

# PROGETTO REALIZZAZIONE CENTRALINA MINI IDRO SUL TORRENTE RINCINE LONDA (FI)



OGGETTO DELL'INTERVENTO:

**ISTANZA DI AUTORIZZAZIONE UNICA EX ART 12 D.LGS 387/03 PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA CENTRALE IDROELETTRICA SUL TORRENTE RINCINE SFRUTTANDO LO SBARRAMENTO DEL LAGO DI LONDA (Rif. Pratica Acque n. SiDIT 3180/2022)**

ELABORATO

**PD.R.KK.01\_Relazione\_Cantiere\_09.2023\_rev.2**  
**RELAZIONE CANTIERE**

COMMITTENTE:



**LONDA ENERGIE SRL**

Via Senese, 189/a 53036 Poggibonsi (SI)

P.IVA: 01577750522 C.F: 01577750522

PEC: [londaenergie@pec.it](mailto:londaenergie@pec.it)

PROGETTAZIONE A CURA DI:



**INDAGO SRL**

Via Trento, 2 50052

Certaldo (FI)

P.IVA - C.F: 06715140486

PEC: [indagosrl@pec.it](mailto:indagosrl@pec.it)

RESPONSABILE DI PROGETTO

ING. LORENZO ROMANELLI

PROFESSIONISTI:

ING. LETIZIA MORANDI



## TABELLA REVISIONI

COMMESSA	REV.	DATA
COM_ERE_22/0033	N.02	09/2023

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>UBICAZIONE DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>6</b>
3.1	OPERA DI PRESA.....	6
3.2	LOCALE TURBINA.....	7
3.3	VANO CONTATORI PER CONNESSIONE ENEL .....	9
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'AREA DI CANTIERE E PUNTI DI ACCESSO .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>ASSETTO MORFOLOGICO DEL CANTIERE E MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>ASPETTI AMBIENTALI .....</b>	<b>15</b>
6.1	AMBIENTE IDRICO E RISCHIO IDRAULICO .....	15
6.2	ASPETTI ACUSTICI .....	16
6.3	VALUTAZIONE PREVISIONALE EMISSIONI DIFFUSE.....	16
6.3.1	TRANSITO DEI MEZZI IN INGRESSO .....	19
6.3.2	SCARICO INERTI DA AUTOCARRO .....	21
6.3.3	ATTIVITÀ DI SCAVO/SBANCAMENTO.....	21
6.3.4	PRELIEVO E MOVIMENTAZIONE MATERIALE IN CUMULI.....	21
6.3.5	CARICO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO DA DESTINARE A RIFIUTO .....	22
6.3.6	TRANSITO AUTOCARRI IN USCITA.....	23
6.3.7	EROSIONE DEL VENTO SUI CUMULI.....	23
6.3.8	SINTESI DELLE EMISSIONI MEDIE ORARIE E VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE.....	24
6.4	TERRE E ROCCE .....	27
6.5	RIFIUTI.....	27

## 1 PREMESSA

La presente relazione è redatta al fine di illustrare i principali aspetti legati alla cantierizzazione dell'intervento di *realizzazione di una nuova centrale idroelettrica sul Torrente Rincine in località Londa*.

Gli aspetti presi in esame riguardano le scelte di cantierizzazione sotto il profilo tecnico-operativo, l'individuazione delle fasi di lavoro e l'analisi delle interazioni e dell'inserimento del cantiere nel contesto territoriale circostante nonché alcuni approfondimenti sugli impatti ambientali del cantiere.

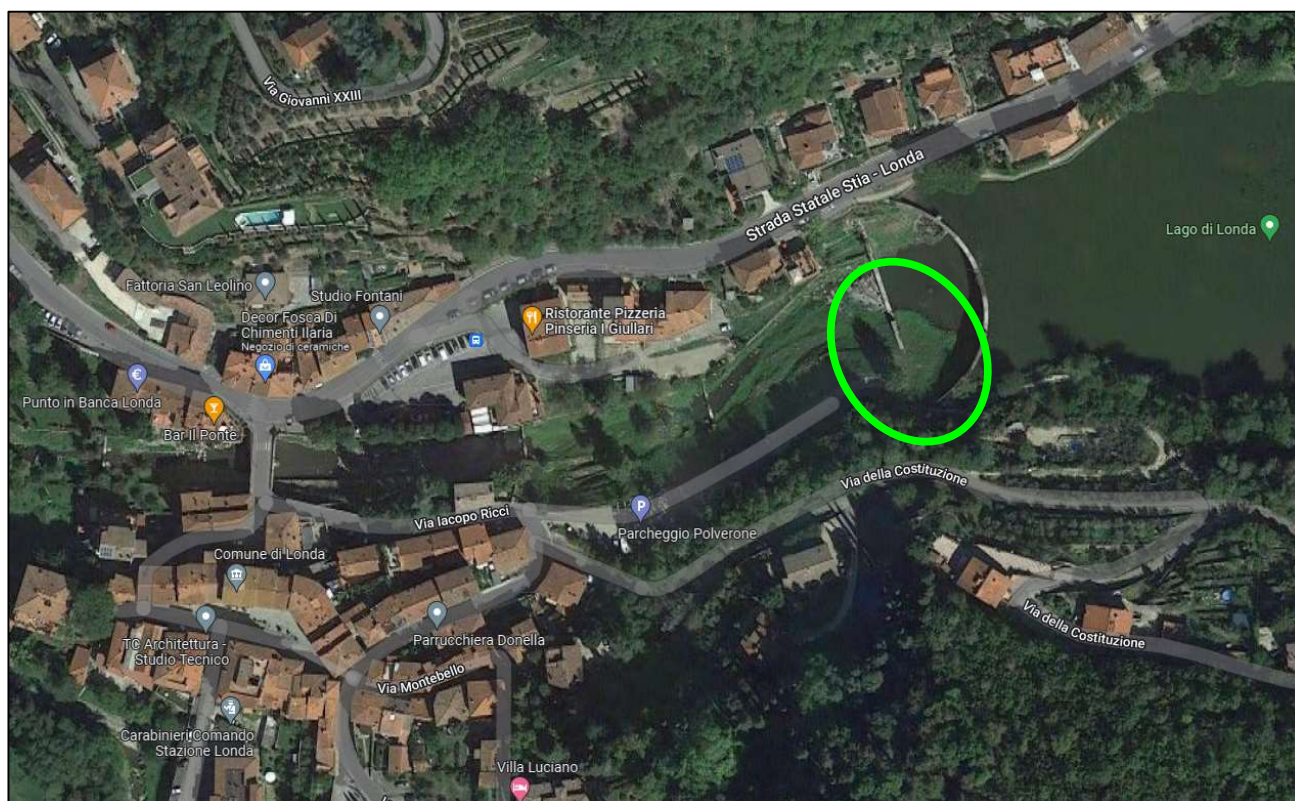
Per gli aspetti più propriamente legati alla sicurezza dei lavori si rimanda alla consultazione del **Piano di Sicurezza e Coordinamento**.

La revisione maggio 2023 della presente relazione propone una stima delle emissioni analitica dell'emissione di polveri diffuse come richiesta nella nota Arpat (prot. n. 171972 del 06/04/2023).

## 2 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

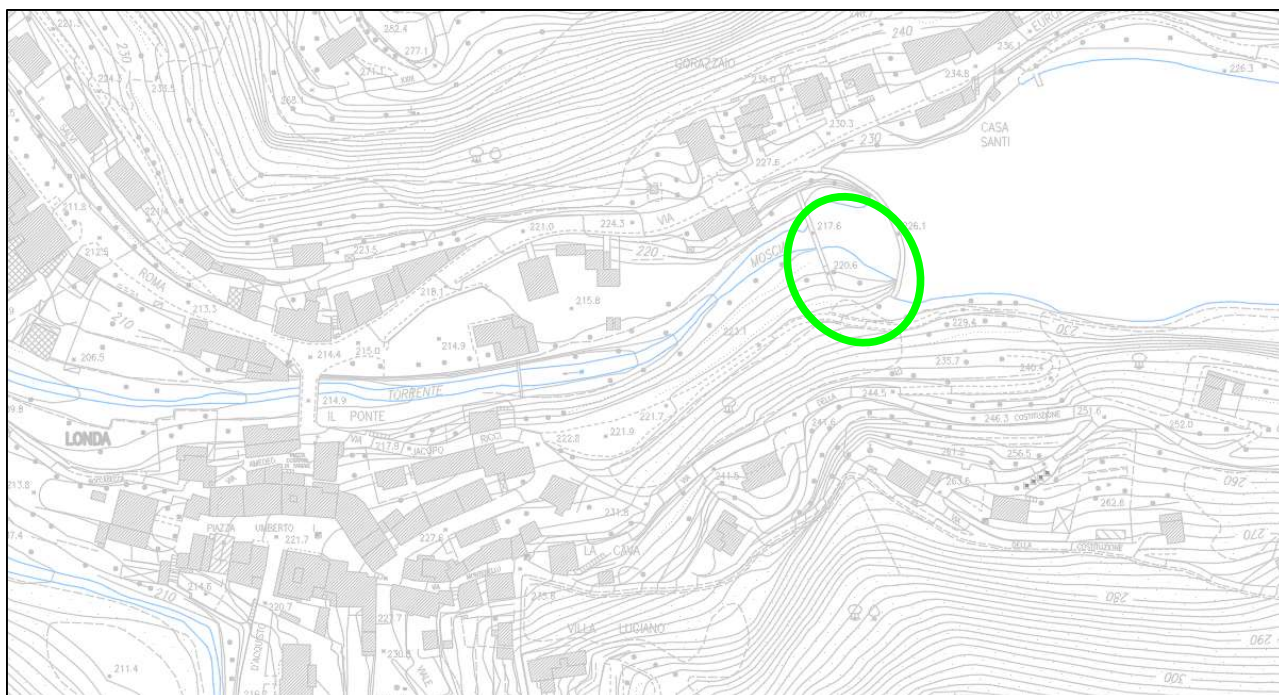
L'intervento in oggetto è previsto in sponda sinistra del Torrente Rincine in corrispondenza del corpo briglia/controbriglia che dà luogo alla formazione del salto idraulico oggetto del presente intervento in prossimità di Via della Costituzione.

L'area di intervento è di seguito mostrata su foto aerea e CTR 1:10.000.



*Figura 2.1: Ubicazione intervento su immagine satellitare*





*Figura 2.2: Ubicazione intervento su CTR*

L'area di intervento ricade all'interno del Foglio n. 22502 della CTR in scala 1:2.000 e catastalmente interessa parzialmente le particelle n. 96-98-100-354-368 del Foglio n. 23, tutte di proprietà del Comune di Londa, oltre alla particella n.97 Foglio 23, sempre proprietà del Comune di Londa, interessata dalla sola attività di cantiere.

La viabilità comunale da cui si accede all'area è quella di via Jacopo Ricci con proseguimento nel parcheggio pubblico denominato "Polverone".

### **3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

L'intervento consiste nella realizzazione di una nuova centrale mini-idroelettrica sulla sponda sinistra del T. Rincine, in corrispondenza dell'abitato di Londa, attraverso lo sfruttamento della traversa esistente, che garantisce un "salto" di circa 11 mt tra la testa della briglia principale ed il piede della controbriglia.

Trattasi di un impianto di piccole dimensioni, di potenza di concessione pari a 32.87 kW e potenza impianto pari a 56 kW, per il quale è prevista la realizzazione di un manufatto in muratura entro cui sarà installata una turbina alimentata mediante opera di captazione per una portata media annua di circa 298 l/s ed una portata massima di 650 l/s.

Le opere da realizzare sono quelle strettamente necessarie al prelievo d'acqua dall'invaso, al suo convogliamento al locale turbina, con produzione di energia idroelettrica, ed alla sua immediata restituzione in alveo nell'ambito del corpo briglia-controbriglia. Per i dettagli sulle opere in progetto si rimanda agli elaborati di progetto che fanno parte integrante della presente relazione.

L'intervento prevede la realizzazione di un impianto di tipo puntuale con presa e rilascio in continuità di struttura, contenendo dunque lo sviluppo longitudinale dell'impianto complessivamente in circa 60 metri di fronte lineare.

Ai fini dell'attività di cantiere e del futuro esercizio dell'impianto, dalla viabilità esistente, in corrispondenza dell'area di sosta denominata "Polverone", sarà realizzata una nuova pista di servizio lunga circa 85 mt, che consentirà il transito dei mezzi di cantiere e di servizio insieme con il passaggio dei sottoservizi (condotte elettriche).

#### **3.1 OPERA DI PRESA**

L'opera di captazione verrà realizzata in sponda sinistra del T. Rincine, immediatamente a monte del corpo briglia principale, mediante una leggera risagomatura della sponda del lago, volta ad eliminare il sedimento accumulatosi a tergo.

Verrà quindi realizzata l'opera di captazione delle acque del lago, attraverso tubazione fissata al terreno, munita di adeguata griglia posta sotto battente. La bocca di presa sarà realizzata in ferro flangiato da collegare alla condotta di adduzione. La griglia posta su di essa consentirà di effettuare la periodica rimozione dei corpi solidi trascinati dalla corrente e la ripulitura dei corpi galleggianti.

Sulla tubazione di presa, di sezione rettangolare 800 x 500 mm, verrà realizzata una scaletta di servizio, dotata delle opportune protezioni di sicurezza per il personale, che consentirà un sicuro e rapido intervento per le periodiche operazioni di pulitura manuale della griglia.

Dalla presa dipartirà una condotta a sezione rettangolare 800x h500 mm in acciaio per una lunghezza pari a circa 13 m con funzionamento in depressione. A seguire sarà posto in opera un tronchetto in acciaio di raccordo dalla sezione rettangolare appena indicata a quella circolare successiva in PE, con funzionamento in pressione, del diametro interno di 655 mm. Su tale tronchetto, lungo circa 1 m, saranno ricavati due tubi dotati di valvole, uno per l'ingresso dell'acqua per il riempimento in fase di avvio della condotta ed uno per il rientro dell'aria necessario allo svuotamento della condotta. Tale scelta progettuale è pensata per minimizzare l'impatto complessivo dell'opera sull'ambiente e non interessare in alcun modo l'opera di sbarramento esistente né il camminamento pedonale esistente.

Nessun intervento è previsto sul corpo briglia e controbriglia.

Nel tratto in depressione, la condotta di derivazione sarà semplicemente appoggiata sul terreno ovvero sul coronamento della briglia e fissata a questo mediante staffature metalliche (senza uso di c.a.). Nel tratto in pressione, la condotta sarà invece interrata con ricoprimento minimo di 50 cm.

In prossimità del coronamento sarà posto un sistema di attraversamento della condotta per il libero accesso alla sommità della briglia ove sono presenti gli organi di regolazione dello scarico di fondo, con eventuale arretramento del cancello di ingresso esistente.

### 3.2 LOCALE TURBINA

Il locale centrale sarà costituito da manufatto in ca gettato in opera, sostenuto da muro tergale a "L" che ne consente l'interramento nella scarpata esistente, posto su adeguata soletta in ca gettata in opera. L'ingresso al locale avverrà lato fiume, prevedendo un rivestimento della facciata in muratura di pietrame locale a spacco mentre il resto del locale, compresa la copertura, risulteranno interamente interrati, mediante riempimento della copertura con terreno vegetale proveniente degli sterri.

Il locale centrale, di dimensioni interne 6 m x 5 m, sarà appoggiato al corpo della controbriglia, seguendone l'andamento altimetrico, e sarà interrato in modo da lasciare il profilo altimetrico della scarpata per lo più inalterato. Ai fini dell'accesso al locale centrale, oltre al muro di sostegno, verrà posta in opera una terra armata lungo il tratto terminale della pista di accesso e servizio per una lunghezza complessiva di circa 20 m ed altezza massima 3.5 m.

Il piano di calpestio della centrale è alla quota di 216.70 m slm. La quota di riferimento sull'orizzonte duecentennale (secondo il modello a supporto del PSI, vedi Relazione Idraulica) del Torrente Rincine è pari a 217.29 m slm per cui l'accesso al locale centrale sarà dotato di paratie antiallagamento fino a quota 217.60 m slm (comprensiva di adeguato franco) ovvero sarà adottato un infisso a tenuta stagna (vedi relazione idraulica) che garantisce la sicurezza idraulica del manufatto, in ogni caso l'infisso sarà di colore legno scuro.

All'interno del locale macchina, saranno ubicati i quadri di regolazione e controllo dell'impianto, in modo da funzionare senza presidio. Ove possibile si avrà cura di porre i quadri elettrici sopra alla quota di riferimento duecentennale per cui a + 60 cm dal piano di calpestio.

Al di sotto della soletta di fondazione sarà realizzata la camera di scarico, costituita da elemento prefabbricato di diametro interno ca. 2.80 m, posta al sotto del livello dell'acqua di valle, pari a 214.47 m slm.

La condotta di scarico sarà realizzata mediante tubazione interrata al di sotto del suddetto manufatto di scarico per la restituzione della portata derivata immediatamente a valle della controbriglia. La condotta sarà caratterizzata da Øint 1200 con pendenza dello 0.5% e lunghezza 19 m ca e consentirà lo smaltimento della portata massima derivabile con un grado di riempimento di circa 30-35%.

In fase di realizzazione verrà adeguato il tracciato della condotta agli affioramenti rocciosi presenti in alveo, cercando di minimizzare gli interventi su di essi ed utilizzandoli come protezione del punto di scarico

È prevista la realizzazione una nuova pista di servizio per l'accesso al locale centrale, che servirà sia in fase di cantiere che di esercizio, per le normali attività di manutenzione e controllo che dipartirà dal parcheggio pubblico denominato "Polverone" e percorrendo la scarpata in sponda sinistra del torrente Rincine arriverà al locale centrale. La pista avrà una larghezza in testa di 3 m e scarpe 3:2 ed una lunghezza complessiva di 85 m ca. La pista sarà realizzata mediante fondazione in stabilizzato 40/70 di spessore 30 cm e tappeto di usura a granulometria chiusa 0/30 per uno spesso di 10 cm. Lungo le scarpate di monte e di valle della pista verranno poste in opera opere di ingegneria naturalistica costituite da fascinate sostenute da paletti in legno e, ove possibile, verranno messe a dimora specie arbustive e/o arboree a basso fusto di tipo locale.



Lungo la pista sarà posto in opera l'elettrodotto interrato di BT fino al punto di consegna Enel con relativo box di ricovero contatori nelle pertinenze del parcheggio pubblico.

### 3.3 VANO CONTATORI PER CONNESSIONE ENEL

Il tracciato dell'elettrodotto è stato progettato interrato fino a raggiungere il sostegno esistente della linea di bassa tensione da cui sarà possibile consegnare l'energia elettrica prodotta dalla centrale. L'unica opera visibile sarà dunque il box adibito a locale ENEL.

Il nuovo vano contatori per connessione ENEL sarà realizzato in prossimità del fronte della pista di servizio di nuova realizzazione ed in corrispondenza dell'area di sosta denominata "Polverone".

## 4 DESCRIZIONE DELL'AREA DI CANTIERE E PUNTI DI ACCESSO

L'area di lavorazione è ubicata a ridosso della sponda sinistra del Torrente Rincine in corrispondenza corpo briglia / controbriglia; ma l'area di cantiere sarà necessariamente più estesa e comprenderà tutta la fascia in sponda sinistra tra il punto di accesso ed il corso d'acqua.

Il punto di accesso al cantiere si affaccerà direttamente su Via Iacopo Ricci, all'intersezione con l'area di sosta denominata "Polverone", ove avrà inizio la pista di servizio per l'accesso alla centrale in fase di cantiere ed esercizio.

Esso si presenta ampio e di agevole imbocco, soprattutto per mezzi provenienti da Nord.

Il punto di accesso è di seguito mostrato.



*Figura 4.1: Punto di accesso dalla pubblica viabilità di Via Iacopo Ricci.*



*Figura 4.2: Punto di accesso all'area di cantiere*

L'area di cantiere si sviluppa sulla sinistra rispetto all'accesso, ove è prevista l'installazione dei baraccamenti di cantiere, parcheggi e spazi per il deposito temporaneo dei materiali sciolti da costruzione.

Per arrivare all'area di lavoro sarà parzialmente utilizzato il parcheggio pubblico, la nuova pista di servizio per la realizzazione del locale centrale e della restituzione, nonché il camminamento pedonale che costeggia l'invaso per l'opera di presa.

La Tavola Assetto di Cantiere mostra i principali allestimenti previsti per fase di cantierizzazione.

## **5 ASSETTO MORFOLOGICO DEL CANTIERE E MODALITA' DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

In questo capitolo sono brevemente descritte le varie fasi operative dei lavori, secondo la loro presunta progressione temporale.

Esse sono da intendersi come “*macro-fasi*” di lavorazione, che accorpano lavori di tipologia analoga e/o svolti nel medesimo arco temporale.

In Tavola 7 Cronoprogramma si propone un *Cronoprogramma* dei lavori che prevede fasi più dettagliate delle “*macro-fasi*” di seguito indicate, ma ad esse facilmente riconducibili.

### *1 – Allestimento del cantiere*

In questa prima fase è previsto l’allestimento dell’area attrezzata del cantiere posta nell’area di parcheggio denominato “Polverone”, con posa dei baraccamenti e recinzione dell’area.

Sempre in questa fase vengono effettuate le operazioni di movimento terra sterri/riporti per la formazione della pista di servizio con le operazioni di taglio della vegetazione eventualmente interferente (arbusti, canne, altra vegetazione infestante). Contestualmente verrà posato il cavidotto elettrico e pavimentata la sede della viabilità di servizio. Al termine di questa fase si raggiunge la configurazione finale della viabilità di cantiere di servizio alla centrale.

### *2 – Realizzazione opere di movimento terra opere di presa, locale turbina, scarico*

Risagomatura della sponda del lago in corrispondenza dell’opera di presa con rimozione di circa **130-140 mc** di materiale di accumulo, gestite secondo le normali procedure di cui al DPR 120/2017, anche per l’eventuale formazione del rilevato della pista (fase 1), ovvero secondo la normativa sui rifiuti.

Stesso dicasi per lo scavo per la posa della condotta di adduzione, per la realizzazione del locale centrale e per lo scavo del manufatto di scarico/restituzione, per i quali si prevede di generare un volume di circa **170 mc** di terre e rocce da scavo.

Nel tratto finale di scarico non si prevede di effettuare particolari interventi di scavo ma di adeguare ovvero appoggiare la condotta agli impluvi che naturalmente si creano fra gli affioramenti rocciosi presenti in alveo.

I volumi escavati in questa fase sono temporaneamente depositati nell'area di deposito materiali, oppure utilizzati per il completamento della pista.

### *3 – Realizzazione delle opere civili*

Le attività di cui alle fasi 1 e 2 riguardano la preparazione del cantiere e la predisposizione degli spazi per l'avvio dei lavori di costruzione.

La presente fase costituisce invece la vera e propria realizzazione delle opere civili e dei nuovi manufatti in c.a. che, in sequenza, sono costituiti da: pozzo di scarico e relativa condotta, muri di sostegno e terre armate, platea di fondazione locale centrale, opere in ca, posa della condotta di adduzione griglia e valvolame.

### *4 – Recinzioni scaletta e finiture*

Realizzazione scalette di accesso all'opera di presa, modifiche recinzioni esistenti sul corpo briglia e finitura pista.

### *5 – Montaggio turbina, quadri ed allacci*

In questa fase è prevista la realizzazione delle opere elettromeccaniche e gli allacci elettrici.

### *9 – Smobilizzo del cantiere*

Concluse le lavorazioni di tipo civile vengono effettuate le operazioni conclusive volte al raggiungimento dello stato finale dei luoghi.

Durante questa fase sono previste tutte le operazioni di prova, taratura e collaudo dell'impianto e la completa dismissione degli allestimenti di cantiere.

Di seguito le attrezzature previste in cantiere nelle varie fasi di lavoro.



<i><b>FASE DI LAVORO</b></i>	<i><b>DURATA</b></i>	<i><b>MEZZI</b></i>
<i><b>1 – Allestimento del cantiere</b></i>	<i><b>6 settimane</b></i>	Escavatore con benna Autocarro
<i><b>2 – Realizzazione opere di movimento terra opere di presa, locale turbina, scarico</b></i>	<i><b>7 settimane</b></i>	Escavatore con benna Miniescavatore Autocarro Martello Mola diamantata
<i><b>3 – Realizzazione delle opere civili</b></i>	<i><b>4 settimane</b></i>	Betoniera, Autobetoniera con pompa Miniescavatore Escavatore con benna Autocarro
<i><b>4 – Recinzioni scaletta e finiture</b></i>	<i><b>2 settimane</b></i>	Escavatore con benna Miniescavatore Autocarro
<i><b>5 – Montaggio turbina, quadri ed allacci</b></i>	<i><b>3 settimane</b></i>	Escavatore con benna Miniescavatore Autocarro
<i><b>6 – Smobilizzo del cantiere</b></i>	<i><b>1 settimana</b></i>	Escavatore con benna Miniescavatore Autocarro

Figura 5.1: Mezzi di cantiere.

## **6 ASPETTI AMBIENTALI**

Gli interventi in progetto necessitano di una cantierizzazione accorta e, sotto certi aspetti, anche abbastanza complessa.

È proprio la fase di cantierizzazione a determinare, infatti, i potenziali maggiori impatti e/o interferenze di natura ambientale. Una volta in esercizio, l'impianto non produrrà particolari impatti o ripercussioni sull'ambiente circostante.

I lavori prevedono sia opere generali di tipo civile, che opere strutturali, che opere di tipo impiantistico.

Per quanto riguarda gli aspetti ambientali si ritiene che siano le prime a recare potenzialmente maggiori impatti, in particolare per talune componenti ambientali; come detto, però, i possibili impatti sono da ricondursi esclusivamente al periodo transitorio del cantiere.

In questo capitolo sono individuati i temi ambientali di maggior interesse per il cantiere e definite le misure tecniche ed organizzative che saranno attuate per il contenimento e la mitigazione degli impatti.

### **6.1 AMBIENTE IDRICO E RISCHIO IDRAULICO**

I lavori, per loro natura, risultano interferire con l'alveo del torrente Rincine, ma trattandosi di una derivazione in condotta non comportano la parzializzazione della sezione trattandosi di lavori per la maggior parte in aree non interessate da acqua.

Gli effetti sull'ambiente idrico saranno di temporaneo intorbidimento delle acque, specie in corrispondenza dell'opera di presa. L'entità e la durata dell'intorbidimento dipenderanno dalla cura e dalla rapidità con cui saranno svolte dette operazioni.

Viste le dimensioni delle opere ed il periodo presunto di realizzazione delle stesse (stagioni di scarse precipitazioni), non è atteso l'incremento del rischio idraulico lungo il corso d'acqua.

## 6.2 ASPETTI ACUSTICI

Per quanto riguarda la compatibilità acustica della fase di cantiere si rimanda a quanto prodotto nella **Relazione Acustica** allegata al progetto.

Si precisa soltanto che i lavori, essendo previsti in alveo, risultano poco impattanti rispetto al rumore ambientale che in questa area è molto influenzato dal salto idraulico della corrente e che le lavorazioni saranno eseguite in orario diurno.

Inoltre, esse sono caratterizzate da un'elevata variabilità dei mezzi e delle attrezzature utilizzati; il maggior impatto acustico è previsto durante le fasi di scavo dello scavo della centrale ove è possibile l'utilizzo del martello.

Altre lavorazioni maggiormente rumorose sono da ricondursi, ad esempio, alle fasi di getto del calcestruzzo (autopompe), e/o di montaggio/taglio/saldatura delle carpenterie metalliche.

Dal momento che le movimentazioni di terra sono effettuate solo nell'ambito del cantiere (salvo eventuali esigenze di approvvigionamento dall'esterno o di smaltimento di materiali in esubero, al momento non previste), non si evidenzia il rischio di incremento dei livelli acustici lungo la viabilità ordinaria per maggiore traffico di mezzi pesanti legato al cantiere, se non in misura del tutto trascurabile.

Qualora necessario, e per questo si rimanda alle valutazioni della **Relazione Acustica**, per l'attività di cantiere sarà richiesta apposita deroga per il superamento dei limiti di emissione/immissione previsti dal Piano di Classificazione Acustica comunale.

## 6.3 VALUTAZIONE PREVISIONALE EMISSIONI DIFFUSE

La valutazione delle emissioni diffuse come richiesta nella nota Arpat (prot. n. 171972 del 06/04/2023) presuppone la caratterizzazione dei flussi emissivi derivanti dalle sorgenti individuate sulla base delle lavorazioni che verranno svolte nell'area di cantiere.

La caratterizzazione dei flussi emissivi è stata eseguita tramite l'elaborazione e l'utilizzo di fattori di emissione riconosciuti a livello nazionale e internazionale.

In particolare, la stima proposta è stata condotta sulla base delle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", redatte da ARPAT ed adottate con DGP n. 213 del 03/11/2009.

Nello specifico, si individuano le seguenti sorgenti emissive nell'area interessata dalle lavorazioni in progetto:

- Processi relativi alle attività di agglomerazione del materiale,
- Attività di scavo materiali superficiali,
- Formazione e stoccaggio cumuli,
- Erosione cumuli per azione del vento,
- Transito di mezzi in aree non asfaltate.

Le sopracitate linee guida indicano metodi di stima delle emissioni di particolato di origine diffusa prodotte da materiali polverulenti sulla base di dati e modelli pubblicati da US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factor); definiscono inoltre, tenendo conto della durata delle attività e della distanza minima dei recettori sensibili, le soglie di emissioni di PM10 al di sotto delle quali l'attività di trattamento dei materiali polverulenti può essere ragionevolmente considerata compatibile con l'ambiente anche in assenza di azioni di monitoraggio o mitigazione.

Per il rispetto dei limiti di concentrazione di PM10 le linee guida fissano dei valori di soglia delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente ed al variare della durata annua (in giorni/anno) delle attività che producono tale emissione. Queste soglie  $E_T(d, ng)$  (in cui  $d$  rappresenta la distanza dalla sorgente e  $ng$  il numero di giorni di attività nell'anno) sono riportate nella successiva tabella.

*Tabella 6.1: Soglie assolute di emissione delle PM10  $E_T(d, ng)$  (in g/h) compatibili con l'ambiente (Fonte: Arpat).*

	Giorni di emissione all'anno (ng)					
Intervallo di distanza (d)	>300	300-250	250-200	200-150	150-100	<100
0-50	145	152	158	167	180	208
50-100	312	321	347	378	449	628
100-150	608	663	720	836	1038	1492
>150	830	908	986	1145	1422	2044

I valori soglia forniti dalle Linee Guida ARPAT sono stati calcolati facendo riferimento ad una meteorologia tipica del territorio di Firenze, considerando concentrazioni di fondo dell'ordine di 20  $\mu\text{g}/\text{mc}$  ed assumendo una emissione di durata pari a 10 h/giorno.

Per operare praticamente viene proposto di impiegare un fattore di cautela (pari a 2) per definire le soglie effettive di emissione, tale per cui, se un'emissione risulta essere inferiore alla metà delle soglie presentate in Tabella 6.1, la si può considerare compatibile a priori con i limiti di legge per la qualità dell'aria.

La forma e le dimensioni della sorgente nel caso in esame sono riconducibili ad aree con emissioni uniformi aventi dimensioni lineari inferiori ai 100 m, dal momento che avendo l'area di cantiere un'estensione di 10 m x 40 m e quella interessata dalle lavorazioni un'estensione di 80 m x 50 m circa, pertanto, il modello proposto è applicabile allo specifico caso di studio.

Nei successivi paragrafi si riportano i risultati delle valutazioni quantitative delle emissioni di PM10 generate dalle attività di cantiere. Le valutazioni sono state determinate individuando le fasi operative più significative dal punto di vista dell'impatto ambientale sulla componente aria e in relazione alla durata delle attività, del numero e della tipologia dei macchinari utilizzati, dei quantitativi di materiale movimentati e della lunghezza dei percorsi di transito su strade non asfaltate.

Per le successive determinazioni si assumono i seguenti pesi di volume per i materiali trattati.

- Terre e rocce da scavo 1.75 t/mc
- Inerte di cava 1.90 t/mc

Il volume di materiale prodotto dalle attività di scavo ammonta ad un totale complessivo di 550 mc ovvero 960 t di cui:

- 250 mc derivanti dallo scavo per la formazione della pista e riutilizzati nell'ambito del cantiere;
- 300 mc derivanti dallo scavo per la posa della condotta di alimentazione, per il locale centrale, per il canale di scarico e per il rimodellamento della sponda del lago in corrispondente dell'opera di presa.

Il materiale inerte approvvigionato dall'esterno per la formazione della pavimentazione della pista di servizio e cantiere è invece pari a 190 t (100 mc).

Il calcolo delle emissioni diffuse è fatto quindi in riferimento alla seguente relazione:

$$E_i(t) = \sum_l AD_l(t) \cdot EF_{i,l,m}(t)$$

dove:

i particolato (PTS, PM10, PM2.5);



l processo;

m controllo;

t periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.);

**EF<sub>i</sub>** rateo emissivo dell'i-esimo tipo di particolato;

**AD<sub>i</sub>** attività relativa all'i-esimo processo (ad es. materiale lavorato h );

**EF<sub>i,l,m</sub>** fattore di emissione.

Al fine della valutazione delle emissioni diffuse prodotte dalle attività svolte si è operato una suddivisione in operazioni elementari per ciascuna delle quali si è proceduto alla valutazione numerica delle emissioni, limitatamente alle PM10 come di seguito descritto, ipotizzando che l'attività di cantiere abbia una durata di 150 gg per 8 h/giorno.

### 6.3.1 TRANSITO DEI MEZZI IN INGRESSO

Di seguito viene calcolata l'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi in ingresso su strade non asfaltate. Il rateo emissivo orario risulta proporzionale al volume di traffico e al contenuto di limo (silt) del suolo, inteso come particolato di diametro inferiore a 75 µm (Vaglio ASTM200). Il fattore di emissione lineare dell'i-esimo tipo di particolato per ciascun mezzo EF<sub>i</sub> (kg/km) per il transito su strade non asfaltate all'interno dell'area di cantiere è calcolato secondo la formula:

$$EF_i = k_i \cdot \left( \frac{s}{12} \right)^{a_i} \cdot \left( \frac{W}{3} \right)^{b_i}$$

con

EF<sub>i</sub> in kg/km

i particolato (PTS, PM10, PM2.5)

s contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%)

W peso medio del veicolo (Mg)

$k_i$ ,  $a_i$  e  $b_i$  stimati dalla seguente tabella

	$k_i$	$a_i$	$b_i$
PTS	1.38	0.7	0.45
PM10	0.423	0.9	0.45
PM2.5	0.0423	0.9	0.45

La viabilità di cantiere ha una minima quantità di fine che cautelativamente è stata stimata pari al 5%.

Nella stima delle emissioni si ipotizza che il peso medio del veicolo sia di 21 t (peso a vuoto 6 t e peso a pieno carico 36 t).

Per il calcolo dell'emissione finale si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (in km/h), sulla base della lunghezza della pista (km); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno. Il numero di viaggi è stato determinato sulla base dei flussi di materiale in ingresso e della portata utile dei camion che conferiscono il rifiuto, considerando che questa sia la fase lavorativa più impattante in termini di flusso orario.

- Quantitativo di materiale in ingresso 100 mc (inerte per formazione pista) pari a 190 t
- n. giorni lavorativi 5 gg (2 settimane)
- n. ore lavorative 8 h
- Portata utile 30 t/viaggio
- Numero di viaggi: 0.18 viaggi/h
- Distanza media percorsa per ciascun viaggio 0.1 km/viaggio
- Distanza di transito media oraria **0.018 km/h**

Il fattore emissivo corrispondente alle PM10 generate dai mezzi in transito in cantiere è:  **$EF_{PM10} = 0.51 \text{ kg/km}$**  ipotizzando che non ci siano azioni di mitigazione (es. bagnamento pista).

In questa fase le emissioni di PM10 prodotte sono pari a:

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/km)} \times \text{Distanza di transito media oraria (km/h)} = 0.009 \text{ kg/h} = 9 \text{ g/h}$$

#### 6.3.2 SCARICO INERTI DA AUTOCARRO

Per la valutazione delle emissioni di PM10 dovute alle operazioni di scarico dei materiali inerti nell'area di stoccaggio materiali si è fatto riferimento al fattore emissivo  $EF_{PM10} = 8.00 \cdot 10^{-6} \text{ kg/Mg}$ .

Il valore medio orario di inerti scaricati è stato determinato considerando i dati quantitativi riportati nel paragrafo precedente ed il periodo di conferimento (10 gg per 8 ore/giorno).

- Flusso inerte in ingresso 100 mc (190 t)
- Giorni lavorativi (gg) 10
- Ore lavorative (h/giorno) 8
- Parametro medio orario (t/h) 2.37

Le emissioni medie orarie di PM10 prodotte durante le operazioni di scarico valgono:

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = 0.02 \text{ g/h}$$

#### 6.3.3 ATTIVITÀ DI SCAVO/SBANCAMENTO

L'attività di scavo verrà effettuata con escavatore e produrrà emissioni con un rateo di  $EF_{PM10} 5.7 \text{ kg/km}$ .

Considerato una durata complessiva delle operazioni di scavo di 2 settimane, 8 h/giorno ed uno sviluppo lineare complessivo del fronte di scavo di circa 200 m, si ha un avanzamento di 0.002 km/h.

In questa fase le emissioni di PM10 prodotte sono pari a:

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/km)} \times \text{Distanza di transito media oraria (km/h)} = 0.011 \text{ kg/h} = 11 \text{ g/h}$$

#### 6.3.4 PRELIEVO E MOVIMENTAZIONE MATERIALE IN CUMULI

Le linee guida ARPAT recepite dalla Provincia di Firenze suggeriscono che, in assenza di dati anemometrici specifici del sito di interesse, come in questo caso, ai fini di una stima globale delle emissioni dovute alle operazioni di movimentazione dei cumuli, sia utilizzabile l'espressione:

$$EF_i = 0.0058 \cdot k_i \cdot \frac{1}{M^{1.4}}$$

dove

$i$  particolato (PTS, PM10, PM2.5)

$K_i$  coefficiente che dipende dalle dimensioni del particolato ( $k_{PM10}=0.35$ )

$M$  contenuto di umidità (%)

Utilizzando l'espressione sopra riportata, ipotizzando un contenuto d'acqua del 4.8%, il fattore di emissione per le PM10 vale  **$2.26 \cdot 10^{-4}$  kg/Mg**.

Ipotizzando che tutto il materiale di scavo sia movimentato e che l'emissione di PM10 sia relativa all'intero volume di materiale scavato costituito da terre e rocce, per un totale complessivo di 550 mc ovvero **960 t** e di tutto il materiale inerte in ingresso per la pavimentazione della pista pari a **190 t** (100 mc) si può stimare un parametro medio orario come di seguito descritto. Da cronoprogramma le fasi di scavo coprono 8 settimane lavorative, quindi 40 giorni di 8 h/giorno.

Sommando i quantitativi di terre e rocce e inerte (senza considerare le effettive frazioni fini effettivamente in gioco) si ottiene un parametro medio orario di **3.59 t/h** a cui corrisponde un'emissione pari a:

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = \mathbf{0.8 \text{ g/h}}$$

#### 6.3.5 CARICO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO DA DESTINARE A RIFIUTO

Per la valutazione delle PM10 prodotte dalle operazioni di carico su autocarro si utilizza un fattore emissivo pari a  **$1.2 \cdot 10^{-3}$  kg/Mg**.

Anche qui si ipotizza che tutto il materiale movimentato sia polverulento, riferendosi a 300 mc (525 t) di terre e rocce da destinare ad impianto di recupero, 4 settimane lavorative, per un totale di **3.28 t/h**.

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/Mg)} \times \text{Parametro medio orario (Mg/h)} = \mathbf{3.9 \text{ g/h}}$$

#### 6.3.6 TRANSITO AUTOCARRI IN USCITA

Per la valutazione delle emissioni di PM10 dovute al transito di mezzi in uscita si utilizzano le relazioni già descritte nel precedente paragrafo dedicato agli ingressi.

Le ipotesi fatte nel suddetto paragrafo si ritengono valide anche per il transito in uscita dal cantiere:

- Quantitativo di materiali polverulenti in uscita **525 t** (300 mc di terre e rocce da destinare a rifiuto)
- n. giorni lavorativi 20 gg
- n. ore lavorative 8 h/giorno
- Portata utile autocarro 30 t
- Numero di viaggi 0.11 viaggi/h
- Distanza media percorsa per ciascun viaggio 0.1 km/viaggio
- Distanza di transito media oraria **0.01 km/h**

Il fattore emissivo corrispondente alle PM10 generate dai mezzi in transito che conferiscono i rifiuti all'impianto in assenza di mitigazioni è  $EF_{PM10} = 0.51 \text{ kg/km}$ .

In questa fase le emissioni di PM10 prodotte sono pari a:

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \text{ (kg/km)} \times \text{Distanza di transito media oraria (km/h)} = 5.1 \text{ g/h}$$

#### 6.3.7 EROSIONE DEL VENTO SUI CUMULI

Per quanto riguarda l'erosione del vento, le valutazioni sono effettuate tenendo in conto dei cumuli di materiale presenti nell'area di stoccaggio di cantiere. Ai fini del calcolo delle emissioni di PM10 dovute all'erosione dei cumuli vale la seguente espressione.

$$E_i \text{ (kg / h)} = EF_i \cdot a \cdot movh$$

$i$  particolato (PTS, PM10, PM2.5)

$EF_i$  (kg/m<sup>2</sup>) fattore di emissione areale dell' $i$ -esimo tipo di particolato

$a$  superficie laterale dell'area movimentata mq

$movh$  numero movimentazioni ora.



Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità, inoltre, si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Nel caso di cumuli non a base circolare, si ritiene sufficiente stimarne una dimensione lineare che ragionevolmente rappresenti il diametro della base circolare equivalente a quella reale. Dai valori di altezza del cumulo  $h$  in  $m$  e diametro della base  $D$  in  $m$ , si perviene al fattore di emissione areale del PM10 per ogni movimentazione che è pari, per  $h/D > 0.2$ , a  **$7.90 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mq}$** .

	Cumulo terre e rocce	Cumulo inerti
Quantitativo totale (mc)	300	100
% polverulento	100	100
Volume del Cumulo	30	10
Diametro equivalente, D	6.2	3.9
Altezza cumulo, h	3	3
h/D	0.5	0.8
Superficie laterale, a (mq)	84	44
movh	0.1	0.1
EFi (kg/mq)	7.9E-06	7.9E-06
<b>Ei (g/h)</b>	<b>0.07</b>	<b>0.03</b>

L'emissione totale di PM10 a causa dell'erosione dei cumuli è pari a **0.1 g/h**.

### 6.3.8 SINTESI DELLE EMISSIONI MEDIE ORARIE E VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE

Di seguito si riporta una tabella di sintesi delle emissioni orarie medie di PM10 calcolate nei paragrafi precedenti. Complessivamente si osserva che per le attività svolte in cantiere comportano una emissione media oraria stimata in circa **29.92 g/h**.

Le valutazioni sono state fatte ipotizzando che le attività lavorative si svolgano in 150 gg complessivi ma valutando l'effettiva durata delle lavorazioni che comportano la movimentazione o produzione di materiale polverulento, mentre i flussi orari sono stati calcolati considerando l'operatività del cantiere di 8 h/giorno, condizione che si discosta leggermente dalle ipotesi del modello proposto dalle Linee guida ARPAT (10 ore/giorno).

Nell'intorno dell'area di cantiere sono stati individuati n. 3 ricettori costituiti da edifici ad uso civile abitazione riportati a seguire e nella tavola assetto di cantiere.

- R1 (distanza 40.5 m)
- R2 (distanza 35.9 m)
- R3 (distanza 46.5 m)



*Figura 6.2: Individuazione Ricettori*

Al fine di valutare la compatibilità delle emissioni di PM10 prodotte dall'impianto si utilizzano i valori soglia proposti dalle Linee Guida ARPAT.

Il citato documento individua una proposta di soglie assolute di emissione di PM10 al variare della distanza dalla sorgente valida in condizioni di dispersione rurali, terreno piano, durata delle attività non superiori a 10 ore/giorno e con valori di fondo di  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Confrontando i valori calcolati per il caso in esame con le soglie suggerite si riscontra che per i ricettori individuati le emissioni sono inferiori ai valori di soglia indicati suggeriti per l'intervallo di distanza di riferimento (vedi tabelle).

Considerato che da cronoprogramma le attività di cantiere avranno una durata complessiva di 150 giorni, si perviene pertanto alla tabella seguente.

Tabella 6-1: Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente e soglia di emissione di PM10 (g/h)

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h) Durata attività 150-100 giorni/anno
<b>0 - 50</b>	<b>180</b>
50 - 100	449
100 - 150	1038
> 150	1422

Inoltre, essendo l'emissione complessiva inferiore alla metà della soglia di emissione massima (quindi a 90 g/h) l'emissione di polveri diffuse può essere considerata a priori compatibile con i limiti di legge per la qualità dell'aria.

**Tabella 18** Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività tra 150 e 100 giorni/anno

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<90	Nessuna azione
	90 ÷ 180	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 180	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<225	Nessuna azione
	225 ÷ 449	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 449	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<519	Nessuna azione
	519 ÷ 1038	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1038	Non compatibile (*)
>150	<711	Nessuna azione
	711 ÷ 1422	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1422	Non compatibile (*)

(\*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

## 6.4 TERRE E ROCCE

Per gli aspetti relativi alla gestione delle terre e rocce da scavo si rimanda alla consultazione della **Relazione sulle terre e rocce da scavo** allegata, ove sono fatte anche delle stime dei quantitativi di scavo e riporto, nonché di quelli in deposito temporaneo.

Proprio per il deposito temporaneo, all'interno dell'area di cantiere è prevista una zona all'uopo destinata.

La possibilità di riutilizzo nell'ambito del cantiere delle terre escavate nel sito stesso sarà verificata mediante apposite analisi da eseguirsi prima dell'inizio dei lavori al fine di valutare il non superamento dei valori di soglia dei parametri di cui alla colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte V del D.Lgs. 152/2006 e smi.

## 6.5 RIFIUTI

Le attività di cantiere prevedono la produzione di rifiuti in quantità piuttosto limitate.

Sicuramente sarà prodotta una certa quantità, comunque modesta e attualmente non quantificabile, di rifiuti vegetali per le operazioni preliminari di sfalcio e taglio sull'area di cantiere.

Dal momento che la nuova opera non comporta interventi sul corpo briglia-controbriglia non si prevede la produzione di rifiuti da costruzione e demolizione diversi dalle terre e rocce da scavo che comunque, ove gestite come rifiuto, saranno da destinare a recupero.

Tutti i terreni movimentati, compresi quelli in esubero per la fase di cantiere, saranno temporaneamente stoccati all'interno dell'area di cantiere, e destinati a recupero soltanto se, a conclusione dei lavori, risultassero ancora in eccesso. È però intenzione del Proponente riutilizzare in loco la maggior parte delle volumetrie.

Gli ulteriori rifiuti eventualmente prodotti con l'attività di cantiere sono riconducibili a materiali e/o imballaggi, oppure a materiali e/o sostanze di consumo (ad esempio olii esausti), che verranno adeguatamente smaltiti come rifiuto speciale.