



# **TERMINALE GALLEGGIANTE DI RIGASSIFICAZIONE FSRU - TOSCANA**



## ***Allegato D8***

### ***Effetti emissioni sonore e confronto con SQA***

Agosto 2010



**ambiente sc** -Firenze, via di Soffiano, 15 - tel. 055-7399056 - Carrara, via Frassina 21 - Tel. 0585-855624

**ALLEGATI**

Allegato D8\_01 : Relazione Tecnica – Valutazione previsionale di impatto acustico

Allegato D8\_02 : Corografia dell'area

Allegato D8\_03 : Planimetrie con l'ubicazione degli impianti

*Tav. IA-001*

*Tav. IA-002*

*Tav. IA-003*

*Tav. IA-004*

*Tav. IA-005*

*Tav. IA-006*

*Tav. IA-007*

*Tav. IA-008*

Allegato D8\_04 : Tavole modello numerico

*Tav. IA-009 Area 850m x 500m h=0,5m*

*Tav. IA-010 Area 850m x 500m h=6,0m*

*Tav. IA-011 Area 3000m x 2000m h=6,0m*

## **Allegato D8\_01**

# **VALUTAZIONE PREVISIONALE di IMPATTO ACUSTICO**

**Ing. Matteo BERTONERI**

(Albo Regionale N°261 della Regione Liguria) -----

Ordine degli Ingg. della Provincia di Massa Carrara n.669

## INDICE

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>PREMESSA .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2.</b> | <b>METODOLOGIA .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>3.</b> | <b>INQUADRAMENTO NORMATIVO .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>4.</b> | <b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>5.</b> | <b>INQUADRAMENTO ACUSTICO .....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>6.</b> | <b>SORGENTI SPECIFICHE .....</b>   | <b>10</b> |
| 6.1       | PREMESSA .....   | 10        |
| 6.2       | CARATTERISTICHE SORGENTI SPECIFICHE .....  | 10        |
| <b>7.</b> | <b>VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO .....</b>                                       | <b>18</b> |
| 7.1       | GENERALITÀ .....   | 18        |
| 7.2       | PREDISPOSIZIONE DEL MODELLO NUMERICO .....   | 18        |
| 7.2.1     | <i>Livelli di pressione sonora diffusa all'interno dei locali della nave .....</i> | <i>18</i> |
| 7.2.2     | <i>Livelli di pressione sonora .....</i>   | <i>19</i> |
| 7.3       | IPOTESI DI CALCOLO .....   | 20        |
| <b>8.</b> | <b>RISULTATI MODELLO NUMERICO .....</b>  | <b>22</b> |
| 8.1       | LIVELLI PRESSIONE SONORA DIFFUSI .....   | 23        |
| 8.1.1     | <i>Floor Deck El.: 5.500 .....</i>   | <i>23</i> |
| 8.1.2     | <i>4th Deck El.: 9.350 .....</i>   | <i>24</i> |
| 8.1.3     | <i>3rd Deck El.: 14.750 .....</i>  | <i>25</i> |
| 8.1.4     | <i>2rd Deck El.: 22.850 .....</i>  | <i>26</i> |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 8.1.5     | <i>Upper deck El.: 27.200</i> .....                | 27        |
| 8.2       | LIVELLI PRESSIONE SONORA IN AMBIENTE ESTERNO ..... | 28        |
| 8.2.1     | <i>Golar Frost</i> .....                           | 28        |
| <b>9.</b> | <b>CONCLUSIONI</b> .....                           | <b>29</b> |

## 1. PREMESSA

La società **OLT Offshore LNG Toscana S.p.A.** è titolare del progetto per la costruzione e la gestione del terminale offshore di rigassificazione e stoccaggio (FSRU - Floating Storage and Regasification Unit) di gas naturale liquefatto (GNL) a largo delle coste livornesi.

La presente relazione, parte integrante della domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale di competenza statale, si pone quale obiettivo la Valutazione Previsionale di Impatto Acustico derivante dalla gestione e dall'operatività del terminale così come prescritto dalla Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico", art. 8, comma 4.

Lo scopo della valutazione è quello di quantificare e valutare la rumorosità generata dall'impianto galleggiante per la rigassificazione di gas naturale liquefatto, che sarà situato a 12 miglia nautiche al largo del litorale tra Livorno e la foce dell'Arno (Marina di Pisa).

In particolare saranno preso lo stato dei luoghi in prossimità del punto di stazionamento della nave, valutando, il rispetto dei limiti di immissione ed emissione secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia di inquinamento acustico.

Al termine della valutazione saranno identificate le eventuali aree/porzioni dell'impianto galleggiante che necessitino di interventi di riduzione della rumorosità ed indicate le opere di mitigazione occorrenti.

Le elaborazioni numeriche e la redazione della presente relazione sono state eseguite dagli Ingg. Matteo Bertoneri e Marco Angeloni Tecnici Competenti in Acustica Ambientale coadiuvati dall'Ing. Claudio Fiaschi.

## **2. METODOLOGIA**

Per lo svolgimento del presente studio si sono ottenute informazioni per determinare l'inquadramento acustico dell'area nel contesto della normativa vigente, contemporaneamente sono state identificate e caratterizzate le principali sorgenti rumorose.

In riferimento all'analisi del clima acustico, a seguito della messa in esercizio delle nuove apparecchiature sul terminale di rigassificazione, sono stati acquisiti i dati relativi:

- alle nuove sorgenti sonore da installare;
- alla posizione delle stesse all'interno ed all'esterno del terminale;
- alle caratteristiche delle strutture;
- alle modalità di funzionamento degli impianti.

Lo studio è stato effettuato tenendo conto di quanto indicato nella norma ISO 9613-2[2], indicando per ciascun passaggio i metodi e le formule adottate, impiegando il software acustico IMMI 5.1.5 per la parte previsionale

Nei seguenti paragrafi si riporta lo studio relativo alle misurazioni ed elaborazioni effettuate.

### 3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

La **Legge n°447 del 26 ottobre 1995** (Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico) fissa i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 117 della Costituzione, in particolare stabilisce:

- le competenze dello Stato, delle Regioni, delle Province e dei Comuni;
- le modalità di redazione dei piani di risanamento acustico;
- i soggetti che devono produrre le valutazioni di impatto acustico e le valutazioni previsionali di clima acustico;
- le sanzioni amministrative in caso di violazione dei regolamenti di esecuzione;
- gli enti incaricati del controllo e della vigilanza per l'attuazione della legge.

La Legge n°447 del 26 ottobre 1995 è stata attuata dal DPCM del 14 novembre 1997 che stabilisce i seguenti limiti:

| CLASSI DI DESTINAZIONE<br>D'USO DEL TERRITORIO | TEMPI DI RIFERIMENTO      |                             |
|--|---------------------------|-----------------------------|
|  | DIURNO<br>(06:00 – 22:00) | NOTTURNO<br>(22:00 – 06:00) |
| I - aree particolarmente protette              | 45 dB(A)                  | 35 dB(A)                    |
| II - aree prevalentemente residenziali         | 50 dB(A)                  | 40 dB(A)                    |
| III - aree di tipo misto                       | 55 dB(A)                  | 45 dB(A)                    |
| IV - aree di intensa attività umana            | 60 dB(A)                  | 50 dB(A)                    |
| V - aree prevalentemente industriali           | 65 dB(A)                  | 55 dB(A)                    |
| VI - aree esclusivamente industriali           | 65 dB(A)                  | 65 dB(A)                    |

**Tabella 1 - Valori limite assoluti di emissione - Leq in dB(A) (Art. 2 del DPCM 14/11/97)**

| CLASSI DI DESTINAZIONE<br>D'USO DEL TERRITORIO | TEMPI DI RIFERIMENTO      |                             |
|--|---------------------------|-----------------------------|
|  | DIURNO<br>(06:00 – 22:00) | NOTTURNO<br>(22:00 – 06:00) |
| I - aree particolarmente protette              | 50 dB(A)                  | 40 dB(A)                    |
| II - aree prevalentemente residenziali         | 55 dB(A)                  | 45 dB(A)                    |
| III - aree di tipo misto                       | 60 dB(A)                  | 50 dB(A)                    |
| IV - aree di intensa attività umana            | 65 dB(A)                  | 55 dB(A)                    |
| V - aree prevalentemente industriali           | 70 dB(A)                  | 60 dB(A)                    |
| VI - aree esclusivamente industriali           | 70 dB(A)                  | 70 dB(A)                    |

**Tabella 2 - Valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A) (Art. 3 del DPCM 14/11/97)**

| CLASSI DI DESTINAZIONE<br>D'USO DEL TERRITORIO | TEMPI DI RIFERIMENTO      |                             |
|--|---------------------------|-----------------------------|
|  | DIURNO<br>(06:00 – 22:00) | NOTTURNO<br>(22:00 – 06:00) |
| I - aree particolarmente protette              | 47 dB(A)                  | 37 dB(A)                    |
| II - aree prevalentemente residenziali         | 52 dB(A)                  | 42 dB(A)                    |
| III - aree di tipo misto                       | 57 dB(A)                  | 47 dB(A)                    |
| IV - aree ad intensa attività umana            | 62 dB(A)                  | 52 dB(A)                    |
| V - aree prevalentemente industriali           | 67 dB(A)                  | 57 dB(A)                    |
| VI - aree esclusivamente industriali           | 70 dB(A)                  | 70 dB(A)                    |

**Tabella 3 - Valori di qualità - Leq in dB(A) (Art. 7 del DPCM del 14/11/97)**

Il **DPCM del 14 novembre 1997** prevede inoltre che, in attesa che i Comuni provvedano all'approvazione del PCCA (Piano Comunale Classificazione Acustica) previsto dalla Legge n°447 del 26 ottobre 1995, si applichino i limiti previsti dalla tabella dei valori transitori del DPCM del 1° Marzo 1991 (Art. 6).

| CLASSI DI DESTINAZIONE<br>D'USO DEL TERRITORIO | TEMPI DI RIFERIMENTO      |                             |
|--|---------------------------|-----------------------------|
|  | DIURNO<br>(06:00 – 22:00) | NOTTURNO<br>(22:00 – 06:00) |
| Tutto il territorio nazionale                  | 70 dB(A)                  | 60 dB(A)                    |
| Zona <b>A</b> (d.m. n.1444/68)                 | 65 dB(A)                  | 55 dB(A)                    |
| Zona <b>B</b> (d.m. n.1444/68)                 | 60 dB(A)                  | 50 dB(A)                    |
| Zona esclusivamente industriale                | 70 dB(A)                  | 70 dB(A)                    |

**Tabella 4 - Valori provvisori - Leq in dB(A)**

Le norme tecniche per le modalità di rilevamento del rumore sono fissate dal Decreto **16 marzo 1998** "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell' inquinamento acustico" .

La **Legge Regionale 1 dicembre 1998 n. 89** recepisce le disposizioni emanate con la legge ordinaria del parlamento (legge quadro) 447 del 1995.

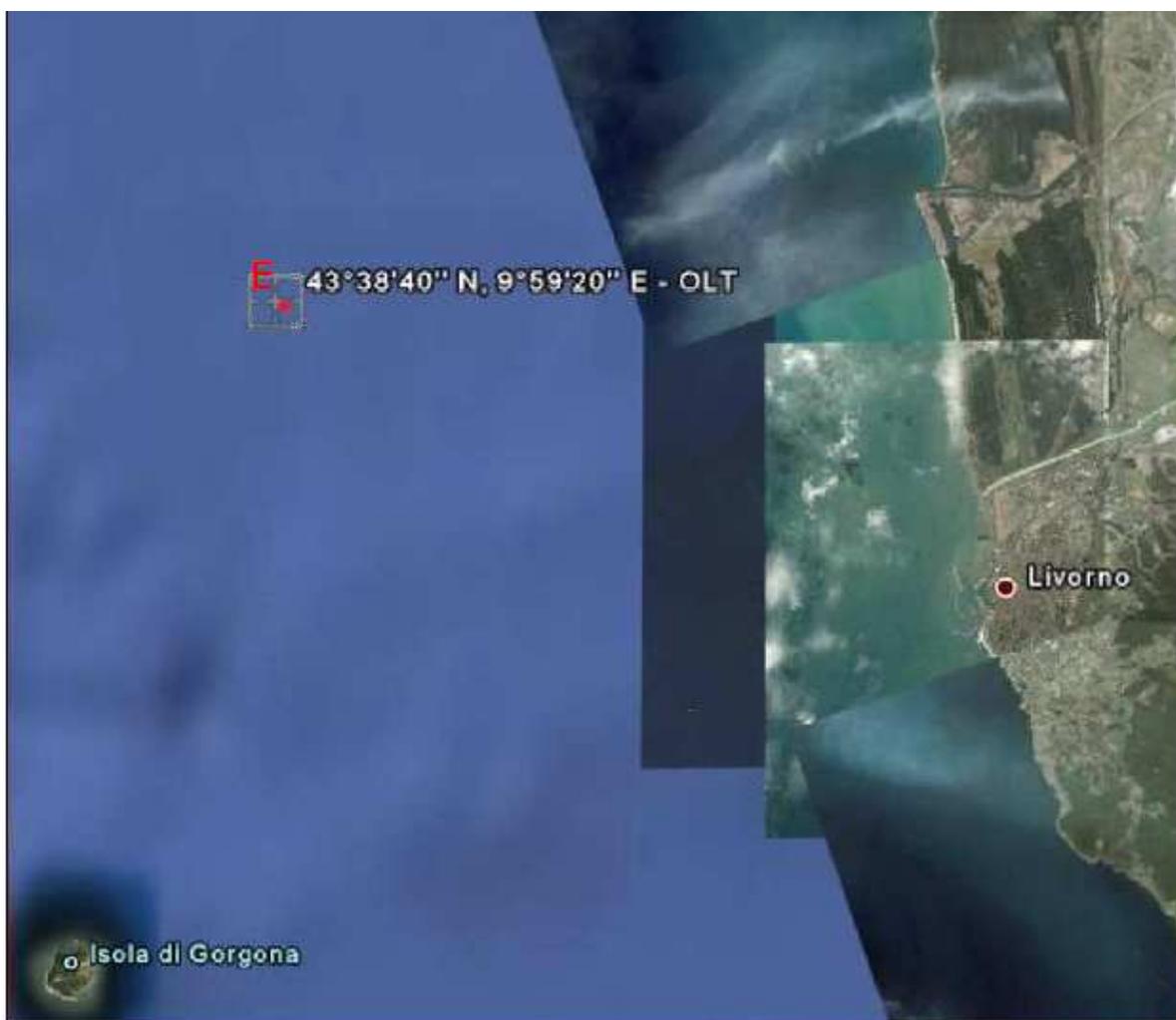
Infine con la Deliberazione **Giunta Regionale 13 luglio 1999 n. 788** "Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico" si definiscono i criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della documentazione previsionale del clima acustico che i comuni, devono richiedere ai soggetti pubblici e privati interessati alla realizzazione delle tipologie di insediamenti indicati all'Art. 8 comma 2 e 3 della Legge 447/95.

#### 4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'attività oggetto di indagine consta nella gestione di un LNG Carrier "Golar Frost" trasformato in un impianto galleggiante per la rigassificazione di gas naturale liquido. Tale unità sarà situata al largo del litorale tra Livorno e Marina di Pisa (Circoscrizione territoriale marittima della Capitaneria di porto di Livorno) in uno specchio di mare a Nord-Ovest del porto di Livorno, a 12 miglia nautiche al largo del litorale tra Livorno e la foce dell'Arno (Marina di Pisa), coordinate 43° 38' 40" N e 9° 59' 20" E (WGS 84).

I luoghi di particolare interesse più vicini sono:

- Isola della Gorgona (distante 26 km)
- Scoglio delle Melorie (distante 25 km)



**Fig. 1 – Ubicazione impianto galleggiante**

Il terminale sarà ancorato attraverso una torretta esterna che funge anche da raccordo con la condotta, completamente interrata, per l'esportazione del gas naturale, quest'ultima raggiunge la terra ferma e si collegherà alla rete di Snam Rete Gas, in località Suese del Comune di Collesalveti.

## **5. INQUADRAMENTO ACUSTICO**

I piani di classificazione acustica comunali regolano le immissioni ed emissioni acustiche sul territorio comunale, gli specchi di mare antistanti alle coste non sono soggetti a classificazione secondo la Legge 447/95.

Non si esclude un eventuale confronto con i limiti fissati dal PCCA di Livorno nel caso in cui si calcolino livelli di rumore significativi in prossimità della costa, dell'isola di Gorgona e dello scoglio delle Melorie.

## **6. SORGENTI SPECIFICHE**

### **6.1 Premessa**

Per poter funzionare come terminale di rigassificazione la Golar Frost ha subito modifiche strutturali e ha dovuto essere dotata di un impianto di ancoraggio e di una condotta sottomarina che la connetta alla rete di trasmissione nazionale, oltre ad un'altra serie di modifiche quali:

- installazione dei bracci di carico/scarico;
- installazione di un impianto di rigassificazione.

Parallelamente all'installazione di nuove apparecchiature i progettisti hanno previsto di rimuovere dalla Golar Frost alcuni impianti asserviti alla navigazione non necessari all'impiego della nave come terminale.

In virtù di quanto premesso, le apparecchiature o impianti identificati come sorgenti sonore presenti sul terminale si possono suddividere in due categorie:

- impianti presenti sulla Golar Frost dopo la rimozione delle parti non necessarie;
- nuove installazioni per adattamento a terminale di rigassificazione.

Gli impianti sono ubicati sui seguenti ponti chiusi:

- floor deck
- 4th deck;
- 3rd deck;
- 2nd deck;
- upper deck;

oppure fanno parte dei seguenti gruppi collocati sui ponti esterni:

- wobbe system;
- module T16.

### **6.2 Caratteristiche sorgenti specifiche**

Nella tabella che segue si forniscono le specifiche tecniche degli impianti esistenti nella Golar Frost così come sono state fornite al redattore della presente valutazione dai tecnici della società OLT.

I dati riportati si riferiscono alla tipologia di apparecchiatura, alla potenza acustica della singola macchina ed al ponte di appartenenza. Per una più agevole localizzazione delle macchine in Allegato D8\_03 si riporta una planimetria con l'ubicazione delle sorgenti in oggetto.

Legenda modalità di funzionamento

nni = normalmente non in uso

E = emergenza

| SER NO. | NAME OF EQUIPMENT              | MODEL & TYPE   | Q'TY /SHIP  | PARTICULARS  | Lw(A) | POSITION   | Modalità di funzionamento |
|---------|--------------------------------|--|-------------|--|-------|--|---------------------------|
| 9       | NITROGEN SYSTEM                | NITRO GENERATOR (MEMBRANE SEPARATION OF NITROGEN FROM AIR) | 3<br>1<br>1 | 1. NUMBER OF UNIT<br>FEED AIR COMPRESSORS (1 SPARE)<br>NITROGEN GENERATING SKID<br>NITROGEN BUFFER TANK<br>2. SERVICE<br>CAPACITY - NITROGEN FLOW : 2 x 60 nm <sup>3</sup> /h<br>NITROGEN PURITY (N2 + ARGON) : 97 VOL %<br>PRODUCT DEWPOINT AT ARM. PRESS. : -70°C<br>OUTLET PRESSURE (MIN/MAX) : 60/80 bar G (5 bar G AFTER N2 BUFFER TANK OUTLET REDUCTION)<br>OUTLET TEMPERATURE (NORM.) : 50°C  | 99,5  | 2ND-DECK EL.:22.850<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-003   | 2 di 3                    |
| 10      | 1. AIR HANDLING UNIT (A/C-1,2) | HPB-10   | 2           | 1) FAN<br>- MODEL : HLZ 710<br>- AIR VOLUME : 33,073 (21,986) m <sup>3</sup> /h<br>- STATIC PRESSURE : 2,700 Pa<br>- REVOLUTION : 1,900 rpm<br>2) FAN MOTOR<br>- MODEL : 4RN 225 S25-4/6<br>- ELEC SOURCE : AC 440 V, 60 Hz, 3 Ph<br>- MOTOR OUTPUT : 40.0 kW<br>- REVOLUTION : 1,760 rpm<br>3) COOLER<br>- MEDIUM : R 404A<br>- CAPACITY : 473,860 kcal/h (EVAPORATION TEMP : 4.0 °C)<br>4) HEATER<br>- MEDIUM : 6.0 bar STEAM<br>- CAPACITY : 380,120 kcal/h<br>- STEAM CONSUMPTION : 762.0 kg/h | 100,0 | UPPER-DECK EL.:27.200<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-005 | 1 di 2                    |

| SER NO. | NAME OF EQUIPMENT                 | MODEL & TYPE | Q'TY /SHIP | PARTICULARS   | Lw(A)        | POSITION  | Modalità di funzionamento |
|---------|-----------------------------------|--------------|------------|---|--------------|---|---------------------------|
| 10      | 2. CONDENSING UNIT<br>(A/C-1,2)   | COKC 412702  | 2          | 1) COMPRESSOR<br>- MODEL : SMC 116S<br>- CAPACITY : 551 kW<br>- POWER CONSUMPTION : 150.3 kW<br>- REVOLUTION : 1,186 rpm<br>- No. OF CYLINDER : 16<br>- BORE : 100 mm<br>- STROKE : 80 mm<br>2) COMPRESSOR MOTOR<br>- MODEL : 4 RN 315L 06A8<br>- ELEC SOURCE : AC 440 V, 60 Hz, 3 Ph<br>- MOTOR OUTPUT : 175.0 kW<br>- REVOLUTION : 1,180 rpm<br>3) CONDENSER<br>- COOLING WATER CONSUMPTION : 153.5 m³/h<br>- COOLING WATER MEDIUM : FRESH WATER<br>- COOLING WATER DROP : 5.26 m.W.G | <b>101,0</b> | 2ND-DECK EL.:22.850<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-003      | 1 di 2                    |
| 10      | 3. AIR HANDLING UNIT<br>(A/C-3,4) | HPB-08       | 2          | 1) FAN<br>- MODEL : HLZ 630<br>- AIR VOLUME : 22,782 m³/h<br>- STATIC PRESSURE : 1,710 Pa<br>- REVOLUTION : 1,760 rpm<br>2) FAN MOTOR<br>- MODEL : 5RN 180 L25C6-416<br>- ELEC SOURCE : AC 440 V, 60 Hz, 3 Ph<br>- MOTOR OUTPUT : 19.0 kW<br>- REVOLUTION : 1,760 rpm<br>3) COOLER<br>- MEDIUM : R 404A<br>- CAPACITY : 150,500 kcal/h<br>(EVAPORATION TEMP : 5.0 °C)<br>4) HEATER<br>- MEDIUM : 6.0 bar STEAM<br>- CAPACITY : 180,600 kcal/h<br>- STEAM CONSUMPTION : 362 kg/h         | <b>95,0</b>  | UPPER-DECK<br>EL.:27.200<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-004 | 1 di 2                    |

| SER NO. | NAME OF EQUIPMENT                | MODEL & TYPE                                  | Q'TY /SHIP | PARTICULARS  | Lw(A) | POSITION  | Modalità di funzionamento |
|---------|----------------------------------|---|------------|--|-------|---|---------------------------|
| 10      | 4. CONDENSING UNIT (A/C-3,4)     | COKC 502320                                   | 2          | 1) COMPRESSOR<br>- MODEL : CMO 28<br>- CAPACITY : 175 kW<br>- POWER CONSUMPTION : 49.1 kW<br>- REVOLUTION : 1,580 rpm<br>- No. OF CYLINDER : 8<br>- BORE : 70 mm<br>- STROKE : 70 mm<br>2) COMPRESSOR MOTOR<br>- MODEL : XF 250 M04<br>- ELEC SOURCE : AC 440 V, 60 Hz, 3 Ph<br>- MOTOR OUTPUT : 63.0 kW<br>- REVOLUTION : 1,765 rpm<br>3) CONDENSER<br>- COOLING WATER CONSUMPTION : 39.3 m³/h<br>- COOLING WATER MEDIUM : FRESH WATER<br>- COOLING WATER DROP : 3.96 m.W.G | 87,0  | 2ND-DECK EL.:22.850<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-003  | 1 di 2                    |
| 18      | WORKING AIR COMPRESSOR           | (EML 54 EWNA) M.D., ROTARY SCREW F.W. COOLED  | 1          | CAPACITY (m³/h,FAD) : 350<br>DISCH. PRESS. (bar) : 9<br>PRIME MOVER : MOTOR (kW x rpm) = 55 x 1775   | 90,0  | 4TH-DECK EL.:9.350<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-001   | 1                         |
| 19      | CONTROL AIR COMPRESSOR           | (EML 54 EWNA) M.D., ROTARY SCREW, F.W. COOLED | 2          | CAPACITY (m³/h, FAD) :350<br>DISCH. PRESS. (bar) : 9<br>PRIME MOVER : MOTOR (kW x rpm) = 55 x 1775   | 90,0  | 4TH-DECK EL.:9.350<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-001   | 1 di 2                    |
| 24      | MAIN FEED WATER PUMP AND TURBINE | (DFB16) TURBINE DRIVEN HORIZONTAL CENTRIFUGAL | 2          | CAPACITY x TOTAL HEAD (m³/h x MTH) : 140 x 865<br>BORE (SUC x DISCH) : 150 x 125<br>SUCT TEMP : 127°C<br>SUCT PRESS ; 25m<br>INLET STEAM CONDITION : 60 kg/cm² x 510°C   | 100,0 | 3RD-DECK EL.: 14.750<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-003 | 1 di 2                    |

| SER NO | NAME OF EQUIPMENT                      | MODEL & TYPE                                     | Q'TY /SHIP | PARTICULARS                         |  |                                | Lw(A)        | POSITION   | Modalità di funzionamento |
|--------|--|--|------------|-------------------------------------|--|--------------------------------|--------------|--|---------------------------|
| 25     | 1. MAIN. S.W. CIRC. PUMP               | M.D.V.C<br>(1000 VCD-KRM)                        | 1          | (1000 VCD-KRM)<br>9000 / 4500 x 5/8 | BORE (SUCT x DISCH)<br>5K-1000A x 5K-1000A | MOTOR (kW x rpm)<br>250 x 360  | <b>103,0</b> | FLOOR-DECK EL.: 5.500<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-005 | nni                       |
|        | 2. AUX. S.W. CIRC. PUMP                | M.D.V.C<br>(1000 VCD - KRLM)                     | 1          | 9000 / 4500 x 5/8                   | 5K-1000A x 5K-1000A                        | 250 x 360                      | <b>103,0</b> |  | nni                       |
|        | 3. MAIN COOLING S.W. PUMP              | M.D.V.C<br>(350VCD-B2M)                          | 2          | 950 x 21                            | 5K-350A x 5K-350A                          | 80 x 1800                      | <b>97,0</b>  |  | 1 di 2                    |
|        | 4. CENTRAL COOLING F.W. PUMP           | M.D.V.C<br>(350VCD-B2M)                          | 2          | 1100 x 33                           | 5K-350A x 5K-350A                          | 160 x 1800                     | <b>100,0</b> |  | 1 di 2                    |
|        | 5. HOT WATER CIRC. PUMP                | M.D.H.C.F<br>(50MSS-JHIM)                        | 2          | 2 x 10                              | 10K-50A x 10K-50A                          | 0.75 x 1800                    | <b>86,0</b>  |  | 1 di 2                    |
|        | 6. MAIN CONDENSATE PUMP                | M.D.V.C<br>(300x150-2VCDS - AM)                  | 2          | 100 x 95                            | 5K-300A x 10K-150A                         | 55 x 1800                      | <b>96,5</b>  |  | 1 di 2                    |
|        | 7. DUMP DRAIN PUMP                     | M.D.V.C<br>(200x100-2VCDS - AM)                  | 1          | 80 x 95                             | 5K-200A x 10K-100A                         | 55 x 1800                      | <b>96,5</b>  |  | nni                       |
|        | 8. CONDENSATE DRAIN PUMP               | M.D.V.C<br>(125x65-2VCSE - AM)                   | 2          | 25 x 85                             | 5K-125A x 10K-65A                          | 18.5 x 1800                    | <b>92,5</b>  |  | 1 di 2                    |
|        | 9. BILGE FIRE & GENERAL SERVICE PUMP   | M.D.V.C-SP<br>(200-2VSR-BM-NV-S)<br>SELF PRIMING | 2          | 245/150 x 30/115                    | 5K-200A x 10K-200A                         | 110 x 1800                     | <b>98,5</b>  |  | nni                       |
|        | 10. WATER SPRAY PUMP                   | M.C.V.C<br>(300-2VSR-AM)                         | 2          | 750 x 110                           | 5K-300A x 10K-300A                         | 375 x 1800                     | <b>105,5</b> |  | E                         |
|        | 11. BALLAST PUMP                       | M.D.V.C<br>(550 VCD-AM)                          | 2          | 2800 x 35                           | 5K-550A x 5K-550A                          | 375 x 1200                     | <b>105,5</b> |  | 2 di 3                    |
|        | 12. DISTILLING PLANT S.W. FEED PUMP    | M.D.V.C<br>(125TVS-BM)                           | 2          | 90 x 43                             | 5K-125A x 5K-125A                          | 22 x 1800                      | <b>92,5</b>  |  | 1 di 2                    |
|        | 13. AUX. L.O. PUMP                     | M.D.V.C-TM<br>(200TVC-AP)<br>DEEP WELL           | 2          | 150 x 3.5                           | 10K-200A                                   | 45 x 1800                      | <b>96,5</b>  |  | 1 di 2                    |
|        | 14. FIRE LINE PRESSURIZING PUMP        | M.D.H.C<br>(32-2MSH-AM)                          | 1          | 2 x 115                             | 5K-32A x 16K-32A                           | 7.5 x 3600                     | <b>90,5</b>  |  | 1                         |
|        | 15. AUX. CENT. COOL. F.W. BOOSTER PUMP | M.D.V.C<br>(125TVS-AM)                           | 2          | CAP (m³/H x MTH)<br>145 X 25        | BORE(SUCT x DISCH)<br>5K-125A x 5K-125A    | MOTOR(KW x rpm)<br>18.5 x 1800 | <b>92,5</b>  | 3RD-DECK EL.: 14.750<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-005  | 1 di 2                    |
|        | 16. LOW DUTY CONDENSATE PUMP           | M.D.V.C<br>(125x65-2VCSE-AM)                     | 1          | 25 x 95                             | 5K-125A x 10K-65A                          | 22 x 1800                      | <b>92,5</b>  | FLOOR-DECK EL.: 5.500<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-005 | nni                       |
|        | 17. FIRE PUMP                          | M.D.V.C<br>(150-2VCS-SM)                         | 1          | 150 x 115                           | 5K-150A x 10K-150A                         | 100 x 1800                     | <b>98,5</b>  |  | E                         |
|        | 18. S.W. BOOSTER PUMP FOR MGPS         | (50MSS-JHI)                                      | 1          | 18 x 35                             | 5K-50A x 5K-150A                           | 3.7 x 3600                     | <b>87,0</b>  |  | 1                         |

| SER NO | NAME OF EQUIPMENT        | MODEL & TYPE  | Q'TY /SHIP | PARTICULARS   | Lw(A)       | POSITION  | Modalità di funzionamento |
|--------|--------------------------|---|------------|---|-------------|---|---------------------------|
| 32     | 1. E/R EXHAUST VENT. FAN | (N8L5/ZO.25/1400)<br>M.D., AXIAL FLOW,<br>REVERSIBLE    | 2          | CAPACITY(m <sup>3</sup> /min x mmAq) : 1750 x15<br>MOTOR (KW x rpm) : 22 x 1175                                 | <b>95,0</b> | C-DECK EL.: 36.800<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-006   | 2 di 2                    |
|        | 2. E/R SUPPLY VENT. FAN  | (N8L5/VO.25/1400)<br>M.D., AXIAL FLOW,<br>NON-REVERSIBL | 4          | CAPACITY(m <sup>3</sup> / min x mmAq) : 1750x 50<br>MOTOR (kW x rpm): 37 x 1175                                 | <b>95,0</b> |   | 4 di 4                    |
| 46     | 1. F.W.HYDROPHORE UNIT   | (50MSS-BM)<br>VERTICAL<br>CENTRIFUGAL                   | 1          | PUMP : 10CHANGWON CITY, m <sup>3</sup> /h x 70 MTH X 2 SETS<br>TANK : 2000 L x 1 SET<br>MOTOR : 75kW x 3600 rpm | <b>96,5</b> | 3RD-DECK EL.: 14.750<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-002 | 1                         |
|        | 2. D.W. HYDROPHORE UNIT  | (50MSS-BM)<br>VERTICAL<br>CENTRIFUGAL                   | 1          | PUMP : 6m <sup>3</sup> /h x 65 MTH x 2 SETS<br>TANK : 1000 L x 1 SET<br>MOTOR : 5.5 Kw x 3600 rpm               | <b>87,0</b> |   | 1                         |

| ITEM                      | NAME OF EQUIPMENT              | Lw(A) | POSITION   | Modalità di funzionamento                             |   |
|---------------------------|--------------------------------|-------|--|---|---|
| 384-PA-001A               | SEA WATER PROCESS PUMP         | 102,9 | FLOOR-DECK EL.: 5.500<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-005 | 3 di 4  |   |
| 384-PA-001B               |                                | 102,9 |  |   |   |
| 384-PA-001C               |                                | 102,9 |  |   |   |
| 384-PA-001D               |                                | 102,9 |  |   |   |
| 384-PA-002A               | SEA WATER COOLING PUMP         | 102,2 |  | 3RD-DECK EL.: 14.750<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-002 | 2 di 3                                      |
| 384-PA-002B               |                                | 98,8  |  |   |   |
| 723-XQ-001                | HYPOCHLORITE DOSING SYSTEM     | 102,2 |  |   | MODULE T16<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-008 |
| 714-CS-001A               | LUBE OIL SYSTEM FOR NEW TG     | 98,1  | 2 di 2   |   |   |
| 714-CS-001B               | LUBE OIL SYSTEM FOR NEW TG     | 98,1  |  |   |   |
| 661-DC-001A/B TURBINE     | TURBO GENERATION STEAM TURBINE | 102,3 | 2 di 2   |   |   |
| 661-DC-001A/B GEAR BOX    |                                | 98,7  |  |   |   |
| 661-DC-001A/B GENERATOR   |                                | 102,9 |  |   |   |
| 661-DC-001A/B LUBE OIL    |                                | 100,9 |  |   |   |
| 582-PX-001A/B             | SANITARY DISCHARGE PUMPS       | 94,3  |  | in marcia solo durante lo scarico                     |   |
| 905-KA-001 COMPRESSOR     | BOG COMPRESSOR                 | 92,0  |  |   |   |
| 905-KA-001 GEAR BOX       |                                | 101,0 |  |   |   |
| 905-KA-001 ELECTRIC MOTOR |                                | 94,5  |  |   |   |
| 905-KA-001 LUBE OIL       |                                | 98,0  |  |   |   |
| 905-KA-001 SUCTION 2m     |                                | 84,5  |  |   |   |
| 905-KA-001 DISCHARGE 2m   |                                | 96,0  |  |   |   |
| 935-PA-001                | PROPANE PUMP                   | 99,7  | 1  |   |   |
| 915-PS-001A               | BOOSTER PUMP                   | 95,2  | 2 di 2   |   |   |
| 915-PS-001B               |                                | 95,2  |  |   |   |
| 915-PS-001C               |                                | 95,2  |  |   |   |

| ITEM           | NAME OF EQUIPMENT   | Lw(A) | POSITION                                      | Modalità di funzionamento |
|----------------|---------------------|-------|---|---------------------------|
| 900-XC-101A/1  | PSA NITROGEN SKID   | 103,0 | WOBBE SYSTEM<br>Allegato D8_03<br>Tav. IA-007 | 3 di 3                    |
| 900-XC-101A/2  |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-XC-101AB/1 |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-XC-101B/2  |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-XC-101C/1  |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-XC-101C/2  |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-KC-001     | COMPRESSOR          | 98,1  |   | 4 di 5                    |
| 900-KC-002     |                     | 98,1  |   |                           |
| 900-KC-003     |                     | 98,1  |   |                           |
| 900-KC-004     |                     | 98,1  |   |                           |
| 900-KC-005     |                     | 98,1  |   |                           |
| 900-HB-001     | COOLING WATER UNIT  | 94,2  |   | 4 di 5                    |
| 900-HB-002     |                     | 94,2  |   |                           |
| 900-HB-003     |                     | 94,2  |   |                           |
| 900-HB-004     |                     | 94,2  |   |                           |
| 900-HB-005     |                     | 94,2  |   |                           |
| 900-VZ-001/a   | FEED AIR DRYER SKID | 103,0 |   | 4 di 5                    |
| 900-VZ-001/b   |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-VZ-002/a   |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-VZ-002/b   |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-VZ-003/a   |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-VZ-003/b   |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-VZ-004/a   |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-VZ-004/b   |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-VZ-005/a   |                     | 103,0 |   |                           |
| 900-VZ-005/b   |                     | 103,0 |   |                           |

## 7. VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO

### 7.1 Generalità

La valutazione previsionale di impatto acustico è stata condotta per mezzo di un software in grado di modellizzare la propagazione dell'onda sonora in ambiente esterno e calcolare i livelli di pressione sonora diffusa all'interno delle diverse compartimentazioni dello scafo della nave.

### 7.2 Predisposizione del modello numerico

Il modello di propagazione sonora e dei livelli di pressione sonora diffusi all'interno dei locali chiusi è stato eseguito dal software previsionale acustico IMMI 5.1.5a sulla base delle relazioni contenute nella norma **ISO 9613** per quanto riguarda la modellizzazione di sorgenti puntiformi, lineari, superficiali. La variabilità del calcolo è strettamente legata alla variabilità dei dati di ingresso. Si è proceduto di conseguenza a creare uno scenario virtuale con lo scopo di poter riprodurre nel modo più ampio possibile la variabilità connessa alla tipologia di sorgenti sonore considerate.

#### 7.2.1 Livelli di pressione sonora diffusa all'interno dei locali della nave

Per lo sviluppo del modello relativo alla definizione dei livelli di pressione sonora diffusa all'interno dello scafo si è proceduto mediante:

- inserimento nel progetto delle immagini .jpg relative alla planimetria degli ambienti in cui sono state individuate le sorgenti di rumore;
- riduzione in scala delle immagini importate;
- creazione ed inserimento delle sorgenti di rumore (nel caso specifico sono state inserite sorgenti puntiformi rappresentative delle apparecchiature installate o da installarsi);
- inserimento di poligoni a definizione dello scafo della nave e pareti di separazione interne;
- predisposizione di una griglia di calcolo per la previsione di impatto acustico.

Per quanto concerne gli altri parametri introdotti nel modello di calcolo, si precisa che le simulazioni sono state condotte impostando un coefficiente di assorbimento medio degli ambienti pari a 0,01 e assenza di aperture verso l'esterno. Per il calcolo delle isofoniche è stata predisposta una griglia i cui elementi hanno dimensioni 0,1 m x 0,1 m.

Al termine dei lavori sono state fornite le tavole con riportate le curve isofoniche relative agli ambienti di indagine alla quota di 2 metri in scala 1:200.

### 7.2.2 Livelli di pressione sonora

Il calcolo dei livelli di rumore propagati in campo libero conseguenza delle emissioni afferenti le sorgenti collocate sui ponti esterni è avvenuto secondo la seguente procedura:

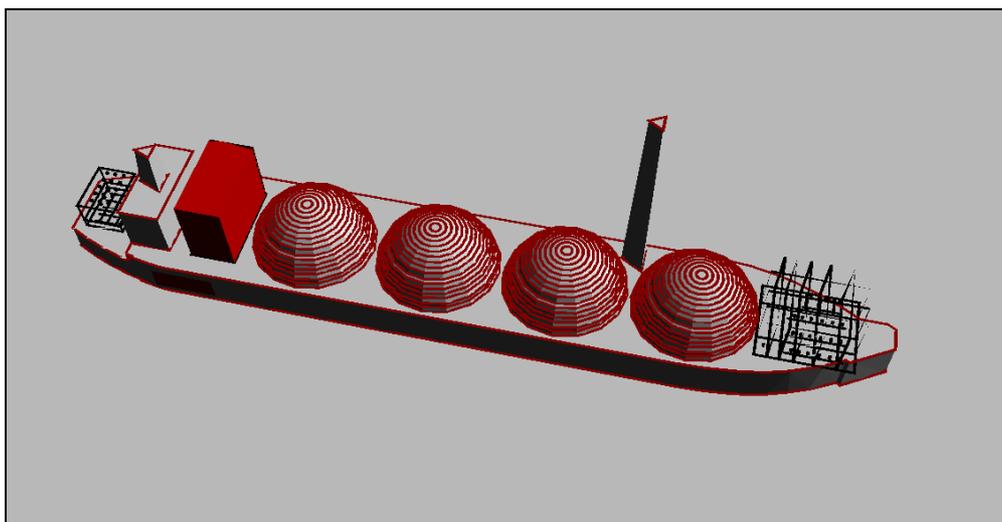
- inserimento di una mappa di base 1:10.000 della zona interessata (nel caso specifico di uno specchio di mare sufficientemente ampio a dimostrare la degradazione dell'onda sonora con l'aumentare della distanza);
- inserimento sulla planimetria di base della nave con gli ingombri delle strutture collocate sui ponti;
- creazione ed inserimento delle sorgenti di rumore (nel caso specifico sono state inserite delle sorgenti superficiali rappresentanti le pareti dello scafo e sorgenti puntuali rappresentanti gli impianti sui ponti esterni);
- predisposizione di una griglia di calcolo per la previsione di impatto acustico.

Per quanto concerne gli altri parametri introdotti nel modello di calcolo, si precisa che le simulazioni sono state effettuate supponendo le condizioni ambientali:  $T=20$  °C e umidità pari a 70 %, per la superficie di propagazione (acqua) si è impostato il coefficiente  $G$  pari a 1 (norma ISO 9613-2). Gli altri parametri impostati nel modello di calcolo riguardano:

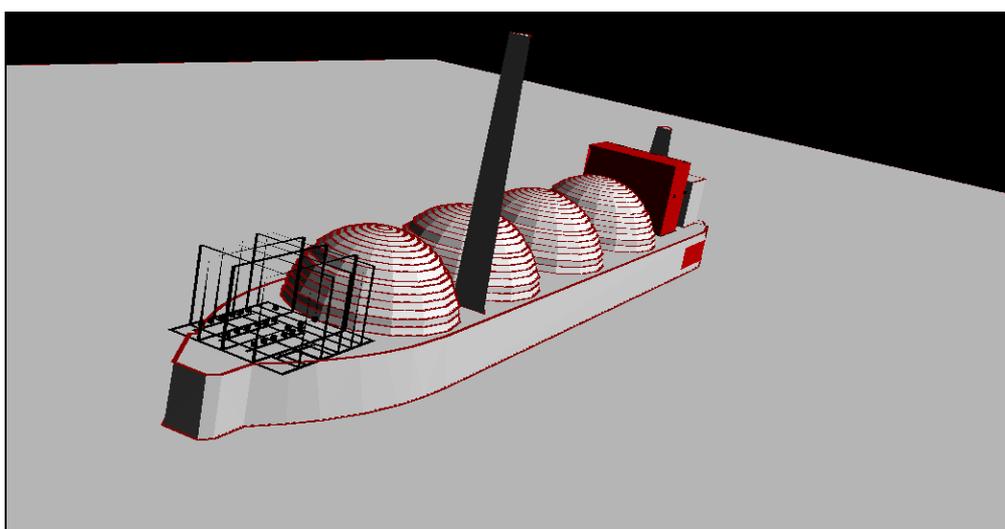
- condizione di calcolare almeno una riflessione,
- la condizione di campo libero davanti alle superfici di almeno 1 m lineare;
- la condizione di propagazione sottovento,
- la predisposizione di una griglia i cui elementi hanno dimensioni 1 m x 1 m.

Al termine dei lavori saranno fornite le tavole con riportate le curve isofoniche relative all'area di indagine e zone limitrofe, alla quota di 0,5 e 6 m, dalla superficie del mare in scala 1:10.000 ed 1:2.500.

Nelle figure successive si mostra il modello tridimensionale della FSRU.



**Fig. 3.1 – Immagine tridimensionale del modello della “Golar Frost”**



**Fig. 3.2 – Immagine tridimensionale del modello della “Golar Frost”**

### **7.3 Ipotesi di calcolo**

Nei paragrafi che seguono verrà impostato il calcolo previsionale dell'impatto acustico.

Per determinare le caratteristiche acustiche delle apparecchiature attualmente presenti e di quelle che verranno installate, si è pertanto dovuto procedere in modo assolutamente teorico, utilizzando i dati forniti dai progettisti degli impianti.

Le ipotesi di lavoro riportate di seguito, pur risultando cautelative si ritengono plausibili:

1. in relazione alle sorgenti sonore che saranno inserite nel modello per la propagazione del rumore in ambiente esterno, si specifica che le singole apparecchiature sono state implementate come sorgenti

puntiformi mentre, le parti di scafo della nave relative a locali interni in cui sono presenti impianti rumorosi, come sorgenti superficiali;

2. per quanto riguarda lo scafo della nave si è supposto un potere fonoisolante pari a 41 dB(A) a fronte di uno spettro di attenuazione avente la seguente distribuzione:

|     |     |     |      |      |      |      |    |
|-----|-----|-----|------|------|------|------|----|
| 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | Hz |
| 20  | 29  | 43  | 48   | 56   | 57   | 57   | dB |

**Tabella 5 – Potere fonoisolante scafo**

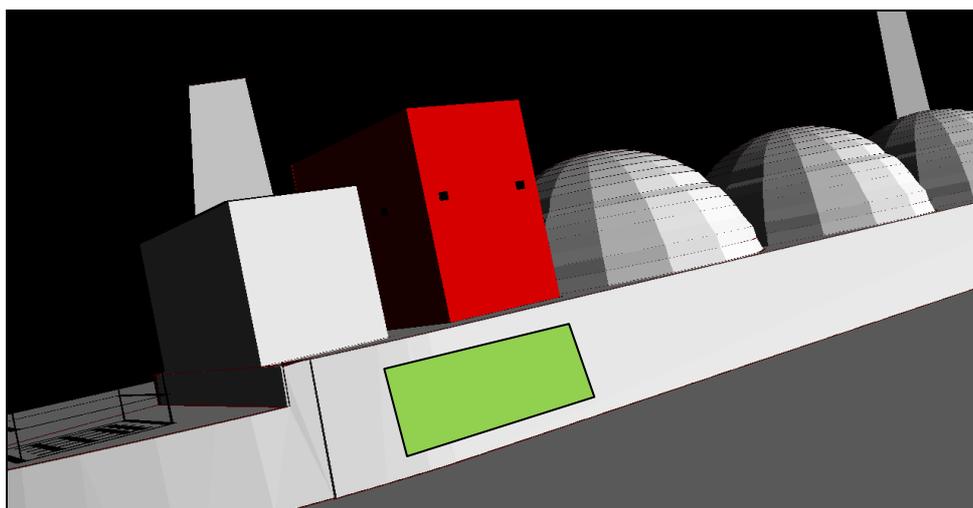
3. le sorgenti all’interno dei locali chiusi sono state collocate ad una quota di 2 m dal pavimento, le sorgenti sui ponti esterni sono state collocate alla quota rilevata dalla lettura del progetto grafico della nave.

Si evidenzia che per i seguenti ponti:

- floor deck
- 4th deck;
- 3rd deck;

è stato valutato il livello di pressione sonora diffusa all’interno delle compartimentazioni mentre è stato trascurato il contributo in ambiente esterno in quanto locali collocati sotto il piano di galleggiamento dello scafo.

Nella figura si mostra, ad esempio, la superficie in verde inserita nel modello numerico per implementare il contributo di rumore verso l’esterno dalla STG Room.



**Fig. 4 – Superficie a modello delle emissioni della New Tg Room**

## **8. RISULTATI MODELLO NUMERICO**

Nel presente capitolo si riportano i risultati delle simulazioni attraverso le rappresentazioni grafiche delle curve isofoniche generate dal modello acustico implementato.

Nella prima parte del capitolo (paragrafo 8.1) si mostrano le tavole in formato A3 in scala 1:200 dei livelli di pressione sonora diffusi all'interno dei locali in cui sono collocate le sorgenti. In Allegato D8\_04 le tavole numeriche del modello acustico alla quota di 0,5 m e 6 m dalla superficie dell'acqua.

## 8.1 Livelli pressione sonora diffusi

### 8.1.1 Floor Deck El.: 5.500

- Impianti:

MAIN. S.W. CIRC. PUMP  
AUX. S.W. CIRC. PUMP  
MAIN COOLING S.W. PUMP  
HOT WATER CIRC. PUMP  
MAIN CONDENSATE PUMP  
DUMP DRAIN PUMP  
CONDENSATE DRAIN PUMP  
BILGE FIRE & GENERAL SERVICE PUMP  
WATER SPRAY PUMP  
BALLAST PUMP  
DISTILLING PLANT S.W. FEED PUMP  
AUX. L.O. PUMP  
FIRE LINE PRESSURIZING PUMP  
LOW DUTY CONDENSATE PUMP  
FIRE PUMP  
S.W. BOOSTER PUMP FOR MGPS

SEA WATER PROCESS PUMP  
SEA WATER COOLING PUMP  
HYPOCHLORITE DOSING SYSTEM

8.1.2 *4th Deck El.: 9.350*

- Impianti

WORKING AIR COMPRESSOR

CONTROL AIR COMPRESSOR

CENTRAL COOLING F.W. PUMP

### 8.1.3 3rd Deck El.: 14.750

#### - Impianti

MAIN FEED WATER PUMP AND TURBINE  
AUX. CENT. COOL. F.W. BOOSTER PUMP  
F.W.HYDROPHORE UNIT  
D.W. HYDROPHORE UNIT

LUBE OIL SYSTEM FOR NEW TG  
TURBO GENERATION STEAM TURBINE  
SANITARY DISCHARGE PUMPS

8.1.4 2rd Deck El.: 22.850

- Impianti

CONDENSING UNIT (A/C 1,2)

CONDENSING UNIT (A/C 3,4)

N2 COMPRESSOR

N2 GENERATOR

8.1.5 *Upper deck El.: 27.200*

- Impianti

AIR HANDLING UNIT (A/C 1,2)

AIR HANDLING UNIT (A/C 3,4)

## **8.2 Livelli pressione sonora in ambiente esterno**

### *8.2.1 Golar Frost*

- Impianti

E/R EXHAUST VENT. FAN

WOBBE SYSTEM

MODULE T16

*(vedere allegato D8\_04)*

## 9. CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta al fine di valutare in via previsionale l'impatto acustico generato dalla gestione del terminale di rigassificazione offshore a largo delle coste livornesi da parte della società **OLT Energy Toscana S.p.A.**, titolare del progetto per la costruzione.

La valutazione di impatto acustico è stata condotta per mezzo del software previsionale IMMI 5.1.5a nel quale sono state inserite le informazioni relative alla rumorosità delle singole apparecchiature e la struttura del terminale di rigassificazione.

Dal punto di vista legislativo i piani di classificazione acustica sono cogenti esclusivamente sui territori comunali di pertinenza mentre gli specchi di mari antistanti alle coste non risultano classificati. Nello studio si è provveduto, quindi, a realizzare un modello che fornisse informazioni sui livelli di rumore immesso in prossimità delle aree con presenza umana meno distanti.

Il modello di calcolo implementato per valutare la propagazione del rumore in ambiente esterno ha mostrato che ad una distanza di circa 1 km è già rispettato il limite di emissione notturno di Classe I pari a 35 dB(A) a fronte di una distanza dell'isola più vicina pari a 25 km.

## **Allegato D8\_02**

Corografia dell'area

## **Allegato D8\_03**

Planimetrie con l'ubicazione delle sorgenti sonore

*Tav. IA-001*

*Tav. IA-002*

*Tav. IA-003*

*Tav. IA-004*

*Tav. IA-005*

*Tav. IA-006*

*Tav. IA-007*

*Tav. IA-008*

## **Allegato D8\_04**

### Tavole modello numerico

*Tav. IA-009 Area 850m x 500m h=0,5m*

*Tav. IA-010 Area 850m x 500m h=6,0m*

*Tav. IA-011 Area 3000m x 2000m h=6,0m*