



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben  
Opera finanziata con la partecipazione dell' Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona  
**BRENNER BASISTUNNEL**  
Detailplanung

Potenziamento asse ferroviario Monaco - Verona  
**GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO**  
Progettazione di dettaglio

B0130: Baulos Mauls 2-3		B0130: Lotto Mules 2-3	
Projekteinheit Baustelleneinrichtung - Baustelle Hinterrigger		WBS Cantierizzazione - Cantiere Hinterrigger	
Dokumentenart Baustelleneinrichtung		Tipo documento Layout di cantiere	
Titel Baustellenflächen - Bereich Aicha Akustischer Bericht		Titolo Aree di cantiere - Settore Aica Relazione acustica cantiere Hinterrigger	
Consorzio BTC Scrl  <b>BRENNERO TUNNEL CONSTRUCTION</b> <small>ASTALDI - GHELLA - OBEROSLER - PAC - COGEIS</small>		Mandataria 	
		Mandanti    	
Progettazione esecutiva  <small>Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P c/o Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sammartini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026787911, Fax: +39 0267152612</small>  <small>Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.</small>   		Progettazione di dettaglio     <small>doc. Ing. FRANCESCO MANGANOTTI ISCRIZIONE ALBO N°3030</small>	
	Datum / Data	Name / Nome	Gesellschaft / Società
Bearbeitet / Elaborato	21.12.2016	MGN	SWS
Geprüft / Verificato	22.12.2016	BTL	SWS
Genehmigt / Approvato	23.12.2016	BUTTAFOCO/CAMPA	BTC
 <b>Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE</b>		Direttore dei Lavori Ing. Stefano Fuoco	
Amministratori Ing. Raffaele Zurlo Ing. Konrad Bergmeister			
Projekt-kilometer / Chilometro progetto	von / da 32.0+88 bis / a 54.0+15 bei / al	Bau-kilometer / Chilometro opera	von / da bis / a bei / al
Status Dokument / Stato documento		Masstab / Scala	-
Staat / Stato	Los / Lotto	Einheit / Unità	Nummer / Numero
02	H61	EG	780
Dokumentenart / Tipo documento	Vertrag / Contratto	Nummer / Codice	Revision / Revisione
UTB	B0130	71006	02

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

<b>Bearbeitungsstand</b> <b>Stato di elaborazione</b>			
<b>Revision</b> <b>Revisione</b>	<b>Änderungen</b> <b>Modifica</b>	<b>Verantwortlicher Änderung</b> <b>Responsabile modifica</b>	<b>Datum</b> <b>Data</b>
00	Übernahme Inhalt technisches Angebot / Recepimento contenuti offerta tecnica	BTC	09.11.2016
01	Aktualisiert Berechnungsmodell / Aggiornamento modello di calcolo	BTC	22.11.2016
02	Überarbeitung Prüfverfahren ZI.29810A-FuSt / Revisione a seguito istruttoria ZI.29810A-FuSt	BTC	23.12.2016

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

## INDICE

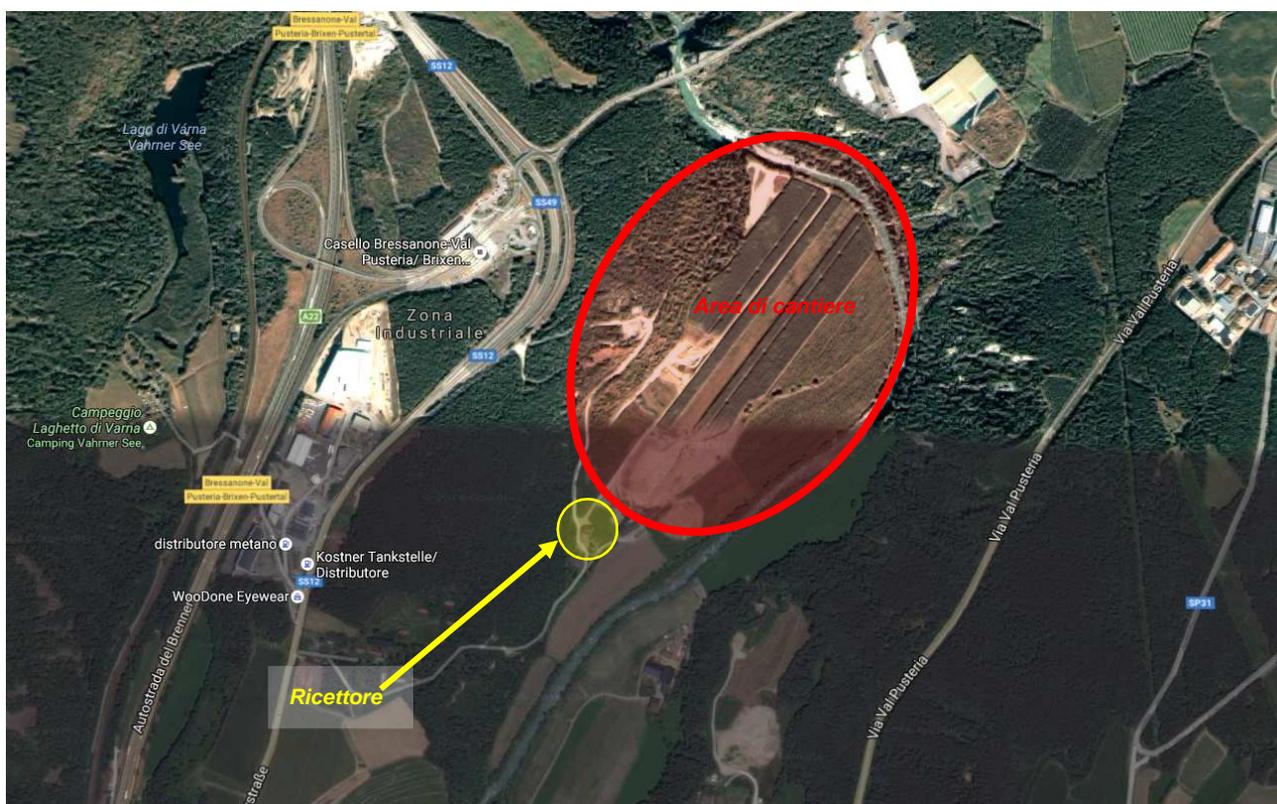
1 INTRODUZIONE .....	1
2 DESCRIZIONE AREA DI CANTIERE HINTERRIGGER .....	2
3 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
4 CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM.....	6
5 DESCRIZIONE DEI LUOGHI E CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI.....	7
6 ANALISI ACUSTICA.....	10
6.1 Descrizione del software utilizzato per il calcolo acustico .....	10
6.2 Calcolo di simulazione .....	13
7 MISURE DI MITIGAZIONE E RISULTATI DELL'ANALISI.....	15
8 CONCLUSIONI.....	18
8.1 Analisi delle sorgenti fisse (valutazione della compatibilità coi limiti) .....	18
8.2 Valutazione complessiva .....	18

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione costituisce l'aggiornamento allo studio previsionale di impatto acustico relativo alle attività del cantiere di Hinterrigger, sito nel comune di Varna (BZ), a supporto della realizzazione del potenziamento dell'asse ferroviario Monaco – Verona della Galleria di base del Brennero.

Nello specifico il presente elaborato viene richiesto ad integrazione della valutazione acustica già condotta in sede di progetto esecutivo, in seguito alle modifiche effettuate al layout di cantiere. In particolare tale studio è stato condotto in analogia all'analisi acustica dei cantieri redatta in fase di progettazione esecutiva e già approvata dalla Provincia di Bolzano. Si rimanda pertanto a tale analisi per ogni approfondimento in merito.



Ortofoto dell' area di studio

L'ortofoto proposta mostra la localizzazione dell'area di cantiere e dei ricettori ad essa più prossimi.

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

## 2 DESCRIZIONE AREA DI CANTIERE HINTERRIGGER

L'area del cantiere Hinterrigger occupa una superficie di circa 220.000 mq ed è collocata in destra orografica del fiume Isarco, poco a valle del viadotto della SS49 della val Pusteria.

Il cantiere è delimitato a nord-est dal fiume Isarco e a ovest da un ripido pendio montano. A sud dell'area si trova il maso Hinterrigger (Sossai).

Nella zona nord è presente la galleria di collegamento con l'area di cantiere Unterplattner.

Tale cantiere è già stato utilizzato durante i lotti costruttivi precedenti.

Dal punto di vista logistico esso è deputato alla movimentazione del materiale di scavo proveniente dalle gallerie e dal cunicolo esplorativo.

Rispetto a quanto previsto in progetto esecutivo, a Hinterrigger verrà installato un impianto di prefabbricazione dei conci che permetterà una netta miglioria nelle modalità di gestione dell'inerte con conseguenti benefici in particolare relativi alla riduzione dei volumi di traffico.

Nell'area sono inoltre presenti un impianto di frantumazione e uno di betonaggio a supporto della produzione dei conci.

Si riporta una breve descrizione delle lavorazioni che avverranno ad Hinterrigger con particolare riferimento all'impianto di prefabbricazione conci essendo questo un impianto che non rientra nelle dotazioni tipologiche di un normale cantiere.



*Eempio di impianto di prefabbricazione conci esistente*

Il materiale di scavo delle gallerie di linea raggiungerà il cantiere di Hinterrigger mediante nastri e quindi verrà inviato all'impianto di frantumazione e al betonaggio. Quest'ultimo impianto produrrà il calcestruzzo necessario alla produzione dei conci e lo invierà alle due linee di prefabbricazione presenti all'interno dell'impianto di prefabbricazione dei conci.

Le gabbie di armatura saranno anch'esse realizzate direttamente all'interno dell'impianto, pertanto sarà necessario prevedere una zona di stoccaggio dei ferri, un certo numero di linee di saldatura ed altre aree per il deposito delle gabbie realizzate.

Sono poi previsti due forni per la maturazione del calcestruzzo e delle caldaie per il funzionamento di tali sistemi.

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

Dai forni i conci, una volta pronti, verranno posizionati in aree adibite al deposito provvisorio, prima di essere trasportati all'esterno della struttura. Nella zona nord dell'impianto sono previsti dei binari che permettono il caricamento dei conci sui treni che allontaneranno tali prefabbricati verso le gallerie.



*Area di stoccaggio conci in corrispondenza di un impianto esistente*

Lo spostamento dei vari materiali, conci ed armature soprattutto, avverrà principalmente con l'utilizzo di carri ponte, in grado di trasportare dalle 3 alle 20 tonnellate di materiale, sia nella zona interna all'impianto che in quella esterna.

E' prevista una produzione di conci per 22 ore giornaliere (due turni da 11 ore), 22 giorni al mese, per una produzione totale di 228 conci/giorno, divisi sulle due linee di lavoro. Allo stato attuale si considera che per servire una simile produzione siano necessari orientativamente 46,8 mc/ora di calcestruzzo e 12 gabbie di armatura/ora.

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

### 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si vogliono esporre ora i principali riferimenti normativi, per offrire il quadro dei limiti di riferimento oggi in vigore.

Attualmente a livello nazionale:

- la **“Legge Quadro” n. 447 del 26 ottobre 1995**, illustra le problematiche e stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dall'inquinamento acustico.
- Il **D.P.C.M. 14.11.97** (“Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”) determina i valori limite di emissione (livello massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità dei ricettori), di immissione (livello massimo di rumore che può essere immesso nell'ambiente da tutte le sorgenti, anch'esso misurato in prossimità dei ricettori), di attenzione (livello di rumore che segnala un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente) e di qualità (livello di rumore da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, tramite le tecnologie di risanamento disponibili). Fissa inoltre i valori limite differenziali di immissione, a 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per quello notturno. Tali valori rappresentano i limiti superiori della differenza tra rumore ambientale comprensivo delle sorgenti in progetto, e del solo rumore di fondo.

CLASSE	DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	VALORI LIMITE DI IMMISSIONE - dB(A)		VALORI LIMITE DI EMISSIONE - dB(A)	
		Periodo diurno (6 – 22)	Periodo notturno (22 – 6)	Periodo diurno (6 – 22)	Periodo notturno (22 – 6)
I	Aree particolarmente protette	50	40	45	35
II	Aree prevalentem. residenziali	55	45	50	40
III	Aree di tipo misto	60	50	55	45
IV	Aree di intensa attività umana	65	55	60	50
V	Aree prevalentemente industriali	70	60	65	55
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70	65	65

- Il **D.M. 16.03.98** (“Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”) individua le specifiche tecniche che devono essere soddisfatte dal sistema di misura; definisce le modalità tecniche e operative da seguire nel rilevamento e nella misurazione del rumore, a complemento delle disposizioni di cui al decreto sui limiti massimi ammissibili;
- **D.P.R. 14 novembre 1998 n. 459** (“regolamento recante norme di esecuzione dell'art. 11 della legge 26 ottobre 1995 n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario”).
- **D.M. 29 novembre 2000** “Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”, che indica i criteri e le modalità di risanamento nel caso di superamento dei limiti imposti.
- **D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142** (“disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento dal traffico veicolare, a norma dell'art. 11 della legge 26 ottobre 1995 n. 447”).
- **D.P.R. 19 ottobre 2011 n. 227** “Regolamento per la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle imprese”.

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

La normativa provinciale riguardante il rumore è la **L.P. n. 20 del 05/12/2012** “Disposizioni in materia di inquinamento acustico”.

In particolare si citano due articoli di tale legge:

- Articolo 10 “Applicazione dei valori limite”: i valori limite di immissione per le varie classi acustiche, definiti nella tabella 3 dell’allegato A non si applicano alla rumorosità prodotta dai cantieri ad eccezione degli impianti di vaglio e frantumazione inerti (comma 2 lettera h);
- Articolo 13 “Valori limite differenziali”: i valori limite differenziali non si applicano alla rumorosità prodotta nei casi previsti dall’articolo 10, comma 2, lettera (...) h (cantieri);

L’allegato B di tale legge riporta l’elenco degli impianti soggetti a valutazione di impatto acustico, tra questi sono riportati:

- “realizzazione o ampliamento di impianti fissi o mobili di frantumazione o di cernita adibiti alla lavorazioni o al riciclaggio sul posto di una quantità maggiore a 3.000 mc di rifiuti inerti, ghiaia o altri materiali” (parte I punto e);
- “attività artigianali ed industriali che esercitano le lavorazioni durante l’orario notturno” (parte II punto c), ossia il caso dell’impianto di prefabbricazione conci.

L’Allegato C riporta invece disposizioni per attività particolarmente rumorose.

Inoltre nella redazione del presente studio si è fatto riferimento anche ai seguenti documenti:

- Deliberazione CIPE numero 71 del 31 luglio 2009 di approvazione del progetto definitivo della Galleria di Base del Brennero. “Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona: galleria di base del Brennero (CUP I41J05000020005). Approvazione progetto definitivo“;
- Delibera del Presidente della Giunta Provinciale di Bolzano n.346 del 15 marzo 2015 “Valutazione impatto ambientale. Galleria di base del Brennero. Approvazione del progetto esecutivo delle gallerie principali – lotto Mules 2 e 3. Proponente: Galleria di base del Brennero BBT SE”.

La prescrizione numero 15 della Deliberazione CIPE prevede che il rispetto dei limiti di rumore sia dimostrato per tutti gli impianti fissi che generino rumore presenti in cantiere.

La Deliberazione 346/2015 della Giunta Provinciale di Bolzano riporta alcune condizioni di interesse per quanto riguarda il tema acustico del cantiere e in particolare le condizioni di interesse nell’ambito del presente studio sono la numero 13 e la 17. Si riportano di seguito i testi di tali condizioni.

Condizione 13:

*“Visto che in gennaio 2013 è entrata in vigore la nuova Legge provinciale 05.12.2012, n. 20 sull’inquinamento acustico, si specifica, in riferimento alla prescrizione n. 15 della delibera CIPE 071/2009, che **per tutti i ricettori menzionati nel progetto esecutivo vale il limite di immissione diurno (ore 6-22) di 55 dB(A) ed il limite di immissione notturno (ore 22-6) di 45 dB(A)**”.*

Nel presente studio si fa quindi riferimento ai limiti stabiliti da tale deliberazione.

Condizione 17:

*“Il progetto di dettaglio con l’allestimento di cantiere, le caratteristiche acustiche degli impianti impiegati e la relativa verifica del rispetto dei limiti di rumore menzionati è sottoposto all’approvazione dell’Ufficio Aria e Rumore”.*

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

#### 4 CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

Presso il ricettore Maso Sossai, ubicato nel comune catastale di Varna I, sono stati condotti da BBT – SE due monitoraggi rappresentativi del clima acustico ante operam in data:

- 08/03/2016;
- 26/10/2016.



*Ricettore Maso Sossai (I-VV-Hi-RUM-020/06) – Vicolo Rigger 5*

Entrambe le misure sono state effettuate con cantiere non in funzione.  
 Si riportano di seguito i risultati dei due monitoraggi eseguiti.

<b>Giorno</b>	<b>Diurno (06:00-10:30) LAeq [dB(A)]</b>	<b>Diurno (10:30-22) LAeq [dB(A)]</b>	<b>Notturmo (22:00-06:00) LAeq [dB(A)]</b>
8/03/2016	46,8	46,5	45,1
26/10/2016	47,1	45,9	44,5

I rilievi hanno evidenziato che il clima acustico in corrispondenza del ricettore Maso Sossai è controllato essenzialmente dal rumore del fiume. Al fondo è presente il rumore delle principali infrastrutture di trasporto (ferrovia del Brennero, strada statale SS12 e Autostrada del Brennero A22).

Si vedano in merito i documenti riportati nell'allegato 10 alla presente relazione.

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

## 5 DESCRIZIONE DEI LUOGHI E CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI

L'area di cantiere Hinterrigger è una zona racchiusa tra la un pendio boscoso piuttosto scosceso sul lato ovest ed un'ansa del torrente Isarco sugli altri lati. A sud è collocato l'unico ricettore considerato nell'analisi: una civile abitazione (denominata Maso Sossai) ubicata tra una stalla, una tettoia, un garage ed una chiesetta.

Come riportato in sede di progetto esecutivo, il ricettore considerato ha destinazione urbanistica "Zona di verde agricolo", a cui è stata corrisposta una classe acustica II, avente i seguenti limiti di immissione:

- 55 dB(A) nel periodo diurno;
- 45 dB(A) nel periodo notturno.

Le aree all'interno della perimetrazione di cantiere sono da considerarsi, per tutta la durata dei lavori, zona acustica di classe IV (zone per insediamenti produttivi).

I limiti citati sono inoltre congruenti con quanto indicato dalla condizione 13 della già citata Delibera 346/2015 con cui la Provincia di Bolzano approva il progetto esecutivo delle gallerie principali – lotto Mules 2 e 3.

Per la valutazione acustica sono state fatte ipotesi (traffico mezzi pesanti e trenini, altimetria tracciato ferroviario e nastri trasportatori, numero punti di movimentazione materiale con ruspe, ecc...) che rispecchiano le attuali previsioni circa l'organizzazione del cantiere. In particolare si sono considerate le sorgenti sonore di seguito elencate per ciascuna delle quali si riporta una breve descrizione specificandone le caratteristiche previste e il periodo di attività (diurno dalle 06 alle 22:00 e notturno dalle 22:00 alle 06:00):

- **Viabilità di cantiere**  
 caratterizzata acusticamente in base al traffico che vi insiste (8 veicoli pesanti/ora transitanti ad una velocità di 30 km/h nel periodo diurno). Periodo attività: fase diurna.
- **Ferrovia**  
 anch'essa caratterizzata dal traffico che la percorre (15 convogli/giorno (pari a 30 passaggi/giorno) ad una velocità di 15 km/h). Non essendo ancora disponibile il progetto di dettaglio del tracciato ferroviario sono state effettuate delle ipotesi sull'andamento altimetrico di tale infrastruttura. Periodo attività: fase diurna e notturna.
- **Nastro trasportatore**  
 Non essendo ancor disponibile il progetto di dettaglio dei nastri si è ipotizzata un'altezza da terra di tali impianti pari a 10 m:  $L_w = 60\text{dB(A)}$  (potenza sonora emessa per unità di lunghezza coerente con indicazioni di progetto esecutivo). Periodo attività: fase diurna e notturna.
- **Scarico materiale da nastro trasportatore**  
 Sono previsti 5 punti di scarico ciascuno caratterizzato da  $L_w = 90\text{dB(A)}$  (sorgente puntiforme). Periodo attività: fase diurna e notturna.
- **Movimentazione smarino tramite ruspe**  
 Durante la fase diurna sono previsti 9 punti di movimentazione, mentre in fase notturna i punti si riducono a 5. Ciascun punto è caratterizzato da  $L_w = 105\text{dB(A)}$  (sorgente puntiforme con potenza sonora coerente con indicazioni di progetto esecutivo). Periodo attività: fase diurna e notturna.
- **Carroponte**  
 $L_w = 90\text{dB(A)}$  (dato reperito da uno studio acustico effettuato presso un impianto di prefabbricazione conci a Oslo). Periodo attività: fase diurna e notturna.
- **Impianto lavaggio ruote**  
 $L_w = 85\text{dB(A)}$  (sorgente puntiforme all'uscita carrabile del cantiere con potenza sonora coerente con indicazioni di progetto esecutivo). Periodo attività: fase diurna.

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

- **Impianto di frantumazione**

Sorgente costituita da:

- sversamento in tramoggia ( $L_w=96$  dB(A) puntuale);
- vaglio ( $L_w = 96$  dB(A) puntuale);
- zona di frantumazione ( $L_w = 105$  dB(A), puntuale);
- scarico da nastro ( $L_w = 80$  dB(A), puntuale).

Tali valori di potenza sonora (coerenti con quanto indicato in progetto esecutivo) tengono in considerazione l'insonorizzazione acustica dell'impianto. Periodo attività: fase diurna e notturna.

- **Impianto di betonaggio**

Sorgente costituita da:

- caricamento in betoniera ( $L_w = 105$  dB(A), puntuale);
- lavorazione propria ( $L_w = 110$  dB(A), puntuale).

Tali valori di potenza sonora sono coerenti con quanto indicato in progetto esecutivo.

Periodo attività: fase diurna e notturna.

- **Impianto per la prefabbricazione dei conci**

Sorgente costituita da:

- due camere di getto ( $L_w = 80$  dB(A), sorgente puntuale);
- due zone di scassero conci ( $L_w = 92$  dB(A), sorgente puntuale).

La potenza sonora della camera di getto considera l'insonorizzazione della camera stessa.

Per definire la rumorosità di tale impianto si è fatto riferimento ad uno studio che richiama un'esperienza relativa ad un cantiere francese, all'interno del quale la rumorosità in corrispondenza delle camere di getto e delle zone di scassero conci fornisce valori di potenza di picco pari a quelli sopra riportati e utilizzati per la modellazione. La struttura e i tamponamenti del capannone influenzano notevolmente il riverbero dei rumori prodotti dalle attività di produzione, sia all'interno del capannone che verso l'esterno, pertanto il progetto di tale edificio dovrà considerare l'abbattimento del rumore e concorrere a mantenere le emissioni sonore entro i limiti indicati dalla normativa.

In particolare le pannellature costituenti l'edificio avranno caratteristiche tali da limitare i fenomeni trasmissivi verso l'ambiente esterno.

Periodo attività: fase diurna e notturna.

Ove non disponibili dati relativi a studi acustici pregressi (impianto di prefabbricazione conci e carroponete), non essendo allo stato attuale ancora disponibili i dati effettivi di potenza sonora e i relativi spettri del rumore emessi dai macchinari che verranno collocati in cantiere, si sono presi a riferimento i valori delle potenze sonore delle singole sorgenti riportati nella relazione acustica del progetto esecutivo (02\_H61\_EG\_750\_UTB\_D0700\_71005\_21) approvato.

La posizione di tutte le sorgenti sonore è indicata puntualmente nella planimetria di dettaglio allegata alla presente relazione (allegato 1), tuttavia si consideri che il layout di cantiere, rispetto a quanto considerato nel presente studio acustico basato sulle previsioni di cantierizzazione di novembre 2016, è stato modificato con variazioni considerate non sostanziali ai fini acustici, ossia:

- spostamento della strada di cantiere in corrispondenza del lato sud ovest dell'edificio impianto di prefabbricazione conci: la strada è stata avvicinata alla facciata dell'edificio stesso e di conseguenza allontanata dal ricettore Maso Sossai;
- aumento del numero di binari (passaggio da 3 a 6) previsti in corrispondenza della zona del piazzale di carico dei conci.

L'incremento del numero di binari in corrispondenza della zona di carico dei conci non modifica il rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria dal momento che le attuali previsioni relative al numero di convogli giornalieri in transito nell'area di Hinterrigger non sono variate rispetto a quanto ipotizzato a novembre 2016.

Le sorgenti descritte sono state distinte in due tipologie:

- sorgenti assimilabili agli impianti fissi di cantiere (nastro trasportatore, betonaggio,...);
- sorgenti dovute ad attività lavorative o all'utilizzo di mezzi di cantiere (viabilità di cantiere, treno di cantiere,...).

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

I punti di scarico del materiale da nastro non sono da considerarsi impianti nel senso stretto del termine, ma tuttavia essendo tale sorgente origine di un rumore continuo si è inserita nella simulazione relativa agli impianti fissi.

SORGENTI FISSE				
Impianto sorgente	Potenza sonora [dB(A)]	Altezza dal suolo [m]	DIURNO	NOTTURNO
Nastro trasportatore	60 dB(A)/m	10	X	X
Scarico materiale da nastro trasportatore	90	1	X	X
Impianto frantumazione			X	X
Sversamento materiale in tramoggia	96	4		
Vaglio	96	4		
Frantumazione	105	4		
Scarico da nastro	80	8		
Impianto betonaggio			X	X
Caricamento betoniera	105	3		
Lavorazione impianto	110	5		
Impianto prefabbricazione conci			X	X
Camera di getto	80	-		
Scassero conci	92	-		

ALTRE SORGENTI				
Impianto sorgente	Potenza sonora [dB(A)]	Altezza dal suolo [m]	DIURNO	NOTTURNO
Viabilità di cantiere	8 camion/ora (diurno)		X	-
Ferrovia	15 treni/giorno		X	X
Carroponte	90	5	X	X
Movimentazione smarino tramite ruspe	105	1,5	X	X
Impianto lavaruate	85	1	X	X

In accordo con il documento di progetto esecutivo "Disposizione tecniche particolari" (02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11100\_21) tutti gli impianti saranno adeguatamente insonorizzati e prima della loro ubicazione in cantiere verranno prodotte le certificazioni sulle emissioni di rumore, da sottoporre alla Committente/DL, per una preventiva autorizzazione, sentito l'ufficio competente Aria e Rumore della Provincia.

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

## 6 ANALISI ACUSTICA

### 6.1 Descrizione del software utilizzato per il calcolo acustico

In coerenza con lo studio effettuato in sede di progettazione esecutiva, per lo studio dell'impatto acustico, si adotta un modello di simulazione come metodologia di analisi. In particolare le simulazioni sono state effettuate con il software IMMI versione 6.3.1, adottando algoritmi di calcolo della propagazione sonora compatibili con le indicazioni europee nell'ambito della mappatura del rumore.

In particolare gli algoritmi utilizzati dal programma per il calcolo della propagazione del rumore sono:

- XPS 31-133 per il rumore causato dal traffico stradale del cantiere;
- BNPM per il rumore causato dal traffico ferroviario di cantiere;
- ISO 9613 per il rumore delle altre sorgenti di cantiere.

Il software opera in ambiente tridimensionale ed è basato sulla tecnica del "ray tracing" (tracciamento dei raggi) e delle "sorgenti immagine". In sostanza, tale tecnica permette di costruire delle funzioni di trasferimento parametriche fra sorgente e ricevitore (ray-tracing classico) o anche, al contrario, fra ricevitore e sorgente (ray tracing inverso, tecnica utilizzata da IMMI per ottimizzare i tempi di calcolo), attraverso le quali è possibile tenere in opportuno conto la divergenza geometrica e le attenuazioni in eccesso. L'area sottoposta ad analisi è divisa in una moltitudine di superfici di piccola entità e, ognuna di queste, è collegata ad un punto detto ricettore.

Il programma richiede l'inserimento di diversi parametri, sia in forma numerica sia a livello grafico, che possono essere distinti in parametri ambientali e parametri di calcolo. Si riportano di seguito quelli ritenuti più significativi:

- Orografia del territorio: riguarda la rappresentazione del territorio con curve di isolivello e punti quotati nelle tre dimensioni (dossi e avvallamenti);
- Edifici: descritti da solidi poligonali, dal numero di piani e da parametri che caratterizzano le risposte ai fenomeni acustici (riflettivi e/o diffrattivi);
- Rete viaria: descritta da polilinee a tre dimensioni, alle quali possono essere associati parametri legati alle specifiche caratteristiche, come i dati relativi ai volumi e la composizione del traffico, la velocità media di transito;
- Barriere protettive: descritte con polilinee e parametri che ne indicano la tipologia (fonoriflettente, fonoassorbente), le caratteristiche e le dimensioni (altezza, lunghezza, larghezza nel caso di biomuri);
- Caratteristiche del suolo: definito come assorbente o riflettente a seconda del valore assegnato al parametro ground-factor (nel presente caso di studio, si è applicato un valore pari a 1,00);
- Sorgenti sonore: nel caso specifico sono la viabilità di cantiere, la ferrovia, gli impianti di cantiere.

Il software implementa l'intero algoritmo stabilito dalla ISO 9313 quindi, in fase di calcolo, vengono presi in considerazione tutti i contributi di divergenza stabiliti dalla norma.

In particolare per le sorgenti lineari e puntiformi, si è fatto riferimento all'algoritmo di calcolo utilizzato per la valutazione della propagazione del rumore dal punto sorgente al punto ricevitore contenuto nella norma ISO 9613; tale norma indica un metodo per il calcolo dell'attenuazione del suono che si propaga in ambiente esterno da un punto sorgente allo scopo di predire i livelli di inquinamento acustico nelle aree circostanti la sorgente. In particolare:

- ISO 9613-1 "Attenuation of sound during propagation outdoors – Calculation of the absorption of sound by the atmosphere" introduce un metodo per il calcolo dell'attenuazione del suono come risultato dell'attenuazione atmosferica per diverse condizioni meteorologiche (temperatura, umidità e pressione atmosferica).
- ISO 9613-2 "Attenuation of sound during propagation outdoors – General method of calculation" individua un metodo ingegneristico per il calcolo dell'attenuazione del suono in ambiente esterno in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione e cioè sottovento.

I termini di attenuazione presi in considerazione sono:

- divergenza geometrica:  $A_{div}$ ;
- assorbimento atmosferico:  $A_{atm}$ ;
- effetto del terreno:  $A_{gr}$ ;
- presenza di una barriera:  $A_{bar}$ ;

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

- l'effetto della vegetazione e di altre tipiche presenze (case, siti industriali):  $A_{misc}$ .

In generale quindi la norma definisce solamente i metodi per calcolare l'attenuazione del rumore durante la propagazione e i criteri per la riduzione di sorgenti di vario tipo a sorgenti puntiformi. Non fa infatti riferimento a sorgenti specifiche di rumore. La norma ISO 9613 permette, in aggiunta, il calcolo dei livelli sonori equivalenti "sul lungo periodo" tramite una correzione forfaitaria. L'equazione che permette di determinare il livello sonoro  $L_{AT(DW)}$  in condizioni favorevoli alla propagazione in ogni punto ricevitore è la seguente:

$$L_{AT(DW)} = L_w + D_c - A$$

dove  $L_w$  è la potenza sonora della sorgente generata dalla generica sorgente puntiforme,  $D_c$  è la correzione per la direttività della sorgente e  $A$  l'attenuazione dovuta ai diversi fenomeni fisici di cui sopra, espressa da:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

La condizione considerata è quella più favorevole alla propagazione, corrispondente alle condizioni di "sottovento" e/o di moderata inversione termica (tipica del periodo notturno), è definita dalla ISO 1996-2.

Per quanto riguarda le attenuazioni aggiuntive dovute alla presenza di vegetazione, di siti industriali o di gruppi di case, la norma ISO 9613 propone alcune relazioni empiriche per il calcolo, che pur avendo una limitata validità possono essere utili in casi particolari.

Un argomento molto importante introdotto dalla norma è la possibilità di determinare un'incertezza associata alla previsione: a questo proposito la ISO ipotizza che, in condizioni favorevoli di propagazione (sottovento, DW) e tralasciando l'incertezza con cui si può determinare la potenza sonora della sorgente sonora, nonché problemi di riflessioni o schermature, l'accuratezza associabile alla previsione di livelli sonori globali sia quella presentata nella tabella sottostante.

Altezza media di ricevitore e sorgente [m]	Distanza $0 < d < 100$ m	Distanza $100 \text{ m} < d < 1000$ m
$0 < h < 5$	$\pm 3$ dB	$\pm 3$ dB
$5 < h < 30$	$\pm 1$ dB	$\pm 3$ dB

Naturalmente, la corrispondente accuratezza associabile a misurazioni sul lungo periodo può essere molto maggiore.

La caratterizzazione della rumorosità emessa dall'involucro del capannone per la prefabbricazione dei conci è stata effettuata utilizzando la procedura descritta nella UNI 12354-4. Pertanto si è proceduto alla segmentazione del corpo di fabbrica suddividendolo in "segmenti", a cui sono state associate delle sorgenti puntiformi caratterizzate da un certo valore di  $L_w$  come indicato dalla norma stessa.

La diffusione del suono dall'involucro dell'edificio può essere rappresentata dall'irradiazione di una o più sorgenti puntiformi equivalenti, che rappresenta il contributo di un segmento dell'involucro dell'edificio stesso. Gli elementi che possono essere schematizzati tramite sorgenti puntiformi equivalenti, si suddividono in 2 gruppi:

- emettitori piani (per es. pareti, porte e finestre chiuse, tetto...) e i piccoli ( $S < 1 \text{ m}^2$ ) elementi di edificio (per es. griglie di areazione, aperture...);
- aperture di dimensioni maggiori (per es. aperture di ventilazione, porte e finestre aperte...) ( $S \geq 1 \text{ m}^2$ ).

E' possibile, inoltre, suddividere l'edificio in segmenti (che comprendono più elementi), ciascuno rappresentabile mediante una sorgente puntiforme equivalente, secondo i seguenti criteri:

- la propagazione  $A_{tot}$  del suono ai più vicini punti di ricezione deve essere la stessa per ogni elemento di un segmento;
- la distanza dal più vicino punto ricettore deve essere almeno il doppio della dimensione maggiore del segmento;
- agli elementi di uno stesso segmento si può applicare lo stesso livello di pressione interna;
- agli elementi di uno stesso segmento si può applicare la stessa direttività.

Sono stati dunque ricavati 18 segmenti di parete e altri 14 segmenti di solaio, a cui sono stati associati una sorgente puntuale caratterizzata da un livello di potenza sonora emessa pari a  $L_w$ :

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

$$L_w = L_{p,int} + C_d - R' + 10 \log \frac{S}{S_0}$$

Dove:

- $L_{p,int}$  = livello di pressione sonora a distanza compresa tra 1 e 2m dall'interno dell'involucro, riferito al segmento considerato;
- $C_d$  = termine di diffusività per il campo sonoro interno, a livello del segmento;
- $R'$  = potere fonoisolante apparente per il segmento considerato;
- $S$  = area del segmento;
- $S_0$  = area di riferimento, pari a 1,00 m<sup>2</sup>

Il potere fonoisolante apparente del segmento è ottenuto a partire dai dati sugli elementi componenti:

$$R' = -10 \log \left[ \sum_{i=1}^m \frac{S_i}{S} 10^{-\frac{R_i}{10}} + \sum_{i=m+1}^{m+n} \frac{A_0}{S} 10^{-\frac{D_{n,m,i}}{10}} \right]$$

In cui:

- $S_i$  = area dell'i-esima apertura;
- $S$  = la somma dell'area di tutte le aperture di quel segmento;
- $R_i$  = potere fonoisolante dell'elemento i;
- $D_i$  = attenuazione sonora dovuta al silenziatore posto sull'i-esima apertura;
- $A_0$  = numero di aperture del segmento;
- $m$  = numero di grandi elementi del segmento;
- $n$  = numero di piccoli elementi del segmento.

Il livello di potenza sonora emesso da un segmento di aperture è invece definito come:

$$L_w = L_{p,in} + C_d + 10 \log \sum_{i=1}^o \frac{S_i}{S} 10^{-\frac{D_i}{10}}$$

Dove  $S_i$  è l'area dell'i-esima apertura;  $S$  è la somma dell'area di tutte le aperture di quel segmento;  $D_i$  è l'attenuazione sonora dovuta al silenziatore posto sull'i-esima apertura;  $o$  è il numero di aperture del segmento.

Il termine di diffusività  $C_d$  è funzione della diffusività del campo sonoro interno, e dell'assorbimento interno del segmento considerato, ed è definito dal prospetto B1, allegato B alla UNI 12354-4:

- Ambienti relativamente piccoli, di forma regolare (campo diffuso); di fronte a 1 superficie riflettente = - 6dB;
- Ambienti relativamente piccoli, di forma regolare (campo diffuso); di fronte a 1 superficie assorbente = - 3dB;
- Grandi sale piatte, numerose sorgenti (normale edificio industriale); di fronte a 1 superficie riflettente = - 5 dB;
- Edificio industriale, poche sorgenti direzionali dominanti; di fronte a 1 superficie riflettente = - 3 dB;
- Edificio industriale, poche sorgenti direzionali dominanti; di fronte a 1 superficie assorbente = 0 dB.

La rumorosità all'interno del fabbricato è generata da due camere di getto e da due zone di scassero concii. La rumorosità associata a ciascuna delle lavorazioni citate è, in termini di potenza, pari a:

- camera di getto: 80 dB(A);
- zona di scassero: 92 dB(A).

I valori di potere fonoisolante dell'involucro dell'edificio sono stati ricavati da relazioni stabilite in sede UNI (parte opaca: legge di massa:  $R' = 20 \log m' - 2$ , con  $m'$  ipotizzata cautelativamente pari a 200 kg/mq) e da valori tratti da letteratura (serramenti a vetro singolo:  $R'=18$  dB). La tabella seguente mostra i valori di potenza sonora associabili alle sorgenti del rumore emesso:

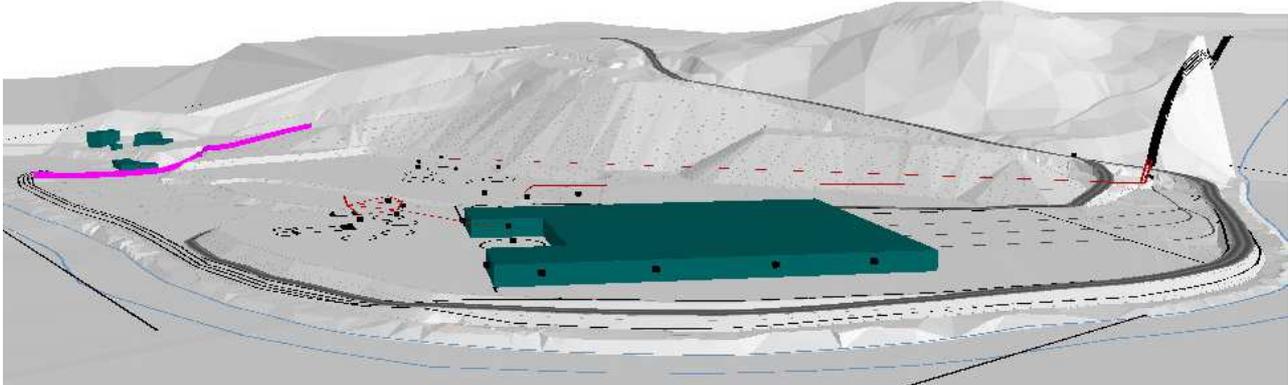
 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

segmento	L <sub>p,in</sub> [dB]	C <sub>d</sub> [dB]	R'	S [m <sup>2</sup> ]	S <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	R <sub>i</sub> [dB]	L <sub>w</sub> [dB]
<b>Parete</b>	84,3	-3,0	26,1	473,0			81,9
parte opaca					408,50	46,0	
serramenti					64,50	17,5	
<b>Solaio</b>	84,3	-3,0	29,7	1 075,0			81,9
parte opaca					1011,79	46,0	
serramenti					63,21	17,5	

Tali dati sono stati implementati nel modello di simulazione per il calcolo della diffusione in ambiente esterno del rumore generato dall'esercizio dei nuovi impianti presenti nel capannone presso i ricettori considerati. Nei paragrafi che seguono viene descritta la metodologia adottata.

## 6.2 Calcolo di simulazione

Il primo passo è stato creare un modello tridimensionale che riproducesse l'andamento plano-altimetrico del territorio considerato e il progetto del layout di cantiere. È stato utilizzato come base di partenza il rilievo di ottobre 2016 all'interno del quale sono state introdotte le diverse zone di lavorazione attraverso l'implementazione delle sorgenti descritte nei paragrafi precedenti.



Modello 3D dell'area di cantiere di Hinterrigger

Il calcolo è stato eseguito in modo da ottenere:

- la mappatura dei livelli sonori su griglia regolare a quota 4 metri dal suolo;
- il calcolo puntuale dei livelli sonori ai ricettori corrispondenti alle facciate degli edifici esposti al rumore a una quota di 4 metri dal suolo. Calcolo a 1 metro dalla facciata.

Le tabelle che seguono mostrano i settaggi delle impostazioni del software:

Modello di calcolo			
Adatta area di calcolo alla posizione del ricevitore			
...per punti singoli	Si	L /m: 2000	
...per calcolo griglia	Si	L /m: 2000	
Prendi in considerazione elementi selezionati dovunque siano i ricevitori: No			
Campo libero davanti a sup. rifl./m	1.00		
Casa: bordo bianco nella griglia	No		
Frequenza			
Tipo spettro	Livello globale "A"		
Prima banda di frequenza /Hz	0.00		
Ultima banda di frequenza /Hz	0.00		
Calcolo del ricevitore	ottimizzato		
Calcolo griglia	ottimizzato		
		<b>Settaggio ottimale:</b>	<b>Settaggio ottimale:</b>
<b>Parametro</b>	<b>rigido</b>	<b>Calcolo ricevitore (ON)</b>	<b>Calcolo griglia (ON)</b>

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

Proiezione di sorgenti lineari	Si	Si	No
Proiezione di sorgenti superficiali	Si	Si	No
Minima lungh. sezioni /m	1.00	1.00	1.00
Aggiungi fattore per criterio distanza	1.00	1.00	1.00
gamma di interesse per sorgenti sonore	No	No	Si
minima diff. di livello /dB	No	No	25.00
Limite di cut-off per insertion loss	Si	Si	Si
Limite secondo normativa	Si	Si	Si
Calcola attenuazione perVDI 2720, ISO9613			
percorso laterale	Si	Si	No
percorso laterale per sorgenti immagine	No	No	No
Rifless. (max. ordine)	1	1	Nessuna riflessione
Sorgente immagine per proiezione	Si	No	
Nessuna rifl. se interamente schermato	Si	Si	
Gamma di interesse per sup. rifl. /m	No	100.00	
Salva raggi come linee di aiuto	No	No	
Riflessioni multiple	No	No	No
Incrementi angolo (x-y)°			
Incrementi angolo (z)°			
massimo percorso di riflessione			
come multiplo della distanza diretta			
Suddivisione di raggi su sup. rifl.			

Parametri globali			
Preimpostazione di G all'esterno elementi DBOD		0.50	
temperatura /°		10	
umidità relativa /%		70	
Area abitata per abit./m² (=0.8*lorda)		40.00	
Altezza media piani in m		2.80	
Meteorologia semplificata (Linee guida Int. Comp. Methods)	Giorno		Sera
C0 /dB (influenza meteo locale)	2.00		1.00
			Notte
			0.00

Parametri della libreria: Studio rumore parche		
Calcolo dell'emissione secondo	Studio rumore parcheggi 2007	
Calcolo della propagazione secondo	ISO 9613	

Parametri della libreria: ISO 9613		
condizioni sotto vento		Si
Applica fattore costante CO		No
Regione		
Equazione semplificata (N. 7.3.2) per l'effetto terreno		
per calcolo in frequenza		No
per calcolo in globale "A"		Si
calcola solo attenuazione per distanza		No
Attenuazione per schermatura - sottrae negativamente effetto terreno		Si
Conti per vegetazione		Si
Conti per urbanizzazione		Si
Conti per l'effetto del terreno		Si

Parametri della libreria: XP S 31-133		
Offset verticale della sorgente /m		0.50
Selezione dei parametri meteo secondo app. 1		
Giorno		Abbeville
Notte		Abbeville
Conti per vegetazione		No
Conti per urbanizzazione		No
Conti per l'effetto del terreno		Si

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

## 7 MISURE DI MITIGAZIONE E RISULTATI DELL'ANALISI

Si è quindi proceduto alla valutazione di due scenari:

- attività relative ai soli impianti fissi: tali risultati sono stati confrontati con i limiti di legge (LP 20/2012);
- attività complessiva del cantiere: simulata per poter avere una visione completa dell'impatto acustico dovuto all'attività del cantiere di Hinterrigger. I valori ottenuti non vengono confrontati con i limiti di legge in accordo con la LP 20/2012 articolo 10 comma 2 lettera h.

Entrambi gli scenari sono stati simulati in fase diurna e in fase notturna con e senza la barriera acustica.

In particolare, in sede di progetto esecutivo, è stata prevista una barriera antirumore a protezione del Maso Sossai, lunga 218 metri ed alta 3 metri. Come emerge chiaramente anche dal progetto esecutivo approvato, tale barriera attenua solo in misura minima il rumore presso il ricettore Sossai, tuttavia si è ritenuto fondamentale mantenerla in quanto, oltre alla funzione di attenuazione del rumore, la stessa garantirà:

- il mascheramento dell'area di cantiere agli abitanti del Maso (mitigazione paesaggistica);
- un'ulteriore misura di riduzione della dispersione delle polveri prodotte dal cantiere.

In accordo con le "Disposizione tecniche particolari" (02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11100\_21) i nastri trasportatori e gli impianti fonte di emissione, di nuova costruzione, saranno adeguatamente schermati con un'incapsulatura completa; il materiale all'interno dell'incapsulatura presenterà adeguate caratteristiche di fonoassorbimento (a titolo indicativo: pannelli fonoassorbenti composti da lamiera grecata e lana di roccia interna).

Le tramogge presenti verranno integralmente schermate mediante struttura rivestita di pannelli fonoassorbenti fissati su telaio portante, che permetta operazioni di controllo e manutenzione in piena sicurezza. Inoltre in corrispondenza delle tramogge saranno adottati opportuni accorgimenti fra cui:

- limitare il salto di caduta, per evitare che il materiale in caduta sia fonte di rumorosità;
- posizionare tali tramogge il più lontano possibile (coerentemente con le esigenze di cantiere) dai ricettori più prossimi.

Si prevede inoltre la schermatura dell'impianto di frantumazione. Per tale intervento si ipotizza in prima analisi l'utilizzo di pannelli fonoassorbenti composti da lamiera grecata e lana di roccia interna.

Per quanto riguarda l'edificio dell'impianto di prefabbricazione dei conci si rammenta che sarà necessario prevedere un adeguato tamponamento dell'edificio stesso al fine di ridurre il rumore sia all'interno che all'esterno della struttura.

Pertanto il presente studio acustico ha considerato le seguenti misure di riduzione del rumore:

- insonorizzazione/schermatura dei nastri trasportatori,
- insonorizzazione/schermatura delle tramogge;
- insonorizzazione acustica dell'impianto di frantumazione;
- insonorizzazione della camera di getto dell'impianto di prefabbricazione conci;
- insonorizzazione dell'impianto di prefabbricazione conci.
- utilizzo di automezzi moderni a basse emissioni sia inquinanti che rumorose;
- moderazione della velocità per i mezzi su gomma a 30 km/h per i mezzi su via ferrata 15 km/h.

Come già sottolineato nel corso del presente documento il presente studio è stato sviluppato sulla base dei dati acustici attualmente disponibili. Gli interventi sopraelencati saranno quindi definiti nel dettaglio tecnico e localizzati a seguito di specifiche analisi una volta note le effettive caratteristiche acustiche delle varie sorgenti (livelli sonori equivalenti e spettri in frequenza) fornite direttamente dai produttori degli impianti.

Gli interventi di mitigazione acustica elencati sono quindi da intendersi come standard tipologici da calare nella realtà di cantiere note le caratteristiche acustiche delle sorgenti.

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

In allegato al presente documento si riportano le mappe cromatiche relative ai risultati delle simulazioni descritte. In particolare:

- allegato 2: Mappa acustica diurna attività di cantiere complessive (fisse e mobili) senza barriere;
- allegato 3: Mappa acustica notturna attività di cantiere complessive (fisse e mobili) senza barriere;
- allegato 4: Mappa acustica diurna attività di cantiere complessive (fisse e mobili) con barriere;
- allegato 5: Mappa acustica notturna attività di cantiere complessive (fisse e mobili) con barriere;
- allegato 6: Mappa acustica diurna attività di cantiere - impianti fissi senza barriere;
- allegato 7: Mappa acustica notturna attività di cantiere - impianti fissi senza barriere;
- allegato 8: Mappa acustica diurna attività di cantiere - impianti fissi con barriere;
- allegato 9: Mappa acustica notturna attività di cantiere - impianti fissi con barriere.

Non disponendo di indicazioni più dettagliate si sono assunti ritmi di lavoro molto simili per la fase diurna e notturna. In particolare la simulazione relativa al periodo diurno e notturno coincide nel caso in cui si considerino gli impianti fissi che si sono sempre considerati in funzione.

La fase notturna rispetto a quella diurna si differenzia nello scenario che coinvolge l'intera attività di cantiere per l'eliminazione della sorgente impianto lavaruote, la riduzione del traffico notturno dei mezzi pesanti, la riduzione dei punti di movimentazione materiale (da 9 della fase diurna a 5 della notturna).

### **Analisi relativa agli impianti fissi**

Si riportano di seguito i risultati dell'analisi svolta in corrispondenza del ricettore Maso Sossai.

	L <sub>P,calc</sub> [dB(A)]		L <sub>P,limite immissione</sub> [dB(A)]
	Senza barriera	Con barriera	
DIURNO	39,8	39,7	55
NOTTURNO	39,8	39,7	45

*Tabella 1: risultati dello studio relativo ai soli impianti fissi – ricettore Maso Sossai*

I livelli di pressione sonora registrati presso il ricettore Maso Sossai per quanto riguarda l'attività degli impianti fissi ottiene valori identici nella fase diurna e notturna dal momento che, come anticipato, tutti gli impianti fissi sono attivi sia di giorno che di notte. I limiti di immissione sono rispettati sia in fase diurna che notturna.

### **Analisi relativa all'attività complessiva di cantiere**

Per completezza si riporta l'analisi relativa anche all'attività di cantiere nel suo complesso.

	L <sub>P,calc</sub> [dB(A)]	
	Senza barriera	Con barriera
DIURNO	53,7	52,9
NOTTURNO	48,5	48,1

*Tabella 2: risultati dello studio relativo all'attività complessiva di cantiere - ricettore Maso Sossai*

Al fine di arrecare il minor disturbo possibile alle abitazioni, in particolar modo durante la fase notturna, si prevede di effettuare la movimentazione del materiale solo nella zona più a nord dell'area di cantiere disponibile di volta in volta per il deposito del materiale.

Inoltre in accordo con quanto indicato nell'Allegato C della L.P. 20/2012:

- i lavori di scavo, consolidamento del terreno e costruzione saranno eseguiti adottando adeguati provvedimenti per ridurre al minimo le emissioni di rumore;

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

- i macchinari impiegati nelle costruzioni, compatibilmente con quanto reperibile sul mercato, saranno azionati elettricamente quando vi sia disponibilità di energia elettrica;
- i motori a scoppio saranno ammessi solo se muniti di silenziatori realizzati nel rispetto delle norme di buona tecnica;
- i macchinari rumorosi saranno dislocati, compatibilmente con la loro necessità d'impiego, in zone il più possibile distanti da Maso Sossai;
- i compressori, le gru e gli altri macchinari saranno adeguatamente lubrificati, affinché il loro funzionamento sia regolare e non provochi rumori molesti.

Inoltre si adotteranno i seguenti accorgimenti utili alla riduzione del rumore:

- l'accensione dei macchinari avverrà solo nell'imminenza della lavorazione e lo spegnimento avverrà immediatamente dopo la fine della lavorazione;
- verranno utilizzate preferibilmente macchine operatrici gommate anziché cingolate;
- si preferiranno, a parità di funzione, macchine con potenza minima appropriata al tipo di intervento;
- gli operatori verranno adeguatamente istruiti in modo tale da evitare comportamenti inutilmente rumorosi.

 	<b>PROGETTO DI DETTAGLIO</b> RELAZIONE ACUSTICA CANTIERE HINTERRIGGER RELAZIONE TECNICA			 <b>Technical report</b>
	Project <b>02_H61_EG_780</b>	Document ID <b>UTB_B0130_71006</b>	Version <b>02</b>	

## 8 CONCLUSIONI

Si riportano di seguito i risultati delle simulazioni acustiche riferite ai due scenari analizzati:

- Impianti fissi (fase diurna e notturna – con e senza barriera acustica);
- Attività complessiva del cantiere (fase diurna e notturna – con e senza barriera acustica).

### 8.1 Analisi delle sorgenti fisse (valutazione della compatibilità coi limiti)

L'analisi acustica relativa all'attività degli impianti fissi di cantiere va a confrontare i risultati ottenuti con i limiti di immissione così come richiesto dall'articolo 10 della LP 20/2012.

Dall'analisi acustica svolta, nella quale si sono considerate le emissioni rumorose prodotte dalle attività presenti sul sito di cantiere, è emerso che in corrispondenza del ricettore analizzato (Maso Sossai) i valori di immissione indicati dalla delibera 346/2015 sono sempre rispettati.

	L <sub>P,calc</sub> [dB(A)] CON BARRIERE		L <sub>P,limite</sub> [dB(A)]	
	GIORNO	NOTTE	GIORNO	NOTTE
Ricettore Maso Sossai	39,7	39,7	55	45

### 8.2 Valutazione complessiva

L'analisi acustica relativa all'intera attività di cantiere viene effettuata per avere una visione completa dell'impatto acustico dovuto ai cantieri, ma non viene confrontato con i limiti di legge, in accordo con l'articolo 10 della LP 20/2012.

	L <sub>P,calc</sub> CON BARRIERE [dB(A)]	
	GIORNO	NOTTE
Ricettore Maso Sossai	52,9	48,1

Il presente lavoro è consistito nel calcolo di simulazione del rumore prodotto dal sito di cantiere di Hinterrigger. Data la complessità del cantiere in oggetto e la mancanza di dati reali di potenza sonora e spettri di frequenza relativi a impianti e macchinari previsti in cantiere, si sono svolte le modellazioni considerando le ipotesi esposte nei capitoli precedenti.

Non appena saranno resi disponibili dai fornitori degli impianti i dati acustici (livelli sonori equivalenti e spettri in frequenza) degli stessi si provvederà all'aggiornamento delle modellazioni svolte considerando i dati reali delle sorgenti.

Gli interventi di mitigazione acustica elencati al capitolo 7 saranno quindi definiti nel dettaglio tecnico e localizzati a seguito dell'aggiornamento della presente analisi acustica.

*il tecnico competente in acustica ai sensi della L. 447/95*

ing. Francesca Manganotti