

**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI - SERVIZIO VIABILITÀ**

**PROGETTO PRELIMINARE DELLA NUOVA STRADA  
TIPO B (4 CORSIE) SASSARI – OLBIA  
(SVINCOLO S.S. 131 BIVIO PLOAGHE – S.S. 597 – S.S. 199)**

**STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE  
AI SENSI DEL D. LGS. 152/06 COSÌ COME MODIFICATO IN BASE AL D.LGS 4/2008**

**VOL. 13**

**RELAZIONE SULLA CANTIERIZZAZIONE – SICUREZZA E  
FUNZIONALITÀ DELL'OPERA**

N° PROGETTO: <b>B279.A.001</b>			N° ALLEGATO:		
0	08/08/2008	EMISSIONE	CARDINALI	MARCHETTINI	POLICICCHIO
1	21/11/2008	REVISIONE	CARDINALI	MARCHETTINI	POLICICCHIO
2					
3					
4					
<i>revisione</i>	<i>data</i>	<i>descrizione</i>	<i>redatto</i>	<i>controllato</i>	<i>approvato</i>

## INDICE

<b>1. CANTIERIZZAZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1 CRITERI GENERALI.....	3
1.2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DELLE AREE DI CANTIERE:.....	4
1.3 PREPARAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE.....	4
1.4 PROGRAMMA LAVORI .....	5
1.5 VIABILITÀ.....	5
1.5.1 <i>Impatto sulla viabilità .....</i>	<i>6</i>
<b>2. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE MITIGATRICI PREVISTE .....</b>	<b>7</b>
2.1 ATMOSFERA E CLIMA .....	7
2.1.1 <i>Premessa .....</i>	<i>7</i>
2.1.2 <i>Stima dell’impatto sulla qualità dell’aria per emissioni di inquinanti gassosi dai motori dei mezzi pesanti in transito verso le aree di cava e discarica.....</i>	<i>12</i>
2.1.3 <i>Stima dell’impatto sulla qualità dell’aria per emissioni di inquinanti gassosi dai motori dei mezzi di cantiere.....</i>	<i>29</i>
2.1.4 <i>Stima dell’ impatto sulla qualità dell’aria per emissioni di polveri da movimento di terra.....</i>	<i>32</i>
2.1.5 <i>Stima dell’ impatto sulla qualità dell’aria per emissioni di polveri dovute al transito dei mezzi in cantiere 33</i>	
2.2 ACQUA .....	47
2.3 SUOLO.....	47
2.4 FLORA E FAUNA.....	47
2.5 RUMORE E VIBRAZIONI.....	49
2.5.1 <i>Prescrizioni di legge.....</i>	<i>49</i>
2.5.2 <i>Caratterizzazione delle sorgenti sonore.....</i>	<i>50</i>
2.5.3 <i>Livelli sonori indotti ai ricettori.....</i>	<i>52</i>
2.5.4 <i>Misure di mitigazione.....</i>	<i>54</i>
2.6 PAESAGGIO .....	54
2.7 UOMO – BENI MATERIALI – SALUTE PUBBLICA – SOCIOECONOMIA – RADIAZIONI IONIZZANTI .....	56
<b>3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>57</b>
<b>4. ALLEGATI .....</b>	<b>58</b>

## 1. CANTIERIZZAZIONE

### 1.1 CRITERI GENERALI

La presente relazione ha per oggetto la definizione del sistema delle aree di cantiere previsto per la realizzazione della nuova strada Tipo B Sassari-Olbia per un sviluppo totale di circa 76 km.

L'organizzazione del sistema di cantierizzazione fin dalla fase di progettazione preliminare risulta di fondamentale importanza sia per garantire la realizzabilità delle opere nei tempi previsti, sia per minimizzare gli impatti delle stesse sul territorio circostante.

Lo sviluppo sul territorio e l'importanza dell'opera, nonché i tempi per la sua realizzazione, comporteranno, infatti, una pesante interferenza sul territorio da parte dei cantieri e dei flussi di mezzi di trasporto da e verso questi.

L'ubicazione delle aree di cantiere è stata definita sulla base delle esigenze legate alle varie tipologie di opere, delle risultanze dei sopralluoghi, dell'esame della viabilità (in particolare in rapporto ai siti di cava e deposito inerti).

L'organizzazione ed il dimensionamento di ogni cantiere si basano sulla tipologia delle principali opere al servizio delle quali esso sarà asservito; su estensione e caratteri geometrici delle stesse opere; sulle caratteristiche dei terreni; sulle scelte progettuali e di costruzione.

Il presente documento rappresenta uno studio preliminare (strettamente legato al livello della progettazione sviluppata) che, a partire dalle informazioni esistenti e da una serie di ipotesi tecniche e logistiche, delinea una proposta di ubicazione e dimensionamento dei cantieri, di viabilità di accesso a essi e di collegamento tra essi e i siti di cava e di deposito degli inerti.

In linea generale si è cercato di soddisfare i seguenti requisiti:

- dimensioni areali sufficientemente vaste;
- prossimità a vie di comunicazioni importanti;

- preesistenza di strade minori per gli accessi, onde evitarne il più possibile l'apertura di nuove;
- buona disponibilità idrica ed energetica;
- scarso pregio ambientale e paesaggistico;
- lontananza da zone residenziali e da ricettori critici (scuole, ospedali, ecc.);
- possibilità di approvvigionamento di inerti e di smaltimento dei materiali di scavo.

## **1.2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DELLE AREE DI CANTIERE:**

I cantieri (campi base), costituiscono veri e propri villaggi, concepiti in modo tale da essere quasi indipendenti dalle strutture socio- economiche locali.

Per la loro installazione sono state individuate aree in posizione più o meno baricentrica rispetto alle aree di lavoro da servire e ad esse facilmente collegabili e accessibili dalla viabilità esistente (vedi elaborato grafico).

All'interno di tali cantieri è prevista l'installazione delle seguenti strutture e dei seguenti impianti:

- Locali uffici per la Direzione del cantiere e per la Direzione Lavori;
- Locali mensa;
- Locali magazzino;
- Alloggi per impiegati ed operai;
- Servizi: area per la raccolta differenziata dei rifiuti, impianto di depurazione delle acque di scarico (quando non sia possibile l'allaccio alla rete fognaria pubblica), cabina elettrica;
- Impianto di betonaggio;
- Campo travi.

Le aree di cantiere sono caratterizzate dalla presenza di zone destinate alle diverse attività operative previste e che ospitano le attrezzature necessarie allo svolgersi del lavoro. Si possono individuare le seguenti tipologie principali:

- I cantieri operativi.
- I cantieri di servizio.

I cantieri di servizio sono previsti, quando necessario, a servizio di un cantiere operativo. Possono avere al loro interno alcune delle strutture e degli impianti necessari alle attività del cantiere principale: betonaggio, campi travi, officina, magazzino, uffici, spogliatoi, laboratori, ecc., quindi strettamente legati alle attività operative ma che per ragioni di spazio non si sono potuti allocare nell'area del cantiere operativo. In linea di massima queste aree sono ubicate a breve distanza dal cantiere che servono.

## **1.3 PREPARAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE**

La preparazione delle aree di cantiere prevedrà, principalmente, le seguenti attività:

- scotico del terreno vegetale (quando necessario), con relativa rimozione e accatastamento in siti idonei a ciò destinati;
- formazioni di piazzali da adibire a viabilità e parcheggio con materiali inerti ed eventuale trattamento o pavimentazione delle zone maggiormente soggette a traffico (questa fase può anche comportare attività di scavo, sbancamento, riporto, rimodellazione);
- delimitazione dell'area con idonea recinzione e cancelli di ingresso;
- predisposizione degli allacciamenti alle reti dei pubblici servizi;

- realizzazione delle reti di distribuzione interna al campo (energia elettrica, rete di terra e contro le scariche atmosferiche, impianto di illuminazione esterna, reti acqua potabile e industriale, fognature, telefoni, gas, ecc.) e dei relativi impianti;
- costruzione dei basamenti dei prefabbricati;
- montaggio dei prefabbricati;
- dismissione cantieri. Al termine della fase di costruzione si prevede di effettuare i seguenti interventi di ripristino ambientale nell'area di cantiere:
  - eliminazione dei residui, dei manufatti e dei detriti;
  - ripristino della morfologia originaria;
  - ripristino dell'idrografia superficiale;
  - ripristino della copertura vegetazionale con rinforzi delle specie guida;
  - ripristino dell'uso attuale del suolo;

#### **1.4 PROGRAMMA LAVORI**

Il tempo previsto per l'esecuzione dei lavori è di 18 mesi, di cui i primi 14 saranno interessati maggiormente dai movimenti terra.

Le fasi temporali delle diverse attività sono state ipotizzate con lo specifico intento di adeguare la velocità d'avanzamento dei lavori alle potenzialità di fornitura del territorio, nonché alla potenzialità della viabilità esistente su cui i materiali dovranno viaggiare.

L'organizzazione ottimale per l'esecuzione dei lavori di costruzione della infrastruttura è stata individuata nella costituzione di un'area di cantiere principale (campo base), oltre alle aree d'imbocco. Tale area principale è necessaria per il deposito temporaneo dei materiali d'opera durante le diverse fasi realizzative, e per lo stoccaggio temporaneo dei materiali.

Nella prima fase delle attività il materiale proveniente dagli scavi sarà trasportato all'area di cantiere/deposito temporaneo suddetta.

Le operazioni di frantumazione, avverranno nell'area di cantiere/deposito temporaneo e da lì partirà il materiale pronto per essere reimpiegato ove occorre, lungo il resto dei cantieri. Nel corso delle operazioni di scavo verrà valutata l'idoneità del materiale di risulta quale inerte per calcestruzzi, d'altro canto per la quota parte di materiale ritenuto non idoneo la sua ricollocazione è garantita dalla necessità di realizzare sistemazioni ovvero rimodellazioni ambientali, riempimenti con materiale arido a tergo dei muri, granulare per stabilizzati da impiegarsi negli altri cantieri che fanno parte della presente commessa.

#### **1.5 VIABILITÀ**

La rete viaria impegnata in tutta la fase di attività dei cantieri gravita sull'attuale strada statale: sia per collegare le aree d'imbocco al cantiere principale (campo base), sia per lo smaltimento del materiale da portare all'allocazione definitiva.

Il carico maggiore sulla rete viaria sarà dovuto principalmente ai flussi di traffico degli autocarri per i movimenti terra (vedi elaborato grafico).

Si evidenzia che, le stime dei flussi di traffico ipotizzate sono influenzate significativamente dalla mancanza di un piano di gestione delle materie che tenga conto anche delle quantità di inerti e calcestruzzi necessari per la realizzazione delle travi (campi travi-impianto di betonaggio), nonché dei volumi di materiale necessario alla preparazione dei piazzali dei campi base.

Per cui, in linea generale si può dire che le incertezze in gioco, sono legate principalmente all'effettiva caratterizzazione dei materiali derivanti dagli scavi per i quali è indispensabile l'esecuzione di sondaggi geotecnici, che in questa fase non è ancora stato possibile eseguire.

### **1.5.1 Impatto sulla viabilità**

Per minimizzare gli impatti indotti dal traffico di cantiere, è possibile prevedere una serie di interventi di mitigazione, prevalentemente di tipo preventivo, che consentono di ridurre al minimo le interferenze con il traffico e con il livello di qualità dell'aria. A tale riguardo vengono di seguito indicate le seguenti misure di mitigazione:

- alleggerire i flussi dei mezzi pesanti di cantiere, prevedendo, quindi, di procedere essenzialmente durante le ore notturne o negli orari in cui il traffico è meno congestionato.
- posizionamento di segnaletica adeguata (divieto di superare i 10 km/ora, precedenza ai mezzi in entrata e segnali di pericolo);
- distribuzione di istruzioni operative alle ditte conferenti;
- annaffiatura controllata dei cumuli terrosi, nell'area di deposito temporaneo e nelle aree d'imbocco dei cantieri, per limitare la dispersione delle polveri;
- lavaggio delle ruote degli automezzi prima dell'immissione lungo la strada principale.

## **2. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE MITIGATRICI PREVISTE**

### **2.1 ATMOSFERA E CLIMA**

#### **2.1.1 Premessa**

Nel presente capitolo, sulla base dei dati progettuali, si è provveduto alla formulazione, in accordo con quanto indicato nel progetto delle opere, di plausibili ipotesi relative alle attività di cantiere (scenari di traffico di mezzi d'opera, tipologie delle lavorazioni e mezzi impiegati, tempi di lavorazione, ecc.) necessarie alla valutazione degli impatti mediante simulazioni modellistiche.

Il progetto prevede di allestire sette cantieri principali. Le aree dei cantieri sono state individuate con il criterio di intervallarli con una cadenza di circa 10 km, compatibilmente con le condizioni del territorio (zone all'incirca pianeggianti o con modeste pendenze, al fine di rendere agevole l'attività di cantiere). Le aree individuate sono facilmente raggiungibili dalla viabilità esistente e quindi serve soltanto una viabilità di cantiere limitata a dei piccoli collegamenti.

Le aree sono quasi sempre situate in punti dove si devono realizzare opere importanti e si prevedono demolizioni di opere esistenti in vicinanza. Si riporta di seguito l'ubicazione dei cantieri:

#### **TRONCO 1**

- Cantiere 1 a circa km 6,200 in destra
- Cantiere 2 a circa km 15,800 in destra
- Cantiere 3 a circa km 23,500 in destra

#### **TRONCO 2**

- Cantiere 4 a circa km 4,800 in sinistra
- Cantiere 5 a circa km 16,300 in sinistra

### **TRONCO 3**

- Cantiere 6 a circa km 5,600 in destra
- Cantiere 7 a circa km 15,300 in sinistra

Le cave e discariche da utilizzare sono tutte connesse con la viabilità esistente e sono le più prossime al cantiere, al fine di ridurre i costi di trasporto e, al contempo, limitare al massimo i disagi e l'impatto derivante dall'intenso traffico generato dai mezzi che operano i movimenti terra.

Gli aspetti ambientali connessi con la cantierizzazione e l'ubicazione delle cave e discariche di cui si prevede l'utilizzo sono puntualmente analizzati nei paragrafi che seguono.

#### Occupazione del suolo

Per quanto riguarda l'occupazione del suolo delle aree di cantiere non si può non tenere conto dell'impatto negativo che implica anche se, essendo circoscritto alla fase di realizzazione dell'opera, si può considerare un impatto modestamente negativo; lo stesso impatto è peraltro attenuato dalla buona distribuzione ipotizzata per le aree di cantiere che ne limita il numero e l'estensione.

#### Accumulo dei materiali (scavati o da rilevato)

L'impatto negativo che l'accumulo dei materiali nelle aree di cantiere può essere sensibilmente ridotto minimizzando i tempi di accumulo e provvedendo a bagnare e/o coprire con teli gli stessi materiali.

#### Trasporto dei materiali cava – cantiere – discarica

L'impatto connesso al trasporto dei materiali è senza dubbio negativo ma anch'esso contenuto dalla buona distribuzione spaziale scelta per i cantieri e dall'ipotetico uso di mezzi di trasporto idonei a contenere l'emissione di polveri lungo il percorso.

#### Utilizzo di materiali da cava

La notevole esigenza di apporto di nuovi materiali implica l'utilizzo delle cave esistenti che, tuttavia, sembrano essere sufficienti a garantire i volumi necessari alla realizzazione dell'infrastruttura, senza quindi implicare l'apertura di nuove cave.

#### Utilizzo delle discariche

La necessità di conferire in discarica i materiali di risulta implica un impatto positivo in considerazione del fatto che tutte le discariche individuate sono delle cave ormai dismesse che verrebbero colmate ottenendo quindi la chiusura e il risanamento del sito.

Nel presente capitolo, sulla base dei dati progettuali, si è provveduto alla formulazione di plausibili ipotesi relative alle attività di cantiere (scenari di traffico di mezzi d'opera, tipologie delle lavorazioni e mezzi impiegati, tempi di lavorazione, ecc.) necessari alla valutazione degli impatti mediante simulazioni modellistiche.

Durante la fase di cantiere si prevede l'apertura di sette cantieri principali intervallati con una cadenza di circa 10 km di distanza. Le aree individuate sono facilmente raggiungibili

dalla viabilità esistente e pertanto si prevede solo la realizzazione di limitati tronchi di piste di cantiere all'interno delle aree stesse.

In funzione dell'ubicazione dei cantieri, si sono preliminarmente individuate le cave per l'approvvigionamento dei terreni e le discariche per lo stoccaggio finale dei materiali di risulta. I siti di cava e discarica sono stati pertanto scelti in base alle disponibilità di volumi ancora in concessione (volumi terre da approvvigionare e volumi rifiuti da stoccare) ed alla vicinanza con i cantieri, al fine di limitare al massimo i disagi e l'impatto derivante dall'intenso traffico generato dai mezzi d'opera.

Da quanto riportato nei documenti di progetto, si prevede la seguente movimentazione di materiali:

### Tronco 1

	scavi	demolizioni sovrastruttura m <sup>3</sup>	demolizione struttura m <sup>3</sup>	fabbisogno rilevati m <sup>3</sup>	riutilizzati m <sup>3</sup>	a bilancio m <sup>3</sup>	
						da approvvigionare	a discarica
<b>Tot.</b>	1.540.400	11.580	6.100	3.569.500	530.900	3.038.600	1.027.180

cava	discarica	tratto interessato da km a Km		cantiere	distanza dal cantiere km	materiale da approvvigionare m <sup>3</sup>	materiale a discarica m <sup>3</sup>
159S		0,000	23,000	1 2	9,600 19,500	2.137.200	0
	087	0,000	23,000	1 2	9,000 18,900	0	632.400
045L		23,000	33,614	3	5,500	901.400	0
	125	23,000	33,614	3	3,700	0	394.780

### Tronco 2

	scavi	demolizioni sovrastruttura m <sup>3</sup>	demolizione struttura m <sup>3</sup>	fabbisogno rilevati m <sup>3</sup>	riutilizzati m <sup>3</sup>	a bilancio m <sup>3</sup>	
						da approvvigionare	a discarica
<b>Tot.</b>	939.300	41.900	4.200	1.393.000	/	985.400	1.393.000

cava	discarica	tratto interessato da km a Km		cantiere	distanza dal cantiere km	materiale da approvvigionare m <sup>3</sup>	materiale a discarica m <sup>3</sup>
045L		0,000	8,000	4	10,660	400.400	0
	125	0,000	8,000	4	16,500	0	713.900
162L		8,000	19,000	4 5	9,700 13,250	585.000	0
	124	8,000	19,000	4 5	10,000 12,650	0	679.100

**Tronco 3**

	scavi	demolizioni sovrastuttura m <sup>3</sup>	demolizione struttura m <sup>3</sup>	fabbisogno rilevati m <sup>3</sup>	riutilizzati m <sup>3</sup>	a bilancio m <sup>3</sup>	
						da approvvigionare	a discarica
<b>Tot.</b>	927.700	15.240	7.581	2.414.200	219.200	2.195.000	731.321

cava	discarica	tratto interessato da km a Km		cantiere	distanza dal cantiere km	materiale da approvvigionare m <sup>3</sup>	materiale a discarica m <sup>3</sup>
049_Mg		0,000	10,000	6	19,700	1.088.500	0
	140	0,000	10,000	6	5,500	0	398.066
160L		10,000	21,746	7	10,250	1.106.500	0
161_Mg		10,000	21,746	7	11,000		
	239	10,000	21,746	7	1,150		333.255

Il calcolo per la stima quantitativa delle emissioni su base annua in fase di cantiere è stato effettuato considerando come scenario di riferimento il 2010 e sulla base delle ipotesi di organizzazione di cantiere di seguito riportate:

- i sette cantieri principali saranno contemporaneamente operativi;
- il tempo di realizzazione dell'intera opera è pari a 18 mesi;
- non si prevedono spostamenti di materiali da cantiere a cantiere;
- i cantieri lavorano su 3 turni giornalieri;
- i cantieri si distinguono in
  - cantieri principali: stabilmente ubicati lungo il tracciato di progetto in corrispondenza delle progressive sopra riportate. Tali cantieri sono situati per lo più ove si prevede la realizzazione di importanti opere e/o demolizioni;
  - cantieri operativi: localizzati lungo il tracciato, finalizzati alla realizzazione di un particolare gruppo di opere di competenza, utilizzati per deposito materiali (ove e se previsto) e con finalità di supportare il fronte di avanzamento dei lavori.
- nei cantieri sono presumibilmente operativi i seguenti mezzi d'opera:

Cantieri principali:

n°	tipologia
183	Camion in cantiere
77	Escavatori, pale caricatori e terne
16	Autobotti
23	Autogrù telescopica (40-20 t)
18	Compressori
16	Gruppi elettrogeni
32	Mezzi per il trasporto collettivo
16	Camion per trasporto bitume

Cantieri operativi:

n°	tipologia
16	Rulli compressori vibranti
16	Motograder
23	Autogrù telescopica (100-40 t)
16	Impianti di cantiere, trivelle e/o battipalo per formazione pali e micropali
18	Motocompressori
28	Macchinari vari da demolizione
9	Vibrofinitrice
14	Fresa a testa rotante
84	Autobetoniere
21	Pompe per Calcestruzzo

Per la stima del numero di transiti dei mezzi d'opera da/verso i siti di cava e discarica si è supposto quanto segue:

- i transiti dal cantiere principale verso i siti di cava e discarica sono limitati ai primi 14 mesi di lavorazione e distribuiti in modo omogeneo su 8 ore diurne (periodo di lavorazione) per 5 giorni lavorativi a settimana (250 giorni lavorativi complessivi);
- i transiti verso le cave e le discariche avvengono in contemporanea durante il periodo di lavorazione;
- i viaggi da/verso i siti di cava e discarica sono distribuiti omogeneamente durante tutto il periodo di lavorazione;
- ogni mezzo d'opera ha una capacità di trasporto pari a 18 – 20 m<sup>3</sup> di materiale;
- nel caso in cui una cava/discarica è a servizio di due o più cantieri, si ipotizza di dividere equamente per i cantieri interessati i volumi di materiale da approvvigionare e/o da stoccare.

A seguito del quadro delle ipotesi sopra esposto, si ottiene la seguente previsione di traffico dei mezzi d'opera destinati ai siti di cava e discarica (sono indicati i viaggi dei mezzi andata e ritorno):

cava	n° mezzi/ora						
	da cant 1	da cant 2	da cant 3	da cant 4	da cant 5	da cant 6	da cant 7
159_S Cannuja	30	30					
045L Chiliminzanu			25	11			
162_L Sutta Rocca				8	8		
049_Mg Petru Puciu						30	
160L Loddone 161_Mg Loddone Piscolvei							31

discarica	n° mezzi/ora						
	da cant 1	da cant 2	da cant 3	da cant 4	da cant 5	da cant 6	da cant 7
087 Codrongianos	14	14					
125 Sos Fangos 2-3			11	20			
124 Sa Pedrosa					9		
140 Pedra Maiore						11	
239 Rio Palasasole							9

Le simulazioni effettuate e le stime riportate nei paragrafi successivo sono state effettuate considerando i soli cantieri principali e in particolare si è scelto di effettuarle per tre cantiere (3, 5 e 7) in quanto risultano quelli più critici per la presenza di ricettori sensibili:

- ✓ TRONCO 1 - cantiere 3 al km 23,500
- ✓ TRONCO 2 - cantiere 5 al km 16, 300
- ✓ TRONCO 3 - cantiere 7 al km 15,300

### **2.1.2 Stima dell'impatto sulla qualità dell'aria per emissioni di inquinanti gassosi dai motori dei mezzi pesanti in transito verso le aree di cava e discarica**

#### 2.1.2.1 Modalità di studio

La stima delle emissioni indotte nell'atmosfera dal traffico previsto lungo le strade di collegamento dai cantieri alle cave e discariche è stata condotta secondo criteri in grado di esplorare (in configurazione "short term") le situazioni maggiormente significative in funzione delle caratteristiche meteo-climatiche delle aree attraversate della geometria del tracciato stradale e dell'assetto insediativo nelle aree circostanti.

In particolare, sono stati considerati tre cantiere in quanto risultano quelli più critici per la presenza di ricettori sensibili:

- ✓ TRONCO 1 cantiere 3 al km 23,500
- ✓ TRONCO 2 cantiere 5 al km 16, 300
- ✓ TRONCO 3 cantiere 7 al km 15,300

In particolare per la stima delle emissioni in atmosfera dei mezzi di cantiere sono stati considerati i cantieri principali ossia i cosiddetti cantieri base.

La stima del numero di transiti dei mezzi d'opera da/verso i siti di cava e discarica è stata condotta considerando i tre cantieri sopracitati (inserendo per il cantiere 3 anche il contributo dei mezzi derivanti dal cantiere 4) adottando le seguenti ipotesi:

- i transiti dal cantiere principale verso i siti di cava e discarica sono limitati ai primi 14 mesi di lavorazione e distribuiti in modo omogeneo su 8 ore diurne (periodo di lavorazione) per 5 giorni lavorativi a settimana (250 giorni lavorativi complessivi);
- i transiti verso le cave e le discariche avvengono in contemporanea durante il periodo di lavorazione;
- i viaggi da/verso i siti di cava e discarica sono distribuiti omogeneamente durante tutto il periodo di lavorazione;
- ogni mezzo d'opera ha una capacità di trasporto pari a 18 – 20 m<sup>3</sup> di materiale;
- nel caso in cui una cava/discarica è a servizio di due o più cantieri, si ipotizza di dividere equamente per i cantieri interessati i volumi di materiale da approvvigionare e/o da stoccare.

Per i tre cantieri considerati sono state effettuate simulazioni nello scenario PREVALENTE e scenario WORST CASE per gli inquinanti CO, NO<sub>2</sub>, PM10 e benzene.

Lo scenario prevalente è riferito alla direzione e velocità prevalente ricavate dalle caratterizzazioni meteorologica riportate nel volume “**Quadro di Riferimento Ambientale - aria e clima**” -capitolo 3 .

Lo scenario worst case è associato alle calme di vento ed è associato ad una situazione teorica simulata automaticamente dal modello e comporta l'individuazione dell'angolo di vento che determina la massima concentrazione di inquinanti presso i recettori.

Relativamente allo scenario prevalente si riportano in appendice un totale di 12 mappe mentre per il caso peggiore si riportano i valori di concentrazione massimi ai ricettori discreti per tutti gli inquinanti considerati. Ossia per ogni cantiere sono state effettuate un totale di quattro simulazioni sia per il caso prevalente che per il caso worst case.

L'ambito di studio è stato assunto pari ad una porzione di territorio avente dimensioni km 6 x 6 per il cantiere 3 mentre per il cantieri 5 e 7 l'ambito di studio misura km 12 x 9.

Per quanto riguarda lo scenario prevalente il modello restituisce i valori di concentrazione sia in corrispondenza dei ricettori imputati attraverso le coordinate geografiche sia in corrispondenza di una griglia di maglia m 150 x 150 (i valori di concentrazione sono espressi in mg/m<sup>3</sup> per il CO ed in µg/m<sup>3</sup> per i restanti inquinanti).

Per lo scenario worst case il modello fornisce come output i valori della concentrazione presso i ricettori imputati al modello attraverso le coordinate geografiche. Nello specifico è opportuno evidenziare che il modello in tale modalità di calcolo per gli inquinanti CO, NO<sub>2</sub> e benzene restituisce i valori di concentrazione in ppm mentre per il PM10 i valori sono espressi in µg/m<sup>3</sup>.

Per in calcolo dei fattori di conversione si è considerata la seguente formula:

$$1 \text{ PPM} * P_{\text{molecolare}} / (T^{\circ}(\text{K}) * 22,4 / 273,15) = 1 \text{ mg/m}^3 \text{ dell'inquinante considerato}$$

La temperatura utilizzata è stata di 15°C equivalente a 288.15°K

Di seguito si riportano i fattori di conversione utilizzati per la conversione da PPM in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per gli inquinanti  $\text{NO}_2$  e benzene e in  $\text{mg}/\text{m}^3$  per il CO:

CO	$\text{NO}_2$	Benzene
1,18	1950	3300

La direzione del vento dominante e la velocità del vento, è stata ricavata a partire dalla caratterizzazione meteorologica relativa ai tre tronchi considerati.

#### 2.1.2.2 Dati meteo

I dati meteo utilizzati per le simulazioni sono quelli che derivano dalla caratterizzazione meteorologica dell'area di studio riportata "Quadro di Riferimento Ambientale - aria e clima –capitolo 3 e 5 e in appendice I e di seguito riportati .

I tre cantieri considerati 3, 5 e 7 rispettivamente ricadono nei tronchi 1, 2 e 3 e pertanto sono stati utilizzati gli stessi dati di input utilizzati per le simulazioni dei tre tronchi.

Per ogni cantiere sono state effettuate due simulazioni nello scenario PREVALENTE è riferito alla direzione e velocità prevalente ricavate dalle caratterizzazioni meteorologica e scenario WORST CASE è associato alle calme di vento ed è associato ad una situazione teorica simulata automaticamente dal modello e comporta l'individuazione dell'angolo di vento che determina la massima concentrazione di inquinanti presso i recettori per gli inquinanti CO,  $\text{NO}_2$ , PM10 e benzene.

Per ogni cantiere sono state effettuate le simulazioni delle strade considerando i flussi dei mezzi tra discariche cave.

Relativamente allo scenario prevalente si riportano in allegato 1 un totale di 12 mappe relative agli inquinanti CO,  $\text{NO}_2$ , PM10 e benzene per i tre cantieri, mentre per il caso peggiore si riportano i valori di concentrazione massimi ai ricettori discreti per tutti gli inquinanti considerati. Ossia per ogni cantiere sono state effettuate un totale di quattro simulazioni sia per il caso prevalente che per il caso worst case.

In particolare occorre sottolineare che relativamente ai dati meteo disponibili per i tronchi II e III si evidenzia una velocità del vento prevalente pari a 5 m/s. Per calarsi in una situazione più conservativa e quindi peggiorativa rispetto alla dispersione degli inquinanti si è scelto di utilizzare come dato di input una velocità del vento pari a 3 m/s.

CANTIERE 3		
	CASO WORST CASE (stabilita dal modello)	CASO PREVALENTE (direzione vento da 270 gradi)
Velocità vento	0,5 m/sec	2.9 m/sec
Classe di stabilità	D	D
Altezza mixing zone	500 m	500m (default del modello)
Deviazione standard della direzione del vento	15 gradi	15 gradi
Temperatura ambiente	15°C	15°C
Rugosità terreno	0,25 (seminativi)	0,25 m

Durata del fenomeno	1h	1h
---------------------	----	----

CANTIERE 5		
	CASO WORST CASE (stabilita dal modello)	CASO PREVALENTE (direzione vento da 247,5)
Velocità vento	0,5 m/sec	3 m/sec (situazione conservativa)
Classe di stabilità	D	D
Altezza mixing zone	500 m	500m (default del modello)
Deviazione standard della direzione del vento	15 gradi	15 gradi
Temperatura ambiente	15°C	15°C
Rugosità terreno	0,25 (seminativi)	0,25 m
Durata del fenomeno	1h	1h

CANTIERE 7		
	CASO WORST CASE (stabilita dal modello)	CASO PREVALENTE (direzione vento da da 247,5 gradi)
Velocità vento	0,5 m/sec	3 m/sec (situazione conservativa)
Classe di stabilità	D	D
Altezza mixing zone	500 m	500m (default del modello)
Deviazione standard della direzione del vento	15 gradi	15 gradi
Temperatura ambiente	15°C	15°C
Rugosità terreno	0,25 (seminativi)	0,25 m
Durata del fenomeno	1h	1h

### 2.1.2.3 Numero dei mezzi di cantiere e fattori di emissione

Con riferimento al quadro delle ipotesi riportato in premessa, si ottiene la seguente previsione di traffico dei mezzi d'opera destinati ai siti di cava e discarica (sono indicati i viaggi dei mezzi andata e ritorno) utilizzati come dato di input al modello.

In particolare nelle tabelle seguenti si riportano il numero di mezzi/ora sulle strade di collegamento tra cave discariche e cantieri (sono indicati i viaggi dei mezzi andata e ritorno):

cava	n° mezzi/ora			
	da cant 3	da cant 4	da cant 5	da cant 7
159_S Cannuja				
045L Chiliminzanu	25	11		
162_L Sutta Rocca		8	8	
049_Mg Petru Puciu				
160L Loddone				31
161_Mg Loddone Piscoivei				

discarica	n° mezzi/ora
-----------	--------------

	da cant 3	da cant 4	da cant 5	da cant 7
087 Codrongianos				
125 Sos Fangos 2-3	11			
124 Sa Pedrosa			9	
140 Pedra Maggiore				
239 Rio Palasasole				9

Nella tabella seguente in maniera sintetica si riporta per il solo cantiere 3 il contributo aggiuntivo dato dal cantiere 4 in termini di numero di mezzi ora tali valori sono stati riportati nelle leggende delle mappe riportate in allegato 1.

	da cant 3	da cant 4	n. mezzi totali
<b>cava</b>	25	11	36 (tratto arancione)
<b>discarica</b>	25	20	45 (tratto rosso)
<b>discarica</b>	25+11		31 (tratto giallo)

I fattori di emissione utilizzati sono quelli relativi alle stime disponibili ANPA (2000), dati che consentono delle stime più cautelative utilizzando infatti fattori di emissioni più elevati rispetto a quelli relativi a mezzi pesanti più recenti.

La classificazione dei veicoli secondo la metodologia CORINAIR è riportata nella tabella seguente, in particolare sono riportate le categorie di veicoli relative allo scenario ANPA 2000 prese in considerazione. Il calcolo emissioni è stato effettuato considerando come tipologia di veicoli le veicoli commerciali pesanti >3.5 t .

Tipo di veicolo	Categoria di veicolo	Classe di Tecnologia
Heavy Duty Vehicles	Gasoline >3,5 t	Conventional
Heavy Duty Vehicles	Diesel 3,5 - 7,5 t	Conventional
Heavy Duty Vehicles	Diesel 3,5 - 7,5 t	Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Vehicles	Diesel 3,5 - 7,5 t	Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Vehicles	Diesel 7,5 - 16 t	Conventional
Heavy Duty Vehicles	Diesel 7,5 - 16 t	Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Vehicles	Diesel 7,5 - 16 t	Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Vehicles	Diesel 16 - 32 t	Conventional
Heavy Duty Vehicles	Diesel 16 - 32 t	Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Vehicles	Diesel 16 - 32 t	Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Vehicles	Diesel >32t	Conventional
Heavy Duty Vehicles	Diesel >32t	Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Vehicles	Diesel >32t	Euro II - 91/542/EEC Stage II

**Tabella 2-1: categorie veicolari scenario ANPA 2000**

Si sono considerati i fattori di emissione medi relativi a CO, NO<sub>x</sub>, PM10, e benzene. I fattori medi sono stati ottenuti calcolando la media dei fattori di emissioni specifici per

ogni categoria di veicoli (classificazione COPERT) pesata sulle percorrenze percentuali delle diverse categorie di veicoli rispetto alle percorrenze totale di tutti i veicoli sul territorio nazionale. Sono stati presi in considerazione i fattori di emissione e le percorrenze relative alle strade extraurbane fornite dalle stime relative al più recente scenario ANPA (2000).

Nella tabella successiva si riepilogano i fattori di emissione medi presi in considerazione per gli inquinanti CO, NO<sub>x</sub>, PM10 e benzene relativi alle valutazioni ANPA 2000.

	CO	NO <sub>x</sub>	PM10	Benzene
<b>Fattori medi di emissione</b> <b>g/veicoli*km</b>	2,03	6,31	0,41	0,001

**Tabella 2-2: categorie veicolari scenario ANPA 2000: fattori di emissione ANPA 2000 (g/veic.medio\*km)**

In particolare per la simulazione worst case (ove le concentrazioni sono espresse in ppm) al fine di voler mettere in risalto i valori di concentrazione mediante miglioramento della visualizzazione grafica dei dati, nel modello di simulazione si sono inseriti alcuni fattori moltiplicativi secondo la tabella seguente. Per il PM10 ciò non è stato necessario in quanto il modello anche nello scenario worst case restituisce i valori di concentrazione in µg/m<sup>3</sup>. Nelle tabelle riepilogative sono riportati sia i valori ottenuti dal modello applicando il suddetto fattore moltiplicativo che i valori finali corretti ottenuti dividendo per il fattore moltiplicativo.

Inquinante	Fattore di emissione	direzione vento	fattore di moltiplicazione	fattore di emissione utilizzato nel modello di simulazione
<b>CO</b>	2,03	Worst Case	X 100	203
<b>NO<sub>x</sub></b>	6,31	Worst Case	X 100	631
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	0,001	Worst Case	X 100000 <sup>*2</sup>	100

\*2: in questo caso si è scelto di usare un fattore di moltiplicazione X 100000 per evitare problemi di visualizzazione (valori troppo piccoli) dei risultati di *output* (LST files);

La geometrizzazione dei tratti stradali è stata condotta collocando l'asse di emissione in posizione baricentrica rispetto alle due carreggiate.

La larghezza complessiva dell'asse stradale impiegata nelle simulazioni effettuate per stimare le emissioni prodotte dal traffico è stata assunta pari a 14m in relazione al fatto che la larghezza della carreggiata è stata considerata pari a 8m e il modello tiene conto della «mixing zone», definita come la larghezza della sede stradale al netto delle banchine, aumentata di 3 m per lato.

#### 2.1.2.4 Modello utilizzato

Il modello utilizzato per lo svolgimento dei calcoli di diffusione stradale è CALINE 4 (Caltrans 1989, California Department of Transportation) è un modello di dispersione gaussiano a plume per percorsi autostradali (sorgenti lineari).

Ogni percorso autostradale è inserito nel modello attraverso la specificazione geometrica (coordinate iniziali e finali), ad opera dell'utente, di tratti rettilinei (links) per ognuno dei quali viene richiesto il volume veicolare in transito ed il fattore di emissione medio. L'utente potrà anche definire i recettori nei quali dovrà essere valutata la concentrazione di inquinante in alternativa/aggiunta ai recettori definiti dal grigliato di calcolo.

Il modello è inserito nei modelli regolatori consigliati da EPA (US Environmental Protection Agency).

La scelta di questo modello di calcolo deve essere rapportata alla luce dei dati meteorologici disponibili per la caratterizzazione meteorologica dell'area di interesse.

Questo modello permette la simulazione dei seguenti inquinanti: CO, NO<sub>2</sub>, PM e altri gas inerti.

Le specifiche del modello sono riportate nel capitolo 5 del QRA "Aria e clima".

#### 2.1.2.5 Simulazione - Analisi dei risultati e conclusioni

Si riportano nelle tabelle dalla 3 alla 8 i valori di concentrazione in corrispondenza di tutti i ricettori negli scenari CASO PREVALENTE E WORST CASE per gli inquinanti considerati.

Sono indicati in giallo i ricettori presso i quali si registrano i valori massimi delle concentrazioni.

Si vedano anche le figure dalla 1 alla 12 relative allo scenario caso prevalente.

CANTIERE 3 SCENARIO CASO PREVALENTE-CO NO2 PM10 E BENZENE						
Id	coord_X	coord_Y	CO (mg/m3)	NO2 (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	BENZENE (µg/m3)
1	498407	4501231	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
2	499143	4502418	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
3	499207	4502831	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
4	499963	4502708	0,00017	0,03969	0,03435	0,00008
5	498988	4502261	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
6	500870	4502810	0,00063	0,14640	0,12720	0,00031
7	500339	4503331	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
8	500776	4502804	0,00072	0,16804	0,14596	0,00036
9	501816	4503776	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
10	503068	4503995	0,00044	0,10176	0,08818	0,00022
11	503184	4504404	0,00088	0,20440	0,17704	0,00043
12	503068	4504060	0,00047	0,10969	0,09501	0,00023
13	502934	4504511	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
14	503176	4504405	0,00088	0,20460	0,17727	0,00043
15	502944	4504500	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
16	502793	4505087	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
17	500764	4501628	0,00038	0,08894	0,07702	0,00019
18	500729	4501621	0,00043	0,09933	0,08600	0,00021
19	500337	4501378	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
20	500258	4501424	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
21	500567	4500923	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
22	500586	4501020	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
23	500543	4500991	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
24	501746	4501079	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
25	500523	4500726	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
26	500573	4500785	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
27	502111	4501879	0,00012	0,02813	0,02436	0,00006
28	502170	4502173	0,00012	0,02781	0,02406	0,00006
29	502212	4503002	0,00029	0,06765	0,05856	0,00014
30	503019	4502960	0,00021	0,04937	0,04275	0,00010
31	502361	4504485	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
32	504266	4504089	0,00038	0,08956	0,07758	0,00019
33	501087	4503809	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
34	499678	4503873	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
35	499635	4501707	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
36	501451	4501534	0,00090	0,20956	0,18220	0,00044

Tabella 3 CANTIERE 3 SCENARIO CASO PREVALENTE-CO NO2 PM10 E BENZENE

CANTIERE 5 SCENARIO CASO PREVALENTE-CO NO2 PM10 E BENZENE						
Id	coord_X	coord_Y	CO (mg/m3)	NO2 (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	BENZENE (µg/m3)
1	510727	4510411	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
2	510849	4510075	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
3	510757	4512205	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

4	512954	4513195	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
5	512808	4513304	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
6	512887	4513309	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
7	513342	4512968	0,00002	0,00441	0,00382	0,00001
8	512941	4512959	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
9	513149	4513059	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
10	513073	4512536	0,00043	0,09985	0,08650	0,00021
11	514116	4512856	0,00010	0,02432	0,02108	0,00005
12	514265	4512856	0,00009	0,02063	0,01790	0,00004
13	513628	4513495	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
14	513287	4513447	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
15	513817	4513582	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
16	514005	4513597	0,00000	0,00011	0,00010	0,00000
17	512675	4513352	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
18	512604	4513589	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
19	513036	4513247	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
20	512968	4513387	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
21	512994	4513359	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
22	514333	4513390	0,00010	0,02316	0,02005	0,00005
23	513793	4513775	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
24	513851	4513904	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
25	514418	4513871	0,00000	0,00015	0,00013	0,00000
26	514821	4513399	0,00091	0,21203	0,18369	0,00045
27	514609	4513095	0,00021	0,04937	0,04274	0,00010
28	515101	4513492	0,00046	0,10696	0,09266	0,00023
29	515199	4513392	0,00023	0,05416	0,04689	0,00011
30	515295	4513468	0,00025	0,05847	0,05066	0,00012
31	514326	4513972	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
32	514549	4514241	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
33	515457	4513853	0,00063	0,14607	0,12661	0,00031
34	515785	4514061	0,00044	0,10196	0,08860	0,00022
35	514748	4514354	0,00000	0,00001	0,00001	0,00000
36	515166	4514273	0,00000	0,00114	0,00098	0,00000
37	515269	4514040	0,00003	0,00682	0,00590	0,00001
38	514679	4513854	0,00001	0,00196	0,00170	0,00000
39	517133	4514311	0,00051	0,11827	0,10235	0,00025
40	517013	4513805	0,00006	0,01448	0,01255	0,00003
41	521228	4514096	0,00001	0,00328	0,00284	0,00001
42	520607	4514834	0,00019	0,04516	0,03910	0,00010
43	510557	4508349	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
44	511527	4508535	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
45	511590	4509060	0,00095	0,22012	0,19050	0,00046
46	511133	4509021	0,00022	0,05180	0,04490	0,00011
47	511324	4509355	0,00000	0,00037	0,00032	0,00000
48	511889	4509190	0,00108	0,25233	0,21847	0,00053
49	511650	4509107	0,00053	0,12302	0,10652	0,00026
50	511676	4509241	0,00020	0,04660	0,04036	0,00010
51	511416	4509161	0,00017	0,04043	0,03494	0,00009
52	511261	4509147	0,00014	0,03211	0,02768	0,00007
53	512189	4509029	0,00003	0,00592	0,00513	0,00001

54	511777	4509851	0,00000	0,00001	0,00001	0,00000
55	512099	4510473	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
56	512317	4510749	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
57	512371	4511022	0,00029	0,06649	0,05769	0,00014
58	512841	4512731	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
59	514168	4513202	0,00037	0,08711	0,07548	0,00018
60	514375	4513278	0,00032	0,07449	0,06461	0,00016
61	514593	4513487	0,00014	0,03193	0,02763	0,00007
62	514710	4513588	0,00009	0,01986	0,01718	0,00004
63	514862	4513859	0,00002	0,00493	0,00428	0,00001
64	515333	4513564	0,00032	0,07443	0,06444	0,00016
65	516056	4513964	0,00024	0,05542	0,04800	0,00012
66	516650	4514153	0,00053	0,12282	0,10665	0,00026
67	517311	4514510	0,00052	0,12244	0,10598	0,00026
68	517547	4514285	0,00015	0,03528	0,03058	0,00007
69	517965	4514279	0,00008	0,01766	0,01532	0,00004
70	518699	4514848	0,00067	0,15715	0,13616	0,00033
71	518969	4514757	0,00038	0,08904	0,07719	0,00019
72	519044	4514352	0,00005	0,01069	0,00926	0,00002
73	519833	4514431	0,00009	0,02025	0,01755	0,00004
74	520075	4514606	0,00047	0,11057	0,09551	0,00023
75	521065	4514688	0,00009	0,02129	0,01840	0,00004
76	521019	4514172	0,00002	0,00422	0,00366	0,00001
77	520683	4513993	0,00002	0,00437	0,00378	0,00001

Tabella 4 CANTIERE 5 SCENARIO CASO PREVALENTE-CO NO2 PM10 E BENZENE

CANTIERE 7 SCENARIO CASO PREVALENTE-CO NO2 PM10 E BENZENE						
Id	coord_X	coord_Y	CO (mg/m3)	NO2 (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	BENZENE (µg/m3)
1	534594	4521103	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	534663	4521218	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3	534880	4521174	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
4	534837	4521168	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	534709	4521092	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
6	534738	4521144	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
7	534782	4521401	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
8	534778	4521696	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
9	535253	4521587	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
10	534760	4522114	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
11	534795	4522160	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
12	534902	4522178	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
13	535910	4522296	0,000120	0,028067	0,024267	0,000059
14	535828	4522434	0,000100	0,023209	0,020073	0,000049
15	535953	4522579	0,000198	0,046044	0,039822	0,000097
16	536012	4522595	0,000084	0,019600	0,016967	0,000041
17	536074	4522589	0,000208	0,048612	0,042077	0,000103
18	536095	4522633	0,000160	0,037371	0,032350	0,000079
19	536186	4522469	0,000143	0,033403	0,028943	0,000071
20	536120	4522485	0,000182	0,042520	0,036820	0,000090

21	536180	4522495	0,000167	0,038898	0,033698	0,000082
22	536364	4522817	0,000373	0,086905	0,075413	0,000184
23	536487	4522837	0,000407	0,094836	0,082163	0,000200
24	537399	4523114	0,000819	0,191134	0,165031	0,000403
25	536469	4522979	0,000019	0,004379	0,003804	0,000009
26	536338	4522963	0,000001	0,000236	0,000205	0,000001
27	536434	4522993	0,000006	0,001453	0,001261	0,000003
28	536977	4522683	0,000072	0,016691	0,014452	0,000035
29	537012	4522730	0,000077	0,017851	0,015440	0,000038
30	537041	4523058	0,000878	0,204629	0,177568	0,000433
31	537341	4523391	0,000082	0,019183	0,016587	0,000041
32	537470	4523321	0,000754	0,175631	0,152153	0,000372
33	537895	4522955	0,000054	0,012641	0,010936	0,000027
34	537458	4522855	0,000071	0,016671	0,014409	0,000035
35	537489	4522916	0,000106	0,024623	0,021299	0,000052
36	538305	4523753	0,000805	0,187547	0,162307	0,000396
37	537480	4523895	0,000000	0,000036	0,000031	0,000000
38	537414	4523931	0,000000	0,000003	0,000002	0,000000
39	539173	4524515	0,000298	0,069508	0,060208	0,000147
40	538953	4524678	0,000484	0,113087	0,097833	0,000239
41	538984	4524865	0,000910	0,211988	0,184131	0,000449
42	539025	4524745	0,000472	0,110133	0,095453	0,000233
43	538880	4525004	0,001242	0,289789	0,251005	0,000614
44	539214	4525123	0,000655	0,152284	0,132187	0,000322
45	539180	4524827	0,000361	0,084205	0,072964	0,000178
46	539504	4524996	0,000271	0,063200	0,054720	0,000133
47	539490	4525335	0,000407	0,094897	0,082197	0,000200
48	539482	4525253	0,000357	0,083258	0,072164	0,000176
49	539164	4525104	0,000789	0,183751	0,159320	0,000389
50	538803	4525920	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
51	538768	4525947	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
52	539874	4525862	0,000582	0,135668	0,117223	0,000286
53	539656	4526123	0,000000	0,000074	0,000064	0,000000
54	539922	4526427	0,000000	0,000071	0,000062	0,000000
55	539937	4526358	0,000000	0,000093	0,000081	0,000000
56	540848	4526403	0,000324	0,075465	0,065384	0,000159
57	535551	4522212	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
58	536682	4522655	0,000186	0,043460	0,037652	0,000092
59	537813	4523089	0,000155	0,036129	0,031296	0,000076
60	537754	4523209	0,000419	0,097650	0,084645	0,000206
61	537336	4524544	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
62	539025	4525475	0,000000	0,000058	0,000050	0,000000
63	539782	4526177	0,000277	0,064806	0,055896	0,000136
64	539501	4526801	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
65	540727	4527096	0,000001	0,000129	0,000112	0,000000
66	541458	4527426	0,000928	0,216386	0,187503	0,000457
67	541738	4527055	0,000296	0,069017	0,059799	0,000146
68	540615	4527810	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
69	540751	4527864	0,000000	0,000003	0,000003	0,000000
70	541588	4527976	0,000001	0,000159	0,000138	0,000000

71	541709	4527980	0,000042	0,009859	0,008545	0,000021
72	541657	4527976	0,000001	0,000208	0,000180	0,000000
73	541688	4528105	0,000001	0,000147	0,000127	0,000000
74	541785	4528130	0,000001	0,000188	0,000163	0,000000
75	541603	4528096	0,000000	0,000115	0,000099	0,000000
76	541904	4527932	0,000536	0,124906	0,107972	0,000264
77	541734	4528188	0,000001	0,000133	0,000115	0,000000
78	541654	4528188	0,000000	0,000098	0,000085	0,000000
79	541676	4527571	0,000702	0,163517	0,142035	0,000345
80	541698	4527522	0,000538	0,125673	0,109053	0,000265
81	541845	4528141	0,000001	0,000246	0,000212	0,000001
82	541504	4528036	0,000000	0,000094	0,000081	0,000000
83	541629	4527864	0,000001	0,000314	0,000272	0,000001
84	541755	4527136	0,000317	0,073961	0,064080	0,000156
85	542524	4526630	0,000114	0,026580	0,022989	0,000056
86	542548	4526605	0,000112	0,026126	0,022589	0,000055
87	542574	4526492	0,000145	0,033893	0,029347	0,000072
88	542210	4526027	0,000101	0,023709	0,020556	0,000050
89	542684	4525538	0,000560	0,130128	0,112640	0,000275
90	543036	4525812	0,000345	0,080337	0,069573	0,000170
91	542025	4525904	0,000105	0,024547	0,021276	0,000052
92	542705	4525430	0,000069	0,016129	0,013948	0,000034
93	542505	4524488	0,000035	0,008136	0,007050	0,000017
94	543246	4524291	0,000019	0,004530	0,003926	0,000010
95	543585	4524597	0,000024	0,005503	0,004771	0,000012
96	543714	4524800	0,000028	0,006409	0,005549	0,000014
97	543922	4524748	0,000024	0,005539	0,004804	0,000012
98	543823	4525291	0,000039	0,009044	0,007836	0,000019
99	542926	4525807	0,000468	0,109152	0,094640	0,000231
100	542506	4525542	0,000078	0,018080	0,015667	0,000038
101	541974	4525711	0,000102	0,023807	0,020640	0,000050
102	542248	4524686	0,000050	0,011523	0,010014	0,000024
103	541938	4524537	0,000051	0,011795	0,010193	0,000025
			0,001242	0,289789	0,251005	0,000614

Tabella 5 CANTIERE 7 SCENARIO CASO PREVALENTE-CO NO2 PM10 E BENZENE

<b>CANTIERE 3-SCENARIO WC-CO NO2 PM10 E BENZENE</b>									
<b>Id</b>	<b>coord_X</b>	<b>coord_Y</b>	<b>CO (mg/m3)</b>	<b>CO diviso per 100 (mg/m3)</b>	<b>NO2 (mg/m3)</b>	<b>NO2 diviso per 100 (mg/m3)</b>	<b>PM10 (mg/m3)</b>	<b>benzene (mg/m3)</b>	<b>benzene diviso per 100000 (mg/m3)</b>
1	498407,2	4501231	0,0000	0,0000	39,0000	0,3900	0,3000	0,0000	0,0000
2	499142,5	4502418	0,1180	0,0012	156,0000	1,5600	1,3000	330,0000	0,0033
3	499207,3	4502831	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,5000	0,0000	0,0000
4	499963,4	4502708	0,1180	0,0012	156,0000	1,5600	1,3000	330,0000	0,0033
5	498987,9	4502261	0,1180	0,0012	97,5000	0,9750	0,8000	330,0000	0,0033
6	500870	4502810	0,0000	0,0000	78,0000	0,7800	0,6000	0,0000	0,0000
7	500339,4	4503331	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,5000	0,0000	0,0000
8	500776	4502804	0,1180	0,0012	78,0000	0,7800	0,7000	330,0000	0,0033
9	501816,3	4503776	0,0000	0,0000	78,0000	0,7800	0,6000	0,0000	0,0000
10	503067,5	4503995	0,1180	0,0012	97,5000	0,9750	0,8000	330,0000	0,0033
11	503184,5	4504404	0,1180	0,0012	156,0000	1,5600	1,3000	330,0000	0,0033
12	503067,5	4504060	0,1180	0,0012	97,5000	0,9750	0,8000	330,0000	0,0033
13	502933,8	4504511	0,1180	0,0012	117,0000	1,1700	1,0000	330,0000	0,0033
14	503175,7	4504405	0,1180	0,0012	175,5000	1,7550	1,4000	330,0000	0,0033
15	502943,8	4504500	0,1180	0,0012	136,5000	1,3650	1,1000	330,0000	0,0033
16	502792,9	4505087	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,4000	0,0000	0,0000
17	500763,5	4501628	0,1180	0,0012	78,0000	0,7800	0,6000	330,0000	0,0033
18	500728,5	4501621	0,1180	0,0012	78,0000	0,7800	0,7000	330,0000	0,0033
19	500336,9	4501378	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,5000	0,0000	0,0000
20	500258,1	4501424	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,5000	0,0000	0,0000
21	500566,6	4500923	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,5000	0,0000	0,0000
22	500586,3	4501020	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,5000	0,0000	0,0000
23	500542,6	4500991	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,5000	0,0000	0,0000
24	501745,9	4501079	0,0000	0,0000	78,0000	0,7800	0,6000	0,0000	0,0000
25	500522,9	4500726	0,0000	0,0000	39,0000	0,3900	0,4000	0,0000	0,0000
26	500573,2	4500785	0,0000	0,0000	39,0000	0,3900	0,4000	0,0000	0,0000
27	502111,3	4501879	0,0000	0,0000	19,5000	0,1950	0,2000	0,0000	0,0000
28	502170,4	4502173	0,0000	0,0000	19,5000	0,1950	0,2000	0,0000	0,0000
29	502212	4503002	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,5000	0,0000	0,0000
30	503019,3	4502960	0,0000	0,0000	39,0000	0,3900	0,3000	0,0000	0,0000
31	502360,7	4504485	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,4000	0,0000	0,0000
32	504266,4	4504089	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,4000	0,0000	0,0000
33	501087,4	4503809	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,4000	0,0000	0,0000
34	499678,3	4503873	0,0000	0,0000	39,0000	0,3900	0,3000	0,0000	0,0000
35	499634,6	4501707	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,4000	0,0000	0,0000
36	501450,6	4501534	0,0000	0,0000	58,5000	0,5850	0,5000	0,0000	0,0000

**Tabella 6 CANTIERE 3-SCENARIO WC-CO NO2 PM10 E BENZENE**

<b>CANTIERE 5-SCENARIO WC-CO NO2 PM10 E BENZENE</b>									
<b>Id</b>	<b>coord_X</b>	<b>coord_Y</b>	<b>CO (mg/m3)</b>	<b>CO diviso per 100 (mg/m3)</b>	<b>NO2 (µg/m3)</b>	<b>NO2 diviso per 100 (µg/m3)</b>	<b>PM10 (µg/m3)</b>	<b>benzene (µg/m3)</b>	<b>benzene diviso per 100000 (µg/m3)</b>
1	510727	4510411	0,118	0,001	19,500	0,195	0,100	0,000	0,000
2	510849	4510075	0,118	0,001	19,500	0,195	0,100	0,000	0,000
3	510757	4512205	0,000	0,000	19,500	0,195	0,100	0,000	0,000
4	512954	4513195	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
5	512808	4513304	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
6	512887	4513309	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
7	513342	4512968	0,236	0,002	58,500	0,585	0,500	0,000	0,000
8	512941	4512959	0,118	0,001	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
9	513149	4513059	0,236	0,002	39,000	0,390	0,400	0,000	0,000
10	513073	4512536	0,236	0,002	58,500	0,585	0,400	0,000	0,000
11	514116	4512856	0,354	0,004	78,000	0,780	0,600	0,000	0,000
12	514265	4512856	0,118	0,001	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
13	513628	4513495	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
14	513287	4513447	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
15	513817	4513582	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
16	514005	4513597	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
17	512675	4513352	0,118	0,001	19,500	0,195	0,100	0,000	0,000
18	512604	4513589	0,118	0,001	19,500	0,195	0,100	0,000	0,000
19	513036	4513247	0,118	0,001	39,000	0,390	0,200	0,000	0,000
20	512968	4513387	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
21	512994	4513359	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
22	514333	4513390	0,118	0,001	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
23	513793	4513775	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
24	513851	4513904	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
25	514418	4513871	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
26	514821	4513399	0,472	0,005	97,500	0,975	0,800	330,000	0,003
27	514609	4513095	0,236	0,002	58,500	0,585	0,400	0,000	0,000
28	515101	4513492	0,236	0,002	58,500	0,585	0,400	0,000	0,000
29	515199	4513392	0,118	0,001	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
30	515295	4513468	0,118	0,001	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
31	514326	4513972	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
32	514549	4514241	0,118	0,001	19,500	0,195	0,100	0,000	0,000
33	515457	4513853	0,354	0,004	78,000	0,780	0,700	330,000	0,003
34	515785	4514061	0,354	0,004	97,500	0,975	0,700	330,000	0,003
35	514748	4514354	0,118	0,001	19,500	0,195	0,100	0,000	0,000
36	515166	4514273	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
37	515269	4514040	0,236	0,002	39,000	0,390	0,400	0,000	0,000
38	514679	4513854	0,118	0,001	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
39	517133	4514311	0,236	0,002	58,500	0,585	0,500	0,000	0,000
40	517013	4513805	0,118	0,001	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
41	521228	4514096	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000

42	520607	4514834	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
43	510557	4508349	0,236	0,002	58,500	0,585	0,500	0,000	0,000
44	511527	4508535	0,236	0,002	39,000	0,390	0,400	0,000	0,000
45	511590	4509060	0,236	0,002	58,500	0,585	0,600	0,000	0,000
46	511133	4509021	0,236	0,002	58,500	0,585	0,600	0,000	0,000
47	511324	4509355	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
48	511889	4509190	0,354	0,004	78,000	0,780	0,700	330,000	0,003
49	511650	4509107	0,354	0,004	97,500	0,975	0,700	330,000	0,003
50	511676	4509241	0,472	0,005	117,000	1,170	0,900	330,000	0,003
51	511416	4509161	0,118	0,001	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
52	511261	4509147	0,118	0,001	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
53	512189	4509029	0,118	0,001	39,000	0,390	0,200	0,000	0,000
54	511777	4509851	0,118	0,001	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
55	512099	4510473	0,118	0,001	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
56	512317	4510749	0,354	0,004	78,000	0,780	0,700	330,000	0,003
57	512371	4511022	0,590	0,006	136,500	1,365	1,000	330,000	0,003
58	512841	4512731	0,236	0,002	39,000	0,390	0,400	0,000	0,000
59	514168	4513202	0,236	0,002	39,000	0,390	0,400	0,000	0,000
60	514375	4513278	0,236	0,002	58,500	0,585	0,500	0,000	0,000
61	514593	4513487	0,236	0,002	58,500	0,585	0,400	0,000	0,000
62	514710	4513588	0,236	0,002	58,500	0,585	0,400	0,000	0,000
63	514862	4513859	0,236	0,002	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
64	515333	4513564	0,118	0,001	39,000	0,390	0,300	0,000	0,000
65	516056	4513964	0,472	0,005	117,000	1,170	0,900	330,000	0,003
66	516650	4514153	0,354	0,004	78,000	0,780	0,600	0,000	0,000
67	517311	4514510	0,590	0,006	136,500	1,365	1,100	330,000	0,003
68	517547	4514285	0,118	0,001	39,000	0,390	0,200	0,000	0,000
69	517965	4514279	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
70	518699	4514848	0,236	0,002	58,500	0,585	0,500	0,000	0,000
71	518969	4514757	0,472	0,005	117,000	1,170	1,000	330,000	0,003
72	519044	4514352	0,118	0,001	39,000	0,390	0,200	0,000	0,000
73	519833	4514431	0,590	0,006	136,500	1,365	1,200	330,000	0,003
74	520075	4514606	0,236	0,002	39,000	0,390	0,400	0,000	0,000
75	521065	4514688	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
76	521019	4514172	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000
77	520683	4513993	0,118	0,001	19,500	0,195	0,200	0,000	0,000

Tabella 7 CANTIERE 5-SCENARIO WC-CO NO2 PM10 E BENZENE

SCENARIO WC-CANTIERE 7									
Id	coord_X	coord_Y	CO (mg/m3)	CO diviso per 100 (mg/m3)	NO2 (µg/m3)	NO2 diviso per 100 (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	benzene (µg/m3)	benzene diviso per 100000 (µg/m3)
1	534594	4521103	0,118	0,00118	19,5	0,195	0,2	0	0
2	534663	4521218	0,118	0,00118	19,5	0,195	0,2	0	0
3	534880	4521174	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
4	534837	4521168	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
5	534709	4521092	0,118	0,00118	19,5	0,195	0,2	0	0
6	534738	4521144	0,118	0,00118	19,5	0,195	0,2	0	0
7	534782	4521401	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
8	534778	4521696	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
9	535253	4521587	0,236	0,00236	39	0,39	0,4	0	0
10	534760	4522114	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
11	534795	4522160	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
12	534902	4522178	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
13	535910	4522296	0,472	0,00472	97,5	0,975	0,8	330	0,0033
14	535828	4522434	0,59	0,0059	136,5	1,365	1,2	330	0,0033
15	535953	4522579	0,354	0,00354	97,5	0,975	0,8	330	0,0033
16	536012	4522595	0,472	0,00472	97,5	0,975	0,9	330	0,0033
17	536074	4522589	0,59	0,0059	136,5	1,365	1,2	330	0,0033
18	536095	4522633	0,472	0,00472	97,5	0,975	0,9	330	0,0033
19	536186	4522469	0,472	0,00472	117	1,17	1	330	0,0033
20	536120	4522485	0,708	0,00708	175,5	1,755	1,4	330	0,0033
21	536180	4522495	0,59	0,0059	156	1,56	1,2	330	0,0033
22	536364	4522817	0,236	0,00236	58,5	0,585	0,6	0	0
23	536487	4522837	0,354	0,00354	78	0,78	0,7	330	0,0033
24	537399	4523114	0,708	0,00708	175,5	1,755	1,5	330	0,0033
25	536469	4522979	0,236	0,00236	39	0,39	0,4	0	0
26	536338	4522963	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
27	536434	4522993	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
28	536977	4522683	0,354	0,00354	78	0,78	0,6	0	0
29	537012	4522730	0,354	0,00354	78	0,78	0,7	330	0,0033
30	537041	4523058	0,59	0,0059	136,5	1,365	1,1	330	0,0033
31	537341	4523391	0,236	0,00236	58,5	0,585	0,4	0	0
32	537470	4523321	0,472	0,00472	117	1,17	1	330	0,0033
33	537895	4522955	0,236	0,00236	39	0,39	0,4	0	0
34	537458	4522855	0,236	0,00236	58,5	0,585	0,5	0	0
35	537489	4522916	0,354	0,00354	78	0,78	0,6	0	0
36	538305	4523753	0,354	0,00354	78	0,78	0,7	330	0,0033
37	537480	4523895	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
38	537414	4523931	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
39	539173	4524515	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
40	538953	4524678	0,236	0,00236	58,5	0,585	0,6	0	0
41	538984	4524865	0,354	0,00354	97,5	0,975	0,8	330	0,0033

42	539025	4524745	0,236	0,00236	58,5	0,585	0,5	0	0
43	538880	4525004	0,826	0,00826	195	1,95	1,6	330	0,0033
44	539214	4525123	0,354	0,00354	78	0,78	0,6	0	0
45	539180	4524827	0,236	0,00236	58,5	0,585	0,4	0	0
46	539504	4524996	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
47	539490	4525335	0,236	0,00236	58,5	0,585	0,4	0	0
48	539482	4525253	0,236	0,00236	58,5	0,585	0,4	0	0
49	539164	4525104	0,354	0,00354	97,5	0,975	0,7	330	0,0033
50	538803	4525920	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
51	538768	4525947	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
52	539874	4525862	0,354	0,00354	78	0,78	0,7	330	0,0033
53	539656	4526123	0,354	0,00354	78	0,78	0,6	0	0
54	539922	4526427	0,236	0,00236	58,5	0,585	0,5	0	0
55	539937	4526358	0,354	0,00354	78	0,78	0,6	0	0
56	540848	4526403	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
57	535551	4522212	0,354	0,00354	78	0,78	0,6	0	0
58	536682	4522655	0,472	0,00472	97,5	0,975	0,9	330	0,0033
59	537813	4523089	0,236	0,00236	58,5	0,585	0,5	0	0
60	537754	4523209	0,354	0,00354	97,5	0,975	0,8	330	0,0033
61	537336	4524544	0,118	0,00118	19,5	0,195	0,2	0	0
62	539025	4525475	0,354	0,00354	78	0,78	0,7	330	0,0033
63	539782	4526177	0,354	0,00354	78	0,78	0,7	330	0,0033
64	539501	4526801	0,118	0,00118	19,5	0,195	0,2	0	0
65	540727	4527096	0,236	0,00236	58,5	0,585	0,5	0	0
66	541458	4527426	0,472	0,00472	117	1,17	1	330	0,0033
67	541738	4527055	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
68	540615	4527810	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
69	540751	4527864	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
70	541588	4527976	0,472	0,00472	97,5	0,975	0,9	330	0,0033
71	541709	4527980	0,59	0,0059	136,5	1,365	1,2	330	0,0033
72	541657	4527976	0,59	0,0059	136,5	1,365	1,1	330	0,0033
73	541688	4528105	0,472	0,00472	117	1,17	0,9	330	0,0033
74	541785	4528130	0,472	0,00472	97,5	0,975	0,9	330	0,0033
75	541603	4528096	0,472	0,00472	97,5	0,975	0,9	330	0,0033
76	541904	4527932	0,826	0,00826	195	1,95	1,5	330	0,0033
77	541734	4528188	0,354	0,00354	97,5	0,975	0,8	330	0,0033
78	541654	4528188	0,354	0,00354	97,5	0,975	0,8	330	0,0033
79	541676	4527571	0,354	0,00354	78	0,78	0,7	330	0,0033
80	541698	4527522	0,354	0,00354	78	0,78	0,6	0	0
81	541845	4528141	0,354	0,00354	97,5	0,975	0,8	330	0,0033
82	541504	4528036	0,354	0,00354	97,5	0,975	0,7	330	0,0033
83	541629	4527864	0,708	0,00708	156	1,56	1,3	330	0,0033
84	541755	4527136	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
85	542524	4526630	1,062	0,01062	253,5	2,535	2,1	660	0,0066
86	542548	4526605	0,944	0,00944	214,5	2,145	1,7	330	0,0033
87	542574	4526492	0,944	0,00944	234	2,34	1,9	330	0,0033
88	542210	4526027	0,236	0,00236	39	0,39	0,4	0	0
89	542684	4525538	0,708	0,00708	156	1,56	1,3	330	0,0033
90	543036	4525812	0,354	0,00354	78	0,78	0,6	0	0
91	542025	4525904	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0

92	542705	4525430	0,472	0,00472	117	1,17	1	330	0,0033
93	542505	4524488	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
94	543246	4524291	0,118	0,00118	39	0,39	0,2	0	0
95	543585	4524597	0,118	0,00118	39	0,39	0,2	0	0
96	543714	4524800	0,118	0,00118	39	0,39	0,2	0	0
97	543922	4524748	0,118	0,00118	19,5	0,195	0,2	0	0
98	543823	4525291	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
99	542926	4525807	0,354	0,00354	97,5	0,975	0,8	330	0,0033
100	542506	4525542	0,354	0,00354	78	0,78	0,7	330	0,0033
101	541974	4525711	0,118	0,00118	19,5	0,195	0,2	0	0
102	542248	4524686	0,118	0,00118	39	0,39	0,3	0	0
103	541938	4524537	0,118	0,00118	19,5	0,195	0,2	0	0

**Tabella 8 CANTIERE 7-SCENARIO WC-CO NO2 PM10 E BENZENE**

In conclusione in entrambi gli scenari considerati il contributo dato dal transito dei mezzi pesanti non è da ritenersi significativo.

Da quanto sopra riportato, gli impatti dal transito dei mezzi appaiono caratterizzati da scarsa significatività. In particolare è opportuno evidenziare che relativamente a tutti e tre i cantieri per lo scenario CASO PREVALENTE che per lo scenario WORST CASE i valori di concentrazione massimi si aggirano per l'NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> intorno all'unità e pertanto poco significativi.

Si vedano anche le figure dalla 1 alla 12 relative allo scenario caso prevalente.

### **2.1.3 Stima dell'impatto sulla qualità dell'aria per emissioni di inquinanti gassosi dai motori dei mezzi di cantiere**

La valutazione delle emissioni in atmosfera dei mezzi di cantiere viene effettuata a partire da fattori di emissione standard desunti da letteratura; tali fattori indicano l'emissione specifica di inquinanti (CO, HC, NO<sub>x</sub>, Polveri) per singolo mezzo, in funzione della sua tipologia. Moltiplicando il fattore di emissione per il numero di mezzi presenti in cantiere a cui tale fattore si riferisce e ripetendo l'operazione per tutte le tipologie di mezzi si ottiene una stima delle emissioni prodotte dal cantiere.

I fattori di emissione presentati da EMEP-CORINAIR (1999) per motori diesel risultano, in funzione della potenza del motore:

Inquinante	Fattore di Emissione (g/kWh)							
	Intervallo di Potenza kW							
	0-20	20-37	37-75	75-130	130-300	300-560	560 1k	>1k
CO	8.38	6.43	5.06	3.76	3.00	3.00	3.00	3.00
HC	3.82	2.91	2.28	1.67	1.30	1.30	1.30	1.30
NO <sub>x</sub>	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
PTS	2.22	1.81	1.51	1.23	1.1	1.1	1.1	1.1

Nel seguito, per maggior completezza, viene presentata l'evoluzione dei valori limite delle emissioni per veicoli commerciali con peso a vuoto superiore ai 2,150 kg e quelli relativi ai trattori agricoli e alle macchine da cantiere. Le emissioni si riferiscono alla potenza sviluppata dal motore. I valori limite di emissione e le date di applicazione sono quelle per l'immatricolazione dei veicoli (ANPA, 2000).

Fattore di Emissione (g/kWh) – Veicoli Commerciali Pesanti								
Classe	1988	1993 EURO I	1997 EURO II	2000	2001 EURO III	2003	2006 EURO IV	2009
CO	11.2	4.5	4		2.1		1.5	
HC	2.4	1.1	1.1		0.66		0.46	
NOx	14.4	8	7		5		3.5	2
PST		0.36	0.15		0.1		0.02	
Fattore di Emissione (g/kWh) – Off-road e Trattori Agricoli								
Classe	1988	1993 EURO I	1997 EURO II	2000	2001 EURO III	2003	2006 EURO IV	2009
Potenza 18-75 kW								
CO				6.5		5		
HC				1.3		1.3		
NOx				9.2		7		
PST				0.85		0.4		
motori potenza >75 kW								
CO				5		5		
HC				1.5		1		
NOx				9.2		7		
PST				0.7		0.3		

### 2.1.3.1 Stima dell'Impatto

In sintesi a quanto indicato nell'ipotesi di fase di cantiere nel seguito sono indicati i mezzi che si ipotizza possano essere presenti nei cantieri principali. A ciascuna tipologia di mezzo viene associata, in tabella, una potenza tipica in kW, a cui si fa riferimento per la valutazione del fattore di emissione.

#### Cantieri principali:

n°	tipologia	Potenza (kW)
40	Escavatori,	350
37	pale caricatori e terne	200
23	Autogrù telescopica (40-20 t)	300
18	Compressori	60
16	Gruppi elettrogeni	20

Come illustrato nel cronogramma delle attività di costruzione l'esecuzione dei lavori richiederà all'incirca 18 mesi.

Per gli scopi della presente valutazione, il calcolo delle emissioni è stato effettuato ipotizzando, cautelativamente, l'operatività simultanea del 100% dei mezzi

Nella tabella seguente è calcolato il quantitativo orario degli inquinanti scaricato in atmosfera con riferimento alla situazione più critica ipotizzabile in fase di cantiere.

tipologia	emissioni specifiche kg/h/mezzo			
	CO (kg/h)	HC (kg/h)	NOx (kg/h)	PTS (kg/h)
Escavatori,	1,05	0,456667	5,04	0,386667
Pale caricatori e terne	0,6	0,26	2,88	0,22
Autogrù telescopica (40-20 t)	0,9	0,39	4,32	0,33
Compressori	0,305	0,135	0,865	0,09
Gruppi elettrogeni	0,13	0,056667	0,286667	0,036667

potenza kW	n. mezzi	emissioni			
		CO (kg/mese)	HC (kg/mese)	NOx (kg/mese)	PTS (kg/mese)
350	40	8400,0	3653,3	40320,0	3093,3
200	37	4440,0	1924,0	21312,0	1628,0
300	23	4140,0	1794,0	19872,0	1518,0
60	18	1098,0	486,0	3114,0	324,0
20	16	416,0	181,3	917,3	117,3
Tot	134	18494,0	8038,7	85535,3	6680,7

I quantitativi sopra riportati vanno riferiti alle tre aree di cantiere che, come già detto in precedenza, il cantiere 3 si estende complessivamente per circa 19604m<sup>2</sup>, il cantiere 5 si estende complessivamente per circa 19071mq e il cantiere 7 si estende complessivamente per circa 23291mq. Nella tabella seguente vengono indicate le emissioni specifiche, espresse in kg/m<sup>2</sup>/mese. Il calcolo è stato effettuato considerando l'estensione dell'area di cantiere sopra indicata e ipotizzando 25 giorni lavorativi mensili di 8 ore.

	area (mq)	CO kg/mq/mese	HC kg/mq/mese	NOx kg/mq/mese	PTS kg/mq/mese
cantiere 3	19604	0,94	0,41	4,36	0,34
cantiere 5	19071	0,97	0,42	4,49	0,35
cantiere 7	23291	0,79	0,35	3,67	0,29

Si noti che tali emissioni sono concentrate in un periodo temporale limitato e si verificano all'interno dell'area di cantiere, inserito in un contesto industriale. Si prevede che le ricadute siano assolutamente accettabili e pertanto l'impatto associato è ritenuto di lieve entità e comunque reversibile.

### Misure di Contenimento e Mitigazione

Al fine di contenere quanto più possibile le emissioni di inquinanti gassosi, come misura di contenimento e mitigazione da adottare si prevede di non tenere inutilmente accesi i motori di mezzi e degli altri macchinari, con lo scopo di limitare al minimo necessario la

produzione di fumi inquinanti. Si opererà inoltre affinché i mezzi siano mantenuti in buone condizioni di manutenzione.

#### **2.1.4 Stima dell' impatto sulla qualità dell'aria per emissioni di polveri da movimento di terra**

La **produzione di polveri in cantiere** è di difficile quantificazione ed è imputabile essenzialmente ai movimenti di terra e al transito dei mezzi di cantiere nell'area interessata dai lavori. A livello generale, per tutta la fase di costruzione dell'opera, il cantiere produrrà fanghiglia nel periodo invernale o polveri nel periodo estivo che inevitabilmente si riverseranno, in funzione delle prevalenti condizioni di ventosità, nelle aree più vicine.

La produzione di polveri imputabile ai movimenti terra viene effettuata a partire da fattori di emissione standard desumibili da letteratura (US EPA, AP42); tali fattori forniscono una stima dell'emissione di polveri per tonnellata di materiale movimentato. In particolare per le movimentazioni si è fatto riferimento ai seguenti fattori, suddivisi per fasi:

FASE	Fase	Fattore Emissione (kg/1,000 t)
1	Carico/scarico del materiale	19.8
2	Traffico veicolare nell'area attorno al materiale stoccato	66.0
3	Utilizzo del materiale stoccato	24.75
4	Erosione del materiale da parte del vento	54.45
	TOTALE	165.0

Moltiplicando il fattore di emissione per la quantità dei materiali movimentati in cantiere si ottiene una stima delle emissioni prodotte. In particolare risulta:

$$E_{\text{terre}} = F \times Q_{\text{terre}}$$

dove:

$E_{\text{terre}}$  = Emissione da movimento terre, in kg/mese

$F$  = Fattore di emissione per movimento terre, pari a 165 kg/1000 t di terreno movimentato

$Q_{\text{terre}}$  = Quantità di terreno movimentato per mese, in t/mese. Il fattore di emissione viene applicato cautelativamente alla totalità dei terreni movimentati. La densità del terreno può essere assunta approssimativamente pari a circa 1.7-1.8 t/m<sup>3</sup>

Da quanto riportato nei documenti di progetto, nelle tre aree di cantiere analizzate 3, 5 e 7 si prevede la seguente movimentazione di materiali ed il calcolo delle emissioni specifiche di polveri considerando un periodo di durata del cantiere di 18 mesi come già detto in precedenza:

polveri	materiali movimentati (mc)			emissioni		
	da approvvigionare	a scarica	Tot	Kg	Kg/mese	Kg/mq/mese
cantiere 3	901400	394780	1296180	363578,5	20198,8	1,03
cantiere 5	585000	679100	1264100	354580,1	19698,9	1,03
cantiere 7	1106500	333255	1439755	403851,3	22436,2	0,96

### 2.1.5 Stima dell' impatto sulla qualità dell'aria per emissioni di polveri dovute al transito dei mezzi in cantiere

Le emissioni di polveri dovute al transito dei mezzi in cantiere vengono stimate, sempre con riferimento a fattori unitari di emissione. Poiché le strade del cantiere verranno **pavimentate** appena possibile e mantenute umide per prevenire la formazione di polveri, si può applicare per la movimentazione dei mezzi il fattore di emissione EPA per strade pavimentate e bagnate, pari a 1.9 g/km.

Risulta pertanto:

$$E_{\text{mezzi}} = F \times N \times T$$

dove:

$E_{\text{mezzi}}$  = Emissione da sollevamento mezzi, in kg/mese

$F$  = Fattore di emissione per movimentazione mezzi, pari a 1.9 g/km di percorrenza mezzi

$N$  = Numero mezzi

$T$  = chilometri percorsi mensilmente per mezzo nell'ambito dell'area di cantiere, in km/mese. Tipicamente si considera che ogni mezzo compia max. 2 km/giorno per 25 giorni/mese di lavoro.

$Q_{\text{terre}}$  = Quantità di terreno movimentato per mese, in t/mese. Il fattore di emissione viene applicato cautelativamente alla totalità dei terreni movimentati. La densità del terreno può essere assunta approssimativamente pari a circa 1.7-1.8 t/m<sup>3</sup>

#### **Stima dell'Impatto**

Le emissioni di polveri si verificheranno prevalentemente durante la realizzazione dei movimenti terra per preparazione dell'area di imposta dell'impianto.

L'emissione da movimento terra per i tre cantieri 3, 5 e 7 è rispettivamente pari a viene stimata pari a circa 20198,8 kg/mese, 19698,9 kg/mese e 22436,2 kg/mese. Dividendo l'emissione per l'area (pari a circa 19604 mq, 19071 mq e 23291 mq) si ottiene una stima di polveri da attività di movimento terre pari a circa 1,03 kg/m<sup>2</sup>/mese, 1,03 kg/m<sup>2</sup>/mese e 0,96 kg/m<sup>2</sup>/mese.

Allo stato attuale della progettazione non risulta possibile effettuare una quantificazione di dettaglio dei trasporti in fase di cantiere. Si procede, quindi, ad una stima di massima e cautelativa basata sull'esperienza nella realizzazione di simili opere, assumendo, come riferimento per il calcolo delle emissioni, un valore massimo di 231 mezzi/giorno.

Supponendo una percorrenza media giornaliera nei pressi dell'area di interesse (l'area di cantiere) di circa 2 km si può stimare l'emissione massima mensile di polveri dovute a movimentazione pari a 21,9 kg/mese. Dividendo l'emissione per l'area (pari a circa 19604 mq, 19071 mq e 23291 mq) risulta rispettivamente per ogni cantiere un'emissione di 0,0011 Kg/mq/mese, 0,0011 Kg/mq/mese e 0,00094 Kg/mq/mese. Sommando il contributo della movimentazione dei terreni e quello del traffico pesante, la massima emissione specifica di polveri risulta pari a circa:

- 1,0311 Kg/mq/mese per il cantiere 3,
- 1,0311 Kg/mq/mese per il cantiere 5 e
- 0,96 Kg/mq/mese per il cantiere 7.

A conclusione delle valutazioni condotte, si noti che le emissioni di polveri durante la costruzione risultano concentrate in un periodo di tempo limitato.

L'impatto associato, a carattere temporaneo, è inoltre di modesta entità come dimostrato dalle valutazioni soprariportate e, comunque, reversibile.

In considerazione del fatto che l'area di cantiere sarà distante da aree residenziali o da zone sede di intensa attività antropica, non sono previste criticità tali da richiedere l'uso di particolari precauzioni oltre alle usuali accortezze.

Tuttavia le emissioni di polveri saranno tenute il più possibile sotto controllo, applicando opportune misure di mitigazione, di seguito descritte.

### **Misure di Contenimento e Mitigazione**

Per contenere quanto più possibile la produzione di polveri e quindi minimizzare i possibili disturbi, saranno adottate nelle aree di cantiere idonee misure a carattere operativo e gestionale, quali:

- bagnatura sistematica delle piste e delle aree di cantiere
- lavaggio delle gomme degli automezzi;
- bagnatura del terreno nelle aree di cava e dei cumuli di inerti per impedire il sollevamento delle polveri;
- utilizzo di scivoli per lo scarico dei materiali;
- riduzione della velocità di transito dei mezzi.

FIGURE

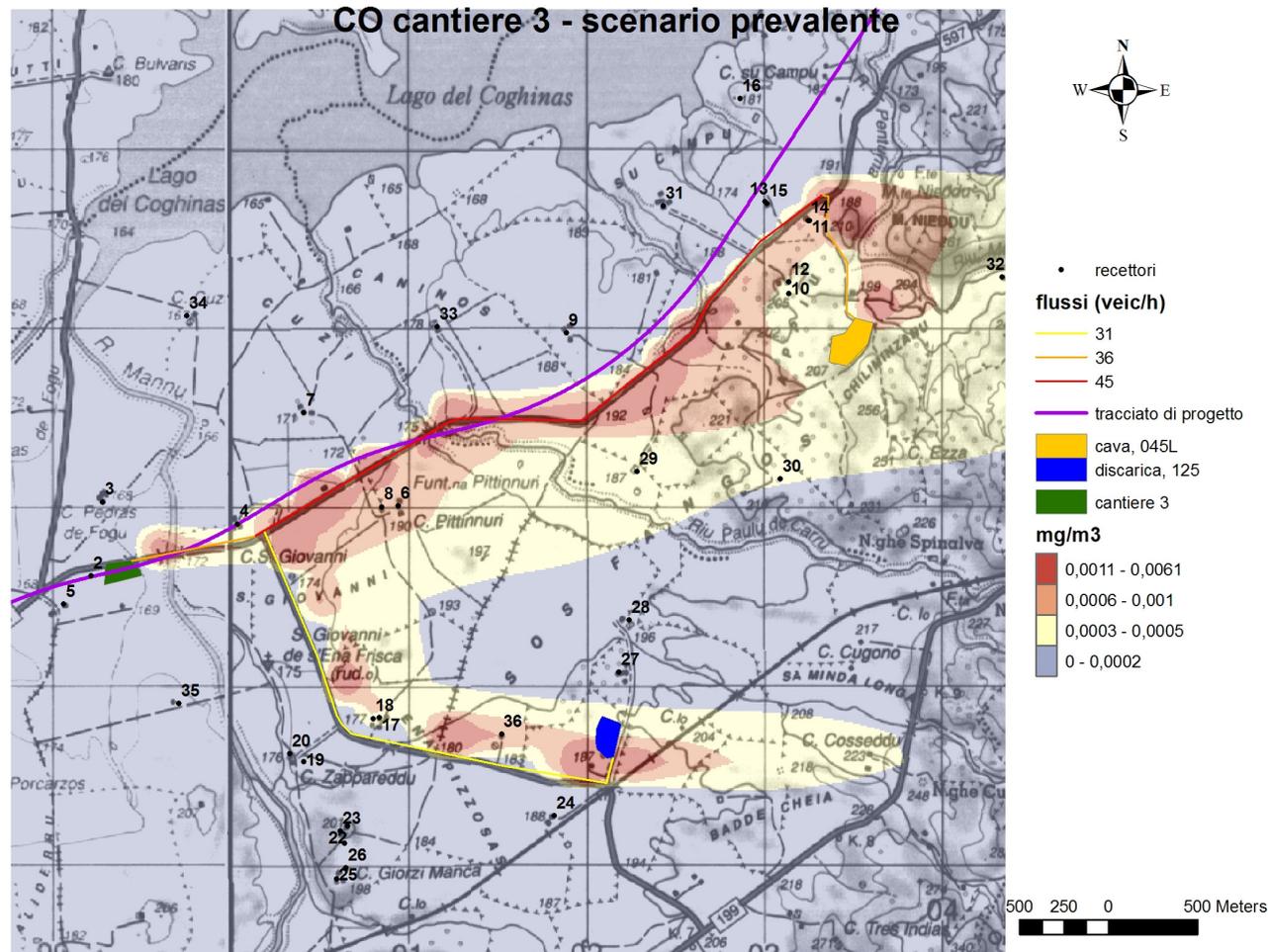


Figura 1 CO –cantiere 3 –scenario prevalente

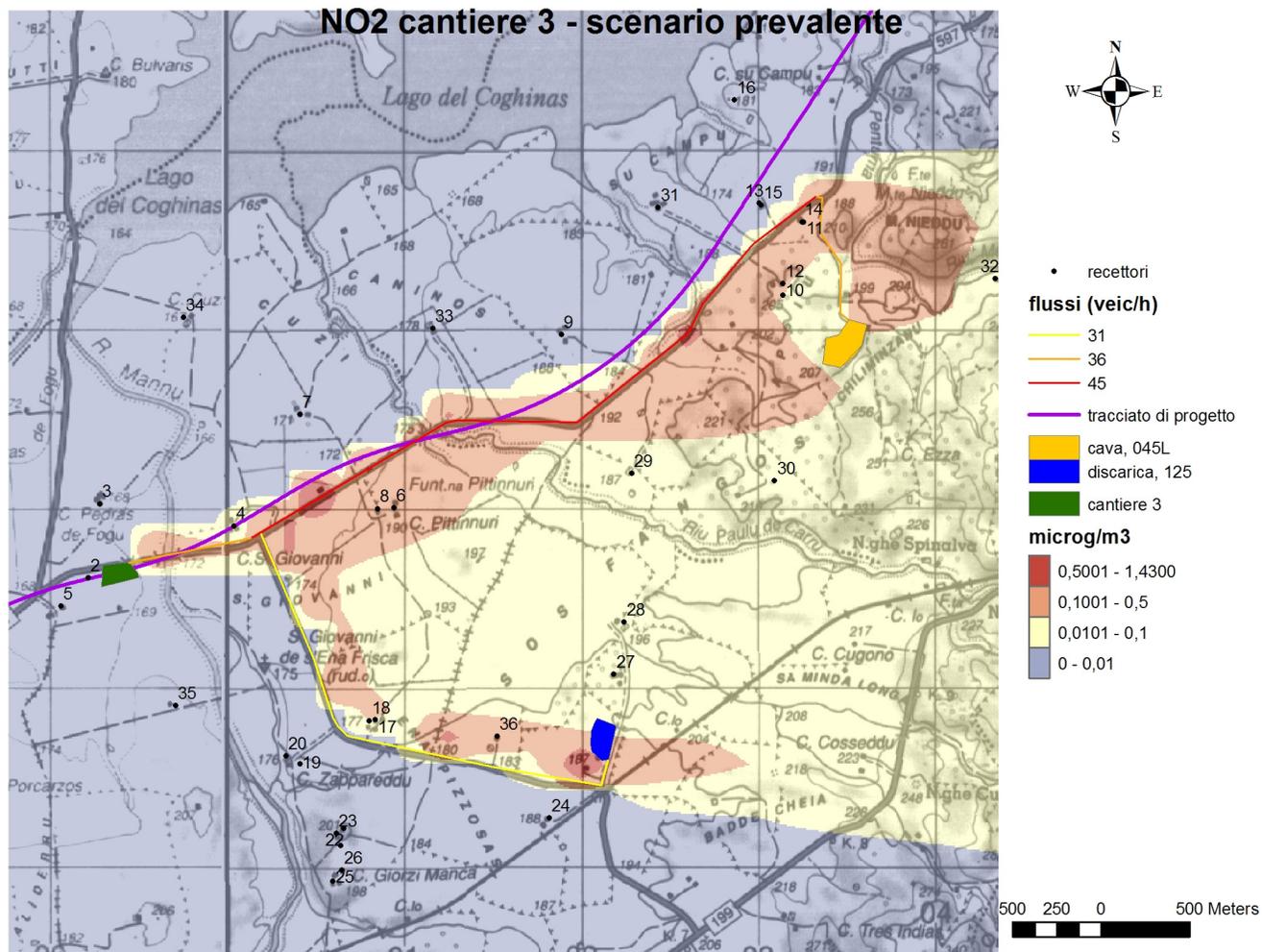


Figura 2 NO2 –cantiere 3 –scenario prevalente

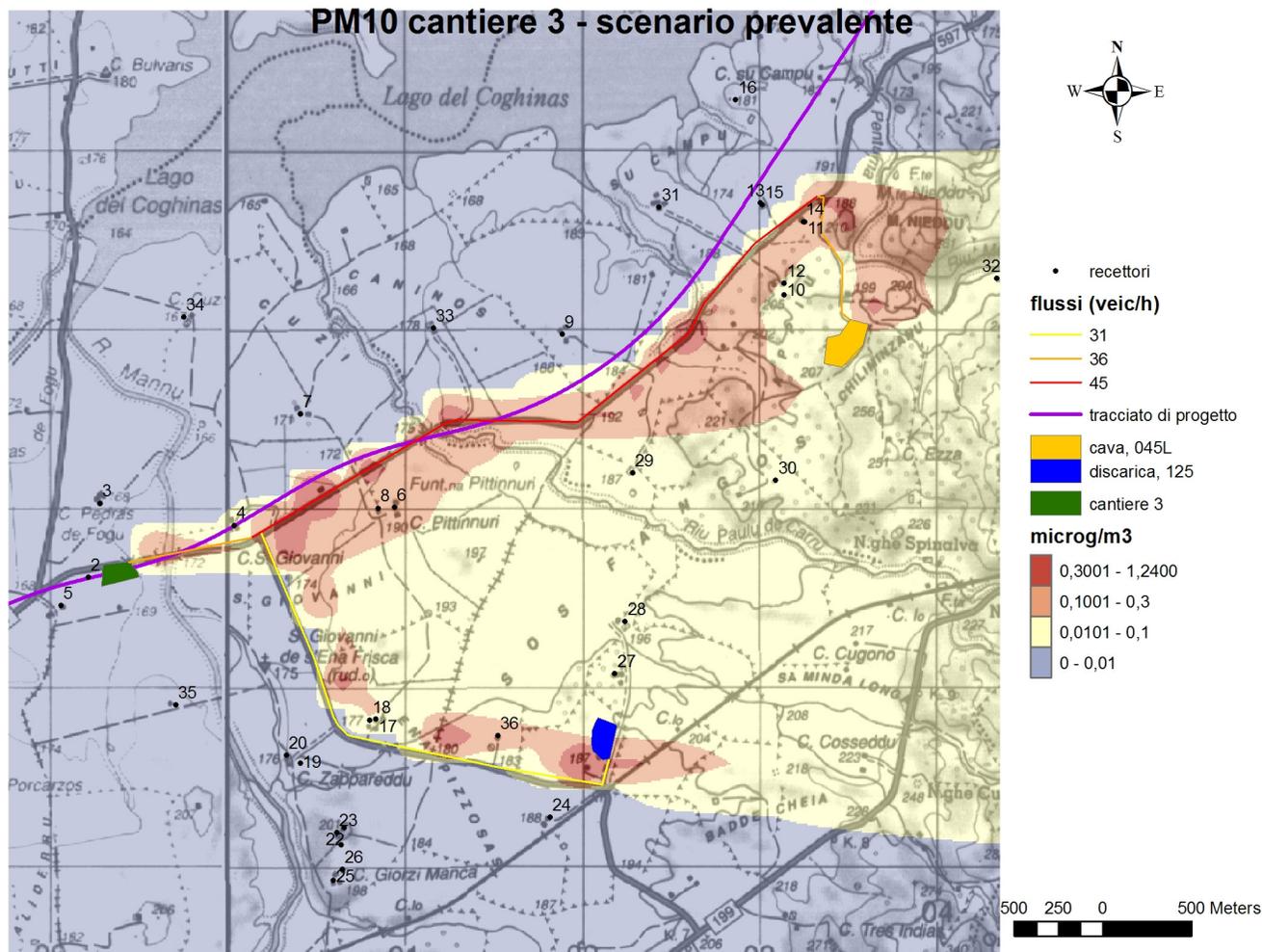


Figura 3PM10 –cantiere 3 –scenario prevalente

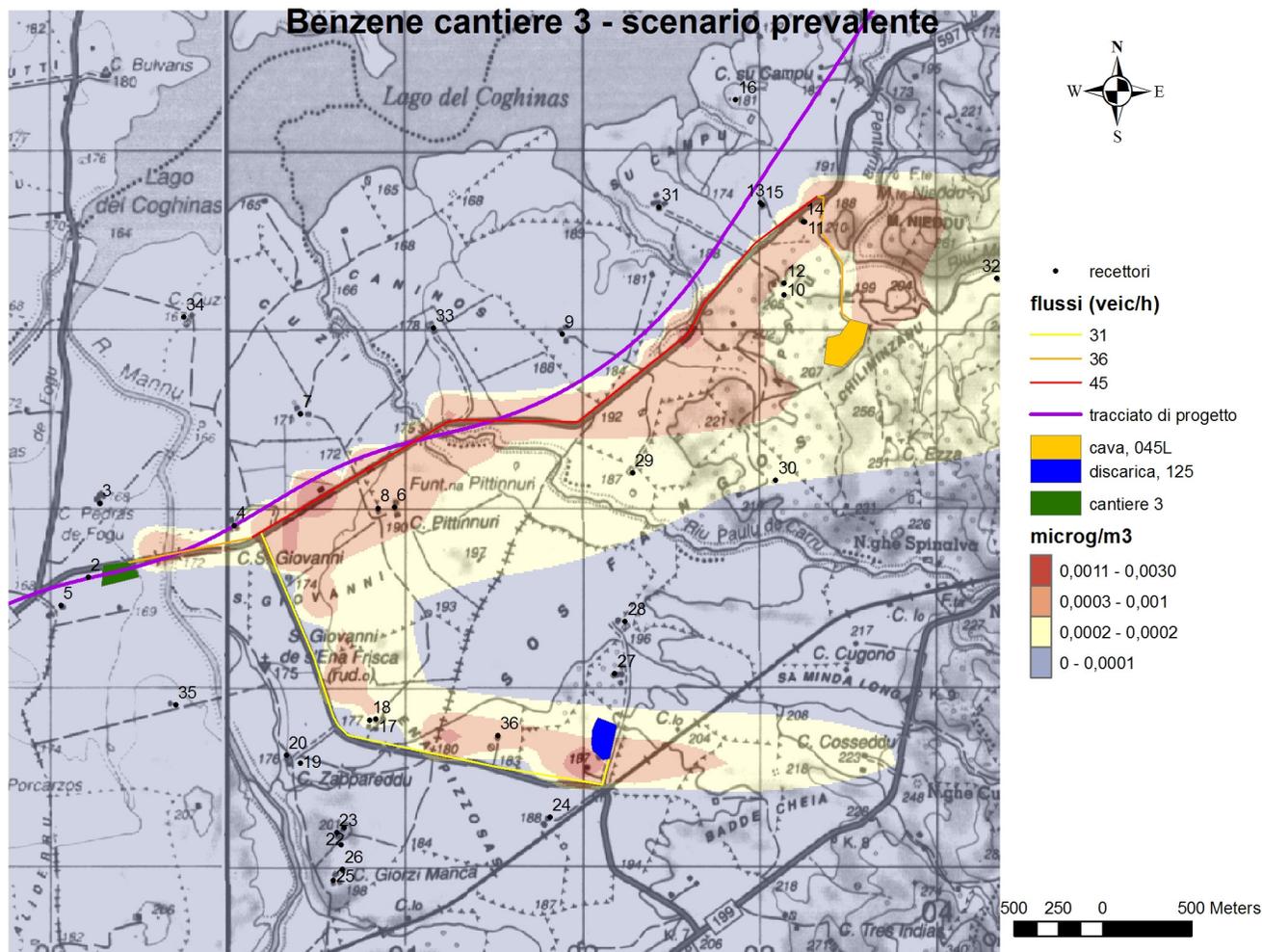


Figura 4 BENZENE –cantiere 3 –scenario prevalente

### CO cantiere 5 - scenario prevalente

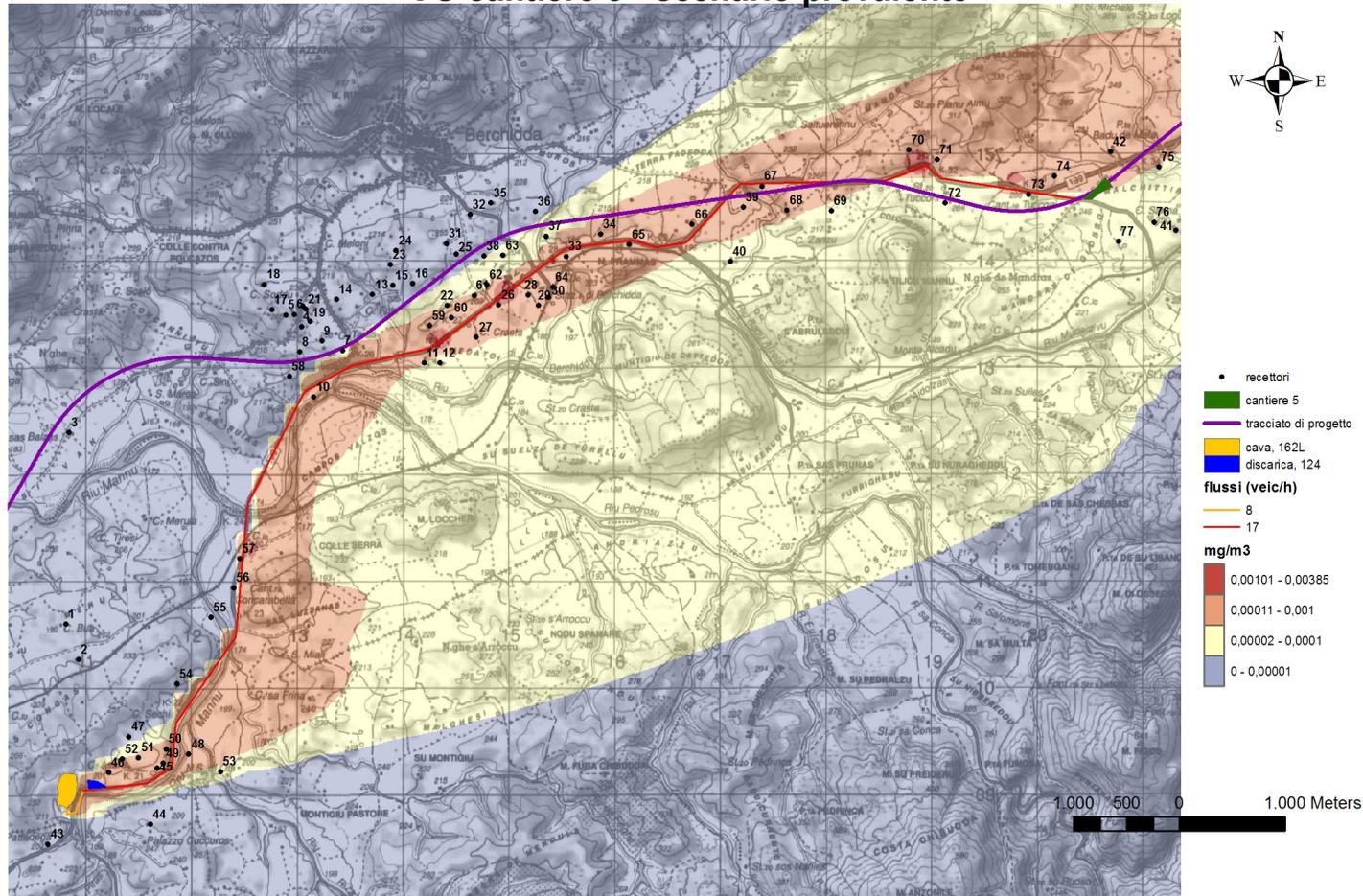


Figura 5 CO –cantiere 5 –scenario prevalente

### NO2 cantiere 5 - scenario prevalente

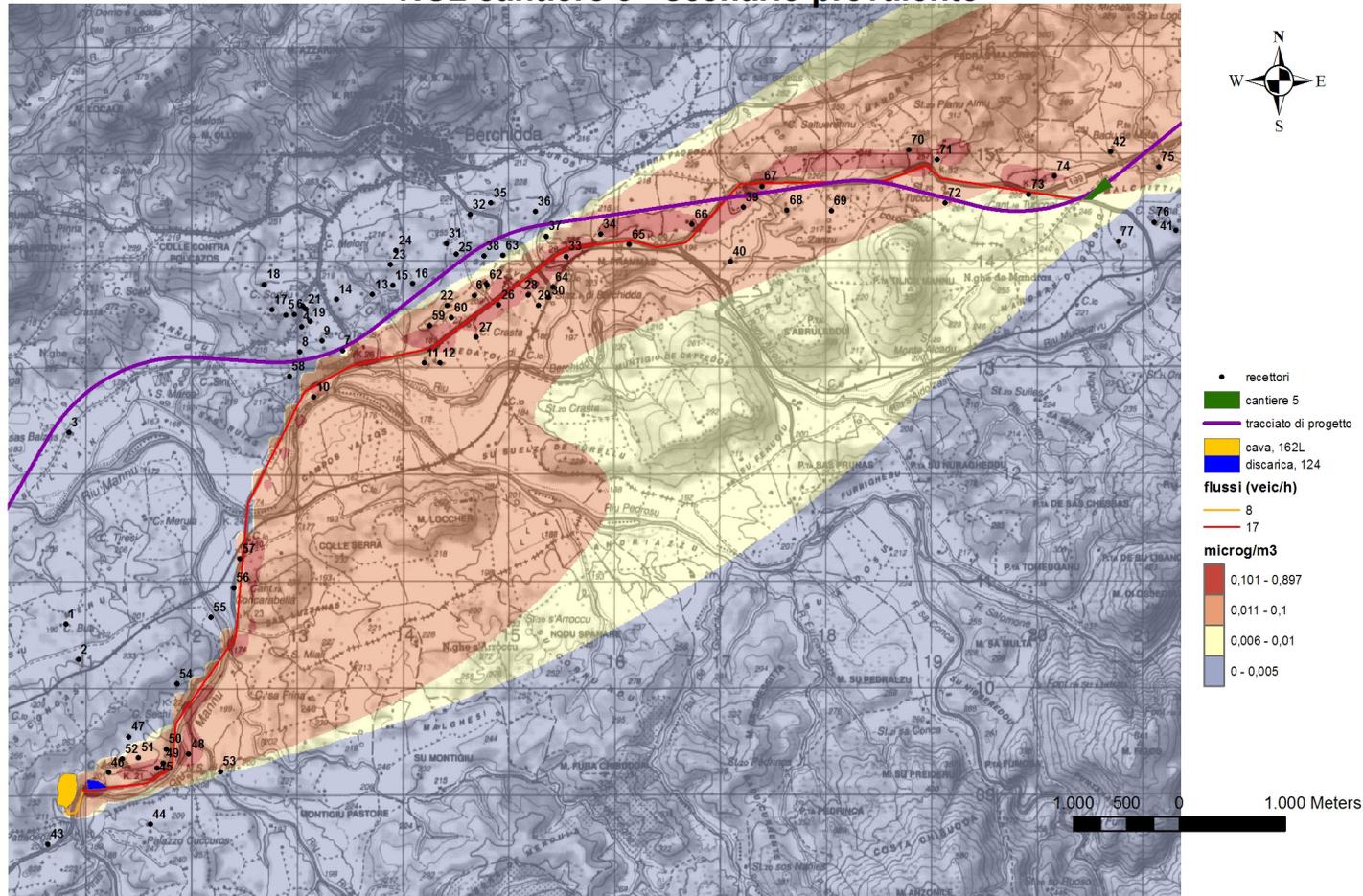


Figura 6 NO2 –cantiere 5 –scenario prevalente

PM10 cantiere 5 - scenario prevalente

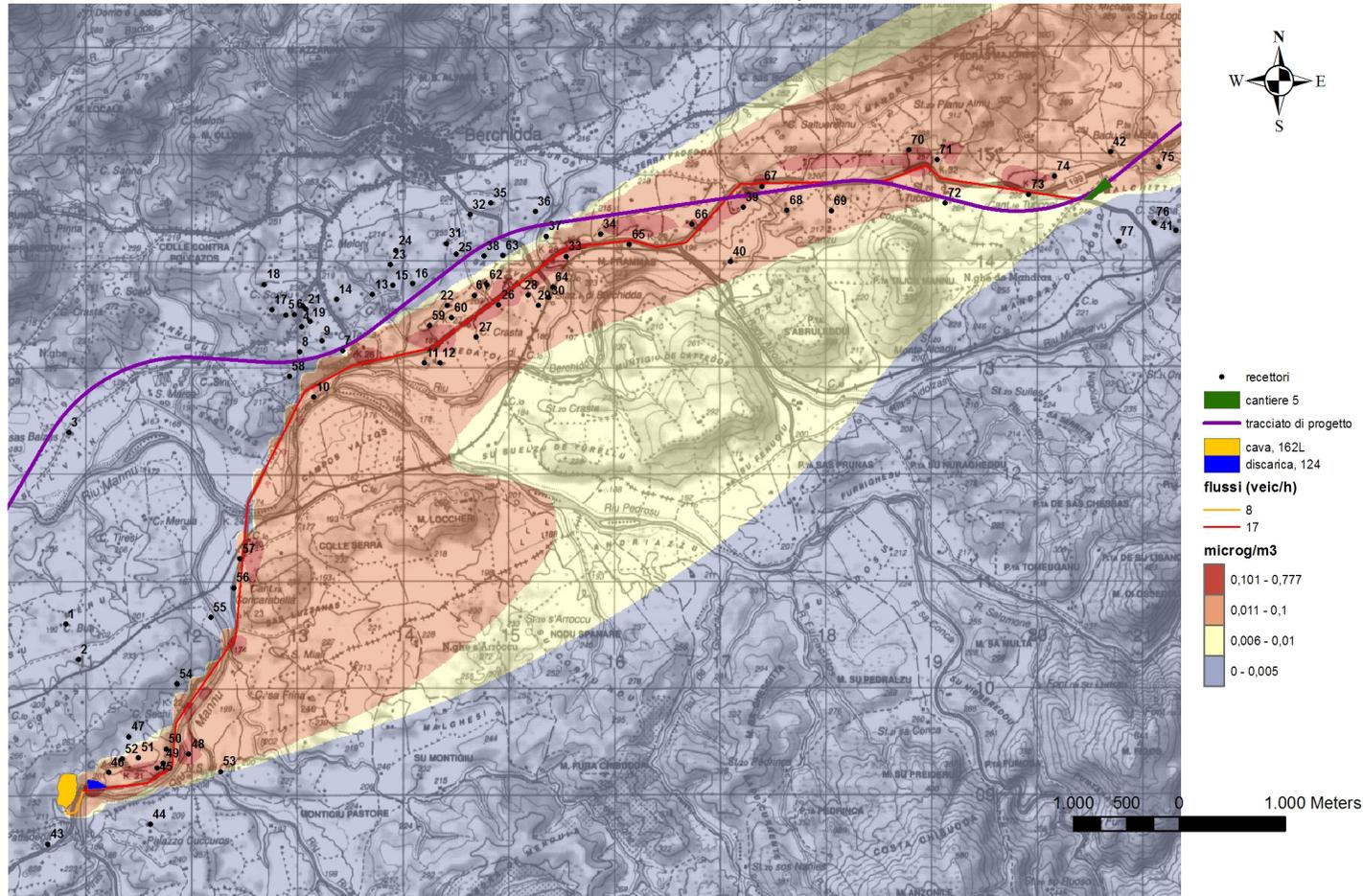


Figura 7 PM10 –cantiere 5 –scenario prevalente

### Benzene cantiere 5 - scenario prevalente

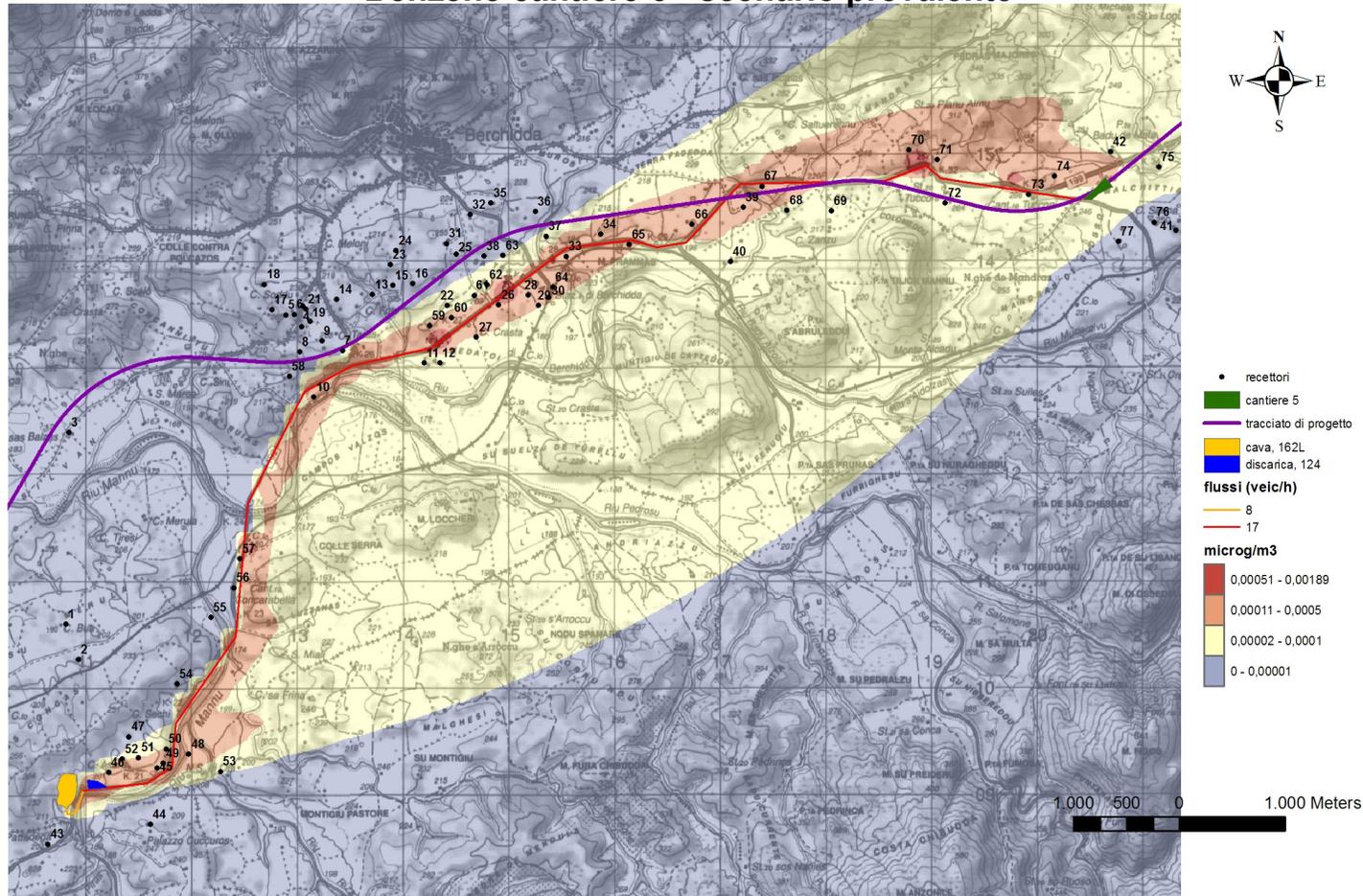


Figura 8 BENZENE –cantiere 5 –scenario prevalente

### CO cantiere 7 - scenario prevalente

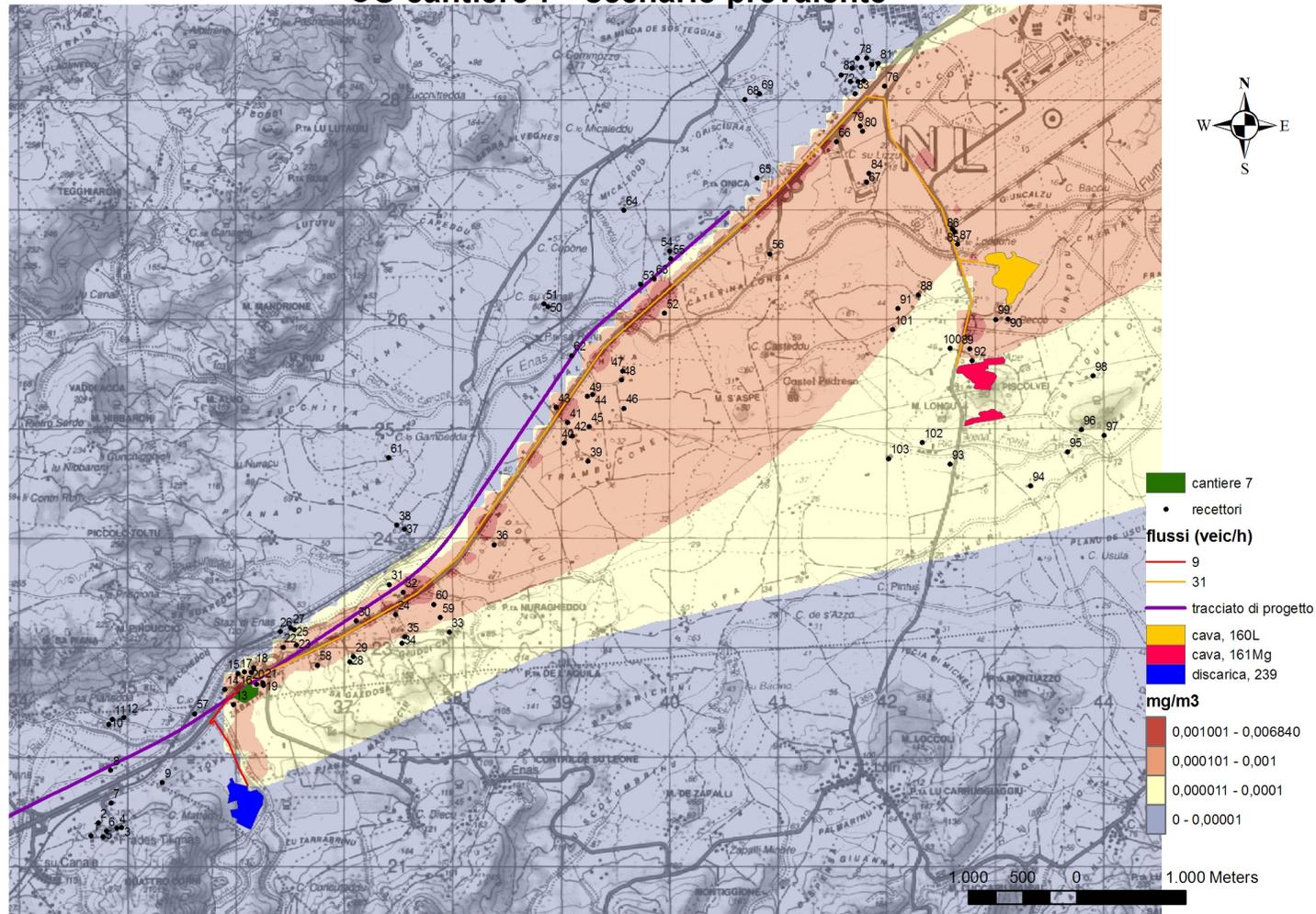


Figura 9 CO–cantiere 7 –scenario prevalente

### NO2 cantiere 7 - scenario prevalente

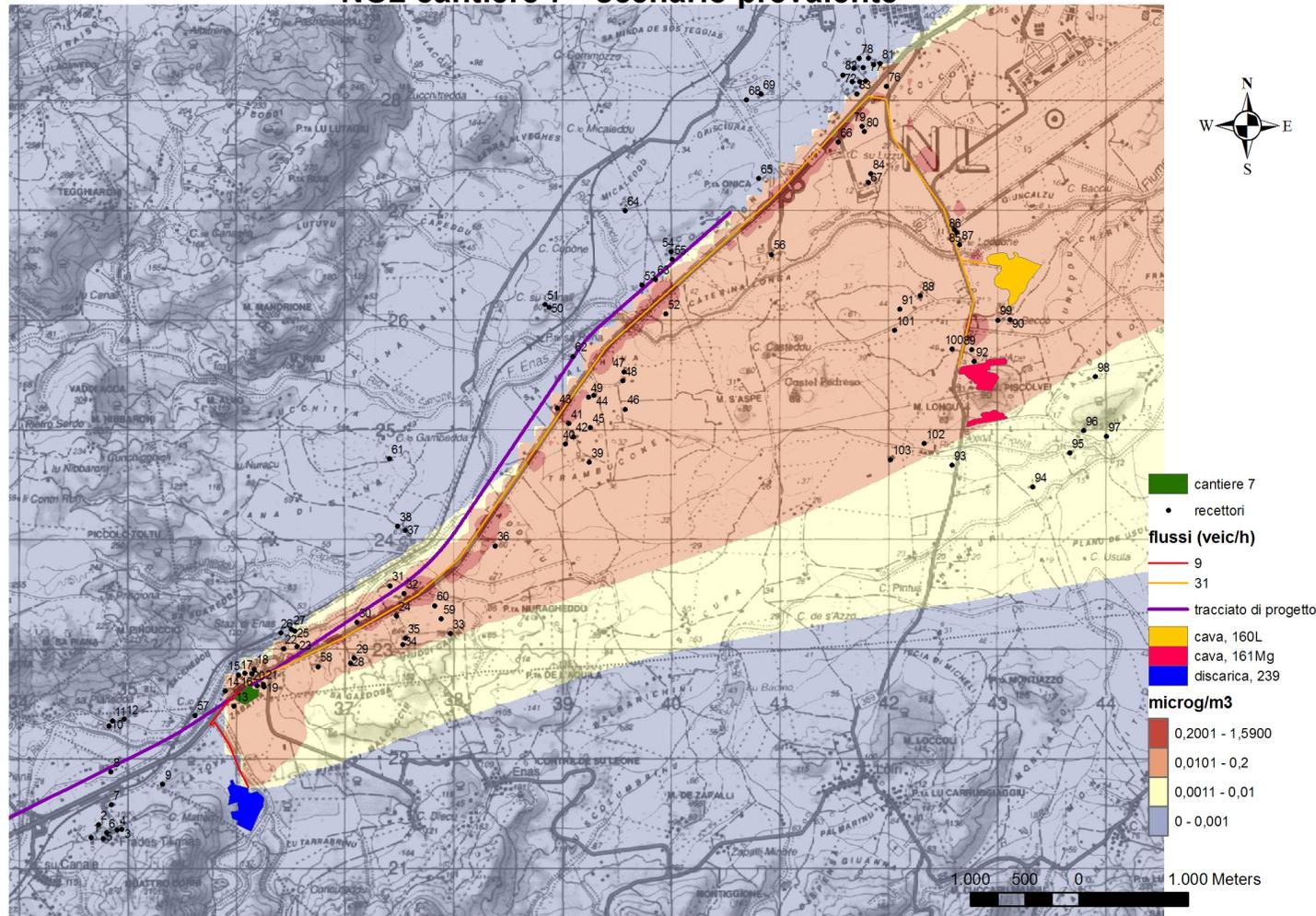


Figura 10 NO2-cantiere 7 –scenario prevalente

### PM10 cantiere 7 - scenario prevalente

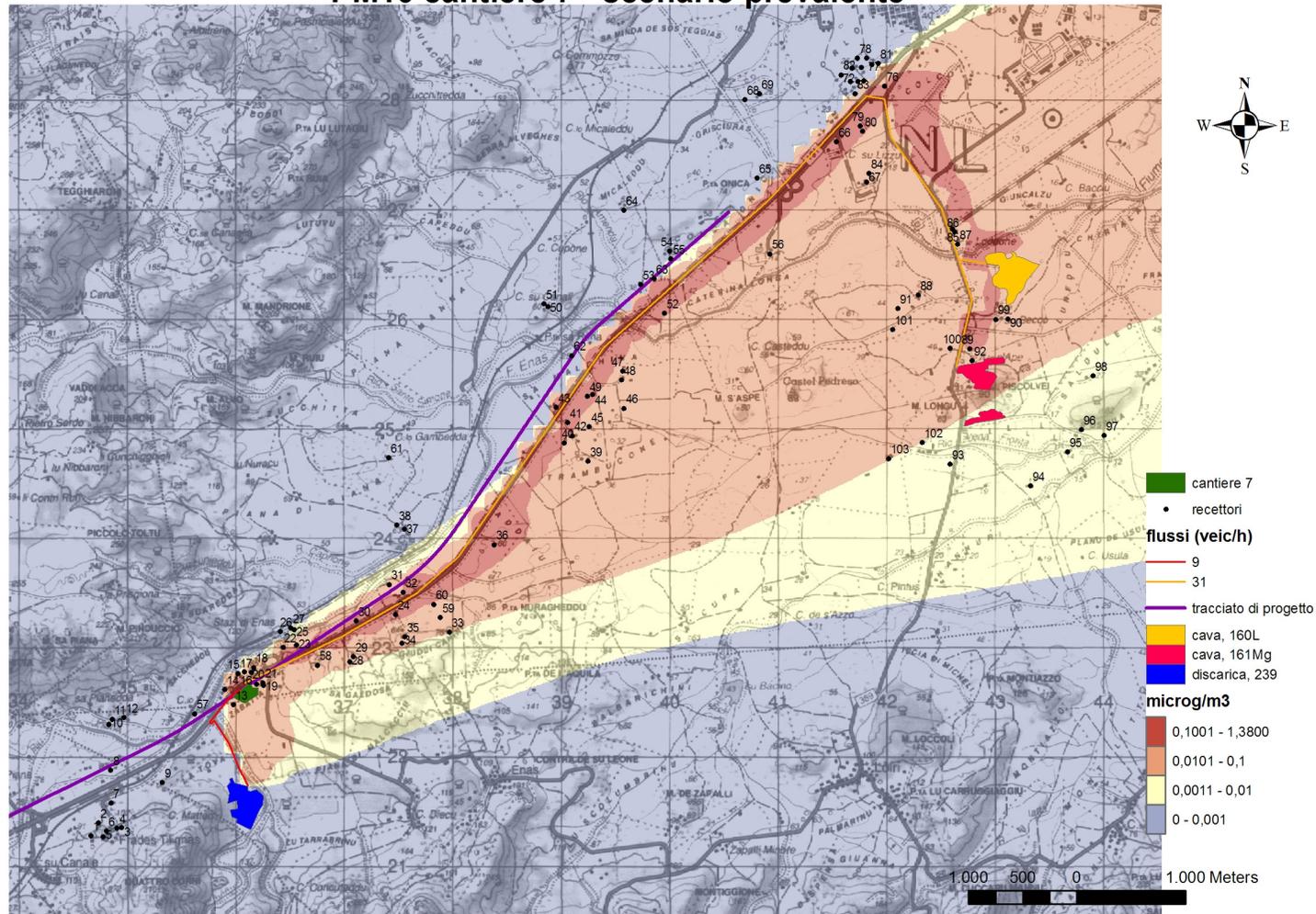


Figura 11 PM10–cantiere 7–scenario prevalente

### Benzene cantiere 7 - scenario prevalente

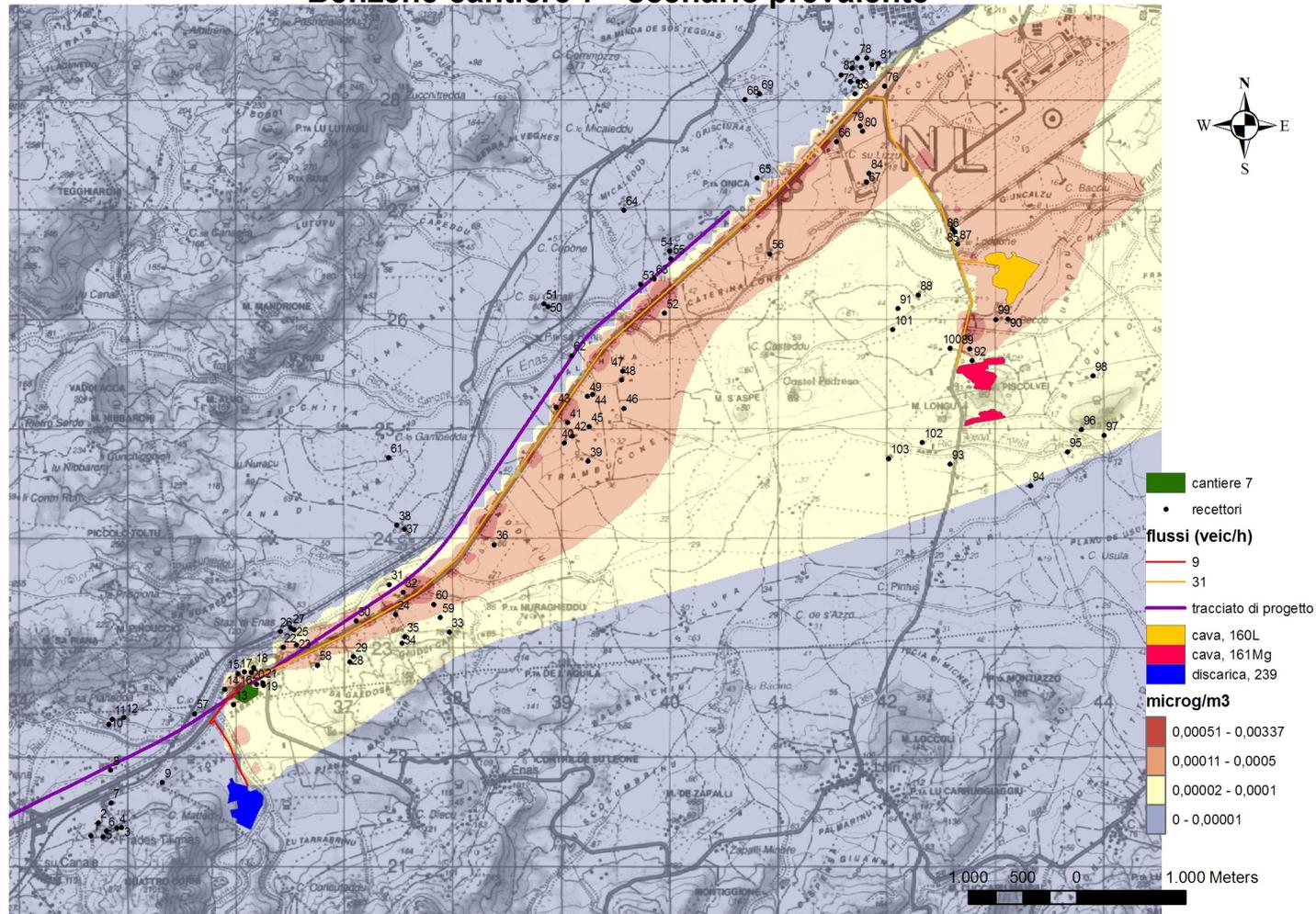


Figura 12 PBENZENE–cantiere 7 –scenario prevalente

## 2.2 ACQUA

Le attività di cantiere danno origine a reflui liquidi, che possono caratterizzarsi come inquinanti nei confronti dei recettori nei quali confluiscono. Le acque di cantiere hanno caratteristiche chimico-fisiche particolari, determinate dalle attività che le generano, e che non possono, generalmente, essere sversate in un corpo recettore senza preventivo trattamento o comunque un'attenta valutazione.

In particolare, le acque di cantiere sono caratterizzate da: elevato carico solido sospeso (derivante da contatto con polveri e sabbie, di granulometria variabili); elevato carico solido in soluzione (derivante dal contatto con particelle fini, argille e cemento, che dà luogo ad elevata torbidità); ph generalmente alcalino (in conseguenza del contatto con le polveri di cemento e calce, o dal lavaggio delle botti delle betoniere); presenza di oli e idrocarburi (derivanti da perdite dei circuiti idraulici, dai motori, dalle manutenzioni delle attrezzature) ed, infine, presenza di additivi chimici utilizzati nella pratica edilizia (come disarmanti, ritardanti, acceleranti.ecc.).

Tali acque non possono essere quindi scaricate, di norma, nei recettori dedicati senza preventivo trattamento. In particolare non possono essere versate nelle acque superficiali (fiumi, canali scoli e fossi), né lasciate a dispersione nel terreno in quanto possono generare un impatto negativo sugli ecosistemi fluviali (variazioni della limpidezza delle acque, del pH, della composizione chimica) o sulle falde sotterranee.

In caso di scarico in fognature, dovrà essere preventivamente verificata la destinazione finale della rete e le capacità di depurazione degli impianti.

## 2.3 SUOLO

Le attività di cantiere possono generare impatti significativi sul suolo e sul sottosuolo, nonché sulle acque sotterranee, in particolare si segnala il rischio potenziale di contaminazione del terreno determinato da: versamenti accidentali di carburanti e lubrificanti; percolazione nel terreno di acque di lavaggio o di betonaggio; interrimento di rifiuti o di detriti e dispersione di rifiuti pericolosi da demolizione (materiali contenenti fibre di amianto, isolanti, cisterne carburanti, ecc).

La mitigazione degli impatti e la prevenzione dell'inquinamento potenziale si attua prevalentemente mediante provvedimenti di carattere logistico, quali, lo stoccaggio dei lubrificanti e degli oli esausti in appositi contenitori dotati di vasche di contenimento; l'esecuzione delle manutenzioni, dei rifornimenti e dei rimbocchi su superfici pavimentate e coperte, la corretta regimazione delle acque di cantiere.

## 2.4 FLORA E FAUNA

Il paesaggio vegetale che rappresenta il percorso della nuova strada statale Sassari Olbia, nella zona allargata dell'area di studio, è caratterizzato da un numero molto elevato di ambienti diversi, che permettono un alto grado di biodiversità dell'area di studio.

- Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei Littorelletea uniflorae e/o degli Isoëto-Nanojuncetea (CORINE 3130)
- Fiumi mediterranei a flusso permanente con *Glaucium flavum* (CORINE 32.50)  
3280 Fiumi mediterranei a flusso permanente con il Paspalo- Agrostidion e con filari ripari di *Salix* e *Populus alba*
- Stagni temporanei mediterranei (CORINE 3170)
- Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici (CORINE 5330)
- Phrygane endemiche dell'Euphorbio-Verbascion (CORINE 5430)

- Percorsi substeppici di graminacee e piante annue di Thero-Brachipodietea (CORINE 62.20)
- Dehesas con Quercus spp. Sempreverde (CORINE 63.10)
- Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del Molinio-Holoschoenion (CORINE 6420)
- Foreste a galleria di Salix alba e Populus alba (CORINE 92A0)
- Gallerie e forteti ripariali meridionali (Nerio-Tamaricetea) (CORINE 92D0)
- Foreste di Olea e Ceratonia (CORINE 9320)
- Foreste di Quercus suber (CORINE 9330)
- Foreste di Quercus ilex (CORINE 9340)
- Acque dolci ferme (invasi di ritenuta di origine artificiale)(CORINE 22.f)
- Acque correnti (CORINE 24.1)
- Formazioni a sclerofille sempreverdi (CORINE 32)
- Zone agricole e altri ambienti di origine antropica (CORINE 8)
- Prati fortemente fertilizzati e trattati con erbicidi selettivi (CORINE 81)
- Coltivi (CORINE 82)
- Frutteti e piantagioni (CORINE 83)
- Linee di alberi, siepi, mosaici agricoli (CORINE 84)
- Giardini e orti (CORINE 85.3)
- Città, villaggi ed industrie (CORINE 86)

L'individuazione delle aree sensibili e dei possibili impatti scaturisce dall'analisi delle aree omogenee dal punto di vista ecologico. Questa analisi prende in considerazione diversi parametri:

- presenza di aree protette
- numero di specie presenti in senso assoluto (Classi Amphibia, Reptilia, Aves e Mammalia)
- numero di habitat inseriti nell'allegato I della Direttiva Habitat 92/43/CEE;
- numero di specie di vertebrati terrestri (esclusi Aves e Chiroptera) inseriti nell'allegato I della Direttiva Habitat 92/43/CEE
- numero di specie della Classe Aves inserite nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE
- Numero di specie inserite in una Lista Rossa a diversi livelli (Sardo, Nazionale, Europeo e Mondiale)

Trattandosi di infrastrutture lineari di trasporto il maggiore impatto indotto è quello della frammentazione del territorio che provoca isolamento delle popolazioni oltre a quello del rischio di collisioni ovviamente connesso alla sicurezza stradale.

Le conoscenze attuali sulla materia della mitigazione delle infrastrutture lineari di trasporto in favore della fauna selvatica permettono di avere un approccio che prenda in considerazione se non le singole specie, almeno dei gruppi sistematici affini per uso dell'ambiente, spostamenti diurni e notturni ed abbattimento delle barriere per evitare la frammentazione degli habitat e gli impatti con i mezzi di trasporto.

Segnaletica stradale, sottopassi stradali per anfibi o per piccoli mammiferi, tombini a sezione circolare per il deflusso di acque di ruscellamento, tombini scatolari per l'attraversamento di corpi idrici minori, sovrappassi o sottopassi specifici per grandi mammiferi, rettili ed anfibi, scatolari idraulici, passaggi specifici per specie protette, recinzioni intorno agli inviti di passaggio, sono strutture molto costose da progettare bene e da collocare nei punti nevralgici o a maggiore rischio, soprattutto in aree protette o

comunque riconosciute come particolarmente delicate per il mantenimento della Biodiversità.

La gestione della vegetazione in prossimità dell'asse stradale è un altro fondamentale parametro che diminuisce il rischio di mortalità soprattutto di uccelli dovuta ad impatti con autoveicoli.

## 2.5 RUMORE E VIBRAZIONI

### 2.5.1 Prescrizioni di legge

Per il controllo dei livelli sonori indotti nell'ambiente nella fase dei lavori di costruzione dell'intervento in oggetto, sono applicabili i seguenti dispositivi di legge:

- D.P.C.M. 01/03/1991 sui “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”;
- L. 447/95 “Legge Quadro sull'inquinamento acustico”;
- D.P.C.M. 14/11/1997 sulla “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore” a cui fa riferimento anche la Classificazione acustica del Comune di Roma;
- D.Lgs. 4 settembre 2002, n. 262: “Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto”.
- D.M.A. 24 luglio 2006 “Modifiche dell'allegato I – Parte b del decreto legislativo 4 settembre 2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno”.

In attesa dell'adempimento delle prescrizioni relative alla L. 447/95, per quanto concerne la fase di costruzione, risulta ovviamente applicabile il D.L. 262/02 e le successive modifiche, mentre per quanto riguarda il D.P.C.M. 1/3/1991 valgono le disposizioni in esso contenute all'art. 1 comma 4, vale a dire: "Le attività temporanee, quali cantieri edili, le manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico, qualora comportino l'impiego di macchinari ed impianti rumorosi, debbono essere autorizzate anche in deroga ai limiti del presente decreto (D.P.C.M. 1/3/91 N.d.R.) dal Sindaco il quale stabilisce opportune prescrizioni per limitare l'inquinamento acustico sentita la competente ASL".

Il D.L. 262/02 disciplina i valori di emissione acustica, le procedure di valutazione della conformità, la marcatura, la documentazione tecnica e la rilevazione dei dati sull'emissione sonora relativi alle macchine ed alle attrezzature destinate a funzionare all'aperto, al fine di tutelare sia la salute ed il benessere delle persone sia quello dell'ambiente.

Esso si applica alle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto individuate e definite all'articolo 2 e all'allegato I che, a decorrere dalla data di entrata in vigore del presente decreto (gennaio 2003), sono immesse in commercio o messe in servizio come unità complete per l'uso previsto.

Il D.L. 262/02 e s.m. stabilisce i limiti di potenza sonora dB(A) del rumore prodotto all'aperto dai macchinari di cantiere, dipendentemente dalla potenza netta installata (kW), dalla potenza elettrica (kW) e dalla massa (m) degli apparecchi come riassunto nella tabella seguente per alcuni macchinari significativi.

Tipo di macchina	Potenza netta installata P in kW. Potenza elettrica P <sub>el</sub> in kW. Massa dell'apparecchio m in Kg.	Livello ammesso di potenza sonora LWA in dB(A)/ 1 pW	
		Fase I a partire dal 3 gennaio 2003	Fase II a partire dal 3 gennaio 2006
Mezzi di compattazione (rulli vibranti, piastre vibranti, vibrocostipatori)	$P \leq 8$	108	105
	$8 < P \leq 70$	109	106
	$P > 70$	$89 + 11 \lg P$	$86 + 11 \lg P$
Apripista, pale caricatori e terne cingolate	$P \leq 55$	106	103
	$P > 55$	$87 + 11 \lg P$	$84 + 11 \lg P$
Carrelli elevatori, vibrofinitrici; dumper e gru mobili	$P \leq 55$	104	101
	$P > 55$	$85 + 11 \lg P$	$82 + 11 \lg P$
Escavatori, montacarichi per materiale da cantiere, argani	$P \leq 15$	96	93
	$P > 15$	$83 + 11 \lg P$	$80 + 11 \lg P$
Martelli demolitori tenuti a mano	$m \leq 15$	107	105
	$15 < m < 30$	$94 + 11 \lg m$	$92 + 11 \lg m$
	$m > 30$	$96 + 11 \lg m$	$94 + 11 \lg m$
Gru a torre		$98 + \lg P$	$96 + \lg P$
Gruppi elettrogeni e gruppi elettrogeni di saldatura	$P_{el} \leq 2$	$97 + \lg P_{el}$	$95 + \lg P_{el}$
	$2 < P_{el} < 10$	$98 + \lg P_{el}$	$96 + \lg P_{el}$
	$P_{el} > 10$	$97 + \lg P_{el}$	$95 + \lg P_{el}$
Motocompressori	$P \leq 15$	99	97
	$P > 15$	$97 + 2 \lg P$	$95 + 2 \lg P$

### 2.5.2 Caratterizzazione delle sorgenti sonore

A partire dal quadro informativo sulle aere di cantiere riportato all'inizio del presente volume e in coerenza con le ipotesi sostenute nella parte relativa alla valutazione degli impatti del fattore ambientale atmosfera, si è provveduto alla caratterizzazione acustica di ciascuna delle sorgenti puntuali (macchinari) e lineari (traffico dei mezzi d'opera) connesse alle attività previste presso i 3 cantieri principali considerati:

- TRONCO 1 cantiere al km 24,000;
- TRONCO 2 cantiere al Km 16,300;
- TRONCO 3 cantiere al Km 15,300;

definendo per ciascuna sorgente a maggiore rumorosità la potenza sonora emessa; i corrispondenti valori sono stati desunti da letteratura tecnica o dallo stesso data base fornito con il modello Mithra adottato per le simulazioni modellistiche (vedi per una descrizione del modello il volume QRA – Rumore e vibrazioni).

Si riporta di seguito l'elenco delle sorgenti sonore puntuali, con la relativa potenza sonora, previste nei cantieri principali e considerate nel modello di simulazione per la valutazione dell'impatto acustico indotto nei confronti dei ricettori prossimi alle aree di cantiere:

- Escavatore:  $L_w = 96,6$  dB(A)
- Pala meccanica:  $L_w = 102,1$  dB(A)
- Passaggio di macchine da cantiere (camion, autobotti, mezzi per il trasporto collettivo):  $L_w = 83,2$  dB(A)
- Compressore:  $L_w = 83,6$  dB(A)
- Autogru:  $L_w = 111,4$  dB(A)

Le 5 sorgenti puntuali sono state ubicate nella zona baricentrica delle aree di cantiere prese in esame ad un'altezza da terra pari a 1,5 m; si è inoltre considerato un funzionamento continuo e contemporaneo di tutte le sorgenti puntuali durante la giornata lavorativa che si estende anche nelle ore notturne.

Per quanto riguarda il volume di traffico dei mezzi d'opera afferenti ai cantieri considerati nel solo periodo diurno, si è fatto riferimento alle tabelle (vedi paragrafo 2.2.2 - Ipotesi calcolo) riportanti il flusso orario dei mezzi stimato dai siti di cava e ai siti di scarica; la velocità assunta per tali mezzi è stata di 50 km/h.

In particolare le arterie stradali (sorgenti lineari) inserite nelle simulazioni modellistiche hanno riguardato i tratti di strada percorsi dai mezzi d'opera in prossimità dei cantieri principali fino ad una distanza tale in cui presumibilmente si esaurisce il contributo della rumorosità indotta dalle sorgenti puntuali; si è voluto considerare in tal modo un areale intorno ai cantieri in cui gli effetti dell'emissione sonora congiunta delle sorgenti puntuali e di quelle lineari risultasse maggiore.

Le planimetrie delle 3 aree di cantiere oggetto delle simulazioni modellistiche con indicata l'ubicazione delle sorgenti considerate sono riportate nell'Appendice 4 del Volume QRA – Rumore e vibrazioni.

### 2.5.3 Livelli sonori indotti ai ricettori

I risultati (livelli di emissione) delle simulazioni effettuate nei tre cantieri considerati maggiormente significati ai fini di una valutazione dell'impatto acustico durante la realizzazione dell'opera sono riportati nell'Appendice 5 del Volume QRA – Rumore e vibrazioni.

Nella tabella sottostante si evidenziano solo i casi più critici riscontrati nelle zone di cantiere nel periodo diurno e nel periodo notturno, quest'ultimo caratterizzato dall'assenza di sorgenti lineari (mezzi d'opera) esterne all'area di cantiere.

Oltre al livello di emissione stimato nelle simulazioni (colonna 3), si riporta il livello del rumore residuo stimato a partire dai rilevamenti fonometrici effettuati (vedi Appendice 3 del Volume QRA – Rumore e vibrazioni) in prossimità delle aree in esame (colonna 2), il livello del rumore ambientale (colonna 4, somma del rumore residuo e del rumore indotto dalle sorgenti di cantiere) e i limiti di legge in base alla classe acustica individuata (colonna 5) (vedi anche la planimetria della Bozza di zonizzazione acustica).

Le aree di cantiere e la fascia di territorio immediatamente adiacente ad esse per i tre cantieri esaminati rientrano nella classe acustica III con valori limite di emissione pari a 55 dBA diurno e 45 dBA notturno e livelli limite assoluti di immissione pari a 60 dBA diurno e 50 dBA notturno.

RICETTORE Tronco e progressiva	RUMORE RESIDUO	RUMORE INDOTTO NELLA FASE DI CANTIERE (sorgenti puntuali e lineari)	RUMORE AMBIENTALE	Valori limite di emissione e di immissione vigenti nel periodo diurno
R 1 T1 Km 24	70	57,8	70,2	55/60
R 11 T1 Km 24	70	57,6	70,2	55/60
R12 T1 Km 24	50	54,2	55,6	55/60
R 1 T2 Km 16,3	53	64,3	64,6	55/60
R 3 T2 Km 16,3	55	55,9	58,4	55/60
R 24 T3 Km 15,3	52	62,6	62,9	55/60

**Livelli di rumore (in dBA) maggiormente critici stimati e calcolati in corrispondenza dei ricettori limitrofi le aree di cantiere e confronto con i limiti vigenti nel periodo diurno**

RICETTORE Tronco e cantiere	RUMORE RESIDUO	RUMORE INDOTTO NELLA FASE DI CANTIERE	RUMORE AMBIENTALE	Limiti di emissione e di immissione vigenti nel
-----------------------------------	-------------------	--	----------------------	--

		(solo sorgenti puntuali)		periodo notturno
R 1 T1 Km 24	68	51,9	68,1	45/50
R 11 T1 Km 24	68	55,6	68,2	45/50
R12 T1 Km 24	48	53,6	54,6	45/50
R 2 T2 Km 16,3	50	43,5	50,8	45/50
R 3 T2 Km 16,3	52	55,1	56,8	45/50
R 24 T3 Km 15,3	49	62,3	62,5	45/50

**Livelli di rumore (in dBA) maggiormente critici stimati e calcolati in corrispondenza dei ricettori limitrofi le aree di cantiere e confronto con i limiti vigenti nel periodo notturno**

In base ai risultati delle tabelle sopra riportate e rappresentativi delle situazioni maggiormente impattanti emerse in prossimità dei ricettori limitrofi le aree e la viabilità di cantiere considerate, si possono esprimere le seguenti considerazioni conclusive:

- in prossimità delle aree/ricettori immediatamente limitrofe la viabilità principale (strada statale esistente) si riscontra un preesistente superamento dei limiti riferiti alla classe acustica III; allontanandosi dalla statale si riscontra invece un progressivo generale rispetto dei limiti della classe III;
- per quanto riguarda i livelli di emissione stimati in corrispondenza dei ricettori connessi alle lavorazioni di cantiere sia per il periodo diurno sia per quello notturno si riscontra nelle situazioni più critiche esaminate un generale superamento dei valori limiti (55 dBA diurno e 45 dBA notturno) senza mai superare i 65 dBA;
- si sottolinea come i ricettori R1, R11 e R12 limitrofi al cantiere del tronco 1 posto al km 24 del tracciato di progetto, attualmente costituiscono dei fabbricati agricoli non stabilmente abitati il che ridimensiona l'impatto arrecato dal limitrofo cantiere previsto; stesso discorso vale per i ricettori R1, R2 e R3 limitrofi al cantiere del tronco 2 posto al km 16,3;
- per quanto riguarda il cantiere del tronco 3 posto al km 15,3 si rilevano i maggiori impatti dal momento che soprattutto a nord e ad est di questo sorgono degli edifici stabilmente abitati (di cui il ricettore R24 è rappresentativo) a poca distanza dall'area di cantiere e peraltro ubicati in posizione rialzata rispetto ad esso con conseguente difficoltà a poter efficacemente intervenire mediante barriere antirumore (ponendole ad esempio sul perimetro del cantiere).

Per quanto riguarda i cantieri operativi, che non sono stati oggetto nel presente studio di simulazioni modellistiche, si prevedono anche in questo caso impatti di una certa significatività in prossimità dei ricettori e delle aree maggiormente abitate che sorgono adiacentemente il tracciato di progetto, ma a differenza dei cantieri principali, la rumorosità connessa ai lavori del fronte di avanzamento della strada saranno limitati a pochi giorni ridimensionando in parte il disturbo arrecato.

Le valutazioni fin qui effettuate scaturiscono da plausibili ipotesi di cantierizzazione

formulate sulla base dei dati forniti dal progettista inerenti la fase preliminare del progetto; risulta quindi sicuramente opportuno nel momento in cui si raggiungerà un livello di maggiore dettaglio nell'ambito delle previste attività di cantiere (nelle fasi più avanzate della progettazione) eseguire un dettagliato studio di impatto da rumore per verificare/aggiornare i risultati e le considerazioni riportate nel presente studio.

Di seguito si riportano ugualmente delle indicazioni in merito ad alcune misure mitigatrici che potranno essere adottate nella fase di cantierizzazione dell'opera.

#### **2.5.4 Misure di mitigazione**

Durante la fase di cantiere, al fine di limitare la rumorosità connessa alle lavorazioni maggiormente critiche previste sia nei cantieri principali sia in quelli operativi per quanto riguarda l'impatto sul fattore ambientale rumore, sarebbe raccomandabile, in particolare nelle ore notturne in cui si prevedono attività e in cui i livelli limiti risultano maggiormente restrittivi:

- utilizzare per quanto possibile macchinari a bassa emissione sonora e comunque con caratteristiche acustiche conformi alla normativa nazionale vigente;
- limitare il funzionamento continuo e contemporaneo dei macchinari maggiormente rumorosi e comunque nell'area del sedime di cantiere più vicina ai ricettori;
- prevedere schermature acustiche mobili fonoassorbenti intorno ai punti di lavorazione puntuali a maggiore rumorosità;
- predisporre nelle fasi maggiormente critiche un'opportuna campagna di monitoraggio al fine di poter prontamente intervenire in occasione di situazioni di forte impatto.

Si rammenta comunque come le ipotesi sostenute nella presente valutazione d'impatto acustico nelle aree di cantiere si possono ritenere conservative in quanto riferite a scenari di lavorazione maggiormente critici (contemporaneità di funzionamento di macchinari ad alta rumorosità all'interno della stessa area, massima emissione e durata temporale continuativa di tali operazioni nell'arco della giornata lavorativa).

Infine, oltre alle raccomandazioni elencate sarebbe opportuno, a seguito dei risultati ottenuti e alla presenza di ricettori sensibili all'impatto acustico (vedi in particolare il tronco 3 cantiere posto al km 15,3), come prevede la stessa normativa nazionale e regionale in merito, prima dell'inizio dei lavori richiedere al Sindaco del Comune di competenza, un'autorizzazione in deroga per il superamento dei limiti di legge; tale richiesta dovrebbe riguardare un periodo temporale limitato a pochi giorni per i cantieri operativi su fronte di avanzamento lavori in corrispondenza di più ricettori sensibili, mentre dovrebbe essere esteso a tutta la durata dei lavori (18 mesi) per i cantieri principali risultati più impattanti.

## **2.6 PAESAGGIO**

La realizzazione della nuova arteria stradale andrà ad intercettare i diversi ecosistemi in precedenza individuati (vedi Vol 10 - Relazione Tecnica).

La fase di ricerca ed analisi delle interazioni opera/ambiente è stata svolta mediante l'individuazione di una serie di indicatori ambientali.

L'adozione di una serie di indicatori ha lo scopo di consentire una valutazione degli impatti e di offrire concreti elementi di riferimento (nella fattispecie parametri numerici) per la quantificazione degli impatti a carico dei diversi fattori ambientali. Tale metodologia inoltre ha contribuito all'individuazione delle diverse misure mitigatrici di impatto.

La metodologia è basata sui seguenti passaggi:

1. individuazione di una serie di indicatori per ciascuna delle componenti significativamente interferite;
2. apprezzamento/stima della magnitudine dei vari impatti, mediante il calcolo di una serie di macro indicatori ambientali ed elaborazione di apposite schede descrittive.

La descrizione e la “valorizzazione” degli indicatori precedentemente elencati sono state condotte mediante la compilazione di schede di valutazione comparative per ognuno dei sopracitati indicatori (vedi Vol 4 - Relazione Tecnica del Quadro di Riferimento Ambientale parte Generale).

Dall'analisi dei indicatori e delle relative schede di valutazione è emerso che l'opera risulta compatibile con le prescrizioni della Piano Paesaggistico Regionale e non interferisce con vincoli ostativi alla realizzazione del progetto stesso.

Nei confronti del paesaggio si prevedono tuttavia impatti significativi dovuti, in primo luogo, alle dimensioni geometriche dell'opera. A tal fine si possono prevedere le seguenti misure:

- impianto di un esteso arredo vegetazionale lungo il tracciato allo scopo di ricostituire, per quanto permesso dall'ingombro geometrico dei manufatti, la continuità vegetazionale e cromatica dei siti attraversati attraverso interventi di mimesi e di arredo dei manufatti;
- rinverdimento del rilevato stradale, realizzate mediante inerbimento ed impianto di essenze arbustive ed arboree.

Specifica attenzione dovrà essere dedicata, infine, all'inserimento paesaggistico delle opere volte al contenimento del rumore lungo il previsto tracciato. Si privilegerà, anche per sostanziali vantaggi economici, l'utilizzo di manti fonoassorbenti riservando l'utilizzo di barriere acustiche ai casi in cui le verifiche condotte mediante modello di simulazione ne evidenzierà l'adozione.

Per dette barriere, inoltre, si adotterà un assortimento di materiali trasparenti e di pannelli in legno, eventualmente tinteggiabili, ricercando la maggiore possibile armonizzazione con il contesto cromatico circostante.

Adeguati schermi vegetazionali (siepi a ridosso dei pannelli) completeranno la mimesi e l'inserimento paesaggistico delle barriere acustiche.

Si può infine rilevare che l'impatto visuale prodotto dai nuovi viadotti potrebbe essere mitigato collocando, lungo tutto lo sviluppo delle travi degli impalcati, delle carenature in alluminio o altro materiale leggero che consentano la completa schermatura delle travi, del guardrail e delle ringhiere con conseguente percezione di un unico elemento che conferirà alla struttura una maggiore eleganza. Le carenature da utilizzare di colore pastello, saranno di volta in volta tali da garantire la perfetta armonizzazione con il paesaggio circostante.

## **2.7 UOMO – BENI MATERIALI – SALUTE PUBBLICA – SOCIOECONOMIA – RADIAZIONI IONIZZANTI**

Relativamente alla emissione di radiazioni ionizzanti, attraverso le analisi fatte non sono stati previsti scenari di significativa importanza.

### 3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Dlgs n° 163 del 12/04/2006

D.M n° 554 del 21/12/1999

Dlgs n° 81 del 09/04/2008

#### 4. ALLEGATI

Planimetria delle opere di cantierizzazione – percorso mezzi d’opera – Tav. da 1 a 9 (scala 1:10.000).