

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

# Impianto di San Giacomo III Installazione di un nuovo gruppo di pompaggio Comune di Fano Adriano (TE)

## Progetto Definitivo per autorizzazione **STUDIO PREVISIONALE DI DISPERSIONE DELLE POLVERI**

File: GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.099.00 Studio previsionale di dispersione delle polveri.docx

00	03/11/2022	<i>Prima Emissione</i>	G.R.A.I.A. SRL	F. Maugliani C. Piccinin	A. Balestra
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
<b>GRE VALIDATION</b>					
			P. VIGANONI		
COLLABORATORS			VERIFIED BY		VALIDATED BY
PROJECT / PLANT		GRE CODE			
SAN GIACOMO III		GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER
		COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM
		PROGRESSIVE	REVISION		
		<b>GRE</b>	<b>EEC</b>	<b>D</b>	<b>9 9 I T H 1 7 1 7 0 0 0 0 9 9 0 0</b>
CLASSIFICATION PUBLIC			UTILIZATION SCOPE PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE		
<p><i>This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.</i></p>					

00	03/11/2022	G.R.A.I.A. SRL	MFr/Bal
<b>Versione</b>	<b>Data</b>	<b>Redatto</b>	<b>Verificato</b>

**Lombardi SA** Ingegneri Consulenti  
Via del Tiglio 2, C.P. 934, CH-6512 Bellinzona-Giubiasco  
Telefono +41(0)91 735 31 00  
www.lombardi.group, info@lombardi.group

## INDICE

1.	PREMESSA	2
1.1	Contesto generale e scopo del lavoro	2
1.2	Documenti analizzati	2
1.3	Premessa	2
2.	DESCRIZIONE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO	4
2.1	Qualità dell'aria nell'area oggetto di studio	5
3.	INQUADRAMENTO PROGETTUALE	8
3.1	Descrizione delle attività nella fase di cantiere	9
3.2	Organizzazione dei diversi fronti	16
3.3	Modalità di scavo in sotterraneo	17
3.4	Organizzazione e logistica del cantiere	19
4.	VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA DISPERSIONE DELLE POLVERI	25
4.1	Caratteristiche delle sorgenti emissive	25
4.2	Stima e valutazione delle emissioni di polveri in atmosfera	27
5.	CONCLUSIONI	30

## **1. PREMESSA**

### **1.1 Contesto generale e scopo del lavoro**

Enel SpA – HGT Design & Execution, ha affidato a Lombardi SA l'incarico professionale di ingegneria per la Progettazione Definitiva per Autorizzazione relativa ad un intervento di potenziamento in pompaggio dell'impianto idroelettrico di San Giacomo di proprietà di Enel Produzione SpA, in Comune di Fano Adriano (TE), mediante l'inserimento di un nuovo gruppo pompa.

L'impianto di San Giacomo, realizzato negli anni '50 e non oggetto di interventi, è stato ampliato negli anni '90 con una nuova centrale in caverna dotata di derivazione indipendente e denominata centrale di San Giacomo II. Questa, che deriva sempre dal serbatoio di Provvidenza restituendo nel serbatoio di Piaganini, è dotata di due gruppi di produzione: 1 turbina Pelton (Gr. 6) da 282.48 MW ed un gruppo Francis di tipo reversibile (Gr.7) da 56.30 MW: la capacità di pompaggio attuale è circa del 15% rispetto alla capacità in generazione.

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di una nuova caverna di Centrale contenente un nuovo gruppo pompa, collegato a monte al pozzo forzato di San Giacomo II ed a valle con una nuova galleria forzata direttamente al serbatoio di Piaganini.

Il nuovo ampliamento d'impianto denominato San Giacomo III consente l'incremento della potenza in pompaggio tra i due serbatoi. L'idea del potenziamento nasce per iniziativa delle strutture Tecniche di Enel Green Power con lo scopo di sfruttare al meglio la risorsa idrica disponibile, adeguandone l'utilizzo alle nuove esigenze di regolazione e servizi ancillari di rete.

L'obiettivo della presente relazione è la valutazione preliminare della dispersione delle polveri generate nella fase costruttiva delle opere in progetto, considerando la tipologia di attività previste e di materiale inerte oggetto di scavo, nonché la gestione dei cantieri e la loro dislocazione sul territorio rispetto ai recettori individuati.

### **1.2 Documenti analizzati**

Per la redazione della presente relazione è stato fatto riferimento ai documenti facenti parte della documentazione d'incarico ricevuta da Enel GP nella dataroom di progetto, alla documentazione del progetto definitivo per cui tale studio viene redatto, nonché alle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" (ARPAT, 2010) e all'AP-42 Compilation of Air Pollutant Emissions Factors dell'US-EPA.

### **1.3 Premessa**

La relazione illustra sinteticamente gli elementi progettuali e individua le componenti di interesse per lo studio della dispersione delle polveri nel territorio circostante ai siti di intervento, al fine di individuare

eventuali criticità e possibili misure di mitigazione con lo scopo di contenere e/o evitare l'insorgenza di effetti sullo stato di qualità dell'aria locale.

Le valutazioni sono condotte applicando i metodi di stima proposti nelle linee guida redatte da ARPA Toscana sulla base dei riferimenti a valenza internazionale definiti dall'Agenzia statunitense per la protezione dell'ambiente (US EPA). La fase di esercizio dell'opera non è considerata nello studio, in quanto di per sé non comporta la presenza di fonti emissive di particolato. Per quanto concerne la fase di cantiere, le operazioni principali considerate nello studio sono riportate di seguito, per ciascuna si indicano i riferimenti all'AP-42 dell'US-EPA:

- scotico del materiale superficiale e scavi all'aperto (AP-42 13.2.3 *Heavy construction operation*);
- formazione e stoccaggio di cumuli (AP-42 13.2.4 *Aggregate Handling And Storage Piles*);
- erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5 *Industrial Wind Erosion*);
- estrazione con perforazione (11.19.2 *Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing*);
- transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2 *Unpaved Roads*).

Nella trattazione è riportato il codice identificativo delle attività considerate come sorgenti delle emissioni, denominato SCC (*Source Classification Code*) e riconducibile al sistema FIRE (*The Factor Information REtrieval data system*, database dei fattori di emissione stimati e raccomandati dall'US-EPA) e per tutte le lavorazioni le stime sono ricondotte all'unità oraria considerando un livello di attività media sul periodo di lavoro.

Non è considerata la componente emissiva associata alle attività di scavo svolte in sotterraneo con tecnica convenzionale, in quanto ritenuta non significativa per l'istantaneità dell'operazione (2 volte/giorno) e per la presenza di impianti di ventilazione con filtrazione all'interno delle gallerie, che saranno installati al fine di mantenere salubre l'ambiente di lavoro e garantiranno l'abbattimento dell'inquinante.

Le stime delle emissioni imputabili alle lavorazioni sono confrontate, infine, con valori soglia assumibili a riferimento per valutare gli effetti in termini di concentrazioni delle polveri al suolo.

## 2. DESCRIZIONE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO

L'invaso di Piaganini e la centrale idroelettrica di San Giacomo sono localizzati in regione Abruzzo, provincia di Teramo. L'invaso è ubicato nei comuni di Crognaleto e Fano Adriano, mentre la centrale di San Giacomo si trova in comune di Pietracamela.

La centrale di San Giacomo fa parte degli impianti che utilizzano a scopo idroelettrico le acque del bacino imbrifero del Vomano. Questo corso d'acqua nasce alle pendici del Monte San Franco nel Parco Nazionale del Gran Sasso e sfocia nel Mar Adriatico nei pressi di Roseto degli Abruzzi per una lunghezza complessiva di circa 76 km. Tra i suoi affluenti nell'area di interesse si ricordano il rio Fucino, il rio Arno e il torrente Mavone.

Per la realizzazione dei nuovi impianti il progetto prevede di intervenire in quattro aree diverse localizzate a monte e a valle rispetto alle opere esistenti. Due in corrispondenza dell'attuale pozzo piezometrico di monte e due a valle, sul lago di Piaganini.

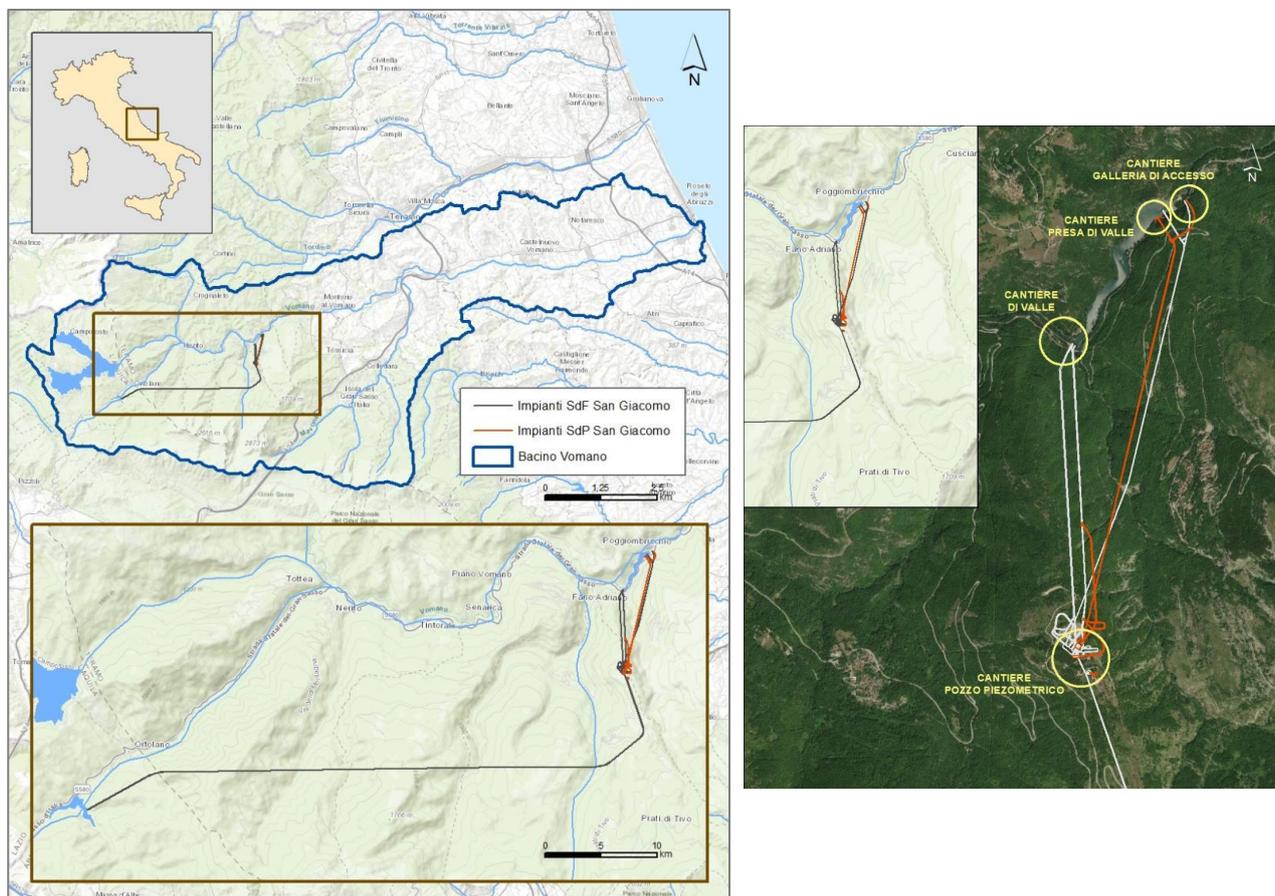


Figura 1: Inquadramento territoriale dell'area interessata dal progetto - Impianto di San Giacomo III

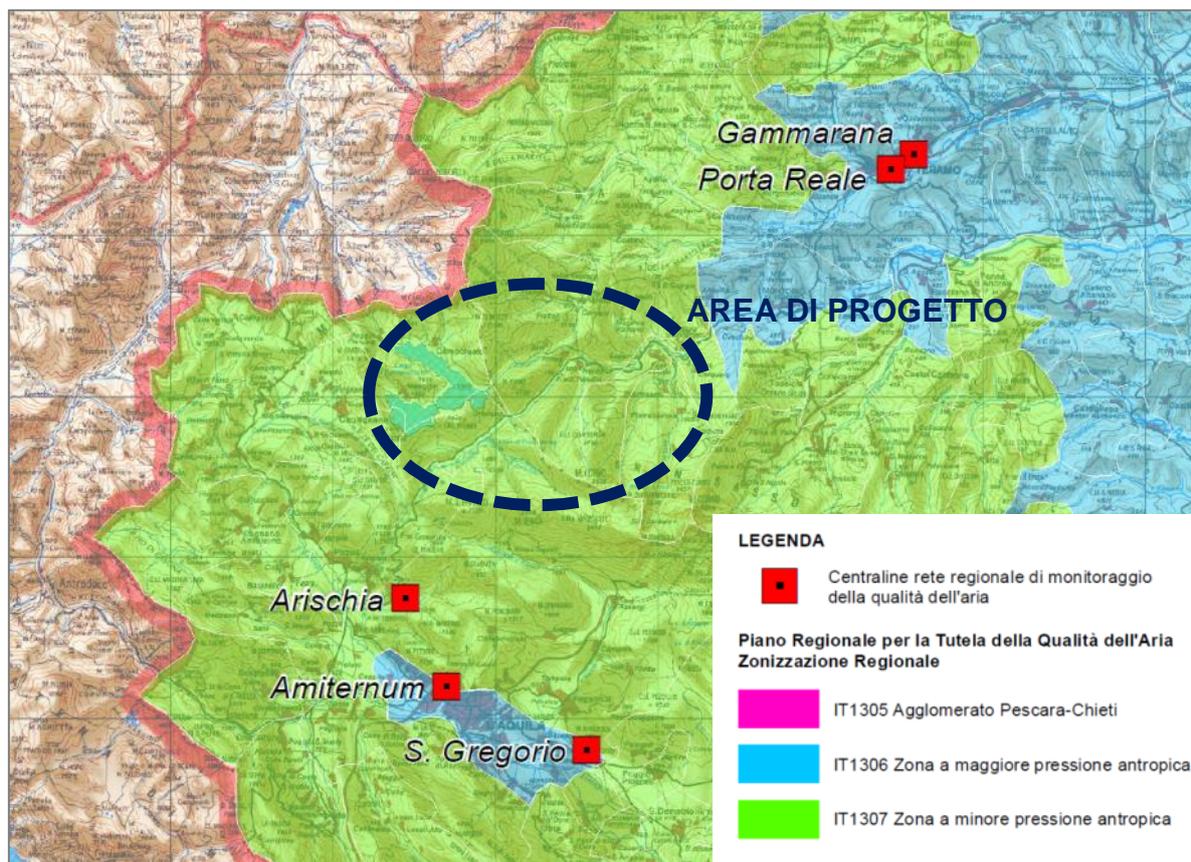
La viabilità che verrà utilizzata è costituita da tre tipi fondamentali di strade: le piste di cantiere, realizzate specificatamente per l'accesso o la circolazione dei mezzi impiegati nei lavori, la viabilità ordinaria di interesse locale, e la viabilità extraurbana. Il tracciato, lungo il suo sviluppo, si snoda all'interno di un territorio mediamente infrastrutturato, con un livello medio di interferenza tra il traffico generato a seguito della movimentazione dei materiali e la viabilità locale. Gli accessi alle aree di cantiere sono per lo più

possibili attraverso strade pubbliche. In particolare, nella zona del lago di Piaganini si può accedere attraverso la Strada Statale 80. L'accesso al portale della nuova galleria idraulica va ricavato ampliando e completando una pista in fregio al lago di Piaganini.

## **2.1 Qualità dell'aria nell'area oggetto di studio**

La normativa nazionale di riferimento per la pianificazione regionale in merito alla gestione della qualità dell'aria è rappresentata dal D.Lgs. n. 155/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", modificato con D.Lgs. n. 250/2012, DM 05 maggio 2015 e DM 26 gennaio 2017. Essa regolamenta le concentrazioni in aria ambiente degli inquinanti: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO), particolato (PM10 e PM2.5), piombo (Pb), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), oltre alle concentrazioni di ozono (O<sub>3</sub>) e ai livelli nel particolato PM<sub>10</sub> di alcuni parametri, quali cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As), e Benzo(a)pirene (BaP).

L'Arta gestisce la rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria in base alle previsioni della D.G.R. n. 708 del 15/11/2016. La rete è il frutto di un processo di valutazione svolto dall'Arta per conto della Regione Abruzzo che, dalle direttive contenute nel "Piano regionale per la tutela della qualità dell'aria 2007", tiene conto di tutte le norme di riferimento ed è pienamente rispondente a tutti gli standard, in particolare quelli contenuti nel D. Lgs. 155/2010. Oltre al monitoraggio con stazioni fisse l'Arta effettua campagne di monitoraggio con il proprio laboratorio mobile: le campagne possono essere eseguite di iniziativa, su richiesta di amministrazioni o a seguito di eventi anomali. Nella figura seguente è indicata la localizzazione delle stazioni di monitoraggio più vicine all'area interessata dal progetto. Secondo la zonizzazione del territorio attuata definita da Regione Abruzzo con la D.G.R. 1030/2015, le aree di progetto ricadono nell'agglomerato IT1307, Zona a minore pressione antropica.



**Figura 2:** Rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria e zonizzazione del Piano Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria – Allegato 1

Il parametro di interesse per le valutazioni di seguito condotte è rappresentato dal particolato PM10 (frazione di particelle raccolte con un sistema di selezione avente efficienza stabilita dalla norma UNI EN12341/2001 e pari al 50% per il diametro aerodinamico di 10  $\mu\text{m}$ ), per il quale la normativa di riferimento stabilisce i limiti per la protezione della salute umana:

- limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superarsi per più di 35 giorni all'anno;
- limite annuale di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , quale valore medio annuo.

I risultati delle indagini condotte nell'anno 2021, così come nel triennio precedente, evidenziano per il parametro di interesse il rispetto dei valori limite per la protezione della salute. Per l'anno 2021 la media annuale giornaliera di polveri sottili (PM10), nella regione Abruzzo non ha mai raggiunto il valore di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in nessuna postazione di misurazione. Neanche il limite di 35 superamenti annui del valore di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  è stato mai raggiunto in nessuna centralina della regione.

La stazione più vicina all'area di interesse presso la quale è monitorato il PM10 è quella denominata Amiternum (stazione di fondo in zona a maggior pressione antropica), nell'anno 2021 essa ha registrato 8 superamenti del limite giornaliero, con un valore medio annuo di 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Si sottolinea che questo punto di monitoraggio descrive lo stato di qualità dell'aria in corrispondenza di un territorio maggiormente interferito dalle attività antropiche rispetto all'area oggetto di studio come descritto dalla zonizzazione regionale.

Si può ritenere che lo stato di qualità dell'aria sul territorio regionale sia buono e non si evidenzino criticità nemmeno per le aree a più alta densità abitativa e di traffico, come è testimoniato dai risultati ottenuti relativamente anche agli altri inquinanti.

Si può, quindi, concludere che anche nell'area di studio non vi siano criticità per quanto concerne la concentrazione delle polveri in atmosfera, dato il basso grado di urbanizzazione del territorio in esame.

### 3. INQUADRAMENTO PROGETTUALE

L'intervento in progetto prevede il potenziamento in pompaggio dell'impianto di generazione esistente (per complessivi  $P=60,6$  MW,  $Q=8,29$  m<sup>3</sup>/s) con l'aggiunta di una nuova pompa così caratterizzata:

- Portata pompata pari a 33,47 m<sup>3</sup>/s; potenza assorbita: 297,3 MW

La potenza elettrica installata complessiva è di circa 310 MVA (potenza trasformatore esistente).

Lo schema progettuale è stato sviluppato cercando di minimizzare l'impatto ambientale e preservando, per quanto possibile, le strutture esistenti.

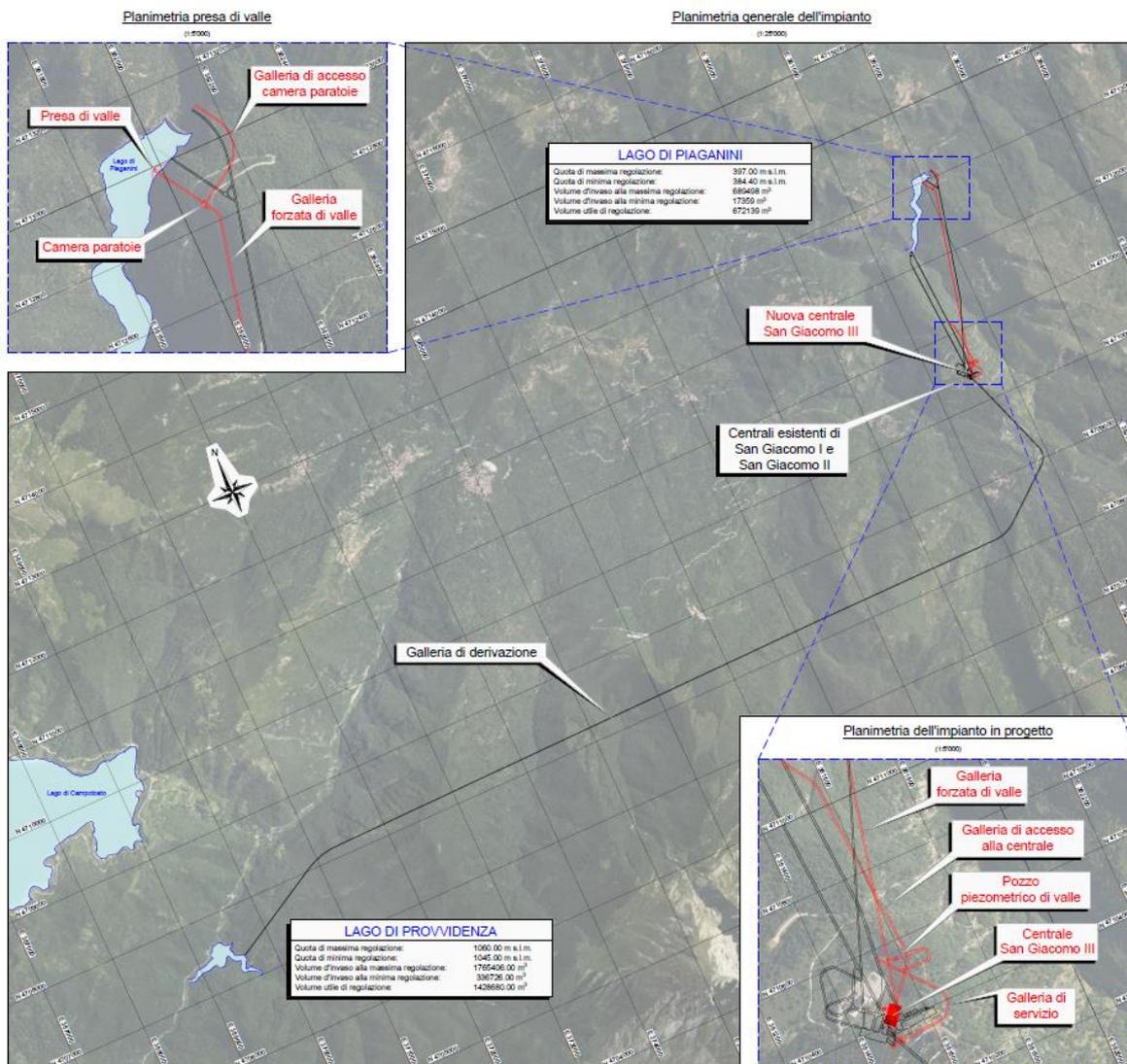


Figura 3: Estratto dall'elaborato GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.031.00 stato di progetto: Corografia e planimetria

La soluzione individuata ed idraulicamente verificata prevede:

- realizzazione di una nuova caverna sotto le caverne esistenti in cui installare la nuova pompa, dotata di galleria di accesso carrabile e galleria di via di fuga;
- connessione alla condotta forzate esistente di San Giacomo II;

- modifiche al pozzo piezometrico di monte finalizzate ad un aumento del volume disponibile;
- costruzione di una nuova galleria d'adduzione di valle e relativo nuovo pozzo piezometrico;
- costruzione di una nuova opera di restituzione/presa nel serbatoio di Piaganini, con camera paratoie in sotterraneo;
- connessione all'esistente trasformatore da 310 MVA, con commutazione rispetto al Gr. 7 Pelton.

### 3.1 Descrizione delle attività nella fase di cantiere

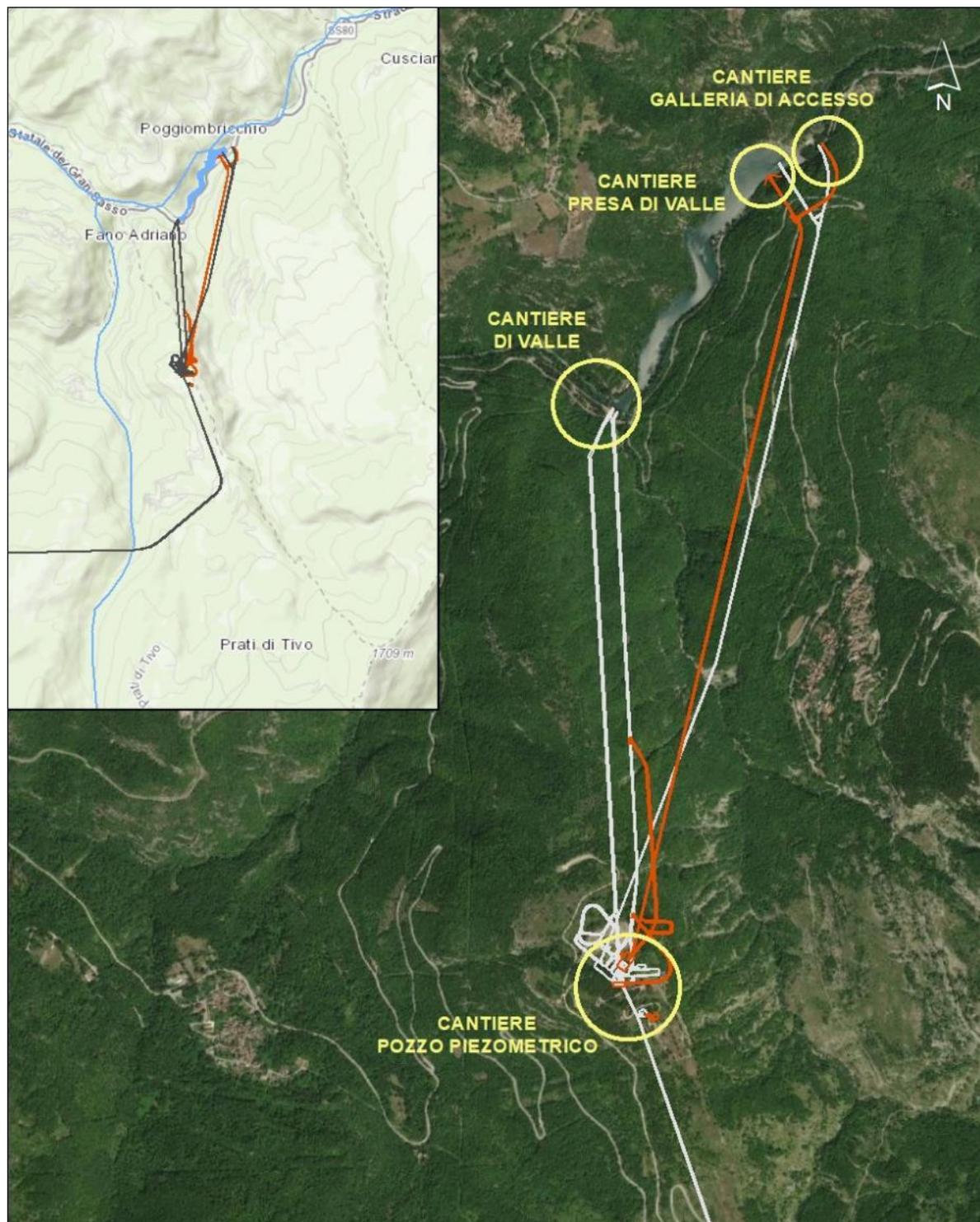
Il cantiere si colloca in un'area montana ai piedi del Gran Sasso d'Italia, a una distanza di circa 20 km dalla città di Teramo, in un contesto non particolarmente disagiata o impervio, con infrastrutture esistenti idonee ma spazi per le lavorazioni che sono da ricavare oculatamente. Le superfici utili delle aree sono state definite in funzione delle lavorazioni previste e dei quantitativi dei materiali che verranno impiegati per la realizzazione delle opere, come riportato nella **Figura 4**.

La centrale che ospiterà il nuovo gruppo pompa sarà realizzata completamente in sotterraneo. Sarà altresì realizzato lo stacco dal pozzo forzato mediante una camera tecnica che consentirà un collegamento idraulico adeguato alla nuova macchina, mediante una condotta dedicata. Dal punto di vista dell'accesso alla caverna, esso sarà realizzato con un tratto dedicato di galleria carrabile che parte all'interno della galleria esistente e che consente l'accesso alla caverna dell'impianto di San Giacomo. Il collegamento tra la caverna per il nuovo gruppo pompa e l'invaso di valle sarà realizzato mediante una galleria forzata idraulica dedicata, che terminerà nella presa di valle.

Nella zona del pozzo piezometrico esistente saranno eseguiti dei lavori di adeguamento del pozzo stesso, in relazione alle maggiori sollecitazioni di progetto, soprattutto in occasione della modifica del profilo di produzione (da generazione a pompaggio e viceversa) e dei transitori. In particolare, sarà eseguita una copertura della luce dell'attuale pozzo piezometrico che verrà allungato ed innalzato mediante la realizzazione di un tratto obliquo ed una camera corticale rispetto al piano campagna. Sono inoltre previsti dei lavori sotterranei per la presa in carico del pozzo forzato con l'infrastruttura di aspirazione del gruppo pompa di nuova installazione. Le aree di cantiere individuate, procedendo da monte verso valle, sono le seguenti:

- Area di lavoro in prossimità del **pozzo piezometrico (CP)** per l'adeguamento del pozzo piezometrico a servizio dell'impianto reversibile, con riferimento ai lavori in superficie. Esso, oltre alla presenza di una baracca di appoggio e al transito e alla manovra dei macchinari e al loro stazionamento, potrà essere utilizzato, in aree contermini, per lo stoccaggio temporaneo delle attrezzature di lavoro, e dei materiali.
- Cantiere sotterraneo, in **caverna e tratti in galleria pertinenti (CC)**, per lo scavo della galleria di accesso alla nuova caverna e della nuova caverna stessa. Esso sarà dotato di:
  - area delle baracche, ubicata all'entrata del cantiere. Tale area sarà adibita ad ospitare i baraccamenti ad uso ufficio dell'Impresa Costruttrice e della Direzione Lavori, gli spogliatoi ed i servizi igienici. L'area disponibile è di circa 250 m<sup>2</sup>;

- aree per stoccaggio e deposito temporaneo di materiali ed attrezzature; l'area disponibile all'uscita del portale della galleria esistente è di circa 400 m<sup>2</sup>;
- aree di lavoro varie, secondo la disponibilità temporale delle stesse, anche in aree contermini, da utilizzarsi anche per deposito temporaneo di materiale.
- Area di lavoro in prossimità della **diga e della presa di valle (CD)**, a cui si accede facilmente dalla strada che costeggia il lago e che può ricavare, proprio in fregio al lago, un piazzale di accesso per i lavori di scavo. Da questa zona inizierà lo scavo della galleria idraulica. L'area scelta si trova immediatamente a valle della diga di Piaganini, dove al piede è disponibile un'area ampia. Qui verrà installato l'impianto di frantumazione. La previsione di trattamento del materiale è pari a circa 60.000 m<sup>3</sup>, ossia:
  - circa **30`000 m<sup>3</sup>** di materiale potrà essere riutilizzato nelle aree di cantiere durante i lavori, al fine di rendere le aree idonee ad ospitare le installazioni, ed a fine lavori nell'ambito del reinserimento ambientale delle aree stesse, sia a valle della diga di Piaganini, sia nelle altre zone di cantiere.
  - circa **60`000 m<sup>3</sup>** potrà essere utilizzato per la produzione di inerti per calcestruzzo.



**Figura 4:** Zone di intervento previste

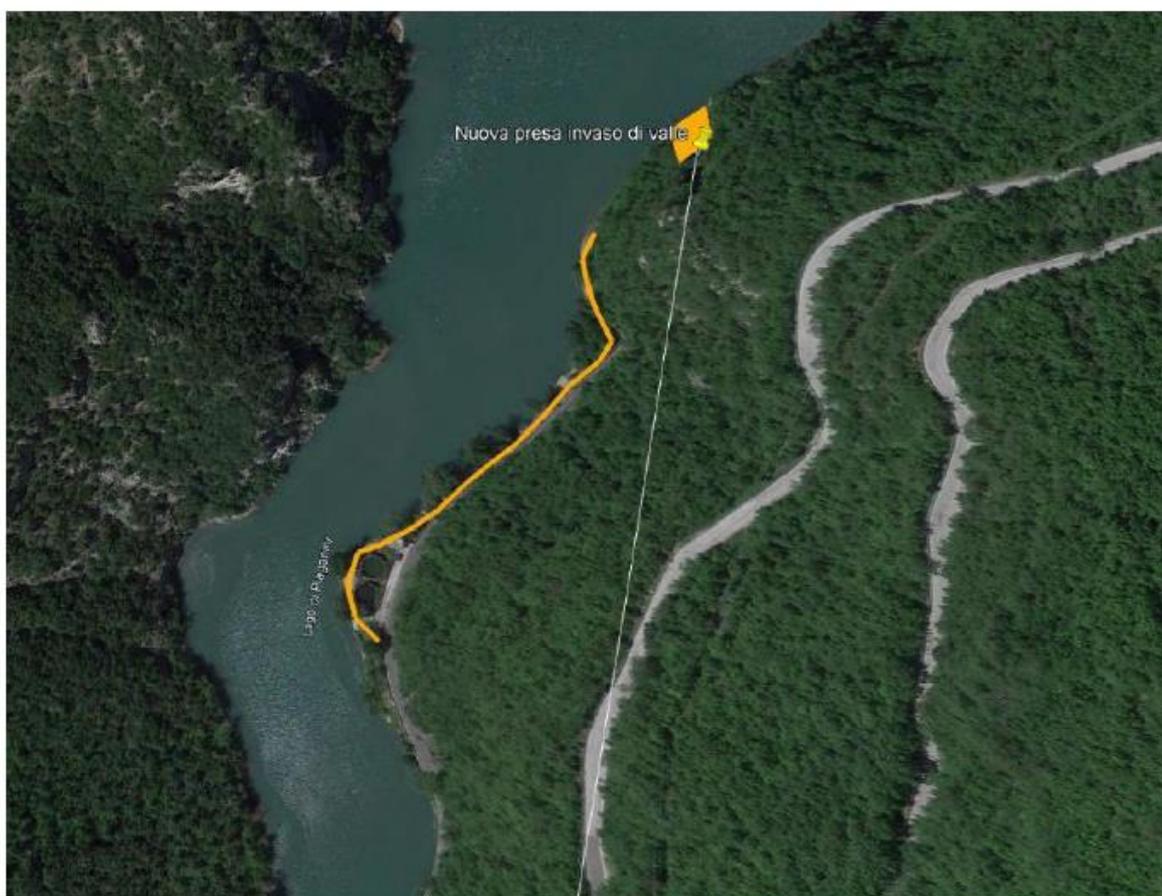
Un aspetto fondamentale del progetto di cantierizzazione dell'opera consiste nello studio della viabilità che verrà utilizzata dai mezzi coinvolti nei lavori. La viabilità che verrà utilizzata è costituita da tre tipi fondamentali di strade: le piste di cantiere, realizzate specificatamente per l'accesso o la circolazione dei mezzi impiegati nei lavori, la viabilità ordinaria di interesse locale, e la viabilità extraurbana. La scelta delle

strade da utilizzare per la movimentazione dei materiali, dei mezzi e del personale è stata effettuata sulla base delle seguenti necessità:

- minimizzazione della lunghezza dei percorsi lungo viabilità congestionate;
- minimizzazione delle interferenze con aree a destinazione d'uso residenziale;
- scelta dei percorsi più rapidi per il collegamento tra cantieri, aree di lavoro e siti di approvvigionamento dei materiali da costruzione e di conferimento dei materiali di risulta.

Il tracciato, lungo il suo sviluppo, si snoda all'interno di un territorio mediamente infrastrutturato, con un livello medio di interferenza tra il traffico generato a seguito della movimentazione dei materiali e la viabilità locale.

Gli accessi alle aree di cantiere sono per lo più possibili attraverso strade pubbliche. In particolare, nella zona del lago di Piaganini si può accedere attraverso la Strada Statale 80. L'accesso al portale della nuova galleria idraulica va ricavato ampliando e completando una pista in fregio al lago di Piaganini.



**Figura 5:** Pista esistente lungo l'invaso di Piaganini, dalla SS 80

Tale pista si diparte proprio dalla Strada Statale all'altezza di due vasche di decantazione esistenti in destra idrografica. La pista, in parte asfaltata, gira attorno alle vasche stesse e costeggia l'invaso.

La larghezza della pista va via via diminuendo fino a costituire di fatto un tracciolino. Tale pista ha una lunghezza di circa 250 metri e una larghezza variabile da 4 a 2,5 metri circa. L'ultimo tratto andrà sistemato

con materiale estratto dagli scavi della nuova galleria di accesso. Come si dirà anche nel seguito, lo scavo del tratto di galleria di accesso alla nuova caverna è la prima attività che va eseguita anche al fine di rendere disponibile materiale utile per la sistemazione ed il completamento della pista di accesso al portale di valle della nuova galleria idraulica. Il completamento della pista riguarda un tratto lungo l'invaso della lunghezza di poco inferiore a 100 metri. Il taglio piante che risulta necessario rispetto all'adeguamento ed al completamento della pista risulta piuttosto circoscritto e non riguarda esemplari di pregio.

Al termine della pista sarà realizzato un piazzale per la logistica di accesso alla nuova galleria idraulica, che sarà scavata da valle verso monte e che rappresenta l'attività temporalmente più estesa dell'intervento. Il materiale di scavo utilizzato per la sistemazione della pista e la realizzazione del piazzale è stimato in circa 3.000 m<sup>3</sup> di materiale estratto. L'infrastruttura andrà inoltre ricaricata durante il corso del cantiere. All'area di lavoro nei pressi del pozzo piezometrico, ad essa si può accedere grazie alla strada provinciale 43 senza particolari problematiche. La gestione interna di questo fronte di cantiere, con piste interne e aree di deposito e manovra, dovrà tenere conto di eventuali sottoservizi presenti.

Con riferimento all'area di lavoro nei pressi del pozzo piezometrico, ad essa si può accedere grazie alla strada provinciale 43 senza particolari problematiche. La gestione interna di questo fronte di cantiere, con piste interne ed aree di deposito e manovra, dovrà tenere conto di eventuali sottoservizi presenti.

L'accesso alla caverna della centrale è possibile attraverso una strada di servizio. Per la realizzazione della galleria carrabile di accesso alla nuova caverna occorrerà tenere conto della necessità del personale di O&M di accedere alla centrale in esercizio durante l'esecuzione dei lavori. Questa interferenza sarà gestita all'interno delle attività di Coordinamento.

L'accesso alla zona dove sarà realizzato il tratto di nuova galleria carrabile è privilegiato, in quanto si tratta di una strada utilizzata solamente da ENEL per accedere alla centrale esistente di San Giacomo. Si tratta di una strada che, a fronte di uno slargo per la manovra, inizia dalla SS 80 in un tratto abbastanza rettilineo che va da Fano Adriano a Montorio al Vomano.

L'accesso alla centrale in caverna può avvenire tramite una galleria carrabile di accesso alla centrale in caverna di San Giacomo. Da essa sarà scavato lateralmente, sulla parete sinistra dirigendosi verso la caverna, il tratto di galleria carrabile a servizio della nuova centrale di San Giacomo III.

In sintesi, le strade pubbliche da utilizzare per la realizzazione di questa iniziativa sono una provinciale ed una statale, ovvero strade di portata senz'altro idonea. Non essendo previsto l'utilizzo di una macchina per scavo meccanizzato, gli accessi alle diverse zone adibite a cantiere e destinate alla realizzazione delle nuove opere è senz'altro piuttosto agevole, adeguata rispetto all'attrezzatura che sarà impiegata. Sono previsti degli accessi alle zone di scavo mediante una galleria carrabile esistente ed una pista di cantiere che andrà adeguata e completata.

La movimentazione dei materiali connessa al progetto determinerà dei flussi di traffico sulla viabilità afferente, dovuta al trasporto dei materiali, in particolare delle terre di scotico e frantumato da scavi in roccia provenienti dalla zona del pozzo piezometrico e del portale della galleria idraulica. Questi materiali saranno per lo più destinati al conferimento presso siti esterni in cava e discarica. Saranno inoltre prodotti inerti che

potranno essere utilizzati, in parte, per la realizzazione del calcestruzzo all'interno del cantiere, ovvero in altri cantieri. I flussi sono relativi ai materiali principali da movimentare e quindi significativi in termini di quantità, contraddistinti come di seguito:

- Fabbisogno: volume complessivo (espresso in m<sup>3</sup> "in banco") degli inerti e del calcestruzzo necessario alla realizzazione delle opere di pertinenza del cantiere operativo di riferimento.
- Riutilizzo scavi: volume complessivo degli scavi delle opere di pertinenza del cantiere di riferimento, di cui si prevede un riutilizzo nell'ambito dell'intervento (sia nelle opere di pertinenza del cantiere sia in quelle di pertinenza degli altri cantieri).
- Scavi in esubero: volume complessivo degli scavi delle opere di pertinenza del cantiere di riferimento, che saranno trasportati come esuberanti in siti esterni all'intervento a deposito definitivo.

Questi bilanci sono presentati nel documento "Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo" (codice GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.093) che è parte integrante del presente progetto.

Produzione complessiva materiali di scavo		
Opera	Tipo di scavo	Volume [m <sup>3</sup> ]
Espansione Pozzo di monte	M. movimento terra	9'000
Accesso camera valvole di monte	Drill&Blast	20'000
Pozzo forzato e galleria idraulica di collegamento	Drill&Blast	5'000
Nuova galleria di accesso alla centrale	Drill&Blast	85'000
Nuova caverna centrale	Drill&Blast	66'000
Nuovo pozzo di valle e galleria di accesso	Drill&Blast	17'000
Nuova galleria idraulica forzata	Drill&Blast	89'000
Nuova camera paratoie	Drill&Blast	14'000
Nuovo pozzo verticale per cavidotti	Drill&Blast	9'000
<b>Totale</b>		<b>314'000</b>

**Figura 6:** Elenco dei volumi di scavo per intervento

Con riferimento alle stime riportate, i materiali provenienti dagli scavi, definiti considerando un incremento del 30% circa, che porta a una stima di 410'000 m<sup>3</sup>) saranno pertanto gestiti come segue:

- Circa 60.000 m<sup>3</sup> di materiale da scavo potrà essere riutilizzato nell'ambito degli interventi del presente progetto per la realizzazione di rinterri e rilevati. Ai fini del riutilizzo di parte degli scavi potranno essere impiegate le aree di cantiere e in particolare quelle ipotizzate per lo stoccaggio non lontano dalla zona di ampliamento del pozzo piezometrico esistente (si rimanda per maggiori dettagli agli elaborati grafici di cantierizzazione).
- Circa 30.000 m<sup>3</sup> di materiale potrà essere riutilizzato nelle aree di cantiere durante i lavori, al fine di rendere le aree idonee ad ospitare le installazioni, ed a fine lavori nell'ambito del reinserimento ambientale delle aree stesse, sia a valle della diga di Piaganini, sia nelle altre zone di cantiere.
- Circa 60.000 m<sup>3</sup> potrà essere utilizzato per la produzione di inerti per calcestruzzo.

- Circa 200.000 m<sup>3</sup> saranno impiegati per il recupero ambientale della cava dismessa di Cusciano, frazione di Montorio al Vomano. Questa destinazione, oltre che ad essere particolarmente opportuna in quanto consente un reale impatto positivo su un'area dismessa a pochi chilometri dall'esecuzione dei lavori, è stata preliminarmente valutata con gli *stake holder* locali in termini di opportunità.

Nell'ambito del presente progetto di cantierizzazione è stata prevista la possibilità, da parte dell'appaltatore, di prevedere dei propri impianti di betonaggio di cantiere per la produzione del calcestruzzo.

Gli impianti saranno caratterizzati da una superficie di circa 800 m<sup>2</sup>. Le aree dove insisteranno gli impianti saranno dotate di un piazzale di cemento impermeabile caratterizzato da una superficie omogenea avente lievi pendenze sui quattro lati per consentire la raccolta delle acque meteoriche e i residui delle acque di percolamento dalle betoniere, durante la fase di carico del prodotto miscelato. Le acque meteoriche di dilavamento del piazzale e quelle derivanti dall'impianto di lavaggio delle autobetoniere saranno depurate e riutilizzate in buona parte nel ciclo produttivo, con notevole risparmio idrico. I fanghi saranno periodicamente estratti dall'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e conferiti a smaltimento tramite ditta autorizzata.

L'impianto, che sarà definito in una successiva fase progettuale, avrà produzione massima complessiva pari a 200 m<sup>3</sup>/h. Dovrà essere previsto un sistema di abbattimento delle polveri nel rispetto della tutela dell'ambiente. Si segnala che nei pressi dell'ingresso agli impianti, è sempre prevista un'area di stoccaggio preliminare della materia prima (inerti di cava), suddivisa in box separati da setti. I box saranno presidiati da idonei erogatori d'acqua che periodicamente saranno attivati per limitare la diffusione delle polveri, soprattutto prima di uno spostamento e dopo lo scarico. Gli inerti depositati, all'occorrenza saranno prelevati con pale gommate e trasportati alle tramogge dell'impianto di calcestruzzo.

Scopo dell'impianto di betonaggio è il dosaggio, in quantità ben definite e variabili a seconda delle miscele di progetto, di inerti, cemento ed acqua ed il successivo carico delle autobetoniere. L'intera modalità di dosaggio dei componenti, approfondita in una fase progettuale successiva, sarà regolata da un sistema computerizzato mediante un responsabile che darà via alle operazioni selezionando la miscela di progetto prevista.

Se necessario saranno individuati sul territorio circostante ulteriori impianti di betonaggio esistenti potenzialmente utilizzabili durante i lavori, che potranno essere impiegati in alternativa o in aggiunta agli eventuali impianti di betonaggio di cantiere.

Per la produzione di aggregati riciclati non legati, al fine di realizzare calcestruzzo, verrà utilizzato un gruppo mobile per la frantumazione. La frantumazione, ovvero l'azione meccanica disgregatrice dei materiali (rocce o rifiuti) può avvenire per schiacciamento, per impatto o per triturazione. Ognuna di queste modalità di frantumazione è ottenuta tramite frantoi di tipo diverso. Quando una roccia o materiale subisce il passaggio all'interno di un frantoio, comincia a essere disgregata in elementi dal diametro sempre più ridotto. Per arrivare alla dimensione più piccola, passando dalle pezzature più grandi (pietrisco), alle più piccole (sabbia), occorrono diversi stadi, successivi l'uno all'altro.

Le caratteristiche del frantoio prescelto dipendono quindi dal materiale che si prevede scavare e saranno definite in una successiva fase progettuale. Naturalmente il posizionamento della macchina all'interno di aree apposite (100 m<sup>2</sup> circa) è stato oggetto di una scelta strategica in grado di non arrecare danni o disturbi agli ambienti circostanti.

Il programma generale dei lavori prevede l'esecuzione dell'intervento sull'arco di circa 18 mesi, a partire dalla consegna degli stessi all'impresa esecutrice.

### 3.2 Organizzazione dei diversi fronti

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di un sistema di cantierizzazione che risponda ad alcuni criteri razionali che, in base alle esigenze, indirizzano le scelte progettuali anche con riferimento all'organizzazione del cantiere.

In particolare, sono stati considerati i seguenti *driver*:

- utilizzare aree di scarso valore sia dal punto di vista ambientale che antropico;
- scegliere aree che consentano di contenere al minimo gli impatti sulla popolazione e sul tessuto abitativo, prediligendo aree lontane da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- realizzare i lavori in tempi ristretti, al fine di ridurre le interferenze con l'esercizio delle infrastrutture stradali ed i costi di realizzazione;
- limitare al minimo indispensabile gli spostamenti di materiale sulla viabilità locale e quindi preferenza per aree vicine agli svincoli degli assi viari principali, facilmente collegabili alla viabilità esistente, senza necessità di apertura di nuova viabilità;
- minimizzare il consumo di territorio e l'impatto sull'ambiente naturale ed antropico.

Considerando lo sviluppo dell'opera, la topografia, la logistica e le tecniche di scavo previste, il cantiere può essere schematizzato come in **Figura 4**, con tre diversi fronti di intervento, corrispondenti alle tre zone di intervento già descritte.

- Cantiere "Imbocco" ovvero CD, con l'area di cantiere a valle diga
- Cantiere "Bacino di valle", ovvero CC, con l'area di cantiere al piazzale della galleria esistente
- Cantiere "Pozzo piezometrico", ovvero CP, con un'area di cantiere tutta a cielo aperto

L'accesso alla caverna di nuova costruzione sarà realizzato mediante una specifica derivazione della galleria carrabile di accesso esistente. Questa soluzione consente di ridurre gli scavi necessari, e dunque i costi ed il materiale di risulta. All'esterno della galleria carrabile esistente saranno installati i baraccamenti ed una piazzola di lavoro e deposito dei mezzi e degli equipaggiamenti. L'area disponibile è di oltre 600 m<sup>2</sup> e corrisponde al piazzale esterno rispetto al portale della galleria, che ha un'ottima accessibilità.

Lo smarino ottenuto dalla galleria di accesso sarà in parte riutilizzato per realizzare il secondo fronte del cantiere, ovvero l'imbocco della galleria idraulica. Lo scavo della galleria idraulica sarà affrontato da valle verso monte. La strada statale costeggia il bacino artificiale di Piaganini ed è possibile, qualche centinaio di

metri a valle delle vasche di sedimentazione in destra lago, realizzare una discenderia ed una zona di deposito di materiale, costituendo un piazzale di circa 500 m<sup>2</sup>. Il piazzale sarà appunto realizzato mediante il primo materiale di scavo in uscita dallo scavo della galleria di accesso alla nuova centrale in caverna.

Ai lati del piazzale saranno realizzate delle sponde più alte e una savanella al fine di proteggere il fronte di scavo dalle oscillazioni del bacino, che rimarrà in esercizio nello schema idraulico del Vomano attualmente funzionante. Una volta realizzata la presa di valle e posizionati i panconi, lo scavo potrà proseguire con una viabilità di cantiere in accesso dedicata.

L'area di cantiere presso la diga di Piaganini si suddivide in due zone ben distinte: una a monte della diga, all'interno dell'invaso dove è previsto il portale della nuova galleria, ed una a valle della diga stessa, dove sarà realizzato un breve tratto in sotterraneo volto a collegarsi con la galleria idraulica. A valle della diga potrà essere realizzata un'area di cantiere più ampia grazie all'accesso privilegiato con un breve tratto di strada che si connette all'arteria Statale, e uno spazio di oltre 1.200 m<sup>2</sup> per posizionare officine e baraccamenti, oltre che fungere da deposito di materiali.

L'area a valle della diga è interessata da una depressione in cui il livello di falda ha creato un piccolo stagno. In questo specchio d'acqua scaricano gli organi idraulici della diga di Piaganini. Al fine di proteggere la zona di cantiere andrà realizzata un'opera di contenimento, ovvero una savanella, che protegga le installazioni di cantiere rispetto ai livelli idrici che si possono instaurare a fronte dell'azionamento delle opere idrauliche. Tale savanella può essere realizzata utilizzando il materiale estratto dalle gallerie.

L'ambito in corrispondenza del pozzo piezometrico è senz'altro quello che, dal punto di vista delle tempistiche, della produzione dei materiali e dei vincoli logistici ha le minori problematiche, potendo contare su una zona facilmente accessibile, lavorazioni corticali e la possibilità di avere un'area di cantiere che, non lontana, potrebbe essere utilizzata anche per il conferimento del materiale di risulta.

L'ammontare del materiale di risulta senz'altro inferiore, in termini quantitativi, rispetto agli altri due contesti ed è quantificato in questa fase in 3.000 m<sup>3</sup>. Dal punto di vista degli scavi particolare attenzione andrà posta rispetto a possibili sottoservizi ancora in servizio che dovessero essere posizionati nella zona vicina al pozzo piezometrico.

### 3.3 Modalità di scavo in sotterraneo

Lo scavo del tunnel idraulico e della galleria di accesso sarà realizzato completamente con tecnica tradizionale, con cariche controllate. La tecnica, cosiddetta "Drill&Blast" è da considerarsi come convenzionale e si contrappone allo scavo meccanizzato, che peraltro è molto diffuso in ambito urbano e per sviluppi più lunghi. La scelta, nel caso in esame, è ricaduta su un metodo che richiede una cantierizzazione meno impegnativa per lo scavo di due tratti non particolarmente estesi, pari a circa 1.000 metri per la galleria di accesso e 2.600 metri per la galleria idraulica. Le fasi di esecuzione dell'attività di scavo con esplosivo sono descritte di seguito.

**Perforazione:** prima dell'esecuzione della volata, la piattaforma di perforazione esegue i fori progettati in fase di predisposizione del piano di brillamento. I fori sono eseguiti sul fronte di scavo del tunnel con un

mezzo chiamato “jumbo” che pratica i fori in parete. Tipicamente questo macchinario ha tre bracci di perforazione ed una cabina operatore per la manovra del mezzo che può praticare fori con una lunghezza variabile da 2 a 6 metri. I fori sono di norma realizzati in due diversi set: uno con direzione parallela allo scavo, che si realizzano ai bordi del fronte, ed uno con fori inclinati verso il centro. Questa tecnica consente una migliore gestione della roccia a valle della volata.

**Caricamento e brillamento:** successivamente alla realizzazione dei fori, essi vengono riempiti con l'esplosivo e collegati ai detonatori. Questi ultimi sono collegati a dispositivi esplosivi, ovvero la linea di tiro, ed i singoli dispositivi esplosivi sono collegati tra loro nel cosiddetto circuito di brillamento. Una volta messa in sicurezza l'area l'esplosione può essere innescata dalla macchina di brillamento. I fori sono fatti saltare in sequenza dal centro verso l'esterno. Anche per sequenze di oltre 100 esplosioni, la volata si completa in pochissimi secondi, con intervalli specifici di pochi millisecondi. La tecnica del frazionamento della volata consiste nel far esplodere per prime le cariche poste al centro del fronte di scavo o del nucleo roccioso e, successivamente, quelle poste verso l'esterno del contorno di scavo. La prima esplosione ha lo scopo di distendere il nucleo roccioso prima dell'esplosione delle restanti cariche; essa crea altresì una superficie di distacco al contorno che agisce, sotto certi aspetti, da schermo alle onde d'urto provocate dal resto delle volate. In questo modo aumenta anche la capacità di frantumazione dell'esplosivo, ottenendo materiali di risulta di dimensioni ridotte.

**Ventilazione:** l'esplosione provoca, oltre alla frantumazione della roccia, una grande quantità di polvere che si mescola con i gas generati dall'esplosione. Per poter riprendere le attività di disaggio e smarino del materiale frantumato, l'aria carica di polvere e gas deve essere allontanata dal tunnel, immettendo aria fresca. Questo viene fatto attraverso i sistemi di canalizzazione dell'aria ovvero lunghi tubi di acciaio oppure di plastica collegati sulla volta del tunnel. Le tubazioni convogliano aria fresca al fronte di scavo. La differenza di pressione localizzata spinge l'aria sporca verso l'uscita del tunnel. Per limitare la formazione di polvere durante le volate, quando è possibile, vengono utilizzati dei getti d'acqua indirizzati sul fronte di scavo.

**Smarino:** una volta che i pezzi di roccia sciolti sono stati rimossi dal fronte di scavo, il materiale, sotto forma di macerie di diversa pezzatura, viene trasportato fuori dal tunnel attraverso autocarri o cassoni installati su rotaie. Giunto fuori dal tunnel esso può essere destinato a discarica, ovvero a sito di conferimento, oppure può venire utilizzato all'interno del cantiere, in relazione alla qualità della roccia, come inerte per calcestruzzo, per riempimenti, per la formazione di rilevati. In questo caso è necessario intervenire all'uopo sulla pezzatura dello smarino, con impianti dedicati.

**Rivestimento:** finite le operazioni di smarino generalmente viene applicato un rivestimento temporaneo costituito da spritz-beton a rapida presa, utilizzato per la stabilizzazione delle pareti, anche al fine di proteggere gli operatori da accidentali distacchi di roccia. A seconda del tipo di roccia è possibile implementare diverse misure di fissaggio come rete metallica, centine, bulloni, chiodi che possono essere spinti nella roccia. Per la messa in opera di bulloni o chiodi i fori sono praticati da uno jumbo. La distanza e la profondità di fissaggio tra bulloni e chiodi è determinata dalla Direzione Lavori con il supporto del geologo, e costituisce il rivestimento temporaneo di stabilizzazione. In presenza di rocce di scarsa resistenza

meccanica e con uno strato fessurativo importante, può essere necessario mettere in opera le centine, ovvero archi in acciaio che sostengono le pareti e la volta del tunnel. In situazioni differenti può essere fissata alle pareti una rete d'acciaio al fine di evitare la caduta di materiali sfusi sulle zone di lavoro.

**Mappatura geologica:** una volta messo in sicurezza il fronte di scavo esso è accessibile ed è possibile per il geologo accedere ed effettuare la mappatura della roccia. Lo scopo della mappatura è determinare il tipo di roccia, la giacitura, lo stato fessurativo. I geologi individuano eventuali pieghe, la presenza di piani di scorrimento e le faglie eventualmente già mappate in fase preliminare ed esecutiva della progettazione. Sono in questa fase rilevate e documentate le caratteristiche meccaniche della roccia, la reazione della massa rocciosa al processo di scavo e l'eventuale infiltrazione di acque di stillicidio. Il rapporto di mappatura che viene realizzato è di fondamentale importanza per la progettazione e la messa in opera degli interventi di stabilizzazione del tunnel.

**Tempistiche di scavo:** diversi fattori devono essere presi in considerazione durante la progettazione della perforazione: perforabilità, effetti dell'esplosione sulla roccia, tipo di esplosivo da impiegare, limiti di vibrazione e requisiti di precisione. Ogni sito ha le proprie caratteristiche peculiari quindi anche i modelli di perforazione sono specifici per ogni contesto e per tipo di roccia da abbattere. Le tempistiche di scavo dipendono da una serie di variabili. Considerando la geometria della galleria e le rocce di qualità non troppo scadente è ipotizzabile un avanzamento di 6 metri al giorno, corrispondente a due volate al dì dello spessore di 3 metri. Considerando il lavoro sui due turni, per ogni inizio turno potrà essere previsto il trasporto dell'esplosivo, il caricamento ed il brillamento, per poi dedicare il resto del turno alle attività di smarino, rivestimento e mappatura e poi realizzare, a fine turno, la nuova perforazione. Per la galleria idraulica, considerando lo sviluppo consistente in lunghezza, sarà valutata la possibilità di eseguire il lavoro su tre turni, 7 giorni su 7. L'utilizzo dell'esplosivo sarà in modalità *just in time*, ovvero senza deposito. Con riferimento allo scavo della caverna in questa fase è prevista una produzione, per ogni volata, di circa 400 m<sup>3</sup>.

Non è previsto, infatti, quantomeno in questa fase di progetto, il deposito dell'esplosivo in quanto si ritiene sia fattibile, mediante un'oculata programmazione, l'arrivo giornaliero dell'esplosivo, al fine di evitarne il deposito con le conseguenze del caso in termini di spazi, cautele e procedure da adottare.

### 3.4 Organizzazione e logistica del cantiere

Per la realizzazione degli interventi in oggetto sono previsti tre fronti di lavoro: l'accesso alla nuova caverna centrale e la realizzazione della centrale stessa, l'imbocco della galleria idraulica dal bacino di valle, l'area del pozzo piezometrico. Si prevede la presenza di almeno due imprese principali contemporanee: l'impresa civile (CIV) e quella idro-elettromeccanica (IEM), oltre alla presenza della Direzione Lavori, del Coordinatore per la Sicurezza e delle figure delegate dalla Committenza.

#### 3.4.1.1 Impresa civile

L'impresa civile sarà impegnata in lavori in sotterraneo, lavori di adeguamento del pozzo piezometrico ed attività interne alla caverna, relative al trattamento delle pareti, organizzazione degli spazi, inghisaggi e supporto alle installazioni elettromeccaniche.

Durante la fase di realizzazione delle opere in sotterraneo (sia per la galleria carrabile sia per la galleria idraulica) si prevedono: 3 squadre su doppio turno giornaliero 5.5 giorni a settimana. Sarà valutata la possibilità di estendere su tre turni di lavoro il fronte di scavo della galleria idraulica. I mezzi utilizzati per squadra saranno i seguenti:

	<b>Elemento</b>	<b>Dimensioni</b>	<b>Numero</b>
<b>Mezzi</b>	Jumbo	Standard	3
	Attrezzatura iniezioni	Standard	3
	Attrezzatura per spritz beton	Standard	3
	Dumper	Standard	3
	Pala	Standard	3
	Escavatore	Standard	3

**Tabella 1:** Mezzi utilizzati per le attività di scavo

Il relativo cantiere necessita delle seguenti attrezzature, meglio descritte ed individuate dal CSP nel Piano di Sicurezza e Coordinamento, che sarà redatto in fase di progettazione per la gara d'appalto:

- Uffici, suddivisi in una baracca per l'impresa ed una per la DL e la Committenza
- Spogliatoi per 35 persone
- Docce e bagni per 15 persone
- Mensa cucina per 18 persone
- Infermeria e Pronto Soccorso
- Officina elettrica/meccanica
- Deposito materiali per cantiere
- Centrale di Betonaggio per spritz e cls con depositi: Essendo presente a Caldarola ditta di produzione di calcestruzzi, non si ritiene necessario prevedere l'impianto
- Gruppo elettrogeno
- Impianto aria compressa esterno con compressori
- Raccolta acque con separatore oli

Questi apprestamenti saranno collocati sul piazzale di ingresso alla centrale di San Giacomo II e nella zona a valle della diga di Piaganini. Come si è già detto, in questa fase di progettazione non è prevista un'area di deposito giornaliero dell'esplosivo.

Durante la fase di realizzazione delle opere in caverna, specificatamente in assistenza all'impresa IEM si prevede la riduzione delle risorse CIV e delle relative attrezzature di cantiere. Per l'assistenza agli inghisaggi e la realizzazione di opere in cemento armato in centrale sono previste due squadre, ciascuna composta da 1 Caposquadra e 4 addetti carpentieri.

Per le attività al pozzo piezometrico saranno impiegate due squadre di lavoro al fine di ridurre le tempistiche potenzialmente interferenti col funzionamento della centrale di San Giacomo II.

#### 3.4.1.2 Impresa Idro-Elettromeccanica

Durante la fase di montaggio delle opere idro-elettromeccaniche si prevede una squadra di montatori meccanici che lavora in giornata per 5.5 giorni a settimana, composta da: 1 capomontatore, 1 caposquadra, 4 montatori meccanici 2 montatori elettrici 1 tecnico SCADA ed un gruista. Il relativo cantiere necessita delle seguenti attrezzature, meglio descritte ed individuate dal CSP nel Piano di Sicurezza e Coordinamento:

- Uffici: 1 baracca per l'impresa
- Infermeria e Pronto Soccorso
- Officina elettrica/meccanica
- Deposito materiali per montaggi

Questi apprestamenti saranno collocati all'interno della caverna di nuova realizzazione. La Committenza e la Direzione Lavori potranno contare su un ufficio da posizionare nell'esistente centrale di San Giacomo II. All'esterno, nei pressi del piazzale ingresso della centrale elettrica, saranno collocati:

- Spogliatoi per 18 persone
- Docce e bagni per 18 persone
- Refettorio/Mensa per 18 persone

Sarà facoltà delle due imprese principali accordarsi per l'utilizzo promiscuo dell'area mensa, di docce e spogliatoi, in considerazione del differimento temporale in cui le diverse forze lavoro saranno impiegate.

#### 3.4.1.3 Impostazione logistica

L'impostazione logistica del Cantiere, così come qui preliminarmente impostata e progettata e come sviluppata nelle fasi successive dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di progettazione, dovrà garantire condizioni ordinate, salubri e nel totale rispetto della Sicurezza. Le tre aree di cantiere, da considerarsi separatamente, sono:

- Cantiere "imbocco", per la galleria carrabile e la caverna
- Cantiere "bacino di valle", per la galleria idraulica
- Cantiere "pozzo piezometrico", per le attività civili esterne

Tali aree avranno una durata del cantiere diversa e, in massima parte, non correlata alle altre due. I tre ambiti condivideranno alcuni apprestamenti di cantiere, come l'area mensa e gli spogliatoi.

In ognuno degli ambiti di cantiere saranno presenti i servizi igienici ed un punto di medicazione, oltre che una baracca per gli uffici. Con riferimento alla portineria del cantiere essa sarà prevista all'ingresso della galleria carrabile esistente e dovrà occuparsi, oltre che del riconoscimento delle persone che accedono al cantiere, di applicare il protocollo di accesso alla centrale in esercizio del personale ENEL di O&M. Anche nell'area a valle della diga di Piaganini sarà previsto un presidio in ingresso. Non è prevista portineria, invece, sul fronte del pozzo piezometrico, né all'imbocco della nuova galleria idraulica. In ogni caso l'accesso alla galleria idraulica sarà inibito, a fine giornata, mediante la chiusura dell'accesso alla galleria stessa secondo modalità che saranno concordate con il CSE.



**Legenda:**

(S)	Spogliatoio / docce	(ST)	Area di stoccaggio
(Wc)	Servizi igienici	(CLS)	Area di betonaggio, valorizzazione inerti e frantoio
(Wp)	Impianto di trattamento acque di prima pioggia	(P)	Area di stazionamento mezzi
(Wi)	Impianto di trattamento acque industriali		Area a servizio personale di cantiere
(Por)	Portineria cantiere		Unità di cantiere
(L)	Laboratorio prove		Pista di cantiere
(+)	Infermeria		Strada esistente
(D)	Deposito		Strada esistente in terra battuta adeguata alla viabilità di cantiere

**Figura 7:** Layout delle aree di cantiere a valle della diga di Piaganini

Nei pressi del piazzale della centrale di San Giacomo sono presenti alcuni edifici in discreto stato di conservazione. Sarà valutato assieme ad EGP, proprietaria degli edifici, l'opportunità di destinarli ad uso uffici, appannaggio delle ditte appaltatrici, a seguito di eventuali adeguamenti. Questo accorgimento potrà rendere ulteriori spazi disponibili all'ingresso della centrale esistente.

L'area mensa sarà collocata all'ingresso della galleria di accesso alla centrale di San Giacomo II, essa prevede: la cucina, la dispensa, il refettorio, l'area di carico e scarico merci, l'area con i cassoni per i rifiuti. La cucina e la dispensa sono state in questa fase ipotizzate in un unico edificio prefabbricato ad un piano (2,5x12 m). La cucina/dispensa potrà essere affiancata da un piazzale di carico/scarico per gli approvvigionamenti e dai cassoni per i rifiuti (a conveniente distanza). La stessa area di carico/scarico verrà quindi utilizzata anche dai mezzi della nettezza urbana per lo svuotamento dei cassoni dei rifiuti. Il refettorio, di dimensioni 2,5x12 m, sarà collocato in un altro edificio affiancato alla cucina/dispensa. Nonostante l'utilizzo della mensa sia normalmente diviso in più turni, il refettorio è dimensionato per accogliere potenzialmente tutto il personale residente in cantiere, al fine di poter utilizzare tale spazio coperto anche per le riunioni per le quali è necessaria la presenza di tutti.

Gli spogliatoi, le docce ed i servizi igienici saranno anch'essi collocati presso il cantiere "Imbocco" e consistono di almeno un edificio che ospita gli spogliatoi/docce (2,5x6 m o 2,5x12 m) e almeno uno per i servizi igienici (2,5x6 m o 2,5x12 m).

Per gli ambiti "Imbocco" e "Invaso valle" sono previsti anche i seguenti impianti ed apprestamenti:

- Impianti antincendio: il cantiere base sarà dotato di impianto antincendio, comprensivo di serbatoi o vasche per l'acqua dolce, delle pompe e delle tubazioni.
- Sistema di trattamento delle acque reflue: conformemente alla normativa vigente l'Impresa Appaltatrice dovrà provvedere e realizzare/installare opportuni sistemi di gestione e trattamento delle acque reflue provenienti dalle lavorazioni. Si prevede il trattamento di tutte le acque fangose provenienti dalle lavorazioni in gallerie e dal betonaggio mediante impianto di trattamento industriale munito di filtropressa. Le acque di prima pioggia saranno invece trattate da un modulo fisso in calcestruzzo ripartito in due vasche.
- Deposito: sarà adibito almeno un deposito per ogni area di cantiere (2,5x6 m).
- Laboratorio prove: il laboratorio prove materiali sarà costituito da un modulo prefabbricato (2,5x6 m). Se gli spazi lo consentono, su un lato dell'edificio viene di norma realizzata un'area coperta da tettoia per il deposito di materiali sensibili agli agenti atmosferici e per agevolare il carico e lo scarico di materiali in qualunque condizione meteorologica.
- Officina (Elettrica e Meccanica): l'officina è necessaria per effettuare la manutenzione ordinaria dei mezzi di lavoro. Si tratta generalmente di un edificio prefabbricato simile a quello adibito a deposito. È sempre dotata di uno o più ingressi carrabili e, se gli spazi lo consentono, di tettoia esterna.
- Cabina elettrica: ogni area di cantiere sarà dotata di cabina elettrica le cui dimensioni minime saranno 6x2,5 m, comprensive altresì delle aree di rispetto.

- Area deposito olii e carburanti: i lubrificanti, gli olii ed i carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere verranno stoccati in un'apposita area recintata, dotata di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque.
- Ventilatore, Gruppo elettrogeno e Compressore: ogni cantiere operativo sarà equipaggiato con tali installazioni al fronte scavo.
- Impianto lavar ruote: posto al limite con la viabilità ordinaria consentirà il lavaggio degli pneumatici all'uscita delle piste di cantiere in terra battuta.

Non è prevista la realizzazione di strutture recettive, ovvero alloggi per il personale operativo di cantiere.

All'interno dell'area di accesso alla centrale di San Giacomo II ed in un'area vicina a lato della strada statale esistente, saranno ricavati anche i seguenti spazi:

- parcheggi per mezzi d'opera;
- aree di stoccaggio dei materiali da costruzione;
- eventuali aree di stoccaggio delle terre da scavo;
- aree per lavorazione ferri e assemblaggio carpenterie;
- impianti di betonaggio/prefabbricazione, valorizzazione inerti e frantoio.

In via preliminare, la superficie complessiva impegnata dalle baracche è stimata in modo parametrico considerando una popolazione complessiva di 50 addetti:

- Infermeria e primo soccorso: 10,0 m<sup>2</sup>/50 addetti 10 m<sup>2</sup>
- Refettorio: 1,4 m<sup>2</sup>/addetto 70 m<sup>2</sup>
- Servizi igienici e docce: 0,8 m<sup>2</sup>/addetto 40 m<sup>2</sup>
- Spogliatoi: 1,5 m<sup>2</sup>/addetto 75 m<sup>2</sup>
- Uffici (8 addetti): 7,5 m<sup>2</sup>/addetto 60 m<sup>2</sup>

Per un totale di circa 250 m<sup>2</sup>, da disporre su 2 livelli per risparmiare spazio. Lo spazio appare sufficiente se collocato all'esterno dell'ingresso della centrale di San Giacomo II, dove rimane un congruo spazio disponibile per deposito di materiali ed attrezzature nonché per la sosta temporanea dei mezzi di cantiere. Per il deposito di macchinari da lavoro e di materiali potrà essere utilizzato anche lo spazio disponibile nell'area a valle della diga di Piaganini.

## 4. VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA DISPERSIONE DELLE POLVERI

Nella presente sezione del documento sono identificate le fasi di cantiere cui è associata l'emissione di polveri in atmosfera, e le relative sorgenti emmissive, sono quindi considerati i quantitativi di materiale gestito nelle operazioni di cantiere e i flussi di materiale in ingresso e uscita in ciascun processo, nonché i flussi di materiale trasportato da e verso le aree di lavoro.

L'emissione di polveri è generata in estrema sintesi dalle operazioni di scavo all'aperto e dal transito dei mezzi pesanti sulle strade non asfaltate in ingresso e in uscita dalle aree di cantiere.

Le informazioni sono state dedotte dagli elaborati di progetto: GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.062.00 Relazione descrittiva dell'organizzazione del cantiere; GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.058.00 Computo metrico estimativo; GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.059.00 Programma cronologico dei lavori con programma indisponibilità. La stima delle emissioni è attuata con riferimento alla frazione PM10.

Le attività di cantiere da considerare per la valutazione delle emissioni di polveri in atmosfera sono riferibili principalmente alle operazioni di scavo, di deposito temporaneo e di trasporto fino al sito di conferimento del materiale inerte, nonché alle attività di approvvigionamento di calcestruzzo. I centri operativi principali considerati sono tre: Cantiere pozzo piezometrico (CP), Cantiere per lo scavo in caverna e tratti in galleria pertinenti (CC), Cantiere alla diga e della presa di valle (CD) (in quest'ultimo è prevista l'installazione dell'impianto di frantumazione). In questo modo sono accorpate le attività svolte in corrispondenza di aree di cantiere talora disgiunte sul territorio, ma che sono individuate per lo svolgimento di attività afferenti alla stessa opera progettuale.

Le ipotesi progettuali identificano quale possibile sito di conferimento del materiale di smarino una cava in comune di Montorio al Vomano (TE) classificata come cava attiva dal PRAE della Regione Abruzzo, codice 67028C\_CA244. La cava si trova a circa 11,5 km dal sito di produzione degli inerti ed è raggiungibile con un tratto di circa 6.5 km sulla SS80 e circa 5.5 km su una strada secondaria, locale.

### 4.1 Caratteristiche delle sorgenti emmissive

Come già indicato i centri operativi principali sono tre e le lavorazioni significative in termini di produzione delle polveri riferite a ciascuno di essi sono di seguito descritte.

**Cantiere Pozzo piezometrico (CP):** le lavorazioni indicate per la realizzazione del pozzo prevedono una prima attività di preparazione e allestimento del cantiere e i lavori di adeguamento della durata di circa 90 giorni e che prevedono:

Principali dati considerati:

- espansione pozzo di monte – 9.000 m<sup>3</sup> movimento terra – da accantonare;
- volume di scavo – circa 25.000 m<sup>3</sup> da accantonare;
- allestimento per ciascuna area di cantiere – 22 giorni;

- scavi e demolizioni per la vasca di espansione – 33 giorni;
- getti di cls armato – 33 giorni;
- connessioni idrauliche con pozzo esistente – 15 giorni;
- finiture – 9 giorni.

Le fasi operative considerate per l'analisi delle emissioni delle polveri sono rappresentate da:

- fase iniziale di allestimento delle aree di cantiere con operazioni di scotico e accantonamento in sito del terreno superficiale: scotico (AP42 13.2.3 *Heavy construction operation*); caricamento materiale su camion per accantonamento (SCC 3-05-010-37 *Truck loading overburden*); trasporto per accantonamento (AP42 13.2.2 *Unpaved roads*); scarico del materiale (SCC 3-05-010-42 *Truck unloading: bottom dump-overburden*); erosione del vento operata sui cumuli di terreno (AP42 13.2.5 *Industrial wind erosion*);
- fase di scavo per la costruzione del pozzo piezometrico e trasporto del materiale di smarino al sito di conferimento: non è considerata l'emissione di polveri associata alle operazioni di scavo in galleria mediante tecnica tradizionale, in quanto le operazioni sono svolte in sotterraneo dove, secondo il progetto, è prevista l'installazione di sistemi di filtrazione dell'aria con conseguente abbattimento dell'inquinante, al contrario è rilevante l'operazione di trasporto del materiale per conferimento (AP42 13.2.2 *Unpaved roads*).

**Cantiere in caverna (CC):** le lavorazioni di questo cantiere sono previste per la realizzazione della galleria carrabile e della caverna di centrale:

#### Realizzazione galleria carrabile

- volume di scavo – circa 85.000 m<sup>3</sup> da accantonare;
- realizzazione galleria carrabile – 175 giorni;
- realizzazione portale e diramazione su tunnel esistente – 22 giorni;
- scavo del tunnel carrabile e rivestimenti – 150 giorni;
- installazione degli impianti tecnologici – 16 giorni;
- finiture 12 – giorni.

#### Realizzazione caverna centrale

- volume di scavo – circa 66.000 m<sup>3</sup> da accantonare;
- scavo e rivestimento della caverna – 180 giorni;
- getti sui diversi livelli di centrale – 180 giorni;
- posa del circuito e della valvola macchina – 44 giorni;
- realizzazione del tie-in su pozzo forzato - 66 giorni.

Le fasi operative considerate per l'analisi delle emissioni delle polveri sono rappresentate da:

- fase di scavo per la costruzione della galleria carrabile e della caverna di centrale e trasporto del materiale di smarino al sito di conferimento: non è considerata l'emissione di polveri associata alle operazioni di scavo in galleria mediante tecnica tradizionale, in quanto le operazioni sono svolte in

sotterraneo dove, secondo il progetto, è prevista l'installazione di sistemi di filtrazione dell'aria con conseguente abbattimento dell'inquinante, al contrario è rilevante l'operazione di trasporto del materiale per conferimento (AP42 13.2.2 Unpaved roads).

### **Cantiere diga e presa di valle (CD):**

#### Realizzazione galleria idraulica:

- volume di scavo – circa 129.000 m<sup>3</sup> da accantonare;
- predisposizione piazzale di accesso e manovra – 22 giorni;
- realizzazione portale di accesso – 22 giorni;
- scavo del tunnel idraulico e rivestimenti – 306 giorni;
- finiture e messa in sicurezza – 20 giorni.

Le fasi operative considerate per l'analisi delle emissioni delle polveri sono rappresentate da:

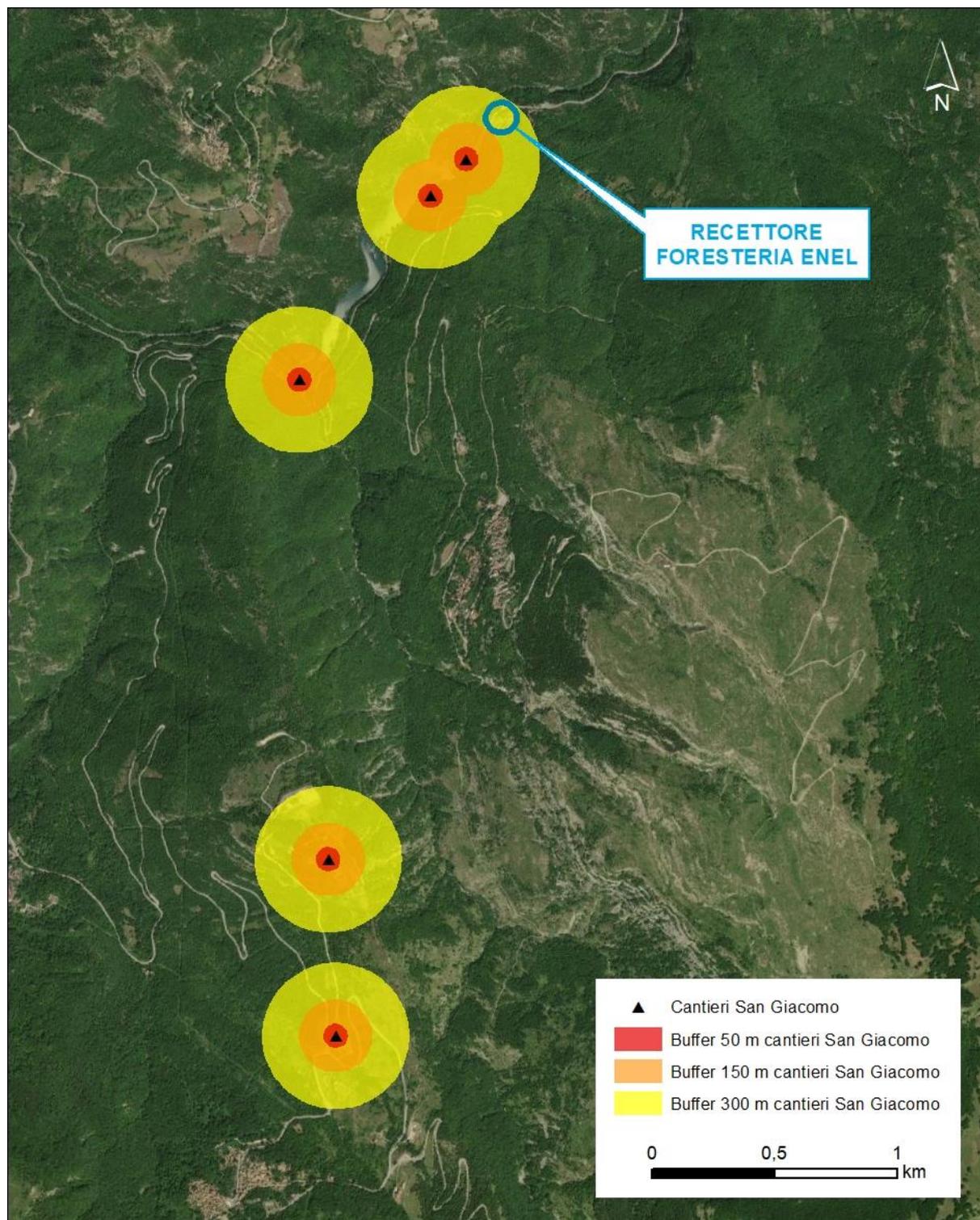
- fase di scavo per la costruzione della galleria idraulica e trasporto del materiale di smarino al sito di conferimento: non è considerata l'emissione di polveri associata alle operazioni di scavo in galleria mediante tecnica tradizionale, in quanto le operazioni sono svolte in sotterraneo dove, secondo il progetto, è prevista l'installazione di sistemi di filtrazione dell'aria con conseguente abbattimento dell'inquinante, al contrario è rilevante l'operazione di trasporto del materiale per conferimento (AP42 13.2.2 Unpaved roads);
- fase di accantonamento dello smarino in prossimità del frantoio: trasporto per accantonamento per frantoio (AP42 13.2.2 *Unpaved roads*); scarico del materiale (SCC 3-05-010-42 *Truck unloading: bottom dump-overburden*); erosione del vento operata sui cumuli di terreno (AP42 13.2.5 *Industrial wind erosion*).

## **4.2 Stima e valutazione delle emissioni di polveri in atmosfera**

Per ciascuna delle fasi e sorgenti di cantiere descritte è, di seguito, riportata la stima dell'emissioni di polveri espressa come grammi all'ora, calcola sulla base di specifici fattori di emissione di PM10, e confrontata con valori soglia di riferimento.

I valori soglia sono dedotti dalle Linee guida di ARPAT che propongono un caso di analisi paragonabile a quello in esame anche se riferito al territorio pianeggiante della provincia di Firenze, con concentrazioni di fondo del PM10 dell'ordine dei 20 µg/m<sup>3</sup>, valore superiore a quello di riferimento disponibile per la stazione di L'Aquila (valore medio annuo di 16 µg/m<sup>3</sup>). Quindi le soglie sono da ritenersi cautelative dato che le emissioni di cantiere nell'area in esame vanno a sommarsi ad una concentrazione atmosferica di PM10 verosimilmente inferiore a quella del caso studio assunto come riferimento, dato il basso grado di antropizzazione del territorio di interesse. I valori soglia sono individuati in base al numero di giorni in cui si svolgeranno le attività considerate e alla distanza dei siti principali di cantiere da possibili recettori presenti sul territorio.

Nella figura seguente si riportano le aree di cantiere e vengono individuate delle fasce di localizzazione dei ricettori a 50 m, 150 m e 300 m.



**Figura 8:** Localizzazione dei siti di cantierizzazione e individuazione dei range di distanza dagli stessi calcolati per una fascia di 50 m, 150 m e 300 m

Non sono presenti recettori sensibili in corrispondenza del cantiere pozzo piezometrico e dell'area di stoccaggio temporaneo a monte.

Sono presenti recettori in corrispondenza del cantiere di valle entro un raggio di 150 m, ma questo sarà utilizzato solo come cantiere logistico senza prevedere deposito e trasporto di materiale potenzialmente polverulento. Le strade di accesso risultano asfaltate.

Un unico recettore è presente nella fascia compresa fra 150 m e 300 m rispetto al cantiere principale localizzato a valle della diga, sulla SS80. Si tratta della foresteria a servizio dei lavoratori dell'impianto, di proprietà di Enel GP. Anche in questo caso la strada risulta asfaltata ma qui sarà posizionato il frantoio per il quale vengono calcolati i fattori di emissione nella tabella seguente. Supponendo la durata delle operazioni di frantumazione anche superiore a 300 giorni/anno (in via cautelativa), una distanza >150 m del recettore dall'impianto, il risultato è riportato nella tabella seguente.

### Cantiere diga e presa di valle (CD)

#### Impianto di frantumazione

Operazioni	PM10 - fattore di emissione			PM10
	kg/km	kg/Mg	kg/m <sup>2</sup>	g/h
Frantumazione terziaria		0,0012		243,00
<b>Totale emissione PM10 - operazioni di frantumazione</b>				<b>243,00</b>
Valore soglia per n. giorni attività >300, distanza dal recettore > 150 m				< 415 Nessuna azione

Dal confronto tra i valori soglia di riferimento e i quantitativi stimati di polveri emesse in relazione alle diverse fasi di attività di cantiere, emerge in generale l'assenza di criticità anche in relazione all'assenza di recettori sensibili nella maggior parte delle aree di cantiere. I valori orari stimati risultano sempre inferiori ai valori soglia, ciò non implica la necessità di attuare specifiche azioni di mitigazione per ciascuna attività.

## 5. CONCLUSIONI

Il fenomeno della produzione di polveri è da associare, in particolar modo, alle attività di scavo e al transito di mezzi pesanti lungo la viabilità priva di pavimentazione di collegamento alle aree di cantiere.

Le valutazioni condotte in merito alle emissioni di PM10, stimate per ciascuna macro-fase realizzativa prevista dal progetto definitivo dell’Impianto di San Giacomo, consentono di escludere l’insorgenza di effetti in corrispondenza dei recettori presenti sul territorio, in quanto non si prevede un incremento significativo delle concentrazioni atmosferiche di PM10 e data l’assenza di ricettori sensibili nelle aree di cantiere a monte e della distanza di ricettori sensibili nelle aree di valle.

Le attività di cantiere, di trasporto e movimentazione del materiale nonché la frantumazione saranno comunque soggette a misure di mitigazione e gestite secondo buone pratiche. Il controllo della produzione di polveri all’interno delle aree di cantiere e nelle aree circostanti può essere ottenuto mediante la bagnatura periodica delle piste di cantiere prive di pavimentazione, con aumento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva, e bagnatura periodica, laddove se ne ravvisi la necessità, delle aree destinate allo stoccaggio temporaneo dei materiali, o loro copertura al fine di evitare il sollevamento delle polveri. Un’ulteriore misura mitigativa è rappresentata dal lavaggio delle ruote dei mezzi di trasporto in uscita dal cantiere.

È stato infatti ampiamente dimostrato che, il contenuto di umidità del materiale soggetto a sospensione sia la variabile che maggiormente condiziona l’emissione di polveri. L’umidità incrementa la massa delle particelle e la presenza d’acqua costituisce un film coesivo tra i grani e rende le particelle superficiali più resistenti al processo di sospensione. La coesione delle particelle umide persiste anche dopo che l’acqua evapora completamente, grazie alla formazione di una crosta superficiale che conserva l’umidità degli strati sottostanti e protegge dai processi erosivi.

In riferimento ai tratti di viabilità impiegati per il transito dei mezzi pesanti demandati al trasporto dei materiali, si precisa, inoltre, che le buone pratiche prevedono l’adozione di una velocità ridotta da parte dei mezzi in transito da e per il cantiere e che i mezzi adibiti al trasporto del materiale inerte siano dotati di cassoni coperti, in modo da ridurre eventuali dispersioni di polveri.

In conclusione, sulla base delle stime condotte in termini di emissioni di polveri in atmosfera, delle caratteristiche dei luoghi interessati dalle lavorazioni, dove non si ravvisa la vicinanza di recettori alle aree di lavorazione, e del non superamento dei valori soglia di riferimento si ritiene di poter escludere l’insorgenza di effetti significativi sullo stato di qualità dell’aria locale dovuti alla dispersione delle polveri generate in cantiere e lungo la relativa viabilità di accesso; al contempo si suggerisce l’adozione di misure mitigative in corrispondenza delle fasi operative caratterizzate da maggiore intensità di transito dei mezzi pesanti lungo le strade non pavimentate di accesso ai cantieri, al fine di scongiurare l’insorgenza di un disturbo locale dato dal sollevamento e dalla successiva dispersione di polveri.