

COMUNE DI ANCONA - LUNGOMARE NORD.
REALIZZAZIONE DELLA SCOGLIERA DI PROTEZIONE DELLA
LINEA FERROVIARIA BOLOGNA-LECCE, INTERRAMENTO CON
GLI ESCAVI DEI FONDALI MARINI, RETTIFICA E VELOCIZZAZIONE
DELLA LINEA FERROVIARIA

**RISPOSTE AD ISTRUTTORIA VIA
ID_VIP4711
ALLEGATO 5.2**

Valutazione di Impatto Ambientale
Art. 23 D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii



Sommario

1	PREMESSA	3
2	PRIMA PARTE: PROGETTO E STUDIO ACUSTICO FASE DI ESERCIZIO	3
3	SECONDA PARTE: IMPATTO ACUSTICO FASE DI CANTIERE.....	4
3.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
3.1.1	Classificazione acustica del territorio e individuazione dei Ricettori limitrofi alla nuova attività.....	6
3.1.2	Valori limite assoluti d'immissione	7
3.1.3	Valori limite differenziali d'immissione	7
3.1.4	Valori limite di emissione.....	7
3.1.5	Piano comunale di classificazione acustica	8
3.2	MISURE DI MITIGAZIONE, COMPENSAZIONE E MONITORAGGIO.....	16
3.3	FASE DI ESERCIZIO.....	22
3.4	CONCLUSIONI.....	22
4	FASE 3: INTERRAMENTO CON GLI ESCAVI DEI FONDALI MARINI (AREA COMPRESA TRA LA SCOGLIERA ESTERNA E IL CONFINAMENTO INTERNO), A CURA DI ADSP.	23
5	FASE 4: INTERRAMENTO CON GLI ESCAVI DEI FONDALI MARINI (AREA COMPRESA TRA LA SCOGLIERA ESTERNA E IL CONFINAMENTO INTERNO)- POSA MATERIALE DALLE MACERIE E REALIZZAZIONE PARCO DUNALE.	26

1 PREMESSA

Il presente documento intende fornire ulteriori chiarimenti al fine di soddisfare la richiesta di integrazioni formulata dal Gruppo Istruttore della Sottocommissione V.I.A. della Commissione Tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA/VAS (di seguito Commissione) in relazione al progetto presentato dalla Società R.F.I. Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. per l'avvio della procedura di valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.n.152/2006 e s.m.i., denominato *"Comune di Ancona - Lungomare Nord. Realizzazione della scogliera di protezione della linea ferroviaria Bologna-Lecce, interrimento con gli escavi dei fondali marini, rettifica e velocizzazione della linea ferroviaria"* da realizzarsi nel Comune di Ancona.

2 PRIMA PARTE: PROGETTO E STUDIO ACUSTICO FASE DI ESERCIZIO

La Commissione richiede necessario:

1. *"pervenire a una revisione progettuale, non solo di tipo acustico, ma anche infrastrutturale, per l'introduzione di criteri e di accorgimenti costruttivi dell'infrastruttura ferroviaria in oggetto in grado di limitare le emissioni sonore,*
2. *nonché una revisione dello studio acustico che riporti, in maniera aderente a quanto stabilito dal decreto del Ministro dell'Ambiente 29 novembre 2000, allegato 4, punto 3, i criteri con cui sono individuati i valori limite pertinenti da applicare e, in caso di presenza di infrastrutture dei trasporti concorrenti, le modalità con cui sono determinati i valori limite da attribuire alla sorgente ferroviaria."*
3. *fornite maggiori indicazione in merito al modello di calcolo con cui sono eseguite le elaborazioni e sulle modalità di utilizzo dello stesso nell'ambito dello studio svolto.*

Con riferimento al primo punto si sottolinea che direzione tecnica RFI non prevede ad oggi altri interventi sulla linea ferroviaria per il tratto in oggetto in considerazione che siamo nel tratto di avvicinamento della stazione di Ancona.

In questa sede si evidenzia che il progetto di rettifica della linea ferroviaria prevedendo lo spostamento del rilevato verso mare avrà come conseguenza un sicuro beneficio sull'impatto acustico prodotto dai transiti ferroviari verso i ricettori limitrofi. Infatti, la distanza tra sorgente sonora (treno) e ricettori (ambienti abitativi) aumenterà da pochi metri (tratto stazione di Torrette) fino a circa 40 metri (tratto sul lungo mare).

Con riferimento ai punti 2 e 3 si precisa che RFI ha redatto il seguente progetto: *"Progettazione definitiva ed esecutiva di mitigazione acustica e dimensionamento strutturale di barriere antirumore trasparenti dal km 199+983 al km 203+569 della linea Bologna-Lecce"*, nel quale sono esaminati tutti gli argomenti evidenziati dalla commissione ai punti 2 e 3.

Si allega alla presente il progetto nella sua versione definitiva ALLEGATO 5.1.

3 SECONDA PARTE: IMPATTO ACUSTICO FASE DI CANTIERE

La Commissione richiede di valutare per la fase di Cantiere:

“l’impatto acustico prendendo in considerazione i mezzi di trasporto del materiale di riempimento, su tutta l’area limitrofa, e dovrà essere approfondita ed ampliata la scelta dei recettori acustici, prevedendo, ove necessario, l’adozione di barriere acustiche provvisorie.”

Il presente documento ha come oggetto la valutazione previsionale dell’impatto acustico generato dall’attività di cantiere per la realizzazione della scogliera di protezione della linea ferroviaria Bologna – Lecce, interrimento con gli escavi dei fondali marini, rettifica e velocizzazione della linea ferroviaria dal km 200+175 al km 202+640, nel Comune di Ancona.

In particolare, l’intervento si compone di quattro macro fasi:

- fase 1: realizzazione della scogliera di protezione della linea ferroviaria (scogliera esterna lato mare e un pennello), a cura di RFI;
- fase 2: realizzazione sottofondo, rettifica e velocizzazione della linea ferroviaria (compreso confinamento interno), a cura di RFI;
- fase 3: interrimento con gli escavi dei fondali marini (area compresa tra la scogliera esterna e il confinamento interno), a cura di AdSP.
- fase 4: sistemazione superficiale aree di colmata “parco dunale” e spostamento trabocchi a cura del comune di Ancona.

3.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la valutazione dei valori limite di emissione ed immissione si è fatto riferimento alla legislazione seguente:

NORMATIVA NAZIONALE

- Legge n. 447 del 26/10/1995 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”;
- D.P.C.M. 14/11/1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”;
- D.M. 16/03/1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”;
- D.P.R. 459/98 “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.Lgs. 4/09/2002 n. 262 “Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l’emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all’aperto” (e ss.mm.ii.).
- D.P.R. 30/03/2004, n.142 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell’articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n.447”

NORMATIVA REGIONALE E COMUNALE

- Legge Regionale 14 novembre 2001, n. 28 “Norme per la tutela dell’ambiente esterno e dell’ambiente abitativo dall’inquinamento acustico nella Regione Marche”
- Delibera di Giunta Regionale n. 896 del 24 giugno 2003 “Legge quadro sull’inquinamento acustico e LR n. 28/2001 ““Norme per la tutela dell’ambiente esterno e dell’ambiente abitativo dall’inquinamento acustico nella Regione Marche” – approvazione del documento tecnico “Criteri e linee guida di cui: all’art. 5 comma 1 punti a) b) c) d) e) f) g) h) i) l), all’art. 12, comma 1, all’art. 20 comma 2 della LR n. 28/2001”.
- Delibera di Giunta Regionale n. 809 del 10 luglio 2006. - L. 447/95 “Legge quadro sull’inquinamento acustico” e L.R. 28/2001: “Modifica criteri e linee guida approvati con DGR 896 del 24.06.2003”
- Comune di Ancona – “Regolamento Acustico 25/07/2011”.
- Comune di Ancona – “Piano di Classificazione Acustica”.

NORMATIVA TECNICA

- UNI 10855:1999 Acustica. Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti.
- UNI ISO 1996-1 Acustica - Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale - Parte 1: Grandezze fondamentali e metodi di valutazione;
- UNI ISO 1996-2 Acustica - Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale - Parte 2: Determinazione dei livelli di rumore ambientale;
- UNI ISO 9613-1 Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico;
- UNI ISO 9613-2 Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 2: Metodo generale di calcolo;
- UNI 11143-1:2005 - Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Generalità.
- UNI 11143-2:2005 - Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Rumore stradale.
- UNI 11143-3:2005 - Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Rumore ferroviario.
- UNI 11143-5:2005 - Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Rumore da insediamenti produttivi (industriali e artigianali).
- UNI 11143-6:2005 - Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Rumore da luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo.

3.1.1 Classificazione acustica del territorio e individuazione dei Ricettori limitrofi ALLA NUOVA ATTIVITÀ

I valori limite di emissione, i valori limite assoluti di immissione, i valori di attenzione e di qualità validi per l'ambiente esterno dipendono dalla classificazione acustica del territorio, che è di competenza del Comune e che prevede l'istituzione di 6 zone, da quelle particolarmente protette (parchi, scuole, aree di interesse urbanistico ecc.) fino a quelle esclusivamente industriali, con livelli di rumore ammessi via via crescenti.

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO - D.P.C.M. 14/11/1997
CLASSE I - aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
CLASSE II - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali
CLASSE III - aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici
CLASSE IV - aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.
CLASSE V - aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
CLASSE VI - aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

I valori di pressione sonora afferenti ciascuna classe sono definiti nel DPCM 14/11/1997.

3.1.2 VALORI LIMITE ASSOLUTI D'IMMISSIONE

Essi rappresentano il valore massimo di rumore, espresso in termini di livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A", che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori più esposti.

I valori limite assoluti d'immissione sono quelli indicati nella Tabella I sottostante:

Tabella I: Valori limite assoluti d'immissione – Leq in dB(A)

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree d'intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

3.1.3 VALORI LIMITE DIFFERENZIALI D'IMMISSIONE

I valori limite differenziali d'immissione sono 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi. Tali valori non si applicano nelle aree classificate nella classe VI. Le disposizioni di cui sopra non si applicano nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- se il livello di rumore ambientale misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- se il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno;

I limiti differenziali non si applicano alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime; da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali; da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti a uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

3.1.4 VALORI LIMITE DI EMISSIONE

Essi rappresentano il valore massimo di rumore, espresso in termini di livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A", che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa; tali limiti si applicano a tutte le aree circostanti la sorgente secondo la rispettiva classificazione in zone. Sono escluse le aree di pertinenza delle infrastrutture di trasporto per le quali i limiti di emissione e immissione sono stabiliti da appositi decreti attuativi.

I rilevamenti e le verifiche sono eseguiti in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

I valori limite di emissione delle singole sorgenti sonore fisse sono quelli indicati nella Tabella II sottostante:

Tabella II: Valori limite di emissione – Leq in dB(A)

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree d'intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

3.1.5 PIANO COMUNALE DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA

Il comune di Ancona ha approvato il piano di zonizzazione acustica, l'area di cantiere occuperà la zona compresa tra il rilevato ferroviario attuale ed il nuovo tracciato e poi una zona marina compresa tra la nuova scogliera fino alla zona costiera.

Tale area rientra nella classificazione acustica comunale in classe V verso mare ed in classe IV lungo la costa. I Ricettori potenzialmente più esposti al rumore prodotto dal cantiere in oggetto si trovano in classe III, IV e V.

Sulla base delle planimetrie seguenti, si riportano in tabella i Ricettori rappresentativi per la valutazione di impatto acustico delle fasi di cantiere a fianco sono riportati i limiti di immissione sonora diurni. (le lavorazioni si svolgeranno tra le 8,00 e le 18,00 nel periodo di riferimento diurno)

Ricettore	Tipologia	Classe destinazione da PCCA	Limite di immissione diurno dB(A)
R1	Edificio abitativo	IV	65
R2	Edificio abitativo	IV	65
R3	Albergo	III	60
R4	Fabbricato commerciale	V	70

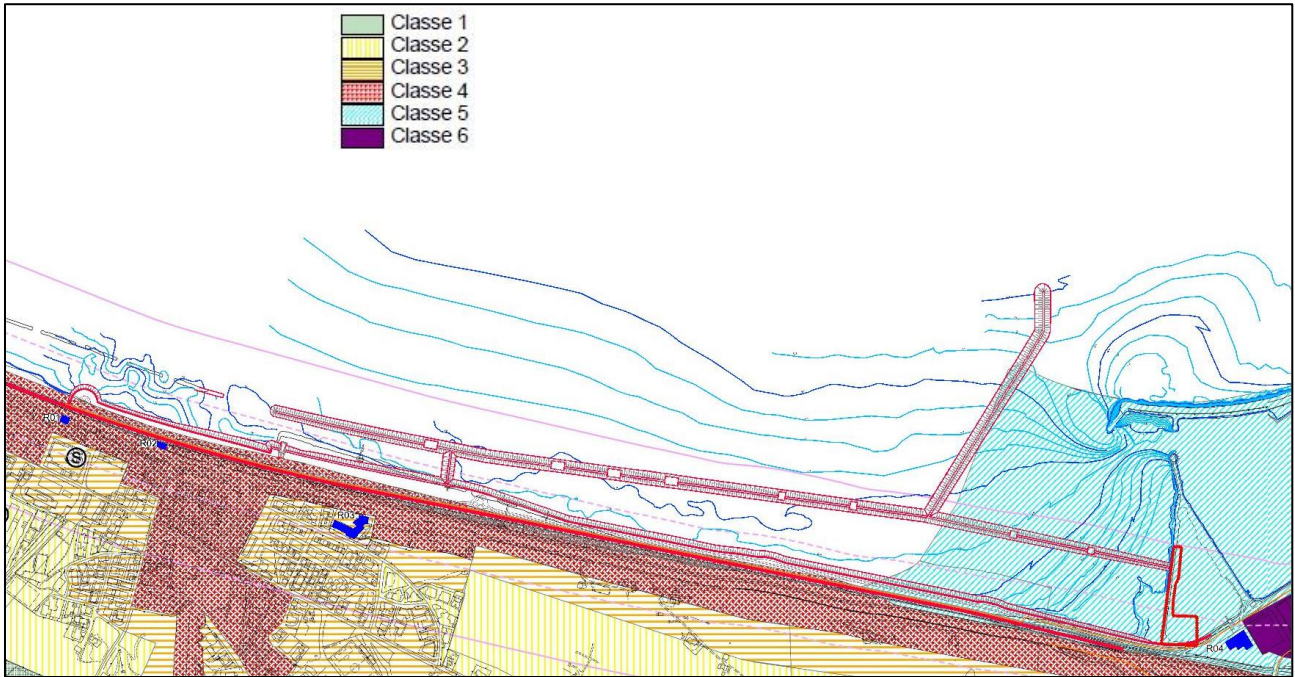


Figura 1 - PCCA Comune di Ancona con rappresentazione dell'opera in progetto

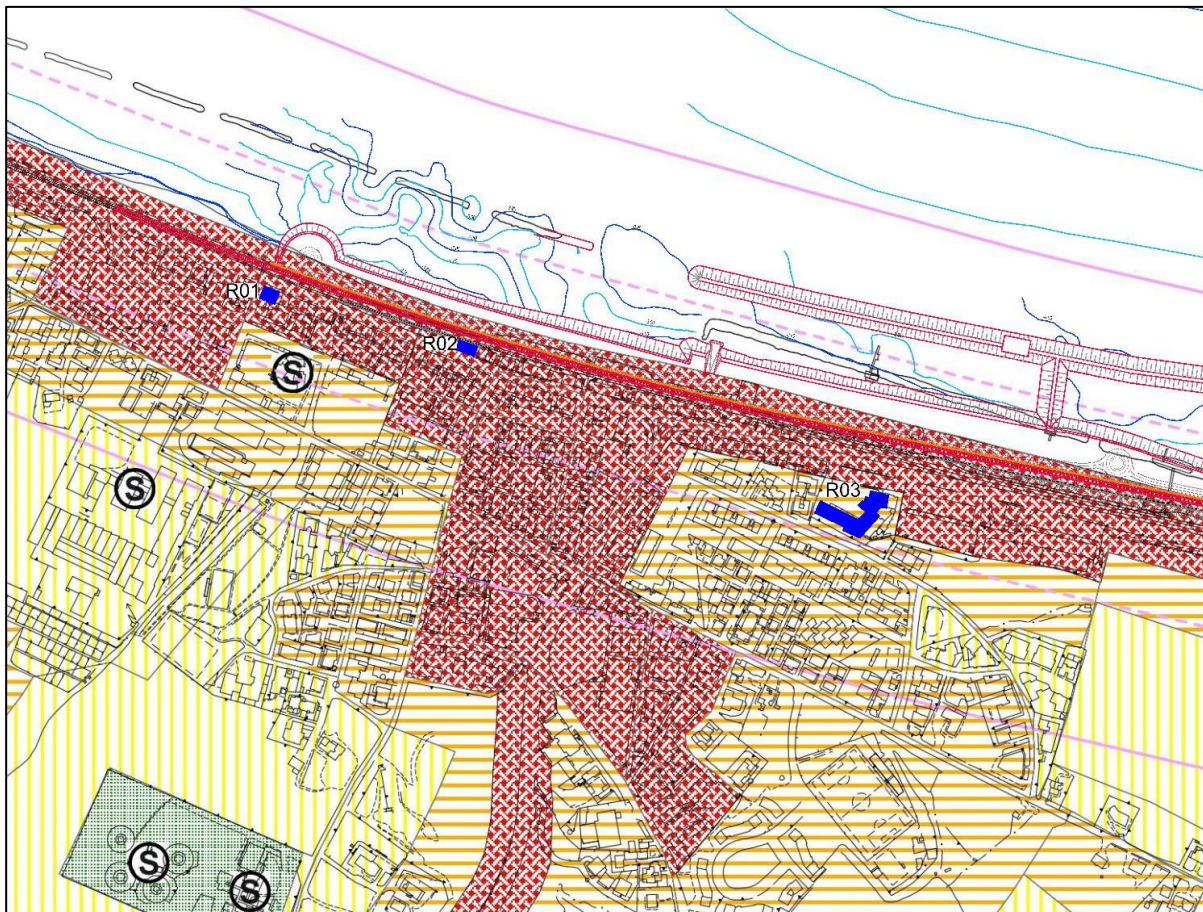


Figura 2 - PCCA Comune di Ancona con indicazione dei Ricettori R01-R02-R03

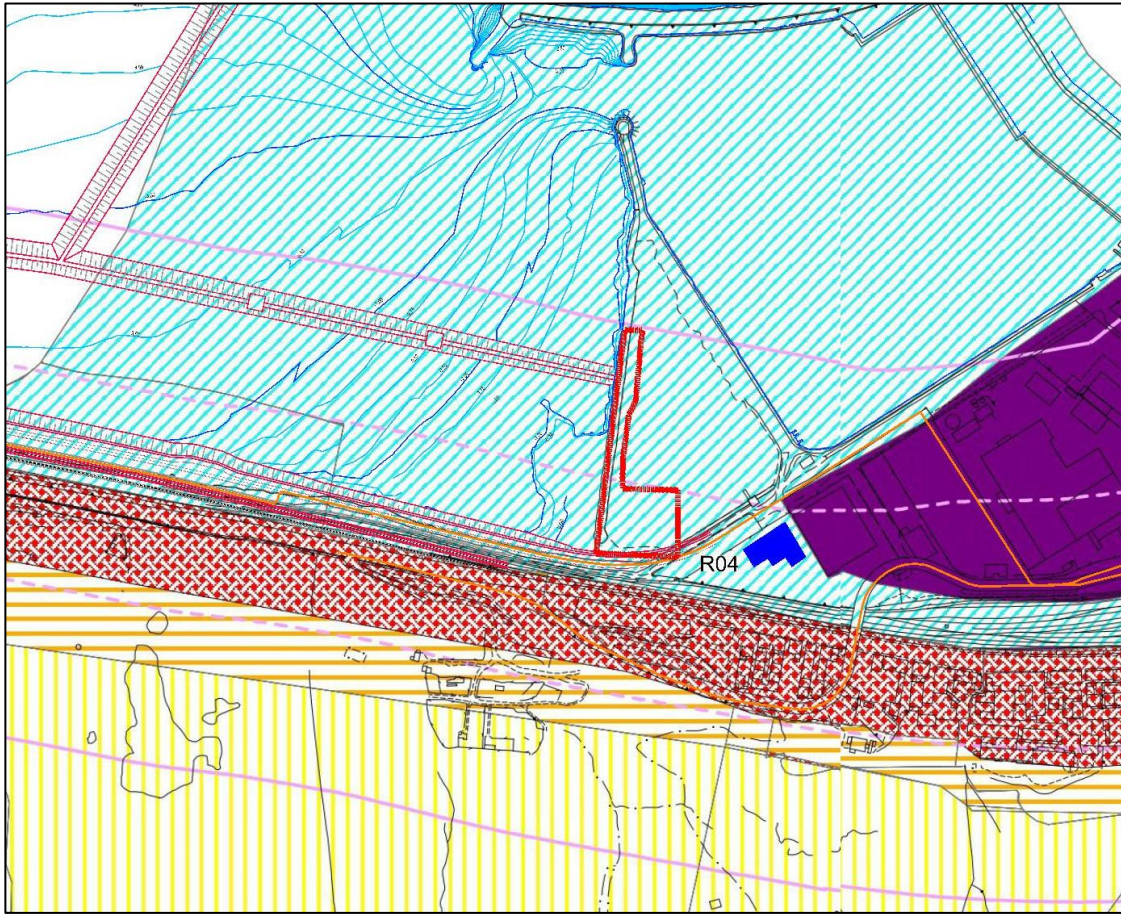


Figura 3 - PCCA Comune di Ancona con indicazione del Ricettore R04



Figura 4 - Individuazione dell'area di cantiere



Figura 5 - Ricettori R01 e R02 in classe IV

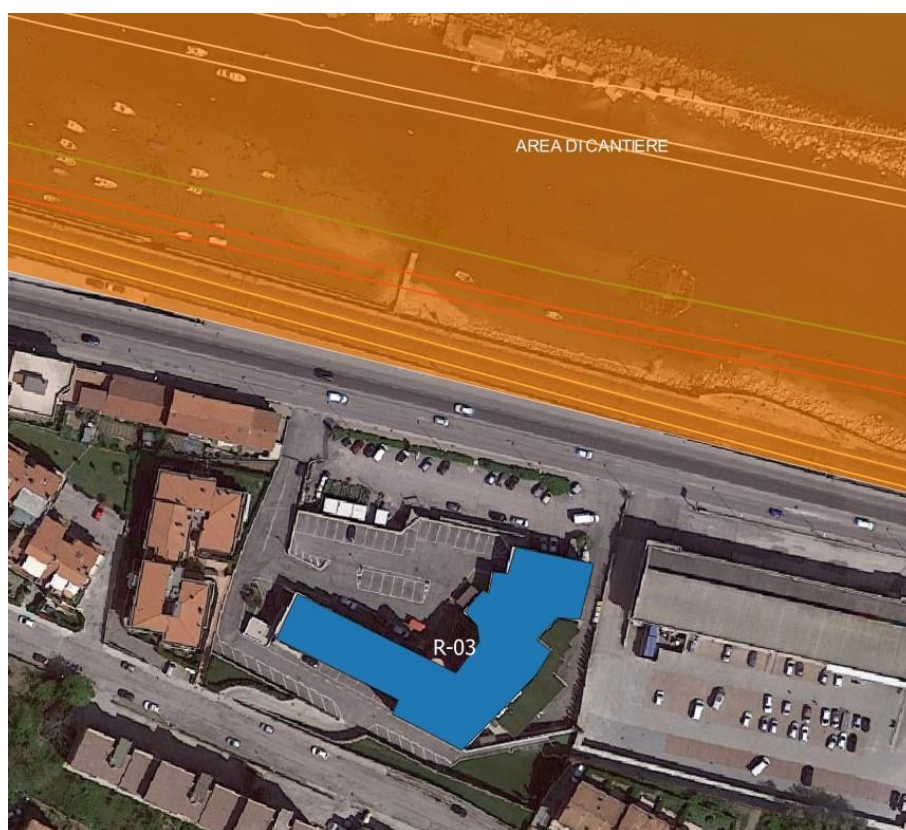


Figura 6 – Ricettore R03 albergo in classe III

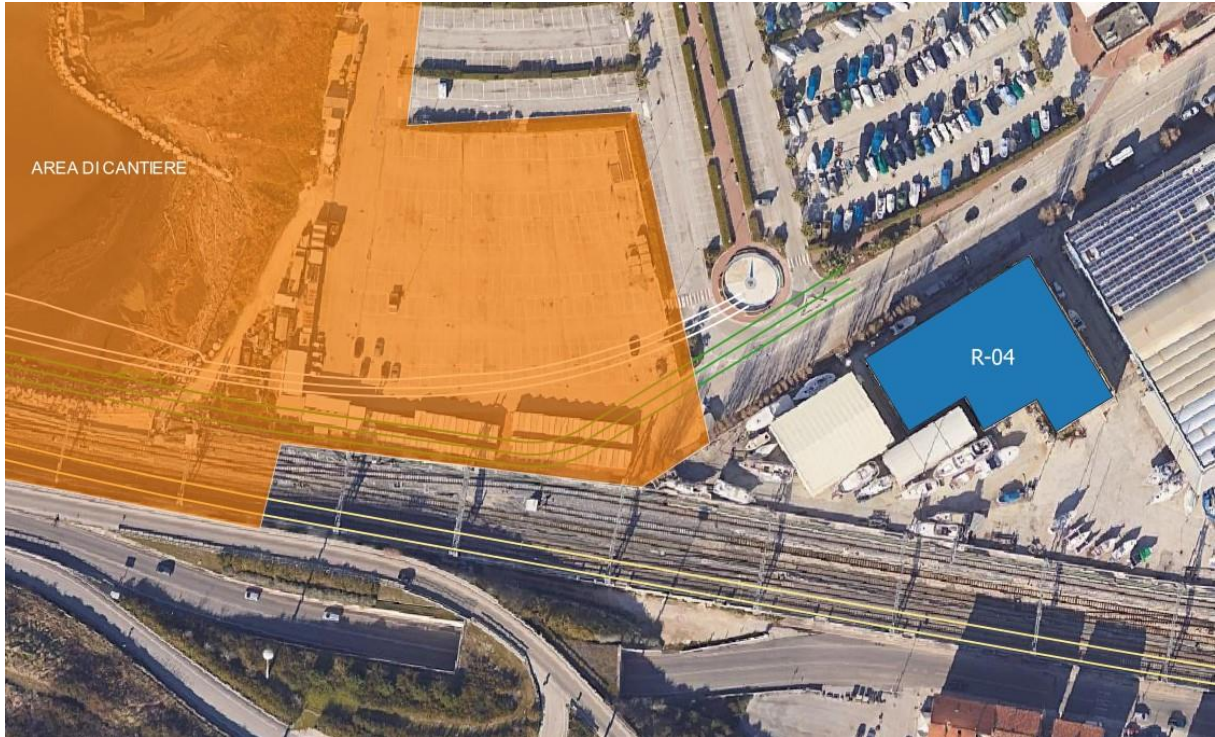


Figura 7 – Ricettore R04 edificio commerciale in classe V

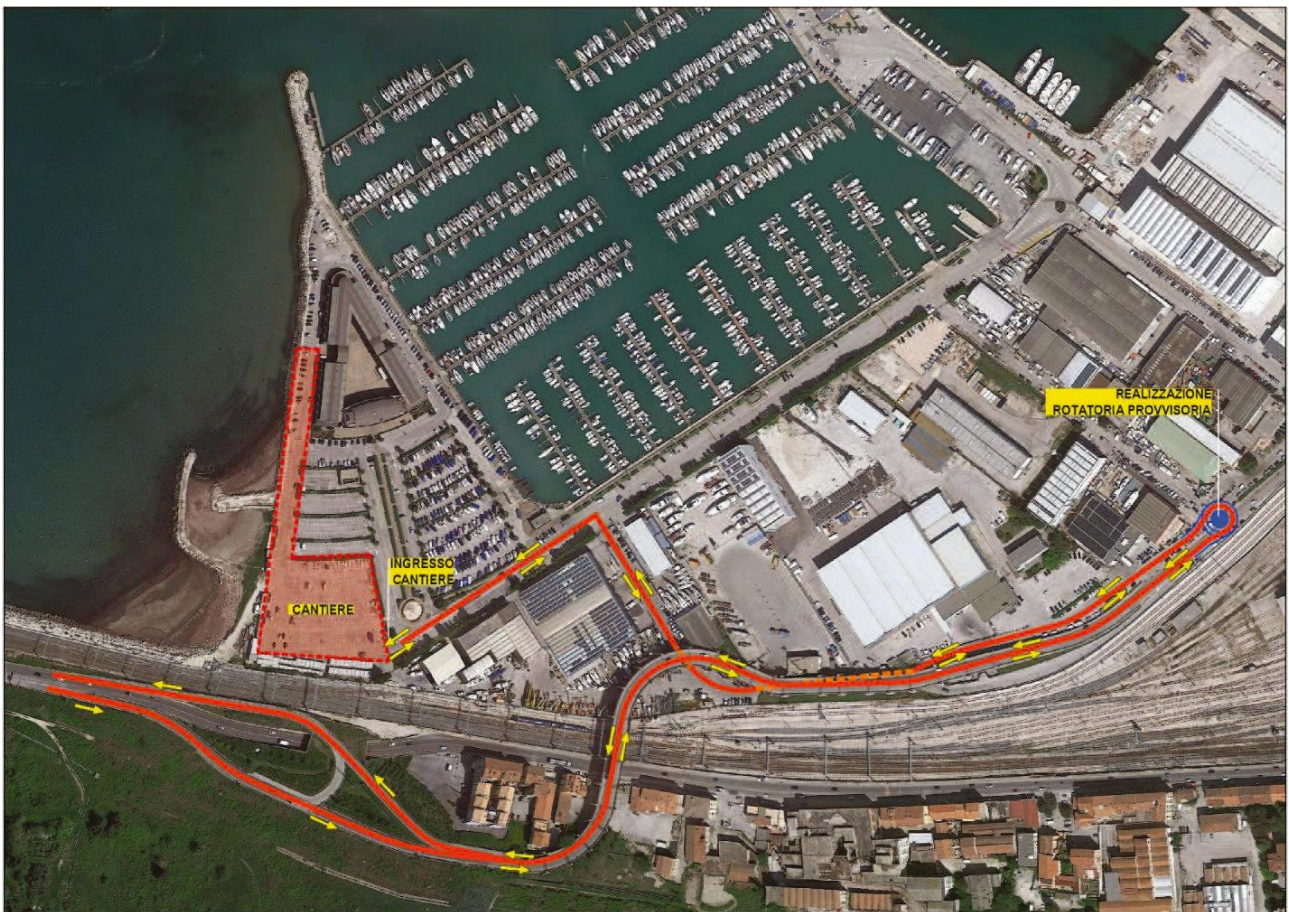


Figura 8 – percorso di viabilità di cantiere

Si analizzano di seguito le fasi lavorative a carico di RFI e cioè:

- fase 1: realizzazione della scogliera di protezione della linea ferroviaria (scogliera esterna lato mare e un pennello), a cura di RFI;
- fase 2: realizzazione sottofondo, rettifica e velocizzazione della linea ferroviaria (compreso confinamento interno), a cura di RFI;

Mentre le ultime due fasi:

- fase 3: interrimento con gli escavi dei fondali marini (area compresa tra la scogliera esterna e il confinamento interno), a cura di AdSP. (al paragrafo 4 si riportano le informazioni fornite da AdSP)
- fase 4: sistemazione superficiale aree di colmata “parco dunale” e spostamento trabocchi a cura del comune di Ancona. (paragrafo 5)

Il cantiere base verrà allestito a sud dell'intervento occupando parte del parcheggio auto esistente. Le lavorazioni avranno una durata di circa 42 mesi pari a circa 1275 giorni consecutivi, i lavori si svolgeranno durante il periodo diurno dalle 8,00 fino alle 18,00.

Le operazioni di carico-trasporto-scarico-ritorno eseguite da ogni camion nelle 8 ore lavorative generano un traffico indotto massimo di 14 camion ogni ora A/R.

Nella tabella si descrivono le varie fasi lavorative per la realizzazione della scogliera del pennello e del nuovo rilevato ferroviario.

Numero fase	Descrizione	Macchinari di Cantiere
0	Allestimento cantiere	Attrezzi manuali, autogru, autocarro
1	Realizzazione scogliera e pennello	Mezzo navale dotato di Gru per il sollevamento e la posa della scogliera.
2	Realizzazione rilevato ferroviario	Macchina per pali, Lama spianatrice, autocarro, pala caricatrice gommata, escavatore a cingoli, rullo compattatore
3	Rettifica linea ferroviaria e completamento strada di servizio	Lama spianatrice, autocarro, escavatore a cingoli, pala caricatrice gommata, rullo compattatore, vibrofinitrice
4	Smobilitazione cantiere	Attrezzi manuali, autogru, autocarro

La distanza tra i Ricettori e le aree di lavorazione è riportata nella seguente tabella.

RICETTORE	Distanza minima area di lavoro [m]
R1	16
R2	8
R3	45
R4	50

Metodologia di calcolo

Le emissioni sonore legate alle attività del cantiere e al transito dei mezzi pesanti, sono state stimate utilizzando abachi e modelli semplificati di calcolo; quindi, partendo dal livello di potenza acustica di ciascuna tipologia di sorgente ed applicando la legge di propagazione di sorgente puntiforme in campo libero per propagazione semisferica.

$$L_p = L_w - 20\text{Log}(d) - 8$$

dove

L_p livello di pressione sonora in Rd;

L_w livello di potenza sonora del macchinario;

d distanza sorgente-ricettore;

Valutazione di Impatto Acustico

In questa fase previsionale in cui non si conoscono marche e modelli delle macchine che saranno impiegate nel cantiere, è stato ipotizzato l'impiego dei macchinari successivamente elencati, i cui livelli di potenza sonora sono stati prelevati, dai cataloghi tecnici dei modelli selezionati, dalla Banca dati realizzata dal CPT-Torino o in alternativa uniformati ai limiti di cui agli articoli 12 e 13 della direttiva 2000/14/CE.

Tipo di Macchinario	Marca e modello (previsionale)	L_w dB(A)	Note
Autocarro	IVECO EUROTRAKKER 410	103,0	Database CPT Torino
Autogrù	AUTOCARRO CON GRU IVECO EUROCARGO 80 E 18	99,6	Database INAIL 2015
Escavatore a cingoli	CATERPILLAR	104,0	Database CPT Torino
Macchina per pali	MAIT HR 130	110,0	Database CPT Torino
Pala caricatrice gommata	VOLVO	102,0	Database CPT Torino
Lama spianatrice	O&K F106	105,0	Database CPT Torino
Rullo compattatore	DYNAPAC CC232	105,0	Database CPT Torino
Vibrofinitrice	VOGELE SUPER 1603-2 100 kW	106,0	Database CPT Torino

È noto che il limite di immissione differenziale (valutato rispetto al tempo di misura) è solitamente il limite più restrittivo. Il rispetto del criterio differenziale di immissione a finestra aperta, indipendentemente dal rumore residuo ai ricettori, è verificato quando in facciata al ricettore si hanno livelli sorgente L_s (contributo della sorgente specifica - UNI 10855:1999) inferiori a 55 dB(A) (periodo diurno). Sotto tale condizione si ottiene infatti la non applicabilità oppure il rispetto del criterio

differenziale. Questo perché il livello di pressione sonora nel passaggio tra ambiente esterno e ambiente abitativo perde circa 5 dB.

Dal momento che, come accade spesso nei cantieri, non tutte le sorgenti sono funzionanti in continuo per tutta la durata dell'attività è stato necessario determinare le potenze sonore in funzione di due parametri:

- % di impiego: Questa percentuale è relativa alla quantità di tempo, all'interno dell'attività considerata, in cui la macchina è impegnata e concorre alla determinazione della potenza sonora. Il valore di 80% indica che in un'ora di lavoro questa sorgente viene impiegata per l'80% del tempo;
- % di attività effettiva: Questo valore indica la quantità di tempo di effettivo funzionamento delle macchine considerate e quindi il tempo in cui viene prodotta l'emissione sonora nell'ambito del loro periodo d'impiego (% d'impiego). Il valore del 100% indicherebbe che la macchina, all'interno del tempo di impiego pari al 80%, verrebbe utilizzata continuamente.

Sulla base di tali parametri è stato possibile determinare il tempo di funzionamento effettivo e conseguentemente il livello di potenza sonora medio orario dell'intera fase di lavoro, nell'ipotesi di 8 ore lavorative al giorno.

Sulla base di tali parametri è stato possibile determinare il tempo di funzionamento effettivo e conseguentemente il livello di potenza sonora medio orario dell'intera fase di lavoro, nell'ipotesi di 8 ore lavorative al giorno.

Attività (fase Lavorativa)	Mezzi/Attrezzature	Lw dB(A)	% di impiego	% di attività effettiva	tempo effettivo funzionamento in ore	Lw orario dB(A)
		dB(A)	%	%	h	dB(A)
Allestimento/Smobilitazione cantiere	Autogru	99,6	50	20	0,8	95
	Autocarro	103	50	20	0,8	
Realizzazione rilevato ferroviario	Escavatore	104	90	60	4,32	107
	Autocarro	103	80	20	1,28	
	Pala caricatrice	102	80	20	1,28	
	Macchina per pali	110	80	20	1,28	
	Lama spianatrice	105	50	60	2,4	
	Rullo compattatore	105	50	60	2,4	
Rettifica linea ferroviaria e completamento strada di servizio	Escavatore	104	90	60	4,32	107
	Autocarro	103	80	20	1,28	
	Pala caricatrice	102	80	20	1,28	
	Lama spianatrice	105	20	60	0,96	
	Rullo compattatore	105	20	60	0,96	
	Vibrofinitrice	106	80	60	3,84	

Determinazione del livello di potenza sonora medio orario di ciascuna fase di lavoro

Noti i livelli di potenza acustica associabili ad ogni fase di lavorazione, attraverso l'utilizzo delle leggi di propagazione sonora in campo aperto sono stati calcolati i livelli di pressione presso i ricettori. L'approccio cautelativo seguito è quello del "**worst case**", caso più sfavorevole, ovvero il momento

in cui tutte le attrezzature appartenenti alla stessa fase di lavorazioni vengono utilizzate contemporaneamente e nello stesso punto. Va evidenziato che tale momento (di massimo disturbo) in realtà ha una durata limitata nel tempo.

Poiché le lavorazioni sono previste in diverse aree all'interno delle aree di cantiere e le sorgenti sonore utilizzate risultano essere mobili, non è possibile individuare in planimetria il loro posizionamento esatto. Per tale ragione le stime verranno effettuate nell'ipotesi di minima distanza ragionevolmente verificabile tra sorgente e ricettore.

I calcoli sono svolti per le diverse fasi di cantiere, considerando il Ricettore posto ad un'altezza dal piano campagna di 4,00 metri e quindi la distanza R-S verrà calcolata dalla nota formula $d = (d_{\text{orizzontale}}^2 + h^2)^{0,5}$, i risultati sono riportati nella tabella che segue.

Fase di lavoro	R1 dB(A)	R2 dB(A)	R3 dB(A)	R4 dB(A)
Allestimento/Smobilitazione cantiere	63	68	54	53
Realizzazione rilevato ferroviario	75	80	66	65
Rettifica linea ferroviaria e completamento strada di servizio	75	80	66	65
Limiti di legge	65	65	60	70

Come si può vedere dai risultati riportati in Tabella, in R1, R2 e R3 si superano i valori limite di immissione, durante il periodo diurno, mentre in R4 i limiti sono rispettati.

R2 risulta il ricettore più esposto al rumore durante la fase di cantiere, trovandosi appunto lungo il tratto di ferrovia esistente e quindi vicino all'area di lavorazione.

Per questo motivo prima dell'inizio dei lavori l'Impresa Appaltatrice dovrà richiedere al Comune un'autorizzazione in deroga ai limiti previsti dal Piano di Classificazione Acustiche con le modalità previste dalla Delibera Regionale n.24-4049 del 27 giugno 2012.

3.2 MISURE DI MITIGAZIONE, COMPENSAZIONE E MONITORAGGIO.

I limiti autorizzati in deroga sono 70 dB(A) durante il periodo diurno (06-22) e 65 dB(A) durante il periodo notturno (22-06), da rispettare in facciata agli edifici in cui vi siano persone esposte al rumore, ad 1 m di distanza dalla stessa, intesi come livello equivalente misurato su qualsiasi intervallo di 30 minuti secondo le modalità descritte nel D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"; la deroga comprende sempre la non applicazione del criterio differenziale all'interno degli ambienti abitativi.

Per quanto riguarda il periodo diurno (08-18) durante il quale il cantiere è operativo, si prevede di installare delle barriere acustiche fonoisolanti provvisorie a tutela dei Ricettori risultati più esposti al rumore prodotto dalle fasi lavorative di cui alla tabella precedente.

Tali barriere, che avranno un'altezza dal piano di calpestio non inferiore a 4 metri e uno sviluppo lineare non inferiore a 30 metri, verranno spostate di volta in volta a protezione dei ricettori seguendo l'avanzamento lineare dei lavori.

La verifica dell'attenuazione acustica fornita dall'impiego delle barriere di cui sopra è stata eseguita presso il Ricettore R2, considerando la macchina operatrice la vibrofinitrice con $L_w = 106 \text{ dB(A)}$.

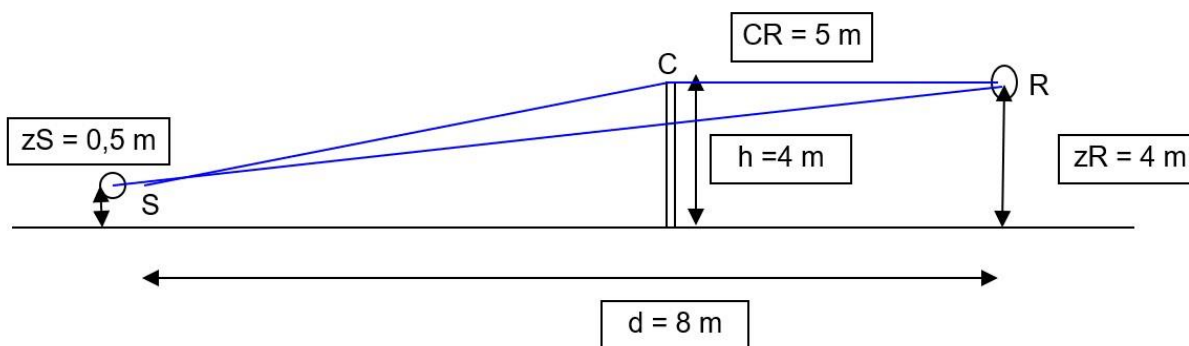


Figura 9: esempio di posa in opera di barriere acustiche provvisorie a protezione dei Ricettori tipo R2

I risultati sono riportati in tabella in cui l'attenuazione della schermatura proposta, è stata calcolata con la formula di Maekawa ed il numero di Fresnel.

Attenuazione barriera acustica con la formula di Maekawa per sorgente puntiforme in R2

f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
Rettifica linea ferroviaria e completamento strada di servizio	120,8	110	110,9	102,5	98,5	96,5	90	85,3	106,5
Lp in R2 senza barriera acustica	94	83	84	76	72	70	63	58	79,7
N numero di Fresnel	0,33	0,65	1,29	2,58	5,16	10,33	20,65	41,30	
Attenuazione barriera acustica	9,78	12,02	14,60	17,37	20,26	23,21	26,19	29,19	
Lp in R2 con barriera acustica	84,2	71,2	69,5	58,3	51,4	46,5	37,0	29,3	64,2



Come si può notare, con la presenza della barriera acustica, il livello di rumore stimato in facciata a R2 è pari a 64,2 dB(A) e risulta quindi inferiore al limite diurno di 65 dB(A).

Per questo motivo, considerando che la verifica è stata svolta presso il Ricettore più esposto con la lavorazione più rumorosa, dovrà essere richiesta al Comune l'autorizzazione in deroga per questa e per le altre lavorazioni di cantiere durante il periodo diurno (08-18).

AUTORIZZAZIONE IN DEROGA

Il cantiere di cui trattasi ha una durata stimata molto superiore ai tempi per le deroghe semplificate, le lavorazioni si svolgeranno durante il periodo diurno dalle 08 alle 18 con interruzione di almeno 1 ora nel periodo 12-15.

Sotto queste ipotesi il regolamento acustico comunale e disciplina delle attività rumorose del 2011, prevede appunto la richiesta al Comune dell'autorizzazione in deroga secondo la procedura di seguito descritta.

1. Ai sensi dell'art. 6, lettera h), della L. 447/95 e dell'art. 16 della L.R. 28/01, lo svolgimento delle attività di cui all'art. 17 del presente Regolamento può essere oggetto di autorizzazioni comunali in deroga del rispetto dei limiti vigenti per le sorgenti sonore; tali atti autorizzano al superamento dei limiti vigenti per le sorgenti sonore, ma non esimono dal possesso delle altre autorizzazioni eventualmente necessarie allo svolgimento delle attività.
2. La domanda di autorizzazione in deroga deve essere fatta pervenire, in competente bollo (fatto salvo l'eventuale esonero a norma di legge), al Comune di Ancona almeno 30 giorni dalla data di inizio delle lavorazioni rumorose. Qualora emergesse la necessità per l'amministrazione di un parere tecnico dell'ARPAM, il soggetto richiedente dovrà presentare a quest'ultima copia della domanda di deroga completa di tutti i suoi allegati.
3. Le domande di autorizzazione devono essere redatte secondo **la Scheda – tipo A3** contenente le indicazioni riportate nell'Allegato B del presente Regolamento e corredate di tutta la documentazione ivi richiesta; l'amministrazione Comunale potrà richiedere, ad integrazione, la

predisposizione di una valutazione previsionale di impatto acustico, anche nei casi in cui essa non è esplicitamente prevista in detto Allegato.

4. Le attività di cantiere di cui al successivo art.19, comma 8, devono presentare domanda di autorizzazione in deroga redatta secondo la **Scheda – tipo A3**, corredata dalla documentazione tecnica redatta da un tecnico competente in acustica ambientale. L'autorizzazione in deroga può essere rilasciata previa acquisizione del parere dell'ARPAM entro 30 giorni dalla richiesta. E' fatto obbligo di detenere l'atto autorizzatorio presso il cantiere edile, a disposizione dell'Autorità di controllo che ne fa richiesta.
5. La concessione delle autorizzazioni in deroga è sempre subordinata all'adozione in ogni fase temporale, fermo restando le disposizioni relative alle norme di sicurezza in ambiente di lavoro, di tutti gli accorgimenti tecnici e comportamentali economicamente fattibili, al fine di ridurre al minimo l'emissione sonora delle macchine e degli impianti utilizzati e di minimizzare l'impatto acustico sugli ambienti di vita circostante. Il Sindaco può inoltre imporre limitazioni di orario e l'adozione di specifiche soluzioni tecniche ritenute necessarie a ridurre l'impatto acustico entro limiti accettabili, anche a seguito di sopralluogo da parte degli organi di controllo competenti sul cantiere avviato.
6. All'interno dei cantieri, le macchine in uso dovranno operare in conformità alle direttive CE in materia di emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, così come recepite dalla legislazione italiana. All'interno degli stessi.

Le domande di autorizzazione in deroga ai limiti vigenti per le sorgenti sonore, riguardanti le attività di cui all'art. 17 del presente Regolamento, devono comprendere i seguenti elementi:

- a) ragione sociale dell'Impresa richiedente, indirizzo, recapito telefonico e indicazione del Legale rappresentante;
- b) ubicazione del cantiere oggetto della domanda, data di inizio e data prevista di ultimazione delle lavorazioni rumorose, giorni ed orari di svolgimento delle lavorazioni rumorose;
- c) generalità e recapito telefonico di un Responsabile della Gestione Acustica del cantiere (e di un suo sostituto) che funga da tramite con il Servizio Inquinamento Acustico del Settore Tutela Ambiente e con gli Organi di controllo (Corpo di Polizia Municipale), la cui reperibilità deve sempre essere garantita durante lo svolgimento delle attività per le quali è concessa l'autorizzazione in deroga;
- d) elenco numerato della documentazione allegata.

Orari e limiti di immissione sonora

1. I limiti massimi di immissione sonora autorizzabili in deroga per le attività di cantiere, di cui all'art. 17 del presente Regolamento, da verificarsi in facciata al ricettore più esposto secondo le modalità descritte nel D.M. 16 marzo 1998 e nel capitolo VI della DGR 896/03, sono indicati in funzione della fascia oraria nel seguente schema:

Giorni feriali:

Leq = 75 dB(A) su qualsiasi intervallo di 1 ora nelle fasce orarie 8.00-12.00 e 14.00-20.00;

Leq = 70 dB(A) su qualsiasi intervallo di 1 ora nella fascia oraria 12.00-14.00;

Leq = 70 dB(A) mediato sull'intera fascia oraria 8.00 - 20.00;

Leq = 65 dB(A) su qualsiasi intervallo di 15 minuti nella fascia oraria 20.00-8.00;

Leq = 60 dB(A) mediato sull'intera fascia oraria 20.00 - 8.00;

non si applicano i limiti differenziali di cui all'art. 4 del D.P.C.M. 14/11/97 (tabella B in appendice al presente regolamento), né si applicano le penalizzazioni previste dalla normativa tecnica per le componenti impulsive, tonali e/o bassa frequenza.

Giorni prefestivi:

Leq = 75 dB(A) su qualsiasi intervallo di 1 ora nella fascia oraria 8.00-12.00;

Leq = 70 dB(A) su qualsiasi intervallo di 1 ora nella fascia oraria 12.00-14.00;

non si applicano i limiti differenziali di cui all'art. 4 del D.P.C.M. 14/11/97 (tabella B in appendice al presente regolamento), né si applicano le penalizzazioni previste dalla normativa tecnica per le componenti impulsive, tonali e/o bassa frequenza.

2. Nei confronti di strutture scolastiche (limitatamente l'orario di svolgimento dell'attività didattica) e ospedaliere o altri ricettori sensibili (es. case di riposo), i limiti di cui sopra sono ridotti di 5 dB(A).
3. Il Comune può autorizzare lo svolgimento di attività di cantiere con limiti ed orari differenti da quelli indicati al comma 2, del presente articolo, a condizione che siano adottati tutti gli accorgimenti (anche organizzativi) tecnicamente ed economicamente fattibili per minimizzare l'impatto acustico sugli ambienti di vita ad esso esposti. Per la verifica di tale condizione l'Amministrazione Comunale può avvalersi del supporto dell'ARPAM o di un tecnico competente in acustica.
4. Il Comune può prescrivere nell'atto di autorizzazione che in occasione di determinate lavorazioni rumorose sia dato incarico ad un Tecnico Competente in Acustica Ambientale di verificare il reale rispetto dei limiti prescritti e di fare pervenire al Comune la relativa attestazione.
5. Le attività di cantiere che, per motivi eccezionali, contingenti e documentabili, non siano in grado di garantire il rispetto degli orari e dei limiti di rumore di cui ai commi precedenti, possono chiedere specifica deroga.
6. Per contemperare le esigenze dei cantieri con i quotidiani usi degli ambienti confinanti, al titolare del cantiere è fatto obbligo:
 - a) di dotarsi di tutti gli accorgimenti utili al contenimento delle emissioni sonore sia con l'impiego delle più idonee attrezzature operanti in conformità alle direttive UE in materia di emissione acustica ambientale che tramite idonea organizzazione dell'attività;
 - b) di dare preventiva informazione alle persone potenzialmente disturbate dalla rumorosità del cantiere sui tempi e modi di esercizio, nonché sulla data di inizio e di fine lavori.

Le domande devono essere sottoscritte dal Legale Rappresentante o da un suo delegato o dal Direttore del Cantiere, presentate nei termini fissati dal presente Regolamento ed accompagnate dalla documentazione descritta nei paragrafi seguenti.

Per i Cantieri di durata superiore a 60 giorni, occorre presentare tutta la documentazione richiesta per i cantieri di durata inferiore o uguale a 60 giorni. In aggiunta a tale documentazione, deve essere predisposta una valutazione di impatto acustico a firma di Tecnico Competente in Acustica Ambientale comprendente:

- a) stima dei livelli sonori previsti durante le singole lavorazioni e/o fasi operative nelle quali si articola l'attività del cantiere in corrispondenza dei ricettori più esposti;
- b) individuazione degli accorgimenti, anche organizzativi, necessari a minimizzare l'impatto acustico del cantiere sugli ambienti di vita circostante;
- c) valutazione dei livelli di rumore residuo LR (D.M. 16/03/98, all. A, p. 12) riscontrabili nell'area negli orari di apertura del cantiere, con particolare riferimento ai ricettori più esposti.

MITIGAZIONI ACUSTICHE

Per limitare la propagazione del rumore prodotto durante le fasi di cantiere verso i Ricettori circostanti le aree di lavoro dovranno essere adottati gli accorgimenti tecnici e procedurali di seguito descritti:

- impiego di macchine e attrezzature di nuova generazione in perfetto stato di manutenzione che rispettano i limiti di emissione previsti dalla normativa vigente, utilizzando macchine operatrici e attrezzature insonorizzate;
- impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate.
- installazione, in particolare sulle macchine di elevata potenza, di silenziatori sugli scarichi.
- utilizzo di impianti fissi schermati, utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.
- manutenzione generale dei mezzi e dei macchinari mediante lubrificazione delle parti, serraggio delle giunzioni, sostituzione dei pezzi usurati, bilanciatura delle parti rotanti, controllo delle guarnizioni delle parti metalliche, ecc.
- svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.
- programmazione delle operazioni più rumorose nei momenti in cui sono più tollerabili, evitando le ore di maggiore quiete o destinate al riposo, ai fini di una maggiore accettabilità da parte dei cittadini di valori di pressione sonora elevati.
- nelle fasi di movimentazione dei mezzi all'interno del cantiere verranno limitate le operazioni da svolgere in retromarcia, in modo da limitare l'attivazione degli avvisatori acustici, che sono causa di emissioni di rumore ad alta frequenza estremamente fastidiose;

- nell'area di cantiere la velocità di movimentazione dei mezzi sarà limitata a 10 Km/h, in modo da limitare il sollevamento di polveri e contemporaneamente da ridurre le emissioni sonore.

Modalità operazionali e predisposizione del cantiere:

- orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori).
- localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate utilizzazione di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio.
- limitazione allo stretto necessario delle attività nelle prime/ultime ore del periodo diurno (6:00 8:00 e 20:00 22:00).
- divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

Per la tipologia di cantiere prevista in progetto, al fine di mitigare i ricettori risultati fuori limite nella fase di corso d'opera, si prevede l'installazione di barriere acustiche mobili.

3.3 FASE DI ESERCIZIO

Il progetto prevede la realizzazione di barriere antirumore da installare in adiacenza alla nuova linea ferroviaria.

L'argomento è stato trattato in un apposito documento redatto a margine del presente progetto.

3.4 CONCLUSIONI

Nel presente documento sono stati determinati i livelli di pressione sonora, in facciata ai ricettori, prodotti dall'attività di cantiere. Come descritto sopra, in considerazione delle lavorazioni necessarie (attività svolta e macchinari utilizzati) sono superati i limiti di legge (DPCM 14/11/97), in particolare il criterio differenziale.

Pertanto, prima dell'inizio dei lavori l'Impresa Appaltatrice dovrà richiedere al Comune di Ancona l'autorizzazione in deroga ai limiti acustici.

4 FASE 3: INTERRAMENTO CON GLI ESCAVI DEI FONDALI MARINI (AREA COMPRESA TRA LA SCOGLIERA ESTERNA E IL CONFINAMENTO INTERNO), A CURA DI ADSP.

In ordine all'approfondimento richiesto:

“Per la fase di cantiere dovrà essere valutato l'impatto acustico prendendo in considerazione i mezzi di trasporto del materiale di riempimento, su tutta l'area limitrofa, e dovrà essere approfondita ed ampliata la scelta dei recettori acustici, prevedendo, ove necessario, l'adozione di barriere acustiche provvisorie.”

le fasi/attività funzionali all'interrimento delle vasche di colmata previste nel progetto del Lungomare nord sono:

1. le attività preliminari, ovvero cantierizzazione/MOB e installazione presidi di sicurezza e facilities, in accordo con quanto previsto dal D. Lgs. 81/08 e s.m.i., nelle aree prossime le aree di colmata;
2. le attività di escavo (approfondimento del fondale) avverranno presso le aree portuali dei porti di competenza di questa Autorità (Ancona, San Benedetto del Tronto, Pescara, Pesaro e/o Ortona), secondo le esigenze che via via si presenteranno nell'arco dei prossimi cinque anni.

L'escavo verrà eseguito mediante l'impiego di adeguati mezzi marittimi, ovvero motopontone munito di benna e/o tramite mezzo dragante aspirante refluyente, autocaricante oppure tramite l'impiego di draga aspirante refluyente con tubazione in parte galleggiante e in parte sommersa.

3. il trasporto, via mare, dei sedimenti marini dragati dalla zona di escavo fino alle vasche di colmata previste ne progetto *Lungomare nord*;
4. l'immersione di sedimenti nelle tre vasche di colmata previste nel progetto del *Lungomare nord*. Dalla quota -2.50 m.s.l.m.m. fino alla quota 0 m.s.l.m.m, l'interrimento delle vasche di colmate con i sedimenti dragati nei porti del sistema verrà eseguito mediante l'impiego di adeguati mezzi
 1. marittimi, ovvero motopontone munito di benna e/o tramite mezzo dragante aspirante refluyente, autocaricante oppure tramite l'impiego di draga aspirante refluyente con tubazione in parte galleggiante e in parte sommersa.
 2. la redistribuzione dei materiali dai cumuli in corrispondenza dei punti di immersione verso le zone interne della vasca, mediante appositi mezzi terrestri e/o anfibi (es. escavatori possibilmente di tipo long-reach)
 3. demob e smantellamento opere provvisionali di cantiere con restituzione aree.

Qualsiasi sia la scelta progettuale in ordine all'impiego del mezzo dragante, che verrà definita durante la fase di progettazione esecutiva, si riferisce sin da ora che le attività di immersione dei

sedimenti portuali all'interno delle vasche di colmata avverranno esclusivamente da mare. Al contempo è possibile sostenere che, durante la fase di esercizio, i livelli sonori immessi nell'ambiente esterno non modificano i livelli sonori ambientali presenti nell'area di cantiere, caratterizzata acusticamente dalla presenza di infrastrutture di trasporto. Pertanto tali attività possono essere considerate, ai fini acustici, trascurabili.

L'intervento di dragaggio del fondale sarà caratterizzato, infatti, da un rumore sottomarino di tipo continuo durante le attività, ma discontinuo nell'arco delle 24 ore e soprattutto di tipo non impulsivo. Durante il dragaggio, il rumore, di tipo continuo, sarà generato principalmente dai propulsori di eventuali mezzi di supporto (rimorchiatore di supporto), dalle pompe e dalla testa di scavo delle draghe idrorefluenti, dai motori della gru e dalla stessa benna durante l'infissione nel fondale portuale.

Ai fini di una valutazione acustica, si ritiene utile valutare la fase di immersione dei sedimenti di dragaggio nelle vasche di colmata. Per l'analisi della rumorosità durante la fase di immersione dei sedimenti portuali nelle vasche di colmata, che avverranno lungo un arco temporale di diversi anni, esclusivamente nei mesi non estivi, sono stati presi in considerazione valori di rumorosità tipici dei macchinari impiegati, è stata considerata una 1 draga idrorefluente con potenza sonora pari a 108.5 dBA ed una distanza tra il più vicino agglomerato urbano e il punto di emissione del rumore di circa 800 m.

Per il livello di rumore della sorgente, da dati di letteratura si possono assumere i valori riportati nelle seguenti tabelle.

Sorgenti Continue	Livelli Sorgente, dB re 1µPa-m
	Broad-band (0.045-7.07 kHz)
MEZZI NAVALI IN NAVIGAZIONE / VESSELS UNDERWAY	
Rimorchiatori e Chiatte/Tug & Barge(18 km/h)	171
5-m Zodiac	156
Supply ship (Kigoriak)	181
Large tanker	186
DRAGAGGIO/DREDGING	
Aquarius (45- 890 Hz) ⁽¹⁾	185
Beaver Mackenzie (45-890 Hz) ⁽²⁾	172

Tabella 1 - Emissioni Sonore - Sorgenti di Tipo Continuo (Estratto da Simmonds M. et al., 2004)

Nota:

(1) Acquarius è una draga idrorefluente (CSD - cutter suction hopper dredger) lunga circa 110 m

(2) Beaver Mackenzie era una draga idrorefluente (TSHD- trailing suction hopper dredger) lunga circa 85 m

Si riportano di seguito ulteriori valori di rumore antropogenico relativi alle attività di dragaggio, indicati nella pubblicazione dell'UNEP-CBD (Convention on Biological Diversity) "Scientific Synthesis on the Impacts of Underwater Noise on Marine and Coastal Biodiversity and Habitats" (UNEP-CBD, 2012).

Underwater Noise on Marine and Coastal Biodiversity and Habitats" (UNEP-CBD, 2012).

Sound Source	Source Level (dB re 1 μ Pa-m)	Bandwidth (Hz)	Major amplitude (Hz)	Duration (ms)	Directionality
Large vessels	180 – 190 rms	6 - > 30,000	> 200	Continuous Wave	Omnidirectional
Small boats and ships	160 – 180 rms	20 - > 1,000	> 1,000	Continuous Wave	Omnidirectional
Dredging	168 – 186 rms	30 - > 20,000	100 - 500	Continuous Wave	Omnidirectional
Tidal and wave energy	165 – 175 rms	10 – 50,000	-	CW	Omnidirectional

Tabella 2 - Sorgenti Antropogeniche di Rumore in Mare (UNEP-CBD, 2012)

Poiché la propagazione del suono attraverso l'acqua è soggetta a perdite dovute a diffusione (in relazione alla distanza dalla sorgente) ed attenuazione (assorbimento), per cui l'energia decresce al crescere della distanza, ai fini della rumorosità ambientale le attività legate all'immersione dei sedimenti portuali in vasca di colmata possono essere considerate non influenti.

Per quanto concerne l'area di cantiere necessaria per la realizzazione della fase di interrimento delle vasche di colmata, sarà la stessa utilizzata per la realizzazione del rilevato ferroviario e per le scogliere.

5 FASE 4: INTERRAMENTO CON GLI ESCAVI DEI FONDALI MARINI (AREA COMPRESA TRA LA SCOGLIERA ESTERNA E IL CONFINAMENTO INTERNO)- POSA MATERIALE DALLE MACERIE E REALIZZAZIONE PARCO DUNALE.

Per la ulteriore fase di realizzazione della posa macerie e parco dunale si specifica che:

1. Le operazioni previste (movimenti terra) prevedono l'uso di macchine di cantiere simili impiegate per la formazione del rilevato ferroviario;
2. L'area di ripascimento oggetto di questa fase specifica si trova lontana da Ricettori sensibili posti nelle vicinanze del cantiere, come ben visibile nell'immagine sottostante.



L'impatto acustico generato dalle lavorazioni di cantiere sarà pertanto inferiore alle precedenti operazioni viste sopra.