



SICI S.p.A.

INGEGNERIA : ARCHITETTURA : QUALITÀ : AMBIENTE : SICUREZZA

## MARINA DI PORTOROTONDO S.r.l.

Progetto di ampliamento molo Direzione Marina e Ristrutturazione imboccatura del Porto Turistico di Porto Rotondo

### **Frazione Porto Rotondo COMUNE DI OLBIA PROVINCIA OLBIA-TEMPIO**



## RELAZIONE DI PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO

Legge n.447/95, Art.8, comma 4

Deliberazione R.A.S. n° 62/9 del 14/11/2008

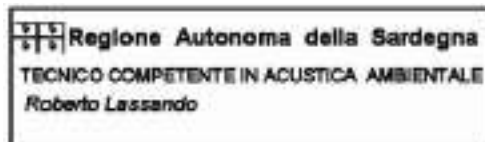
**Il Committente**  
**MARINA DI PORTOROTONDO S.r.l.**

**Il Tecnico Competente**  
Determinazione R.A.S. Assessorato Difesa Ambiente  
n° 1247/11 del 5 Giugno 2001 (Art. 2 Comma 7 Legge 447/95)

**Gruppo di Lavoro**  
**(Tecnici Competenti in Acustica)**



SICI S.p.A.



**Roberto Lassandro**

**Francesco Bistrussu (T.C.A.)**  
**Christian Piu (T.C.A.), Saula Mariani (T.C.A.)**  
**Silvia Contini, Antonio Dedoni,**  
**Federico Papale**

*Cagliari 23 marzo 2010 rev.0*

## SOMMARIO

1. PREMESSA .....	3
1.1. Generalità .....	3
1.2. Obiettivi specifici .....	3
2. QUADRO NORMATIVO: CENNI .....	5
3. CONTENUTI DELLA DOCUMENTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO .....	7
4. TIPOLOGIA DELL'OPERA .....	10
4.1. Tipologia dell'opera: .....	10
5. ATTIVITÀ, ORARI E MEZZI ACQUEI PREVISTI .....	12
5.1. Descrizione dell'attività.....	12
5.2. Orari di attività.....	12
5.3. <i>Mezzi acquei</i> (mezzi previsti) .....	13
6. UBICAZIONE DELL'INSEDIAMENTO PRODUTTIVO E RELATIVO CONTESTO URBANISTICO .....	14
7. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEGLI EDIFICI.....	16
8. INDIVIDUAZIONE DELLA CLASSE ACUSTICA DELL'AREA OSPITE.....	23
8.1. Generalità .....	23
9. RICETTORI PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO.....	26
9.1. Principali sorgenti sonore presenti nell'area di studio e livelli di rumore in prossimità dei ricettori .....	27
10. STIME PREVISIONALI DI IMPATTO ACUSTICO .....	28
10.1. Definizioni di acustica tecnica.....	28
10.2. Modello di previsione .....	32
10.3. Basi teoriche dell'algoritmo di calcolo.....	33
10.3.1. Terminologia .....	33
10.3.2. Diffusione acustica in campo libero .....	35
10.3.3. Dati immessi/generati dall'algoritmo di calcolo.....	38
10.4. Valutazione dei dati .....	46
10.4.1. Previsione impatto acustico durante il periodo di riferimento diurno.....	46
10.4.2. Previsione impatto acustico durante il periodo di riferimento notturno.....	46
10.4.3. Infrastrutture di trasporto.....	47
11. ANALISI DI IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA.....	48
12. GIUDIZIO PREVISIONALE DI CONFORMITA' ACUSTICA .....	52

## 1. PREMESSA

### 1.1. Generalità

La presente valutazione di previsione di impatto acustico si riferisce al Progetto di ampliamento molo Direzione Marina e ristrutturazione imboccatura del Porto Turistico di Porto Rotondo, presentato dalla Società concessionaria delle opere portuali denominata “Marina di Porto Rotondo S.r.l.”, sita in Località Porto Rotondo - Uffici Direzione Marina Olbia (OT).

Il Porto Turistico in esame è ubicato nella parte esterna del Golfo di Cugnana, sulla riva orientale dello stesso, in Comune di Olbia (prov. di Olbia Tempio) da cui dista circa 15 km. L’ambito portuale si sviluppa in una superficie in concessione ampia 124.353 mq.

Attualmente, nella stagione estiva, sul litorale della costa nord orientale circolano un sempre maggior numero di imbarcazioni medio-grandi. A fronte di questa dimensione di traffico dimostrata dalle richieste che pervengono alla direzione marina di Porto Rotondo si ipotizza che nell’intera area la stima della domanda non soddisfatta possa variare dai 25 ai 50 posti.

Per ottenere il massimo rendimento dalla naturale capacità attrattiva della Sardegna occorre soddisfare la domanda delle richieste di ormeggio che attualmente superano la capacità ricettiva, creando una mancata opportunità.

### 1.2. Obiettivi specifici

In questa sede si vuole ottemperare alle disposizioni stabilite dall’art.8, comma 4 della Legge n° 447/95 “*Legge quadro sull’inquinamento acustico*”, concernente il rilascio di concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili e infrastrutture, e le relative licenze o autorizzazioni all’esercizio di attività produttive.

La Valutazione di Previsione di Impatto Acustico è il documento tecnico richiesto in fase di progettazione dell’opera, ovvero durante l’iter amministrativo di concessione o di autorizzazione, allo scopo di verificare la compatibilità acustica dell’opera con il contesto in cui l’opera stessa andrà a collocarsi.

Nei termini generali, per *impatto acustico* si intendono gli effetti indotti e le variazioni delle condizioni sonore preesistenti in una determinata porzione di territorio dovute all’inserimento di nuove infrastrutture, opere, impianti, attività o manifestazioni.

Nel momento in cui si produce la relazione di previsione di impatto acustico l’opera non è ancora realizzata, pertanto l’obiettivo che si prefigge è quello di stimare o prevedere se vi sono le condizioni affinché, ad opera realizzata, le emissioni sonore

prodotte dalla stessa avvengano nei limiti di legge vigenti o di altri criteri di valutazione presa a riferimento.

La relazione di previsione di impatto acustico si propone pertanto l'obiettivo di definire in via preventiva la compatibilità ambientale dell'opera in progetto.

Lo studio di impatto acustico prevede due distinte fasi di analisi:

- in prima istanza il progetto dell'opera viene sottoposto ad una preliminare valutazione basata sui dati tecnici sulla base dei quali, con l'ausilio di modelli di calcolo, si procede ad una stima delle eventuali variazioni del clima acustico caratterizzante la zona che ospiterà l'insediamento produttivo. Lo studio comprende le stime previsionali di impatto ambientale, conseguenti all'inserimento dell'insediamento produttivo, nelle aree interessate dalle emissioni ed immissioni sonore, mediante modelli matematici in grado di simularne, tenendo conto degli effetti combinati delle macchine, del vento e della morfologia ambientale, la propagazione sonora. In questa fase è già possibile formulare una valutazione della compatibilità ambientale in relazione alle attuali norme disciplinanti l'inquinamento acustico, e formulazione del giudizio di conformità acustica;
- in un secondo tempo si procederà alle verifiche tecniche sul campo atte alla definizione della rumorosità intervenuta a seguito della realizzazione ed attivazione del nuovo insediamento produttivo.

L'incarico di redigere la Valutazione di Previsione di Impatto Acustico, è stato conferito dal Committente al sottoscritto Ing. Roberto Lassandro, con studio professionale in Cagliari, Via Santa Maria Chiara, 161, Tel. 070500547, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari con il n° 2667, all'Albo dei Consulenti Tecnici del Tribunale di Cagliari, al Repertorio Impiantisti della C.C.I.A.A. e Tecnico Competente in acustica ambientale, giusta la Determinazione n° 1247/11, formulata dal Direttore Generale dell'Assessorato Difesa Ambiente, ai sensi dell'art. 2 comma 7 della Legge 26 Ottobre 1995, n° 447 ("Legge quadro sull'inquinamento acustico"), con l'ausilio dei seguenti tecnici:

<i>Nominativo</i>	<i>Tecnico Competente</i>	<i>Numero Iscrizione albo regionale</i>	<i>Nominativo</i>	<i>Tecnico Competente</i>	<i>Numero Iscrizione albo regionale</i>
<i>Francesco Bistrussu</i>	<i>SI</i>	<i>80</i>	<i>Christian Piu</i>	<i>SI</i>	<i>110</i>
<i>Saula Mariani</i>	<i>SI</i>	<i>186</i>	<i>Silvia Contini</i>	<i>NO</i>	<i>-</i>
<i>Antonio Dedoni</i>	<i>NO</i>	<i>-</i>	<i>Federico Papale</i>	<i>NO</i>	<i>-</i>

## 2. QUADRO NORMATIVO: CENNI

Le normative generali che disciplinano la materia sono le seguenti:

- **Legge 26 Ottobre 1995, n° 447** (*Legge Quadro sull'inquinamento acustico*): questa legge stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico
- **D.P.C.M. 1 Marzo 1991** (*Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*): questo decreto, per la parte ancora in vigore, indica i limiti massimi di rumore da rispettare in funzione della classificazione in zone del territorio comunale e fornisce indicazioni in merito alla strumentazione fonometrica e alle modalità di misura del rumore
- **D.P.C.M. 14 Novembre 1997** (*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*): questo decreto contiene le definizioni e le quantificazioni relative ai valori di emissione, immissione, differenziali, di attenzione e di qualità che le attività umane sono tenute a rispettare.
- **Decreto Ministero Ambiente 16 Marzo 1998** (*Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico*): questo decreto riporta le modalità sulla base delle quali il tecnico competente in acustica deve effettuare le misurazioni fonometriche e redigere il conseguente rapporto di valutazione.
- **Deliberazione R.A.S. n° 62/9 del 14/11/2008**: “*Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale e disposizioni in materia di acustica ambientale*”.

Opportunamente si pone in evidenza che a tutt'oggi non risulta ancora emanato (a cura del ministro dell'Ambiente, di concerto con il ministro dei Trasporti e della navigazione), il previsto Decreto Ministeriale concernente i “criteri di misurazione del rumore emesso da imbarcazioni di qualsiasi natura e della relativa disciplina per il contenimento dell'inquinamento acustico”, previsto dall'art.3, comma 1, lettera l della Legge quadro 447/1995. Nelle more dell'emanazione del provvedimento legislativo restano fermi i riferimenti ai precetti normativi sopra elencati.

In particolare, in questa sede di previsione di impatto acustico l'attenzione deve essere incentrata fundamentalmente sul rispetto dei valori limite stabiliti dalla norma, fra i quali si segnalano i seguenti:

- **Valore limite di emissione**: è il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente e in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità, definiti nei livelli di rumore massimi ammissibili, secondo la zona individuata dalla classificazione del territorio comunale. Il DPCM 14 novembre 1997 fissa (art.2) valori limite di emissione

correlati alla zonizzazione acustica del territorio; tali limiti, per le sorgenti fisse, di cui all'art.2, comma 1, lett.c), della legge quadro 447/95, sono provvisori, qualora non sia stata emanata la specifica norma UNI sulla quale basare le metodologie per la caratterizzazione dell'emissione sonora, mentre le sorgenti mobili e componenti di sorgenti fisse convivono con i limiti stabiliti dai regolamenti di omologazione e certificazione, dove questi sono previsti. Al comma 3 dell'art.2 il Decreto prevede che i rilevamenti e le verifiche siano effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

- **Valore limite assoluto di immissione:** è il limite di zona, riferito all'ambiente esterno in prossimità del ricettore; esso è definito all'art.2, comma 1, lettera f), comma 2 e comma 3, lettera a) della Legge n° 447/95 e all'art. 3 del D.P.C.M. 14 Novembre 1997 ed indicato alla Tabella C dell'Allegato al DPCM medesimo; è riferito al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti ad eccezione delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime e aeroportuali.
- Per quanto riguarda il **Valore limite differenziale di immissione**, a scopo meramente conoscitivo si riportano i criteri salienti: il valore differenziale  $L_D$  viene determinato calcolando la differenza tra il livello del rumore ambientale e il livello del rumore residuo, ed è definito dall'art. 4 del DPCM 14 Novembre 1997. Sono ammessi, all'interno degli ambienti abitativi, incrementi del rumore residuo rispettivamente di 5 dBA nel periodo diurno e 3 dBA nel periodo notturno. Il limite differenziale non si applica nelle aree esclusivamente industriali, ed in tutti i casi non si applica quando il livello di rumore ambientale misurato in periodo diurno è inferiore a 50 dBA a finestre aperte e 35 dBA a finestre chiuse, ovvero in periodo notturno quando il livello di rumore ambientale è inferiore a 40 dBA misurato a finestre aperte e 25 dBA a finestre chiuse. Tali limiti non trovano applicazione per la rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime; da attività e comportamenti non connessi ad esigenze produttive, commerciali e professionali; da servizi e impianti fissi dell'edificio, adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dell'edificio stesso.

### 3. CONTENUTI DELLA DOCUMENTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO

Ai sensi dell'art.8, comma 5 della Legge 447/95, la valutazione di impatto acustico deve essere redatta sulla base dei criteri stabiliti dall'art. 4, comma 1, lettera l) della stessa norma, modalità di cui all'art. 4 della legge 4 gennaio 1968, n. 15.

Pertanto, nella redazione del presente documento tecnico, verranno opportunamente ricalcate integralmente le indicazioni contenute nelle “*Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale*”, ai sensi dell'Art.4 della Legge Quadro 26 Ottobre 1995, n° 447”, adottati con Deliberazione R.A.S. n. 62/9 del 14/11/2008.

*Ai sensi della normativa regionale, la documentazione di impatto acustico deve prevedere, per quanto possibile, gli effetti acustici conseguenti alla realizzazione di una nuova opera e al suo esercizio per verificarne la compatibilità con le esigenze di uno standard di vita equilibrato della popolazione residente, al fine di una corretta fruibilità dell'area e nel rispetto degli equilibri naturali. La medesima norma stabilisce altresì che la documentazione deve descrivere lo stato dei luoghi e indicare le caratteristiche dei ricettori circostanti, in quanto per una corretta ed esaustiva valutazione non si può prescindere dal contesto in cui viene a collocarsi la nuova sorgente sonora; deve inoltre contenere elementi relativi alla quantificazione degli effetti acustici in prossimità dei ricettori, in particolare di quelli sensibili quali scuole, asili nido, ospedali, case di cura e di riposo e dovrà inoltre prevedere, al fine del rispetto dei valori limite, eventuali interventi di mitigazione, qualora necessari a seguito della valutazione.*

La documentazione di impatto acustico deve essere predisposta da tecnico competente in acustica ambientale e sottoscritta dal proponente, deve essere tanto più dettagliata quanto più è rilevante il potenziale inquinamento acustico derivante dalla realizzazione dell'opera e/o attività in progetto, ed è previsto che sia costituita da una relazione tecnica e da elaborati planimetrici. In particolare la relazione tecnica dovrà contenere i seguenti elementi:

- a) *descrizione della tipologia dell'opera o attività in progetto, del ciclo produttivo e tecnologico, degli impianti, delle attrezzature e dei macchinari che verranno utilizzati, dell'ubicazione dell'insediamento e del contesto in cui viene inserita;*
- b) *descrizione delle caratteristiche costruttive dei locali (coperture, murature, serramenti, vetrate ecc.) con particolare riferimento alle caratteristiche acustiche dei materiali utilizzati;*
- c) *descrizione delle sorgenti rumorose connesse all'opera o attività, con indicazione dei dati di targa relativi alla potenza acustica e loro ubicazione. In situazioni di incertezza progettuale sulla tipologia o sul posizionamento delle sorgenti sonore che saranno effettivamente installate è ammessa l'indicazione di livelli di emissione stimati per analogia con quelli derivanti da sorgenti simili (nel caso*

*non siano disponibili i dati di potenza acustica, dovranno essere riportati i livelli di emissione in pressione sonora);*

- d) indicazione degli orari di attività e di quelli di funzionamento degli impianti principali e sussidiari. Dovranno essere specificate le caratteristiche temporali dell'attività e degli impianti, indicando l'eventuale carattere stagionale, la durata nel periodo diurno e notturno e se tale durata è continua o discontinua, la frequenza di esercizio, la possibilità (o la necessità) che durante l'esercizio vengano mantenute aperte superfici vetrate (porte o finestre), la contemporaneità di esercizio delle sorgenti sonore, eccetera;*
- e) indicazione della classe acustica cui appartiene l'area di studio. Nel caso in cui l'amministrazione comunale non abbia ancora approvato e adottato il Piano di classificazione acustica è cura del proponente ipotizzare, sentita la stessa Amministrazione comunale, la classe acustica da assegnare all'area interessata.*
- f) identificazione e descrizione dei ricettori presenti nell'area di studio, con indicazione delle loro caratteristiche utili sotto il profilo acustico, quali ad esempio la destinazione d'uso, l'altezza, la distanza intercorrente dall'opera o attività in progetto, con l'indicazione della classe acustica da assegnare a ciascun ricettore presente nell'area di studio avendo particolare riguardo per quelli che ricadono nelle classi I e II;*
- g) individuazione delle principali sorgenti sonore già presenti nell'area di studio e indicazione dei livelli di rumore preesistenti in prossimità dei ricettori di cui al punto precedente. L'individuazione dei livelli di rumore si effettua attraverso misure articolate sul territorio con riferimento a quanto stabilito dal D.M. Ambiente 16/03/1998 (Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico);*
- h) calcolo previsionale dei livelli sonori generati dall'opera o attività nei confronti dei ricettori e dell'ambiente esterno circostante indicando i parametri e i modelli di calcolo utilizzati. Particolare attenzione deve essere posta alla valutazione dei livelli sonori di emissione e di immissione assoluti, nonché ai livelli differenziali, qualora applicabili, all'interno o in facciata dei ricettori individuati. La valutazione del livello differenziale deve essere effettuata nelle condizioni di potenziale massima criticità del livello differenziale;*
- i) calcolo previsionale dell'incremento dei livelli sonori in caso di aumento del traffico veicolare indotto da quanto in progetto nei confronti dei ricettori e dell'ambiente circostante;*
- l) descrizione degli eventuali interventi da adottarsi per ridurre i livelli di emissioni sonore al fine di ricondurli al rispetto dei limiti associati alla classe acustica assegnata o ipotizzata per ciascun ricettore. La descrizione di detti interventi è supportata da ogni informazione utile a specificare le loro caratteristiche e a*



*individuare le loro proprietà di riduzione dei livelli sonori, nonché l'entità prevedibile delle riduzioni stesse;*

- m) *analisi dell'impatto acustico generato nella fase di realizzazione, o nei siti di cantiere, secondo il percorso logico indicato ai punti precedenti, e puntuale indicazione di tutti gli appropriati accorgimenti tecnici e operativi che saranno adottati per minimizzare il disturbo e rispettare i limiti (assoluto e differenziale) vigenti all'avvio di tale fase, fatte salve le eventuali deroghe per le attività rumorose temporanee di cui all'art. 6, comma 1, lettera h, e dell'art. 9 della legge 447/1995;*
- n) *indicazione del provvedimento regionale con cui il tecnico competente in acustica ambientale, che ha predisposto la documentazione di impatto acustico, è stato riconosciuto "competente in acustica ambientale" ai sensi della legge n. 447/1995, art. 2, commi 6 e 7.*

*La sopraccitata relazione può non contenere tutti gli elementi sopra indicati a condizione che sia puntualmente giustificata l'inutilità di ciascuna informazione omessa. Per chiarezza espositiva e semplificazione istruttoria le informazioni omesse e le relative giustificazioni devono fare esplicito riferimento alle lettere identificative dell'elenco.*

*La planimetria in scala adeguata, (es.: 1:2000) dovrà evidenziare:*

- *l'area di studio interessata;*
- *l'ubicazione dell'intervento in progetto;*
- *l'ubicazione dei ricettori e delle principali sorgenti sonore preesistenti;*
- *l'indicazione delle quote altimetriche.*

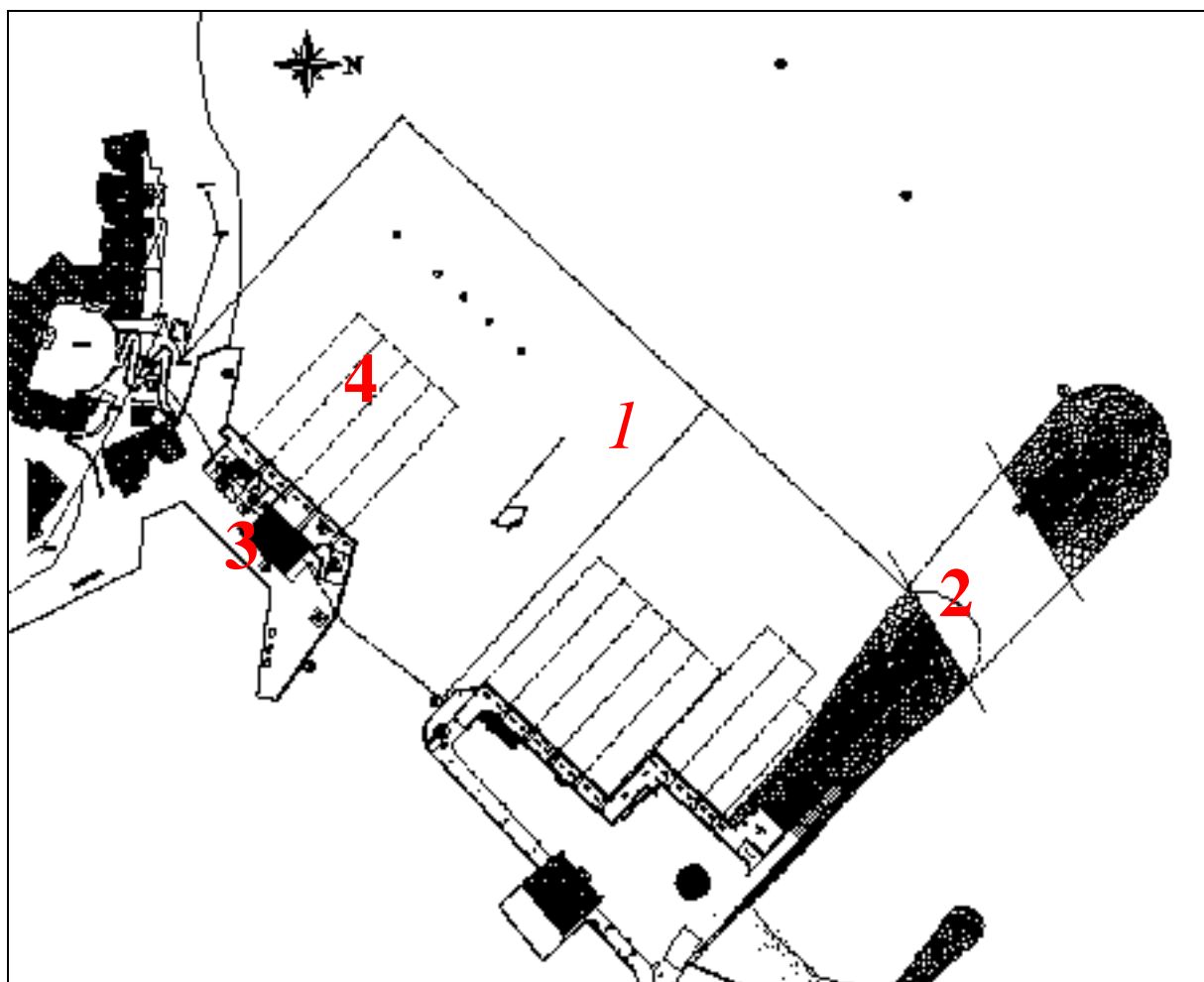
*La domanda di licenza o di autorizzazione all'esercizio delle attività che si prevede possano produrre valori di emissione superiori a quelli di legge, deve contenere l'indicazione delle misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall'attività o dagli impianti. La relativa documentazione deve essere inviata al Comune al fine del rilascio del relativo nullaosta.*

#### 4. TIPOLOGIA DELL'OPERA

##### 4.1. Tipologia dell'opera:

Il progetto prevede investimenti ammortizzabili nel periodo della concessione in essere così sommariamente descritti:

1. un ampliamento della concessione
2. un ampliamento della scogliera di protezione per meglio proteggere l'imboccatura del porto
3. l'ampliamento della palazzina della Direzione
4. l'ormeggio con carattere prevalentemente stagionale



*Tavola 1: Interventi previsti nel progetto*

Dal progetto definitivo si rilevano i seguenti dati principali:

- area totale richiesta in ampliamento della concessione mq 17.470, così suddivisa:
  - area coperta da piazzali a tergo del fronte banchinato mq 1.355
  - impronta sul fondale della scogliera di protezione mq 2.958
  - area di mare libera per stazionamento imbarcazioni e manovra mq 13.157

più in dettaglio l'area è così suddivisa:

scogliera:

- superficie della scogliera emersa mq 670
- superficie della scogliera immersa mq 2288

specchio acqueo:

- area massima occupata da imbarcazioni all'ormeggio mq 2.000
- area libera per manovra mq 11.157

Le quantità dei materiali e le superfici interessate dai lavori risultano così quantificate:

- superficie dragata mq 1.743
- volume di materiale dragato mc 3.372, compreso la rimozione delle scogliere all'imboccatura del porto

Il materiale dragato verrà reimpiegato nell'ambito del cantiere come riempimento a tergo del banchinamento e per realizzare l'ampliamento della scogliera di protezione, unitamente ai massi salpati.

Per la realizzazione delle scogliere, degli scanni per imbasamento banchina e protezione del piede della stessa saranno utilizzati i seguenti materiali lapidei di dimensioni da 5 kg. a 5 tonn.

- rinfianco banchina mc 266
- scogliera di protezione mc 13.062 di cui circa il 50% verranno recuperati dalle scogliere esistenti e dai dragaggi. I materiali lapidei per completare la scogliera proverranno dagli scarti delle cave di granito della zona.

L'ampliamento verrà realizzato nella zona dove è ubicato l'edificio della Direzione della Marina. I numeri significativi delle opere che si andranno a realizzare possono così essere espressi:

- Superficie dell'ulteriore area che si chiede in concessione mq 17.470  
suddivisa in:
  - specchi acquei mq 13.157
- superficie con opere di difficile rimozione (piazzali e scogliere) mq 4.313

La richiesta di ampliamento della concessione è pari al 14,05% dell'area oggi in concessione di cui ben il 75% dell'ampliamento è costituito da specchio acqueo.

Con le opere così come progettate si amplia anche l'ampiezza dell'imboccatura del porto. Si passerà dagli attuali m. 29 con fondali in scogliera a m - 2,00, a m. 41 con fondali garantiti liberi a m - 4,50.

## 5. ATTIVITÀ, ORARI E MEZZI ACQUEI PREVISTI

### 5.1. Descrizione dell'attività

Sul lato Sud, all'esterno del porto e di fianco ai nuovi posti barca in progetto, si prevede la realizzazione di un muro di sostegno rivestito in pietra locale.

Al piede del muro sarà realizzata una piccola banchina accessibile sia dal mare sia dai piazzali del porto.

Questa banchina può essere adibita all'ormeggio temporaneo dei tender delle imbarcazioni ormeggiate in rada per portare a terra gli armatori e gli ospiti delle imbarcazioni. Dalla banchina così progettata si può raggiungere a piedi le aree del centro urbano senza intralciare gli ormeggi esistenti all'interno del porto. Inoltre le imbarcazioni ormeggiate in rada possono usufruire dei centri raccolta rifiuti predisposti nell'area portuale in prossimità della banchina.

Inoltre verrà realizzato un collegamento pedonale con la soprastante "Piazza Rudalza" ricca di attività commerciali e di ristoro.

L'aumentata dimensione delle imbarcazioni presenti nella "Marina" e l'aumentato grado di utilizzo nel periodo estivo richiede una maggiore capacità per il rifornimento delle imbarcazioni.

### 5.2. Orari di attività

Il traffico delle imbarcazioni si prevede sostanzialmente invariato e limitato a determinati orari:

- la mattina si rilevano movimenti nel periodo compreso dalle ore 10.00 sino alle h.12.00, con una movimentazione che raggiunge valori di punta (circa 600 imbarcazioni) nel periodo di luglio e agosto.
- il grosso traffico di rientro avviene tra le h.19.00 sino alle h.20.30, delle stesse proporzioni delle uscite.
- nei restanti orari, pomeriggio, sera tardi e notte, le movimentazioni sono limitatissime. In particolare, durante la sera e sino alle prime ore notturne, periodo dalle h.21.00 alle h.24.00 circa, l'entrata e l'uscita è limitata ai tender delle imbarcazioni in rada, facilmente quantificabili tanto da poter affermare che nei

mesi di maggior traffico (luglio e agosto), si possono contare in poco più di 15/20 entrate e successive uscite nell'arco delle 24 ore.

- nei restanti mesi dell'anno i movimenti vanno a diminuire, sino alla minima attività in periodo invernale.
- il Regolamento Interno dell'Approdo Turistico (approvato dalla Capitaneria di Porto con Ordinanza), prevede che negli orari dalle h.13.00 alle h.16.00 e dalle h.22.00 alle h.09.00 del mattino, sono assolutamente vietati ogni forma di rumore molesto (inclusi generatori). Inoltre la velocità di avvicinamento dei natanti all'imboccatura esterna dell'Approdo, deve avvenire ad una velocità massima di 3 nodi/h, quindi con propulsione al minimo di giri.

### 5.3. Mezzi acquei (mezzi previsti)

Come precedentemente accennato, l'innovazione dell'infrastruttura portuale prevista in progetto potrà comportare la presenza di movimentazione di imbarcazioni nella nuova banchina che sorgerà sul lato Sud, adibita prevalentemente all'ormeggio temporaneo dei tender delle imbarcazioni ormeggiate in rada per portare a terra gli armatori e gli ospiti delle imbarcazioni.

Questo tipo di imbarcazione, detta anche gommone, viene realizzata in tubolari di tessuto gommato rinforzato e provvisto di valvole di gonfiaggio/sgonfiaggio. I gommoni possono essere completamente smontabili o rigidi (RIB).

Il natante è estremamente sicuro grazie al tubolare che può arrivare a renderlo inaffondabile e che ne incrementa la stabilità trasversale, è usualmente omologato per un numero di persone e peso trasportabili considerevolmente superiore a quello delle imbarcazioni tradizionali.

La propulsione del gommone è quasi sempre affidata ad un motore fuoribordo a 2 o 4 tempi, aventi potenze variabili da 5 a 40 cavalli e oltre. Esistono però anche realizzazioni più grandi con motore entrobordo o entro-fuoribordo con alimentazione sia a benzina che a diesel.

Le ipotesi di pianificazione prevedono inoltre un fronte banchina destinato ad ormeggio con sviluppo di circa 45 m in cui possono trovare ormeggio n° 4 imbarcazioni di lunghezza fino a 50 m. Tali imbarcazioni non possono però compiere contemporaneamente le manovre di ormeggio per questioni di spazio; il numero massimo di imbarcazioni in grado di compiere operazioni di manovra senza alcun tipo di impedimento risulta essere pari a 2. **Di conseguenza le valutazioni previsionali si limiteranno ad analizzare solo le situazioni plausibili, quindi due tender o altro tipo di imbarcazione in fase di manovra.**

È infine previsto l'ormeggio a mare su boe (2 per ogni imbarcazione) ancorati con catene a corpi morti di circa 15 ton.

## 6. UBICAZIONE DELL'INSEDIAMENTO PRODUTTIVO E RELATIVO CONTESTO URBANISTICO

L'area del comprensorio di Porto Rotondo, che va da punta Nuraghe fino alla punta della Volpe, costituisce una parte di tutto lo sviluppo costiero, è classificata zona "B" nel piano di fabbricazione del Comune di Olbia e come tale nel corso degli anni è stata totalmente saturata la potenzialità edificatoria.

Il progetto ricade nella circoscrizione territoriale sottoposta all'ufficio territoriale del demanio e territorio della Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato Enti Locali di Tempio Pausania. La zona interessata dal progetto è inserita nel tessuto urbano di Porto Rotondo (Comune di Olbia) e più precisamente le aree circostanti ricadono in zona B6 "Zone residenziali esistenti di completamento di Porto Rotondo".



*Figura n.1 - Comprensorio di Porto Rotondo – Stato di fatto*

A partire dalla punta Nuraghe, seguendo la costa in direzione Nord Est, incontriamo un complesso residenziale che si affaccia su una ampia spiaggia, quindi una zona costruita a ville per arrivare nell'area propria del porto turistico che è contornato da complessi residenziali che caratterizzano l'area urbana del villaggio ormai abitato tutto l'anno.

Oltre al porto ad una prima zona destinata ad alberghi si susseguono una serie di ville di notevole importanza fino a punta Volpe per girare fino a punta Lada.

Più in dettaglio la zona del porto turistico si presenta con una serie di scogliere, quasi ortogonali alla linea di costa, che si protendono verso il mare aperto.

L'ambito portuale è chiuso da due moli, realizzati in scogliera verso l'esterno e banchinati all'interno, al centro dei quali si apre l'imboccatura attuale del porto.

La seguente Figura n.2 riporta l'immagine satellitare dell'area di intervento, con la simulazione della realizzazione delle opere previste in progetto.



*Figura n.2 - Comprensorio di Porto Rotondo – Previsione post-operam*

## 7. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEGLI EDIFICI

Il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere:

### - **Banchinamento**

Banchinamento antistante la Direzione Marina, ottenuto con l'allargamento del piazzale e la realizzazione di una banchina prossima al filo attuale della scogliera esterna del molo sud. Tale ridimensionamento consente l'ormeggio all'esterno delle imbarcazioni di grosse dimensioni. Per tale scopo è valutato necessario prevedere anche ad una opera di maggiore protezione dalle onde.

Con la protezione della scogliera l'area interessata dall'ampliamento può essere considerata zona di calma; pur tuttavia, sporadicamente, ci si può trovare in presenza di onde generate dai venti di ponente (h. max. cm. 70) e di onde generate dalle imbarcazioni in avvicinamento ed in manovra nei pressi dell'imboccatura portuale. Verrà realizzata una banchina a giorno antiriflettente al fine di ottenere il completo dissipamento dell'energia delle onde ed evitare fastidiosi fenomeni di riflessione.

L'attuale scogliera sarà completamente salpata e sarà reimpiegata in lavori descritti più avanti quali l'ampliamento della scogliera esterna per creare il bacino di calma e nella creazione delle celle antiriflettenti per i massi di dimensione più arrotondata. Il solettone superiore sarà opportunamente grigliato per permettere il deflusso dell'aria.

Il piano del banchinamento lato mare aperto sarà tenuto ad una quota di m. 2,0 giudicato il più idoneo sia per l'ormeggio delle imbarcazioni sia per evitare il sormonto dell'onda. Si dovranno prevedere in condizioni particolarmente avverse ed invernali spruzzi sulla banchina. L'attuale scogliera sarà completamente salpata e sarà reimpiegata in lavori descritti più avanti, quali l'ampliamento della scogliera esterna per creare il bacino di calma e nella creazione delle celle antiriflettenti per i massi di dimensione più arrotondata.

Il fondale così raggiunto a quota di m - 4,50 sarà spianato con scapolame di idonea dimensione per il getto del muro di banchina fondato a m -4,00 che sarà fermato alla quota m - 1,00 per realizzare le celle antirisacca. Saranno quindi realizzate le celle antirisacca completamente aperte sul lato verso mare ed opportunamente aperte anche sulle pareti laterali. Una volta in opera e prima della costruzione del solettone superiore sarà realizzata al loro interno una scogliera in massi al fine di permettere lo smorzamento delle onde.

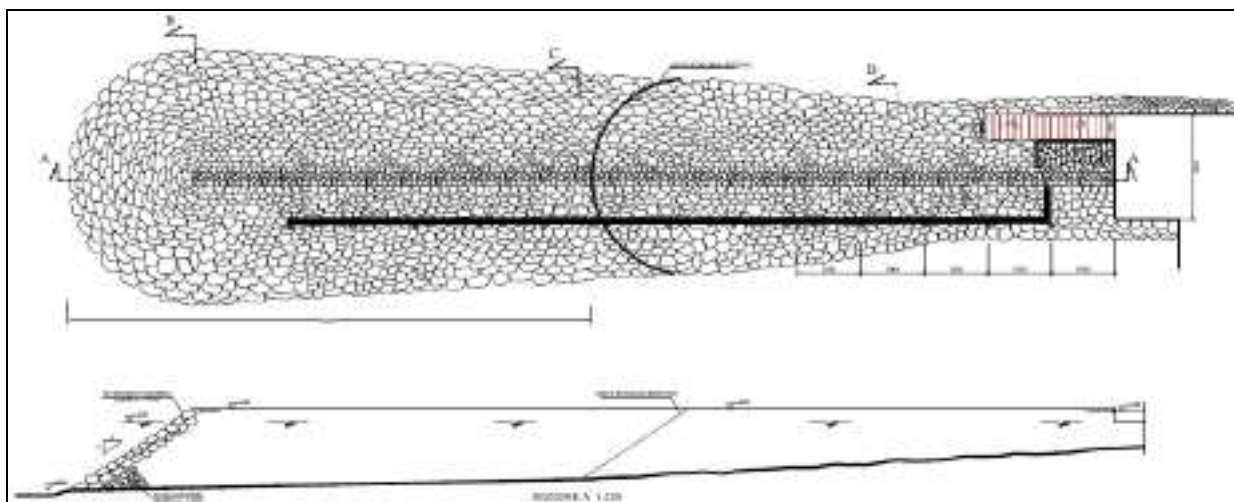
La soletta di copertura sarà successivamente realizzata in lastre alveolari precomprese con getto di completamento in opera. Il solettone superiore sarà opportunamente grigliato per permettere il deflusso dell'aria, causato dalla sovrappressione delle onde.



Sul lato nord-est dell'imboccatura sarà realizzato un muro di banchina con le stesse caratteristiche antiriflettenti poggiato su berma realizzata alla quota m. -4,00. Può essere ipotizzato pertanto un ormeggio tranquillo specialmente per imbarcazioni importanti con lunghezza da 40 mt. ed oltre. I fondali sul fronte banchina saranno scavati a m 4,50 , m 5,00 e m 5,50. I piazzali dell'area della Direzione Marina passeranno dagli attuali mq. 920 a mq. 2.515 circa. In banchina l'ormeggio sarà garantito da bitte (due per imbarcazione) di opportuna dimensione, ancorate con 6 tirafondi nel calcestruzzo della banchina.

#### - Allungamento della scogliera

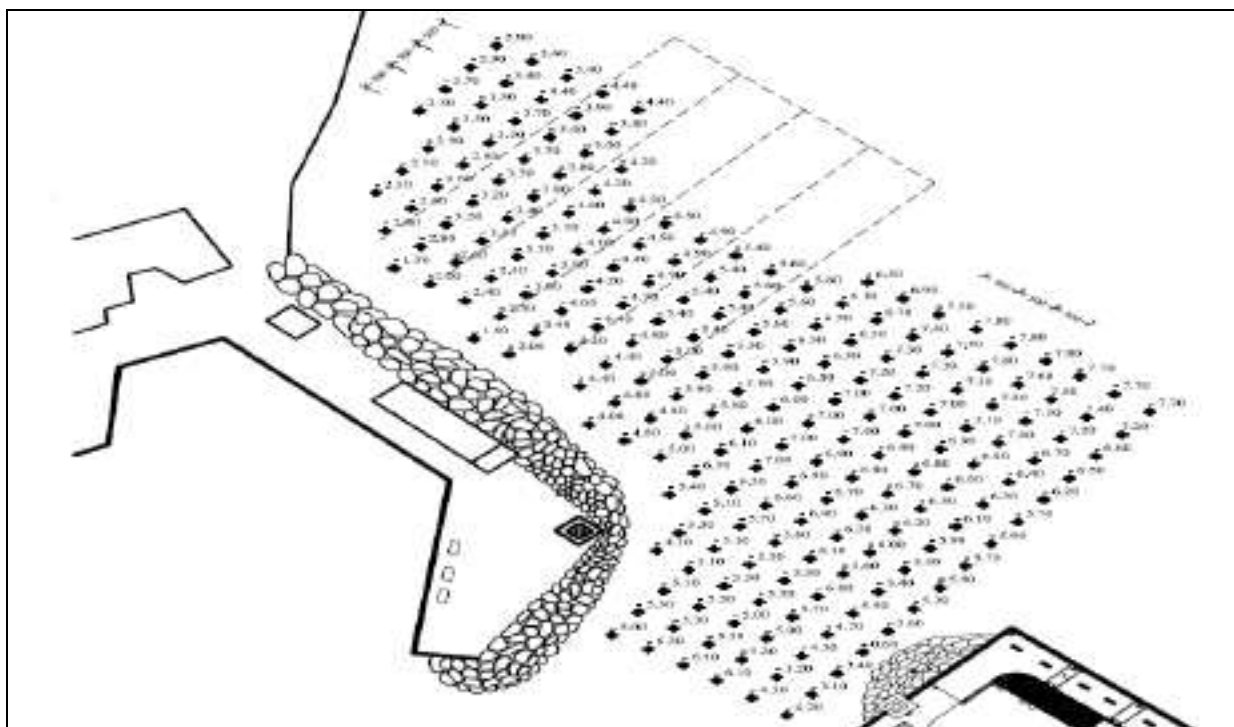
La realizzazione di ormeggi per grosse imbarcazioni nella zona antistante alla Direzione Marina richiede l'ampliamento della zona di calma, possibile solo con il prolungamento della scogliera esistente. Il paramento della scogliera sarà realizzato con scarpa 2 su 3 necessaria a smorzare l'onda. La quota superiore della scogliera sarà a m 2 per limitare al massimo l'impatto visivo.



*Tavola 2: Allungamento della scogliera*

#### - Dragaggi

Saranno effettuati dragaggi per garantire fondali di m. 4,50 – 5,0 – 5,5. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici del progetto. Il calcolo delle quantità di escavo eseguito sul progetto definitivo stima in circa mc. 2.400 il materiale da scavare di cui circa il 80% in roccia. Il materiale scavato verrà impiegato totalmente nell'area dei lavori come riempimento a tergo del banchinamento, per cui saranno limitate le analisi sui materiali di dragaggio. Il materiale lapideo (massi) che si andranno a salpare all'imboccatura del porto sarà reimpiegato nella scogliera di protezione e nelle celle antiriflettenti.



*Tavola 3: Batimetrie*

Il materiale scavato verrà impiegato totalmente nell'area dei lavori come riempimento a tergo del banchinamento, ed il materiale lapideo (massi) che si andranno a salpare all'imboccatura del porto sarà reimpiegato nella scogliera di protezione e nelle celle antiriflettenti.

#### - **Viabilità e parcheggi**

A tergo del banchinamento sarà realizzata una viabilità con senso rotatorio in modo da garantire la massima fluidità del traffico veicolare, peraltro scarso perchè ammesso dalla normativa in vigore presso la "Marina" al solo esclusivo servizio di carico scarico provviste per le imbarcazioni ormeggiate. Saranno anche realizzati i parcheggi di servizio per i nuovi posti barca che si andranno a realizzare e per i visitatori che accederanno, autorizzati, alla Direzione Marina.

Si potrà collegare la piccola banchina con la soprastante "Piazzetta Rudalza in modo da mettere in collegamento diretto i negozi ivi esistenti con il Porto, i nuovi ormeggi ed i visitatori che provengono dalle imbarcazioni ormeggiate in rada e giungono a terra con i tender.

#### - **Miglioramento della zona carburanti**

Le opere previste nella zona carburanti consistono principalmente in un aumento dello stoccaggio interrato dagli attuali 40 mc di gasolio e 10 mc di benzina a 90 mc di gasolio e 30 mc di benzina passando così da uno stoccaggio di mc 50 complessivi a mc 120 complessivi. I nuovi serbatoi saranno del tipo interrato contenuti in vasche di calcestruzzo armato così come dettano le norme di sicurezza. Nelle intercapedini saranno attivati sistemi di segnalazione di perdite di carburante. L'area di stoccaggio

deve essere posta ad una distanza minima dal fronte banchina di m 10 per cui i piazzali dovranno essere opportunamente ampliati per consentire tali distanze di sicurezza. La zona di carico sarà concentrata e protetta da opportuno sistema a schiuma. La zona di distribuzione verrà del tutto ristrutturata e dotata di erogatori ad alta portata per diminuire i tempi di rifornimento. Tutta la zona della distribuzione sarà protetta con cannoncini per schiumogeno con gettata di almeno 30 m. La dotazione di salvaguardia ecologica sarà arricchita con protezioni a mare per delimitare la zona di possibili versamenti di combustibile.

#### **- Ristrutturazione dell'edificio Direzione Marina**

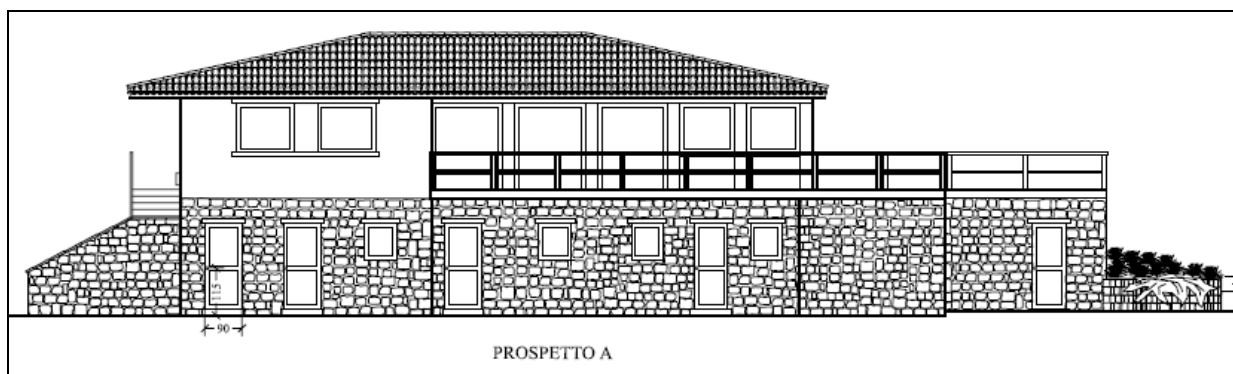
L'edificio della direzione della Marina nel presente progetto sarà completamente ridisegnato per potere soddisfare alle esigenze primarie della clientela. Nell'edificio verranno realizzati:

- a piano terra
  - servizi igienici pubblici per uomini, donne e disabili
  - locale per sommozzatori
  - magazzino per operatori del porto
  - spogliatoi, servizi igienici e docce per il personale operativo
  - deposito ed ufficio per benzinaio
  - servizi igienici e archivio per gli uffici
  - cabina elettrica MT/BT
  - locale per macchinari per aspirazione liquami
- al primo piano
  - ufficio ricevimento degli ospiti in porto
  - uffici amministrativi
  - ufficio del Direttore
  - sala riunioni
  - ufficio prenotazioni
  - ufficio controllo traffico
  - terrazza per controllo traffico

Il progetto di ristrutturazione dell'edificio non prevede nuove unità di climatizzazione.

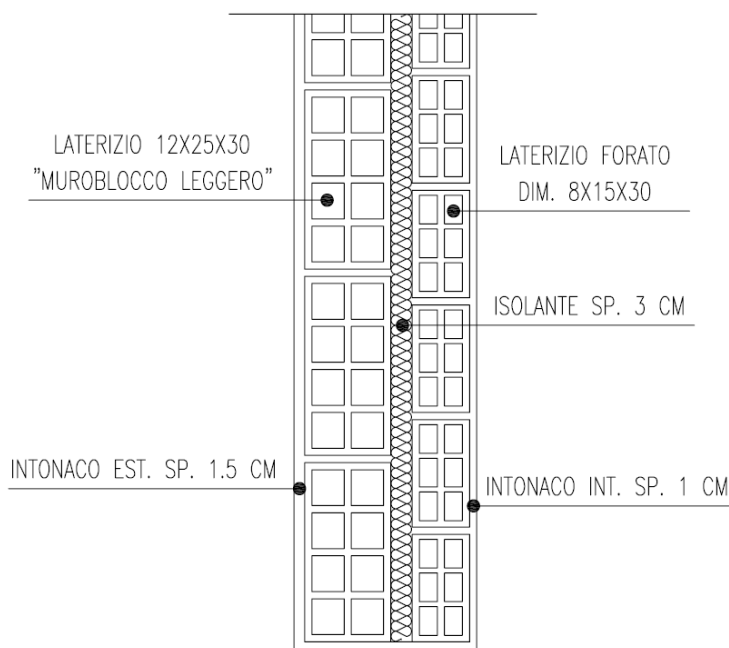
La struttura dell'edificio sarà realizzata in muri portanti perimetrali e pilastrata centrale in corrispondenza del colmo della copertura. Le fondazioni saranno travi continue sia in corrispondenza dei muri, sia in corrispondenza dei pilastri. Gli orizzontamenti saranno realizzati in solai con travetti tipo "bausta" e volterrane e caldaia di

completamento. I solai poggeranno su cordoli in corrispondenza dei muri portanti e su travi in corrispondenza dei pilastri. Il tetto sarà realizzato a falde inclinate e la copertura sarà realizzata con coppi in laterizio. Le superfici lorde saranno pari a mq. 202 al piano terreno e mq. 159 al piano primo, contro gli attuali mq. 90 al piano terreno e mq. 50 al piano primo.



*Tavola 4: Ristrutturazione dell'edificio della Marina*

Le pareti perimetrali si prevedono realizzate in muratura a doppia parete costituita da uno strato di mattoni forati da 8 cm (8x25x25), foratura 60%, densità 1800 kg/mc, con intercapedine riempita con un pannello termo-fonoisolante di 3 cm di spessore (densità 25 kg/mq), in Polistirene Espanso Sinterizzato a cella chiusa. Strato di intonaco di 1,0 cm di spessore. Il tavolato interno si prevede realizzato in mattoni forati da 12 cm (12x25x25), foratura 60%, densità 1800 kg/mc e intonacata su una faccia per 1,5 cm di spessore con malta. Le superfici finestrate saranno costituite da vetrocamera composta da due lastre di 6 mm di spessore con intercapedine da 6 mm a 16 mm di spessore riempita d'aria. La pavimentazione interna sarà realizzata in calcestruzzo armato, sul quale sono state direttamente applicate le piastrelle. Le pareti del fabbricato prospetteranno su ogni lato con l'ambiente esterno e la facciata principale presenterà la maggiore disomogeneità acustica, dati i differenti materiali che compongono le strutture perimetrali essendo formate da pareti e superfici vetrate. La seguente Tavola n.3 riporta schematicamente la composizione tipo prevista per la parete in trattazione.



*Tavola n.5: Schema previsto di composizione parete perimetrale esterna*

L'esame dei materiali costituenti le strutture in adiacenza all'ambiente esterno prospicienti ha determinato le stime di fonoisolamento minimo rappresentate nella seguente Tabella 1.

*Tabella 1: Isolamento acustico delle strutture prospicienti l'ambiente esterno – Edificio della Marina*

Struttura	Massa Kg/m <sup>2</sup>	Attenuazione 500 Hz (dB)	Frequenza risonanza (Hz)	Valutazione dell'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (D <sub>2m,n,T,w</sub> )
Parete	469,6	48,6	48	-
Finestre	13,6	28,0	3000	-
Insieme	-	40,4	-	52,0

In tali condizioni la stima dell'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (D<sub>2m,n,T,w</sub>) dell'ordine di 51 dB, che rappresenta l'isolamento medio grezzo delle strutture costituenti le partizioni di isolamento dall'ambiente esterno, indica un valore adeguato alle esigenze tecniche richieste, basate sulla destinazione d'uso, in particolare sui possibili livelli di rumorosità che potrebbero essere immessi al suo interno o trasmessi all'ambiente esterno. Infatti il valore dell'isolamento acustico della struttura risulta adeguato ai limiti minimi stabiliti dal DPCM 05/12/1997, che prevedono valori di isolamento acustico di facciata D<sub>2m,n,T,w</sub> ≥ 42 dB.

**Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione secondo UNI EN ISO140-5:2000**  
**Misurazione in opera dell'Isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate**

Cliente: MARINA DI PORTO ROTONDO S.r.l., OLBIA (OT)

Descrizione della struttura edilizia e delle condizioni di misurazione:

Pareti perimetrali in muratura a doppia parete costituita da uno strato di mattoni forati da 8 cm (8x25x25), foratura 60%, densità 1800 kg/m<sup>3</sup>, con intercapedine riempita con un pannello termo-fonoisolante di 3 cm di spessore (densità 25 kg/m<sup>3</sup>), in Polistirene Espanso Sinterizzato a cella chiusa. Strato di intonaco di 1,0 cm di spessore. Tavolato interno in mattoni forati da 12 cm (12x25x25), foratura 60%, densità 1800 kg/m<sup>3</sup> e intonacata su una faccia per 1,5 cm di spessore con malta.

Volume dell'ambiente ricevente (m<sup>3</sup>): 90,5

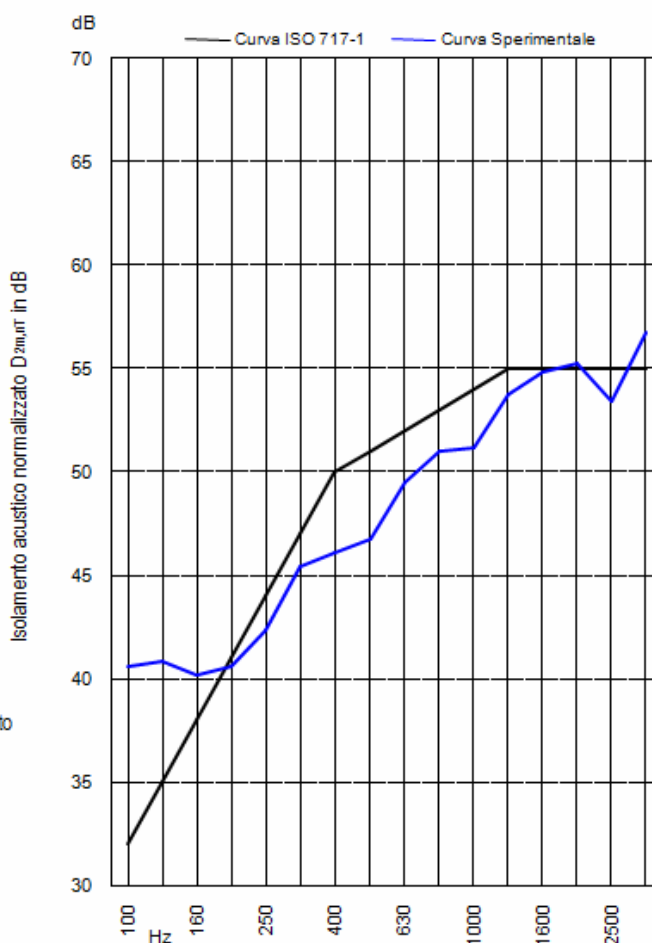
Rumore di fondo (dB): 38,4

Somma degli scarti sfavorevoli (dB): 22,3

Indice dell'Isolamento acustico normalizzato  $D_{2m,nT}$   
 secondo la Norma UNI EN ISO 140-5:2000

Frequenza (Hz)	$D_{2m,nT}$ (dB)
100	40,5
125	40,8
160	40,1
200	40,6
250	42,3
315	45,4
400	46,1
500	46,7
630	49,5
800	51,0
1000	51,2
1250	53,7
1600	54,8
2000	55,3
2500	53,4
3150	56,8

Indice dell'Isolamento acustico normalizzato  
 $D_{2m,nT}$  (dB) = 51,0



Valutazione basata sulle caratteristiche fonoisolanti dei materiali, ottenute in terzi di ottava secondo UNI EN ISO 140-5:2000.

## 8. INDIVIDUAZIONE DELLA CLASSE ACUSTICA DELL'AREA OSPITE

### 8.1. Generalità

L'art. 6 del DPCM 1 Marzo 1991 prevedeva una prima fase applicativa basata sulle zone urbanistiche (tutt'ora valida per i Comuni che non hanno provveduto a effettuare la zonizzazione acustica), che in un secondo tempo dovrà essere sostituita con aree identificate attraverso una più selettiva "zonizzazione di tipo acustico", con la suddivisione del territorio in sei diversi tipi di "classi".

Le tabelle seguenti riportano la classificazione acustica delle diverse aree del territorio e i relativi limiti previsti dalla normativa vigente, tali criteri sono gli stessi adottati dal DPCM 01/03/1991 e dal DPCM 14/11/1997, con la differenza che il DPCM 14/11/1997 oltre ai "limiti di zona" adottati dalla norma del 1991 e che ora vengono definiti in "valori limite di immissione", ha introdotto ulteriori valori limite di emissione, qualità e attenzione.

**Tabella 2: Definizione delle classi acustiche secondo il DPCM 14 NOVEMBRE 1997**

<b>CLASSE I <sup>(1)</sup></b> <b>Aree particolarmente protette*</b>	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.
<b>CLASSE II <sup>(2)</sup></b> <b>Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</b>	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.
<b>CLASSE III <sup>(3)</sup></b> <b>Aree di tipo misto</b>	Aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali e uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici; aree portuali a carattere turistico.
<b>CLASSE IV <sup>(4)</sup></b> <b>Aree di intensa attività umana</b>	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 a carattere commerciale-industriale, le aree con limitata presenza di piccole industrie
<b>CLASSE V <sup>(5)</sup></b> <b>Aree prevalentemente industriali</b>	Aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni
<b>CLASSE VI <sup>(6)</sup></b> <b>Aree esclusivamente industriali</b>	Aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

Note:

- (1) La definizione e ascrizione di porzioni di territorio a tale classe deve essere coerente con l'effettiva conseguibilità dei limiti definiti, eventualmente a seguito dell'attuazione di piani di risanamento.
- (2) In questo caso va rispettata la presenza di tre vincoli: 1) assenza di attività industriali; 2) assenza di attività artigianali; 3) presenza di traffico esclusivamente locale.
- (3) in queste zone il traffico veicolare locale o di attraversamento potrebbe comportare il superamento dei limiti, soprattutto nel periodo notturno. Pertanto, nelle porzioni di territorio acusticamente coinvolte dalle infrastrutture veicolari e marittime, potrebbe rendersi necessaria la predisposizione di piani di risanamento acustico ad opera dell'Amministrazione Comunale, nei quali dovranno individuarsi le opportune misure di controllo. Per quanto attiene la presenza di attività produttive artigianali dovrà porsi la massima attenzione all'esercizio notturno, che potrebbe

comportare sia il superamento del limite assoluto sia il mancato rispetto del limite differenziale. In tali casi potranno essere individuati gli opportuni interventi di adeguamento in uno specifico piano di risanamento acustico ad opera dell'Amministrazione Comunale, in cui si potrà imporre la redazione di piani di adeguamento da parte delle attività.

- (4) La "limitata presenza di piccole industrie" deve essere adeguatamente valutata nelle due aggettivazioni, per non confondere queste aree con quelle ricadenti nelle classi V o VI, che vanno intese differenti dalla IV sotto il profilo acustico, piuttosto che sotto il profilo geometrico o tecnologico.
- (5) Appartengono a questa classe le aree di decentramento delle attività produttive, inserite nel Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) a tutela delle zone più densamente abitate e periferiche. Queste zone confinano frequentemente con aree residenziali più o meno densamente abitate.
- (6) In queste aree l'assenza di insediamenti abitativi non va interpretata alla lettera; si ammette infatti la presenza di abitazioni occupate da personale con funzioni di custodia e per esse, allo scopo di proteggere adeguatamente le persone, si dovranno disporre eventualmente degli interventi di isolamento acustico.

**Tabella 3: Definizione dei Valori Limite secondo il DPCM 14 NOVEMBRE 1997**

Classe	Art.2 Tabella B Valori limite di emissione (dBA)		Art.3 Tabella C Valori limite assoluti di immissione (dBA)		Art.7 Tabella D Valori di qualità (dBA)		Art.6 (comma 1, lett. a) Valori di attenzione* riferiti 1h (dBA)	
	diurno	notturno	Diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno
I	45	35	50	40	47	37	60	45
II	50	40	55	45	52	42	65	50
III	55	45	60	50	57	47	70	55
IV	60	50	65	55	62	52	75	60
V	65	55	70	60	67	57	80	65
VI	65	65	70	70	70	70	80	75

Nota\*: i valori di attenzione, se relativi ai tempi di riferimento, corrispondono ai valori limite assoluti di immissione, secondo l'Art.6, comma 1, lett.B del D.P.C.M. 14/11/1997.

La Regione Sardegna, con deliberazione n°62/9 del 14 Novembre 2008 ha emanato le "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale", ai sensi dell'Art.4 della Legge Quadro 26 Ottobre 1995, n° 447", che stabilisce i criteri per la redazione del Piano di Classificazione Acustica dei Comuni della Sardegna. Ai Comuni è fatto obbligo di operare la zonizzazione, coordinando con la stessa i piani urbanistici già esistenti (Legge 447/95, art. 6, comma 1).

In attesa che i Comuni provvedano agli adempimenti di cui all'art. 6, comma 1, lett. a) della Legge n° 447/95, ovvero alla classificazione acustica del territorio, l'art. 8 "Norme transitorie" del DPCM 14 Novembre 1997 rimanda alla sola applicazione dei limiti di cui all'art. 6 comma 1 del DPCM 1 Marzo 1991, cioè quelli previsti nella tabella 1 del Decreto stesso, che dà luogo alla zonizzazione acustica semplificata, con una partizione grossolana del territorio in quattro zone, corrispondenti alle zone urbanistiche di cui al Piano Regolatore Comunale ai sensi dell'art.2 del D.M. 2 Aprile 1968. Nel Piano Urbanistico del Comune di Olbia, l'area destinata ad ospitare il futuro insediamento produttivo appartiene alla Zona G (aree servizi), mentre le aree circostanti, ospitanti insediamenti abitativi, ricadono in Zona F (zona turistica). Per



entrambe le due zone il DPCM 01/03/91 prevede, per l'ambiente esterno, il limite di 70 dB(A) durante il periodo di riferimento diurno (06,00 – 22,00) e di 60 dB(A) durante il periodo notturno (limiti stabiliti per tutto il territorio nazionale).

Tuttavia, in ossequio alle previsioni contenute nei criteri regionali precedentemente illustrati, secondo i quali *“Nel caso in cui l'amministrazione comunale non abbia ancora approvato e adottato il Piano di classificazione acustica è cura del proponente ipotizzare, sentita la stessa Amministrazione comunale, la classe acustica da assegnare all'area interessata”*, si adottano precauzionalmente i limiti ai sensi del DPCM 14/11/97 validi per la Classe III all'infrastruttura portuale e i limiti validi per la Classe II nelle zone residenziali limitrofe in quanto tali limiti, assai più restrittivi rispetto a quanto stabilito dalla normativa imposta dal DPCM 01/03/1991 (attualmente applicabile ai sensi dell'art.8 del richiamato DPCM 14/11/1997), vengono tuttavia ritenuti maggiormente desiderabili sotto il profilo igienistico – preventivo a favore dei ricettori potenzialmente esposti al rumore dell'attività portuale.

Pertanto, con particolare riferimento alle zone residenziali limitrofe all'infrastruttura portuale, i ***“valori limite assoluti di immissione”***, riferiti all'ambiente esterno in prossimità del recettore, specificati dall'Art.2, comma 1, lettera f), comma 2 e comma 3, lettera a) della Legge n.447/95 e dall'Art.3 del D.P.C.M. 14.11.1997, sono stabiliti in 55 dB(A) durante il periodo diurno ed in 45 dB(A) durante il periodo notturno.

Per quanto concerne i ***“valori limite differenziali di immissione”*** specificati dall'Art.2, comma 1, lettera f), comma 2 e comma 3, lettera b) della Legge n.447/95 sono fissati, ai sensi dell'art.4, comma 1 del DPCM 14/11/97, in 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno.

Secondo il comma 2 della medesima norma, qualora il livello del rumore ambientale sia inferiore a 50 dBA di giorno e 40 dBA di notte nelle condizioni di finestre aperte ed inferiore a 35 dBA di giorno e 25 dBA di notte nelle condizioni di finestre chiuse, *... ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile ...*, qualsiasi sia il valore differenziale riscontrabile.

## 9. RICETTORI PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO

Allo stato attuale i ricettori eventualmente interessati dalle immissioni sonore connesse all'infrastruttura portuale sono costituite dai fabbricati destinati a civile abitazione costruiti nelle aree circostanti, ricadenti in zona B6 "Zone residenziali esistenti di completamento di Porto Rotondo" del P.U.C. di Olbia. A partire dalla punta Nuraghe, seguendo la costa in direzione Nord-Est, sorgono un complesso residenziale, seguito da una zona costruita a ville, sino al limitare nell'area del porto turistico, contornato da complessi residenziali dell'area urbana del villaggio. Oltre al porto ad una prima zona destinata ad alberghi si susseguono una serie di ville di notevole importanza fino a punta Volpe per girare fino a punta Lada.



Figura n.3 - Ubicazione dei ricettori contigui all'opera in progetto

A partire dalla punta Nuraghe, seguendo la costa in direzione Nord Est, incontriamo un complesso residenziale che si affaccia su una ampia spiaggia, quindi una zona costruita a ville per arrivare nell'area propria del porto turistico che è contornato da complessi residenziali che caratterizzano l'area urbana del villaggio ormai abitato tutto l'anno.

Oltre al porto ad una prima zona destinata ad alberghi si susseguono una serie di ville di notevole importanza fino a punta Volpe per girare fino a punta Lada.

L'edificio più vicino dista circa 30 m (lato Sud-Ovest) dall'opera in progetto (Figura n.3).



### 9.1. Principali sorgenti sonore presenti nell'area di studio e livelli di rumore in prossimità dei ricettori

L'esame dei luoghi ha consentito di accertare che i ricettori presenti nell'area di studio sono rappresentati da insediamenti abitativi ad uso residenziale. Nell'ambito portuale esistente si riscontrano sorgenti sonore analoghe a quelle previste a completamento dell'opera in progetto, costituite dal traffico dei natanti stabilmente presente nella marina di Porto Rotondo.

Nella contigua zona residenziale il livello di rumore che si riscontra è sostanzialmente connesso alla rumorosità del traffico veicolare.

Al fine di definire l'esatta cognizione dell'inquinamento acustico potenzialmente connesso all'opera in progetto sono state effettuate apposite rilevazioni fonometriche in prossimità dei natanti attivi nel porticciolo. Non si ritiene necessaria alcuna rilevazione della rumorosità presente in prossimità delle circostanti abitazioni poiché, come di seguito puntualmente illustrato, le emissioni sonore connesse all'opera in progetto non si prevedono capaci di influenzare in modo significativo lo stato acustico dei luoghi all'esterno del perimetro di pertinenza dell'infrastruttura portuale.

## 10. STIME PREVISIONALI DI IMPATTO ACUSTICO

Secondo le linee guida regionali, la valutazione di previsione di impatto acustico deve essere fondata sul calcolo previsionale dei livelli sonori generati dall'opera nei confronti dei ricettori e dell'ambiente esterno circostante.

Particolare attenzione deve essere posta alla valutazione dei livelli sonori di emissione e di immissione assoluti, nonché ai livelli differenziali all'interno o in facciata dei ricettori individuati. La valutazione del livello differenziale deve essere effettuata nelle condizioni di potenziale massima criticità.

### 10.1. Definizioni di acustica tecnica

- **Livello di pressione acustica:** si misura in decibel (dB) che è espresso dalla formula:

$$L(\text{dB}) = 10 \log \frac{p_1^2}{p_0^2} = 20 \log \frac{p_1}{p_0}$$

Il decibel è proporzionale al logaritmo del rapporto tra una pressione acustica data e quella di riferimento, ed è influenzato dall'ambiente in cui la pressione acustica si esplica. Il rumore, come noi lo intendiamo, si esprime in termini di "Livello di pressione sonora" e pertanto si misura in decibel: la grandezza fisica che fornisce la generalità delle informazioni inerenti il rumore è pertanto la pressione sonora.

- **Sorgente specifica:** sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.
- **Tempo a lungo termine (TL):** rappresenta un insieme sufficientemente ampio di TR all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di TL è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità di lungo periodo.
- **Tempo di riferimento (TR):** rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 6,00 e le h 22,00 e quello notturno compreso tra le h 22,00 e le h 6,00.
- **Tempo di osservazione (TO):** è un periodo di tempo compreso in TR nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.
- **Tempo di misura (TM):** all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (TM) di durata pari o minore del tempo di osservazione in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.

- **Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata «A»:** LAS-LAF-LAI. Esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata «A» LPA secondo le costanti di tempo "slow" "fast", "impulse".
- **Livelli dei valori massimi di pressione sonora**  $L_{ASmax}$  ,  $L_{AFmax}$  ,  $L_{AImax}$  . Esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva «A» e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
- **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A»:** valore del livello di pressione sonora ponderata «A» di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{ dB(A)}$$

dove LAeq è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A» considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t1 e termina all'istante t2;  $p_A(t)$  è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata «A» del segnale acustico in Pascal (Pa);  $p_0 = 20 \mu\text{ Pa}$  è la pressione sonora di riferimento.

- **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A»** relativo al tempo a lungo termine TL ( $L_{Aeq,TL}$ ): il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A» relativo al tempo a lungo termine ( $L_{Aeq,TL}$ ) può essere riferito:

a) al valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A» relativo a tutto il tempo TL, espresso dalla relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1(L_{Aeq,TR})_i} \right] \text{ dB(A)}$$

essendo N i tempi di riferimento considerati;

b) al singolo intervallo orario nei TR. In questo caso si individua un TM di un'ora all'interno del TO nel quale si svolge il fenomeno in esame. ( $L_{Aeq,TL}$ ) rappresenta il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A» risultante dalla somma degli M tempi di misura TM, espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[ \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0,1(L_{Aeq,TR})_i} \right] \text{ dB(A)}$$

dove i è il singolo intervallo di 1 ora nell'i-esimo TR. È il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

- **Livello sonoro di un singolo evento  $L_{AE}$  (SEL):** è dato dalla formula:

$$SEL = L_{AE} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{ dB(A)}$$

dove:

$t_2 - t_1$  è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento;

$t_0$  è la durata di riferimento (1 s).

- **Livello di rumore ambientale (LA):** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A», prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. È il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:
  - nel caso dei limiti differenziali, è riferito a TM
  - nel caso di limiti assoluti è riferito a TR
- **Livello di rumore residuo (LR):** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A», che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.
- **Livello differenziale di rumore (LD):** differenza tra il livello di rumore ambientale (LA) e quello di rumore residuo (LR):

$$LD = (LA - LR)$$

- **Fattore correttivo (Ki):** è la correzione introdotta dB(A) per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:
  - per la presenza di componenti impulsive  $KI = 3 \text{ dB(A)}$
  - per la presenza di componenti tonali  $KT = 3 \text{ dB(A)}$
  - per la presenza di componenti in bassa frequenza  $KB = 3 \text{ dB(A)}$
- **Presenza di rumore a tempo parziale:** esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 h il valore del rumore ambientale, misurato in  $Leq(A)$  deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il  $Leq(A)$  deve essere diminuito di 5 dB(A).

- **Rilevamento strumentale dell'impulsività dell'evento:** ai fini del riconoscimento dell'impulsività di un evento, devono essere eseguiti i rilevamenti dei livelli  $L_{ASmax}$  e  $L_{Aimax}$  per un tempo di misura adeguato; il rumore è considerato avente componenti impulsive quando sono verificate le condizioni seguenti:
  - l'evento è ripetitivo
  - la differenza fra  $L_{Aimax}$  e  $L_{ASmax}$  è superiore a 6 dB
  - la durata dell'evento a - 10 dB dal valore  $L_{AFmax}$  è inferiore a 1 s
  - l'evento sonoro impulsivo si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno e almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno. In queste condizioni il  $L_{Aeq,Tr}$  viene incrementato di un fattore  $KI = 3$  dBA
- **Riconoscimento di componenti tonali CT nel rumore:** deve essere effettuata un'analisi in frequenza per bande normalizzate di 1/3 di ottava, considerando esclusivamente le CT aventi carattere stazionario nel tempo e in frequenza.  
 L'analisi deve essere svolta nell'intervallo di frequenza compreso fra 20 Hz e 20 kHz: si sarà in presenza di una CT se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5 dB; si applicherà il fattore correttivo  $KT = 3$  dBA soltanto se la CT tocca una isofonica uguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti dello spettro (normativa tecnica di riferimento: ISO 266 Ed. 1987).
- **Presenza di componenti spettrali in bassa frequenza:** se l'analisi in frequenza svolta con le modalità di cui al punto precedente rileva la presenza di componenti tonali tali da consentire l'applicazione del fattore correttivo  $KT$  nell'intervallo di frequenze compreso fra 20 Hz e 200 Hz, si applica anche il fattore correttivo  $KB = 3$  dB, esclusivamente nel tempo di riferimento notturno.

**Tabella 4 Correzione del Livello di Rumore Ambientale**

Condizioni da verificare	Fattore Correttivo K
Presenza di componenti impulsive	$KI = 3$ dB(A)
Presenza di componenti tonali	$KT = 3$ dB(A)
Presenza di componenti tonali in bassa frequenza	$KB = 3$ dB(A)

Si perverrà pertanto al livello di rumore corretto, dato dalla formula seguente:

$$\text{Livello di rumore corretto LC} = LA + KI + KT + KB$$

Tale livello di rumore corretto andrà confrontato con i limiti di zona, indicati dalla normativa vigente ex Art.2 comma 1 del D.P.C.M. 01.03.1991 e D.P.C.M. 14 Novembre 1997).

## 10.2. Modello di previsione

L'impatto acustico nel territorio circostante l'insediamento produttivo viene valutato in via previsionale mediante l'effettuazione di simulazioni che consentano di costruire delle curve isofoniche (curve di uguale livello sonoro).

Ciò allo scopo di verificare che l'insediamento non arrechi disturbo agli attuali utilizzi del territorio ed in ogni caso di verificare il rispetto dei limiti di legge.

La stima viene effettuata considerando il contributo acustico specifico di ciascuna macchina in ciascun punto di riferimento preso a campione, rappresentativo degli effetti acustici delle sorgenti sonore specifiche.

L'algoritmo di calcolo utilizzato per la simulazione considera i seguenti elementi:

- emissione caratteristica di ciascuna macchina nelle condizioni di massima potenza;
- distanza reale del ricettore rispetto a ciascuna macchina;
- eventuale presenza di ostacoli nel percorso acustico di ciascuna macchina.

Il calcolo si basa sull'applicazione delle leggi fisiche che disciplinano le grandezze acustiche, i cui effetti sull'ambiente circostante, dovuti alla propagazione, vengono esaminati col supporto di software di elaborazione grafica (Autodesk Autocad) e matematica (Microsoft Excel).

Per determinare gli effetti acustici sul territorio circostante connessi alla costruzione dell'infrastruttura si è tenuto conto del contributo acustico di ciascun natante che sarà asservito alla futura struttura portuale.

Per la previsione degli effetti acustici dell'infrastruttura portuale si tiene conto, in prima istanza, dell'attenuazione sonora dovuta alla distanza, variabile che incide marcatamente sul fenomeno della propagazione sonora.

Altri fattori che concorrono all'attenuazione o che possono influenzare la distribuzione spaziale del fenomeno sonoro sono rappresentati dall'attenuazione dovuta alla resistività e al potere fonoassorbente dell'aria, attenuazione dovuta al potere fonoassorbente della pioggia, della neve, della nebbia, al gradiente termico e alla turbolenza atmosferica, che verranno eventualmente considerati qualora si dovesse incorrere all'eventuale superamento dei limiti di legge.

Per gli stessi motivi non si tiene conto, in prima analisi, dell'attenuazione dovuta alla presenza di ostacoli naturali e della vegetazione, data la non uniforme distribuzione delle curve di isolivello della mappa (che in taluni casi possono determinare effetti di "ombra acustica") e della non uniforme conformazione della vegetazione.

Non va trascurato infatti che l'effettiva attenuazione sonora legata a tali variabili non sempre corrisponde alle stime teoriche, poiché l'attenuazione acustica dovuta alle barriere assume minore importanza all'aumentare della distanza della barriera dalla sorgente e di per sé può essere causa di turbolenze aerodinamiche o di riflessioni



sonore che influenzano il livello sonoro, tanto da rendere scarsamente rappresentative le stime previsionali.

La presenza di vegetazione può essere di per sé fonte di rumore (frusciare del manto erboso, generazione di sibili dovuti a turbolenze aerodinamiche), effetti che non vengono assunti dall'elaborazione previsionale.

I margini di incertezza della procedura di calcolo sono correlati, oltre alle variabili sopradescritte (non computabili in modo oggettivo) alla variabilità del potere fonoassorbente del terreno e di eventuali ostacoli, alla variazione del clima che influenza l'attivazione contemporanea di una pluralità di macchinari.

Una valutazione iniziale in cui si considera la "situazione peggiore", ossia quella che tiene conto della contemporanea presenza del numero massimo di natanti ammissibili (4 imbarcazioni) nella limitata area della nuova infrastruttura, risulterebbe poco realistica visto e considerato che lo spazio necessario per la manovra di tali mezzi risulterebbe insufficiente; in virtù di tale considerazione la valutazione iniziale non può che tener conto del numero massimo di imbarcazioni (2 mezzi) che siano in grado di effettuare le manovre agevolmente e in condizioni di sicurezza.

### 10.3. Basi teoriche dell'algoritmo di calcolo

L'algoritmo di calcolo si fonda su considerazioni tipiche dell'acustica tecnica e sull'impiego di alcune grandezze caratteristiche quali la potenza, l'intensità e l'impedenza acustica (dalle quali, tramite opportuni calcoli, si risale al livello di pressione sonora, cioè al rumore), la direttività delle sorgenti di rumore e le modalità di diffusione della potenza acustica nello spazio.

Viene inoltre considerata l'attenuazione del rumore nella sua propagazione nello spazio in seguito alla distanza, alle caratteristiche del mezzo e alla presenza di ostacoli naturali e artificiali.

Vengono infine introdotti gli effetti conseguenti al gradiente termico, al vento e alla turbolenza atmosferica.

#### 10.3.1. Terminologia

La potenza sonora viene espressa come livello in dB, relativamente ad un certo livello di riferimento:

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{W}{W_0}$$

dove:  $W_0$  è il livello di riferimento stabilito in  $10^{-12}$  W

La potenza acustica è una caratteristica della sorgente, non varia con la distanza essendo il prodotto della intensità per la superficie di propagazione.

La potenza acustica per una sorgente omnidirezionale è altresì espressa dalla relazione

$$W = SI$$

che rappresenta il prodotto della intensità acustica ( I ) in un punto qualunque intorno alla sorgente, alla distanza “d” dalla superficie della sfera di propagazione ( S ), il cui raggio sia la distanza “d” stessa. Essa rappresenta l’energia irradiata in tutte le direzioni nell’unità di tempo ed è data dalla somma delle intensità acustiche locali sulla superficie sincrona di propagazione:

$$W = \int_S i_{\delta a}$$

dove: W = potenza acustica  
S = superficie della sfera di raggio d  
i $\delta a$  = intensità sull’area infinitesima  $\delta a$

Attraverso opportuni calcoli può essere determinato il livello di pressione sonora in dBA che può attendersi in qualunque punto riportato sul terreno. Il calcolo tiene conto della reale posizione geografica di ciascuna sorgente sonora, che in questo caso vengono ipotizzate nei battelli tender di collegamento tra le imbarcazioni ancorate in rada e la terraferma, e di ciascun punto di riferimento nel quale si voglia stimare il livello dell’emissione sonora dell’insieme di tali imbarcazioni.

Opportunamente si evidenzia che le stime vengono elaborate al fine di definire gli effetti ipotetici della massima potenzialità acustica del sito, fermo restando che l’attività di tali imbarcazioni verrà disciplinata da apposito regolamento portuale che prevederà la sosta di una sola imbarcazione per volta.

L’algoritmo di calcolo tiene evidentemente conto della rumorosità specifica generata dalle imbarcazioni nel regime di funzionamento massimo previsto dal Regolamento Interno dell’Approdo Turistico approvato dalla Capitaneria di Porto, che prevede una velocità di avvicinamento dei natanti all’imboccatura esterna dell’approdo ad una velocità massima di 3 nodi/h . L’intensità acustica è data dalla seguente relazione:

$$I = \frac{W}{S}$$

L’intensità acustica associata a ciascuna imbarcazione, rilevata in prossimità di ciascun natante attraverso apposite misure strumentali, definisce la quantità di energia che passa nell’unità di tempo attraverso l’unità di superficie; si esprime in W/m<sup>2</sup> ed è data dalla seguente relazione:

$$I = \frac{p^2}{Z} \left( W/m^2 \right)$$

in cui:

p = pressione acustica (PA)

$Z$  =  $\rho c$  rappresenta l'impedenza acustica del mezzo ( $\text{Kg/m}^2\text{s}$ ) cioè la resistenza che la sorgente deve vincere per mettere in vibrazione il mezzo

$I$  = intensità acustica ( $\text{W/m}^2$ )

$\rho$  = massa volumica del mezzo ( $\text{Kg/m}^3$ )

Una sorgente di rumore può irradiare la stessa quantità di energia acustica in tutte le direzioni dello spazio (sorgente omnidirezionale) o può irradiarne quantità diverse nelle varie direzioni (sorgente direttiva). L'intensità acustica media ( $I_m$ ) viene ricavata da più misure fatte intorno alla sorgente, alla distanza "d" volte la superficie della sfera o semisfera di propagazione (S) il cui raggio sia la distanza "d". La potenza sonora di una sorgente direttiva sarà pertanto pari a

$$W = I_m S$$

Il fattore di direttività  $Q_\theta$ , è il rapporto fra il quadrato della pressione sonora  $p_\theta$ , misurata ad un angolo  $\theta$ , ad una distanza "d" dalla sorgente e il quadrato della pressione sonora  $p_1$ , misurata alla stessa distanza di una sorgente omnidirezionale che emette la stessa potenza sonora (ovvero la pressione sonora calcolata sull'intensità acustica media  $I_m$ ):

$$Q_\theta = \frac{p_\theta^2}{p_1^2} = \frac{10^{(L_{p\theta} - L_{p1})}}{10^{(L_{ps} - L_{p1})}}$$

In questo caso l'intensità acustica alla distanza "d" dalla sorgente ad un angolo  $\theta$  sarà data da :

$$I = \frac{W Q_\theta}{S}$$

E l'indice di direttività sarà dato da:

$$DI_\theta = 10 \log Q_\theta$$

### 10.3.2. Diffusione acustica in campo libero

Se consideriamo le onde longitudinali e sferiche emesse da una sorgente puntiforme S in un mezzo omogeneo, si osserva che l'energia che si irradia è, in un certo punto P1 a distanza  $d_1$ , distribuita sulla sfera di centro S e raggio  $d_1$ ; in un punto P2 posto a maggiore distanza  $d_2$ , la stessa energia è distribuita sulla superficie della sfera di centro S e raggio  $d_2$ . La superficie di una sfera è proporzionale al quadrato del suo raggio, per cui l'intensità dell'onda sarà inversamente proporzionale al quadrato della distanza dalla sorgente; pertanto. se in P1 l'intensità vale  $I_1$ , il suo valore  $I_2$  in P2 è legato a  $I_1$  dalla relazione:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2$$

Nel considerare la direttività delle sorgenti si deve tenere presente che le relative onde sonore si propagheranno inizialmente secondo fronti d'onda cilindrici, ma all'aumentare della distanza la propagazione avverrà secondo fronti d'onda sferici. La transizione avverrà in modo progressivo ed a una prevista distanza dalla sorgente, ottenibile mediante il seguente rapporto, in cui  $l$  è la lunghezza della sorgente:

$$d = \frac{l}{\pi}$$

Nel campo vicino alla sorgente ( $d < l/\pi$ ) la diminuzione del livello sonoro è uguale a 3 dB per ogni raddoppio della distanza e 6 dB nel campo lontano ( $d > l/\pi$ ). Calcolando l'intensità acustica in un punto qualsiasi della mappa dovuta alla risultante della somma dell'energia sonora di ciascuna macchina in relazione alla sua distanza dal punto di riferimento, si risale al corrispondente livello sonoro atteso. Oltre all'attenuazione dovuta alla diminuzione dell'intensità acustica all'aumentare del raggio della superficie sincrona sferica di propagazione, vi sono fattori di attenuazione che la tecnica acustica considera, quali:

- attenuazione dovuta alla resistività dell'aria
- attenuazione dovuta al potere fonoassorbente dell'aria
- attenuazione dovuta al potere fonoassorbente della pioggia, della neve, della nebbia
- attenuazione dovuta alla vegetazione
- attenuazione dovuta al vento, al gradiente termico, alla turbolenza atmosferica
- attenuazione dovuta alla presenza di ostacoli naturali e artificiali offerti dai fabbricati

Solamente alcuni di questi termini devono essere tenuti in considerazione e cioè l'assorbimento dell'aria, degli ostacoli e la vegetazione previsti. Tutti gli altri termini di riduzione infatti, si riferiscono a particolari situazioni meteorologiche che in acustica non devono essere prese in considerazione se non in casi in cui esse rappresentano la normalità della situazione.

- **L'attenuazione del suono dovuta al potere fonoassorbente dell'aria** può essere calcolata per una temperatura di 20 °C mediante l'espressione:

$$A_2 = 7,4 \frac{f^2 d}{\theta} 10^{-8}$$

dove con  $f$  si indica il valore centrale della banda di frequenza considerata (convenzionalmente adottata in 500 Hz), con  $\theta$  l'umidità relativa (%) e con  $d$  la distanza tra la sorgente ed il punto di ascolto considerato.

- **L'attenuazione del suono dovuta alla vegetazione** sarà tanto maggiore quanto più fitta sarà la vegetazione stessa e dipenderà direttamente dalla frequenza del suono in esame; essa potrà essere calcolata mediante la seguente espressione:

$$A_5 = (0,18 \log f - 0,31) d \quad (\text{per erba o cespugli})$$

$$A_5 = (0,01 f^{1/3}) d \quad (\text{per foreste})$$

dove con  $f$  si indica il valore centrale della banda di frequenza considerata e con  $d$  la lunghezza della vegetazione considerata (m).

- **L'attenuazione dovuta alla presenza di ostacoli naturali** (fabbricati interni e muri di confine) può essere determinata conoscendo i parametri geometrici dell'ostacolo stesso.

Conoscendo la distanza fra il punto d'ascolto considerato e l'ostacolo, l'altezza efficace dell'ostacolo e la distanza fra la sorgente e l'ostacolo stesso, si può calcolare una frequenza, detta caratteristica, e trovare l'attenuazione offerta dall'ostacolo stesso. La frequenza caratteristica andrà calcolata mediante la seguente espressione:

$$f_1 = \frac{ac}{2H^2}$$

dove :

$a$  : indica la distanza sorgente-ostacolo

$c$  : indica la velocità del suono (m/s)

$H$  : indica l'altezza efficace dell'ostacolo

Altri fattori che concorrono alla variabilità della propagazione sonora nell'aria e conseguenti effetti anomali sono la temperatura e la presenza del vento.

La velocità del suono "c" è legata alla temperatura assoluta dell'aria, secondo la seguente relazione:

$$c = \sqrt{\frac{\gamma P_0}{\rho_0}} = \sqrt{\gamma \frac{R}{M} T}$$

dove:  $R$  è la costante dei gas perfetti (= 8,314 MKS)

$M$  è la massa molecolare (= 0,029 per l'aria)

$T$  è la temperatura assoluta in °K

$\gamma$  è il rapporto tra i calori specifici  $c_p$  e  $c_v$  (=1,4)

Pertanto:

$$c = \sqrt{\frac{1,4 * 8,314 * T}{0,29}} = 20,05 \sqrt{T} \cong 331,4 + 0,6t(\text{m/s})$$

che rappresenta la velocità del suono in aria secca, alla pressione atmosferica e alla temperatura centigrada  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Come la temperatura, anche il vento ha una azione perturbatrice sulla propagazione sonora, nel senso che questa risulta favorita oppure ostacolata a seconda che il punto di ascolto si trovi sottovento (ossia dalla parte in cui spirava il vento) o sopravvento (ossia dalla parte da cui il vento proviene). Ciò deriva dal fatto che in ogni punto della superficie d'onda la perturbazione si trasmette con una velocità che è la risultante vettoriale della velocità di propagazione in aria calma e della velocità del vento nel punto considerato.

Naturalmente nella realtà le cose non sono così semplici poiché la sua direzione, soggetta a fenomeni vorticosi e turbolenze, subisce continue modificazioni.

### 10.3.3. Dati immessi/generati dall'algoritmo di calcolo

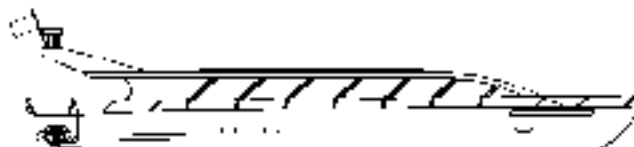
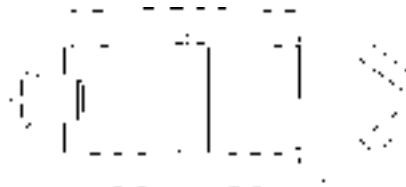
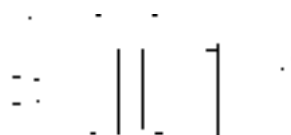
Nelle more della specifica normativa sui "criteri di misurazione del rumore emesso da imbarcazioni di qualsiasi natura e della relativa disciplina per il contenimento dell'inquinamento acustico", espressamente prevista dall'art.3, comma 1, lettera l della Legge quadro 447/1995, i dati riferibili alle emissioni rumorose in ordine a questa tipologia di sorgenti possono essere ricercate nella Direttiva 2003/44/CE, secondo la quale i motori di trazione devono essere progettati, costruiti ed assemblati in modo tale che, se correttamente installati ed in uso normale, le loro emissioni misurate non superino i valori limite risultanti indicati nella seguente tabella:

**Tabella 5 Livello massimo di pressione sonora in funzione della Potenza del motore**

Potenza del motore in kW	Livello massimo di pressione sonora LpASmax in dB
P N =10	67
10 < P N =40	72
P > 40	75

Ciò premesso, si è ritenuto opportuno procedere alle rilevazioni sul campo, grazie alle quali sono stati ottenuti alcuni significativi dati sull'effettiva consistenza di questi natanti, in termini di emissioni acustiche, misurate nelle effettive condizioni di impiego. Sono state quindi rilevati i seguenti valori:

- Tender dotato di motore Yamaha, 4 tempi, 15 Cv, rilevamento effettuato a 5 m di distanza, livello sonoro  $L_{Aeq,T} = 55 \text{ dB(A)}$
- Tender dotato di motore Yamaha, 4 tempi, 40 Cv, rilevamento effettuato a 5 m di distanza, livello sonoro  $L_{Aeq,T} = 58 \text{ dB(A)}$ ;
- Battello NOVAMARINE 6.30, motore YAMAHA 4 tempi 150 cv, rilevamento effettuato a 5 m di distanza, livello sonoro  $L_{Aeq,T} = 53 \text{ dB(A)}$ ;
- Yacht FAIR PLAY 105 feet, dotato di 2 motori da 1100 cavalli, rilevamento effettuato a 10 m di distanza, livello sonoro  $L_{Aeq,T} = 58,8 \text{ dB(A)}$ ;
- Impianto di distribuzione carburante, costituito da colonnina Multidispenser a otto pistole. L'emissione acustica è generalmente inferiore a 65 dB(A) ad 1 m di distanza



I dati di ingresso utilizzati sono stati riferiti alle sorgenti sonore costituite dai vari modelli di tender e da yacht:

- classificazione acustica considerata, Classe II;
- tempo di riferimento, diurno (06,00 – 22,00) e notturno (22,00 – 06,00);
  1. tender dotato di motore Yamaha, 4 tempi, 15 Cv, Potenza acustica  $LW_{\theta} = 79,7 \text{ dB(A)}$ , motore al minimo o velocità costante di 3 nodi/h;
  2. tender dotato di motore Yamaha, 4 tempi, 40 Cv, Potenza acustica  $LW_{\theta} = 82,7 \text{ dB(A)}$ , motore al minimo o velocità costante di 3 nodi/h;
  3. battello tipo NOVAMARINE 6.30, motore YAMAHA 4 tempi 150 cv, Potenza acustica  $LW_{\theta} = 77,7 \text{ dB(A)}$ , motore al minimo o velocità costante di 3 nodi/h;
  4. yacht tipo FAIR PLAY 105 feet, dotato di 2 motori da 1100 cavalli, Potenza acustica  $LW_{\theta} = 89,5 \text{ dB(A)}$ , motore al minimo o velocità costante di 3 nodi/h;
- dati meteorologici ( $T_{\text{aria}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Velocità del vento max 5 m/sec)

- livello del rumore residuo: si assume prudenzialmente un livello pari al limite di zona consentito, nonostante l'effettivo clima di rumore residuo caratterizzante lo stato dei luoghi, in particolare durante la stagione estiva, sia assai più elevato, data la grande attività dei frequentatori della località turistica di Porto Rotondo.

Non si tiene in considerazione la rumorosità dell'impianto di distribuzione carburante data la irrilevante potenza acustica, che rende le specifiche immissioni prive di interesse, per gli aspetti disciplinati dalla normativa in riferimento.

I dati di output generati sono stati i seguenti:

- livello di rumore ambientale LA dovuto al contributo di ogni singolo macchinario nel punto considerato, nella condizione di flusso veicolare nullo (condizione peggiore);
- livello di rumore ambientale LA conseguente al contributo di tutti i mezzi ammissibili (massimo 2) azionati contemporaneamente, nella condizione di flusso veicolare nullo, cioè col più basso livello di rumore residuo (condizione peggiore);



*Figura n.4 – Punti di riferimento - Stime Previsionali ante-operam*



## Elaborazione dei dati, valori attesi in prossimità dei ricettori limitrofi

**Tabella 6 Periodo diurno, presenza contemporanea di 2 Tender 15 Cv in banchina LW<sub>0</sub> = 79,7 dB(A)**

Punto n.	Distanza banchina	LAeq,T dB(A)	TR	Limite Assoluto dB(A)	Limite differenziale dB	ΔL dB(A)*	Rispetto limite assoluto	Rispetto limite differenziale
1	30 m	42,3	Diurno (06 –22)	Classe II 55	3	-	si ✓	si ✓
2		42,0				-	si ✓	si ✓
3		41,8				-	si ✓	si ✓
4		41,8				-	si ✓	si ✓
5		42,0				-	si ✓	si ✓
6		42,0				-	si ✓	si ✓
7	40 m	39,7				-	si ✓	si ✓
8		39,6				-	si ✓	si ✓
9		39,5				-	si ✓	si ✓
10		39,6				-	si ✓	si ✓
11	50 m	39,9				-	si ✓	si ✓
12		37,7				-	si ✓	si ✓
13		37,7				-	si ✓	si ✓
14		37,7				-	si ✓	si ✓
15		37,7				-	si ✓	si ✓
16		37,7				-	si ✓	si ✓
17		37,8				-	si ✓	si ✓
18		37,9				-	si ✓	si ✓
19		38,0				-	si ✓	si ✓
20	8 m	53,6		-		Classe III 65 dB	-	si ✓

**Tabella 7 Periodo notturno, presenza contemporanea di 2 Tender 15 Cv in banchina LW<sub>0</sub> = 79,7 dB(A)**

Punto n.	Distanza banchina	LAeq,T dB(A)	TR	Limite Assoluto dB(A)	Limite differenziale dB	ΔL dB(A)*	Rispetto limite assoluto	Rispetto limite differenziale
1	30 m	42,3	notturno (22 –06)	Classe II 45	3	-	si ✓	si ✓
2		42,0				-	si ✓	si ✓
3		41,8				-	si ✓	si ✓
4		41,8				-	si ✓	si ✓
5		42,0				-	si ✓	si ✓
6		42,0				-	si ✓	si ✓
7	40 m	39,7				-	si ✓	si ✓
8		39,6				-	si ✓	si ✓
9		39,5				-	si ✓	si ✓
10		39,6				-	si ✓	si ✓
11	50 m	39,9				-	si ✓	si ✓
12		37,7				-	si ✓	si ✓
13		37,7				-	si ✓	si ✓
14		37,7				-	si ✓	si ✓
15		37,7				-	si ✓	si ✓
16		37,7				-	si ✓	si ✓
17		37,8				-	si ✓	si ✓
18		37,9				-	si ✓	si ✓
19		38,0				-	si ✓	si ✓
20	8 m	53,6		-		Classe III 55 dB	-	si ✓

\* Incremento atteso del rumore preesistente (assunto in via precauzionale pari al limite di zona); il simbolo – indica che il livello del rumore assunto, preesistente, non subisce alterazioni significative a seguito dell'inserimento delle immissioni connesse alle sorgenti sonore specifiche considerate

**Tabella 8 Periodo diurno, presenza contemporanea di 2 Tender 40 Cv in banchina  $LW_0 = 82,7$  dB(A)**

Punto n.	Distanza banchina	LAeq,T dB(A)	TR	Limite Assoluto dB(A)	Limite differenziale dB	$\Delta L$ dB(A)*	Rispetto limite assoluto	Rispetto limite differenziale
1	30 m	45,3	Diurno (06 –22)	Classe II 55	5	0,3	si ✓	si ✓
2		45,0				-	si ✓	si ✓
3		44,8				-	si ✓	si ✓
4		44,8				-	si ✓	si ✓
5		45,0				-	si ✓	si ✓
6		45,0				-	si ✓	si ✓
7	40 m	42,7				-	si ✓	si ✓
8		42,6				-	si ✓	si ✓
9		42,5				-	si ✓	si ✓
10		42,6				-	si ✓	si ✓
11	50 m	42,9				-	si ✓	si ✓
12		40,7				-	si ✓	si ✓
13		40,7				-	si ✓	si ✓
14		40,7				-	si ✓	si ✓
15		40,7				-	si ✓	si ✓
16		40,7				-	si ✓	si ✓
17		40,8				-	si ✓	si ✓
18		40,9				-	si ✓	si ✓
19	41,0	-				si ✓	si ✓	
20	8 m	56,6		Classe III 65 dB		1,6	si ✓	si ✓

**Tabella 9 Periodo notturno, presenza contemporanea di 2 Tender 40 Cv in banchina  $LW_0 = 82,7$  dB(A)**

Punto n.	Distanza banchina	LAeq,T dB(A)	TR	Limite Assoluto dB(A)	Limite differenziale dB	$\Delta L$ dB(A)*	Rispetto limite assoluto	Rispetto limite differenziale
1	30 m	45,3	notturno (22 –06)	Classe II 45	3	0,3	no ✗	si ✓
2		45,0				-	si ✓	si ✓
3		44,8				-	si ✓	si ✓
4		44,8				-	si ✓	si ✓
5		45,0				-	si ✓	si ✓
6		45,0				-	si ✓	si ✓
7	40 m	42,7				-	si ✓	si ✓
8		42,6				-	si ✓	si ✓
9		42,5				-	si ✓	si ✓
10		42,6				-	si ✓	si ✓
11	50 m	42,9				-	si ✓	si ✓
12		40,7				-	si ✓	si ✓
13		40,7				-	si ✓	si ✓
14		40,7				-	si ✓	si ✓
15		40,7				-	si ✓	si ✓
16		40,7				-	si ✓	si ✓
17		40,8				-	si ✓	si ✓
18		40,9				-	si ✓	si ✓
19	41,0	-				si ✓	si ✓	
20	8 m	56,6	Classe III 55 dB		1,6	no ✗	si ✓	

\* Incremento atteso del rumore preesistente (assunto in via precauzionale pari al limite di zona); il simbolo – indica che il livello del rumore assunto, preesistente, non subisce alterazioni significative a seguito dell'inserimento delle immissioni connesse alle sorgenti sonore specifiche considerate

**Tabella 10 Periodo notturno, presenza di 1 Tender 40 Cv in banchina LW0 = 82,7 dB(A)**

Punto n.	Distanza banchina	LAeq,T dB(A)	TR	Limite Assoluto dB(A)	Limite differenziale dB	$\Delta L$ dB(A)*	Rispetto limite assoluto	Rispetto limite differenziale
1	30 m	42,3	notturno (22 -06)	Classe II 45	3	-	si ✓	si ✓
2		42,0				-	si ✓	si ✓
3		41,8				-	si ✓	si ✓
4		41,8				-	si ✓	si ✓
5		42,0				-	si ✓	si ✓
6		42,0				-	si ✓	si ✓
7	40 m	39,7				-	si ✓	si ✓
8		39,6				-	si ✓	si ✓
9		39,4				-	si ✓	si ✓
10		39,6				-	si ✓	si ✓
11	50 m	39,9				-	si ✓	si ✓
12		37,7				-	si ✓	si ✓
13		37,7				-	si ✓	si ✓
14		37,7				-	si ✓	si ✓
15		37,7				-	si ✓	si ✓
16		37,7				-	si ✓	si ✓
17		37,8				-	si ✓	si ✓
18		37,9				-	si ✓	si ✓
19	38,0	-				si ✓	si ✓	
20	8 m	53,5		Classe III 55 dB	-	si ✓	si ✓	

**Tabella 11 Periodo diurno, presenza di 2 battelli tipo Novamarine 150 cv in banchina LW0 = 77,7 dB(A)**

Punto n.	Distanza banchina	LAeq,T dB(A)	TR	Limite Assoluto dB(A)	Limite differenziale dB	$\Delta L$ dB(A)*	Rispetto limite assoluto	Rispetto limite differenziale
1	30 m	40,3	Diurno (06 -22)	Classe II 55	3	-	si ✓	si ✓
2		40,0				-	si ✓	si ✓
3		39,8				-	si ✓	si ✓
4		39,8				-	si ✓	si ✓
5		40,0				-	si ✓	si ✓
6		40,0				-	si ✓	si ✓
7	40 m	37,7				-	si ✓	si ✓
8		37,6				-	si ✓	si ✓
9		37,5				-	si ✓	si ✓
10		37,6				-	si ✓	si ✓
11	50 m	37,9				-	si ✓	si ✓
12		35,7				-	si ✓	si ✓
13		35,7				-	si ✓	si ✓
14		35,7				-	si ✓	si ✓
15		35,7				-	si ✓	si ✓
16		35,7				-	si ✓	si ✓
17		35,8				-	si ✓	si ✓
18		35,9				-	si ✓	si ✓
19	36,0	-		si ✓	si ✓			
20	8 m	51,6	Classe III 65 dB	-	si ✓	si ✓		

\* Incremento atteso del rumore preesistente (assunto in via precauzionale pari al limite di zona); il simbolo - indica che il livello del rumore assunto, preesistente, non subisce alterazioni significative a seguito dell'inserimento delle immissioni connesse alle sorgenti sonore specifiche considerate

**Tabella 12** Periodo notturno, presenza di 2 battelli tipo Novamarine 150 cv in banchina LW0 = 77,7 dB(A)

Punto n.	Distanza banchina	LAeq,T dB(A)	TR	Limite Assoluto dB(A)	Limite differenziale dB	$\Delta L$ dB(A)*	Rispetto limite assoluto	Rispetto limite differenziale
1	30 m	40,3	<b>notturno</b> (22 -06)	<b>Classe II</b> 45	3	-	si ✓	si ✓
2		40,0				-	si ✓	si ✓
3		39,8				-	si ✓	si ✓
4		39,8				-	si ✓	si ✓
5		40,0				-	si ✓	si ✓
6		40,0				-	si ✓	si ✓
7	40 m	37,7				-	si ✓	si ✓
8		37,6				-	si ✓	si ✓
9		37,5				-	si ✓	si ✓
10		37,6				-	si ✓	si ✓
11	50 m	37,9				-	si ✓	si ✓
12		35,7				-	si ✓	si ✓
13		35,7				-	si ✓	si ✓
14		35,7				-	si ✓	si ✓
15		35,7				-	si ✓	si ✓
16		35,7				-	si ✓	si ✓
17		35,8				-	si ✓	si ✓
18		35,9				-	si ✓	si ✓
19		36,0				-	si ✓	si ✓
20	8 m	51,6			<b>Classe III</b> 55 dB		-	si ✓

**Tabella 13** Periodo diurno presenza contemporanea di 1 Yacht tipo Fair Play 105 feet in banchina LW0 = 89,5 dB(A) e di un tender 40 Cv, LW0 = 82,7 dB(A)

Punto n.	Distanza banchina	LAeq,T dB(A)	TR	Limite Assoluto dB(A)	Limite differenziale dB	$\Delta L$ dB(A)*	Rispetto limite assoluto	Rispetto limite differenziale
1	30 m	49,9	<b>Diurno</b> (06 -22)	<b>Classe II</b> 55	5	-	si ✓	si ✓
2		49,6				-	si ✓	si ✓
3		49,4				-	si ✓	si ✓
4		49,4				-	si ✓	si ✓
5		49,6				-	si ✓	si ✓
6		49,6				-	si ✓	si ✓
7	40 m	47,3				-	si ✓	si ✓
8		47,2				-	si ✓	si ✓
9		47,1				-	si ✓	si ✓
10		47,2				-	si ✓	si ✓
11	50 m	47,5				-	si ✓	si ✓
12		45,3				-	si ✓	si ✓
13		45,3				-	si ✓	si ✓
14		45,3				-	si ✓	si ✓
15		45,3				-	si ✓	si ✓
16		45,3				-	si ✓	si ✓
17		45,4				-	si ✓	si ✓
18		45,5				-	si ✓	si ✓
19		45,6				-	si ✓	si ✓
20	8 m	61,2			<b>Classe III</b> 65 dB		-	si ✓

\* Incremento atteso del rumore preesistente (assunto in via precauzionale pari al limite di zona); il simbolo - indica che il livello del rumore assunto, preesistente, non subisce alterazioni significative a seguito dell'inserimento delle immissioni connesse alle sorgenti sonore specifiche considerate

**Tabella 14** Periodo notturno, presenza di 1 Yacht tipo Fair Play 105 feet in banchina LW0 = 89,5 dB(A)

Punto n.	Distanza banchina	LAeq,T dB(A)	TR	Limite Assoluto dB(A)	Limite differenziale dB	$\Delta L$ dB(A)*	Rispetto limite assoluto	Rispetto limite differenziale
1	30 m	49,1	notturno (22 -06)	Classe II 45	3	4,1	no *	no *
2		48,8				3,8	no *	no *
3		48,6				3,6	no *	no *
4		48,6				3,6	no *	no *
5		48,8				3,8	no *	no *
6		48,8				3,8	no *	no *
7	40 m	46,5				1,5	no *	si ✓
8		46,4				1,4	no *	si ✓
9		46,3				1,3	no *	si ✓
10		46,4				1,4	no *	si ✓
11	50 m	46,7				1,7	no *	si ✓
12		44,5				-	si ✓	si ✓
13		44,5				-	si ✓	si ✓
14		44,5				-	si ✓	si ✓
15		44,5				-	si ✓	si ✓
16		44,5				-	si ✓	si ✓
17		44,6				-	si ✓	si ✓
18		44,7				-	si ✓	si ✓
19		44,8				-	si ✓	si ✓
20	8 m	60,4		Classe III 55 dB		5,4	no *	no *

Come facilmente osservabile dalle suddette tabelle, le stime portano a ritenere che durante il periodo di riferimento diurno si possa ragionevolmente prevedere l'utilizzo contemporaneo di due tender alla velocità massima di tre nodi/ora senza che questo provochi immissioni superiori ai limiti stabiliti in ogni zona circostante il nuovo approdo. Altresì le manovre degli Yachts con ausilio di un tender non si prevede possano creare immissioni rumorose superiori ai limiti consentiti.

**Durante il periodo notturno, a conferma della opportuna limitazione già imposta dal Regolamento Interno dell'Approdo Turistico, approvato dalla Capitaneria di Porto, sulla disciplina del transito delle imbarcazioni, che prevede l'assoluto divieto di ogni forma di rumore molesto, le stime suggeriscono di evitare le manovre e le accensioni dei motori degli Yachts poiché i rumori generati potrebbero propagare nell'ambiente circostante, fino ad un raggio di circa 50 m, immissioni rumorose superiori al valore limite assoluto di immissione ed altresì determinare il superamento del valore limite differenziale di immissione negli ambienti abitativi compresi in tale raggio di propagazione sonora.**

\* Incremento atteso del rumore preesistente (assunto in via precauzionale pari al limite di zona); il simbolo - indica che il livello del rumore assunto, preesistente, non subisce alterazioni significative a seguito dell'inserimento delle immissioni connesse alle sorgenti sonore specifiche considerate

#### 10.4. Valutazione dei dati

##### 10.4.1. Previsione impatto acustico durante il periodo di riferimento diurno

Le stime conducono a ritenere che l'attività della prevista infrastruttura portuale di progetto elaborata dalla Società Marina di Porto Rotondo S.r.l., tenuto conto che le possibilità offerte dalla nuova infrastruttura portuale di progetto potranno consentire il contemporaneo andirivieni e relative manovre di attracco di due sole imbarcazioni per volta in prossimità della banchina, ed altresì fermo restando il tassativo impiego dei natanti col motore al minimo e velocità massima di avvicinamento all'imboccatura esterna all'Approdo e dentro il porto di 3 nodi/h, durante il periodo di riferimento diurno non realizzerà alcuna immissione di interesse, per gli aspetti stabiliti dalla norma, in quanto le stesse si stimano notevolmente inferiori ai limiti di zona più severi, in relazione alla tipologia dei ricettori, stabiliti per la Classe II (aree prevalentemente residenziali) in 55 dB(A) durante il periodo diurno (06,00 – 22,00).

Durante il periodo diurno si stima altresì che le manovre di andirivieni e attracco dei grandi Yachts, supportati da tender nelle operazioni, non determineranno nell'ambiente circostante immissioni superiori ai limiti consentiti, come ragionevolmente supportato dalle elaborazioni previsionali.

Ciò premesso, risulta altresì ragionevole ritenere che le immissioni sonore specifiche, all'interno dei ricettori più vicini saranno inferiori a 50 dB(A) durante il periodo di riferimento diurno (06,00 – 22,00), considerata la normale attenuazione nell'ambiente abitativo, attesa dell'ordine di 2,5÷ 3,0 dB rispetto alla misura esterna.

##### 10.4.2. Previsione impatto acustico durante il periodo di riferimento notturno

Per quanto concerne il periodo di riferimento notturno, i risultati delle elaborazioni suggeriscono un impiego attento della banchina da parte degli utilizzatori, al fine di non concretizzare l'eventualità del superamento dei valori limite assoluti di immissione e/o del valore limite differenziale di immissione in prossimità dei ricettori più vicini alla nuova infrastruttura.

Nel merito si richiama l'opportuna limitazione imposta alle imbarcazioni dalla Autorità Marittima, Capitaneria di Porto di Porto Rotondo che con l'emanazione del Regolamento Interno dell'Approdo Turistico ha già efficacemente disciplinato le attività portuali a tutela della pubblica quiete. L'ordinanza prevede infatti che negli orari dalle h.13.00 alle h.16.00 e dalle h.22.00 alle h.09.00 del mattino, siano assolutamente vietati ogni forma di rumore molesto (inclusi generatori). Inoltre la velocità di avvicinamento dei natanti all'imboccatura esterna all'Approdo e dentro il porto, deve avvenire ad una velocità massima di 3 nodi/h, quindi con propulsione al minimo di giri.

Le stime inducono a ritenere che, durante il periodo notturno, l'impiego contemporaneo di tender dotati di propulsore fuoribordo con cilindrata max 15 Cv e Battelli tipo Mod. NOVAMARINE 6.30, con cilindrata max 150 Cv ed inferiori, in ogni caso in numero massimo di due natanti in transito e/o in manovra, produrrà immissioni sonore conformi ai limiti di legge, già in prossimità dei ricettori più vicini alla nuova infrastruttura di progetto.

In tale assetto organizzativo e gestionale della prevista nuova banchina, si stima che le relative immissioni sonore saranno altresì inferiori al valore limite di immissione stabilito in 45 dB(A) durante il periodo di riferimento notturno (22,00 – 06,00). Pertanto, considerata inoltre la normale attenuazione nell'ambiente abitativo, attesa dell'ordine di 2,5÷ 3,0 dB rispetto alla misura esterna, si stima che tali immissioni così controllate saranno inferiori a 40 dB(A) negli ambienti abitativi limitrofi, conformemente ai limiti stabiliti dalla norma a tutela dell'ambiente abitativo ed esterno dall'inquinamento acustico.

In questa sede si osserva, tuttavia, che le stesse elaborazioni previsionali inducono a ritenere che durante il periodo notturno debbano essere escluse eventuali manovre di attracco e transito dei grandi Yachts.

Dalle stime effettuate emerge altresì l'opportunità di limitare (ad un'unica imbarcazione in transito) i tender, con particolare riferimento ai gommoni dotati di propulsore fuoribordo di potenza superiore a 15 Cv, ovvero mezzi capaci di sviluppare potenze acustiche superiori a 78 dB(A). Per tali ultimi natanti opportunamente se ne sconsiglia l'impiego simultaneo con altre imbarcazioni, anche di potenza inferiore, in prossimità della futura banchina in progetto, constatando peraltro che tale raccomandazione trova perfetta concordanza con le disposizioni già emanate dall'Autorità Portuale.

#### 10.4.3. Infrastrutture di trasporto

Per quanto riguarda le infrastrutture di trasporto, è stata già effettuata una preliminare indagine in ordine alla definizione dei livelli di qualità e di sicurezza delle condizioni di esercizio, essendo l'ampliamento dell'infrastruttura portuale collegato alla viabilità esistente, dalla quale è emerso che la riqualificazione dell'opera non ne modificherà minimamente la configurazione.

L'ampliamento della struttura, rapportato all'esistente, comporterà un aumento di imbarcazioni stazionanti (solamente nel periodo estivo) di circa 1% in numero ed un incremento del fronte banchinato di circa il 2%.

Già i numeri evidenziano che il pericolo di variazioni all'esistente è sicuramente trascurabile.

Se approfondiamo l'analisi, si verifica che il traffico automobilistico in aumento è stato stimato in circa 10 autovetture al giorno.

## 11. ANALISI DI IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA

La realizzazione dell'opera prevede l'installazione di un cantiere per l'edificazione di tutte le strutture che ospiteranno le nuove attività. La rumorosità prodotta durante questa fase di realizzazione sarà quella normalmente riscontrabile nei cantieri di pari tipologia, quindi dovuta soprattutto all'utilizzo dei mezzi quali autocarri, pale meccaniche, ecc. e all'utilizzo di attrezzature di cantiere.

Il materiale scavato verrà impiegato totalmente nell'area dei lavori come riempimento a tergo del banchinamento, per cui saranno limitate le analisi sui materiali di dragaggio.

Il materiale lapideo (massi) che si andranno a salpare all'imboccatura del porto sarà reimpiegato nella scogliera di protezione e nelle celle antiriflettenti.

Nell'ambito della gestione di cantiere si prevede di procedere con la realizzazione delle opere come da elenco di seguito riportato e precisamente:

**fase 1) Preparazione area di cantiere:** mediante pulizia dell'area di intervento da materiali vari ed eventuali depositati all'interno dell'area, preparazione area per deposito materiali e per baraccamenti di cantiere, sistemazione accessi di cantiere e creazione delle piazzole di sosta previste lungo la strada individuata di "accesso al cantiere" in modo da non creare interferenze col traffico e mezzi presenti sulla viabilità ordinaria che porta all'area di realizzazione del porto e tutte le opere e verifiche necessarie per poter dar inizio ai lavori;

**fase 2) Dragaggio e allungamento scogliera:** mediante il dragaggio delle parte del fondale interessato dall'intervento, realizzazione della sezione di progetto mediante la fornitura e posa in opera dei materiali previsti. Le operazioni di dragaggio del fondale marino richiederanno circa tre mesi. L'attività di dragaggio rientra nelle previsioni dell'art. 109 del D. Lgs. 152/06 "immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte". Per tale attività è in corso la richiesta di autorizzazione, ai sensi della L.R. 12.06.2006 n°9 art. 51 c. 2, alla Provincia.

- Modalità esecutive dei dragaggi:

Le modalità possono così essere riassunte:

- perforazione con pontone fisso (dotato di gambe prolungabili per poggiare sul fondale) Il numero dei fori sarà determinato dallo spessore della roccia da dragare (maglia di m. 2x2 circa);



- posizionamento dell'esplosivo in ciascun foro e collegamento con microritardi. Il campo dei fori sarà dimensionato, al massimo, in funzione dell'esplosivo utilizzabile in una giornata;
- a seguito delle esplosioni controllate sarà salpato il materiale con pontone con gru e benna a grappo per meglio estrarre il fondale roccioso frantumato. Il materiale verrà posizionato sul piano del pontone e quindi sbarcato, sempre con l'ausilio della gru con benna a grappo ed utilizzato come riempimento;

**fase 3) Creazione del pontile fisso**, previsto in progetto, pietrame vario e sabbia per riempimento proveniente dai dragaggi precedenti e materiali per piano di posa pavimentazioni di finitura previste nel progetto;

**fase 4) Realizzazione delle Opere accessorie**, previste nel progetto secondo programma lavori e costituite dalla realizzazione dei sottoservizi e relative linee e delle varie finiture previste nel progetto;

**fase 5) Realizzazione dei fabbricati e costruzioni fuori terra**, previste nel progetto secondo programma lavori e costituite dalla realizzazione delle opere previste nelle tavole di progetto relative al edificio;

**fase 6) Ultimazione dei fabbricati e Opere di Urbanizzazione**, secondo programma lavori e costituite dalle opere di finitura, arredo e verde per ultimare le aree di intervento secondo progetto e computi.

Nell'avanzamento dei lavori secondo le fasi indicative sopra riportate verranno eseguite tutte le opere di realizzazione mediante utilizzo di mezzi marittimi che oltre a fornire il materiale necessario provvederanno anche alla messa in opera dei materiali stessi limitando così l'arrivo in cantiere di automezzi per la fornitura dei materiali necessari.

Verranno pertanto utilizzati un Bacino galleggiante per prefabbricazione cassoni (pompa), un Bacino galleggiante per prefabbricazione cassoni (autobetoniera), un Pontone con gru, una Gru, Escavatore, Rullo compressore, Grader, Finitrice, Autobetoniera, Pompa, Autocarro, Trivella perforatrice, Draga di tipo aspirante refluyente.

Tutte le macchine e le attrezzature tecnologiche utilizzate saranno conformi ai limiti di emissione sonora previsti dalla normativa europea e saranno acusticamente certificate.

Per l'esecuzione dei lavori è previsto il tempo di trenta settimane durante le quali i mezzi lavoreranno per tempi limitati nelle giornate esclusivamente feriali e negli orari consentiti, che in ogni caso non eccederanno gli orari massimi 8:00 – 13:00 e 15:00 – 19:00.

Sarà cura del Responsabile dei lavori richiedere la specifica autorizzazione all'Autorità Comunale per attività rumorose temporanee, come previsto nella Parte V delle citate *“Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale e disposizioni in*

*materia di acustica ambientale*”, approvate con Deliberazione della Giunta Regionale n° 62/9 del 14/11/2008.

La domanda di autorizzazione verrà all’uopo predisposta in conformità alle disposizioni del regolamento comunale e dovrà essere corredata da una planimetria in scala opportuna, nonché da apposita relazione tecnica a firma di tecnico competente. Gli elaborati tecnici dovranno evidenziare:

- la durata, in termini di numero di ore o di giorni, dell’attività di cui si chiede l’autorizzazione;
- le fasce orarie interessate;
- le relative caratteristiche tecniche dei macchinari e degli impianti rumorosi utilizzati, ivi compresi i livelli sonori emessi;
- la stima dei livelli acustici immessi nell’ambiente abitativo circostante ed esterno;
- la destinazione d’uso delle aree interessate dal superamento dei limiti di rumore consentiti.

Qualora si riscontrassero emissioni superiori a quelle consentite verrà focalizzata l’attenzione sulla opportunità di una oculata programmazione delle fasi maggiormente rumorose in modo tale che queste evitino o limitino al massimo l’eventuale molestia nei confronti degli edifici vicini. Si procederà inoltre alla richiesta di deroga ai limiti acustici per lo svolgimento di tali limitate operazioni particolari in un ristretto numero di giorni lavorativi.

Per quanto concerne le autorizzazioni in deroga, si rammenta che la suddetta normativa regionale stabilisce che il Comune:

- può autorizzare, se previsto nel proprio regolamento, deroghe temporanee ai limiti di rumorosità definiti dalla legge n. 447/95 e i suoi provvedimenti attuativi, qualora lo richiedano particolari esigenze locali o ragioni di pubblica utilità. Il provvedimento autorizzatorio del Comune deve comunque prescrivere le misure necessarie a ridurre al minimo le molestie a terzi e i limiti temporali e spaziali di validità della deroga;
- rilascia il provvedimento di autorizzazione con deroga dei limiti, previo parere favorevole dell’Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente (A.R.P.A.S.);
- conserva e aggiorna il proprio registro delle deroghe;
- specifica con regolamento le modalità di presentazione delle domande di deroga.

La norma regionale precisa che i limiti della deroga devono sempre essere considerati come limiti di emissione dell’attività nel suo complesso, intesa come sorgente unica. Tali limiti sono sempre misurati in facciata degli edifici in corrispondenza dei ricettori più disturbati o più vicini. Le misurazioni vanno effettuate conformemente a quanto prescritto nel D.M. 16 marzo 1998 recante *“Tecniche di rilevamento e di misurazione*



dell'inquinamento acustico". Per quanto riguarda gli interventi di urgenza, giova rammentare che questi sono comunque esonerati dalla richiesta di deroga al Comune.

Il traffico indotto durante la fase di cantiere sarà dovuto principalmente all'approvvigionamento dei materiali e dei macchinari e al trasporto del personale di cantiere. Per l'approvvigionamento saranno sfruttate le reti stradali che raggiungono il sito in questione. Il flusso di traffico interesserà sia la Strada Provinciale 16, sia la strada Comunale di Via Monte Ladu.

La sosta dei veicoli in attesa di scarico e i conseguenti problemi potenzialmente arrecati al flusso veicolare nelle vie di circolazione, sarà evitata grazie alla disponibilità dell'area interna di pertinenza allo stesso cantiere ed altresì con una idonea programmazione dei transiti che eviterà l'accavallamento delle fasi di approvvigionamento (es. autobetoniere in attesa di scarico durante i getti delle opere in calcestruzzo) o simultaneità di conferimenti di materiali che rendano incompatibile la concentrazione dei mezzi conferitori rispetto allo spazio disponibile. Il traffico di automezzi per il trasporto di materiali sarà massimo durante le fasi di movimentazione terra e di getto delle opere di fondazione. Si stima un picco di transito di automezzi pari a ca. 4 automezzi /giorno. Non si prevede la necessità di trasporti eccezionali per permettere il trasferimento delle macchine principali, poiché aventi dimensioni compatibili con la sagoma dei mezzi di trasporto.



## 12. GIUDIZIO PREVISIONALE DI CONFORMITA' ACUSTICA

Dai dati ottenuti in questa sede di valutazione di previsione di impatto acustico, si stima che il rumore immesso nell'ambiente limitrofo dalla struttura in progetto e dall'attività ad esso associata **non determinerà il superamento** dei limiti stabiliti dalle norme disciplinanti l'inquinamento acustico.

L'eventuale rumore emesso all'esterno peraltro, nell'esempio di modalità organizzativa e gestionale dell'opera in progetto, illustrata al Capitolo 10, non produrrà alcun significativo effetto in materia di inquinamento acustico nell'ambiente esterno e negli ambienti abitativi, per gli aspetti stabiliti dalla Legge quadro 447/95 e successivi regolamenti di attuazione.

Alla luce di quanto sopra esposto, il sottoscritto Ing. Roberto Lassandro, con studio professionale in Cagliari, Via Santa Maria Chiara, 161, Tel. 070500547, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari con il n° 2667, all'Albo dei Consulenti Tecnici del Tribunale di Cagliari, al Repertorio Impiantisti della C.C.I.A.A. e Tecnico Competente in acustica ambientale, giusta la Determinazione n° 1247/11, formulata dal Direttore Generale dell'Assessorato Difesa Ambiente, ai sensi dell'art. 2 comma 7 della Legge 26 Ottobre 1995, n° 447 ("Legge quadro sull'inquinamento acustico"), formula giudizio previsionale di:

### CONFORMITÀ ACUSTICA

**per la realizzazione ed attivazione della nuova infrastruttura portuale di ampliamento, ammodernamento e ottimizzazione del PORTO TURISTICO MARINA DI PORTO ROTONDO, che verrà realizzata nel Comune di Olbia.**

**Cagliari, 23 Marzo 2010**

oo

<p><b>Il Tecnico Competente in Acustica</b> (Ing. Roberto LASSANDRO)</p>	
--	--



## ***Allegati:***

- Planimetrie (Allegato n° 1);
- Certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali del Tecnico Competente – R.A.S. Assessorato Difesa Ambiente (Allegato n° 2).
- Certificati di conformità della strumentazione utilizzata (Allegato n° 3)



***Allegato n° 1:***

***Planimetrie***



***Allegato n°2:***

***Certificato di riconoscimento dei requisiti professionali del  
Tecnico Competente R.A.S. – Assessorato Difesa Ambiente***



## *Allegato n° 3:*

### *Certificati di conformità della strumentazione utilizzata*