




Trans Adriatic  
Pipeline

TAP AG Project Title / Facility Name:  
**Trans Adriatic Pipeline Project**

Document Title:  
**Allegato A Studio Modellazione Acustica**

| Rev. | Revision Date<br>(dd-mm-yyyy) | Reason for issue and Abbreviation for it |     | Prepared<br>by | Checked<br>by    | Approved<br>by |
|------|-------------------------------|--|-----|----------------|------------------|----------------|
| 2    | 06-10-2016                    | Emesso per Informazione                  | IFI | M. Ruffoni     | M. De<br>Stefano | L. Bertolè     |
| 1    | 21-09-2016                    | Emesso per Informazione                  | IFI | M. Ruffoni     | M. De<br>Stefano | L. Bertolè     |
| 0    | 25-08-2015                    | Emesso per Informazione                  | IFI | M. Ruffoni     | L. Bertolè       | D. Strippoli   |
| A    | 16-06-2015                    | Emesso per Revisione                     | IFR | M. Ruffoni     | L. Bertolè       | D. Strippoli   |



|   |                                |                   |
|---|--------------------------------|-------------------|
|  | <i>Contractor Name:</i>        | ERM Italia S.p.A. |
|   | <i>Contractor Project No.:</i> | 0360462           |
|   | <i>Contractor Doc. No.:</i>    | na                |
|   | <i>Tag No's.:</i>              |                   |

|                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| <i>TAP AG Contract No.:</i> C533 | <i>Project No.:</i> na |
|----------------------------------|------------------------|

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| <i>PO No.:</i> na | <i>Page:</i> 1 of 16 |
|-------------------|----------------------|

|                             |
|-----------------------------|
| <i>TAP AG Document No.:</i> |
|-----------------------------|

**IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035**

|  |                     |   |           |         |
|--|---------------------|---|-----------|---------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2       |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 2 of 16 |

## INDICE



|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Introduzione.....</b>  | <b>3</b>  |
| 1.1 Premesse .....   | 3         |
| <b>2. Metodologia .....</b>  | <b>4</b>  |
| 2.1 Sommario .....   | 4         |
| 2.2 Modello di Calcolo .....   | 4         |
| 2.2.1 Caratterizzazione delle sorgenti sonore.....                     | 4         |
| 2.2.2 Caratterizzazione dell'ambiente subacqueo .....                  | 7         |
| 2.2.3 Metodi di calcolo per la propagazione del rumore subacqueo ..... | 12        |
| <b>3. Risultati .....</b>  | <b>13</b> |
| 3.1 Livelli Sonori Previsti.....                                       | 13        |

### ELENC DELLE TABELLE

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Tabella 2.1 | Composizione della flotta di imbarcazioni                             | 4  |
| Tabella 2.2 | Profilo del fondale marino – Recupero TBM- Sezione orientale          | 11 |
| Tabella 2.3 | Profilo del fondale marino – Posa dei tubi- Sezione orientale         | 11 |
| Tabella 3.1 | Distanze calcolate per i criteri di disturbo comportamentale adottati | 15 |

### ELENCO DELLE FIGURE

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 1.1 | Area del Progetto   | 3  |
| Figura 2.1 | Spettro $SPL_{(rms)}$ previsto a 1 m – Recupero TBM                   | 6  |
| Figura 2.2 | Spettro $SPL_{(rms)}$ previsto a 1 m – Posa della condotta            | 6  |
| Figura 2.3 | Transetti considerati nella simulazione acustica                      | 8  |
| Figura 2.4 | Profilo di velocità del suono – Transetto Orientale                   | 9  |
| Figura 2.5 | Profilo di velocità del suono – Transetto sud-orientale               | 10 |
| Figura 3.1 | Livelli sonori previsti (Recupero TBM)                                | 13 |
| Figura 3.2 | Livelli sonori previsti (Posa dei tubi)                               | 14 |
| Figura 3.3 | Distanza calcolata per i criteri RSM adottati (m) Recupero della TBM  | 15 |
| Figura 3.4 | Distanza calcolata per i criteri RSM adottati (m) Posa della Condotta | 16 |

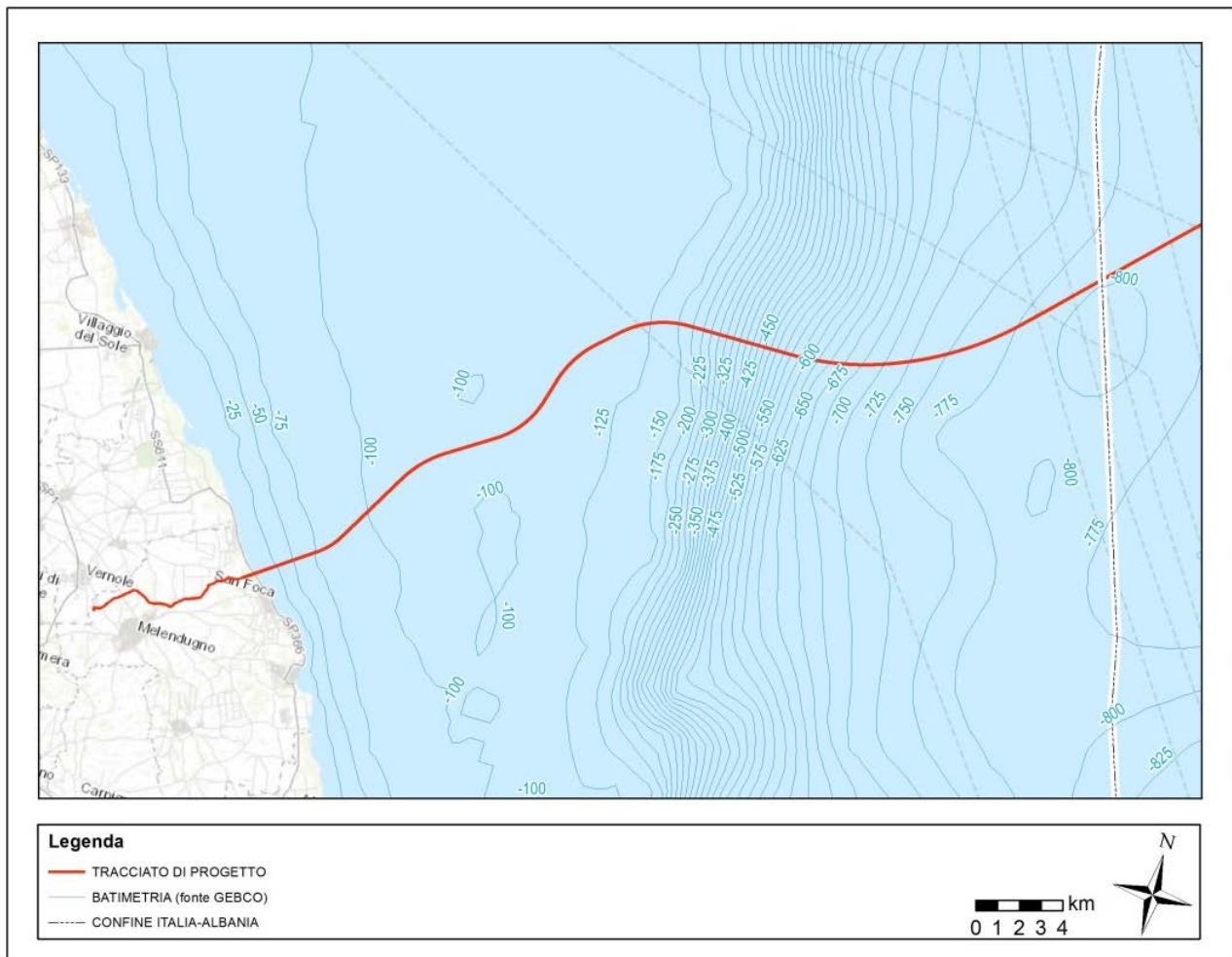
|  |                     |   |           |         |
|--|---------------------|---|-----------|---------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2       |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 3 of 16 |

## 1. Introduzione

### 1.1 Premesse

La Figura 1.1 illustra l'Area di Progetto, compreso il tracciato offshore della condotta.



**Figura 1.1 Area del Progetto**



*Note: I dati profondità sono stati determinati attraverso l'analisi GIS dei dati batimetrici di GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans - <http://www.gebco.net/>). GEBCO è un modello del terreno / fondale continuo globale per l'oceano e la terra con una risoluzione spaziale di 30 arco/secondi.*

Il presente documento riporta lo studio modellistico di propagazione del rumore in ambiente subacqueo realizzato al fine di valutare gli effetti indotti dalle attività di recupero TBM e posa della condotta del progetto TAP sulla fauna marina, sia in termini di potenziale disturbo che di effetti comportamentali.

Lo studio ha evidenziato che il progetto comporterà nel complesso bassi livelli di rumore con picchi più elevati riscontrati in concomitanza dell'utilizzo di propulsori nel corso delle operazioni di recupero della Tunnel Boring Machine (TBM) al punto di uscita del Microtunnel e posa della condotta.

|  |                     |   |           |         |
|--|---------------------|---|-----------|---------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2       |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 4 of 16 |

In particolare, i livelli di rumore generati da tali attività, saranno temporanei e inferiori a quelli indotti da tipiche sorgenti antropiche di rumore subacqueo, quali la prospezione sismica o la palificazione marina, e si prevede che la fauna marina sarà in grado di allontanarsi dall'area.

Non sono attesi pertanto effetti quali mortalità, potenziali lesioni letali e/o permanenti (tra cui le lesioni delle vie uditive), che di conseguenza non sono presi in esame nel presente rapporto.

## 2. Metodologia

### 2.1 Sommario

Lo studio modellistico di propagazione del rumore in ambiente subacqueo realizzato è di carattere sito specifico in quanto ha tenuto conto delle proprietà acustiche specifiche dell'area in esame nella determinazione della distanza di propagazione del rumore.

In particolare, lo studio ha preso in esame il rumore generato dalle attività di recupero della TBM e posa della condotta, i cui potenziali effetti sulla fauna marina sono limitati a disturbi comportamentali. La valutazione di tali effetti si è basata su criteri di esposizione sonora referenziati, acquisiti da fonti bibliografiche esistenti; per alcuni gruppi o specie in assenza di criteri descrittivi, sono stati adottati criteri basati sui dati biologici della specie e relativa risposta al rumore.

Lo studio ha calcolato le distanze dalle aree di recupero TBM e posa della condotta, alle quali saranno raggiunti o superati i criteri adottati per la valutazione degli impatti comportamentali, evidenziando i potenziali impatti sonori e le aree in cui potrebbero verificarsi.

Il presente capitolo riporta l'approccio metodologico alla base dello studio modellistico condotto, mentre i risultati del modello sono riportati nel Capitolo 3.

### 2.2 Modello di Calcolo



#### 2.2.1 Caratterizzazione delle sorgenti sonore

Le principali emissioni sonore saranno prodotte dai propulsori delle imbarcazioni che operano durante il recupero della TBM e la posa della condotta. I propulsori generano elevati livelli di spinta che comportano una notevole cavitazione dell'elica e, di conseguenza, elevati livelli di rumore subacqueo, che raggiungono il picco massimo nel campo di frequenza compreso tra i 25 e i 50 Hz .

La composizione della flotta di imbarcazioni coinvolte nel recupero della TBMe nella posa della condotta e le loro caratteristiche emissive sono illustrate nella Tabella 2.1.

**Tabella 2.1 Composizione della flotta di imbarcazioni**

| Fase               | Nave/Attrezzatura                                   | Numero | Livello di rumore (dB re 1 $\mu$ Pa a 1 m) | Ore/giorno |
|--------------------|---|--------|--|------------|
| Recupero della TBM | Nave appoggio ai sommozzatori (Dive Support Vessel) | 1      | 167  | 24         |
|                    | Rimorchiatore (Anchor Handling Tug)                 | 2      | 189  | 24         |

|  |                     |   |           |         |
|--|---------------------|---|-----------|---------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2       |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 5 of 16 |

| Fase                | Nave/Attrezzatura                         | Numero | Livello di rumore (dB re 1 µPa a 1 m) | Ore/giorno |
|---------------------|---|--------|---------------------------------------|------------|
| Posa della condotta | Imbarcazione posatubi –                   | 1      | 183                                   | 24         |
|                     | Rimorchiatore (Anchor Handling Tug - AHT) | 3      | 189                                   | 24         |
|                     | Trasportatore tubi                        | 1      | 188                                   | 24         |

Come riportato in Tabella, lo studio ha assunto che le imbarcazioni operino in continuo, 24 ore su 24, alla massima emissione sonora. Nell'operatività reale della fase di recupero TBM e posa della condotta è improbabile che ciò si verifichi, tuttavia tale assunzione conservativa ha permesso di valutare i potenziali impatti nello scenario più sfavorevole.

Per ciascuna attività (recupero TBM e posa della condotta) il modello ha considerato un'unica sorgente di rumore puntuale, il cui livello di rumore complessivo è stato ottenuto considerando tutti i macchinari in funzione contemporaneamente e alla massima potenza (si veda Tabella 2.1).

E' stato assunto un valore di profondità delle sorgenti di rumore pari a 7 m sotto la superficie dell'acqua, e sono stati sviluppati gli spettri delle sorgenti di rumore per le operazioni di recupero TBM e posa della condotta, illustrati rispettivamente in Figura 2.1 e in Figura 2.2.



I livelli sonori dello spettro illustrati nella Figura 2.1 e Figura 2.2 sono presentati in termini di livelli sonori singoli in bande di 1/3 di ottava che, sommati, constano in un livello sonoro complessivo a 1 m dalla fonte pari a 192 dB re 1 µPa a 1 m (rms) per il recupero TBM e 195 dB re 1 µPa a 1 m (rms) per la posa della condotta.

Lo studio ha pertanto assunto che le imbarcazioni coinvolte nelle operazioni di recupero TBM generano nel complesso un livello sonoro totale pari a 192 dB re 1 µPa a 1 m (rms) (1) mentre quelle impegnate nella posa della condotta generano un livello sonoro pari a 195 dB re 1 µPa a 1 m (rms).

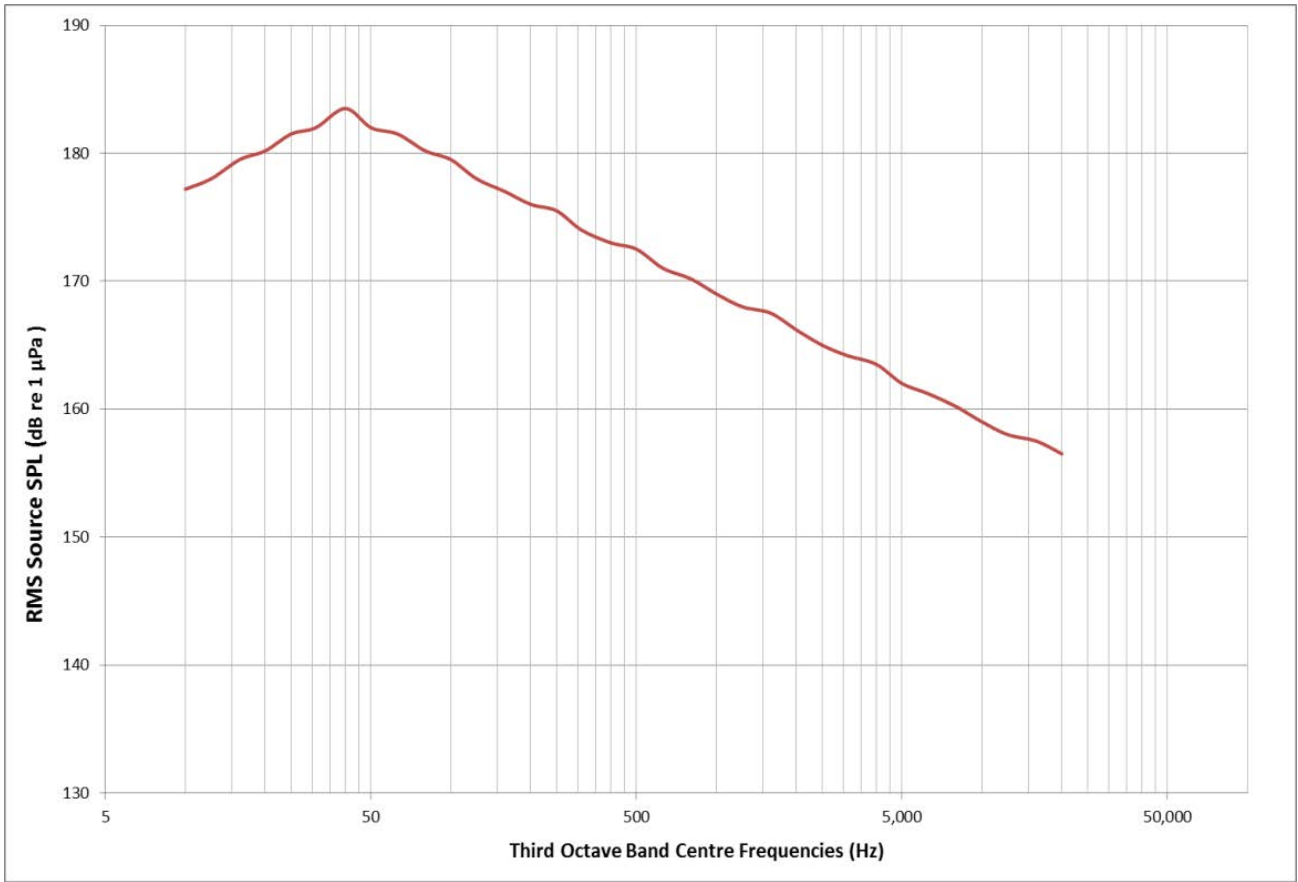
Tale assunzione è conservativa, in quanto rappresentativa dei massimi livelli sonori attesi. I livelli sonori di 173, 181 e 188 dB re 1 µPa a 1 m (rms) sono stati registrati per il 5°, 50° e il 95° percentile quando non sono in uso i propulsori(2), ne consegue che i livelli sonori nel corso delle normali operazioni (50° percentile) siano minori di circa 11 dB rispetto a quanto riportato in Tabella 2.1.

(1) Wyatt R. Joint Industry Programme on Sound and Marine Life Review of Existing Data on Underwater Sounds Produced by the Oil and Gas Industry, Edizione 1, 2008.

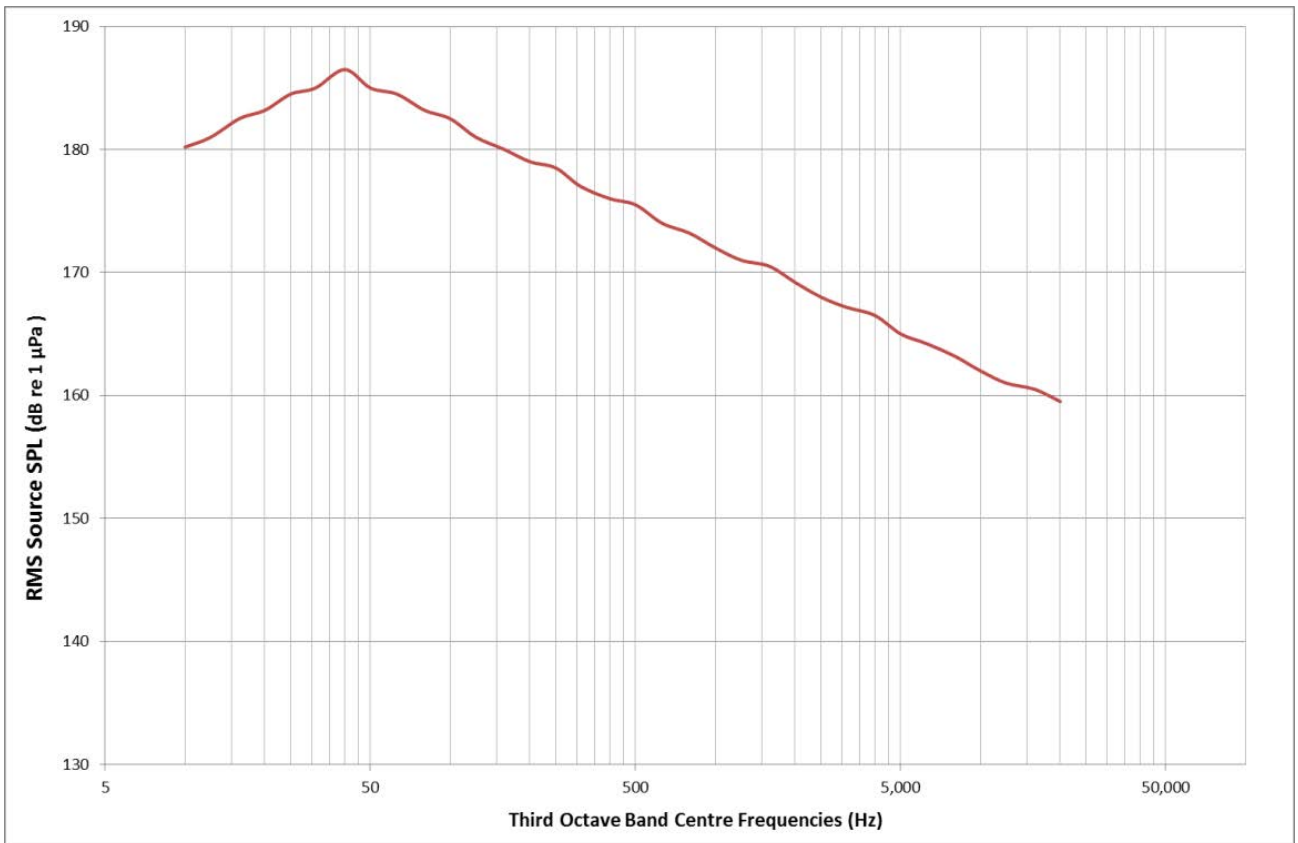
(2) Erbe et al 2013 "Underwater noise from offshore oil production vessels", Erbe, C., McCauley, R., McPherson, C. and Gavrilov, A. J. Acoust. Soc. Am. 133 (6), p. EL465-470, 2013.



|  |                     |   |           |         |
|--|---------------------|---|-----------|---------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2       |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 6 of 16 |

**Figura 2.1 Spettro SPL<sub>(rms)</sub> previsto a 1 m – Recupero TBM**



**Figura 2.2 Spettro SPL<sub>(rms)</sub> previsto a 1 m – Posa della condotta**



|  |                     |   |           |         |
|--|---------------------|---|-----------|---------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2       |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 7 of 16 |

## 2.2.2 Caratterizzazione dell'ambiente subacqueo

### 2.2.2.1 Caratteristiche generali



La simulazione della propagazione del rumore in ambiente subacqueo, e la successiva determinazione dei livelli sonori indotti a varie distanze dalle sorgenti emmissive, ha preso in esame le caratteristiche acustiche specifiche di ciascuna area interessata dalle attività di recupero TBM e posa dei tubi.

Questo capitolo presenta i fattori ambientali che maggiormente influenzano la propagazione del suono in ambiente subacqueo, e le principali assunzioni/semplificazioni fatte ai fini modellistici.

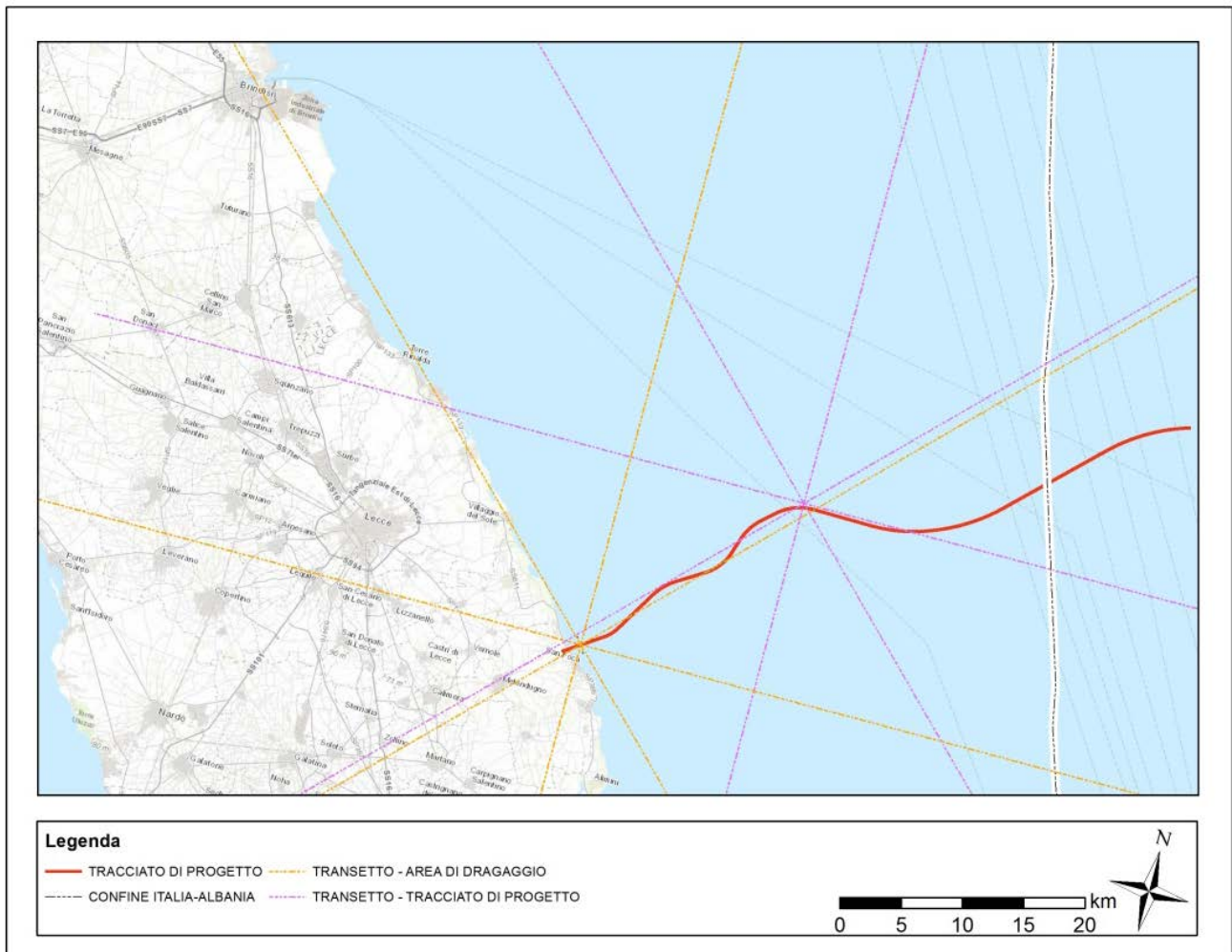
Le attività di posa della condotta avverranno lungo tutto il tracciato del gasdotto; tuttavia ai fini modellistici, è stata analizzata una singola area di lavoro, valutata come la più critica in termini di interferenza. In Figura 2.3 si riporta la localizzazione delle sorgenti sonore simulate (per le attività di recupero della TBM e posa della condotta).

È stata intrapresa una simulazione acustica preliminare per i diversi transetti al fine di individuare lo scenario più sfavorevole, caratterizzato dalla velocità di propagazione massima. La velocità massima di propagazione così individuata è stata poi utilizzata nelle successive simulazioni, al fine di simulare i livelli di rumore per tutte le direzioni. La perdita di trasmissione per la frequenza di 100 Hz è stata calcolata per tutti i transetti.

Dai risultati è emerso che il transetto orientale rappresenta lo scenario più sfavorevole per le attività di recupero della TBM, mentre il transetto sud-orientale rappresenta lo scenario più sfavorevole per le operazioni di posa della condotta. Per entrambi i transetti, la propagazione è "down slope" e, tendenzialmente, questo tipo di propagazione presenta livelli sonori maggiori rispetto alla propagazione "up slope" in quanto il percorso del suono è soggetto a un numero di interazioni inferiore con il fondale marino. Il modello di propagazione "down-slope" è stato conservativamente utilizzato per calcolare la propagazione del rumore in tutte le direzioni di interesse (area di recupero TBM e lungo la condotta), andando a delineare il peggior scenario possibile, il cosiddetto scenario "worst-case". La Figura 2.2 illustra i transetti considerati nella simulazione acustica: ossia il transetto orientale per le attività di recupero TBM ed il transetto sud orientale per le attività di posa dei tubi.

|  |                     |   |           |         |
|--|---------------------|---|-----------|---------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2       |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 8 of 16 |

**Figura 2.3** Transetti considerati nella simulazione acustica



### 2.2.2.2 Profilo di velocità del suono in ambiente subacqueo

La velocità del suono in mare aumenta all'aumentare dei valori di temperatura, salinità e pressione (i valori di salinità e pressione a loro volta aumentano con la profondità).

La velocità del suono dipende maggiormente dalla temperatura rispetto alle altre variabili<sup>(3)</sup>. Tuttavia, a profondità più elevate, la pressione può diventare il fattore dominante, con conseguente aumento della velocità del suono all'aumentare della profondità.



Il profilo di velocità del suono utilizzato per il presente studio è stato derivato dal software ESME Workbench 2012; quest'ultimo permette di rappresentare gli ambienti oceanici e le variabili che li caratterizzano. In particolare, il software ESME Workbench si basa sul Modello digitale generalizzato ambientale (Generalised Digital Environment Model - GDEM), a sua volta fondato su una banca dati di valori di temperatura, salinità e velocità del suono in mare, qua-dimensionali<sup>(4)</sup>.

Il profilo di velocità del suono ottenuto per ciascun transetto è illustrato in Figura 2.4 per il transetto orientale ed in Figura 2.5 per il transetto sud-orientale.

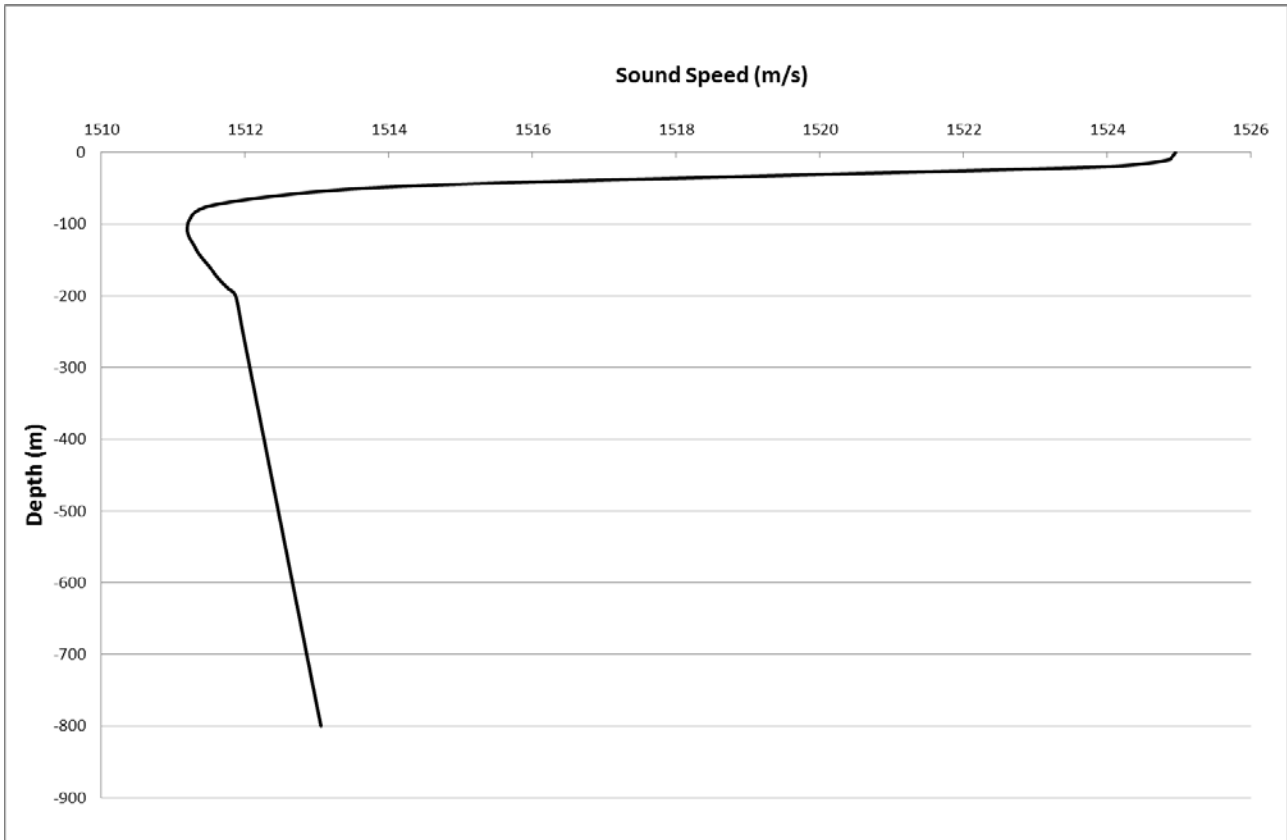
(3) Duncan, A. and McCauley, R. 2008. Environmental Impact Assessment of Underwater Sound: Progress and Pitfalls. In Terrance McMinn (ed), Annual Conference of the Australian Acoustical Society, Nov 24 2008, pp. 1-8, Geelong, Victoria, Australia: Australian Acoustic Society.



(4) Le quattro dimensioni sono latitudine, longitudine, profondità e il periodo dell'anno.



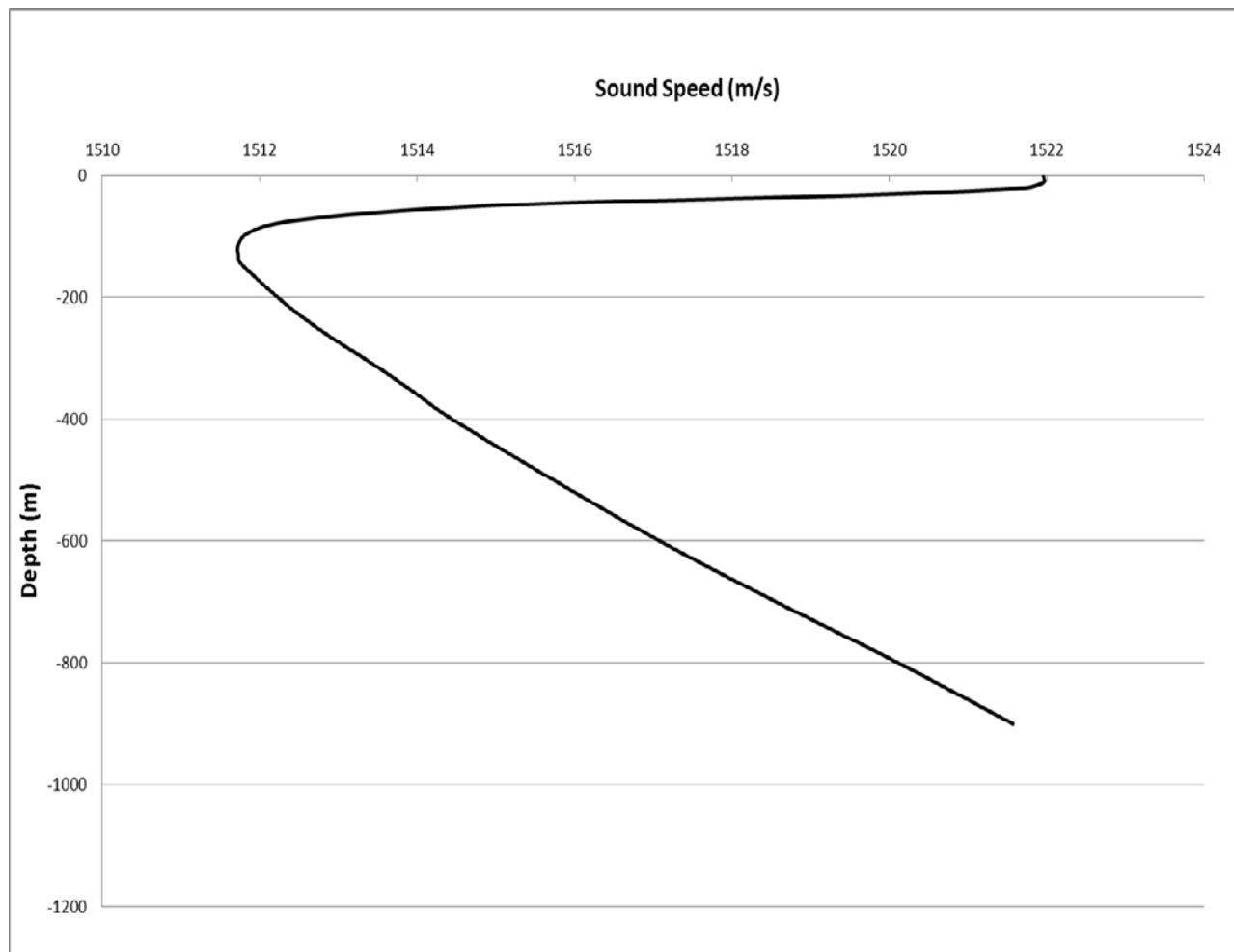
|  |                     |   |           |         |
|--|---------------------|---|-----------|---------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2       |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 9 of 16 |

**Figura 2.4 Profilo di velocità del suono – Transetto Orientale**



|  |                     |   |           |          |
|--|---------------------|---|-----------|----------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2        |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 10 of 16 |



**Figura 2.5 Profilo di velocità del suono – Transetto sud-orientale**



### 2.2.2.3 Caratterizzazione del fondale marino

Le caratterizzazione del fondale marino utilizzata ai fini del presente studio modellistico si è basata su dati di “baseline” esistenti. In particolare, il report geotecnico prodotto in fase di ESIA contiene l'indagine in acque poco profonde del gasdotto offshore TAP e presenta l'interpretazione dei dati da perforazioni poco profonde (32 punti con penetrazione massima pari a 6,3 m), la zonizzazione geotecnica lungo il tracciato del gasdotto e la definizione dei parametri del suolo per la progettazione. Nel documento geotecnico, il corridoio del gasdotto comprendeva opzioni per l'approdo sia sulla costa italiana orientale sia sulla costa albanese occidentale presentando, in questo modo, un transetto dettagliato lungo tutta l'ampiezza dell'Adriatico nell'area del progetto. È stato individuato e descritto nel dettaglio un totale di venti unità di suolo lungo il corridoio del gasdotto, coprendo esaurientemente la geologia del fondale marino sui transetti simulati nel presente studio. La geologia dei sedimenti del fondale marino lungo il transetto da costa a costa si presenta complessa a causa, principalmente, dei diversi ambienti deposizionali rilevati nelle acque di diverse profondità, da poco profonde a profonde e viceversa, e dall'evoluzione geologica e tettonica dell'area. Questo ha comportato evidenti modifiche stratigrafiche da aree sottocostiere ad ambienti marini aperti.

L'area del progetto oggetto di simulazione è situata nel territorio del Salento che è ubicato nella parte meridionale della regione Puglia. Tale regione è costituita da uno spesso basamento carbo-

|  |                     |   |           |          |
|--|---------------------|---|-----------|----------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2        |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 11 of 16 |

natico che comprende diverse unità, dal Cretaceo superiore al basso Pleistocene. Queste unità, la più profonda delle quali potrebbe essere considerata quale suolo roccioso, sono coperte da sottili sedimenti terrigeni marini del Pleistocene medio e superiore. Tali sedimenti hanno formato cunei progredienti di sedimenti nel corso delle diverse trasgressioni marine, raggiungono fino a 15-20 metri di spessore e sono interpretati quali depositi marini terrazzati. La sedimentazione prosegue durante l'Olocene con aree sotto costa dominate da sabbie, mentre la piattaforma e l'acqua profonda presentano argille molli, a eccezione della rottura della piattaforma dove è presente una stretta fascia di argille più datate e dure.

Ai fini dello studio modellistico si è assunto che tutti i sedimenti, comprese le argille molli più recenti presenti in superficie lungo la maggior parte del transetto, siano sufficientemente compatti da assumere un comportamento elastico. Tale assunzione è conservativa in quanto il comportamento elastico del fondale rappresenta la condizione più sfavorevole per la simulazione della velocità, in termini sia di propagazione acustica che di riflessione.



Per quanto concerne le misurazioni della velocità, invece, ci si è avvalsi dei valori presenti in letteratura per attribuire la velocità dell'onda-p ai materiali sedimentari descritti lungo il transetto e utilizzati nel modello. Tali dati sono riportati nella Tabella 2.2 e Tabella 2.3 a seguire.

**Tabella 2.2 Profilo del fondale marino – Recupero TBM - Sezione orientale**

| Distanza lungo il transetto (km) | Profondità al di sotto del fondale marino (m) | Materiale                   | Velocità onda-p (m/s) |
|----------------------------------|---|-----------------------------|-----------------------|
| da 0 a 2                         | >30   | Sabbie da sciolte a dure    | 1700                  |
| da 2 a 14                        | 1,5   | Argilla molle, sopra        | 1450                  |
|                                  | >30   | Argilla dura/rigida         | 1650                  |
| da 14 a 16,5                     | 2   | Argilla molle, sopra        | 1450                  |
|                                  | >30   | Sabbie medie/dense          | 1800                  |
| da 16,5 a 17                     | >30   | Argilla dura/rigida         | 1650                  |
| da 17 a 36                       | 13  | Argilla molle; sopra        | 1450                  |
|                                  | >30   | Argille sabbiose molli/dure | 1700                  |
| da 36 a 60                       | 25  | Argilla molle, sopra        | 1450                  |
|                                  | >30   | Argilla dura/rigida         | 1650                  |

**Tabella 2.3 Profilo del fondale marino – Posa dei tubi- Sezione orientale**

| Distanza lungo il transetto (km) | Profondità al di sotto del fondale marino (m) | Materiale                   | Velocità onda-p (m/s) |
|----------------------------------|---|-----------------------------|-----------------------|
| da 0 a 3                         | >30   | Argilla dura/rigida         | 1650                  |
| da 3 a 15                        | 13  | Argilla molle; sopra        | 1450                  |
|                                  | >30   | Argille sabbiose molli/dure | 1700                  |
| da 15 a 60                       | 25  | Argilla molle, sopra        | 1450                  |
|                                  | >30   | Argilla dura/rigida         | 1650                  |

|  |                     |   |           |          |
|--|---------------------|---|-----------|----------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2        |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 12 of 16 |

### 2.2.3 Metodi di calcolo per la propagazione del rumore subacqueo

Lo studio modellistico è stato condotto mediante l'utilizzo di un modello di propagazione del suono in grado di tenere in considerazione i fattori sito-specifici che influenzano la propagazione, quali la batimetria, il tipo di fondale marino e le proprietà acustiche della colonna d'acqua. La simulazione del suono è stata effettuata sulla base di algoritmi consolidati per la simulazione della propagazione del suono in ambiente marino.



A tale scopo, è disponibile in commercio una varia gamma di software quali RAMGEO, RAMSGEO e Bellhop e Bounce, che permettono di tenere conto di diverse variabili e di riprodurre situazioni quanto più prossime alla realtà come condizioni che dipendono dalla distanza ("range-dependent"), aree in pendenza o fondale marino irregolare, profili di velocità del suono che variano a seconda della distanza ("range-varying") e fondali marini elastici, su una ampia gamma di frequenze.

Ai fini del presente studio, la propagazione del suono subacqueo è stata simulata mediante il software RAMSGEO. Tale modello si basa su un' equazione parabolica e risulta essere particolarmente attendibile per le sorgenti a bassa frequenza. Il modello presenta due varianti per la trattazione della propagazione acustica nel fondale marino. In particolare, per fondali marini sufficientemente compatti da presentare proprietà elastiche il software prevede la propagazione nel fondale marino di onde tangenziali oltre che longitudinali. L'analisi geologica dell'area in esame riportata nel precedente paragrafo, ha evidenziato un fondale marino con proprietà elastiche e conferma pertanto che tale metodica sia la più appropriata per l'effettuazione della simulazione acustica.. Si sottolinea che le onde tangenziali solitamente non vengono considerate da altri software, e pertanto la simulazione condotta con RAMSGEO avendone tenuto conto, risulta conservativa.

Per le frequenze che superano i 1250 Hz, è stato utilizzato il codice Bellhop per il calcolo della propagazione del suono, poiché vanta un tempo di calcolo più veloce.

I codici di propagazione utilizzati rappresentano metodi consolidati che consentono di prevedere con precisione il suono subacqueo e sono stati usati a supporto della metodologia per il calcolo dell'esposizione al rumore dei mammiferi marini (Marine Mammals Noise Exposure Tool - MMNET) sviluppata da ERM in numerosi studi di impatto.

Le aree di influenza sono state valutate utilizzando il valore massimo della pressione sonora lungo la colonna d'acqua.

|  |                     |   |           |          |
|--|---------------------|---|-----------|----------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2        |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 13 of 16 |

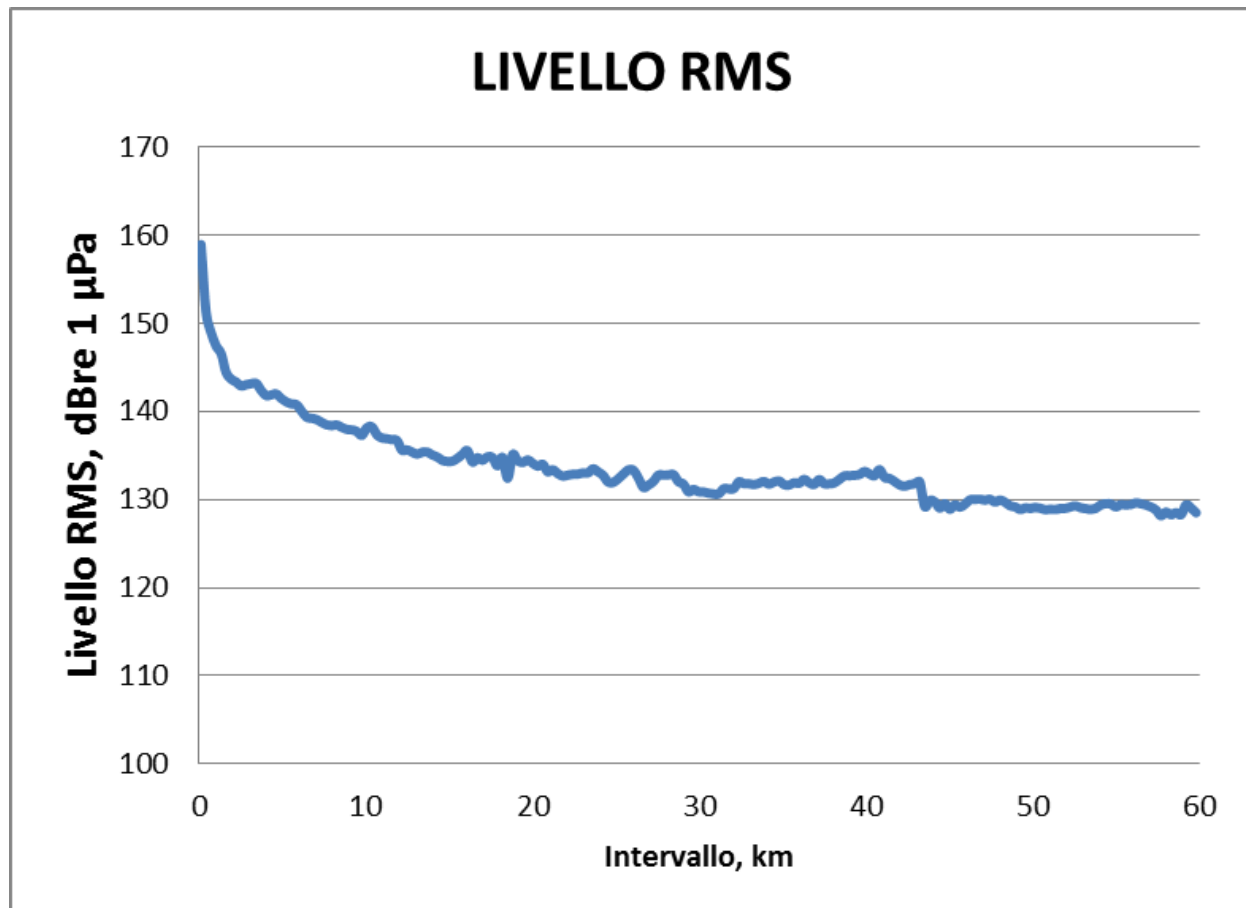
### 3. Risultati



#### 3.1 Livelli Sonori Previsti

I livelli sonori previsti lungo i transetti durante le attività di recupero della TBM e la posa dei tubi sono illustrati rispettivamente in Figura 3.1 e in Figura 3.2.

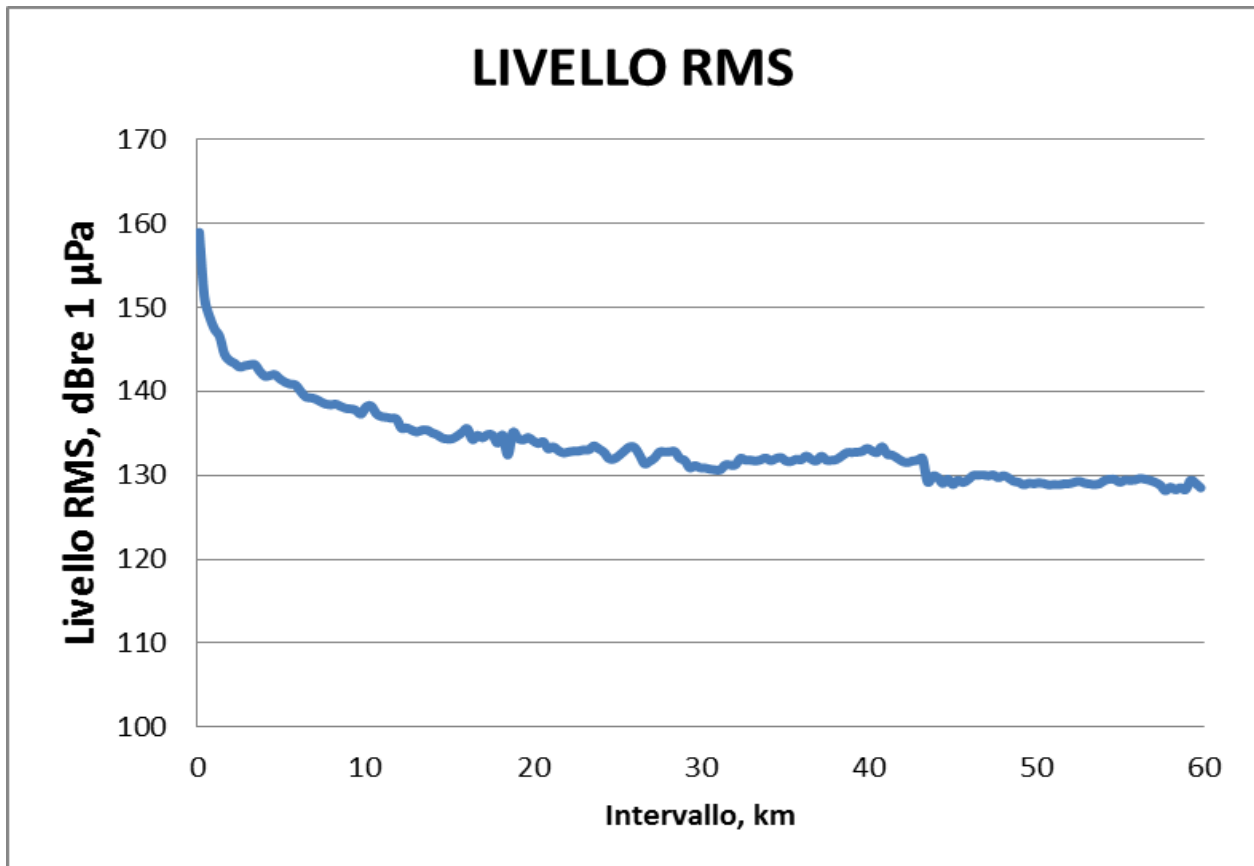
La distanza minima dalla sorgente per la quale sono previsti e visualizzati i livelli sonori per il recupero TBM e la posa dei tubi è di 100 m; i livelli sonori sono rappresentati a intervalli di 300 m affinché la gamma di simulazione completa, con distanza massima dalla sorgente pari a 60 km possa essere visualizzata in un'unica figura. Sono pertanto esclusi dalle figure dei livelli sonori previsti, i livelli sonori nozionali a 1 m dalla sorgente riportati nel Capitolo 2.2.1.

**Figura 3.1 Livelli sonori previsti (Recupero TBM)**



|  |                     |   |           |          |
|--|---------------------|---|-----------|----------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2        |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 14 of 16 |

**Figura 3.2 Livelli sonori previsti (Posa dei tubi)**



I livelli sonori riportati per entrambe le attività prese in esame, recupero della TBM e posa della condotta, sono riferiti a livelli di pressione sonora rms.



I livelli sonori sono stati determinati andando a simulare le attività più rumorose del Progetto e tenendo conto delle caratteristiche di propagazione del rumore sito-specifiche per l'area di studio.

Sulla base dei risultati modellistici, anche a distanze minime dalla sorgente sonora, non sono previsti livelli sonori tali da comportare lesioni letali e/o permanenti alle vie uditive della fauna marina.

Pertanto, l'analisi si è focalizzata sulla determinazione dei potenziali effetti comportamentali indotti dal progetto sulla fauna marina, a diverse distanze dalle sorgenti sonore.

I livelli sonori previsti nelle immediate vicinanze delle zone di recupero della TBM e di posa della condotta sono stati poi utilizzati per la definizione delle classi di distanza entro le quali i livelli sonori saranno sufficientemente elevati da raggiungere o superare i criteri relativi agli effetti comportamentali sulla fauna marina. Una sintesi delle distanze dalle aree dove avviene il recupero della TBM e posa della condotta così calcolate è presentata in Tabella 3.1.

Sulla base dei risultati modellistici, anche a distanze minime dalla sorgente sonora, non si prevedono livelli sonori tali da comportare lesioni letali e/o permanenti alle vie uditive della fauna marina.

|  |                     |   |           |          |
|--|---------------------|---|-----------|----------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2        |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 15 of 16 |

**Tabella 3.1 Distanze calcolate per i criteri di disturbo comportamentale adottati**

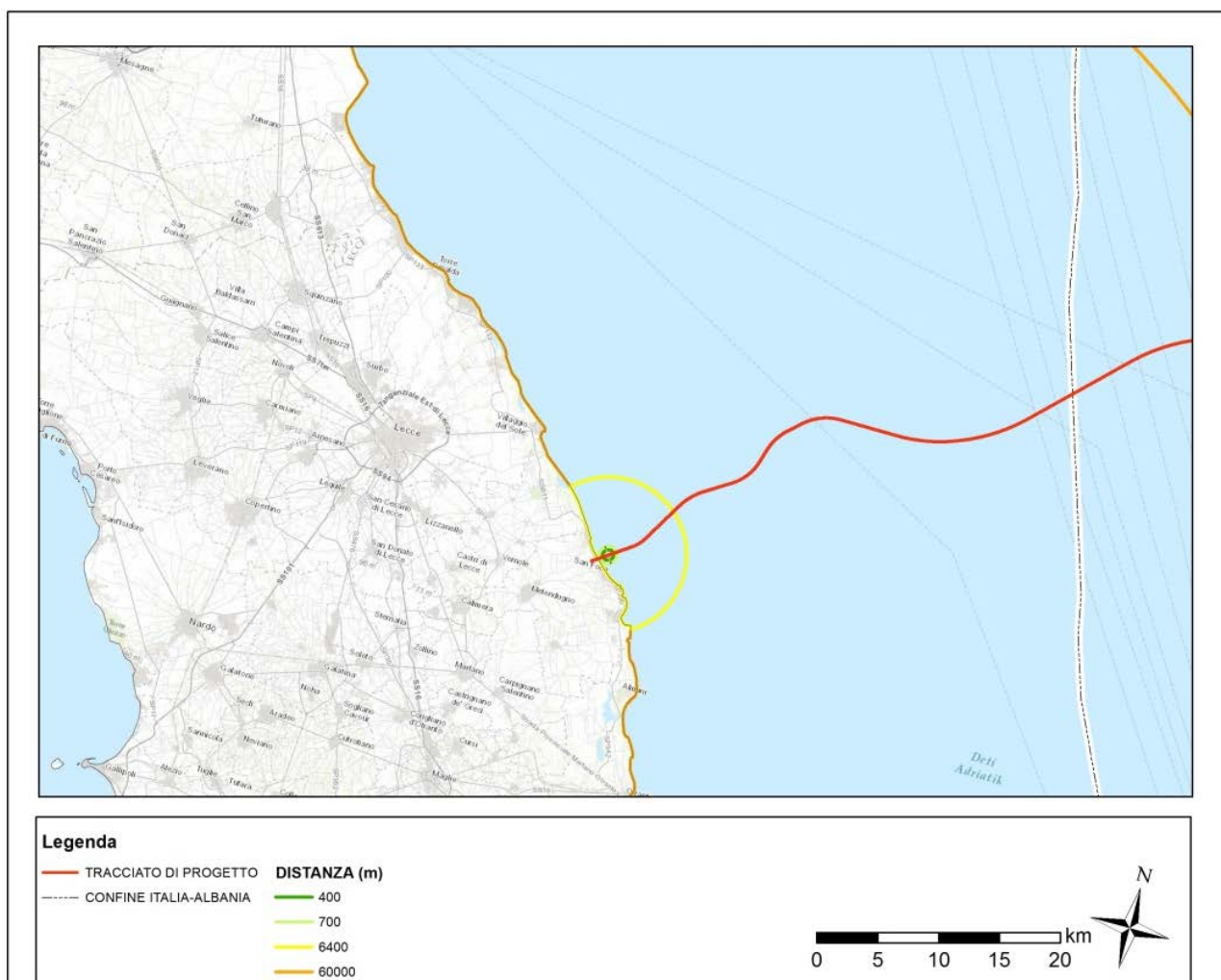
| Specie   | Distanza calcolata per i criteri RSM adottati (m) recupero della TBM | Distanza calcolata per i criteri RSM adottati (m) Posi dei tubi |
|--|--|---|
| Misticeti (udito a bassa frequenza)                      | >60000 <sup>(1)</sup>  | >60000 <sup>(1)</sup>   |
| Specie di delfini / Odontoceti (udito a frequenze medie) | 6400   | 42300   |
| Tartarughe marine  | 400  | 1000  |
| Pesci  | 700  | 2200  |



<sup>(1)</sup> I valori non soddisfano il criterio al limite di 60 km dell'area sottoposta a modellazione

Si sottolinea che i risultati dello studio presentati nella precedente Tabella 3.1, fanno riferimento ai massimi livelli sonori attesi, che si verificheranno esclusivamente in concomitanza dell'utilizzo di propulsori durante il recupero della TBM e la posa della condotta. Questo per via delle assunzioni conservative dello studio modellistico, che ha preso in esame lo scenario "worst-case".

I livelli sonori associati alle normali attività di recupero della TBM e di posa della condotta si attestano invece su valori nettamente inferiori (di circa 11 dB) a quelli presi in esame nello studio modellistico, con conseguente riduzione dei livelli di rumore previsti nell'area.

**Figura 3.3 Distanza calcolata per i criteri RSM adottati (m) Recupero della TBM**



|  |                     |   |           |          |
|--|---------------------|---|-----------|----------|
|  Trans Adriatic Pipeline | TAP AG<br>Doc. no.: | IAL00-ERM-643-Y-TAE-1035                  | Rev. No.: | 2        |
|  ERM                    | Doc. Title:         | Allegato A - Studio Modellazione Acustica | Page:     | 16 of 16 |

**Figura 3.4 Distanza calcolata per i criteri RSM adottati (m) Posa della Condotta**

