



## FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

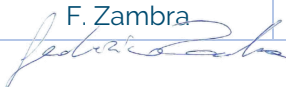
Piano di monitoraggio in corso d'opera rumore  
sottomarino

**TECHFEM**

Rev. No.	Data	Descrizione	TECHFEM	
0	07/03/2024	Emesso per uso interno	Preparato F. Zambra	Approvato M. Scabbia
<b>SHELTER s.r.l.</b> <b>Sede legale:</b> Viale Gran Sasso n° 13 - 20131 Milano (IT)   <b>Tel.</b> +39-02-49476764 <b>Sede locale:</b> Via De' Terribile n° 4 - 72100 Brindisi (IT)   <b>Tel.</b> +39-0831-1793226 <b>Website:</b> <a href="http://www.shelter-srl.com/">www.shelter-srl.com/</a>   <b>Email:</b> <a href="mailto:info@shelter-srl.com">info@shelter-srl.com</a>   <b>Pec:</b> <a href="mailto:pec@pec.shelter-srl.com">pec@pec.shelter-srl.com</a> R.E.A. MI-1936281   <b>C.F./P.IVA</b> 07110670960   <b>Capitale Sociale:</b> Euro 40.000,00 int. vers.			 UNI EN ISO 9001:2015	 UNI EN ISO 14001:2015
			 UNI EN ISO 45001:2018	

**Cronologia revisioni**

Rev. No.	Data	Descrizione		
0	07/03/2024	Emesso per uso interno		
Descrizione		SHELTER		
Emesso per uso interno		Preparato	Revisionato	Approvato
		F. Zambra	P. Bigoni	M. Scabbia





## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. MONITORAGGIO ACUSTICO CORSO D'OPERA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 PUNTI DI MONITORAGGIO E OPERATORI COINVOLTI.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 METODOLOGIA DI ANALISI.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 REPORTISTICA .....</b>	<b>9</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>10</b>

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Punti di campionamento del rumore.....	6
---	---

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Punti di rilevazione del rumore. ....	Errore. Il segnalibro non è definito.
---	---------------------------------------

## 1. PREMESSA

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art.5 del DL n.50 del 17/5/2022, la Società Snam FSRU Italia ("Snam") ha sottoposto istanza autorizzativa per l'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (*Floating Storage and Regasification Unit*) da ormeggiarsi permanentemente in corrispondenza della piattaforma offshore esistente di Petra (Gruppo PIR) posta a circa 8,5 km a largo di Punta Marina (c.d. Progetto FSRU Ravenna), Marina di Ravenna.

L'ormeggio della FSRU presso la piattaforma Petra prevede l'adeguamento e l'ampliamento della struttura esistente, con il posizionamento di una serie di briccole di ormeggio verso ovest e la protezione della piattaforma con una barriera frangiflutti verso est da realizzarsi con cassoni autoaffondanti (Rif. documento REL-PROG-E-00009 "RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE OTTIMIZZAZIONI PROGETTUALI").

Le opere necessarie alla connessione tra il Terminale FSRU e la Rete Nazionale Gasdotti (RNG) prevedono, a mare, la posa della condotta di collegamento e la realizzazione dell'approdo costiero con microtunnel. Il punto di ingresso a terra del microtunnel è localizzato in corrispondenza della Stazione di Pompaggio Agip Petroli nei pressi della Spiaggia libera di Punta Marina. Il punto di uscita a mare è localizzato a circa 1200m dalla linea di costa, ad una profondità del fondale di circa 6m.

In questo scenario di riferimento, nel presente documento sono descritte le specifiche tecniche delle indagini da eseguire, ai fini del **monitoraggio in corso d'opera**, riguardo alla componente rumore sottomarino.

Il monitoraggio del rumore nelle aree dei lavori fornirà dati in merito al disturbo acustico generato durante l'esecuzione delle opere previste e permetterà – in combinazione all'osservazione dei mammiferi marini, le cui attività sono dettagliate all'interno del PMA, paragrafo "Biodiversità Marina"– di determinare i possibili effetti delle attività su questa componente biologica.

Qualora dovessero subentrare variazioni circa le modalità di esecuzione delle lavorazioni e/o dei mezzi ed attrezzature impiegate rispetto a quanto oggi definito, si procederà ad apportare una revisione al presente documento, nel caso di significatività degli impatti rispetto allo scopo dello stesso.

## 2. MONITORAGGIO ACUSTICO CORSO D'OPERA

### 2.1 Punti di monitoraggio e operatori coinvolti

Il rumore sarà misurato da almeno 2 operatori acustici all'avvio delle attività più rumorose:

1. infissione dei pali;
2. scavo per recupero della TBM;
3. trattamento di vibro-sostituzione con materiale inerte del fondale sottostante i cassoni;
4. re-interro della condotta (post trenching).

Le registrazioni acquisite serviranno a:

- stimare i livelli effettivamente raggiunti nell'area dei lavori;
- comparare tali livelli a quelli ottenuti da modello di propagazione;
- adeguare – se necessario – le distanze di impatto e di conseguenza l'estensione della zona di mitigazione MZ.

I punti di misura del rumore previsti per tutte le attività sopra indicate sono riportati nella Figura 1. Tali punti sono stati selezionati da quelli già campionati nel corso della campagna di misure *ante-operam* (Rif. ENV-REP-560-029) al fine di rendere comparabili i risultati.

Le coordinate geografiche dei punti sono riportate nella Tabella 1. Si specifica che il posizionamento dell'imbarcazione impiegata per il rilevamento acustico, in rispetto delle coordinate indicate per ciascun punto, terrà conto di variabili relative alle condizioni ambientali e alle attività di cantiere oggetto di monitoraggio (ad esempio, eventuali distanze minime di sicurezza e zone di interdizione da rispettare).

**Tabella 1 - Punti di rilevazione del rumore.**

Denominazione	Latitudine	Longitudine
St Exit Point	44.450165	12.309735
St 500 Dir SE Costa	44.447673	12.315025
St 1000 Dir SE Costa	44.445168	12.320204
St 2000 Dir SE Costa	44.440135	12.330596
St 500 Dir E Costa	44.451180	12.315880
St 1000 Dir E Costa	44.452124	12.321992
St 2000 Dir E Costa	44.454149	12.334271
St 500 Dir NE Costa	44.454183	12.312620
St 1000 Dir NE Costa	44.458177	12.315501
St 2000 Dir NE Costa	44.466121	12.321356
St Petra	44.464263	12.396524



Denominazione	Latitudine	Longitudine
St 500 Dir O Petra	44.463206	12.390301
St 1000 Dir O Petra	44.462188	12.384095
St 2000 Dir O Petra	44.460231	12.371856
St 500 Dir S Petra	44.459906	12.398150
St 1000 Dir S Petra	44.455537	12.399768
St 2000 Dir S Petra	44.446826	12.403045
St 500 Dir N Petra	44.468538	12.394892
St 1000 Dir N Petra	44.472887	12.393231
St 2000 Dir N Petra	44.481698	12.389855
St 500 Dir E Petra	44.465105	12.402698
St 1000 Dir E Petra	44.465944	12.409033
St 2000 Dir E Petra	44.467634	12.421273

I punti di misura che saranno effettivamente campionati in ciascuna campagna potranno essere scelti tra quelli indicati nella Figura 1 sulla base della tipologia di attività da monitorare e del posizionamento dei mezzi impiegati al momento del monitoraggio.



**Figura 1 - Punti di campionamento del rumore.**

## 2.2 Strumentazione e metodologia di campionamento

I rilievi acustici saranno effettuati da una imbarcazione appoggio dedicata utilizzando, se possibile, la stessa strumentazione impiegata nel corso della campagna di misure ante-operam (Rif. ENV-REP-560-015 Rev. 0 del 16/01/2024).

L'idrofono sarà posizionato a una profondità di tra 5 e 10 metri e, per ogni punto di monitoraggio, saranno registrati file acustici della durata di 10 minuti alla frequenza di campionamento di 48000 Hz, risoluzione 32 bit.

Per la stima dei profili della velocità del suono nella colonna d'acqua sarà utilizzata una sonda CTD durante i campionamenti acustici.

Il monitoraggio sarà effettuato durante le attività 1, 2, 3 e 4 sopra riportate (capitolo 2.1) e l'intera caratterizzazione è prevista concludersi in una giornata, o quantomeno per il tempo necessario a raccogliere dati rappresentativi della caratterizzazione del rumore prodotto in base all'attività in corso.

## 2.3 Metodologia di analisi

Il rumore sottomarino sarà analizzato – se possibile – attraverso la stessa metodologia utilizzata nell'*ante-operam* (Rif. ENV-REP-561-018) stimando i seguenti livelli usati nell'acustica sottomarina (ISO 18405:2017):

### (a) Sound Pressure Level (root mean square) [ $L_{p,rms}$ ] dB re 1 $\mu$ Pa]

$L_{p,rms}$  è il rapporto in decibel tra la pressione sonora quadratica media in tutta la banda di frequenza ( $\overline{p^2}$ ), e il quadrato della pressione sonora di riferimento che per il suono nell'acqua è 1 micropascal ( $p_0 = 1 \mu Pa$ ) (ANSI S1.1-1994 R2004).

$$L_{p,rms} = 10 \log_{10} \left( \overline{p^2} / p_0^2 \right) \quad [\text{dB re } 1 \mu Pa^2]$$

SPL<sub>rms</sub> può anche essere espresso nella seguente forma:

$$L_{p,rms} = 20 \log_{10} \left( \sqrt{\overline{p^2}} / p_0 \right) \quad [\text{dB re } 1 \mu Pa]$$

### (b) Sound Pressure Level (peak) [ $L_{p,pk}$ ] dB re 1 $\mu$ Pa]

$L_{p,pk}$  è il rapporto in decibel tra il valore della pressione di picco  $p_{pk}$  (modulo del più grande valore di pressione ottenuta nell'intervallo di tempo considerato) e la pressione sonora di riferimento che per il suono nell'acqua è un micropascal ( $p_0 = 1 \mu Pa$ ) (ANSI S1.1-1994 R2004).

$$L_{p,pk} = 20 \log_{10} (p_{pk} / p_0) \quad [\text{dB re } 1 \mu Pa]$$

### (c) Sound Exposure Level [ $L_{E,p}$ ] dB re 1 $\mu Pa^2 s$ ]

$L_{E,p}$  è il rapporto in decibel tra l'integrale nel tempo del quadrato della pressione misurata nell'intervallo di tempo considerato ( $E_p$ ), e il valore di riferimento che per il suono nell'acqua è ( $E_{p,0} = 1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ )

$$L_{E,p} = 10 \log_{10}(E_p/E_{p,0}) \quad [\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}]$$

In questa indagine *Sound Exposure Level* sarà anche stimato nelle bande di un terzo di ottava centrate a 63 Hz e a 125 Hz:

$$L_{E,63} = 10 \log_{10}(E_{p,63}/E_{p,0}) \quad [\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}]$$

$$L_{E,125} = 10 \log_{10}(E_{p,125}/E_{p,0}) \quad [\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}]$$

$E_{p,63}$  e  $E_{p,125}$  sono gli integrale nel tempo del quadrato della pressione stimata nelle bande di un terzo di ottava centrate a 63 Hz e 125 Hz nell'intervallo di tempo considerato (t)

#### (d) *Power Spectral Density* [ $L_{p,f}$ ] dB re $1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$

$L_{p,f}$  è il rapporto in decibel tra la densità spettrale della pressione sonora quadratica media  $(\overline{p^2})_f$ , e il valore di riferimento che per il suono nell'acqua è  $(\overline{p^2})_{f,0} = 1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$  (ANSI S1.1-1994 R2004).

$$L_{p,f} = 10 \log_{10}((\overline{p^2})_f/(\overline{p^2})_{f,0}) \quad [\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}]$$

*Power Spectral Density*  $L_{p,f}$  sarà anche stimato nelle bande di un terzo di ottava valutabili all'interno dell'intervallo di frequenza di campionamento ed è stato definito *Band Spectral Density*  $L_{p,f_c}$

La stima dei livelli del rumore nel periodo del monitoraggio sarà eseguita attraverso un software *ad hoc* implementato in Matlab [https://it.mathworks.com/products/matlab.html?s\\_tid=hp\\_ff\\_p\\_matlab](https://it.mathworks.com/products/matlab.html?s_tid=hp_ff_p_matlab)

I valori dei livelli di rumore  $L_{p,rms}$  (dB re  $1 \mu\text{Pa}$ ) e  $L_{p,pk}$  (dB re  $1 \mu\text{Pa}$ ) saranno calcolati in un intervallo di 10 secondi, ottenendo 6 valori al minuto.

*Sound Exposure Level*  $L_{E,p}$  (dB re  $1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ ), invece, sarà calcolato per l'intero periodo di registrazione (t = 10 minuti). Per lo stesso intervallo di tempo saranno calcolati i livelli  $L_{E,f_c}$  nella banda di 1/3 di ottava centrate a 63 Hz e 125 Hz. La stima dei livelli sonore nelle bande di un terzo di ottava centrati a 63 Hz e 125 Hz sarà effettuata in linea con il descrittore 11 della Direttiva 2008/56/CE (*Marine Strategy Framework Directive - MSFD*) e indicato nel dettaglio da *Technical Sub-Group on Underwater Noise* (Dekeling et al., 2014).

Per l'analisi spettrale, la stima di *Power Spectral Density*  $L_{p,f}$  (dB re  $1 \mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ ) sarà condotta utilizzando la funzione Matlab `pwelch`: <https://www.mathworks.com/help/signal/ref/pwelch.html>. *Welch's Power Spectral Density Estimate* calcola la media di segmenti sovrapposti; per ogni intervallo di 10 secondi, applicando una finestra di analisi del segnale di tipo "Hamming" di 1 secondo con una sovrapposizione del 50%. Il valore del  $L_{p,f}$  sarà utilizzato per la stima dei  $L_{p,f_c}$ .

Tutte le misurazioni e le analisi acustiche saranno effettuate seguendo le indicazioni descritte nel *National Physical Laboratory Good Practice Guide No. 133 - Underwater Noise Measurement* (Robinson et al., 2014).



Il profilo della velocità del suono nei siti di registrazione sarà stimato attraverso l'equazione UNESCO disponibile presso <http://resource.npl.co.uk/acoustics/techguides/soundseawater/underlying-phys.html> (Chen & Millero, 1977; Wong & Zhu, 1995).

## 2.4 Reportistica

Nei 30 giorni successivi a ciascuna campagna di monitoraggio acustico del rumore sarà prodotto un rapporto delle attività svolte e dei livelli riscontrati nell'area, indicando eventualmente la necessità di aggiornare l'estensione della MZ. Alla metà e al termine dei lavori sarà preparato un report intermedio e un report finale che riepilogheranno le attività e i risultati del monitoraggio.

## Bibliografia

Barlow J., Taylor B., 2007. Estimates of sperm whale abundance in the northeastern temperate pacific from a combined acoustic and visual survey. Mar. Mammal Sci., 21 (3), 429-445.

Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., Laake J.L., Borchers D.L. Thomas L., 2001. Introduction to distance sampling. Estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, Oxford.

Chen, C. T., & Millero, F. J. (1977). Speed of sound in seawater at high pressures. J. Acoust. Soc. Am., 62(5), 1129-1135.

Dekeling, R. P. A., M.L. Tasker, A. J. Van der Graaf, M. A. Ainslie, M. H. Andersson, M. André, J. F. Borsani, K. Brensing, M. Castellote, D. Cronin, J. Dalen, T. Folegot, R. Leaper, J. Pajala, P. Redman, S. P. Robinson, P. Sigray, G. Sutton, F. Thomsen, S. Werner, D. Wittekind, J. V. Young (2014). Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas Part I, Part II e Part III. EUR, Scientific and Technical Research series, ISSN 1831-9424, ISBN 978-92-79-36339-9.

ISO 18405:2017. Underwater acoustics - Terminology, International Organization for Standardization (ISO, Geneva, Switzerland). Available from: [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=62406](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=62406)

Lewis T., Gillespie D., Lacey C., Matthews J., Danbolt M., Leaper R., McLanaghan R., Moscrop A., 2007. Sperm whale abundance estimates from acoustic surveys of the Ionian Sea and Straits of Sicily in 2003. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 87(1): 353-358.

Panigada, S., Gauffier, P. & Notarbartolo di Sciara, G. 2021. Balaenoptera physalus (Mediterranean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T16208224A50387979. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T16208224A50387979.en>

Robinson, S. P., Lepper, P. A., & Hazelwood, R. A. (2014). Good Practice Guide for Underwater Noise Measurement, National Measurement Office, Marine Scotland, The Crown Estate, NPL Good Practice Guide No. 133, ISSN: 1368-6550. <http://www.npl.co.uk/upload/pdf/gpg133-underwater-noise-measurement.pdf>

Thomas L., Buckland S.T., Rexstad E.A., Laake J.L., Strindberg S., Hedley S.L., Bishop J.R.B., Marques T.A., Burnham K.P., 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. J. Appl. Ecol., 47, 5-14. doi:10.1111/j.1365-2664.2009.01737.x

Wong, G. S., & Zhu, S. M. (1995). Speed of sound in seawater as a function of salinity, temperature, and pressure. J. Acoust. Soc. Am., 97(3), 1732-1736.