di ottenimento di parere tecnico ad ARPAT sul Valore di Fondo per l'Arsenico nel tratto sud del progetto del "Rifacimento Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse".

1.1 Documenti di riferimento

[1] "L'analisi di conformità con i valori di legge: il ruolo dell'incertezza associata a risultati di misura" ISPRA 52/2009

[2] "Esiti della caratterizzazione delle terre e rocce da scavo per il progetto "Rifacimento Metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30") DP 75 Bar"

[3] "Proposta per la definizione dei sondaggi in contraddittorio con ARPAT per il progetto "Rifacimento Metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30") DP 75 Bar"

[4] "Validazione del Valore di Fondo Naturale di Arsenico per il tratto sud del Venturina-Piombino del progetto di Rif. Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30") DP 75 Bar ed Opere Connesse"

2 CALCOLO DEI VALORI DI FONDO NATURALE (VFN)

2.1 Criterio metodologico

Come anticipato nel Capitolo Introduttivo, il calcolo dei VFN permette di ottenere un subset di campioni per i quali le concentrazioni di uno o più parametri sono superiori ai rispettivi VFN e quindi di isolare le verticali nelle quali sono presenti outliers non spiegabili statisticamente come valori naturali (Ispra, 2018). Come concordato nel tavolo di lavoro con ARPAT, i VFN sono stati ottenuti mediante analisi statistiche di tipo univariato (i.e., effettuate sul singolo parametro) focalizzate sui Normal QQ-plot (probability plot, ovvero grafici quantile-quantile come quello riportato in Figura 2). Questi ultimi riportano sulle ascisse i valori (in ordine crescente) delle osservazioni e in ordinate i quantili teorici della distribuzione normale alla corrispondente probabilità cumulata (o z-score). Deviazioni dalla normalità (identificabile come un allineamento dei campioni) permettono di riscontrare l'eventuale presenza di outliers (vedi Figura 2)

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fg. 6 di 40	Rev. 0

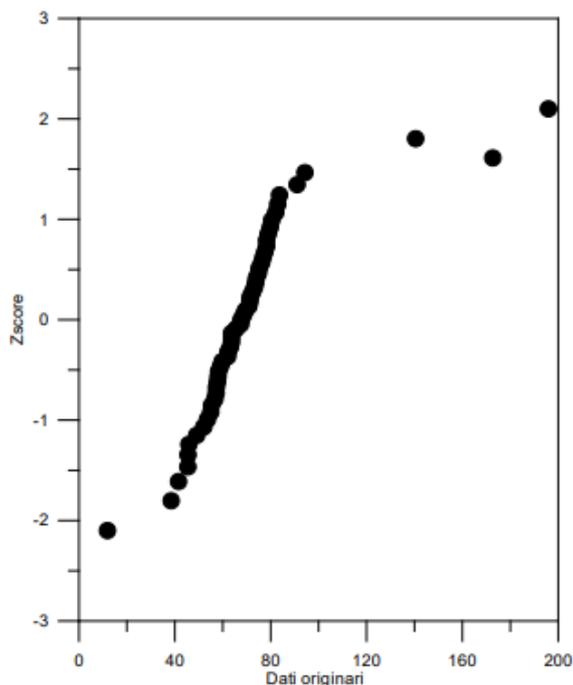


Figura 2 – Esempio di Q-Q plot (da Ispra, 2018) nel quale si evidenzia una distribuzione pressoché normale dei campioni ad eccezione dei tre con concentrazioni superiori. Questi ultimi deviano dalla normalità e potrebbero rappresentare potenziali outliers.

La distribuzione riportata nella Figura 2 rappresenta una sola popolazione (un solo allineamento di punti) che spesso caratterizza areali in cui affiorano un numero ridotto di litologie o comunque il parametro stesso è ascrivibile ad una zona geogenica ubiquitaria. Qualora si voglia identificare il VFN di un determinato parametro su zone estese (come quelle oggetto di valutazione nel presente documento) è più probabile il riscontro di diverse popolazioni componenti la stessa distribuzione di ogni parametro. Nei probability plot le osservazioni caratterizzate da una distribuzione normale sono allineate su un tratto di linea retta. Deviazioni dalla linearità (es. presenza di flessi della curva), o dalla continuità individuano osservazioni anomale (es. outlier) od osservazioni afferenti a più popolazioni (vedi Figura 3) qualora le due (o più) popolazioni componenti la distribuzione siano rappresentate da normalità (quindi da due o più allineamenti nel probability plot ciascuno composto da un numero sufficientemente rappresentativo di campioni).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 7 di 40	Rev. 0

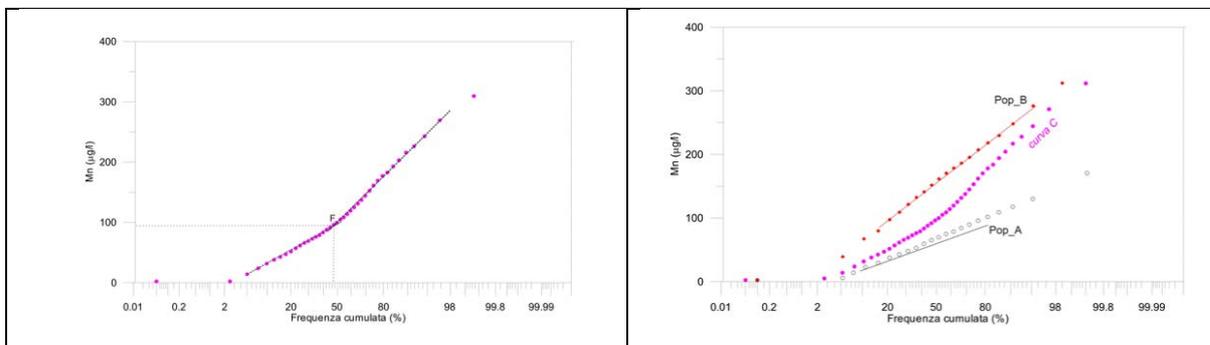


Figura 3 – Esempio di probability plot (da Ispra, 2018) nel quale si evidenzino due popolazioni che compongono la distribuzione del Manganese. Le due popolazioni sono delimitate dal punto di Flesso (F); quest'ultimo è riscontrabile tramite la derivata prima e separa la popolazione inferiore da quella superiore. La transizione tra le due popolazioni potrebbe essere graduale (rilasci di Mn da fenomeni geogenici ascrivibili alla popolazione 1 potrebbero essere presenti anche nei campioni della popolazione 2 e viceversa).

Ispra (2018) norma alcune tecniche che consentono di separare le osservazioni afferenti a diverse popolazioni. Tra quelle disponibili, nel tavolo di lavoro con ARPAT si è scelta la metodologia di partizione di Sinclair (1974); quest'ultima permette di identificare tramite algoritmo hclust (hierarchical clustering analysis; l'algoritmo hclust è caricato nel pacchetto ClassInt, in software open source R) i diversi punti di flesso che compongono una singola distribuzione. Come concordato nel tavolo di Lavoro con ARPAT, la ricerca delle singole popolazioni componenti la distribuzione dell'Arsenico si è concentrata sul solo subset di campioni che presenta superamenti alle rispettive CSC. Una volta identificati i valori outliers al VFN per ciascun parametro, si sono verificate le popolazioni sul tracciato con ulteriore test statistico di Moran (Indice di Moran); quest'ultimo è un test di dipendenza geospaziale che misura l'autocorrelazione del parametro analizzato e permette di confermare la presenza di cluster territorialmente simili per il parametro in analisi. In dettaglio, l'Indice di Moran riporta su una mappa la distribuzione geografica con le diverse tipologie di correlazione per verificare se i singoli tratti di linea formano tra loro regioni accumulate da un certo tipo di correlazione positiva (hot-spots) e formano quindi dei cluster. In caso siano presenti casi limite all'interno dell'analisi (outliers) l'indice di Moran porta all'esclusione dall'analisi del/dei campioni sopra soglia. Inoltre, la presenza di cluster di tipo hot-spots (autocorrelazione positiva e statisticamente significativa) è stata indagata ulteriormente per definire, all'interno di ciascun cluster e per ciascun parametro, la presenza di sottozone con continuità ascrivibile a singole popolazioni. L'analisi, di tipo cautelativo, permette quindi di ascrivere all'interno di un

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fg. 8 di 40	Rev. 0

singolo hot-spot le diverse zone in cui sono valevoli i VFN di ciascuna popolazione presente nel cluster.

Nel caso non siano presenti cluster di tipo hot-spots, quindi in presenza di cluster di autocorrelazione spaziale negativa (cold-spots) o di distribuzione randomica (nessuna autocorrelazione spaziale statisticamente significativa) si assume come valevole ai fini della definizione dei VFN la popolazione superiore presente all'interno di ciascuna verticale. Questa viene estesa lungo linea di progetto in direzione dei punti consecutivi di indagine ambientale più prossimi alla verticale stessa. Quindi, per esempio, se all'interno di una verticale si riscontrano valori appartenenti, per un determinato parametro, alle popolazioni B (primo livello), C (secondo livello) e D (terzo livello), si definirà il VFN a partire dalla sola popolazione superiore, i.e. la popolazione B. Il VFN così definito è esteso lungo linea sino ai primi punti successivi della caratterizzazione ambientale, ed in particolare sino a metà della distanza che intercorre tra gli stessi.

2.2 Calcolo dei Valori di Fondo

A partire dai risultati dell'indagine di caratterizzazione preliminare descritta in [2], riportiamo nel presente capitolo i risultati dell'analisi per l'intero tratto (linea principale e secondarie).

L'approccio discusso nel Cap. 2.1. ha permesso di identificare all'interno delle distribuzioni di ciascun parametro alcune popolazioni superiori al limite delle CSC di Colonna A. In particolare, per l'Arsenico (i cui risultati per la porzione sud Venturina-Piombino erano già stati anticipati nel documento [4] trasmesso con nota PEC ad ARPAT – prot. n. 2022/77367 e successivamente validati dallo stesso ente con nota PEC prot. PB.01.01.01/3.3 e LI.01.01.01/8.1), sono presenti 2 popolazioni superiori (definite B e C) alla soglia CSC di Colonna A (= 20 mg/kg) che vengono riassunte nella seguente Tabella 1. Nel caso specifico, per A (composto da un solo campione, il C113 nel primo metro di foro, con valori di Arsenico pari a 108 mg/kg) non è identificato da classInt il VFN in quanto siamo in presenza di un singolo outlier (valore non ascrivibile ad alcuna popolazione superiore, per la quale non è possibile calcolare nessuna media né deviazione standard), non spiegabile dal solo punto di vista statistico con possibile origine naturale. Nel caso delle popolazioni B e C, il numero di campioni (10 e 42 rispettivamente) e la loro linearità hanno permesso di ottenere i rispettivi Valori di Fondo Naturale, pari a 66 mg/Kg (Popolazione B) e 53 mg/Kg (Popolazione C).

Tabella 1 – Risultati delle analisi statistiche (VFnorm e outliers) sviluppate sul parametro Arsenico. Le popolazioni sono state ottenute a partire dai soli dati superiori alle CSC di Colonna A (20 mg/Kg). I campioni superiori ai VFnorm

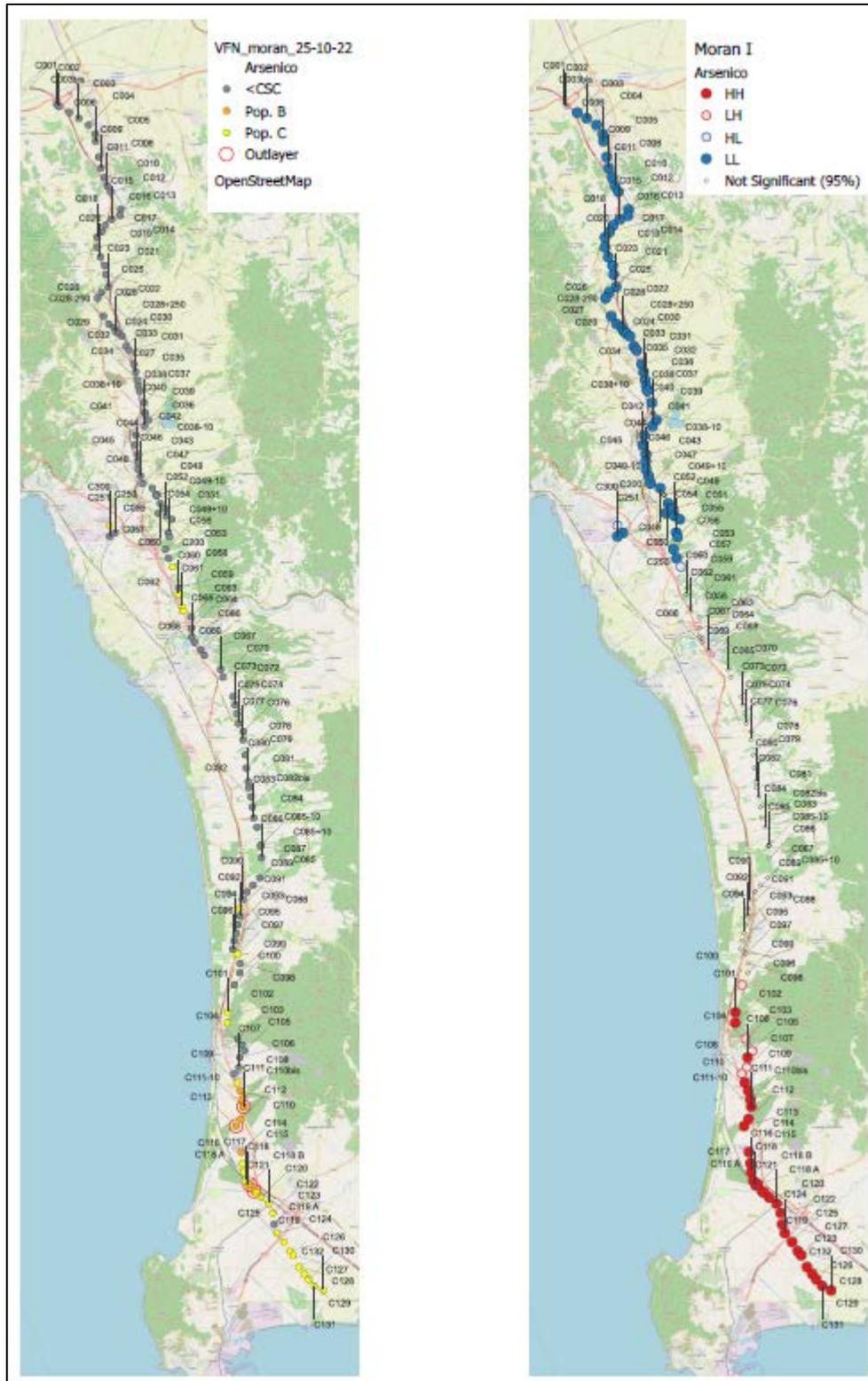
CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 9 di 40	Rev. 0

comprendono l' outlier (inserito come A). Si rammenta che il calcolo dei VFN è stato eseguito sul dataset preliminare (408 campioni distribuiti su 137 verticali).

Arsenico					
Classe	Num	%	Mean	sd	Vfnorm
A	1	0.2%	108	NA	NA
B	10	2.5%	60.7	3.2	66
C	42	10.3%	43.7	5.6	53
<CSC	355	87.0%	NA	NA	NA

I campioni provenienti dalla caratterizzazione preliminare riportata in [2] e appartenenti alle popolazioni B (campioni con concentrazioni di Arsenico comprese tra 20 e 53 mg/Kg) e C (campioni con concentrazione compresa tra 53 mg/Kg e 66 mg/Kg) ricadenti nel cluster positivo ("hot-spot") identificato dall'analisi di Moran sono riportati nella immagine di Figura 4 (punti rossi identificati come HH nella parte destra; l'allineamento descrive il tracciato in progetto del "Rifacimento Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar, ed opere connesse". L'autocorrelazione spaziale positiva (hot-spots) riscontrata nella porzione meridionale del tracciato è stata ulteriormente suddivisa per fasce continue di popolazioni superiori alle CSC (popolazione B e C) come da Figura 4 (parte sinistra).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 10 di 40	Rev. 0



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 11 di 40	Rev. 0

Figura 4 – sinistra: distribuzione delle popolazioni B (concentrazioni di Arsenico comprese tra 53 mg/Kg e 66 mg/Kg) e C (concentrazioni di Arsenico comprese tra 20 mg/Kg e 53 mg/Kg) nelle verticali di caratterizzazione eseguite lungo il tracciato del metanodotto e i cui risultati sono descritti in [2]. Destra: cluster di autocorrelazione spaziale positiva (hot-spots) e negativa (cold-spots) riscontrati con l'analisi di Moran.

Per il parametro Cobalto, sono presenti 3 popolazioni superiori (definite B, C e D) alla soglia CSC di Colonna A (= 20 mg/kg) che vengono riassunte nella seguente Tabella 2. Nel caso specifico, per il gruppo A (composto da due campioni provenienti dalla verticale C038 nel livello 1 e nel livello 3, ovvero nel primo e nel terzo metro di foro, con valori di Cobalto rispettivamente pari a 61 e 65 mg/kg) non è identificato da classInt il VFN in quanto siamo in presenza di soli due outlier (valore non ascrivibile ad alcuna popolazione superiore, per la quale non è possibile calcolare nessuna deviazione standard), non spiegabile dal solo punto di vista statistico con possibile origine naturale. Nel caso delle popolazioni B, C e D, il numero di campioni (9, 13, 50 rispettivamente) e la loro linearità hanno permesso di ottenere i rispettivi Valori di Fondo Naturale, pari a 37.4 mg/Kg (Popolazione B), 30.6 mg/Kg (Popolazione C) e 25.6 mg/Kg (Popolazione D).

Tabella 2 – Risultati delle analisi statistiche (VFnorm e outliers) sviluppate sul parametro Cobalto. Le popolazioni sono state ottenute a partire dai soli dati superiori alle CSC di Colonna A (20 mg/Kg). I campioni superiori ai VFnorm comprendono gli outliers (inseriti come gruppo A). Si rammenta che il calcolo dei VFN è stato eseguito sul dataset preliminare (408 campioni distribuiti su 137 verticali).

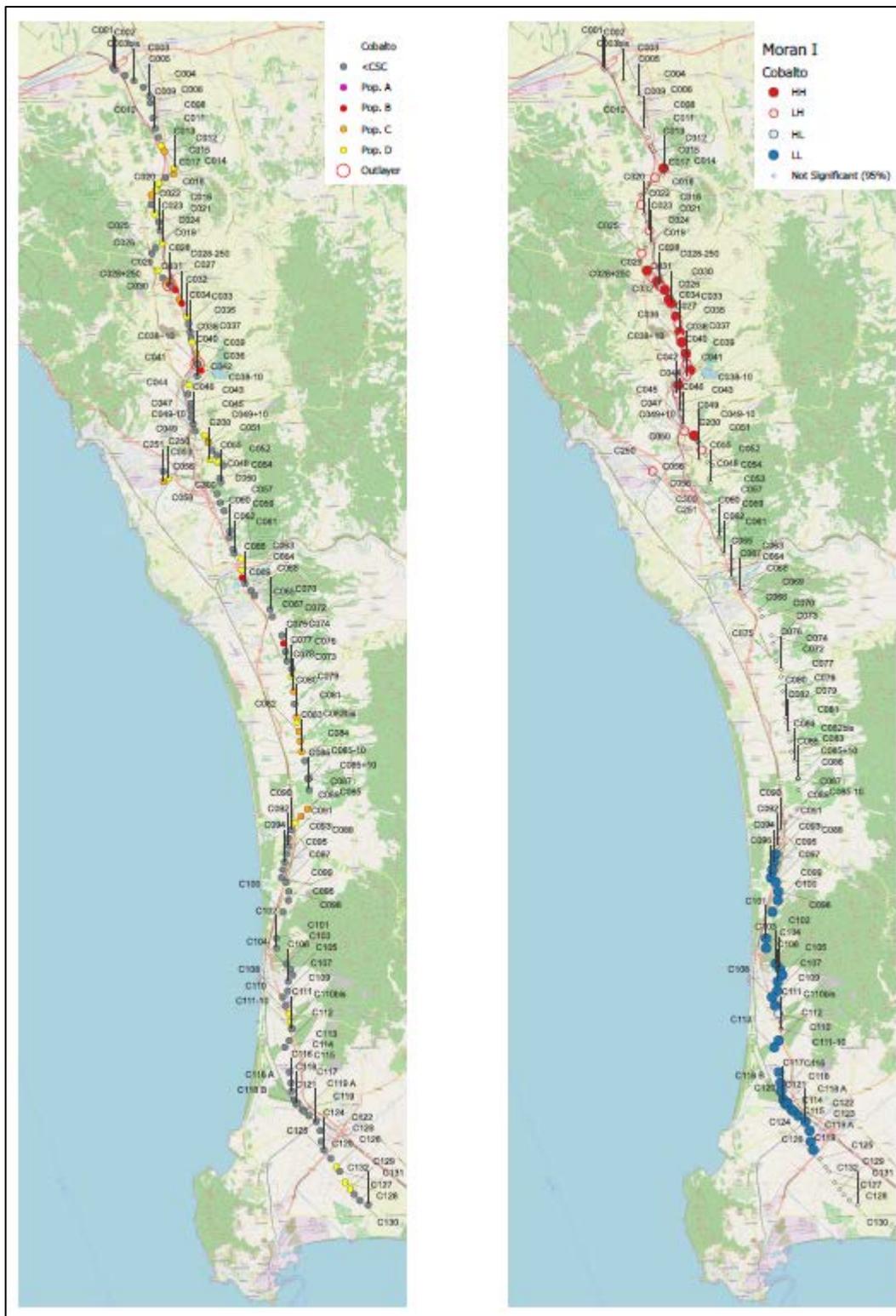
Cobalto					
Classe	Num	%	Mean	sd	Vfnorm
A	2	0.50%	63		
B	9	2.20%	33.77	2.11	37.4
C	13	3.20%	28.38	1.33	30.6
D	50	12.20%	23.2	1.43	25.6
<CSC	334	81.90%			

I campioni provenienti dalla caratterizzazione preliminare riportata in [2] e appartenenti alle popolazioni B (campioni con concentrazioni di Cobalto comprese tra 30.6 e 37.4 mg/Kg), C (campioni con concentrazione compresa tra 30.6 mg/Kg e 25.6 mg/Kg) e D (campioni con concentrazione compresa tra 25.6 mg/Kg e 20 mg/Kg) ricadenti nel cluster positivo ("hot-spot") identificato dall'analisi di Moran sono riportati nella immagine di Figura 5 (punti rossi identificati come HH nella parte destra; l'allineamento descrive il tracciato in progetto del "Rifacimento Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse". L'autocorrelazione

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fig. 12 di 40	Rev. 0

spaziale positiva (hot-spots) riscontrata nella porzione meridionale del tracciato è stata ulteriormente suddivisa per fasce continue di popolazioni superiori alle CSC (popolazioni B, C e D) come da Figura 5 (parte sinistra).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 13 di 40	Rev. 0



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 14 di 40	Rev. 0

Figura 5 – sinistra: distribuzione delle popolazioni B (concentrazioni di Cobalto comprese tra 37.4 mg/Kg e 30.6 mg/Kg) e C (concentrazioni di Cobalto comprese tra 30.6 mg/Kg e 25.6 mg/Kg) e D (concentrazioni di Cobalto comprese tra 20 mg/Kg e 25.6 mg/Kg) nelle verticali di caratterizzazione eseguite lungo il tracciato del metanodotto e i cui risultati sono descritti in [2]. Destra: cluster di autocorrelazione spaziale positiva (hot-spots) e negativa (cold-spots) riscontrati con l'analisi di Moran.

Per il parametro Cromo Totale, sono presenti 6 popolazioni superiori (definite A, B, C, D, E ed F) alla soglia CSC di Colonna A (= 150 mg/kg) che vengono riassunte nella seguente Tabella 3. Non vengono identificati outlier (valore non ascrivibile ad alcuna popolazione superiore) e quindi tutti i valori riscontrati nell'indagine preliminare sono spiegabili dal punto di vista statistico come origine naturale. In tutte le popolazioni il numero di campioni (A: 6; B: 33; C:27; D: 41; E: 66; F: 63) e la loro linearità hanno permesso di ottenere i rispettivi Valori di Fondo Naturale, pari a 768 mg/Kg (Popolazione A), 512 mg/Kg (Popolazione B), 323 mg/Kg (Popolazione C), 271 mg/Kg (Popolazione D), 231 mg/Kg (Popolazione E) e 188 mg/Kg (Popolazione F).

Tabella 3 – Risultati delle analisi statistiche (VFnorm) sviluppate sul parametro Cromo totale. Le popolazioni sono state ottenute a partire dai soli dati superiori alle CSC di Colonna A (150 mg/Kg). Non sono presenti outliers. Si rammenta che il calcolo dei VFN è stato eseguito sul dataset preliminare (408 campioni distribuiti su 137 verticali).

Cromo tot					
Classe	Num	%	Mean	sd	Vfnorm
A	6	1.50%	632	82.7	768
B	33	8.10%	416	58.5	512
C	27	6.60%	301	13.5	323
D	41	10.00%	253	10.9	271
E	66	16.20%	210	12.5	231
F	63	15.40%	168	11.8	188
<CSC	172	42.20%			

I campioni provenienti dalla caratterizzazione preliminare riportata in [2] e appartenenti alle popolazioni A (campioni con concentrazione di Cromo totale comprese tra 768 mg/Kg e 512 mg/Kg), B (campioni con comprese tra e 512 mg/Kg e 323 mg/Kg), C (campioni con concentrazione compresa tra 323 mg/Kg e 271 mg/Kg), D (campioni con concentrazione compresa tra 271 mg/Kg e 231 mg/Kg), E (campioni con concentrazioni compresa tra 231 mg/Kg e 188 mg/Kg) e F (campioni con concentrazione compresa tra 188 mg/Kg e 150 mg/Kg) ricadenti nel cluster positivo ("hot-spot") identificato dall'analisi di Moran sono riportati nella immagine di Figura 6 (punti rossi identificati

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fig. 15 di 40	Rev. 0

come HH nella parte destra; l'allineamento descrive il tracciato in progetto del "Rifacimento Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse". L'autocorrelazione spaziale positiva (hot-spots) riscontrata nella porzione centrale del tracciato è stata ulteriormente suddivisa per fasce continue di popolazioni superiori alle CSC (popolazioni A, B, C, D, E e F) come da Figura 6 (parte sinistra).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 16 di 40	Rev. 0

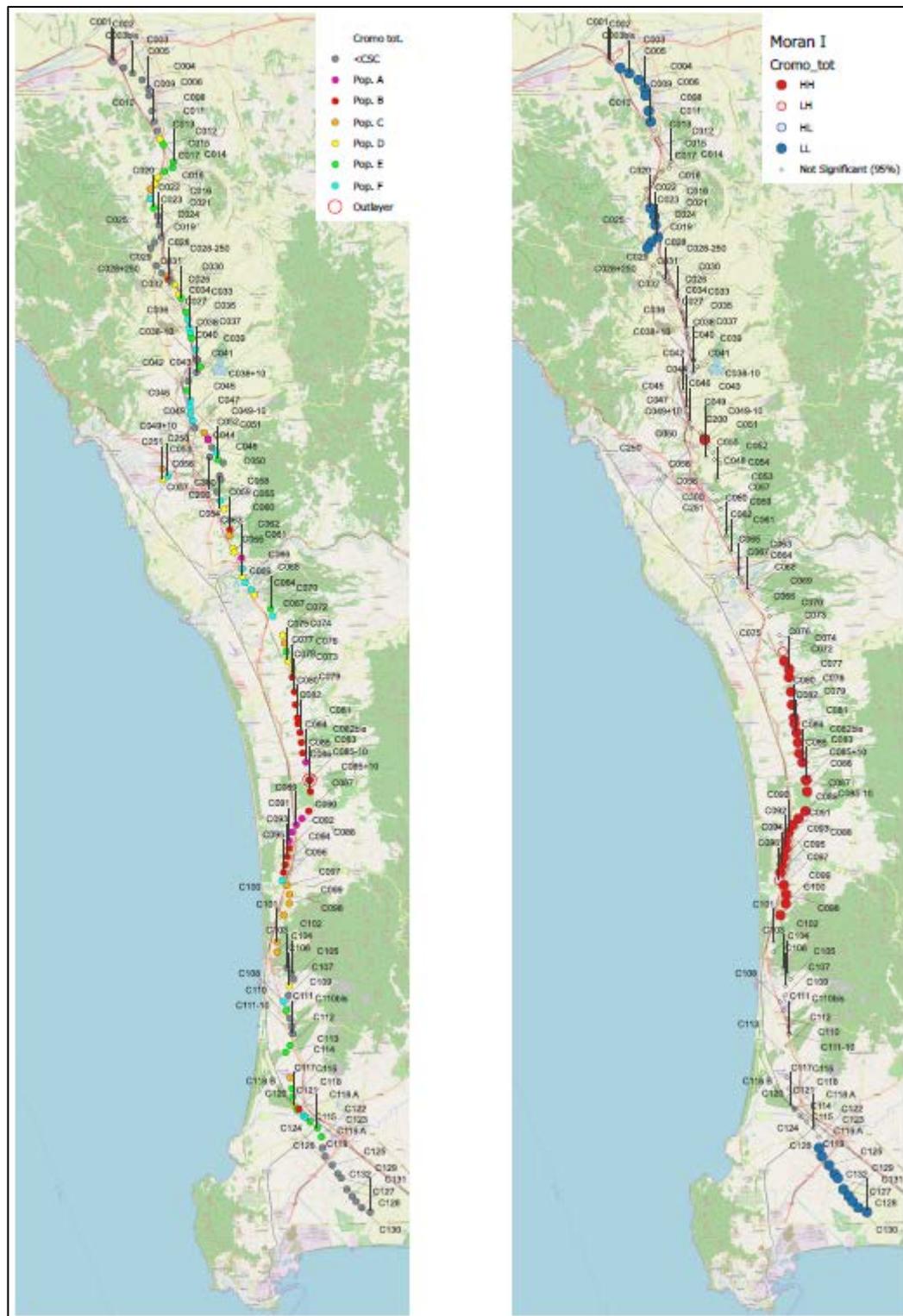


Figura 6 – sinistra: distribuzione delle popolazioni A (concentrazioni di Cromo totale comprese tra 768 mg/Kg e 512 mg/Kg), B (concentrazioni comprese tra 512

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 17 di 40	Rev. 0

mg/Kg e 323 mg/Kg), C (concentrazioni comprese tra 323 mg/Kg e 271 mg/Kg), D (concentrazioni comprese tra 271 mg/Kg e 231 mg/Kg), E (concentrazioni comprese tra 231 mg/Kg e 188 mg/Kg) e F (concentrazioni comprese tra 188 mg/Kg e 150 mg/Kg) nelle verticali di caratterizzazione eseguite lungo il tracciato del metanodotto e i cui risultati sono descritti in [2]. Destra: cluster di autocorrelazione spaziale positiva (hot-spots) e negativa (cold-spots) riscontrati con l'analisi di Moran.

Per il parametro Nichel, sono presenti 6 popolazioni superiori (definite A, B, C, D, E ed F) alla soglia CSC di Colonna A (= 120 mg/kg) che vengono riassunte nella seguente Tabella 4. Non vengono identificati outlier (valore non ascrivibile ad alcuna popolazione superiore) e quindi tutti i valori riscontrati nell'indagine preliminare sono spiegabili dal punto di vista statistico come origine naturale. In tutte le popolazioni il numero di campioni (A: 23; B: 14; C: 15; D: 11; E: 27; F: 59) e la loro linearità hanno permesso di ottenere i rispettivi Valori di Fondo Naturale, pari a 549.36 mg/Kg (Popolazione A), 307.44 mg/Kg (Popolazione B), 258.3 mg/Kg (Popolazione C), 236.88 mg/Kg (Popolazione D), 220.5 mg/Kg (Popolazione E) e 194.04 mg/Kg (Popolazione F).

Tabella 4 – Risultati delle analisi statistiche (VFnorm) sviluppate sul parametro Nichel. Le popolazioni sono state ottenute a partire dai soli dati superiori alle CSC di Colonna A (120 mg/Kg). Non sono presenti outliers. Si rammenta che il calcolo dei VFN è stato eseguito sul dataset preliminare (408 campioni distribuiti su 137 verticali).

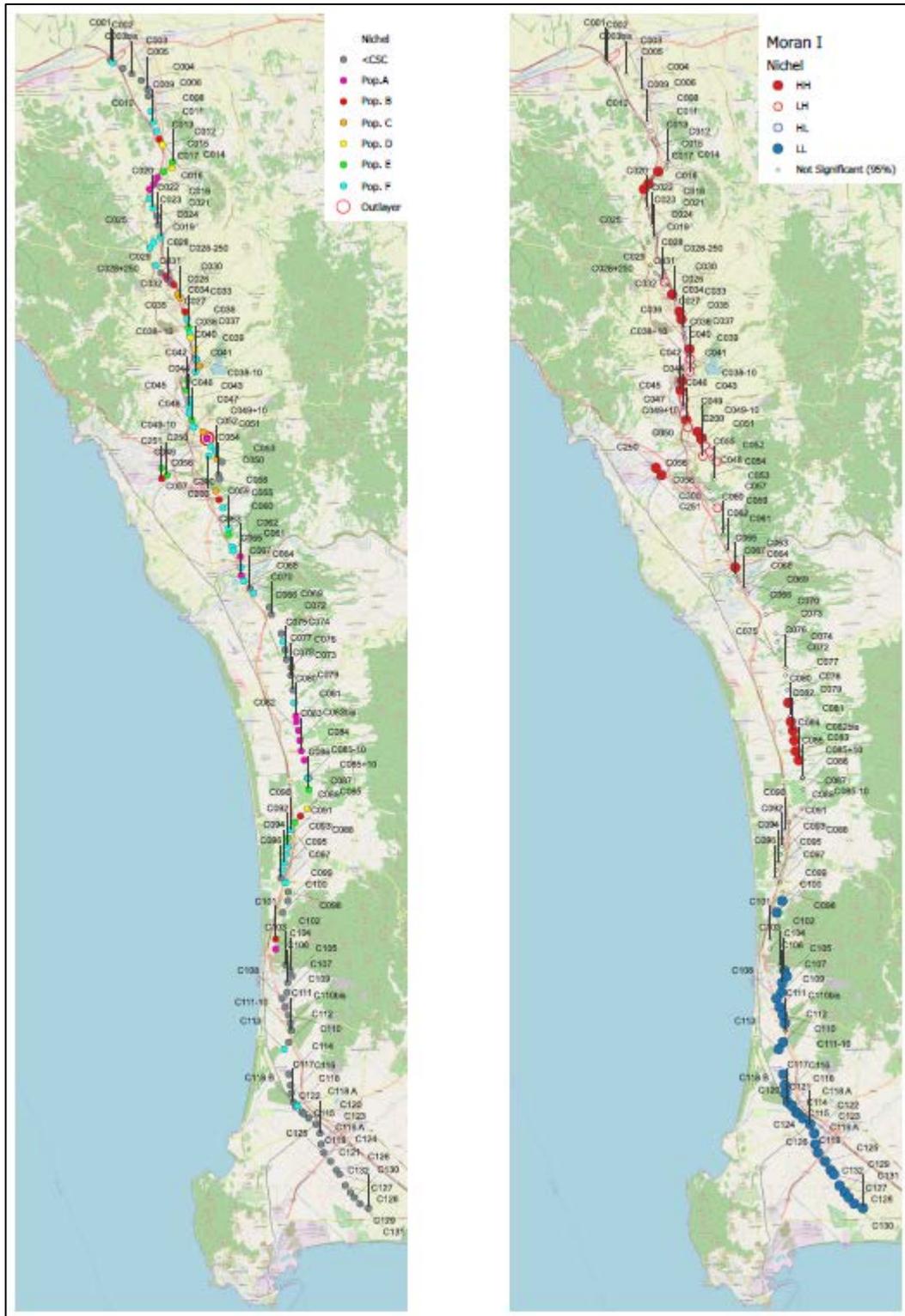
Nichel					
Classe	Num	%	Mean	sd	Vfnorm
A	23	5.60%	394	94	549.36
B	14	3.40%	287	12	307.44
C	15	3.70%	251	4	258.3
D	11	2.70%	232	3	236.88
E	27	6.60%	210	6	220.5
F	120	29.40%	153	23	194.04
<CSC	198	48.50%			

I campioni provenienti dalla caratterizzazione preliminare riportata in [2] e appartenenti alle popolazioni A (campioni con concentrazioni di Nichel comprese tra 594.36 mg/Kg e 307.44 mg/Kg), B (campioni con concentrazioni comprese tra 307.44 mg/Kg e 258.3 mg/Kg), C (campioni con concentrazione compresa tra 258.3 mg/Kg e 236.88 mg/Kg), D (campioni con concentrazione compresa tra 236.88 mg/Kg e 220.5 mg/Kg), E (campioni con concentrazione compresa tra 220.5 mg/Kg e 194.04 mg/Kg) e F (campioni con concentrazioni comprese tra 194.04 mg/Kg e 120

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fig. 18 di 40	Rev. 0

mg/Kg) ricadenti nei cluster positivi ("hot-spot") identificati dall'analisi di Moran sono riportati nella immagine di Figura 7 (punti rossi identificati come HH nella parte destra; l'allineamento descrive il tracciato in progetto del "Rifacimento Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30")", DP 75 bar ed opere connesse". L'autocorrelazione spaziale positiva (hot-spots) riscontrata nella porzione centrale del tracciato è stata ulteriormente suddivisa per fasce continue di popolazioni superiori alle CSC (popolazioni A, B, C, D, E e F) come da Figura 7 (parte sinistra).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 19 di 40	Rev. 0



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fg. 20 di 40	Rev. 0

Figura 7 – sinistra: distribuzione delle popolazioni A (concentrazioni di Nichel comprese tra 436 mg/Kg e 244 mg/Kg), B (concentrazioni comprese tra 244 mg/Kg e 205 mg/Kg), C (concentrazioni comprese tra 205 mg/Kg e 188 mg/Kg), D (concentrazioni comprese tra 188 mg/Kg e 175 mg/Kg), E (concentrazioni comprese tra 175 mg/Kg e 154 mg/Kg) e F (concentrazioni comprese tra 154 mg/Kg e 120 mg/kg) nelle verticali di caratterizzazione eseguite lungo il tracciato del metanodotto e i cui risultati sono descritti in [2]. Destra: cluster di autocorrelazione spaziale positiva (hot-spots) e negativa (cold-spots) riscontrati con l'analisi di Moran.

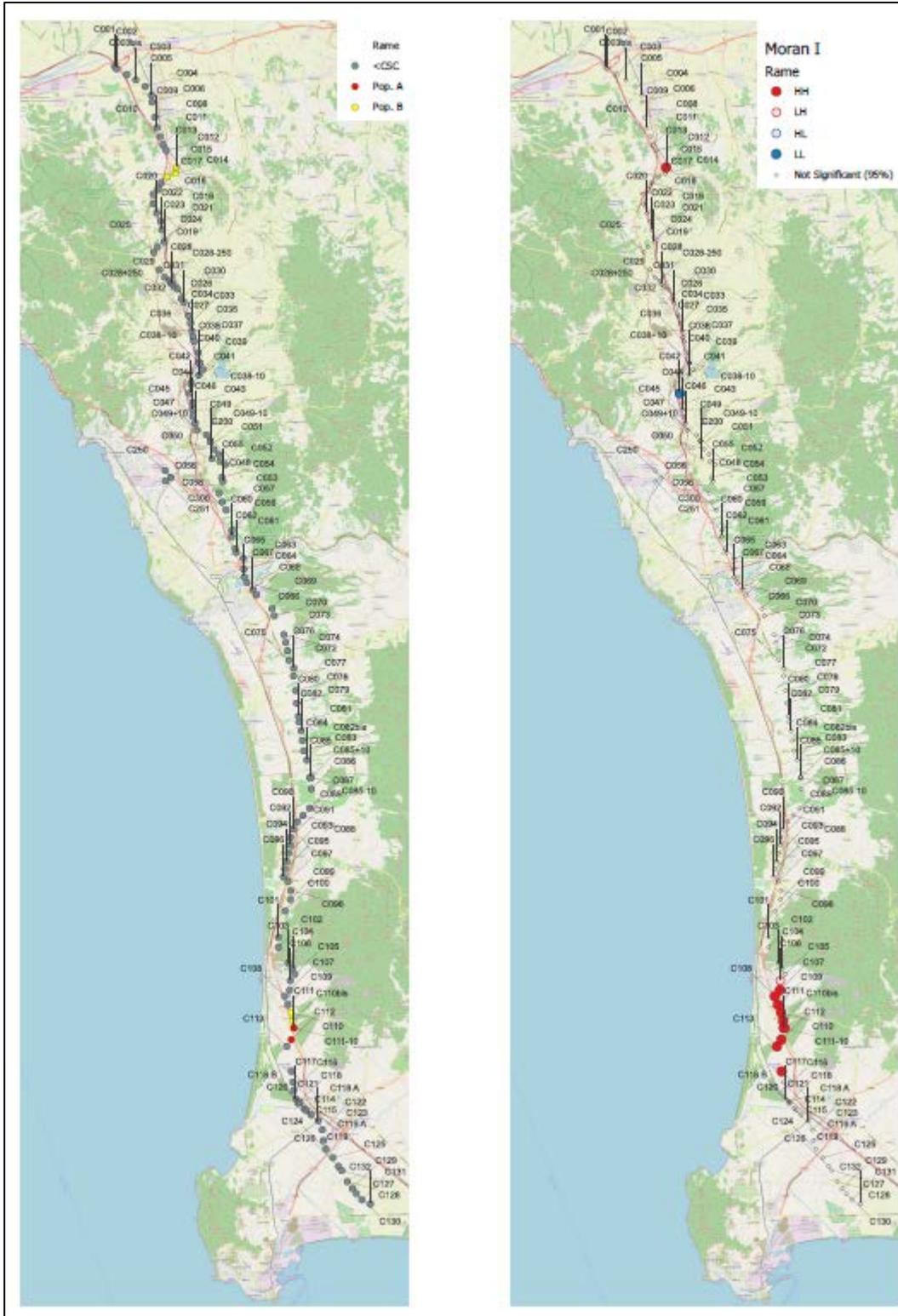
Per il parametro Rame, sono presenti 2 popolazioni superiori (definite A e B) alla soglia CSC di Colonna A (= 120 mg/kg) che vengono riassunte nella seguente Tabella 5. Non vengono identificati outlier (valore non ascrivibile ad alcuna popolazione superiore) e quindi tutti i valori riscontrati nell'indagine preliminare sono spiegabili dal punto di vista statistico come origine naturale. In entrambe le popolazioni il numero di campioni (A: 5; B: 8) e la loro linearità hanno permesso di ottenere i rispettivi Valori di Fondo Naturale, pari a 315 mg/Kg (Popolazione A) e 182 mg/Kg (Popolazione B).

Tabella 5 – Risultati delle analisi statistiche (VFnorm) sviluppate sul parametro Rame. Le popolazioni sono state ottenute a partire dai soli dati superiori alle CSC di Colonna A (120 mg/Kg). Non sono presenti outliers. Si rammenta che il calcolo dei VFN è stato eseguito sul dataset preliminare (408 campioni distribuiti su 137 verticali).

Rame					
Classe	Num	%	Mean	sd	Vfnorm
A	5	1.30%	253.6	37.4	315
B	8	1.90%	149	27.9	182
<CSC	395	96.80%			

I campioni provenienti dalla caratterizzazione preliminare riportata in [2] e appartenenti alle popolazioni A (campioni con concentrazioni di Rame comprese tra 315 mg/Kg e 182 mg/Kg) e B (campioni con concentrazioni comprese tra 182 mg/Kg e 120 mg/Kg) ricadenti nei cluster positivi ("hot-spot") identificati dall'analisi di Moran sono riportati nella immagine di Figura 8 (punti rossi identificati come HH nella parte destra; l'allineamento descrive il tracciato in progetto del "Rifacimento Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse". L'autocorrelazione spaziale positiva (hot-spots) riscontrata nella porzione meridionale del tracciato è stata ulteriormente suddivisa per fasce continue di popolazioni superiori alle CSC (popolazioni A e B) come da Figura 8 (parte sinistra).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 21 di 40	Rev. 0



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 22 di 40	Rev. 0

Figura 8 – sinistra: distribuzione delle popolazioni A (concentrazioni di Rame comprese tra 315 mg/Kg e 182 mg/Kg) e B (concentrazioni comprese tra 182 mg/Kg e 120 mg/Kg) nelle verticali di caratterizzazione eseguite lungo il tracciato del metanodotto e i cui risultati sono descritti in [2]. Destra: cluster di autocorrelazione spaziale positiva (hot-spots) e negativa (cold-spots) riscontrati con l'analisi di Moran.

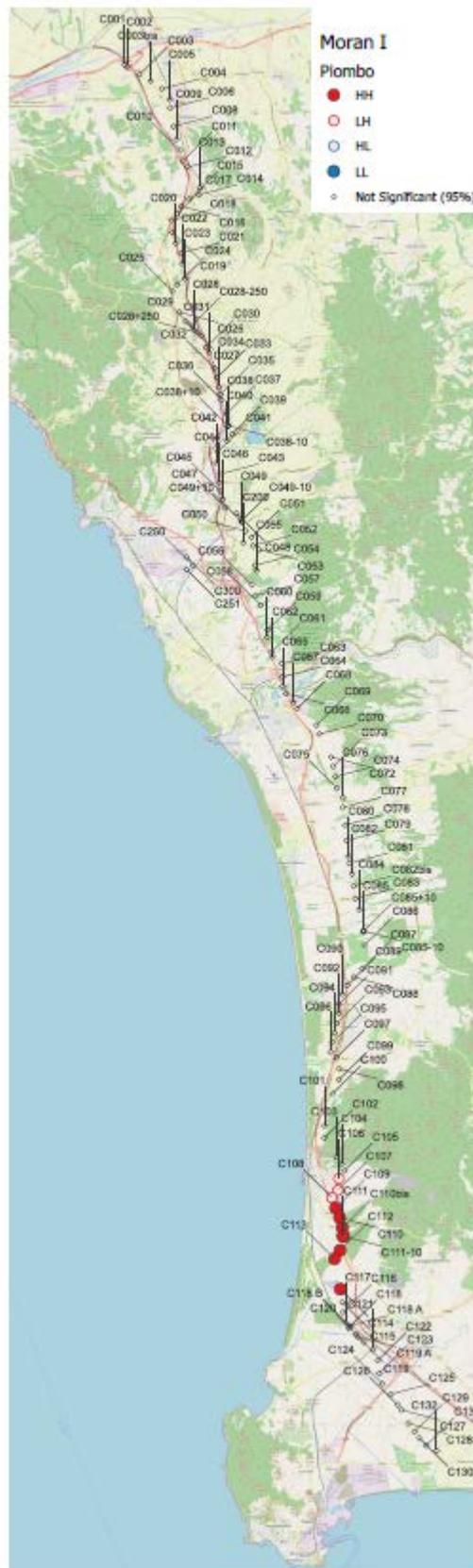
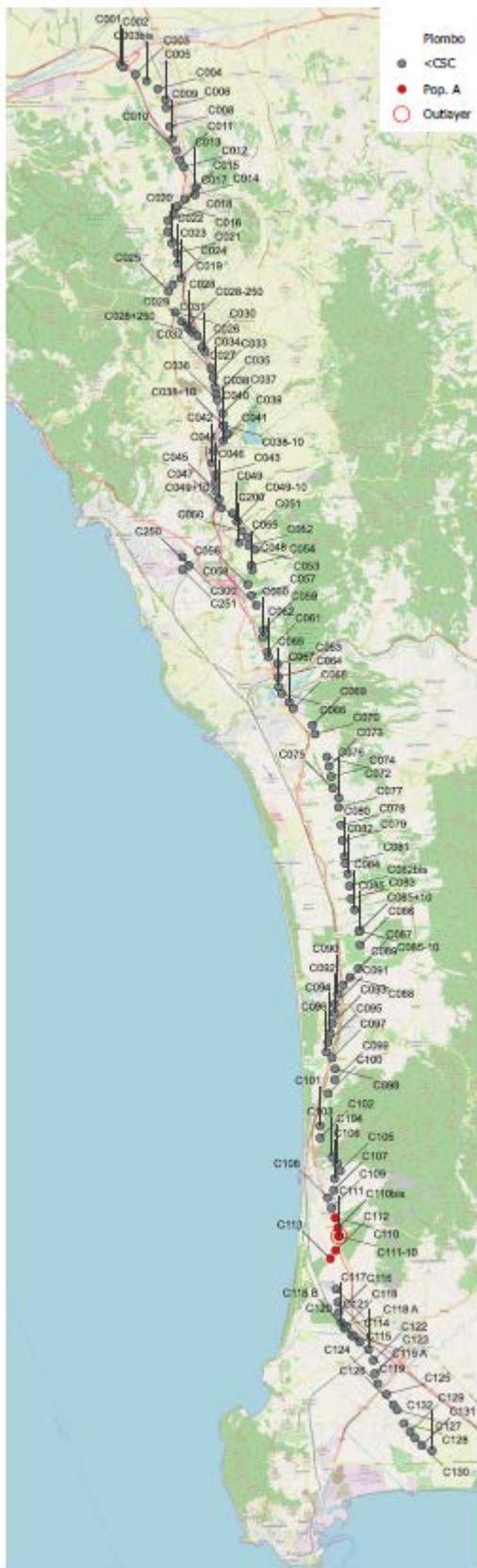
Per il parametro Piombo, è presente 1 popolazione superiore (definita A) alla soglia CSC di Colonna A (= 100 mg/kg) che viene riassunta nella seguente Tabella 6. Non vengono identificati outlier (valore non ascrivibile ad alcuna popolazione superiore) e quindi tutti i valori riscontrati nell'indagine preliminare sono spiegabili dal punto di vista statistico come origine naturale. Per la popolazione A, il numero di campioni (15) e la loro linearità han permesso di ottenere il Valore di Fondo Naturale, pari a 810 mg/Kg (Popolazione A).

Tabella 6 – Risultati delle analisi statistiche (VFnorm) sviluppate sul parametro Piombo. Le popolazioni sono state ottenute a partire dai soli dati superiori alle CSC di Colonna A (100 mg/Kg). Non sono presenti outliers. Si rammenta che il calcolo dei VFN è stato eseguito sul dataset preliminare.

Piombo					
Classe	Num	%	Mean	sd	Vfnorm
A	15	3.70%	453	217	810
<CSC	393	96.30%			

I campioni provenienti dalla caratterizzazione preliminare riportata in [2] e appartenenti alla popolazione A (campioni con concentrazioni di Piombo comprese tra 810 mg/Kg e 100 mg/Kg), ricadente nell'unico cluster positivo ("hot-spot") identificato dall'analisi di Moran è riportato nella immagine di Figura 9 (punti rossi identificati come HH nella parte destra; l'allineamento descrive il tracciato in progetto del "Rifacimento Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar). L'autocorrelazione spaziale positiva (hot-spot) riscontrata nella porzione centro-meridionale del tracciato è stata ulteriormente suddivisa per fasce continue di popolazione superiore alle CSC (popolazione A) come da Figura 9 (parte sinistra).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 23 di 40	Rev. 0



Documento di proprietà Snam SpA. La Società tutela i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fig. 24 di 40	Rev. 0

Figura 9 – sinistra: distribuzione della popolazione A (concentrazioni di Piombo comprese tra 810 mg/Kg e 100 mg/Kg) nelle verticali di caratterizzazione eseguite lungo il tracciato del metanodotto e i cui risultati sono descritti in [2]. Destra: cluster di autocorrelazione spaziale positiva (hot-spot) riscontrati con l'analisi di Moran. Non sono presenti cluster di autocorrelazione negativa (cold-spots).

Per il parametro Zinco, è presente 1 popolazione superiore (definita A) alla soglia CSC di Colonna A (= 150 mg/kg) che viene riassunta nella seguente Tabella 7. Non vengono identificati outlier (valore non ascrivibile ad alcuna popolazione superiore) e quindi tutti i valori riscontrati nell'indagine preliminare sono spiegabili dal punto di vista statistico come origine naturale. Per la popolazione A, il numero di campioni (14) e la loro linearità hanno permesso di ottenere il Valore di Fondo Naturale, pari a 1290 mg/Kg (Popolazione A).

Tabella 7 – Risultati delle analisi statistiche (VFnorm) sviluppate sul parametro Zinco. Le popolazioni sono state ottenute a partire dai soli dati superiori alle CSC di Colonna A (150 mg/Kg). Non sono presenti outliers. Si rammenta che il calcolo dei VFN è stato eseguito sul dataset preliminare (408 campioni distribuiti su 137 verticali).

Zinco					
Classe	Num	%	Mean	sd	Vfnorm
A	14	3.40%	591	422	1290
<CSC	394	96.60%			

I campioni provenienti dalla caratterizzazione preliminare riportata in [2] e appartenenti alla popolazione A (campioni con concentrazioni di Zinco comprese tra 1290 mg/Kg e 150 mg/Kg), ricadente nell'unico cluster positivo ("hot-spot") identificato dall'analisi di Moran è riportato nella immagine di Figura 10 (punti rossi identificati come HH nella parte destra; l'allineamento descrive il tracciato in progetto del "Rifacimento Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar, ed opere connesse". L'autocorrelazione spaziale positiva (hot-spot) riscontrata nella porzione centro-meridionale del tracciato è stata ulteriormente suddivisa per fasce continue di popolazione superiore alle CSC (popolazione A) come da Figura 10 (parte sinistra).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 25 di 40	Rev. 0

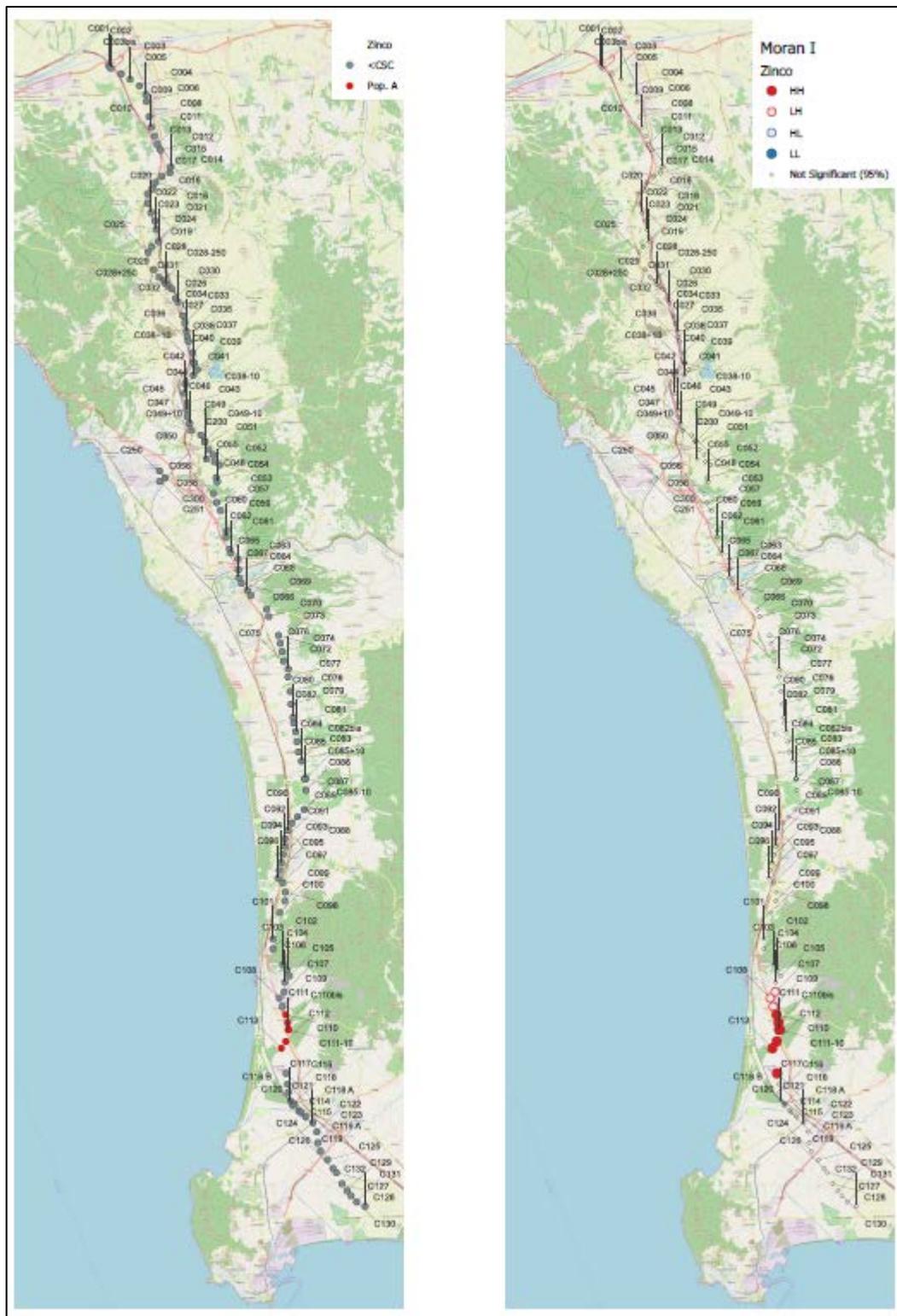


Figura 10 – sinistra: distribuzione della popolazione A (concentrazioni di Zinco comprese tra 1290 mg/Kg e 150 mg/Kg) nelle verticali di caratterizzazione eseguite

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fig. 26 di 40	Rev. 0

lungo il tracciato del metanodotto e i cui risultati sono descritti in [2]. Destra: cluster di autocorrelazione spaziale positiva (hot-spot) riscontrati con l'analisi di Moran. Non sono presenti cluster di autocorrelazione negativa (cold-spots).

2.3 Superamenti ai Valori di Fondo Naturale

Il calcolo dei Valori di Fondo ha permesso di ridurre il numero di superamenti alle CSC dagli iniziali 350 a 18 (riportati anche nelle immagini del Capitolo 2.3). I superamenti riguardano l'Arsenico (4 superamenti, presenti in C111 livello 1, C113 livello 1, C118B livello 3, C119 livello 1), il Cobalto (3 superamenti, presenti in C028 livello 3, C038 livelli 1 e 3), il Cromo Totale (1 superamento, presente in C085 livello 2), il Nichel (7 superamenti, presenti in C049 livelli 1 e 2, C049-10m livelli 1 e 2, C049 livelli 1,2 e 3) e il Piombo (3 superamenti, nel C111 livelli 1,2 e 3). Non sono presenti superamenti ai VFN calcolati per gli altri parametri (Rame e Zinco). A ciò si aggiunge il superamento alla CSC di colonna A del Cadmio (C111 livello 1). In totale sono quindi impattate le seguenti verticali (in numero totale di 10 su 149 verticali totali):

- C028 (livello 3 per Cobalto)
- C038 (livelli 1 e 3 per il Cobalto)
- C049-10m (livelli 1 e 2 per il Nichel)
- C049 (livelli 1 e 2 per il Nichel)
- C049+10m (livelli 1,2 e 3 per il Nichel)
- C085 livello 2 (Cromo totale)
- C111 (livello 1 per Arsenico, Cadmio e Piombo, livelli 2 e 3 per Piombo)
- C113 (livello 1 per Arsenico)
- C118B (livello 3 per Arsenico)
- C119 (livello 1 per Arsenico)

Tali verticali identificano quindi le porzioni di linea in superamento e permettono la delimitazione delle aree in cui le TRS andranno gestite come rifiuto.

2.4 Delimitazione dei Valori di Fondo lungo la progressiva km del tracciato

In Tabella 8 sono riassunti, per progressive km per ciascun parametro, le popolazioni superiori alle CSC associate a ciascuna verticale. La tabella riporta in grassetto le verticali nelle quali sono stati riscontrati i superamenti ai Valori di Fondo Naturale (per Arsenico, Cobalto, Cromo Totale, Nichel,

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 27 di 40	Rev. 0

Piombo) e alle CSC (Cadmio). È possibile definire le porzioni di linea, in progressiva chilometrica come da Tabella 8, che andranno a rifiuto:

- Dal km 17+180 al km 17+667; a rifiuto per superamento al VFN del Cobalto;
- Dal km 22+903 al km 22+924; a rifiuto per superamento al VFN del Cobalto;
- Dal km 28+499 al km 29+531; a rifiuto per superamento al VFN del Nichel;
- Dal km 52+804 al km 52+825; a rifiuto per superamento al VFN del Cromo totale;
- Dal km 70+500 al km 71+346; a rifiuto per superamento al VFN del Arsenico, Cadmio e Piombo;
- Dal km 71+346 al km 73+525; a rifiuto il primo metro di profondità per superamento al VFN dell'Arsenico;
- Dal km 75+757 al km 76+273; a rifiuto per il superamento al VFN dell'Arsenico;
- Dal km 75+812 al km 76+435; a rifiuto il primo metro di profondità per il superamento al VFN dell'Arsenico.

Nome ID verticali	Progressiva m del punto	Arsenico	Cobalto	Cromo Totale	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
C001	332	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C002	514	<CSC	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C003	1269	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C003bis	1914	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C004	2664	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C005	3380	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C006	3828	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C008	4852	<CSC	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C009	5526	<CSC	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C010	6125	<CSC	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C011	6662	<CSC	D	D	B	<CSC	<CSC	<CSC
C012	7067	<CSC	C	E	D	<CSC	<CSC	<CSC
C013	8317	<CSC	D	E	E	<CSC	<CSC	<CSC
C014	8744	<CSC	C	E	D	<CSC	B	<CSC
C015	9283	<CSC	<CSC	E	E	<CSC	<CSC	<CSC
C016	9845	<CSC	D	D	A	<CSC	<CSC	<CSC
C017	10282	<CSC	D	D	A	<CSC	<CSC	<CSC
C018	10788	<CSC	C	C	B	<CSC	<CSC	<CSC
C019	11413	<CSC	<CSC	F	F	<CSC	<CSC	<CSC
C020	12147	<CSC	D	E	F	<CSC	<CSC	<CSC
C021	12660	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 28 di 40	Rev. 0

Nome ID verticali	Progressiva m del punto	Arsenico	Cobalto	Cromo Totale	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
C022	13206	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C023	14032	<CSC	D	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C024	14590	<CSC	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C025	15116	<CSC	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C026	16239	<CSC	D	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C027	16814	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C028-250	17180	<CSC	C	C	B	<CSC	<CSC	<CSC
C028	17425	<CSC	B	B	A	<CSC	<CSC	<CSC
C028+250	17667	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C029	17954	<CSC	B	D	B	<CSC	<CSC	<CSC
C030	18616	<CSC	C	D	C	<CSC	<CSC	<CSC
C031	18946	<CSC	B	E	C	<CSC	<CSC	<CSC
C032	19823	<CSC	D	E	B	<CSC	<CSC	<CSC
C033	20304	<CSC	<CSC	F	F	<CSC	<CSC	<CSC
C034	20812	<CSC	<CSC	F	E	<CSC	<CSC	<CSC
C035	21180	<CSC	<CSC	F	F	<CSC	<CSC	<CSC
C036	21460	<CSC	D	E	D	<CSC	<CSC	<CSC
C037	22275	<CSC	C	F	D	<CSC	<CSC	<CSC
C038-10	22903	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C038	22913	<CSC	B	B	A	<CSC	<CSC	<CSC
C038+10	22924	<CSC	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C039	23380	<CSC	B	E	C	<CSC	<CSC	<CSC
C040	23903	<CSC	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C041	24650	<CSC	D	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C042	25255	<CSC	<CSC	E	E	<CSC	<CSC	<CSC
C043	25879	<CSC	<CSC	F	F	<CSC	<CSC	<CSC
C044	26349	<CSC	<CSC	F	F	<CSC	<CSC	<CSC
C045	26849	<CSC	<CSC	F	F	<CSC	<CSC	<CSC
C046	27311	<CSC	<CSC	F	E	<CSC	<CSC	<CSC
C047	27807	<CSC	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C048	28499	<CSC	D	C	C	<CSC	<CSC	<CSC
C049-10	28974	<CSC	C	B	A	<CSC	<CSC	<CSC
C049	28984	<CSC	C	A	A	<CSC	<CSC	<CSC
C049+10	28994	<CSC	C	A	A	<CSC	<CSC	<CSC
C050	29531	<CSC	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C051	30010	<CSC	<CSC	F	F	<CSC	<CSC	<CSC
C052	30438	<CSC	D	E	C	<CSC	<CSC	<CSC
C053	30840	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 29 di 40	Rev. 0

Nome ID verticali	Progressiva m del punto	Arsenico	Cobalto	Cromo Totale	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
C054	31695	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C055	32030	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C056	32887	<CSC	<CSC	<CSC	C	<CSC	<CSC	<CSC
C057	33470	<CSC	<CSC	F	B	<CSC	<CSC	<CSC
C058	34042	C	<CSC	D	F	<CSC	<CSC	<CSC
C059	35363	<CSC	<CSC	B	F	<CSC	<CSC	<CSC
C060	35718	C	<CSC	C	E	<CSC	<CSC	<CSC
C061	36563	C	<CSC	D	F	<CSC	<CSC	<CSC
C062	36814	C	<CSC	D	F	<CSC	<CSC	<CSC
C063	37465	<CSC	D	A	A	<CSC	<CSC	<CSC
C064	38154	<CSC	D	F	F	<CSC	<CSC	<CSC
C065	38719	<CSC	B	D	A	<CSC	<CSC	<CSC
C066	39102	<CSC	<CSC	F	F	<CSC	<CSC	<CSC
C067	39741	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C068	40133	<CSC	<CSC	D	F	<CSC	<CSC	<CSC
C069	41501	<CSC	<CSC	E	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C070	41971	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C072	43340	<CSC	<CSC	D	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C073	43847	<CSC	B	C	F	<CSC	<CSC	<CSC
C074	44375	<CSC	<CSC	E	F	<CSC	<CSC	<CSC
C075	45028	<CSC	<CSC	D	F	<CSC	<CSC	<CSC
C076	45620	<CSC	<CSC	D	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C077	46243	<CSC	D	B	F	<CSC	<CSC	<CSC
C078	47200	<CSC	C	B	E	<CSC	<CSC	<CSC
C079	48000	<CSC	<CSC	C	F	<CSC	<CSC	<CSC
C080	48820	<CSC	C	B	A	<CSC	<CSC	<CSC
C081	49178	<CSC	D	C	C	<CSC	<CSC	<CSC
C082	49771	<CSC	C	C	A	<CSC	<CSC	<CSC
C082bis	50395	<CSC	C	B	A	<CSC	<CSC	<CSC
C083	51085	<CSC	D	C	A	<CSC	<CSC	<CSC
C084	51687	<CSC	<CSC	A	A	<CSC	<CSC	<CSC
C085-10	52804	<CSC	<CSC	C	F	<CSC	<CSC	<CSC
C085	52815	C	D	A	A	<CSC	<CSC	<CSC
C085+10	52825	<CSC	<CSC	B	F	<CSC	<CSC	<CSC
C086	53534	<CSC	<CSC	B	E	<CSC	<CSC	<CSC
C087	54756	<CSC	D	C	D	<CSC	<CSC	<CSC
C088	55447	<CSC	C	A	B	<CSC	<CSC	<CSC
C089	56077	<CSC	D	C	E	<CSC	<CSC	<CSC

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 30 di 40	Rev. 0

Nome ID verticali	Progressiva m del punto	Arsenico	Cobalto	Cromo Totale	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
C090	56632	<CSC	<CSC	A	F	<CSC	<CSC	<CSC
C091	57205	C	<CSC	A	E	<CSC	<CSC	<CSC
C092	57687	<CSC	<CSC	B	F	<CSC	<CSC	<CSC
C093	58213	<CSC	<CSC	B	F	<CSC	<CSC	<CSC
C094	58717	<CSC	<CSC	C	F	<CSC	<CSC	<CSC
C095	59205	<CSC	<CSC	B	F	<CSC	<CSC	<CSC
C096	59709	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C097	60235	C	<CSC	D	F	<CSC	<CSC	<CSC
C098	60860	<CSC	<CSC	D	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C099	61481	<CSC	<CSC	C	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C100	62283	<CSC	<CSC	D	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C101	63991	C	<CSC	C	B	<CSC	<CSC	<CSC
C102	64646	C	<CSC	C	A	<CSC	<CSC	<CSC
C103	65799	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C104	66248	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C105	66641	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C106	67211	<CSC	<CSC	D	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C107	67922	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C108	68410	<CSC	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C109	68992	C	<CSC	E	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C110	69535	B	D	<CSC	<CSC	A	B	A
C110bis	70063	B	D	<CSC	<CSC	A	B	A
C111-10	70500	C	<CSC	<CSC	<CSC	A	<CSC	A
C111	70511	B	<CSC	<CSC	<CSC	A	A	A
C112	71346	C	<CSC	E	<CSC	A	A	A
C113	71850	B	<CSC	E	F	A	<CSC	A
C114	73525	B	<CSC	C	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C115	74206	C	<CSC	E	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C116	74734	C	<CSC	E	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C117	75415	C	<CSC	D	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C118 A	75724	C	<CSC	E	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C118	75757	C	<CSC	E	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C118 B	75812	B	<CSC	B	F	<CSC	<CSC	<CSC
C119	76273	B	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C119 A	76435	C	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C120	76839	C	<CSC	E	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C121	77425	C	<CSC	E	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C122	78082	C	<CSC	E	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 31 di 40	Rev. 0

Nome ID verticali	Progressiva m del punto	Arsenico	Cobalto	Cromo Totale	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
C123	78767	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C124	79324	C	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C125	80014	C	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C126	80671	C	D	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C127	80996	C	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C128	81767	C	D	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C129	82323	C	D	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C130	82721	C	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C131	83220	C	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C132	83797	C	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC	<CSC
C300		C	<CSC	C	F	<CSC	<CSC	<CSC
C200		<CSC	D	<CSC	F	<CSC	<CSC	<CSC
C250		<CSC	D	F	E	<CSC	<CSC	<CSC
C251		<CSC	C	D	B	<CSC	<CSC	<CSC

Tabella 8 – Delimitazione delle progressive km (calcolate ai punti) e delle popolazioni superiori alle CSC per i parametri Arsenico, Cobalto, Cromo totale, Nichel, Piombo, Rame, Zinco. Sono riportati in grassetto le verticali con i superamenti ai VFN (non viene riportato il parametro Cadmio, per il quale non è stato eseguito il calcolo dei VFN)

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 32 di 40	Rev. 0

Progressive	arsenico VFN	cadmio VFN	cobalto VFN	cromo totale VFN	cromo VI VFN	mercurio VFN	nicel VFN	piombo VFN	rame VFN	zinco VFN	idrocarburi pesanti C superiore a 12 CSC	amianto CSC	Note
Da 0 a 423	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 423 a 891	20	2	20	150	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 891 a 4340	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 4340 a 6394	20	2	20	150	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 6394 a 6865	20	2	25.6	271	2	1	307.44	100	120	150	50	1000	
Da 6865 a 7692	20	2	30.6	231	2	1	236.88	100	120	150	50	1000	
Da 7692 a 8530	20	2	25.6	231	2	1	220.5	100	120	150	50	1000	
Da 8530 a 9014	20	2	30.6	231	2	1	236.88	100	182	150	50	1000	
Da 9014 a 9564	20	2	20	231	2	1	220.5	100	120	150	50	1000	
Da 9564 a 10535	20	2	25.6	271	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	
Da 10535 a 11101	20	2	30.6	323	2	1	307.44	100	120	150	50	1000	
Da 11101 a 11780	20	2	20	188	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 11780 a 12404	20	2	25.6	231	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 12404 a 13619	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 13619 a 14311	20	2	25.6	150	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 14311 a 15677	20	2	20	150	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 33 di 40	Rev. 0

Progressive	arsenico VFN	cadmio VFN	cobalto VFN	cromo totale VFN	cromo VI VFN	mercurio VFN	nicel VFN	piombo VFN	rame VFN	zinco VFN	idrocarburi pesanti C superiore a 12 CSC	amianto CSC	Note
Da 15677 a 16527	20	2	25.6	150	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 16527 a 16997	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 16997 a 17303	20	2	30.6	323	2	1	307.44	100	120	150	50	1000	
Da 17303 a 17546	20	2	37.4	512	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	*intervallo tra 2-3 m da gestire come rifiuto per superamento della VFN del Cobalto
Da 17546 a 17811	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 17811 a 18285	20	2	37.4	271	2	1	307.44	100	120	150	50	1000	
Da 18285 a 18781	20	2	30.6	271	2	1	258.3	100	120	150	50	1000	
Da 18781 a 19385	20	2	37.4	231	2	1	258.3	100	120	150	50	1000	
Da 19385 a 20064	20	2	25.6	231	2	1	307.44	100	120	150	50	1000	
Da 20064 a 20558	20	2	20	188	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 20558 a 20996	20	2	20	188	2	1	220.5	100	120	150	50	1000	
Da 20996 a 21320	20	2	20	188	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 21320 a 21867	20	2	25.6	231	2	1	236.88	100	120	150	50	1000	
Da 21867 a 22589	20	2	30.6	188	2	1	236.88	100	120	150	50	1000	
Da 22589 a 22908	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 22908 a 22918	20	2	37.4	512	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	Intero tratto da gestire come rifiuto per supero della VFN del Cobalto

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 34 di 40	Rev. 0

Progressive	arsenico VFN	cadmio VFN	cobalto VFN	cromo totale VFN	cromo VI VFN	mercurio VFN	nicheI VFN	piombo VFN	rame VFN	zinco VFN	idrocarburi pesanti C superiore a 12 CSC	amianto CSC	Note
Da 22918 a 23152	20	2	20	150	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 23152 a 23614	20	2	37.4	231	2	1	258.3	100	120	150	50	1000	
Da 23614 a 24277	20	2	20	150	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 24277 a 24953	20	2	25.6	150	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 24953 a 25567	20	2	20	231	2	1	220.5	100	120	150	50	1000	
Da 25567 a 27080	20	2	20	188	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 27080 a 27559	20	2	20	188	2	1	220.5	100	120	150	50	1000	
Da 27559 a 28153	20	2	20	150	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 28153 a 28736	20	2	25.6	323	2	1	258.3	100	120	150	50	1000	
Da 28736 a 28979	20	2	30.6	512	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	Intero tratto da gestire come rifiuto per supero della VFN del Nichel
Da 28979 a 29262	20	2	30.6	768	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	Intero tratto da gestire come rifiuto per supero della VFN del Nichel
Da 29262 a 29771	20	2	20	150	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 29771 a 30224	20	2	20	188	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 30224 a 30639	20	2	25.6	231	2	1	258.3	100	120	150	50	1000	
Da 30639 a 32458	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 32458 a 33179	20	2	20	150	2	1	258.3	100	120	150	50	1000	

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 35 di 40	Rev. 0

Progressive	arsenico VFN	cadmio VFN	cobalto VFN	cromo totale VFN	cromo VI VFN	mercurio VFN	nicel VFN	piombo VFN	rame VFN	zinco VFN	idrocarburi pesanti C superiore a 12 CSC	amianto CSC	Note
Da 33179 a 33756	20	2	20	188	2	1	307.44	100	120	150	50	1000	
Da 33756 a 34703	53	2	20	271	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 34703 a 35540	20	2	20	512	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 35540 a 36140	53	2	20	323	2	1	220.5	100	120	150	50	1000	
Da 36140 a 37140	53	2	20	271	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 37140 a 37809	20	2	25.6	768	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	
Da 37809 a 38437	20	2	25.6	188	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 38437 a 38910	20	2	37.4	271	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	
Da 38910 a 39421	20	2	20	188	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 39421 a 39937	20	2	20	188	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 39937 a 40817	20	2	20	271	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 40817 a 41736	20	2	20	231	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 41736 a 42655	20	2	20	188	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 42655 a 43593	20	2	20	271	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 43593 a 44111	20	2	37.4	323	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 44111 a 44702	20	2	20	231	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 36 di 40	Rev. 0

Progressive	arsenico VFN	cadmio VFN	cobalto VFN	cromo totale VFN	cromo VI VFN	mercurio VFN	nicel VFN	piombo VFN	rame VFN	zinco VFN	idrocarburi pesanti C superiore a 12 CSC	amianto CSC	Note
Da 44702 a 45324	20	2	20	271	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 45324 a 45932	20	2	20	271	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 45932 a 46722	20	2	25.6	512	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 46722 a 47600	20	2	30.6	512	2	1	220.5	100	120	150	50	1000	
Da 47600 a 48410	20	2	20	323	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 48410 a 48999	20	2	30.6	512	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	
Da 48999 a 49457	20	2	25.6	323	2	1	258.3	100	120	150	50	1000	
Da 49457 a 50083	20	2	30.6	323	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	
Da 50083 a 50740	20	2	30.6	512	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	
Da 50740 a 51386	20	2	25.6	323	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	
Da 51386 a 52245	20	2	20	768	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	
Da 52245 a 52809	20	2	20	323	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 52809 a 52820	53	2	25.6	768	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	Intero tratto da gestire come rifiuto per supero della VFN del Cromo totale
Da 52820 a 53179	20	2	20	512	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 53179 a 54145	20	2	20	512	2	1	220.5	100	120	150	50	1000	
Da 54145 a 55101	20	2	25.6	323	2	1	236.88	100	120	150	50	1000	

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 37 di 40	Rev. 0

Progressive	arsenico VFN	cadmio VFN	cobalto VFN	cromo totale VFN	cromo VI VFN	mercurio VFN	nichele VFN	piombo VFN	rame VFN	zinco VFN	idrocarburi pesanti C superiore a 12 CSC	amianto CSC	Note
Da 55101 a 55762	20	2	30.6	768	2	1	307.44	100	120	150	50	1000	
Da 55762 a 56355	20	2	25.6	323	2	1	220.5	100	120	150	50	1000	
Da 56355 a 56919	20	2	20	768	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 56919 a 57446	53	2	20	768	2	1	220.5	100	120	150	50	1000	
Da 57446 a 58465	20	2	20	512	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 58465 a 58961	20	2	20	323	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 58961 a 59457	20	2	20	512	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 59457 a 59972	20	2	20	188	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 59972 a 60548	53	2	20	271	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	
Da 60548 a 61171	20	2	20	271	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 61171 a 61882	20	2	20	323	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 61882 a 63137	20	2	20	271	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 63137 a 64319	53	2	20	323	2	1	307.44	100	120	150	50	1000	
Da 64319 a 65222	53	2	20	323	2	1	549.36	100	120	150	50	1000	
Da 65222 a 66926	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 66926 a 67567	20	2	20	271	2	1	120	100	120	150	50	1000	

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fig. 38 di 40	Rev. 0

Progressive	arsenico VFN	cadmio VFN	cobalto VFN	cromo totale VFN	cromo VI VFN	mercurio VFN	nicel VFN	piombo VFN	rame VFN	zinco VFN	idrocarburi pesanti C superiore a 12 CSC	amianto CSC	Note
Da 67567 a 68166	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 68166 a 68701	20	2	20	188	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 68701 a 69264	53	2	20	231	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 69264 a 70282	66	2	25.6	150	2	1	120	810	182	1290	50	1000	
Da 70282 a 70505	53	2	20	150	2	1	120	810	120	1290	50	1000	
Da 70505 a 70929	66	2	20	150	2	1	120	810	315	1290	50	1000	Intero tratto da gestire come rifiuto per supero della VFN dell'Arsenico del Cadmio e del Piombo
Da 70929 a 71598	53	2	20	231	2	1	120	810	315	1290	50	1000	
Da 71598 a 72687	66	2	20	231	2	1	194.04	810	120	1290	50	1000	*Primo metro da gestire come rifiuto per superamento della VFN dell'Arsenico
Da 72687 a 73865	66	2	20	323	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 73865 a 75075	53	2	20	231	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 75075 a 75569	53	2	20	271	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 75569 a 75785	53	2	20	231	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 75785 a 76043	66	2	20	512	2	1	194.04	100	120	150	50	1000	Intero tratto da gestire come rifiuto per supero della VFN dell'Arsenico
Da 76043 a 76354	66	2	20	188	2	1	120	100	120	150	50	1000	*Primo metro da gestire come rifiuto per superamento della VFN dell'Arsenico
Da 76354 a 76637	53	2	20	188	2	1	120	100	120	150	50	1000	

Documento di proprietà **Snam S.p.A.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE		Fg. 39 di 40	Rev. 0

Progressive	arsenico VFN	cadmio VFN	cobalto VFN	cromo totale VFN	cromo VI VFN	mercurio VFN	nicel VFN	piombo VFN	rame VFN	zinco VFN	idrocarburi pesanti C superiore a 12 CSC	amianto CSC	Note
Da 76637 a 78424	53	2	20	231	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 78424 a 79045	53	15	250	800	15	5	500	1000	600	1500	50	1000	
Da 79045 a 80342	53	2	20	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 80342 a 80834	53	2	25.6	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 80834 a 81382	53	2	20	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 81382 a 82522	53	2	25.6	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	
Da 82522 a 84240	53	2	20	150	2	1	120	100	120	150	50	1000	

Tabella 9 Progressive chilometriche dei tratti con le VFN/CSC di riferimento

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 023113-010	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Toscana	SPC. BG-E-94020	
	PROGETTO: RIF. METANODOTTO LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 BAR ED OPERE CONNESSE	Fg. 40 di 40	Rev. 0

3 CONCLUSIONI

Il presente documento riassume l'approccio metodologico che ha portato alla definizione dei Valori di Fondo per i parametri Arsenico, Cobalto, Cromo totale, Nichel, Piombo, Rame, Zinco in supporto al progetto del "Rifacimento Metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse". L'attività è stata svolta di concerto con ARPAT mediante tavolo tecnico aperto in data 02/12/2021 che aveva come obiettivo la ricerca dei Valori di Fondo Naturale per i metalli sopramenzionati (in accordo Art. 11 del DPR 120/2017).

L'analisi è stata svolta con le procedure descritte nelle Linee guida per la Determinazione dei Valori di Fondo per i Suoli e per le Acque Sotterranee (Linee Guida SNPA 08 2018) redatte da ISPRA nel 2018 ed è stata completata utilizzando in ingresso il dataset raccolto durante la fase di caratterizzazione preliminare. Questo dataset è stato successivamente validato con la raccolta in contraddittorio con ARPAT di un ulteriore dataset composto da 42 campioni prelevati in ulteriori 14 verticali (10% dei sondaggi totali perforati durante le caratterizzazioni), per un totale di 444 campioni su 149 verticali.

L'analisi statistica ha qui dimostrato la presenza, per numerosi analiti (Arsenico, Cobalto, Cromo totale, Nichel, Rame), di più popolazioni al di sopra delle corrispettive CSC di Colonna A. Per i parametri Piombo e Zinco si è riscontrata invece una sola popolazione superiore alla CSC di colonna A. Per ogni popolazione superiore alla CSC di riferimento è stata definito il VFN.

L'analisi geospaziale spinta anche al calcolo dell'Indice di Moran ha inoltre verificato sulla linea la presenza di regioni accumulate da una di correlazione positiva (cluster di tipo hot-spots); per ogni cluster è stata riscontrata la presenza di sottozone con continuità ascrivibile a singole popolazioni. Nelle rimanenti zone con distribuzione randomica (nessuna autocorrelazione spaziale statisticamente significativa) si è assunto come valevole ai fini della definizione dei VFN la popolazione superiore presente all'interno di ciascuna verticale.

Il calcolo dei Valori di Fondo ha permesso di ridurre il numero di superamenti alle CSC dagli iniziali 350 a 18. I superamenti riguardano l'Arsenico (4 superamenti), il Cobalto (3 superamenti), il Cromo Totale (1 superamento), il Nichel (7 superamenti) e il Piombo (3 superamenti). A ciò si aggiunge il superamento alla CSC di colonna A del Cadmio, per un totale di 10 verticali impattate. Per queste ultime, la presente nota identifica le progressive chilometriche da considerarsi in superamento (quindi da destinare a rifiuto). Il documento è da intendersi come sostitutivo delle CSC di Colonna A e B della Tab.1 All.5 del decreto n. 152/2006.