



Trans Adriatic
Pipeline

Trans Adriatic Pipeline Project

Relazione Finale sulla Verifica di Ottemperanza in Corso d'Opera alla
Prescrizione A.42
del D.M. N. 223 dell'11.09.2014
come modificato dal D.M. n.72 del 16.04.2015

Autorità Competente: MiTE
Ente Coinvolto: ISPRA

ALLEGATO 2

OPL00-C493-601-Y-TPF-0010- Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di mammiferi marini Installazione palancolato e misure temporanee di stabilizzazione del carico geostatico (30.10.2018 – 29.12.2018)

	Nome: Contrattista	SHELTER Srl
	Progetto Contrattista N°:	441-P20-OCT-TAP
	Doc. Contrattista N°	
	Tag N°: N/A	
Contratto TAP AG N°: C37021	Progetto N°: -	
PO No.: 4500000859		Page:
TAP AG Document No.:		
IPL00-C37021-200-G-TVP-0002		



Trans Adriatic
Pipeline

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

Document Title:

**Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera
Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini
Installazione palancoato e misure temporanee di stabilizzazione del carico geostatico
(30.10.2018 – 29.12.2018)**

0	31/01/2019	Issued for Information	IFR	Daniela Silvia Pace	Linda Volpi	Marco Compagnino
Rev.	Revision Date (dd-mm-yyyy)	Reason for issue and Abbreviation for it, e.g IFR		Prepared by	Checked by	Approved by

	Contractor Name:	RINA Consulting S.p.A.
	Contractor Project No.:	P0011182-1
	Contractor Doc. No.:	P0011182-1-H4
	Tag No's.:	—

TAP AG Contract No.: C493/006	Project No.: —
-------------------------------	----------------

PO No.: —	RD Code: —	Page 1 of 87
-----------	------------	--------------

TAP AG Document No.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010 (ricodificato con OPL00-C493-601-Y-TPF-0010 per mero errore di numerazione progressiva)
----------------------	---

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	2 of 86

INDICE

1. INTRODUZIONE	7
2. AREA DI MONITORAGGIO E DI MITIGAZIONE	10
3. METODOLOGIA APPLICATA AL MONITORAGGIO	12
3.1. OPERATORI MMO/PAM E PIATTAFORME DI RILEVAZIONE	12
3.2. MONITORAGGIO ACUSTICO PASSIVO (PAM) DEL RUMORE E DELLA PRESENZA DI MAMMIFERI MARINI DA IMBARCAZIONE ALINE B	15
3.2.1. Misure di rumore.....	15
3.2.2. Valori di soglia per l'impatto del rumore sui gruppi tassonomici di riferimento ..	16
3.2.3. Strumentazione.....	16
3.2.4. Metodologia e Software	17
3.2.5. Analisi	19
3.3. MONITORAGGIO ACUSTICO E VISIVO DEI MAMMIFERI E RETTILI MARINI DA IMBARCAZIONI A/R CALAFURIA E HYDRA	20
3.3.1. Metodologia e software.....	20
3.3.2. Strumentazione.....	26
3.3.3. Analisi	26
3.4. MISURE DI MITIGAZIONE	27
4. RISULTATI	28
4.1. ATTIVITA' DI MONITORAGGIO	28
4.1 RUMORE.....	31
4.2 RILEVAZIONI ACUSTICHE.....	39
4.3 AVVISTAMENTI DI MAMMIFERI MARINI	42
4.4 AVVISTAMENTI DI RETTILI MARINI.....	48
4.5 AVVISTAMENTI DI ALTRE SPECIE	49
5. CONCLUSIONI.....	53
5.1 RUMORE.....	53

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	3 of 86

5.2	DETECTION ACUSTICHE.....	53
5.3	AVVISTAMENTI DI MAMMIFERI MARINI	55
5.4	AVVISTAMENTI DI RETTILI MARINI E ALTRE SPECIE PELAGICHE.....	55
5.5	SINTESI.....	56
6.	COORDINAMENTO SCIENTIFICO E REPORTISTICA	57
7.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	58

ALLEGATO 1 – Modello di propagazione acustica

ALLEGATO 2 – Specie di mammiferi e rettili marini potenzialmente riscontrabili nell'area di monitoraggio

ALLEGATO 3 – Catalogo di individui fotoidentificati di tursiope

	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	4 of 86

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1: Nave <i>Mimar Sinan</i> (a) e <i>Daniel Bernoulli</i> (b).	9
Figura 2: Area di monitoraggio (o zona di mitigazione, MZ). In giallo è definita l'area di sicurezza SZ (A–B–C–D), in rosso l'area di allarme AZ (E–F–G–H).	10
Figura 3: Unità navale <i>Aline B</i>	12
Figura 4: Imbarcazioni <i>A/R Calafuria</i> (in alto a sinistra), <i>Hydra</i> (in alto a destra), <i>Afon Cefni</i> (in basso a sinistra) e <i>Adriatic Storm</i> (in basso a destra) utilizzate per il monitoraggio visivo diurno di mammiferi e rettili marini.	13
Figura 5: Caratteristiche del sistema di acquisizione acustica.	18
Figura 6: Transetti percorsi nel corso del monitoraggio visivo/acustico in SZ (in giallo) e in AZ (in rosso).	21
Figura 7: Rotte percorse da imbarcazione MMO (883.8 miglia nautiche, c.ca 1.600 Km) durante l'intero periodo di monitoraggio (10/11/2019 – 21/01/2020). L'Exit Point è indicato con un punto verde.	28
Figura 8: Andamento dei valori di SPLrms (dB re 1µPa) in funzione del tempo nel periodo 10/11/2019 – 21/01/2020 al limite della Alarm Zone ottenuti tramite modello di propagazione al variare dei valori di SPLrms (dB re 1µPa) stimati su <i>Aline B</i>	31
Figura 9: Andamento dei valori di SPLpeak (dB re 1µPa) in funzione del tempo nel periodo di monitoraggio 10/11/2019 – 21/01/2020.	32
Figura 10: Andamento dei valori di SEL (dB re 1µPa ² s) stimato nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 (in blu) e 125 Hz (in rosso) in funzione del tempo nel periodo di monitoraggio 10/11/2019 – 21/01/2020.	32
Figura 11: Distribuzione cumulativa (%), 95 th percentile, media aritmetica, media geometrica, mediana e 5 th percentile dei valori di SPLrms (dB re 1µPa) (a), SPLpeak (dB re 1µPa) (b), SEL (dB re 1 µPa ² s) stimati nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 Hz (c) e 125 Hz (d) nel periodo di monitoraggio 10/11/2019 – 21/01/2020.	33
Figura 12: Andamento dei valori di SPLrms (dB re 1µPa) in funzione del tempo per le ore diurne (07:00–17:00; a sinistra) e notturne (17:00–07:00; a destra) nel periodo di monitoraggio 10/11/2019 – 21/01/2020.	34
Figura 13: Andamento dei valori di SPLpeak (dB re 1µPa) in funzione del tempo per le ore diurne (07:00–17:00; a sinistra) e notturne (17:00–07:00; a destra) nel periodo di monitoraggio 10/11/2019 – 21/01/2020.	35
Figura 14: Andamento dei valori di SEL (dB re 1 µPa ² s) stimato nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 e 125 Hz in funzione del tempo per le ore diurne (07:00–17:00; a sinistra) e notturne (17:00–07:00; a destra) nel periodo di monitoraggio 10/11/2019 – 21/01/2020.	36
Figura 15: Distribuzione cumulativa (%), 95 th percentile, media aritmetica, media geometrica, mediana e 5 th percentile di SPLrms (dB re 1µPa) per le ore diurne (a) e notturne (b) nel periodo 10/11/2019 – 21/01/2020.	37
Figura 16: Distribuzione cumulativa (%), 95 th percentile, media aritmetica, media geometrica, mediana e 5 th percentile di SPLpeak (dB re 1µPa) per le ore diurne (a) e notturne (b) nel periodo 10/11/2019 – 21/01/2020.	38
Figura 17: Distribuzione cumulativa (%), 95 th percentile, media aritmetica, media geometrica, mediana e 5 th percentile di SEL (dB re 1 µPa ² s) stimato nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 e 125 Hz per le ore diurne (a) (c) e notturne (b) (d) nel periodo 10/11/2019 – 21/01/2020.	38

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	5 of 86

Figura 18: Frequenza delle <i>detection</i> acustiche nelle ore diurne (07:00-17:00) e notturne (17:00-07:00) nel periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020.	40
Figura 19: Composizione (frequenza % delle diverse tipologie di suoni emesse dagli animali) delle <i>detection</i> acustiche (primo rilevamento e successivi) nel periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020.	40
Figura 20: Click (rettangolo verde) e fischi (ellisse gialla) rilevati il 29/11/2019 da <i>Aline B.</i>	41
Figura 21: Distribuzione degli avvistamenti di tursiope durante l'intero periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con un punto verde).	43
Figura 22: Rotte seguite dai gruppi di tursiope nel corso degli avvistamenti effettuati durante l'intero periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con un punto verde).	43
Figura 23: Individui di tursiope durante un affioramento in superficie per respirare (foto in alto) e durante diverse fasi di salto (foto in basso).....	44
Figura 24: Tempo speso (%) dagli animali nei diversi comportamenti nel corso degli avvistamenti rilevati nel periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020.	44
Figura 25: Gruppo di delfini in spostamento osservato il giorno 29 Novembre 2019.	45
Figura 26: Eventi di <i>rush</i> nel corso di attività alimentari osservati il 13 Dicembre 2019.....	45
Figura 27: Comportamento di socializzazione e salti osservati il giorno 10 Dicembre 2019.	45
Figura 28: Individuo Tt_TAP_012 avvistato nel 2018-2019 e 2020 (A: 07/12/2018; B: 29/11/2019; C: 08/12/2019; D: 13/12/2019; E: 10/01/2020).....	47
Figura 29: Individuo Tt_TAP_015 avvistato nel 2018-2019 e 2020 (A: 07/12/2018; B: 29/11/2019; C: 08/12/2019; D: 13/12/2019; E: 10/01/2020).....	47
Figura 30: Esemplare di <i>Caretta caretta</i> osservato il giorno 19 Gennaio 2020.....	48
Figura 31: Avvistamenti di tartaruga comune (<i>Caretta caretta</i>) durante il periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con un punto verde).....	48
Figura 32: Esemplare morto di <i>Caretta caretta</i> osservato il giorno 10 Dicembre 2019.....	49
Figura 33: Avvistamenti dei banchi di pesce azzurro durante il periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con un punto verde).	50
Figura 34: Avvistamenti di tonni/tonnetti alletterati durante il periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con un punto verde).	50
Figura 35: Avvistamenti di pesce luna (<i>Mola mola</i>) durante il periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con un punto verde).	51
Figura 36: Esemplare di pesce spada (<i>Xiphias gladius</i>) che salta in superficie.	51
Figura 37: Avvistamenti di pesce spada (<i>Xiphias gladius</i>) durante il periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 31 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con punto verde).	52
Figura 38: Avvistamenti di pesci volanti (a sinistra) e di specie ittiche non identificate (a destra) durante il periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 31 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con punto verde).	52

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	6 of 86

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Coordinate dell'area di sicurezza SZ (A–B–C–D).	11
Tabella 2: Coordinate dell'area di allarme AZ (E–F–G–H).	11
Tabella 3: Team MMO/PAM coinvolto nel monitoraggio del rumore e della presenza visiva/acustica di mammiferi e rettili marini.	14
Tabella 4: Coordinate geografiche del transetto nell'ambito dell'area di sicurezza (SZ).	22
Tabella 5: Coordinate dei punti del transetto nell'ambito dell'area di sicurezza (SZ).	22
Tabella 6: Sintesi delle attività di monitoraggio MMO e PAM realizzate nel periodo 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020.	29
Tabella 7: Sintesi dei monitoraggi MMO e PAM svolti nel periodo 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020.	30
Tabella 8: Valori del 95 th percentile, media aritmetica, media geometrica, mediana e 5 th percentile di SPLrms (dB re 1µPa), SPLpeak (dB re 1µPa) e SEL (dB re 1 µPa ² s) stimato nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 Hz e 125 Hz nel periodo 10/11/2019 – 21/01/2020.	33
Tabella 9: Valori del 95 th percentile, media aritmetica, media geometrica, mediana e 5 th percentile di SPLrms (dB re 1µPa), SPLpeak (dB re 1µPa) e SEL (dB re 1 µPa ² s) stimati nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 Hz e 125 per le ore diurne (07:00–17:00) e notturne (17:00–07:00) nel periodo 10/11/2019 – 21/01/2020.	37
Tabella 10: Sintesi delle rilevazioni acustiche di cetacei e delle misure di mitigazione applicate. ...	39
Tabella 11: Avvistamenti di mammiferi marini effettuati nel periodo 10 Novembre – 21 Gennaio 2020.	42
Tabella 12: Matrice di fotoidentificazione di esemplari di tursiope avvistati nel periodo di monitoraggio 2018, 2019 e 2020.	46
Tabella 13: Avvistamenti di tartaruga comune (<i>Caretta caretta</i>)	48
Tabella 14: Specie ittiche osservate nel corso dell'intero periodo di monitoraggio (10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020).	49

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	7 of 86

1. INTRODUZIONE

Nel Settembre del 2014 il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ha emanato il Decreto di Compatibilità Ambientale del progetto “Trans Adriatic Pipeline” (Decreto No. 223/2014 del 11 Settembre 2014) con relative prescrizioni.

La Prescrizione A.42 del suddetto Decreto richiede l'effettuazione di specifiche attività di monitoraggio per tutelare i mammiferi marini da eventuali interferenze generate durante i lavori a mare. In particolare:

- La Prescrizione A.42, lettera a), stabilisce che le azioni di monitoraggio (realizzate utilizzando tecniche di rilevazione visive e acustiche) e le necessarie misure di mitigazione siano effettuate da qualificati operatori MMO (Marine Mammal Observers) presenti nell'area dei lavori e a bordo dei principali mezzi navali.
- Inoltre, la Prescrizione A.42, lettera b), determina la sospensione delle attività nel caso di accertata presenza di mammiferi marini, soprattutto se accompagnati da piccoli, in un'area di almeno 1 miglio marino di raggio attorno al cantiere, prevedendo il posticipo dell'inizio delle attività fino all'allontanamento degli animali, e attendendo almeno 30 minuti dall'ultimo avvistamento. Nel caso gli animali fossero segnalati nella fascia compresa tra 1 e 3 miglia marine attorno al cantiere, è necessario effettuare un avvio morbido (*soft start*) dei mezzi e attrezzature di cantiere; infine, durante i 30 minuti antecedenti l'inizio delle attività, è previsto che gli MMO debbano accertare l'assenza anche di singoli individui nelle aree limitrofe.
- Infine, la Prescrizione A.42, lettera c), richiede la predisposizione a fine lavori di un rapporto con la descrizione dei risultati delle attività di monitoraggio effettuate.

Nell'ambito della Prescrizione A.31, ottemperata con determina n. 358 del 20.11.2017, è stata sviluppata la proposta di monitoraggio come richiesto dalla prescrizione A.42, definendo parametri, durate, aree di indagine e strumentazione per monitorare:

- presenza, distribuzione e comportamento di mammiferi e rettili marini nell'area delle attività;
- livelli di rumore subacqueo prodotto dalle attività del cantiere, dalle imbarcazioni di supporto e dalle attività connesse, al fine di documentare gli eventuali effetti su queste specie.

Tale proposta, come illustrato nei paragrafi successivi, è stata quindi definita nei dettagli operativi e logistici prima dell'inizio delle attività eseguite al punto di uscita del Microtunnel (Exit Point).

Lo scopo della presente relazione è descrivere le metodologie ed i risultati delle attività di monitoraggio del rumore e mammiferi marini eseguite nell'ambito delle seguenti attività:

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	8 of 86

- Rimozione delle opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, posate in corrispondenza dell'exit point del microtunnel tra Novembre e Dicembre 2019. Tali opere consistevano nella successione dei seguenti strati di materiali: materassi in cemento, un telo in geotessuto ed un cumulo di sacchi di roccia;
- Scavo al punto di uscita del microtunnel con il contestuale caricamento del materiale dragato a bordo di bettoline;
- Recupero della testa fresante utilizzata per la perforazione del microtunnel;
- Realizzazione del terrapieno in pietrame di raccordo della trincea all'exit point con il fondale marino.

Le suddette attività, propedeutiche per la successiva fase di tiro della condotta e posa della stessa dall'Exit Point del microtunnel verso l'Albania, sono afferenti alla Fase 1.b e sono state autorizzate nell'ambito della Prescrizione A.5, ottemperata con Provvedimento Ministeriale n. 0000190 del 16.04.2018 e relativa Determina di esclusione dalla VIA del progetto del Microtunnel con Determina n. 0000116 del 09.03.2018, e della Prescrizione A.6 ottemperata con Provvedimento n. 0000173 del 11.04.2018.

Le attività suddette hanno avuto inizio a partire dal giorno 10.11.2019 con la mobilitazione e sono terminate in data 21.01.2020.

Le unità navali coinvolte sono state:

- Il Back Hoe Dredger "*Mimar Sinan*" (Figura 1a), utilizzato per le operazioni di rimozione delle opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo per il recupero della testa fresante, supporto sommozzatori per l'imbracatura della testa fresante e recupero della testa fresante;
- Il multi purpose vessel "*Daniel Bernoulli*" (Rif. Figura 1b), utilizzato per la posa della ghiaia costituente il rilevato di raccordo tra l'Exit Point del microtunnel ed il fondale.

L'avvio delle relative attività di monitoraggio dei mammiferi marini, svolte in tale ambito, sono state comunicate con nota LT-TAPIT-ITG-00824 del 18.10.2019.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	9 of 86



(a)



(b)

Figura 1: Nave *Mimar Sinan* (a) e *Daniel Bernoulli* (b).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	10 of 86

2. AREA DI MONITORAGGIO E DI MITIGAZIONE

Il monitoraggio del rumore e dei mammiferi e rettili marini è stato effettuato all'interno di un'area estesa fino a 3 nm dal punto di uscita del microtunnel, corrispondente ad una superficie di 61.74 km² (18 nm²).

Questa area, definita in accordo con la Prescrizione A.42 comma b) del D.M 0000223 del 11/09/2014 che precisa gli areali di attenzione per il monitoraggio, corrisponde alla zona geografica di mitigazione (MZ, o zona di esclusione Figura 2) e comprende un'area di sicurezza (SZ, 3 nm dall'Exit Point) e un'area di allarme (AZ, 1 nm dall'Exit Point).

La batimetria della MZ varia da <5 m in corrispondenza del margine costiero, fino ad interessare fondali di poco superiori ai 100 m nella parte più distante dalla linea di costa. Complessivamente, circa il 77% dell'area di monitoraggio include batimetrie >50 m.

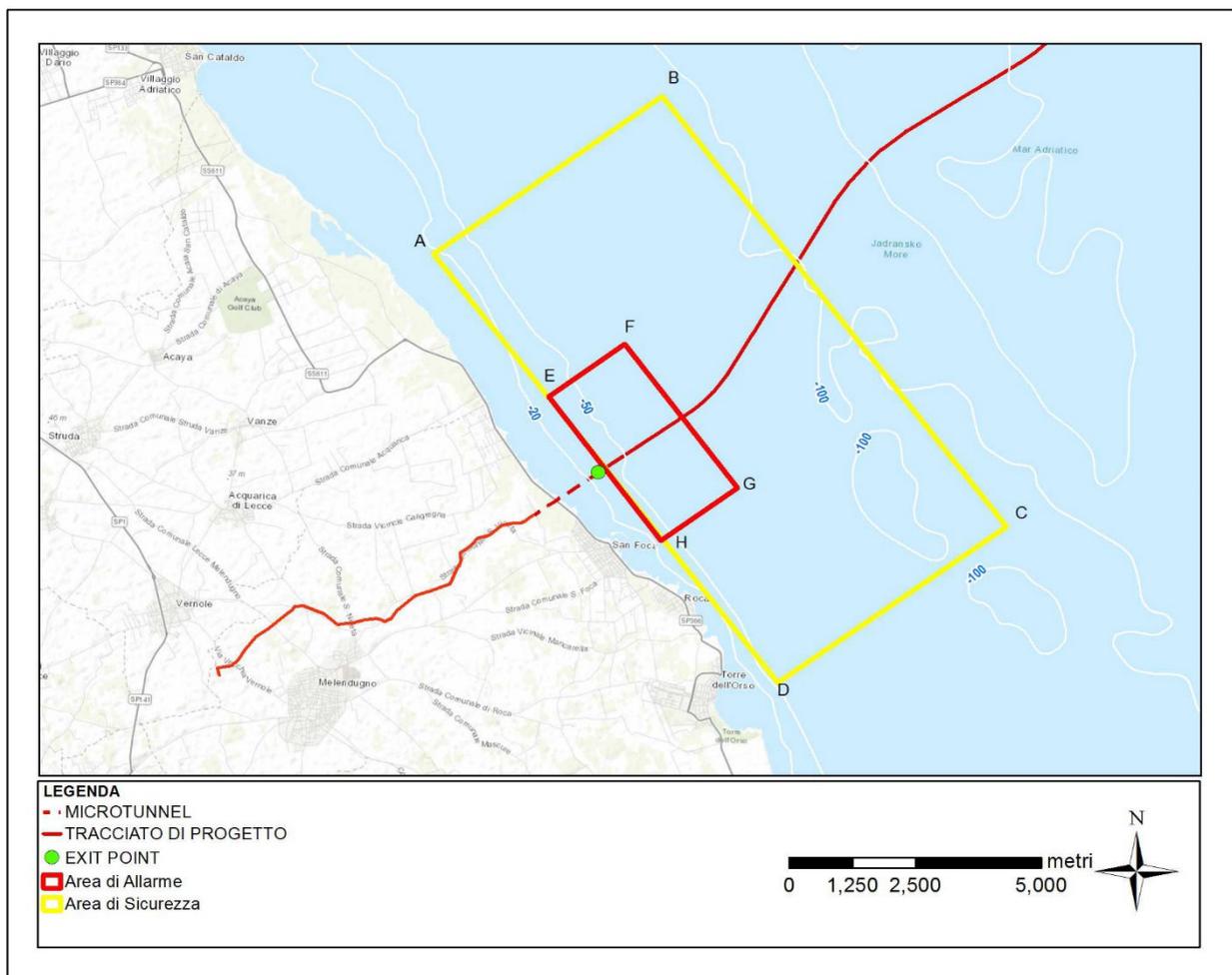


Figura 2: Area di monitoraggio (o zona di mitigazione, MZ). In giallo è definita l'area di sicurezza SZ (A–B–C–D), in rosso l'area di allarme AZ (E–F–G–H).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	11 of 86

La SZ è definita dalle seguenti coordinate geografiche (Tabella 1).

Tabella 1: Coordinate dell'area di sicurezza SZ (A–B–C–D).

SZ	LATITUDINE				LONGITUDINE			
	gradi	min	sec	decimali	gradi	min	sec	decimali
Vertice A	40	21	18.23	40.35506	18	21	40.42	18.36123
Vertice B	40	23	6.94	40.38526	18	24	48.28	18.41341
Vertice C	40	18	28.46	40.30791	18	29	47.95	18.49665
Vertice D	40	16	40.81	40.27800	18	26	40.08	18.44447

La AZ è definita dalle seguenti coordinate geografiche (Tabella 2).

Tabella 2: Coordinate dell'area di allarme AZ (E–F–G–H).

AZ	LATITUDINE				LONGITUDINE			
	gradi	min	sec	decimali	gradi	min	sec	decimali
Vertice E	40	19	46.02	40.32945	18	23	20.53	18.38904
Vertice F	40	20	22.26	40.33952	18	24	22.87	18.40635
Vertice G	40	18	48.84	40.31357	18	26	1.44	18.43373
Vertice H	40	18	12.77	40.30355	18	24	58.56	18.41627

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	12 of 86

3. METODOLOGIA APPLICATA AL MONITORAGGIO

3.1. OPERATORI MMO/PAM E PIATTAFORME DI RILEVAZIONE

Il piano di monitoraggio è stato attuato da un team di qualificati operatori MMO e PAM (Passive Acoustic Monitoring), presenti sul sito per l'intera durata delle operazioni svolte a mare al fine di rilevare la presenza di mammiferi e rettili marini, applicare adeguate misure di mitigazione in tempo reale (se necessarie) e incorporare ulteriori misure di mitigazione (se appropriate) per ridurre la probabilità che le specie target fossero esposte a livelli nocivi di rumore e, in generale, al disturbo provocato dalle attività in corso e dai mezzi impiegati.

I livelli di rumore e l'eventuale 'presenza acustica' di mammiferi marini sono stati rilevati dagli operatori PAM a bordo dell'unità navale "Aline B" con modalità h24 durante l'intera fase di lavoro.



Figura 3: Unità navale *Aline B*.

Il monitoraggio visivo e acustico di superficie dei mammiferi e rettili marini è stato condotto dagli operatori MMO solo durante le ore diurne e in condizioni meteo-marine favorevoli, seguendo transetti lineari predefiniti all'interno della MZ (vedi Paragrafo 3.3.1). Sono state utilizzate imbarcazioni dedicate (A/R Calafuria e Hydra; Figura 4) e, in occasioni puntuali, sono state impiegate come piattaforme di osservazione la stessa Aline B (Figura 1) e altre imbarcazioni di appoggio ai lavori (Adriatic Storm e Afon Cefni; Figura 4).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 000 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	13 of 86



Figura 4: Imbarcazioni *A/R Calafuria* (in alto a sinistra), *Hydra* (in alto a destra), *Afon Cefni* (in basso a sinistra) e *Adriatic Storm* (in basso a destra) utilizzate per il monitoraggio visivo diurno di mammiferi e rettili marini.

Per realizzare il 100% di copertura di monitoraggio visivo durante le ore diurne, il 100% di copertura di monitoraggio acustico h24, e garantire un numero massimo di circa 8–10 ore di lavoro/die per operatore, il team MMO/PAM è stato costituito da 6 operatori, con turnazioni nell'arco della giornata e nel corso del periodo di monitoraggio.

Il team MMO/PAM che si è alternato nel periodo 10/11/2019-21/01/2020 è riportato nella Tabella 3.

	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	14 of 86

Tabella 3: Team MMO/PAM coinvolto nel monitoraggio del rumore e della presenza visiva/acustica di mammiferi e rettili marini.

Nome	Ruolo	Ente e qualifica
Daniela Silvia Pace, PhD	Biologa Marina, Coordinatore Scientifico e operativo MMO/PAM	Ricercatore e Docente di Ecologia e Comportamento Acustico dei Mammiferi Marini, Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma La Sapienza, MMO certificato JNCC (UK)
Elena Papale, PhD	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Ricercatrice, Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino; Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e Sostenibilità in Ambiente Marino del CNR (IAS_CNR), UO Capo Granitola
Giancarlo Giacomini	Tecnico Acustico Ambientale, Operatore MMO/PAM	Collaboratore, Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma La Sapienza; MMO certificato JNCC (UK); Master ISPRA (Italia) di Tecnico Acustico Ambientale
Margherita Silvestri	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Assegnista di Ricerca, Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma La Sapienza; borsista del Cornell Lab of Bioacoustic Cornell University (Ithaca, NY - USA)
Maria Ceraulo, PhD	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Ricercatrice, Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e Sostenibilità in Ambiente Marino del CNR (IAS_CNR), UO Capo Granitola
Martina Gregorietti	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Assegnista di Ricerca, Università di Palermo e collaboratore di ricerca, Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e Sostenibilità in Ambiente Marino del CNR (IAS_CNR), UO Capo Granitola
Giulia Pedrazzi	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Collaboratrice, Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino; Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e Sostenibilità in Ambiente Marino del CNR (IAS_CNR), UO Capo Granitola
Chiara Bertulli, PhD	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Sighting officer e ricercatore, Sea Watch Foundation (UK); MMO trainer at Húsavík Research Centre, University of Iceland.
Alessandro Frachea	Biologo Marino, Operatore MMO/PAM	Collaboratore, Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma La Sapienza; MMO certificato JNCC (UK); PSO (Protected Species Observer) certificato Seiche (UK); PAM (Passive acoustic Monitoring) certificato Seiche (UK)
Chiara Di Marco	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Collaboratore, Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma La Sapienza; MMO certificato JNCC (UK); PSO (Protected Species Observer) certificato Seiche (UK); PAM (Passive acoustic Monitoring) certificato Seiche (UK)
Sara Ferri	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Collaboratore, Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma La Sapienza; MMO certificato JNCC (UK); PSO (Protected Species Observer) certificato Seiche (UK); PAM (Passive acoustic Monitoring) certificato Seiche (UK)
Sara Marini	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Collaboratore, Dipartimento di Biologia Ambientale, Università della Tuscia, Viterbo; MMO certificato JNCC (UK); PSO (Protected Species Observer) certificato Seiche (UK); PAM (Passive acoustic Monitoring) certificato Seiche (UK)
Antonella Servidio, PhD	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Libero professionista (ricercatrice); MMO certificato JNCC; MMO e PAM certificato dal Dipartimento Generale di Sostenibilità della costa e del mare (MAGRAMA), Ministero dell'Ambiente (Spagna)
Amber Beerman	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Libero professionista (ricercatrice); MMO/PAM certificato ACCOBAMS; MMO certificato JNCC (UK); PSO (Protected Species Observer) certificato BOEM (UK)
Manuel Garcia	Biologo Marino, Operatore MMO/PAM	Libero professionista (ricercatore); MMO certificato JNCC (UK); PAM certificato Intelligent Ocean (UK); MMO e PAM certificato dal Dipartimento Generale di Sostenibilità della costa e del mare (MAGRAMA), Ministero dell'Ambiente (Spagna)
Sara Sánchez-Quiñones Rosselló	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Libero professionista (ricercatrice); MMO certificato JNCC (UK); PAM certificato Intelligent Ocean (UK);
Juan Manuel Salazar Sierra	Biologo Marino, Operatore MMO/PAM	Libero professionista (ricercatore); MMO certificato JNCC (UK); PAM certificato Intelligent Ocean (UK); MMO e PAM certificato dal Dipartimento Generale di Sostenibilità della costa e del mare (MAGRAMA), Ministero dell'Ambiente (Spagna); PSO (Protected Species Observer) certificato Intelligent Ocean (UK)
Myrto Tourgeli Provata	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Libero professionista (ricercatrice); MMO certificato JNCC (UK); PAM certificato Intelligent Ocean (UK);
Carolina Jiménez-Torres	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Libero professionista (ricercatrice); MMO certificato JNCC (UK); PAM certificato Intelligent Ocean (UK); PSO (Protected Species Observer) certificato BOEM
Eva Kvalheim	Biologa Marina, Operatore MMO/PAM	Libero professionista (ricercatrice); MMO certificato JNCC (UK); PAM certificato MSeis; (UK); PAM certificato Intelligent Ocean (UK); PSO (Protected Species Observer) certificato MMOServices

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 000 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	15 of 86

3.2. MONITORAGGIO ACUSTICO PASSIVO (PAM) DEL RUMORE E DELLA PRESENZA DI MAMMIFERI MARINI DA IMBARCAZIONE ALINE B

Il monitoraggio del rumore e la rilevazione acustica/visiva della presenza dei mammiferi marini, effettuato in accordo con le prescrizioni del D.M 0000223 del 11/09/2014 del MATTM come modificato dal D.M. 72/2015, sono stati svolti da N. 3 operatori MMO/PAM a bordo dell'unità navale "Aline B" dal 10 Novembre 2019 al 21 Gennaio 2020. Su tale imbarcazione è stata installata la stazione di acquisizione e monitoraggio acustico.

3.2.1. Misure di rumore

Il rumore sottomarino è stato caratterizzato attraverso la misurazione dei seguenti parametri:

- Il *Sound Pressure Level (root mean square)* ovvero il livello di pressione sonora rms [(SPL_{rms}) dB re 1 μPa];
- Il *Sound Pressure Level peak* ovvero il livello di pressione sonora di picco [(SPL_{peak}) dB re 1 μPa];
- Il *Sound Exposure Level* ovvero il livello di esposizione sonora [(SEL) dB re 1 μPa²s] nella banda di 1/3 di ottava centrata a 63 e 125 Hz.

Per SPL si intende la misura in decibel (dB) riferita alla pressione di riferimento di 1 μPa (dB) della pressione sonora misurata a 1m dalla sorgente (*Source Level, SL*) o a livello del ricevitore (*Received Level, RL*).

$$SPL_{rms} = 20 \log_{10} \left(\sqrt{\frac{1}{T} \int_T P(t)^2 dt} \right) \quad [\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}]$$

dove $P(t)$ è la pressione acustica rilevata e T è l'intervallo di tempo scelto per valutare l'SPL.

$$SPL_{peak} = 20 \log_{10} (\max(|P(t)|)) \quad [\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}]$$

Dove per $\max(|P(t)|)$ s'intende il massimo valore del valore assoluto della pressione $P(t)$ ottenuto nell'intervallo di tempo T scelto per valutare l'SPL.

Il SEL è una misura di energia riferita ad un certo intervallo di tempo e può risultare molto utile nel valutare l'esposizione complessiva a diversi rumori in quanto permette di paragonare suoni di diversa durata in termini di energia totale.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	16 of 86

$$SEL = 10 \log_{10} \left(\int_T P(t)^2 dt \right) \quad [\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}]$$

Dove $P(t)$ è la pressione acustica rilevata dallo strumento e T è l'intervallo di tempo scelto per valutare il SEL.

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

3.2.2. Valori di soglia per l'impatto del rumore sui gruppi tassonomici di riferimento

Le soglie acustiche di riferimento per i cetacei odontoceti, cetacei mysticeti e tartarughe marine sono state indicate nella documentazione predisposta in ottemperanza alla Prescrizione A.43, ottemperata con Determina N. 0000025 del 17.01.2018. Tale documentazione riportava che, in base alla letteratura disponibile e alla specifica modellizzazione acustica eseguita tenendo conto delle caratteristiche dell'area di riferimento in relazione alle sorgenti di rumore previste durante la fase di lavori *nearshore*, erano da considerare le seguenti soglie per i possibili disturbi comportamentali (impatti specifici) arrecati agli animali in caso di presenza nell'area dei lavori:

- Cetacei mysticeti (balene): 120 dB re 1 μ Pa (SPL_{rms});
- Cetacei odontoceti (delfinidi): 140 dB re 1 μ Pa (SPL_{rms});
- Rettili marini: 155 dB re 1 μ Pa (SPL_{rms}).

3.2.3. Strumentazione

Il sistema di acquisizione e monitoraggio acustico, installato a bordo dell'imbarcazione Aline B era costituito da:

- N. 2 laptop;
- N. 1 sistema di archiviazione (NAS);
- N. 1 sistema di registrazione acustica.

Il laptop_1_PAM (HP ENVY 17-ce0005nl) è stato dedicato alla visualizzazione in *real time* degli spettrogrammi, alla registrazione e al trasferimento nel sistema di archiviazione dei file .wav provenienti dal sistema di registrazione acustica.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	17 of 86

Il laptop_2_MODEL (HP OMEN 15-dh0036nl con NVIDIA® GeForce GTX 1660Ti e schermo 144Hz) è stato utilizzato per generare in *real time* i valori di SPL_{rms} nel punto di registrazione e, attraverso modello di propagazione acustica (Allegato 1), anche a diverse distanze dalla sorgente principale di rumore (imbarcazione Mimar Sinan). Inoltre, laptop_2_MODEL è stato utilizzato per generare i grafici del rumore per i report giornalieri.

Il Sistema di archiviazione è stato costituito da un NAS (QNAP NAS 4 BAIE AL-314 1.7GHZ QC 2.5 3.5 1GB) con 2 dischi da 2TB ciascuno (WD RED 2TB SATA3 3.5) configurati in *Raid 1* per avere una maggiore sicurezza sui dati acustici archiviati.

Il Sistema di registrazione acustica era costituito dalla seguente strumentazione:

- Idrofono Colmar GP0280 (Figura 5) connesso ad un cavo in kevlar di 100m;
- Scheda audio Roland Quad Capture UA55:
(https://static.roland.com/it/media/pdf/UA-55_QUAD-CAPTURE.pdf);
- Software di registrazione audio/visualizzazione spetrografica SeaPro 3:
(<http://www-3.unipv.it/cibra/seapro.html>).

Il sensore è stato posto alla profondità di 10m. Tale profondità è stata identificata al fine di minimizzare eventuali disturbi acustici causati dal movimento e dalle strumentazioni presenti sull'imbarcazione appoggio *Aline B*.

3.2.4. Metodologia e Software

Nel periodo delle attività di rimozione delle opere temporanee del carico geostatico e successive fasi di scavo della trincea e recupero della testa fresante presso l'Exit Point del Microtunnel, il monitoraggio acustico del rumore e della presenza di mammiferi marini, per ragioni logistiche e di sicurezza, non è stato condotto a bordo delle sorgenti principali che eseguivano i lavori di sollevamento/rimozione/scavo/posa ghiaia (imbarcazione Mimar Sinan e Bernoulli; Figura 1), ma presso il supply vessel *Aline B* (Figura 3), operante tra 200 e 500 m di distanza dalle sorgenti principali (*Mimar Sinan e Bernoulli*).

I dati acustici ottenuti dal sistema di acquisizione, attraverso il software dedicato di registrazione audio e visualizzazione spetrografica SeaPro 3 (scritto e sviluppato da Gianni Pavan, CIBRA, Università di Pavia), sono stati utilizzati dagli operatori MMO/PAM per rilevare i segnali eventualmente emessi dalle specie target (*detection* acustiche); contemporaneamente, gli stessi dati, attraverso altri software specifici, sono stati utilizzati per la stima in *real time* del valore di SPL_{rms} in prossimità di *Aline B* e, per il periodo dal 10 Novembre 2019 al 21 Gennaio 2020 tramite modello di propagazione, al limite della Zona di Allarme per i cetacei (*Alarm Zone, AZ*, 1nm di raggio intorno alle sorgente principale).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	18 of 86

GP0280 Hydrophone 

Preamplified, omnidirectional hydrophone, a professional tool suitable for a wide range of applications. Especially indicated for ambient noise measurements and mammal's acoustic signature.

- High sensitivity
- Low noise ("sea state zero")
- Wide usable frequency range
- Double output: single/differential
- Calibration input
- High materials quality
- Gisma connector serie 35, 7 Pin

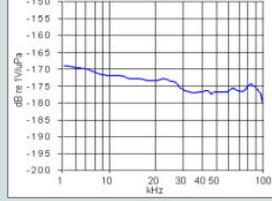
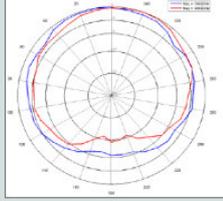
Working band:	5-90.000 Hz
High pass filter on preamplifier:	Customizable (on demand)
Sensitivity differential output:	-165dB re 1V/uPa@5KHz
Sensitivity unbalanced output:	-171dB re 1V/uPa@5KHz
Directivity:	Spherical - Omnidirectional
Max working depth:	1000 m
Gain @5kHz:	30dB (single output), 36dB (differential output)
Input acoustic equivalent noise @5KHz:	34dB re 1uPa@5kHz
Input impedance:	10 Mega Ohm
Power requirement:	11.5-30VDC
Current consumption:	9mA@12VDC
Max voltage output:	6Vpp (single output), 12 Vpp (differential output)
Weight in air:	500 gr
Body:	Stainless steel AISI 316
Dimension:	230 x 31,7 mm
Packaging:	Polycase mod. 1170

CO.L.MAR. S.r.l. via delle Pianazze, 74 - 19136 La Spezia (Italy)
Tel +39 0187 962590 Fax 943461 P.1.00742150113
e-mail colmar@colmaritalia.it www.colmaritalia.it



Receiving sensitivity (single output) **Vertical directivity pattern @ 20/40kHz**

Optional items:

- Protective frame
- Protective frame with suspension system for vibration damping
- Receiving rugged portable unit complete of variable gain, rechargeable battery, audio output, headphones, adjustable output, calibrator
- Terminated cable, (optional length)

Also available

- GP0280M model (without connector)

CO.L.MAR. S.r.l. via delle Pianazze, 74 - 19136 La Spezia (Italy)
Tel +39 0187 962590 Fax 943461 P.1.00742150113
e-mail colmar@colmaritalia.it www.colmaritalia.it

Figura 5: Caratteristiche del sistema di acquisizione acustica.

Le *detection* acustiche, *i.e.* le fasi temporali – di durata variabile da pochi secondi a ore – in cui è stato possibile rilevare la presenza degli animali, sono state caratterizzate identificando le diverse categorie di suoni emessi dagli animali (vedi successivo Paragrafo 3.2.5). Una *detection* è stata considerata conclusa dopo che risultavano trascorsi 30 minuti dall'ultima rilevazione di un suono prodotto dagli animali.

Per le *detection* acustiche, il Software SeaPro 3 ha permesso di visualizzare in tempo reale sul laptop il segnale analogico proveniente dall'idrofono attraverso spettrogrammi ad alta risoluzione con frequenza di campionamento di 96 kHz (larghezza di banda sfruttabile 0-48 kHz).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	19 of 86

3.2.5. Analisi

Per tutta la durata del monitoraggio è stata utilizzata una rappresentazione compatta delle misure su archi temporali di 24 ore al fine di fornire una visione globale dei cicli di attività notte/giorno e l'evoluzione temporale dell'ambiente acustico.

I valori dei livelli di rumore SPL_{rms} (dB re 1 μPa) e SPL_{peak} (dB re 1 μPa) sono stati calcolati in un intervallo di 10 secondi. Il SEL (dB re 1 $\mu Pa^2 s$), invece, è stato calcolato in un intervallo temporale di 15 minuti nella banda di 1/3 di ottava centrata a 63 e 125 Hz.

La stima dei parametri del rumore nel periodo del monitoraggio è stata eseguita attraverso software sviluppati *ad hoc* implementati in architettura Matlab e installati su laptop_2_MODEL (https://it.mathworks.com/products/matlab.html?s_tid=hp_ff_p_matlab):

- Per SPL_{rms} (dB re 1 μPa), da ogni file audio di 2 minuti, attraverso la funzione Matlab `pwelch` (<https://www.mathworks.com/help/signal/ref/pwelch.html>, *Welch's power spectral density estimate*, procedura utile per ricavare un valore di *Sound Pressure Level* SPL_{rms} caratteristico per gli intervalli di tempo stabiliti), applicando una finestra di analisi del segnale di 10 secondi con una sovrapposizione del 50%, è stato stimato il *Power Spectrum Density* [PSD (dB re 1 $\mu Pa^2/Hz$)] del segnale acustico per ogni intervallo di 10 secondi;
- L' SPL_{peak} (dB re 1 μPa) è stato ottenuto calcolando, da ogni file audio di 2 minuti, il valore massimo della pressione acustica in finestre temporali di 10 secondi;
- Attraverso il PSD stimato in ogni intervallo di 10 secondi, è stato possibile calcolare il *Sound Exposure Level* [SEL (dB re 1 $\mu Pa^2 s$)] nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 e 125 Hz per ogni intervallo di 15 minuti.

Per livelli di SPL_{rms} (dB re 1 μPa) stimati in *real time* sono stati utilizzati i file acustici della durata di 2 minuti trasferiti nel sistema di archiviazione (NAS) attraverso il Software SeaPro installato sul laptop_1_PAM. Dai file acustici, resi disponibili con una latenza di 2 minuti, è stato possibile ottenere i valori di SPL_{rms} in prossimità dell'imbarcazione appoggio attraverso i software *ad hoc* installati sul laptop_2_MODEL. Inoltre, per il periodo 10 Novembre 2019 - 21 Gennaio 2020, oltre ai valori di SPL_{rms} stimati in prossimità di *Aline B*, tramite modello di propagazione acustica, sono stati rappresentati in *real time* anche i valori di SPL_{rms} al limite della Alarm Zone (AZ).

Per la produzione dei report giornalieri, dai dati acustici relativi alle 24 ore della giornata precedente, un secondo software installato sul laptop_2_MODEL ha prodotto dei grafici sull'andamento giornaliero del (SPL_{rms} , SPL_{peak} , e SEL) secondo le direttive previste nel documento del *National Physical Laboratory (NPL) Good Practice Guide No. 133 – Underwater Noise Measurement* (Robinson *et al.*, 2014).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	20 of 86

Al fine di caratterizzare e rappresentare le differenti *detection* acustiche è stato effettuato il riconoscimento - tramite ispezione visiva dello spettrogramma e ascolto - delle principali categorie di suoni emesse dagli animali (in particolare i cetacei odontoceti) in *real-time* utilizzando il software SeaPro 3. In caso di *detection* incerta, il file appena registrato è stato visualizzato tramite il software RX Izotope (<https://www.izotope.com/en/products/repair-and-edit/rx.html>), amplificato e filtrato in modo da permettere l'accertamento della presenza di segnali acustici riconducibili alle specie target e confermare o meno la *detection*.

I suoni emessi dagli animali sono stati classificati in:

- *whistles* (o fischi) prodotti dai delfinidi, ovvero toni a banda principalmente stretta, modulati in frequenza (udibili all'orecchio umano), di durata che varia dai millisecondi fino a qualche secondo, con funzione principalmente legata alla comunicazione e socializzazione;
- *click* (o segnali sonar impulsivi) singoli o emessi in "treni" prodotti dai delfinidi e da altre specie di cetacei odontoceti (e.g. capodoglio), ovvero suoni che hanno durata variabile tra qualche microsecondo e alcune decine di microsecondi, con funzione principalmente legata all'ecolocalizzazione;
- *burts pulses* (o suoni pulsati) prodotti dai delfinidi, ovvero una particolare serie di click estremamente rapidi con possibile funzione legata alla comunicazione in diversi contesti.

3.3. MONITORAGGIO ACUSTICO E VISIVO DEI MAMMIFERI E RETTILI MARINI DA IMBARCAZIONI A/R CALAFURIA E HYDRA

Per monitorare la presenza visiva/acustica dei mammiferi e rettili marini nella MZ durante le ore diurne (approssimativamente dalle 06:30–07:00 alle 16:30–17:00), No.3 operatori MMO/PAM hanno eseguito osservazioni in mare (survey di superficie) utilizzando le imbarcazioni a motore dedicate fornite da TAP (Figura 3), dotate di GPS, radar, ecoscandaglio e altri dispositivi di navigazione.

3.3.1. Metodologia e software

Per ragioni di sicurezza del personale ed efficienza delle osservazioni durante il monitoraggio, i *survey* sono stati effettuati solo in condizioni meteomarine caratterizzate da Douglas ≤ 3 e Beaufort ≤ 4 , in buone condizioni di illuminazione e visibilità. Questi valori di riferimento generali e non assoluti rappresentano gli intervalli di forza del vento e di altezza dell'onda che, agendo in combinazione, hanno determinato, di volta in volta, l'opportunità di effettuare o posporre l'uscita in mare, e/o di rientrare in anticipo sul programma.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	21 of 86

Le condizioni meteo (vento, onda, visibilità e precipitazioni) sono state consultate e riportate quotidianamente, rilevando i dati ogni ora, utilizzando:

- il bollettino ufficiale MeteoGroup nell'area offshore di San Foca (servizio del Progetto TAP);
- il bollettino ufficiale METEOMAR dell'Aeronautica Militare a carattere generale (<http://www.meteoam.it/meteomar/>);
- Lamma (<http://www.lamma.rete.toscana.it/meteo/modelli/vento-mare.php?area=A#>), per le condizioni di vento e onda a carattere locale;
- Windfinder (<https://www.windfinder.com/>) per le condizioni locali di vento e onda;
- Windy (<https://www.windy.com/>) per le condizioni di vento e onda a carattere locale;
- 3bmeteo per il dettaglio delle precipitazioni (<https://www.3bmeteo.com/>).

I *survey* di superficie hanno seguito rotte lineari prestabilite nell'intera MZ. Per la SZ sono stati disegnati transetti spazati di 1 miglio nautico (n=14; lunghezza totale: 27 miglia; Figura 6 in rosso), per la AZ transetti spazati di 0.25 (n=18; lunghezza totale: 11 miglia; Figura 6 in giallo). I transetti della AZ sono stati appositamente strutturati in maniera più fitta per garantire una maggiore sorveglianza dell'area di 1 nm intorno all'Exit Point.

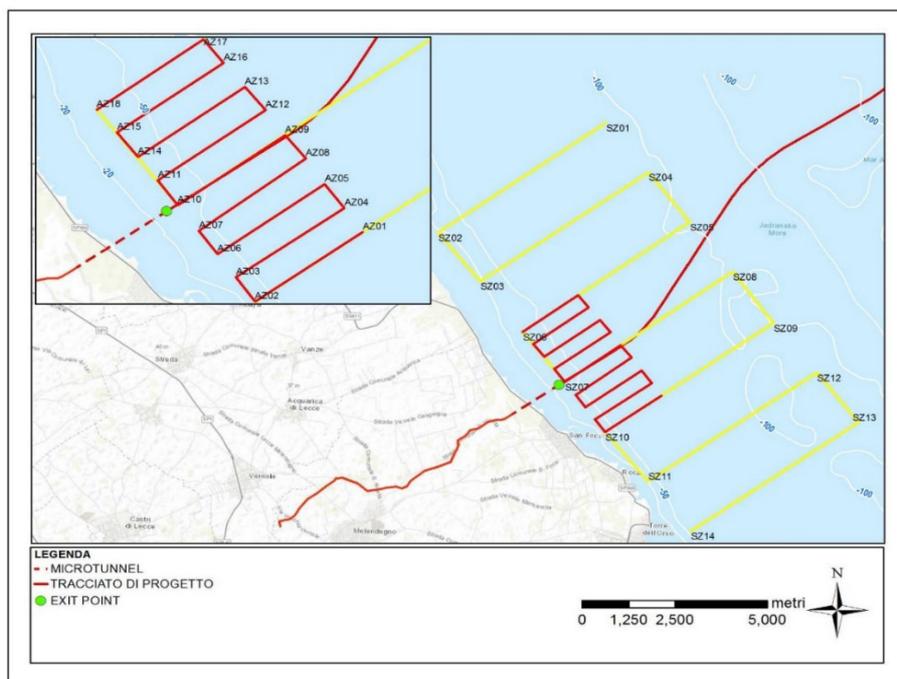


Figura 6: Transetti percorsi nel corso del monitoraggio visivo/acustico in SZ (in giallo) e in AZ (in rosso).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	22 of 86

I transetti all'interno della SZ sono definiti dalle coordinate geografiche riportate in Tabella 4, quelli della AZ in Tabella 5.

Tabella 4: Coordinate geografiche del transetto nell'ambito dell'area di sicurezza (SZ).

Area di Sicurezza (SZ)	LATITUDINE				LONGITUDINE			
	gradi	min	sec	decimali	gradi	min	sec	decimali
punto SZ01	40	23	6.94	40.38526	18	24	48.28	18.41341
punto SZ02	40	21	18.23	40.35506	18	21	40.42	18.36123
punto SZ03	40	20	33.07	40.34252	18	22	30.47	18.37513
punto SZ04	40	22	21.10	40.37253	18	25	38.96	18.42749
punto SZ05	40	21	34.77	40.35966	18	26	27.78	18.44105
punto SZ06	40	19	46.02	40.32945	18	23	20.53	18.38904
punto SZ07	40	18	59.43	40.31651	18	24	10.90	18.40303
punto SZ08	40	20	48.44	40.34679	18	27	18.45	18.45513
punto SZ09	40	20	0.68	40.33352	18	28	6.96	18.46860
punto SZ10	40	18	12.83	40.30356	18	24	58.79	18.41633
punto SZ11	40	17	27.17	40.29088	18	25	49.46	18.43041
punto SZ12	40	19	14.56	40.32071	18	28	58.26	18.48285
punto SZ13	40	18	28.46	40.30791	18	29	47.95	18.49665
punto SZ14	40	16	40.81	40.27800	18	26	40.08	18.44447

Tabella 5: Coordinate dei punti del transetto nell'ambito dell'area di sicurezza (SZ).

Area di Allarme (AZ)	LATITUDINE				LONGITUDINE			
	gradi	min	sec	decimali	gradi	min	sec	decimali
punto AZ01	40	18	48.84	40.31357	18	26	1.44	18.43373
punto AZ02	40	18	12.77	40.30355	18	24	58.56	18.41627
punto AZ03	40	18	24.72	40.30687	18	24	46.82	18.41300
punto AZ04	40	19	0.43	40.31679	18	25	50.16	18.43060
punto AZ05	40	19	12.14	40.32004	18	25	37.95	18.42721
punto AZ06	40	18	35.95	40.30999	18	24	35.23	18.40979
punto AZ07	40	18	47.31	40.31314	18	24	23.80	18.40661
punto AZ08	40	19	24.44	40.32346	18	25	26.06	18.42391
punto AZ09	40	19	35.79	40.32661	18	25	13.39	18.42039
punto AZ10	40	18	59.61	40.31656	18	24	10.67	18.40296
punto AZ11	40	19	11.67	40.31991	18	23	58.31	18.39953
punto AZ12	40	19	47.97	40.32999	18	25	1.18	18.41700
punto AZ13	40	19	59.32	40.33314	18	24	48.52	18.41348
punto AZ14	40	19	23.08	40.32308	18	23	46.02	18.39612
punto AZ15	40	19	34.85	40.32635	18	23	33.12	18.39253
punto AZ16	40	20	10.91	40.33636	18	24	35.38	18.40983
punto AZ17	40	20	22.26	40.33952	18	24	22.87	18.40635
punto AZ18	40	19	46.02	40.32945	18	23	20.53	18.38904

A bordo dell'imbarcazione, che ha viaggiato ad una velocità media di 5–7 nodi, AZ è stata coperta in circa 2h, mentre SZ è stata completata in circa 4 – 6 ore.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	23 of 86

Considerando che presso i punti maggiormente distanti dall'Exit Point, ovvero i punti 01, 08 e 13 della SZ, sono state effettuate – quando possibile in relazione alle condizioni meteomarine e alla sicurezza degli operatori – tappe acustiche della durata di 30 minuti ciascuna (vedi descrizione più avanti), nell'arco di circa 10 ore è completato l'intero monitoraggio visivo/acustico di superficie in condizioni meteomarine ottimali. Tuttavia, il programma giornaliero è stato soggetto a variazioni e/o aggiustamenti in relazione alle condizioni meteomarine o altri elementi contingenti, che hanno potuto determinare una esecuzione parziale delle attività.

I dati visivi sono stati raccolti posizionandosi nel miglior punto di osservazione disponibile sull'imbarcazione, ovvero la postazione stabile sopraelevata, da cui gli MMO hanno avuto una vista libera sul mare di 360°. Gli osservatori hanno quindi scansionato la superficie dell'acqua sistematicamente a occhio nudo e mediante binocoli, e hanno rilevato acusticamente (quando possibile) l'eventuale presenza di mammiferi marini effettuando No.3 tappe acustiche predefinite della durata di 30 minuti presso i punti SZ01, SZ08 e SZ13 del transetto all'interno della SZ, con il motore della barca e ogni altra strumentazione spenta, per evitare interferenze con il sistema di ricezione. Il monitoraggio effettuato presso queste No.3 tappe acustiche ha permesso di prestare particolare attenzione all'eventuale individuazione della presenza del capodoglio (*Physeter macrocephalus*) come richiesto nella nota tecnica congiunta di ISPRA/ARPA Puglia del 13.11.2017 relativa alla Prescrizione A.43 dichiarata ottemperata dal MATTM con Determina n. 25 del 17.01.2018.

Le specie di mammiferi marini potenzialmente avvistabili nell'area di monitoraggio sono elencate in Allegato 2. Secondo quanto riportato in letteratura, per avvistamento si intende la prima rilevazione della presenza in superficie di un gruppo di animali. Un gruppo è costituito da uno o più individui osservati in apparente associazione tra loro, spesso coinvolti nella stessa attività comportamentale e entro 100 metri l'uno dall'altro (Mann, 1999; 2000; Shane, 1990).

In caso di avvistamento all'interno della MZ, quando possibile, sono state rilevate o stimate, e archiviate su laptop, le seguenti informazioni relative all'evento:

- Data, ora e coordinate del punto di avvistamento;
- Specie;
- Comportamento iniziale che ha permesso l'avvistamento (ad esempio salto, affioramento, altro) e comportamento generale del gruppo/individuo nel corso di tutto l'avvistamento;
- Numero di individui (reali o stimati);
- Taglia / classe di età / sesso (quando possibile);

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	24 of 86

- Distanza stimata dalla piattaforma di osservazione e dalla sorgente di rumore (nave Mimar);
- Direzione del movimento del gruppo/individuo;
- Note speciali.

La rilevazione del numero degli individui e del comportamento è stata effettuata ogni 3–5 minuti (o ad ogni evento di affioramento in superficie) nel corso dell'avvistamento e, per i cetacei, la classe di età degli individui presenti è stata stimata secondo le seguenti definizioni (Shane, 1990):

- adulti: esemplari di dimensioni tipiche di ciascuna specie;
- giovani: esemplari di dimensioni pari ai due terzi della lunghezza di un individuo adulto (odontoceti); esemplari di lunghezza inferiore agli 11 m (misticeti);
- piccoli: esemplari di dimensioni di meno di due terzi della lunghezza di un adulto, che nuotano in loro compagnia posizionandosi lateralmente o dietro;
- neonati: esemplari di dimensioni di meno di metà della lunghezza di un adulto, con pieghe fetali visibili lungo i fianchi, che solitamente “sbattono” la parte ventrale del rostro sulla superficie dell'acqua (*head-slap*) durante la fase di respirazione in superficie e che nuotano costantemente al fianco di un adulto.

Il comportamento dei cetacei è stato determinato seguendo le definizioni adottate in letteratura:

- TRA – *Travelling* (spostamento): gli individui si muovono con una velocità costante in una direzione definita;
- MIL – *Milling* (vagabondaggio): gli individui mostrano un movimento non direzionale; il gruppo varia nel suo orientamento, ma rimane costante nella sua coesione;
- FEE – *Feeding* (alimentazione): gli individui mostrano cambi direzionali attivi e rapidi; possono essere presenti vigorose accelerazioni e comportamenti aerei, salti, colpi di coda, e turbolenza sotto la superficie; è possibile la presenza di uccelli e spruzzi;
- SOC – *Socializing* (socializzazione): gli individui mostrano vari comportamenti interattivi, con contatti fisici tra loro; sono molto probabili salti o altri comportamenti di superficie;
- RES – *Resting* (riposo): gli individui sono alla deriva o si muovono molto lenti vicino alla superficie dell'acqua, spesso con movimenti costanti e sincroni;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	25 of 86

- TRW – *Following/interaction with trawling boats* (seguire/interagire con pescherecci a strascico): singoli individui o piccoli gruppi seguono/interagiscono con una imbarcazione da pesca a strascico mentre la rete è trainata o mentre viene salpata.

Quando gli esemplari all'interno del gruppo esibivano simultaneamente comportamenti differenti, sono stati riportati tutti i comportamenti rilevati nell'ambito di una categoria definita *mixed behaviour*.

Durante l'avvistamento, gli animali osservati sono stati fotografati e videoregistrati, ove possibile, al fine di consentire la fotoidentificazione degli individui. La fotoidentificazione rappresenta una pratica non invasiva di “*mark recapture*” (marcatura–ricattura) che permette di riconoscere i singoli esemplari prendendo in considerazione diverse caratteristiche morfologiche, come ad esempio forma, colorazione, graffi, tacche, cicatrici e altri segni distintivi (*marks*) presenti sulla pinna dorsale, ma anche sulla pinna caudale e sulle altre parti del corpo visibili durante l'emersione.

La raccolta e l'archiviazione dei dati sono stati effettuati in continuo, fino a quando gli animali non si sono allontanati dall'area.

Nell'ambito di una stessa uscita giornaliera, un avvistamento successivo è stato considerato diverso dal precedente (e quindi conteggiato *ex novo*) quando era trascorso un lasso di tempo di almeno 20 minuti tra un avvistamento e l'altro. Il tempo totale intercorso tra la prima rilevazione degli esemplari in superficie e l'ultima, ha definito la durata di ogni avvistamento.

Per quanto riguarda i rettili marini, con particolare riferimento a *Caretta caretta*, e ad altra megafauna marina (in particolare specie ittiche) è stata registrata la posizione di questi animali, se presenti nella zona di monitoraggio.

Nel corso dei *survey* è stato utilizzato il software Logger 2010 sviluppato da IFAW (International Found for Animal Welfare), un programma di registrazione dei dati sul campo che raccoglie automaticamente i dati dal GPS e li memorizza in un database di Access, installato su un laptop (HP ENVY 17-ce0005nl) connesso al GPS. È stato tenuto un registro dettagliato delle rotte percorse, archiviando le posizioni GPS ogni minuto, e il database Access è stato opportunamente organizzato e modificato ai fini del presente monitoraggio.

I dati acustici biologici sono stati acquisiti attraverso il software dedicato SeaPro 3. Il segnale analogico proveniente dall'idrofono è stato quindi visualizzato in tempo reale sulla workstation con larghezza di banda di 96 kHz. SeaPro 3 ha mostrato gli spettrogrammi ad alta risoluzione in tempo reale per rilevare i cetacei mediante i loro segnali.

Al termine di ogni giornata di survey è stato eseguito un backup di sicurezza dei dati e predisposto un report giornaliero di attività.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	26 of 86

3.3.2. Strumentazione

Per l'intera durata del monitoraggio, i dati visivi sono stati raccolti utilizzando:

- binocoli 7x50 Nikon CF WP Global Compass, Steiner Navigator Pro e Aomekie sailing, dotati di reticolo e bussola;
- macchina fotografica reflex Canon EOS 7D Mark II, con zoom Canon EF 100–400mm f/4.5–5.6L IS II USM;
- macchina fotografica reflex Nikon D3100, con zoom Tamron AF 18-270mm f/3.5-6.3 Di II;
- videocamera GoPro Hero 5.

I dati acustici sono stati raccolti utilizzando un idrofono omnidirezionale Aquarian Scientific (modello TARIC 901580; sensitivity –208dB) calato a 25 m di profondità, dotato di peso aggiuntivo e terminazione BNC, con sistema preamplificatore Aquarian Scientific (modello PA-4, Default board setup: 26dB gain, differential balanced output, P48 phantom-powered, TARIC 8544.20). La catena acustica è stata quindi connessa a una scheda audio Roland Quad Capture UA55 o Steinberg Yamaha UR22 con campionamento fino a 192kHz, collegata direttamente ad uno dei laptop di bordo.

3.3.3. Analisi

I dati raccolti durante i *survey* di superficie sono stati analizzati utilizzando il software opensource QGIS e il software statistico SPSS al fine di produrre mappe e tabelle relative a:

- sforzo di avvistamento complessivo;
- presenza e distribuzione delle specie di mammiferi, rettili, e altre specie di vertebrati marini;
- numero di individui e composizione in classi di età dei gruppi avvistati;
- comportamento e movimenti nell'area di monitoraggio.

Riguardo la fotoidentificazione, l'analisi delle immagini scattate alle parti visibili degli animali durante il ciclo d'emersione è stata condotta selezionando gli scatti di migliore qualità, ovvero quelli più utili per il riconoscimento degli individui. Si è poi proceduto alla loro catalogazione, con l'assegnazione di un codice progressivo univoco a ciascun individuo identificato, e al confronto tra i diversi avvistamenti, al fine di creare un catalogo di individui identificati e tracciare la storia delle "catture" di ciascun esemplare nel tempo.

I dati acustici sono stati classificati e analizzati con la stessa metodologia descritta nel Paragrafo 3.2.5.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	27 of 86

3.4. MISURE DI MITIGAZIONE

Per minimizzare i potenziali impatti del rumore prodotto dalle attività sui mammiferi e rettili marini sono state adottate le misure di mitigazione previste dalla Prescrizione A.42, comma b) del D.M 0000223 del 11/09/2014 come modificato dal D.M. 72/2015, ispirate alle linee guida ACCOBAMS (2013) e JNCC (2015, 2017):

a) Procedure *shut-down* (SD)

In caso di entrata di mammiferi/rettili marini nell'area di allarme AZ (1 nm dall'Exit Point) dopo l'inizio di attività, queste sono state tempestivamente interrotte fino all'allontanamento degli animali dall'area. Le attività sono state riprese trascorsi 30 minuti dall'ultima rilevazione della presenza di individui all'interno dell'area di allarme.

b) Procedure *power-down* (PD)

In caso di entrata di mammiferi/rettili marini nell'area di sicurezza SZ (1–3 nm dall'exit point) dopo l'inizio di attività, queste sono state ridotte fino all'allontanamento degli animali dall'area. Le attività sono state riprese normalmente trascorsi 30 minuti dall'ultima rilevazione della presenza di individui all'interno dell'area di sicurezza.

c) Procedure *soft-start* (SS)

L'avvio graduale dei lavori è stato effettuato all'inizio delle attività e sempre dopo l'esecuzione di una procedura SD.

In ogni caso, 30 min prima dell'inizio di qualsiasi attività, gli operatori MMO/PAM hanno monitorato acusticamente e/o visivamente l'area per accertare l'assenza anche di singoli individui di mammiferi o rettili marini. Qualora un animale (o un gruppo di essi) era presente o era entrato nella zona di allarme durante i 30 min di osservazione precedenti l'inizio delle attività in mare, sono stati attesi ulteriori 30 min dal momento dell'uscita degli animali dalla AZ (posizione inizio attività).

Le misure di mitigazione sono state attuate considerando:

- la sicurezza di persone e mezzi;
- le informazioni raccolte dagli operatori MMO/PAM;
- le condizioni operative contingenti.

In caso di osservazione di mammiferi e/o rettili marini nella zona di sicurezza SZ, è stato sempre avvisato il responsabile TAP a bordo della nave *Mimar Sinan* per eventuale interruzione delle attività nel caso di avvicinamento/entrata degli animali in AZ, e che gli animali sono stati sempre seguiti fino all'allontanamento dall'area.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	28 of 86

4. RISULTATI

4.1. ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

La sintesi delle attività di monitoraggio acustico realizzate a bordo dei *supply vessel Aline B* (periodo: 10 Novembre 2019-21 Gennaio 2020) e dei *survey* di superficie (visivi) da imbarcazione, è riportata in Tabella 6. Il relativo sforzo di monitoraggio (in ore, giorni e miglia nautiche percorse) è sintetizzato in Tabella 7.

Il monitoraggio si è svolto per un periodo complessivo di 73 giorni. Le giornate di non attività di nave di *Aline B* sono state No.32 (44%), di cui No.28 quando la nave *Mimar Sinan* e *Daniel Bernoulli* si trovavano *in situ* ma non operanti (stand-by), e No.4 in cui le imbarcazioni avevano lasciato il sito di lavoro per motivi logistici. Nei rimanenti No.41 giorni, il monitoraggio acustico passivo (rumore e PAM) da *Aline B* è stato effettuato per un totale di 613 ore, quello visivo in 8 giornate, per un totale di 46.5 ore.

I survey visivi di superficie dalle imbarcazioni *Calafuria* e *Hydra* con MMO sono stati realizzati in No.26 giornate, corrispondenti a 204 ore di monitoraggio visivo e 17 ore di PAM. Complessivamente, sono state eseguite 630 ore di monitoraggio acustico passivo e 250.5 ore di monitoraggio visivo, percorrendo 884 miglia nautiche nella MZ, seguendo le rotte riportate in Figura 7.



Figura 7: Rotte percorse da imbarcazione MMO (883.8 miglia nautiche, c.ca 1.600 Km) durante l'intero periodo di monitoraggio (10/11/2019 – 21/01/2020). L'Exit Point è indicato con un punto verde.

	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	29 of 86

Tabella 6: Sintesi delle attività di monitoraggio MMO e PAM realizzate nel periodo 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020.

Data	PAM				MMO		
	Imbarcazione appoggio	Rilevamento rumore	Monitoraggio Acustico Passivo (PAM)	Monitoraggio visivo diurno (in caso di necessità)	Imbarcazione appoggio	Monitoraggio Acustico Passivo (PAM)	Monitoraggio visivo diurno
10/11/2019	Aline B				Calafuria		
11/11/2019	Aline B				Calafuria		
12/11/2019	Aline B				Calafuria		
13/11/2019	Aline B				Calafuria		
14/11/2019	Aline B				Calafuria		
15/11/2019	Aline B				Calafuria		
16/11/2019	Aline B				Calafuria		
17/11/2019	Aline B				Calafuria		
18/11/2019	Aline B				Calafuria		
19/11/2019	Aline B				Calafuria		
20/11/2019	Aline B				Calafuria		
21/11/2019	Aline B				Calafuria		
22/11/2019	Aline B				Calafuria		
23/11/2019	Aline B				Calafuria		
24/11/2019	Aline B				Calafuria		
25/11/2019	Aline B				Calafuria		
26/11/2019	Aline B				Calafuria		
27/11/2019	Aline B				Calafuria		
28/11/2019	Aline B				Calafuria		
29/11/2019	Aline B				Calafuria		
30/11/2019	Aline B				Calafuria		
01/12/2019	Aline B				Calafuria		
02/12/2019	Aline B				Calafuria		
03/12/2019	Aline B				Calafuria		
04/12/2019	Aline B				Calafuria		
05/12/2019	Aline B				Calafuria		
06/12/2019	Aline B				Calafuria		
07/12/2019	Aline B				Calafuria		
08/12/2019	Aline B				Calafuria		
09/12/2019	Aline B				Calafuria		
10/12/2019	Aline B				Calafuria		
11/12/2019	Aline B				Calafuria		
12/12/2019	Aline B				Calafuria		
13/12/2019	Aline B				Calafuria		
14/12/2019	Aline B				Calafuria		
15/12/2019	Aline B				Calafuria		
16/12/2019	Aline B				Calafuria		
17/12/2019	Aline B				Calafuria		
18/12/2019	Aline B				Calafuria		
19/12/2019	Aline B				Calafuria		
20/12/2019	Aline B				Calafuria		
21/12/2019	Aline B				Calafuria		
22/12/2019	Aline B				Calafuria		
23/12/2019	Aline B				Calafuria		
24/12/2019	Aline B				Calafuria		
25/12/2019	Aline B				Calafuria		
26/12/2019	Aline B				Calafuria		
27/12/2019	Aline B				Calafuria		
28/12/2019	Aline B				Calafuria		
29/12/2019	Aline B				Calafuria		
30/12/2019	Aline B				Calafuria		
31/12/2019	Aline B				Calafuria		

	Eseguito interamente
	Eseguito parzialmente per condizioni meteo-marine avverse e/o per problematiche logistiche/operative/strumentali contingenti (occorse nell'ambito della giornata)
	Non eseguito per assenza dal sito delle navi Mimar o Bernoulli, o per fermo lavori
	Non eseguito per problematiche logistiche/operative/strumentali
	Non eseguito per condizioni meteo-marine avverse

	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	30 of 86

Data	PAM				MMO		
	Imbarcazione appoggio	Rilevamento rumore	Monitoraggio Acustico Passivo (PAM)	Monitoraggio visivo diurno (in caso di necessità)	Imbarcazione appoggio	Monitoraggio Acustico Passivo (PAM)	Monitoraggio visivo diurno
01/01/2020	Aline B				Calafuria		
02/01/2020	Aline B				Calafuria		
03/01/2020	Aline B				Calafuria		
04/01/2020	Aline B				Calafuria		
05/01/2020	Aline B				Calafuria		
06/01/2020	Aline B				Calafuria		
07/01/2020	Aline B				Calafuria		
08/01/2020	Aline B				Calafuria		
09/01/2020	Aline B				Calafuria		
10/01/2020	Aline B				Calafuria		
11/01/2020	Aline B				Aline B		
12/01/2020	Aline B				Aline B		
13/01/2020	Aline B				Afon Cefni		
14/01/2020	Aline B				Aline B		
15/01/2020	Aline B				Aline B		
16/01/2020	Aline B				-		
17/01/2020	Aline B				-		
18/01/2020	Aline B				Hydra		
19/01/2020	Aline B				Hydra		
20/01/2020	Aline B				-		
21/01/2020	Aline B				-		

	Eseguito interamente
	Eseguito parzialmente per condizioni meteo-marine avverse e/o per problematiche logistiche/operative/strumentali contingenti (occorse nell'ambito della giornata)
	Non eseguito per assenza dal sito delle navi Mimar o Bernoulli, o per fermo lavori
	Non eseguito per problematiche logistiche/operative/strumentali
	Non eseguito per condizioni meteo-marine avverse

Tabella 7: Sintesi dei monitoraggi MMO e PAM svolti nel periodo 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020.

Piattaforma	Monitoraggio Acustico Passivo (PAM)		Monitoraggio visivo (MMO)		Miglia nautiche percorse
	n. ore	n. giornate effettive	n. ore	n. giornate effettive	
Aline B	613	73	47	8	0
Calafuria/Hydra	17	18	204	26	884
Totale	630	73	251	34	884

	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	31 of 86

4.1 RUMORE

Nel periodo 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020, l'acquisizione dei dati acustici è stata effettuata attraverso il sistema installato a bordo dell'unità navale *Aline B*, dove è stato anche implementato il modello di propagazione acustica (Allegato 1). I dettagli del sistema sono descritti nel Paragrafo 3.2.3.

Di seguito sono riportate le stime di SPL_{rms} , SPL_{peak} e SEL (nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 e 125 Hz) (Figure 9, 10 e 11) nel periodo considerato. In particolare, la Figura 8 descrive l'andamento di SPL_{rms} , misura utilizzata per la definizione dei valori soglia per l'impatto del rumore sui gruppi tassonomici di riferimento (vedi Paragrafo 3.2.2), al limite della Zona di Allarme (AZ).

I valori stimati di SPL sono rappresentati dal giorno 14 Novembre in poi poiché nei giorni 10 e 11 Novembre si sono verificati gravi guasti tecnici al sistema di acquisizione acustica e ai laptop dovuti a improvvisi sbalzi di corrente elettrica su *Aline B*. Nei giorni 12 e 13 Novembre, in cui la *Mimar Sinan* non operava, il sistema è stato ripristinato.

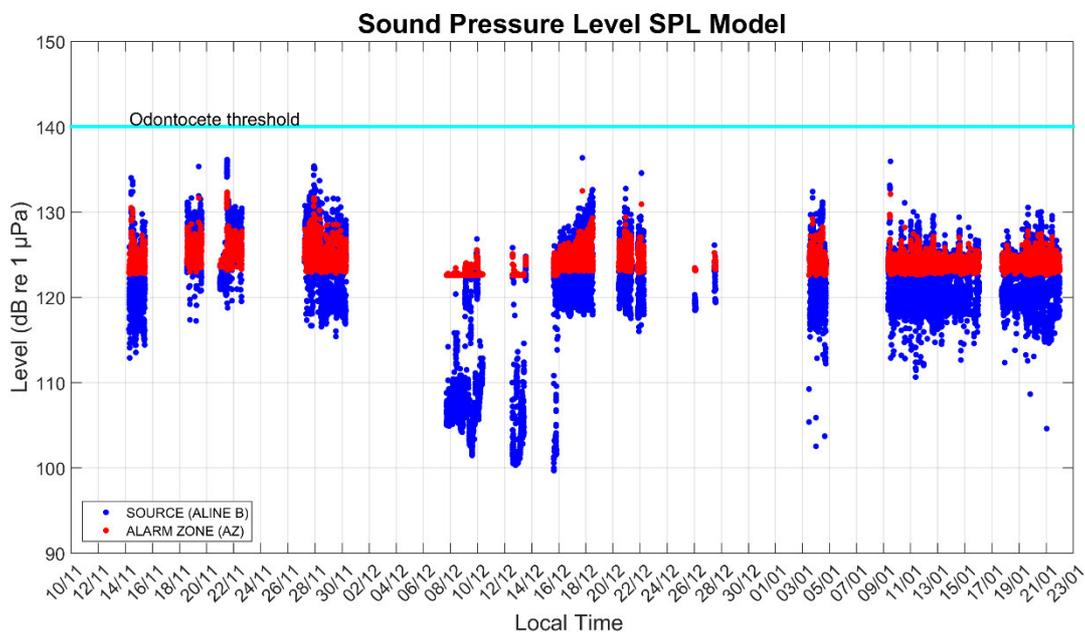


Figura 8: Andamento dei valori di SPL_{rms} (dB re $1\mu Pa$) in funzione del tempo nel periodo 10/11/2019 – 21/01/2020 al limite della Alarm Zone ottenuti tramite modello di propagazione al variare dei valori di SPL_{rms} (dB re $1\mu Pa$) stimati su Aline B.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	32 of 86

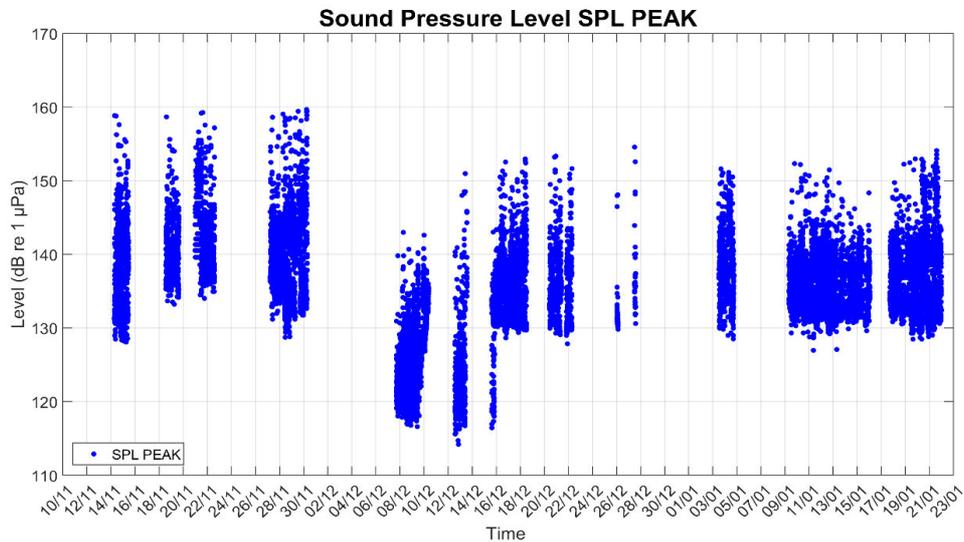


Figura 9: Andamento dei valori di SPLpeak (dB re 1µPa) in funzione del tempo nel periodo di monitoraggio 10/11/2019 – 21/01/2020.

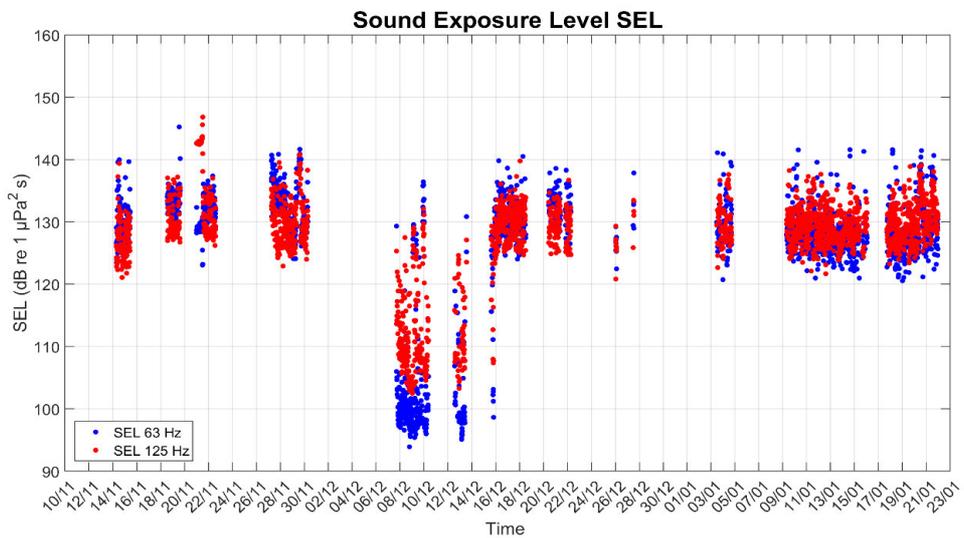


Figura 10: Andamento dei valori di SEL (dB re 1µPa² s) stimato nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 (in blu) e 125 Hz (in rosso) in funzione del tempo nel periodo di monitoraggio 10/11/2019 – 21/01/2020.

Per lo stesso periodo sono state stimate le distribuzioni cumulative (%), il 95th percentile, la media aritmetica, la media geometrica, la mediana e il 5th percentile, dei valori di SPLrms, SPLpeak e SEL stimato nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 e 125 Hz (Tabella 8; Figura 11).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	33 of 86

Tabella 8: Valori del 95th percentile, media aritmetica, media geometrica, mediana e 5th percentile di SPL_{rms} (dB re 1μPa), SPL_{peak} (dB re 1μPa) e SEL (dB re 1 μPa² s) stimato nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 Hz e 125 Hz nel periodo 10/11/2019 – 21/01/2020.

	5 th percentile	Mediana	95 th percentile	Media geometrica	Media aritmetica
SPL _{rms}	106	121	128	120	120
SPL _{peak}	123	135	145	135	135
SEL (63 Hz)	99	129	136	126	127
SEL (125 Hz)	109	129	135	127	128

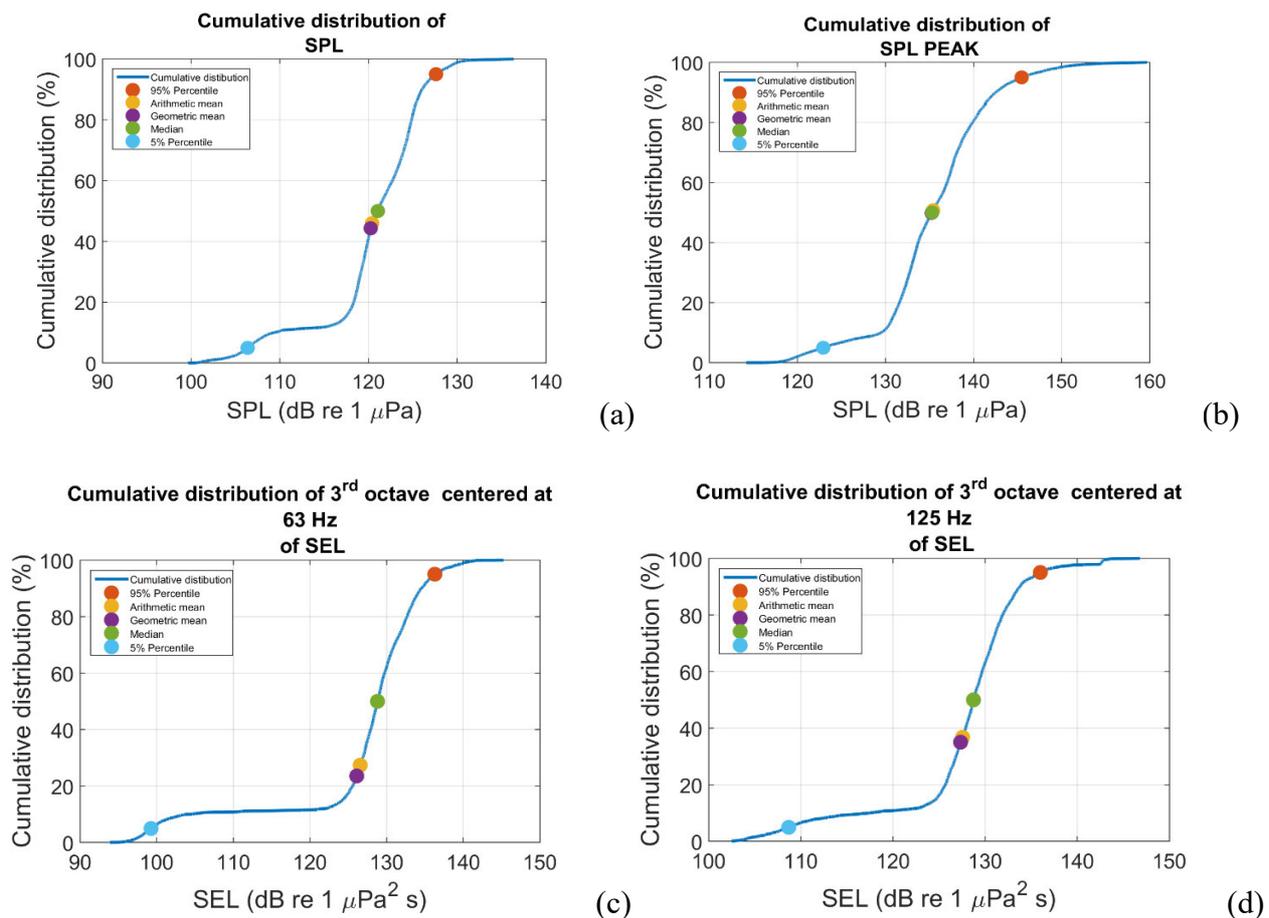


Figura 11: Distribuzione cumulativa (%), 95th percentile, media aritmetica, media geometrica, mediana e 5th percentile dei valori di SPL_{rms} (dB re 1μPa) (a), SPL_{peak} (dB re 1μPa) (b), SEL (dB re 1 μPa² s) stimati nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 Hz (c) e 125 Hz (d) nel periodo di monitoraggio 10/11/2019 – 21/01/2020.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	34 of 86

Al fine di rilevare l'eventuale diverso comportamento del rumore nelle ore diurne e notturne, è stata condotta un'analisi dei valori SPL_{rms} , SPL_{peak} e SEL nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 e 125 Hz registrati durante il giorno (07:00–17:00) e la notte (17:00–07:00) (Figure 12, 13 e 14).

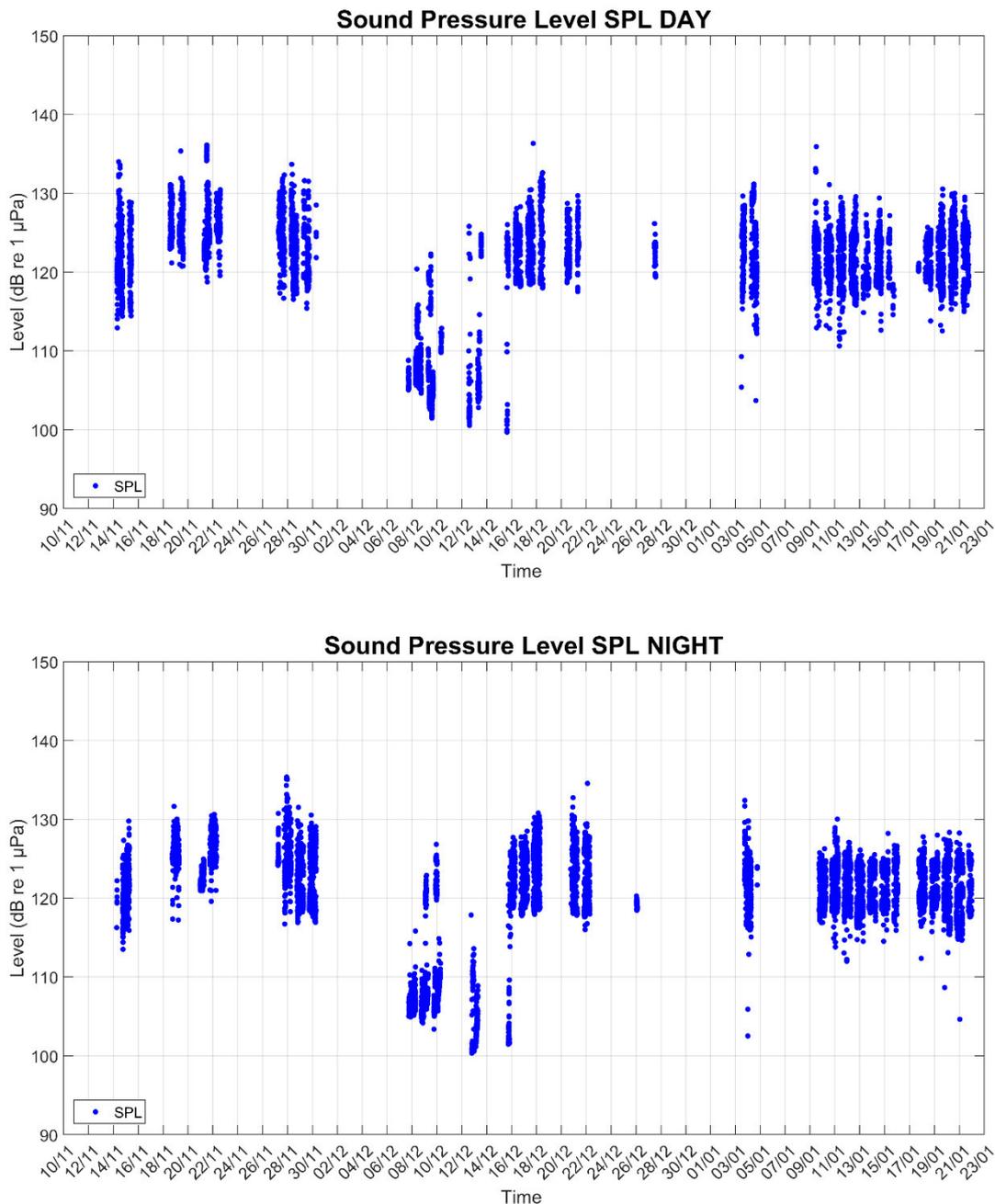


Figura 12: Andamento dei valori di SPL_{rms} (dB re 1µPa) in funzione del tempo per le ore diurne (07:00–17:00; a sinistra) e notturne (17:00–07:00; a destra) nel periodo di monitoraggio 10/11/2019 – 21/01/2020.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	35 of 86

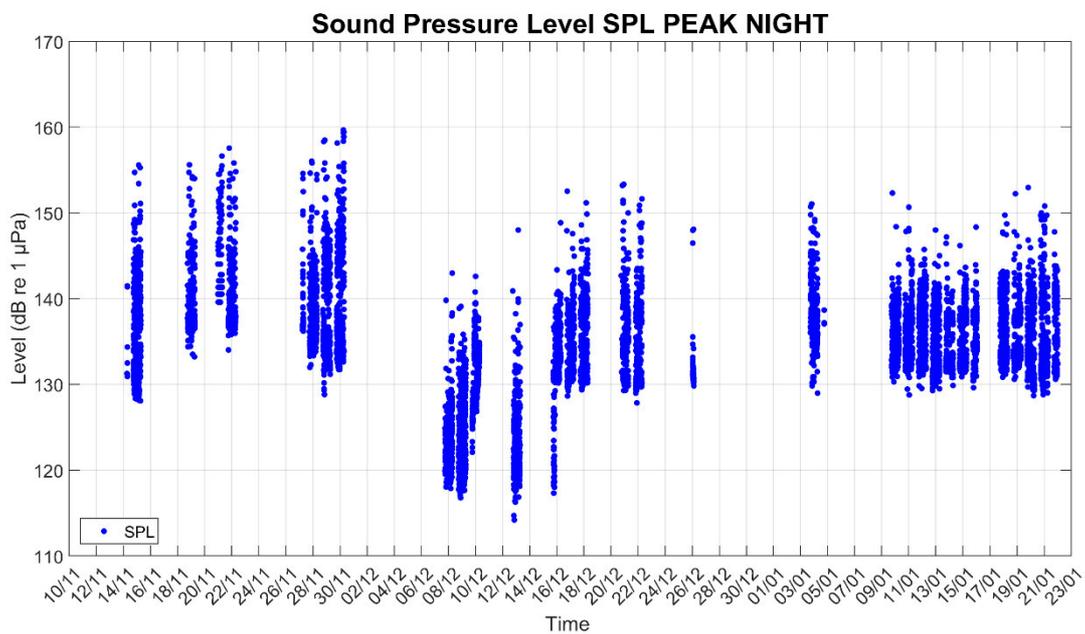
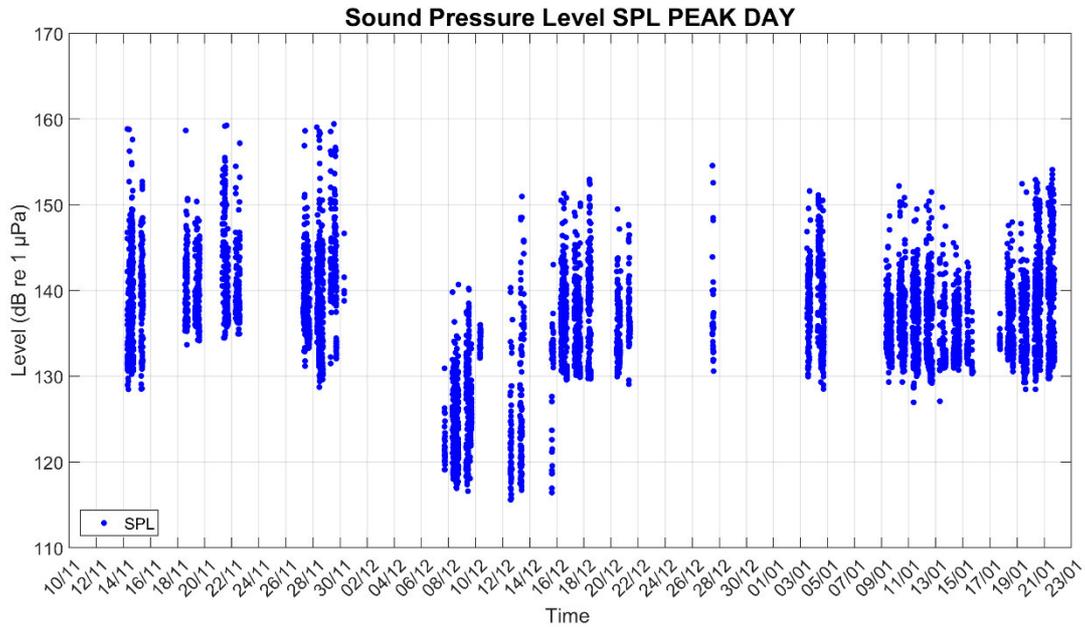


Figura 13: Andamento dei valori di SPLpeak (dB re 1µPa) in funzione del tempo per le ore diurne (07:00–17:00; a sinistra) e notturne (17:00–07:00; a destra) nel periodo di monitoraggio 10/11/2019 – 21/01/2020.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	36 of 86

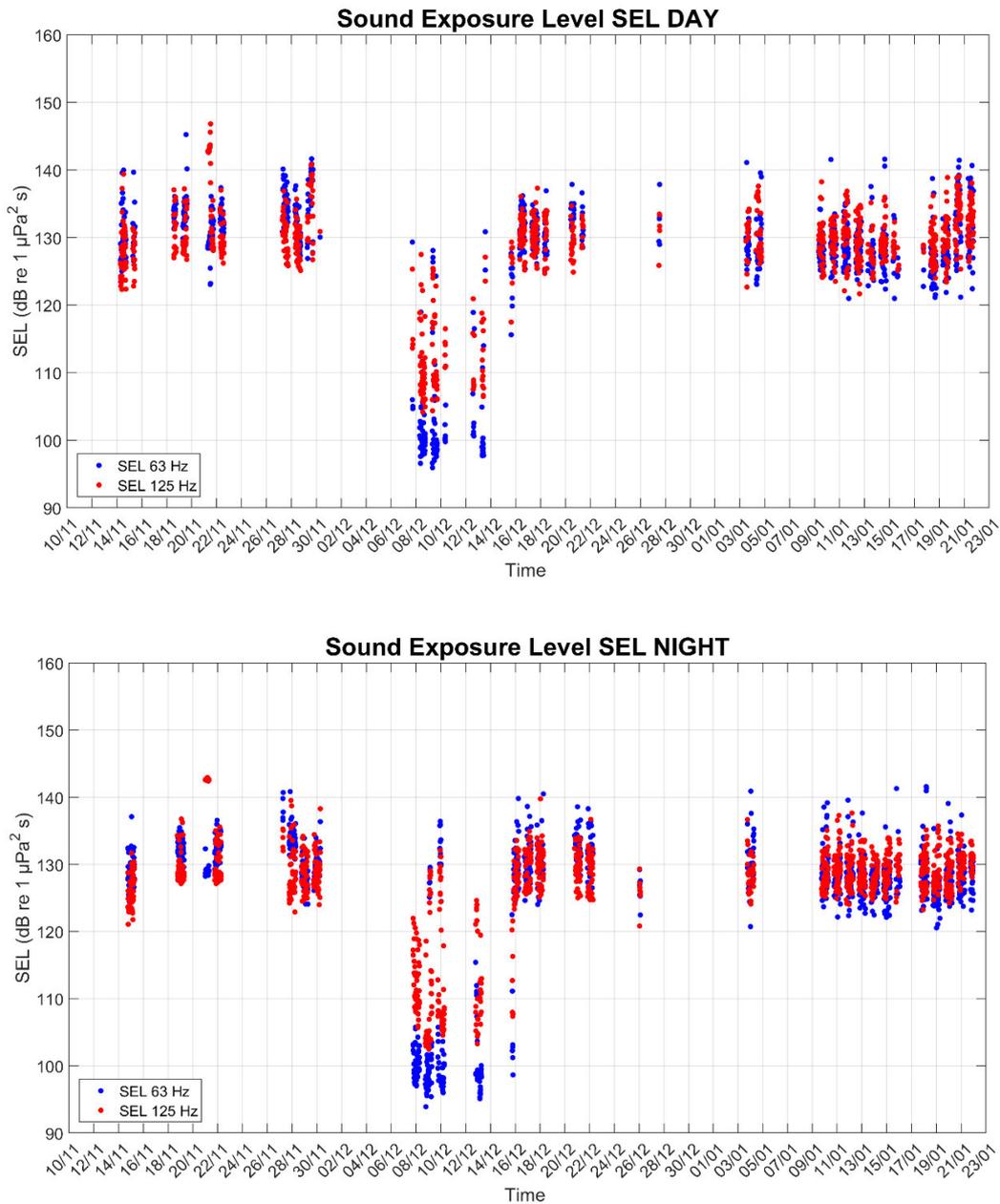


Figura 14: Andamento dei valori di SEL (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$) stimato nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 e 125 Hz in funzione del tempo per le ore diurne (07:00–17:00; a sinistra) e notturne (17:00–07:00; a destra) nel periodo di monitoraggio 10/11/2019 – 21/01/2020.

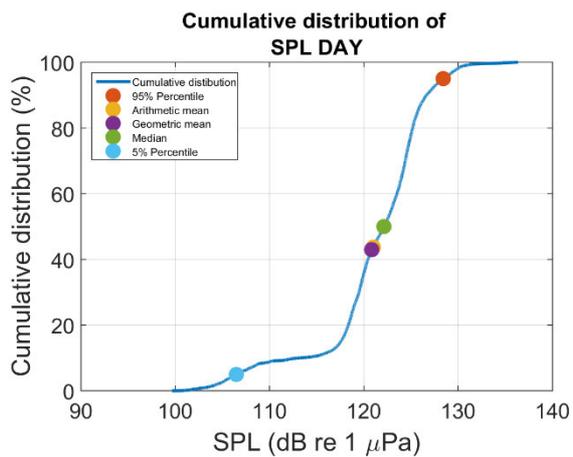
L'analisi giorno/notte è stata effettuata anche per stimare le distribuzioni cumulative (%), il 95th percentile, la media aritmetica e geometrica, la mediana e il 5th percentile, dei valori di SPL_{rms} , SPL_{peak} e SEL stimato in bande di 1/3 di ottava centrate a 63 e 125 Hz (Tabella 9; Figure 15, 16 e 17).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	37 of 86

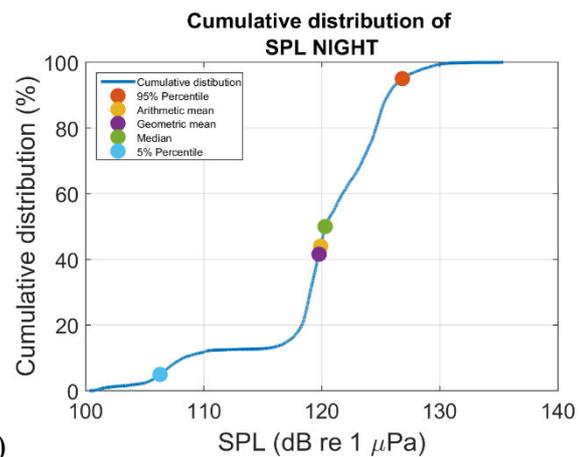
Tabella 9: Valori del 95th percentile, media aritmetica, media geometrica, mediana e 5th percentile di SPL_{rms} (dB re 1μPa), SPL_{peak} (dB re 1μPa) e SEL (dB re 1 μPa² s) stimati nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 Hz e 125 per le ore diurne (07:00–17:00) e notturne (17:00–07:00) nel periodo 10/11/2019 – 21/01/2020.

Giorno	5 th percentile	Mediana	95 th percentile	Media geometrica	Media aritmetica
SPL _{rms}	106	122	128	121	121
SPL _{peak}	123	136	146	136	141
SEL (63 Hz)	100	129	138	127	127
SEL (125 Hz)	110	129	137	128	128

Notte	5 th percentile	Mediana	95 th percentile	Media geometrica	Media aritmetica
SPL _{rms}	106	120	127	120	120
SPL _{peak}	123	134	144	136	135
SEL (63 Hz)	99	128	135	125	126
SEL (125 Hz)	108	128	134	127	127



(a)



(b)

Figura 15: Distribuzione cumulativa (%), 95th percentile, media aritmetica, media geometrica, mediana e 5th percentile di SPL_{rms} (dB re 1μPa) per le ore diurne (a) e notturne (b) nel periodo 10/11/2019 – 21/01/2020.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	38 of 86

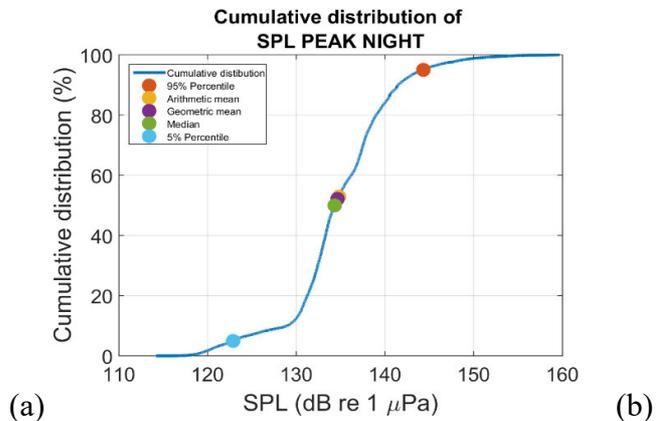
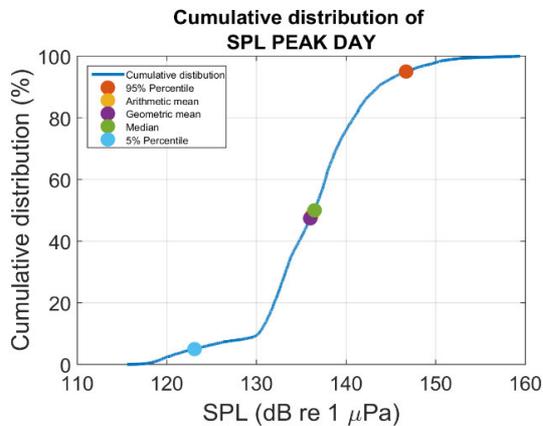


Figura 16: Distribuzione cumulativa (%), 95th percentile, media aritmetica, media geometrica, mediana e 5th percentile di SPL_{peak} (dB re 1 μPa) per le ore diurne (a) e notturne (b) nel periodo 10/11/2019 – 21/01/2020.

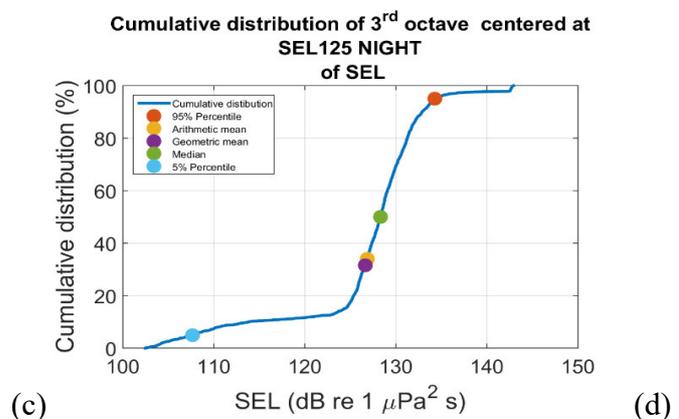
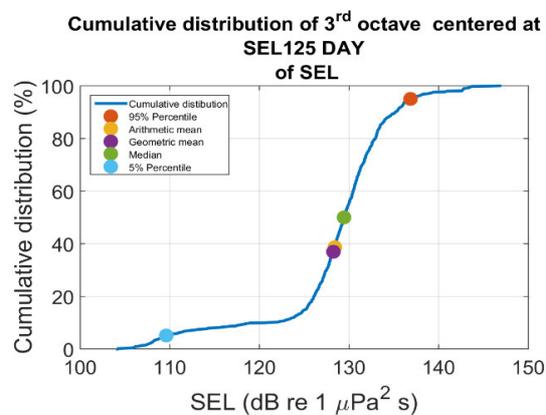
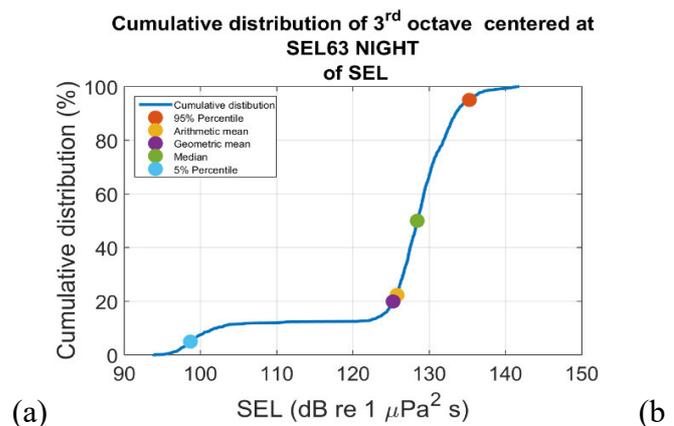
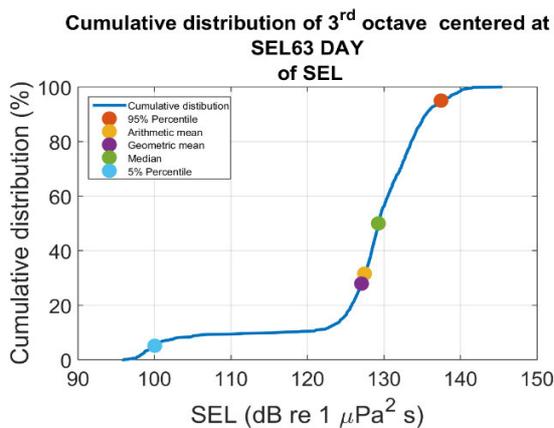


Figura 17: Distribuzione cumulativa (%), 95th percentile, media aritmetica, media geometrica, mediana e 5th percentile di SEL (dB re 1 μPa² s) stimato nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 e 125 Hz per le ore diurne (a) (c) e notturne (b) (d) nel periodo 10/11/2019 – 21/01/2020.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	39 of 86

4.2 RILEVAZIONI ACUSTICHE

La Tabella 10 riporta le *detection* acustiche della presenza di cetacei (probabilmente sempre la specie tursiope, *Tursiops truncatus*) effettuate nel periodo 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 dall'imbarcazione Aline B posta da 200 a 500m di distanza da *Mimar* e *Bernoulli*, e le relative misure di mitigazione.

Tabella 10: Sintesi delle rilevazioni acustiche di cetacei e delle misure di mitigazione applicate.

Piattaforma di rilevazione	#	Data	Ora inizio detection (LT)	Tipologia di suoni	Probabile specie	Azioni di mitigazione
Aline B	1	18/11/2019	14:30	Clicks and burst pulses	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	2	18/11/2019	17:56	Clicks and burst pulses	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	3	18/11/2019	20:10	Clicks	Tursiope	Posticipo inizio attività
Aline B	4	19/11/2019	03:32	Clicks	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	5	21/11/2019	18:09	Clicks and burst pulses	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	6	21/11/2019	23:17	Bursts and clicks	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	7	22/11/2019	03:53	Whistles, clicks and burst pulses	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	8	27/11/2019	17:09	Clicks and bursts	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	9	27/11/2019	20:16	Clicks	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	10	28/11/2019	00:10	Clicks	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	11	29/11/2019	01:51	Whistles, clicks and burst pulses	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	12	29/11/2019	18:13	Whistles, clicks and burst pulses	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	13	29/11/2019	21:50	Clicks	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	14	30/11/2019	02:30	Clicks	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	15	08/12/2019	00:30	Clicks	Tursiope	Nessuna (no attività in corso)
Aline B	16	08/12/2019	02:05	Clicks and burst pulses	Tursiope	Nessuna (no attività in corso)
Aline B	17	08/12/2019	08:52	Clicks and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	18	08/12/2019	18:27	Whistles and clicks	Tursiope	Posticipo inizio attività
Aline B	19	08/12/2019	21:00	Clicks and bursts	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	20	08/12/2019	23:15	Clicks, burst pulses and whistles	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	21	09/12/2019	02:59	Clicks and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	22	09/12/2019	10:44	Clicks and burst pulses	Tursiope	Posticipo inizio attività
Aline B	23	09/12/2019	19:15	Clicks and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	24	10/12/2019	03:23	Clicks and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	25	10/12/2019	04:42	Click train and bursts	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	26	12/12/2019	21:02	Click trains	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	27	13/12/2019	03:09	Click trains, whistles and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	28	13/12/2019	07:36	Click trains and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	29	15/12/2019	14:56	Click trains	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	30	16/12/2019	17:53	Click trains and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	31	16/12/2019	20:03	Click trains and burst pulses	Tursiope	Posticipo inizio attività
Aline B	32	16/12/2019	22:52	Click trains and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	33	17/12/2019	16:49	Click trains and whistles	Tursiope	Nessuna (no attività in corso)
Aline B	34	20/12/2019	15:12	Clicks and burst pulses	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	35	20/12/2019	18:25	Click trains	Tursiope	Nessuna (no attività in corso)
Aline B	36	21/12/2019	20:05	Clicks and burst pulses	Tursiope	Nessuna (no attività in corso)
Aline B	37	22/12/2019	01:03	Clicks and burst pulses	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	38	11/01/2020	19:01	Clicks and burst pulses	Tursiope	Nessuna (no attività in corso)
Aline B	39	11/01/2020	20:58	Clicks	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	40	12/01/2020	01:22	Clicks	Tursiope	Nessuna (no attività in corso)
Aline B	41	12/01/2020	22:27	Clicks, burst pulses and click trains	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	42	13/01/2020	06:06	Click trains, whistles and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	43	13/01/2020	18:30	Clicks and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	44	13/01/2020	23:22	Click trains and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	45	14/01/2020	08:54	Click trains	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	46	14/01/2020	22:09	Click trains and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	47	17/01/2020	19:45	Clicks, burst pulses and click trains	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	48	18/01/2020	19:04	Clicks, burst pulses and click trains	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	49	19/01/2020	03:05	Clicks and burst pulses	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	50	19/01/2020	22:28	Clicks, burst pulses and click trains	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	51	20/01/2020	01:01	Clicks, burst pulses and click trains	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	52	20/01/2020	05:02	Clicks, burst pulses and click trains	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	53	20/01/2020	07:39	Clicks, burst pulses and click trains	Tursiope	Operazioni interrotte
Aline B	54	20/01/2020	13:43	Clicks, burst pulses and click trains	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)
Aline B	55	22/01/2020	05:03	Click trains	Tursiope	Nessuna (soft jobs in corso)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	40 of 86

In totale, dalle imbarcazioni *Aline B*, sono state effettuate No.55 *detection* acustiche, nel 69% dei casi nella fascia notturna (17:00 – 07:00; Figura 18).

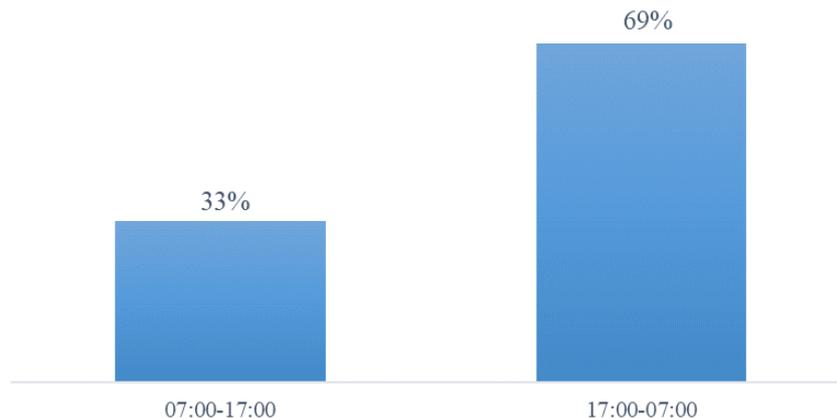


Figura 18: Frequenza delle *detection* acustiche nelle ore diurne (07:00-17:00) e notturne (17:00-07:00) nel periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020.

La tipologia di suono principalmente identificata nel primo rilevamento acustico nell'ambito di una *detection* è il treno di click (62%), seguito da click isolati (28%), *burst pulse* (8%) e fischi (2%) (Figure 19 e 20); nei rilevamenti successivi, la tipologia di suono maggiormente presente è *burst pulse* (53%).

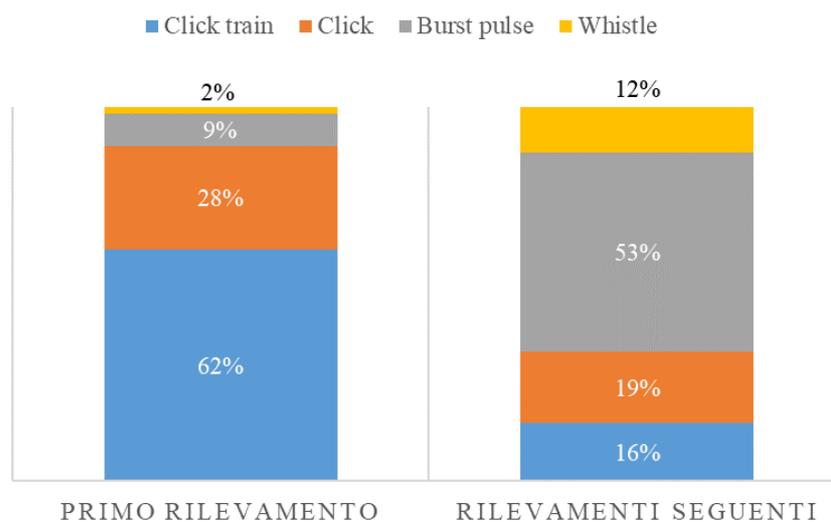


Figura 19: Composizione (frequenza % delle diverse tipologie di suoni emesse dagli animali) delle *detection* acustiche (primo rilevamento e successivi) nel periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	41 of 86

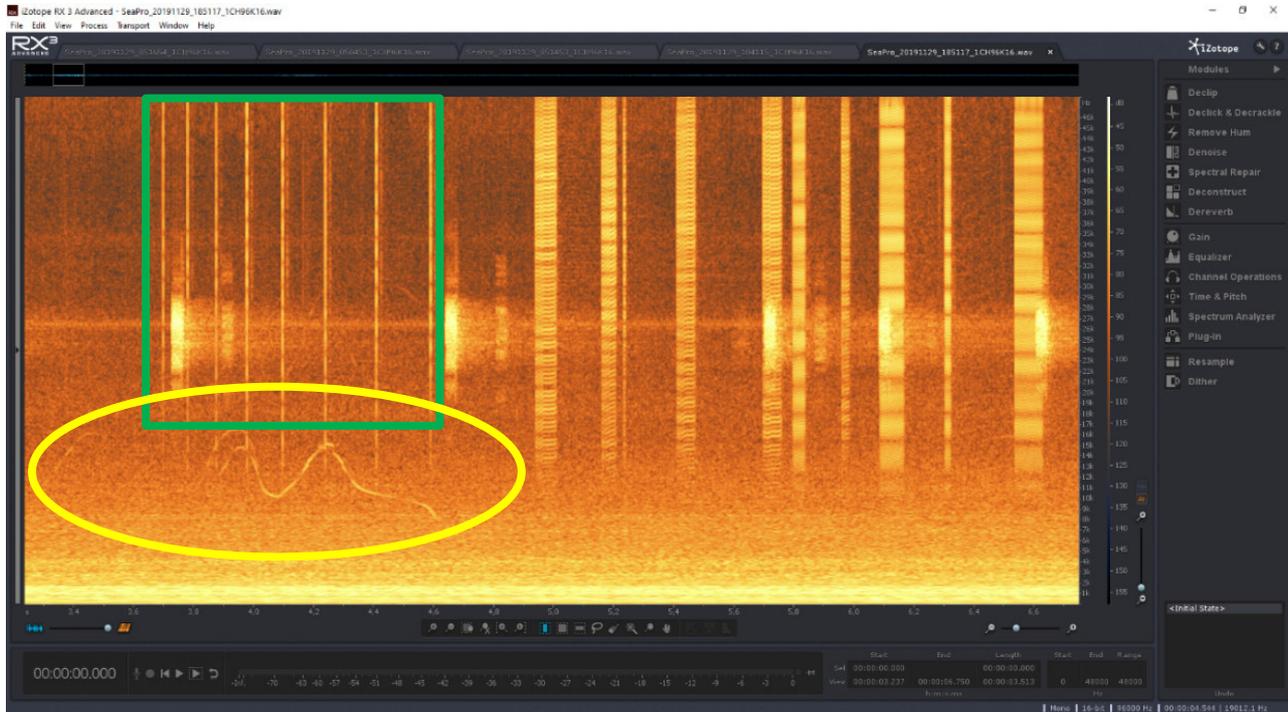


Figura 20: Click (rettangolo verde) e fischi (ellisse gialla) rilevati il 29/11/2019 da Aline B.

Le azioni di mitigazione, condotte nel rispetto della sicurezza del personale e dei mezzi impiegati, non sono state necessarie nel 13% dei casi (n=7), relativamente alle occasioni in cui non erano in corso o non era previsto l'inizio imminente delle attività (Tabella 10). Nel 7% dei casi (n=4), l'inizio delle operazioni è stato posticipato e queste sono riprese dopo 30 minuti dall'ultima rilevazione acustica. Nel 33% dei casi (n=18) le attività sono state interrotte e sono state riavviate dopo 30 minuti dall'ultima rilevazione acustica. Nel 47% dei casi (n=26) le operazioni non sono state né interrotte né posticipate poiché erano in corso *soft-job* da parte dei subacquei impegnati nei lavori.

Infine, dalle imbarcazioni Calafuria e Hydra, sono state effettuate 28 registrazioni acustiche nei punti predefiniti dei limiti esterni della Safety Zone (SZ01, SZ08, SZ13) con nessuna *detection* di cetacei. Sono state anche realizzate No.4 registrazioni durante No.3 avvistamenti di tursiope, rilevando *whistle*, *click* e *burst pulse*.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	42 of 86

4.3 AVVISTAMENTI DI MAMMIFERI MARINI

Gli avvistamenti mammiferi marini effettuati da nave *Aline B* e dalle imbarcazioni dedicate al monitoraggio di superficie (*Calafuria*, *Hydra*, *Afon Cefni*, *Adriatic Shipping*) nel periodo 10 Novembre – 21 Gennaio 2020 sono riportati in Tabella 11.

Sono stati effettuati No.8 avvistamenti, di cui No.1 dalla postazione statica a bordo della nave *Aline B* il giorno 15 Gennaio 2020, i restanti No.7 dalle imbarcazioni di monitoraggio durante i *survey* di superficie. In tutti i casi è stato possibile determinare la specie (*tursiope*, *Tursiops truncatus*).

Tabella 11: Avvistamenti di mammiferi marini effettuati nel periodo 10 Novembre – 21 Gennaio 2020.

N.	Data	Piattaforma di osservazione	Latitude	Longitude	Orario inizio (LT)	Orario fine (LT)	Durata avvistamento (hh:mm:ss)	Specie	Comportamento	N. totale individui avvistati	N. adulti	N. giovani	N. piccoli	Distanza minima del gruppo avvistato da Mimar Sinan (nm)	Azioni di mitigazione
1	19/11/2019	Calafuria	40.36545	18.38489	10:11:44	12:13:02	02:01:18	Tursiope	Vagabondaggio, spostamento e alimentazione	2	0	2	0	3.13	Nessuna (animali al limite e fuori SZ)
2	29/11/2019	Calafuria	40.3407	18.40229	09:40:06	10:15:49	00:35:43	Tursiope	Socializzazione e spostamento	20	5	2	3	2.1	Nessuna (no attività in corso)
3	08/12/2019	Calafuria	40.33735	18.39374	08:55:44	11:22:44	02:27:00	Tursiope	Vagabondaggio, spostamento e alimentazione	9	-	2	0	0.69	Nessuna (soft jobs in corso)
4	10/12/2019	Calafuria	40.34276	18.3934	09:03:18	10:23:24	01:20:06	Tursiope	Vagabondaggio, spostamento e alimentazione	9	-	1	1	0.94	Nessuna (no attività in corso)
5	13/12/2019	Calafuria	40.31715	18.41064	07:45:55	11:53:44	04:07:49	Tursiope	Vagabondaggio, spostamento e alimentazione	12	-	1	1	0.44	Nessuna (soft jobs in corso)
6	10/01/2019	Calafuria	40.31542	18.44276	13:40:36	16:09:14	02:28:38	Tursiope	Vagabondaggio, spostamento e alimentazione	8	6	0	2	1.45	Nessuna (soft jobs in corso)
7	13/01/2019	Afon Cefni	40.29207	18.434	07:58:05	08:24:39	00:26:34	Tursiope	Vagabondaggio, spostamento	5	-	-	1	1.59	Nessuna (soft jobs in corso)
8	15/01/2020	Aline B	40.31324	18.41109	09:57:21	10:08:50	00:11:29	Tursiope	Salto e spostamento	5	-	1	0	0.27	Nessuna (soft jobs in corso)

La localizzazione geografica dei punti di avvistamento registrati dal campionamento visivo da imbarcazioni MMO è riportata nella Figura 21. Più della metà degli avvistamenti (n=5) è avvenuta su un fondale tra 20 e 50 metri, mentre il resto degli avvistamenti sono stati realizzati tra i 50 e 100 metri di fondale. Le rotte seguite dagli animali durante gli avvistamenti di durata maggiore di 6 minuti sono riportate in Figura 22.

In totale sono state effettuate 13 ore e 38 minuti di avvistamento (818 minuti), con una media di 70 minuti, localizzando gli animali grazie all'affioramento in superficie per respirare (Figura 23) e, in No.5 casi, all'osservazione diretta di un salto o della schiuma provocata dall'impatto del corpo di un animale sulla superficie dell'acqua (Figura 25).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	43 of 86



Figura 21: Distribuzione degli avvistamenti di tursiopo durante l'intero periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con un punto verde).



Figura 22: Rotte seguite dai gruppi di tursiopo nel corso degli avvistamenti effettuati durante l'intero periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con un punto verde).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	44 of 86



Figura 23: Individui di tursiopo durante un affioramento in superficie per respirare (foto in alto) e durante diverse fasi di salto (foto in basso).

Complessivamente sono stati osservati No.70 individui, con 8.7 animali in media per avvistamento (range: 2-20 animali). In No.2 occasioni i gruppi erano di dimensioni superiori a No.10 unità. Individui immaturi (piccoli e giovani) sono stati rilevati in No.5 diverse circostanze (Tabella 11).

Il comportamento (Figura 24) prevalentemente osservato è stato quello di spostamento (39% del tempo totale di avvistamento; Figura 25), seguito da vagabondaggio (31%), alimentazione (22%; Figura 26), socializzazione (4%; Figura 27) e comportamento associato a salti (4%; Figura 27).

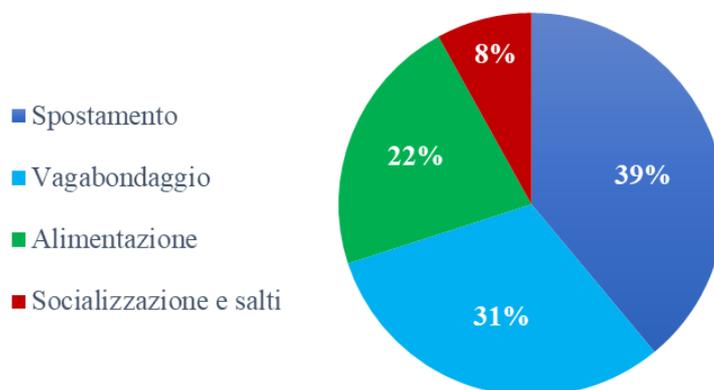


Figura 24: Tempo speso (%) dagli animali nei diversi comportamenti nel corso degli avvistamenti rilevati nel periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	45 of 86



Figura 25: Gruppo di delfini in spostamento osservato il giorno 29 Novembre 2019.



Figura 26: Eventi di *rush* nel corso di attività alimentari osservati il 13 Dicembre 2019.



Figura 27: Comportamento di socializzazione e salti osservati il giorno 10 Dicembre 2019.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	46 of 86

Le azioni di mitigazione non sono state necessarie in nessuno degli No.8 avvistamenti (Tabella 11): in una occasione i tursiopi erano nel limite esterno della SZ, in No.2 non era in corso alcuna attività, e in No.5 casi le operazioni non sono state né interrotte né posticipate poiché erano in corso soft-job da parte dei subacquei impegnati nei lavori.

Infine, è stato possibile fotoidentificare e catalogare No.31 individui differenti di tursiope, che sono stati confrontati con gli animali identificati nel 2018 nella stessa area durante il precedente monitoraggio ambientale (Tabella 12).

Tabella 12: Matrice di fotoidentificazione di esemplari di tursiope avvistati nel periodo di monitoraggio 2018, 2019 e 2020.

N_ID	2018	19/11/2019	29/11/2019	08/12/2019	10/12/2019	13/12/2019	10/01/2020
Tt TAP_001	01/12/2018						
Tt TAP_002	01/12/2018						
	04/12/2018						
Tt TAP_003	01/12/2018						
Tt TAP_004	03/12/2018						
Tt TAP_005	03/12/2018						
Tt TAP_006	03/12/2018						
Tt TAP_007	03/12/2018						
Tt TAP_008	03/12/2018						
Tt TAP_009	03/12/2018						
Tt TAP_010	03/12/2018						
Tt TAP_011	04/12/2018						
Tt TAP_012	07/12/2018						
Tt TAP_013	07/12/2018						
Tt TAP_014	07/12/2018						
Tt TAP_015	07/12/2018						
Tt TAP_016	23/12/2018						
Tt TAP_017							
Tt TAP_018							
Tt TAP_019							
Tt TAP_020							
Tt TAP_021							
Tt TAP_022							
Tt TAP_023							
Tt TAP_024							
Tt TAP_025							
Tt TAP_026							
Tt TAP_027							
Tt TAP_028							
Tt TAP_029							
Tt TAP_030							
Tt TAP_031							
Tt TAP_032							
Tt TAP_033							
Tt TAP_034							
Tt TAP_035							
Tt TAP_036							
Tt TAP_037							
Tt TAP_038							
Tt TAP_039							
Tt TAP_040							
Tt TAP_041							
Tt TAP_042							

Cinque esemplari sono stati ricatturati fotograficamente anche nel 2019-2020, per un totale di No.42 individui presenti nel catalogo di fotoidentificazione generale dell'area. Di questi, No.26 sono stati

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	47 of 86

identificati una volta (possiedono pinne dorsali non sufficientemente marcate), mentre gli altri sono stati avvistati 2-5 volte. Due animali (Tt_TAP_012 e Tt_TAP_015) sono stati osservati nel 2018, 2019, e 2020 (Figure 28 e 29). Il catalogo degli individui fotoidentificati è riportato nell'Allegato 3.

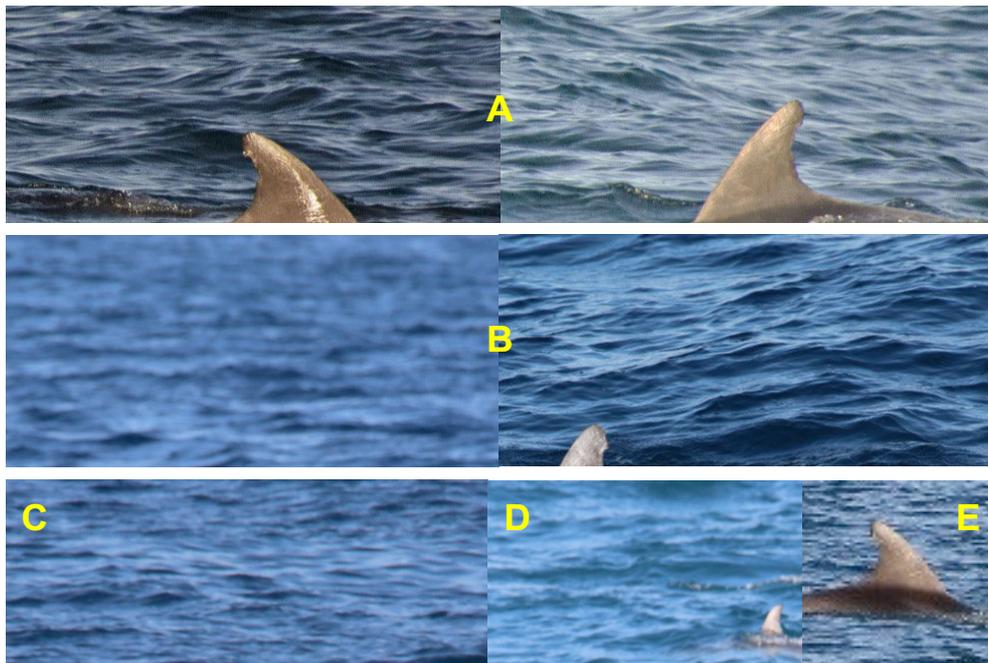


Figura 28: Individuo Tt_TAP_012 avvistato nel 2018-2019 e 2020 (A: 07/12/2018; B: 29/11/2019; C: 08/12/2019; D: 13/12/2019; E: 10/01/2020)

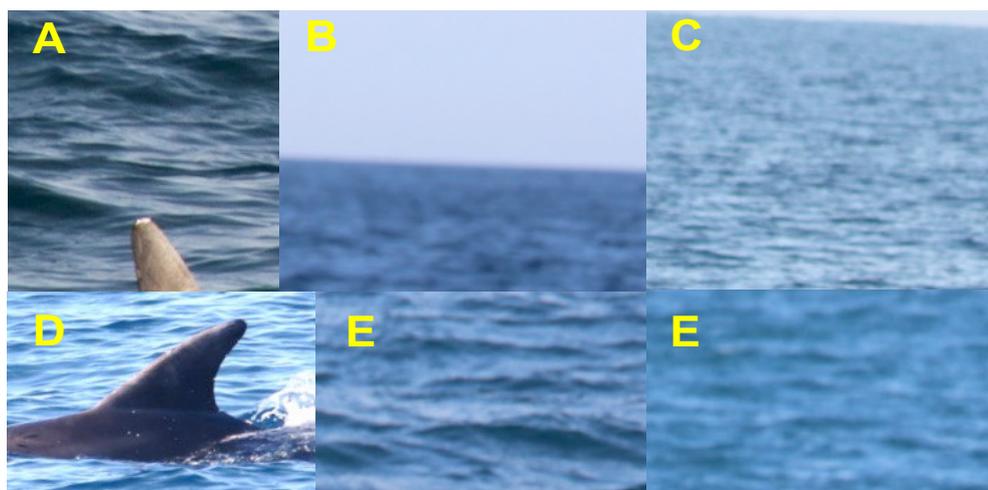


Figura 29: Individuo Tt_TAP_015 avvistato nel 2018-2019 e 2020 (A: 07/12/2018; B: 29/11/2019; C: 08/12/2019; D: 13/12/2019; E: 10/01/2020)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	48 of 86

4.4 AVVISTAMENTI DI RETTILI MARINI

Nel corso dei *survey* di superficie è stata rilevata la presenza di rettili in No.3 occasioni (Figura 30). Le localizzazioni geografiche degli avvistamenti sono riportate in Tabella 13 e Figura 31.



Figura 30: Esemplare di *Caretta caretta* osservato il giorno 19 Gennaio 2020.

Tabella 13: Avvistamenti di tartaruga comune (*Caretta caretta*)

Data	Ora	Specie	Latitudine	Longitudine	Note
10/12/2019	07:16:13	Caretta caretta	40.30458	18.41736	Individuo morto di circa 80 cm
18/01/2020	08:32:51	40.31046	40.31046	18.42345	
19/01/2020	07:59:08	40.35384	40.35384	18.36736	Individuo di circa 60cm



Figura 31: Avvistamenti di tartaruga comune (*Caretta caretta*) durante il periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con un punto verde).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	49 of 86

Il 10 Dicembre 2019 è stato avvistato un esemplare morto di tartaruga comune flottante in superficie, in avanzato stato di decomposizione (Figura 32).



Figura 32: Esempio morto di *Caretta caretta* osservato il giorno 10 Dicembre 2019.

4.5 AVVISTAMENTI DI ALTRE SPECIE

Nel corso dei *survey* di superficie è stata rilevata la presenza di diverse specie ittiche in No.24 occasioni (Tabella 14).

Tabella 14: Specie ittiche osservate nel corso dell'intero periodo di monitoraggio (10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020).

Nome comune	Specie o famiglia	N. di avvistamenti	Comportamento
Tonno/tonnetto alletterato	<i>Scombridae</i>	5	Salti e splash in superficie
Pesce luna	<i>Mola mola</i>	1	Nuotando con pinna dorsale fuori dall'acqua
Pesce spada	<i>Xiphias gladius</i>	6	Salti in superficie
Pesce volante	Non identificata	2	Sequenza di salti (voli) in superficie
Pesce azzurro	Non identificata (possibili alici e sardine)	7	Banchi in superficie, con salti e gabbiani associati
Non identificato	-	3	Splash

Sette banchi di pesce azzurro (piccoli pelagici quali alici, *Engraulis encrasicolus*, o sardine, *Sardina pilchardus*) sono stati identificati nell'intera area di monitoraggio (Figura 33), di cui No.2 osservati nell'ambito delle linee batimetriche tra 20 e 50m e gli altri tra 50 e 100 metri.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	50 of 86



Figura 33: Avvistamenti dei banchi di pesce azzurro durante il periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con un punto verde).

Esemplari di sgombridi (tonnetti alletterati, *Euthynnus alletteratus* e/o tonni, *Thunnus thynnus*; Figura 34) sono stati osservati in No.5 occasioni, con distribuzione principale entro le batimetriche di 20-50 m.



Figura 34: Avvistamenti di tonni/tonnetti alletterati durante il periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con un punto verde).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	51 of 86

In una occasione è stato rilevato un individuo solitario di pesce luna (*Mola mola*), in prossimità della costa (Figura 35).



Figura 35: Avvistamenti di pesce luna (*Mola mola*) durante il periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 21 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con un punto verde).

Giovani individui di pesce spada (*Xiphias gladius*) (Figura 36) sono stati avvistati in No.6 occasioni; la loro distribuzione è riportata in Figura 37.



Figura 36: Esemplare di pesce spada (*Xiphias gladius*) che salta in superficie.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	52 of 86



Figura 37: Avvistamenti di pesce spada (*Xiphias gladius*) durante il periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 31 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con punto verde).

Le distribuzioni dei pesci volanti e di altre specie ittiche non identificate sono riportate in Figura 38.

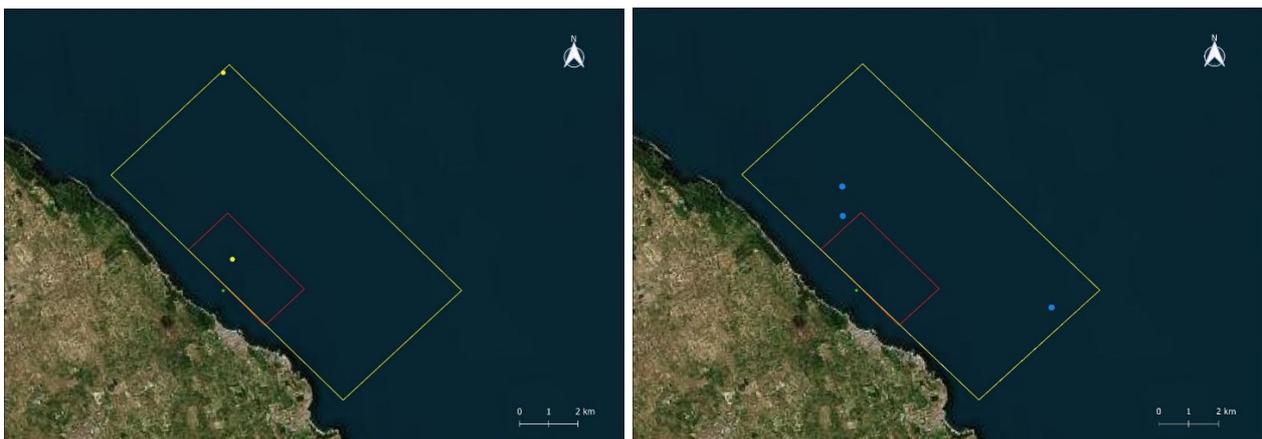


Figura 38: Avvistamenti di pesci volanti (a sinistra) e di specie ittiche non identificate (a destra) durante il periodo di monitoraggio 10 Novembre 2019 – 31 Gennaio 2020 (AZ indicata in rosso, SZ in giallo ed Exit Point con punto verde).

	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	53 of 86

5. CONCLUSIONI

5.1 RUMORE

Nel periodo delle attività di rimozione delle opere temporanee del carico geostatico e successive fasi di scavo della trincea, recupero della testa fresante presso l'Exit Point del Microtunnel e la posa di ghiaia per la costruzione del rilevato, il monitoraggio acustico del rumore per ragioni logistiche e di sicurezza, non è stato condotto a bordo della sorgente principale che eseguiva i lavori di sollevamento/rimozione/scavo e posa ghiaia (imbarcazione *Mimar Sinan* e *Daniele Bernoulli* rispettivamente), ma presso il supply vessel *Aline B*, operante a 200-500 m di distanza dalle sorgenti principali (*Mimar Sinan* e *Bernoulli*). Tale configurazione ha portato alla necessità di stimare, oltre ai livelli di rumore rilevati dall'imbarcazione utilizzata per il monitoraggio, anche i valori teorici di SPL_{rms} alla distanza di un 1 nm dalla sorgente principale *Mimar* (al limite della zona di allarme, AZ), tramite modello di propagazione acustica (Allegato 1). La distanza di 1 miglio nautico è quella utilizzata per la definizione dei valori soglia per l'impatto del rumore sui gruppi tassonomici di riferimento (vedi Paragrafo 3.2.2). Come si evince dalla Figura 9 i livelli di SPL_{rms} stimati tramite modello al limite della Alarm Zone (AZ) non superano mai la soglia indicata per gli odontoceti.

Per quanto riguarda le misure di rumore, la variabilità osservata nei valori stimati di SPL_{rms} (106 (5%) - 128 (95%) dB re 1 μ Pa) e di SPL_{peak} (123 (5%) – 145 (95%) dB re 1 μ Pa) (Tabella 8 e Figure 9 e 10) è attribuibile all'alternanza dei periodi di inattività con fasi di lavoro più intense. I valori meno elevati di SPL_{rms} e di SPL_{peak} , sono stati riscontrati nel periodo 06-15 Dicembre, quando le operazioni sono state più volte sospese per condizioni meteomarine avverse o erano in corso solo attività soft tramite sommozzatori in acqua. Di rilievo il fatto che nello stesso periodo sono avvenuti No.3 avvistamenti [37% degli avvistamenti totali (n=8)] e 15 detection acustiche (27% delle detection totali (n=55)] di delfinidi.

Per quanto riguarda il SEL, i valori variano da 99 (5%) a 136 (95%) dB re 1 μ Pa²s per il SEL stimato nella banda di 1/3 di ottava centrate a 63 Hz e da 109 (5%) a 135 (95%) dB re 1 μ Pa²s per il SEL stimato nella banda di 1/3 di ottava centrate a 125 Hz (Tabella 8). Inoltre, sempre nel periodo 06-15 Dicembre, si evidenziano difformità rispetto al trend complessivo del periodo di monitoraggio anche per questo parametro, notando un abbassamento complessivo ed una maggiore variabilità del SEL stimato nelle bande di 1/3 di ottava centrate a 63 e 125 Hz.

5.2 DETECTION ACUSTICHE

Su un totale di 73 giorni effettivi di PAM da nave *Aline B*, nel corso di 28 giornate, sono state effettuate No.55 *detection* acustiche di delfinidi (possibilmente tursiope).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	54 of 86

Come già riscontrato nel corso del monitoraggio del 2018, le *detection* degli animali sono avvenute prevalentemente di notte 69% (n=39). Poiché anche in questo caso le ore di monitoraggio risultano confrontabili tra giorno e notte, tale risultato sembrerebbe avvalorare l'ipotesi che la presenza acustica degli animali nei pressi della nave *Aline B* si sia concentrata tra crepuscolo e alba possibilmente a causa del fototropismo positivo che la luce artificiale prodotta dalla nave ha avuto su molteplici specie di piccoli pesci pelagici. Molti predatori come i delfini, infatti, sfruttano queste situazioni per avere accesso a risorse alimentari più facilmente raggiungibili e concentrate. La tipologia di suoni identificata primariamente (treni di click) sembrerebbe sostenere che la presenza di delfini nell'area sia essenzialmente legata all'alimentazione; tuttavia, considerando che le sequenze acustiche dei treni di click rilevati nel corso del monitoraggio hanno mostrato caratteristiche differenti, con *inter-click-interval* (ICI, *i.e.* l'intervallo di tempo tra un click e il successivo in una sequenza) variabili, non può essere esclusa l'ipotesi che anche animali in spostamento abbiano utilizzato questi suoni per interpretare "la scena acustica" che si trovavano davanti durante la navigazione (Nuuttila *et al.*, 2013).

Durante le *detection*, oltre ai treni di *click*, sono stati ampiamente rilevati anche fischi e suoni pulsati (*burst pulse*). I fischi tonali, omnidirezionali e modulati in frequenza sono usati dai delfinidi come segnali di comunicazione e richiami di coesione all'interno del gruppo, mentre i suoni pulsati con frequenza di ripetizione elevata (anche superiore a 300 impulsi al secondo) e ICI brevi (meno di 3 millisecondi) sono stati documentati in diversi contesti sociali (sia affiliativi che agonistici) (Luis *et al.*, 2016). I suoni pulsati rappresentano una componente importante del repertorio dei tursiopi e, se registrati in un continuum con *click* di ecolocalizzazione (come talvolta osservato anche in questo monitoraggio), sono stati descritti come segnali acustici anche in contesti di tipo alimentare (Ridgway *et al.*, 2014).

Il complesso e articolato repertorio acustico rilevato durante le *detection* nel corso del monitoraggio sembrerebbe quindi indicare un utilizzo flessibile dell'habitat da parte degli individui, che combinano differenti varianti in una gamma di segnali disponibili facendone un possibile uso contestuale diverso.

Infine, nel 39% delle *detection*, si è avuta una sovrapposizione con le operazioni in acqua effettuate da nave *Mimar Sinan*, e dunque con la necessità di applicare misure di mitigazione in tempo reale (interruzione delle operazioni o posticipo dell'inizio delle attività). Nel rimanente 61% dei casi le azioni di mitigazione non sono state effettuate o perché non c'erano attività in corso o perché gli operatori subacquei stavano conducendo lavori soft (passaggio/congiunzione di cavi, utilizzo della manichetta per ripulire alcune porzioni di fondale dai sedimenti, etc).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	55 of 86

5.3 AVVISTAMENTI DI MAMMIFERI MARINI

I risultati del monitoraggio visivo dei mammiferi marini condotto nel periodo 10 Novembre 2019 e 21 Gennaio 2020 hanno evidenziato che in No.26 giornate effettive di lavoro a mare sono stati eseguiti No.8 avvistamenti di tursiope (*Tursiops truncatus*) percorrendo circa 884 miglia, corrispondenti a una media di 1 avvistamento ogni 3gg e a un tasso di incontro (*encounter rate*) di 0.009 gruppi per miglio nautico percorso. Tale risultato è perfettamente sovrapponibile a quanto riscontrato nel 2018.

Durante gli incontri è stata documentata la presenza nell'area di un numero totale di No.70 animali organizzati in gruppi di 8-9 individui prevalentemente adulti (i piccoli sono stati rilevati in No.2 occasioni). Grazie alla fotoidentificazione, sono stati catalogati No.31 animali differenti, di cui No.5 già osservati nel 2018, portando a No.42 il catalogo complessivo 2018-2020 dei tursiopi identificati nell'area.

I principali stati comportamentali rilevati durante gli avvistamenti sono stati lo spostamento, il vagabondaggio e l'alimentazione, alternati con brevi fasi di socializzazione. Sono stati anche documentati eventi di superficie quali salti, colpi di coda, *rush*, etc. Questi risultati, pur preliminari e conseguiti in un periodo di tempo limitato, sembrano essere coerenti con quanto rilevato nel 2018, suggerendo una presenza quantomeno stagionale della specie in anni differenti, che sembra trovare in quest'area attributi favorevoli da un punto di vista alimentare e anche condizioni positive per la socializzazione e l'allevamento dei piccoli.

Le azioni di mitigazione non sono state mai effettuate nel corso degli avvistamenti o perché non c'erano attività in corso, o perché gli operatori subacquei stavano conducendo lavori soft (passaggio/congiunzione di cavi, utilizzo della manichetta per ripulire alcune porzioni di fondale da sedimenti fini, etc), o perché l'avvistamento si è realizzato al margine della SZ.

5.4 AVVISTAMENTI DI RETTILI MARINI E ALTRE SPECIE PELAGICHE

Relativamente alle specie di chelonidi sottoposte a potenziale disturbo nell'area di monitoraggio, l'unica specie avvistata è stata la tartaruga comune (*Caretta caretta*) in No.3 occasioni, di cui una con un esemplare morto. Gli incontri sono stati puntiformi e non hanno consentito la determinazione del sesso degli individui.

La tartaruga comune è presente in Adriatico meridionale. In prossimità dell'area di monitoraggio sono stati osservati movimenti di questa specie nel periodo invernale in corrispondenza della corrente Adriatica sud-occidentale, suggerendo che le correnti superficiali marine siano il principale *driver* degli spostamenti della tartaruga comune nel bacino (Casale & Simone, 2017).

Come già evidenziato nel 2018, durante il monitoraggio visivo è stata anche documentata la presenza di altri vertebrati marini sia nella zona di allarme che nella zona di sicurezza. In particolare, sono stati

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	56 of 86

avvistati banchi di pesce azzurro (piccoli pelagici), esemplari di sgombridi (tonnetti alletterati, *Euthynnus alletteratus* e/o tonni, *Thunnus thynnus*), singoli individui di pesce spada (*Xiphias gladius*) e di pesce luna *Mola mola*, suggerendo l'esistenza – limitatamente al periodo di osservazione – di una variegata comunità pelagica all'interno dell'area di monitoraggio.

5.5 SINTESI

In conclusione, il monitoraggio del rumore e della presenza di rettili e mammiferi marini nel corso delle attività di rimozione delle opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'Exit Point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale ha confermato quanto già rilevato nel 2018:

- il sito dei lavori è un'area dove si concentra una elevata varietà di specie pelagiche, quali cetacei (tursiope, *Tursiops truncatus*), rettili marini (tartaruga comune, *Caretta caretta*), specie ittiche di interesse commerciale (quali ad esempio tonno, *Thunnus thynnus*; tonnetto alletterato, *Euthynnus alletteratus*; pesce spada, *Xiphias gladius*) e non (pesce luna, *Mola mola*);
- la specie tursiope sembra utilizzare stagionalmente l'area principalmente per attività di spostamento e alimentazione, ma anche per socializzazione e riproduzione; inoltre, alcuni individui sembrano mostrare un certo grado di fedeltà al sito, come suggerito dalle ricatture fotografiche (esistenza di una popolazione residente?);
- Dall'analisi del rumore rilevato dalle imbarcazioni di monitoraggio (*Aline B*) è emerso che il rumore prodotto in questa fase dei lavori presso l'Exit Point è in linea o inferiore a quanto previsto nella documentazione predisposta per la Prescrizione A.43 dalla modellizzazione acustica effettuata prima dell'inizio delle attività;
- Attraverso la modellizzazione acustica, stimando il rumore alla distanza di 1 miglio nautico dalla sorgente, è stato possibile anche confermare l'estensione della zona di allarme (1 miglio nautico dall'Exit Point) in relazione alle soglie acustiche indicate nella documentazione predisposta per la prescrizione A.43;
- le misure di mitigazione in tempo reale per le specie target sono state applicate in circa la metà delle occasioni di avvistamento/detection, realizzandosi principalmente attraverso la sospensione o il posticipo dell'inizio delle attività in acqua; nella restante parte delle rilevazioni visive/acustiche, la mitigazione non è stata eseguita poiché erano in corso attività soft condotte dai sommozzatori;
- la realizzazione tempestiva delle azioni di mitigazione è stata possibile grazie alla funzionalità della catena di comunicazione tra i ricercatori sul campo (MMO e PAM), il team TAP, i referenti del contractor SAIPEM, e del sub-contractor Jan De Nul (proprietario di *Mimar Sinan e Bernoulli*).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	57 of 86

6. COORDINAMENTO SCIENTIFICO E REPORTISTICA

Il programma di monitoraggio è stato coordinato dalla Dott.ssa Daniela Silvia Pace (Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma La Sapienza), con il supporto scientifico del Dott. Rosario Grammauta e della Dott.ssa Elena Papale (IAS–CNR – Sede di Capo Granitola, Trapani) per la parte relativa al rumore e al PAM, e della Dott.ssa Raffaella Tizzi per la parte logistica e operativa.

Il presente rapporto è stato preparato con il contributo tecnico-scientifico di Rosario Grammauta, Antonella Servidio, Giancarlo Giacomini, Maria Ceraulo, Giulia Pedrazzi, Raffaella Tizzi e Linda Volpi.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	58 of 86

7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ACCOBAMS (2013) Anthropogenic noise and marine mammals. Review of the effort in addressing the impact of anthropogenic underwater noise in the ACCOBAMS and ASCOBANS areas. Fifth Meeting of the Parties to ACCOBAMS (Tangier, 5–8 November 2013).

Barlow, J., Gerrodette, T., & Forcada, J. (2001) Factors affecting perpendicular sighting distances on shipboard line transect surveys for cetaceans. *Journal of Cetacean Research and Management* 3: 201–212

Bearzi, G., & Notarbartolo di Sciarra, G. (1995) A comparison of the present occurrence of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, and common dolphins, *Delphinus delphis*, in the Kvarneric (northern Adriatic Sea). *Annales Series Historia Naturalis* 7: 61–68.

Bearzi, G., Fortuna, C. M., & Reeves, R. R. (2008) Ecology and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* 39: 92–123.

Boisseau, O., Lacey, C., Lewis, T., Moscrop, A., Danbolt, M., & McInaghan, R. (2010) Encounter rates of cetaceans in the Mediterranean Sea and contiguous Atlantic area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90(8): 1589–1599.

Casale, P., & Simone, G. (2017) Seasonal residency of loggerhead turtles *Caretta caretta* tracked from the Gulf of Manfredonia, South Adriatic. *Medit. Mar. Sci.* 18(1): 4-10.

Evans, P. G. H., & Hammond P. S. (2004) Monitoring cetaceans in European waters. *Mammal Review* 34: 131–156.

Fortuna, C. M., Holcer, D., Filidei Jr, E., Donovan, G. P., & Tunesi, L. (2011) The first cetacean aerial survey in the Adriatic Sea: summer 2010. In: 7th Meeting of the ACCOBAMS Scientific committee, pp. 16.

Fortuna, C.M., Acquarone, M., Annunziatellis, A., Arcangeli, A., Azzelino, A., Baccetti, N., Bellingeri, M., Bonizzoni, S., Borsani, F.J., Caliani, I., Canese, S., Cannari, R., Cerioli, N., De Lucia, A., Dimatteo, S., Fanizza, C., Filidei Jr, E., Fossi, C., Garibaldi, F., Gaspari, S., Giovanardi, O., Giusti, M., Gnone, G., Guidetti, P., Holcer, D., Lauriano, G., Marsili, L., Mazzola, A., Mo, G., Moulins, A., Mussi, B., Notarbartolo di Sciarra, G., Orsi Relini, L., Pace, D.S., Panigada, S., Pavan, G., Podestà, M., Pulcini, M., Raicevich, S., Randi, E., Romeo, T., Rosso, M., Sala, A., Tepsich, P., Zimmer, W., & Zizzo, N. (2013) MSFD Supporting document on the Initial Assessment on Cetaceans, including methodology, data used and results. ISPRA document.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	59 of 86

Genov, T., Bearzi, G., Bonizzoni, S., & Tempesta, M. (2012) Long–distance movement of a lone short–beaked common dolphin *Delphinus delphis* in the central Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity Records* 5: 1–3.

Genov, T., Kotnjek, P., & Lipej, L. (2009) New record of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in the Adriatic Sea. *Annales Series Historia Naturalis* 19(1): 25–30.

Holcer, D., Di Sciara, G. N., Fortuna, C. M., Lazar, B., & Onofri, V. (2007) Occurrence of Cuvier's beaked whales in the southern Adriatic Sea: Evidence of an important Mediterranean habitat. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87(1): 359–362.

Holcer, D., Mackelworth, P., & Fortuna, C. M. (2002) Present state of understanding of the Cetacean fauna of the Croatian Adriatic Sea. *European Research on Cetaceans* 16.

ISPRA (2012) Rapporto tecnico. Valutazione e mitigazione dell'impatto acustico dovuto alle prospezioni geofisiche nei mari italiani.

IUCN (2012) *Marine Mammals and Sea Turtles of the Mediterranean and Black Seas*. Gland, Switzerland and Malaga, Spain: IUCN. Pp. 32.

JNCC (2015) Report No. 463b Implementation of and considerations for revisions to the JNCC guidelines for seismic surveys Carolyn J. Stone, March 2015. © JNCC, Peterborough 2015

JNCC (2017) JNCC guidelines for minimising the risk of injury to marine mammals from geophysical surveys. Pp. 25.

Lauriano, G., Panigada, S., Fortuna, C. M., Holcer, D., Filidei Jr, E., Pierantonio, N., & Donovan, G. P. (2011) Monitoring density and abundance of cetaceans in the seas around Italy through aerial surveys: a summary contribution to conservation and the future ACCOBAMS survey. In: 63. Meeting of the IWC Scientific committee, p. 5.

Lazar, B., Holcer, D., Mackelworth, P., Klinčić, D., & HercegRomanić, S. (2012) Organochlorine contaminant levels in tissues of a short–beaked common dolphin, *Delphinus delphis*, from northern Adriatic Sea. *Natura Croatica* 21(2): 391–401.

Luis, A. R., Couchinho, M. N., & Dos Santos, M. E. (2016) A Quantitative Analysis of Pulsed signals Emitted by Wild Bottlenose Dolphins. *PloS one* 11(7): e0157781.

Mann, J. (1999) Behavioral sampling methods for cetaceans: A review and critique. *Marine Mammal Science* 15: 102–22.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	60 of 86

Mann, J. (2000) Unraveling the dynamics of social life. Pages 45 –64 in J. Mann, R. C. Connor, P. L. Tyack, and H. Whitehead, editors. Cetacean societies: field studies of dolphins and whales. University of Chicago Press, Chicago

Mazzariol, S., Di Guardo, G., Petrella, A., Marsili, L., Fossi, C.M., Leonzio, C., et al. (2011) Sometimes Sperm Whales (*Physeter macrocephalus*) Cannot Find Their Way Back to the High Seas: A Multidisciplinary Study on a Mass Stranding. PLoS ONE 6(5): e19417. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019417>

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2015) DRAFT Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing. Underwater Acoustic Threshold Levels for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. July 23, 2015.

Notarbartolo di Sciara, G., & Birkun, A. (2010) Conserving whales, dolphins and porpoises in the Mediterranean and Black Seas: an ACCOBAMS status report. Monaco: ACCOBAMS.

Notarbartolo Di Sciara, G. N., Venturino, M. C., Zanardelli, M., Bearzi, G., Borsani, F. J., & Cavalloni, B. (1993) Cetaceans in the Central Mediterranean Sea – distribution and sighting frequencies. Bollettino di Zoologia 60(1): 131–138.

Nuuttila, H. K., Meier, R., Evans, P. G. H., Turner, J. R., Bennell, J. D., & Hiddink, J. G. (2013). Identifying Foraging Behaviour of Wild Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) and Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*) with Static Acoustic Dataloggers. Aquatic Mammals 39(2): 147-161.

Pavan G., Bernuzzi E., Cozzi B., & Podestà M. (2013) La rete nazionale di monitoraggio degli spiaggiamenti di mammiferi marini. Atti 44 Congresso SIBM. Biologia Marina Mediterranea 20: 262–263.

Pino d'Astore, P., Bearzi, B. & Bonizzoni, S. (2008) Cetacean strandings in the province of Brindisi (Italy, southern Adriatic Sea). Annales, Series Historia Naturalis 18(1): 29–38.

Rako, N., Holcer, D., & Fortuna, C. M. (2009) Long-term inshore observation of a solitary striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the Vinodol Channel, northern Adriatic Sea (Croatia). Natura Croatica 18(2): 427–436.

Ridgway, S. H., Moore, P. W., Carder, D. A., & Romano, T. A. (2014) Forward shift of feeding buzz components of dolphins and belugas during associative learning reveals a likely connection to reward expectation, pleasure and brain dopamine activation. J Exp Biol. 217(16): 2910–2919.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	61 of 86

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>

Shane, S.H. (1990) Behavior and ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida, p. 245–265. In: S. Leatherwood & R.R. Reeves (Eds). The Bottlenose Dolphin. San Diego, Academic press.

UNEP–DEPI/MED WG.408/Inf.11 (2015) Agenda item 10: Marine and Coastal Protected Areas, including in the open seas and deep seas. Twelfth Meeting of Focal Points for Specially Protected Areas (Athens, Greece, 25–29 May 2015).

UNEP–MAP–RAC/SPA (2014) Status and conservation of Cetaceans in the Adriatic Sea. By D. Holcer, C.M. Fortuna and P. C. Mackelworth. Draft Internal report for the purposes of the Mediterranean Regional Workshop to Facilitate the description of the EBSAs, Malaga Spain, 7–11.04.2014.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	62 of 86

ALLEGATO 1 – Modello di propagazione acustica

1. PREMESSA

Nella fase di avvio del monitoraggio del rumore sottomarino, da svolgersi nell'ambito delle attività di rimozione delle opere temporanee e successive fasi di scavo della trincea e recupero della testa fresante presso l'Exit Point del Microtunnel (avvio attività il 9 Novembre 2019), è stata valutata l'opportunità di avviare una attività specifica per stimare, tramite modello di propagazione, il rumore generato dalle sorgenti presenti nell'area, tenendo conto delle valutazioni già fatte nell'ambito delle verifiche di ottemperanza delle Prescrizioni del Decreto VIA n. 223/2014 come modificato dal D.M. 72/2015.

La modellizzazione effettuata ha tenuto conto dei mezzi coinvolti durante le attività in mare, della posizione della sorgente e del punto di monitoraggio del rumore.

In particolare:

- 1) Il punto di rilevazione (postazione PAM; Passive Acoustic Monitoring) del rumore, per ragioni logistiche e di sicurezza, non è stato posto sulla sorgente principale che compie i lavori di sollevamento/rimozione/scavo (imbarcazione Mimar) ma su un'altra imbarcazione (il supply vessel Aline B) operante a circa 500 m di distanza dalla sorgente principale (Figura 1);
- 2) La nave Aline B è stata considerata a sua volta una sorgente acustica aggiuntiva rispetto alla sorgente nave Mimar.

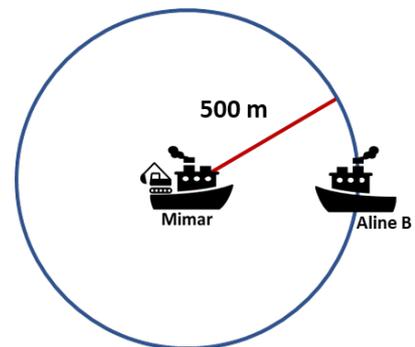


Figura 1: Supply vessel Aline B posto a circa 500m di distanza dalla nave lavori Mimar.

2. PROTOCOLLO DI LAVORO

Per stimare in maniera conservativa il rumore irradiato alla distanza di un miglio nautico (1nm, corrispondente al limite della Zona di Allarme per i cetacei, *Alarm Zone*, AZ) è stata condotta una attività sperimentale articolata nel seguente protocollo di lavoro:

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	63 of 86

1. Caratterizzazione acustica della sorgente principale Mimar;
2. Valutazione del rumore a diverse distanze dalla sorgente principale attraverso misure sul campo;
3. Valutazione del rumore generato dalla sorgente Aline B, negli stessi intervalli di tempo delle misure sul campo;
4. Implementazione del modello di propagazione acustico;
5. Stima, tramite modello, del rumore irradiato alla distanza di un miglio nautico (1nm).

3. MEDOLOGIA E RISULTATI

3.1 Caratterizzazione acustica della sorgente principale Mimar

Utilizzando l'imbarcazione Calafuria come piattaforma di monitoraggio acustico, in data 10/11/2019 è stato registrato un file audio di 10 min alla frequenza di 44100 Hz (compatibile per la stima del rumore determinato dai lavori, ovvero rumore diffuso a basse frequenze), in prossimità della sorgente Mimar, con il sensore (idrofono) posto a 10m di profondità. Tale profondità è stata identificata per minimizzare eventuali disturbi acustici causati dalle strumentazioni presenti sull'imbarcazione Calafuria.

I motori dell'imbarcazione Calafuria e tutta la strumentazione di bordo sono stati spenti. Per l'acquisizione del file audio è stata utilizzata la seguente strumentazione acustica:

- idrofono Colmar GP0280 (Figura 2),
- cavo kevlar 30m,
- scheda audio Steinberg Yamaha UR22
(http://download.steinberg.net/downloads_hardware/UR22/UR22_documentation/UR22_OperationManual_it.pdf)
- software di registrazione audio/visualizzazione spettrografica SeaPro 3.

Da ogni file audio di 10 minuti, attraverso la funzione Matlab pwelch (Welch's power spectral density estimate, procedura utile per avere un valore di Sound Pressure Level SPLrms caratteristico gli intervalli di tempo stabiliti; <https://www.mathworks.com/help/signal/ref/pwelch.html>), applicando una finestra di analisi del segnale di 10 secondi con una sovrapposizione del 50%, è stato stimato il Power Spectrum Density [PSD (dB re 1µPa²/Hz)] del segnale acustico per ogni intervallo di 10 secondi. Dal PSD è stato ottenuto il Sound Pressure Level [SPLrms (dB re 1µPa)] per ogni 10 secondi ed il valore medio di SPLrms (dB re 1µPa) per ogni intervallo temporale di 10 minuti (Figura 3). Tale valore rappresenta il rumore emesso dall'imbarcazione Mimar durante l'attività di sollevamento che era in corso in quel momento e sarà utilizzato come valore di riferimento della sorgente Mimar per tutta l'attività sperimentale. È possibile notare dal grafico che le emissioni acustiche alla sorgente abbiano un andamento ciclico, determinato dalle tipologie delle fasi lavorative.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	64 of 86

GP0280 Hydrophone 

Pre-amplified, omnidirectional hydrophone, a professional tool suitable for a wide range of applications. Especially indicated for ambient noise measurements and mammal's acoustic signature.

- * High sensitivity
- * Low noise ("sea state zero")
- * Wide usable frequency range
- * Double output: single/differential
- * Calibration input
- * High materials quality
- * Gama connector serie 35, 7 Pin



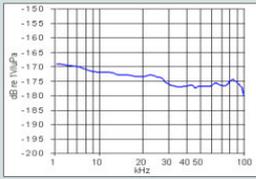
Working band:	5-90.000 Hz
High pass filter on preamplifier:	Customizable (on demand)
Sensitivity differential output:	-185dB re 1V/μPa@5kHz
Sensitivity unbalanced output:	-171dB re 1V/μPa@5kHz
Directivity:	Spherical - Omnidirectional
Max working depth:	1000 m
Gain @5kHz:	30dB (single output), 36dB (differential output)
Input acoustic equivalent noise @5kHz:	34dB re 1μPa@5kHz
Input impedance:	10 Mega Ohm
Power requirement:	11.5-30VDC
Current consumption:	9mA@12VDC
Max voltage output:	6Vpp (single output), 12 Vpp (differential output)
Weight in air:	500 gr
Body:	Stainless steel AISI 316
Dimension:	230 x 31.7 mm
Packaging:	Pellicase mod.1170



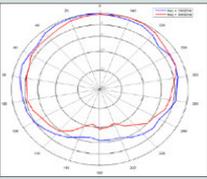

CO.L.MAR. S.r.l. via delle Pianazze, 74 - 19136 La Spezia (Italy)
Tel +39 0187 982590 Fax 043461 P.I.00742150113
e-mail: comar@comaritalia.it www.comaritalia.it

co.i.mar.

Receiving sensitivity (single output)



Vertical directivity pattern @ 20/40kHz



Optional items

- * Protective frame
- * Protective frame with suspension system for vibration damping
- * Receiving rugged portable unit complete of variable gain, rechargeable battery, audio output, headphones, adjustable output, calibrator
- * Terminated cable, (optional length)

Also available

- * GP0280M model (without connector)






CO.L.MAR. S.r.l. via delle Pianazze, 74 - 19136 La Spezia (Italy)
Tel +39 0187 982590 Fax 043461 P.I.00742150113
e-mail: comar@comaritalia.it www.comaritalia.it

Figura 2: Idrofono utilizzato per i campionamenti acustici.

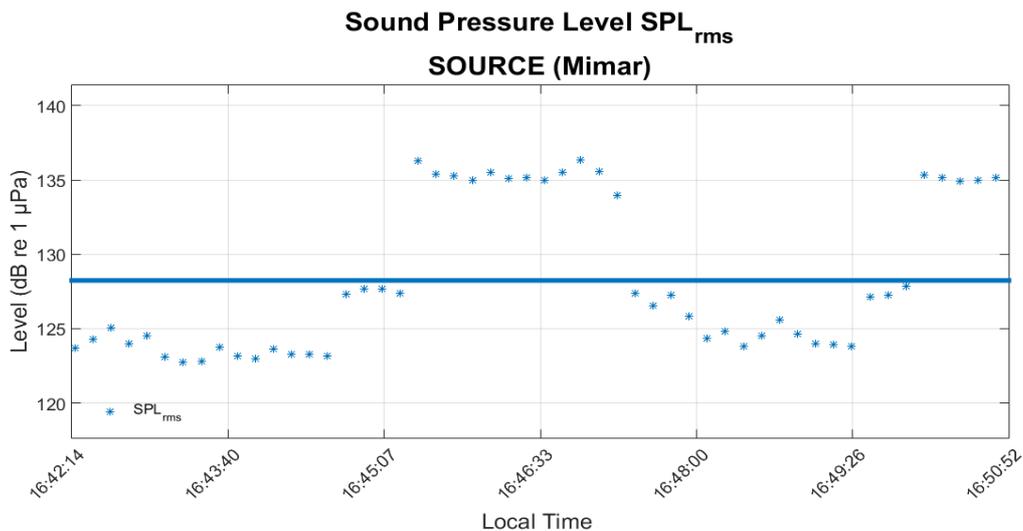


Figura 3: Sound Pressure Level [SPL_{rms} (dB re 1μPa)] per ogni intervallo di 10s (asterischi) e valore medio di SPL_{rms} (dB re 1μPa) (linea azzurra), ottenuto attraverso il metodo Welch (finestra del segnale di 10s con una sovrapposizione del 50%), del segnale acustico registrato in prossimità della sorgente principale (imbarcazione Mimar).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	65 of 86

3.2 Valutazione del rumore a diverse distanze dalla sorgente Mimar attraverso misure sul campo

Al fine di poter stimare i livelli di rumore generato durante i lavori a distanze crescenti dalla sorgente Mimar, per ogni punto di monitoraggio rappresentato in Figura 4 ed elencato nella Tabella 1 è stato registrato un file acustico di 10 minuti attraverso la stessa strumentazione e lo stesso metodo descritto nel Paragrafo 3.1. Per ogni punto di monitoraggio, dal file acustico, è stato stimato l'SPL_{rms} (dB re 1µPa) per ogni intervallo di 10s e valore medio di SPL_{rms} (dB re 1µPa). I valori ottenuti sono rappresentati in Figura 5.

Tabella 1: Etichetta, Nome File, Latitudine, Longitudine, Distanza teorica dalla Sorgente Mimar, Distanza reale dalla Sorgente Mimar (RM) dei punti di registrazione durante il protocollo sperimentale.

Label	File name	Latitude	Longitude	Estimated Distance from source	Real Distance from source (RM)	Notes
Mimar	SeaPro_20191110_164116_1CH96K16	40.31643	18.40092	0	0	
A	SeaPro_20191110_165859_1CH96K16	40.31587	18.40438	300m	301m	
C	SeaPro_20191110_171724_1CH96K16	40.31666	18.41626	1000m	1290m	Strong current
D	SeaPro_20191110_173254_1CH96K16	40.32198	18.42500	2000m	2130m	Quite strong current
E	SeaPro_20191110_175130_1CH96K16	40.32976	18.44581	4000m	4100m	Quite strong current; some weak dolphin whistles in the rec
F	SeaPro_20191110_181013_1CH96K16	40.33535	18.46687	6000m	5980m	Some weak dolphin whistles in the rec

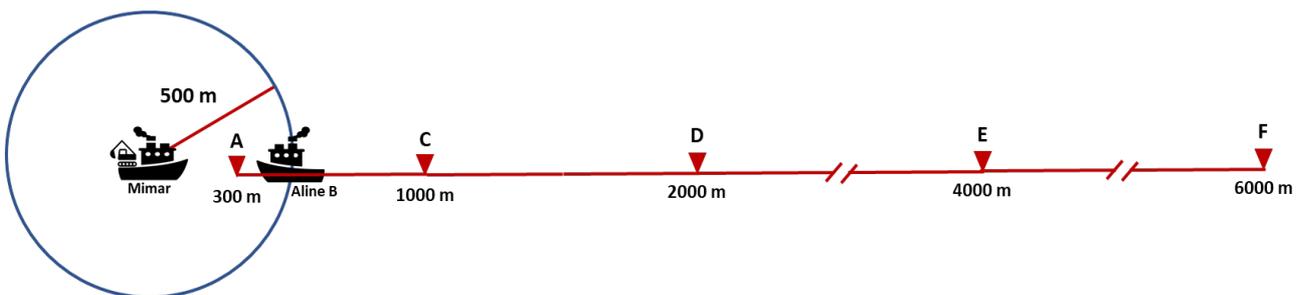


Figura 4: Rappresentazione schematica dei punti di registrazione durante l'acquisizione dati.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	66 of 86

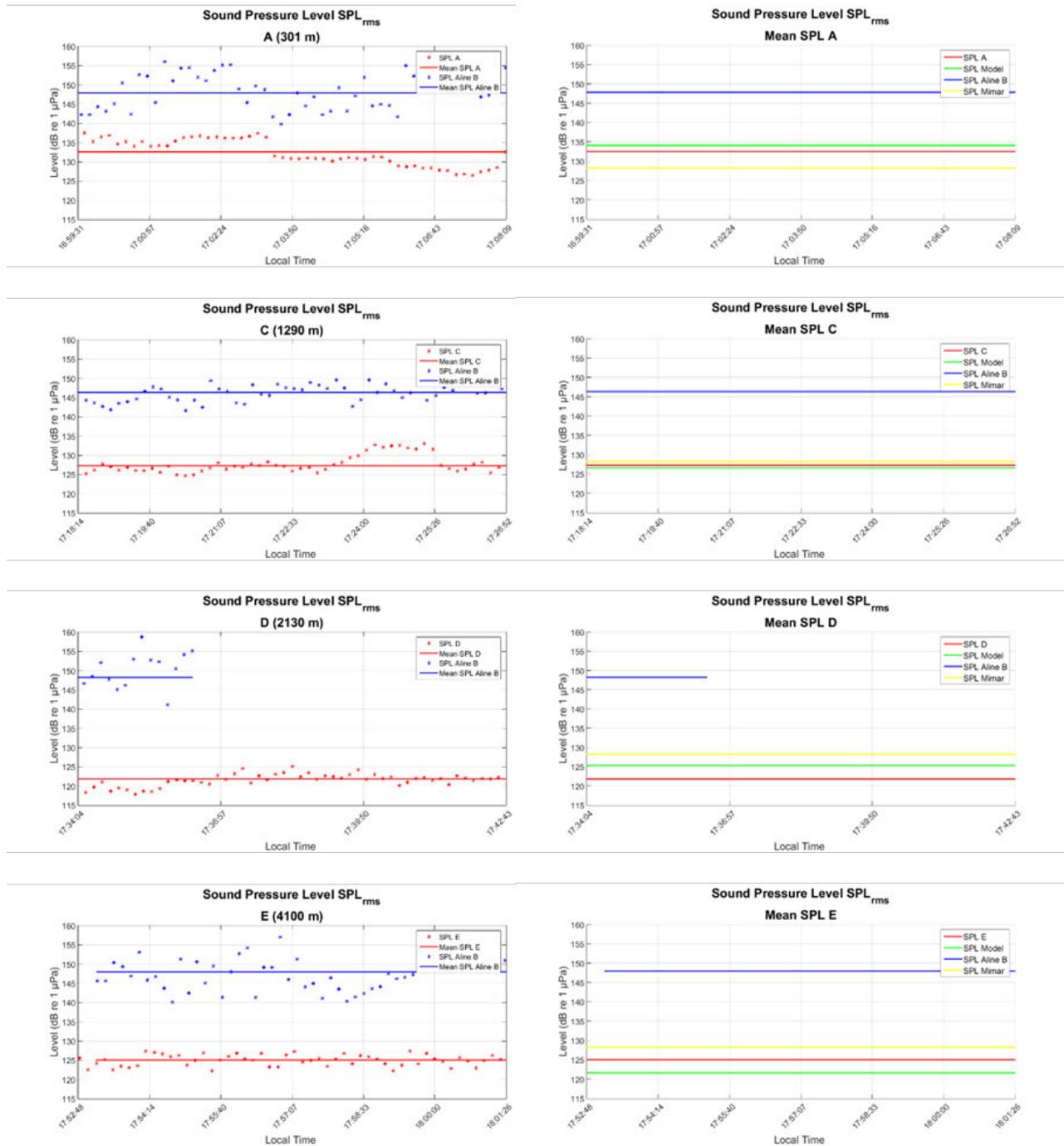


Figura 5: A sinistra: In rosso SPL_{rms} (dB re 1μPa) per ogni intervallo di 10s e valore medio del SPL_{rms} (dB re 1μPa) stimati per ogni punto di monitoraggio elencato in Tabella 1; in blu SPL_{rms} (dB re 1μPa) per ogni intervallo di 10s e valore medio del SPL_{rms} (dB re 1μPa) stimati sulla sorgente Aline B negli stessi intervalli di tempo dei punti di monitoraggio elencati in Tabella 1. A destra: Valore medio di SPL_{rms} (dB re 1μPa) ottenuto in ogni punto di monitoraggio elencato in Tabella 1, stimato tramite modello nello stesso punto di monitoraggio, valore medio di SPL_{rms} (dB re 1μPa) calcolato su Aline B e sulla Mimar.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	67 of 86

3.3 Valutazione del rumore generato dalla sorgente Aline B, in concomitanza con le misure sul campo

Al fine poter implementare il modello, sono stati sovrapposti, per gli stessi intervalli di tempo dei dati ottenuti al paragrafo 3.2, i dati acustici registrati a bordo di Aline B, posta alla distanza di $R_{Al} \approx 500m$ dalla sorgente Mimar, con il sensore posto a 10m di profondità. Per l'acquisizione del file audio è stata utilizzata la seguente strumentazione acustica:

- idrofono Colmar GP0280, (Figura 2)
- cavo kevlar 100m,
- scheda audio Roland Quad Capture UA55,
- software di registrazione audio/visualizzazione spettrografica SeaPro 3.

Per ogni file, con la stessa procedura descritta al paragrafo 3.1, sono stati stimati i valori di SPL_{rms} (dB re $1\mu Pa$) per ogni intervallo di 10s e valore medio di SPL_{rms} (dB re $1\mu Pa$) (Figura 5).

3.4 Implementazione del modello di propagazione acustico

Al fine di produrre dati fruibili nell'immediato, è stato utilizzato il seguente modello energetico di propagazione acustica, in condizioni più conservative possibili:

$$SPL = SL - TL$$

dove per SL (*Source Level*) si intende l' SPL_{rms} della sorgente, e TL (*Trasmission Loss*) è la diffusione acustica, che in acque molto costiere come quelle dove si sta lavorando (*very shallow water*) è di tipo cilindrico, ed è data dalla relazione:

$$TL = 10 \log_{10} R$$

dove R è la distanza dalla sorgente. Si è trascurato l'assorbimento molecolare poiché per le frequenze utilizzate è circa 1 dB/Km.

Nello specifico, è stata utilizzata la relazione precedente per stimare SPL_{rms} determinato sia dalla sorgente Mimar che dalla sorgente Aline B a nei diversi punti monitoraggio elencati nella Tabella 1.

Per la sorgente Mimar è stata utilizzata la seguente relazione:

$$SPL_{Mimar} = SL_{Mimar} - 10 \log_{10} (R_M)$$

dove SL_{Mimar} è il valore medio di SPL_{rms} stimato in prossimità della Mimar (come descritto al paragrafo 3.1) e R_M sono le distanze dei punti di monitoraggio dalla sorgente principale Mimar.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	68 of 86

Per la sorgente Aline B è stata utilizzata la seguente relazione:

$$SPL \text{ Aline B} = SL \text{ Aline B} - 10 \log_{10} (R_B)$$

dove SL Aline B è il valore medio di SPL_{rms} generato da Aline B (descritto al paragrafo 3.3) e R_B sono le distanze dei punti di monitoraggio rispetto alla posizione di Aline B ottenute attraverso la relazione:

$$R_B = R_M - R_{Al}$$

Infine, ottenuti i valori di SPL, tramite modello energetico, delle sorgenti Mimar e Aline B nei diversi punti di monitoraggio, l'SPL totale dato da modello (SPL_{Model}) è stato ottenuto tramite la seguente relazione.

$$SPL_{Model} = 10 \log_{10} \left(10^{\frac{SPL \text{ Mimar}}{10}} + 10^{\frac{SPL \text{ Aline B}}{10}} \right) + gain$$

IL valore aggiuntivo (*gain*) è un parametro di correzione ottenuto empiricamente per minimizzare la differenza tra SPL_{Model} ottenuto tramite modello e SPL_{rms} sperimentale ottenuto dai dati acustici registrati in ogni punto di monitoraggio posto a diverse distanze dalla Mimar (Figura 4).

Nello specifico, poiché è fondamentale stimare il rumore entro il raggio della *Alarm Zone* (1 miglio nautico dall'Exit Point), il *gain* ottenuto è quello utile affinché la curva di regressione dei dati da modello intersechi la curva di regressione dei dati reali (Figura 6) alla distanza di 1852 m (1nm) quella relativa al limite della AZ. Dal punto di vista il *gain* è determinato dal rumore diffuso nell'area di studio non contemplato dal modello.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	69 of 86

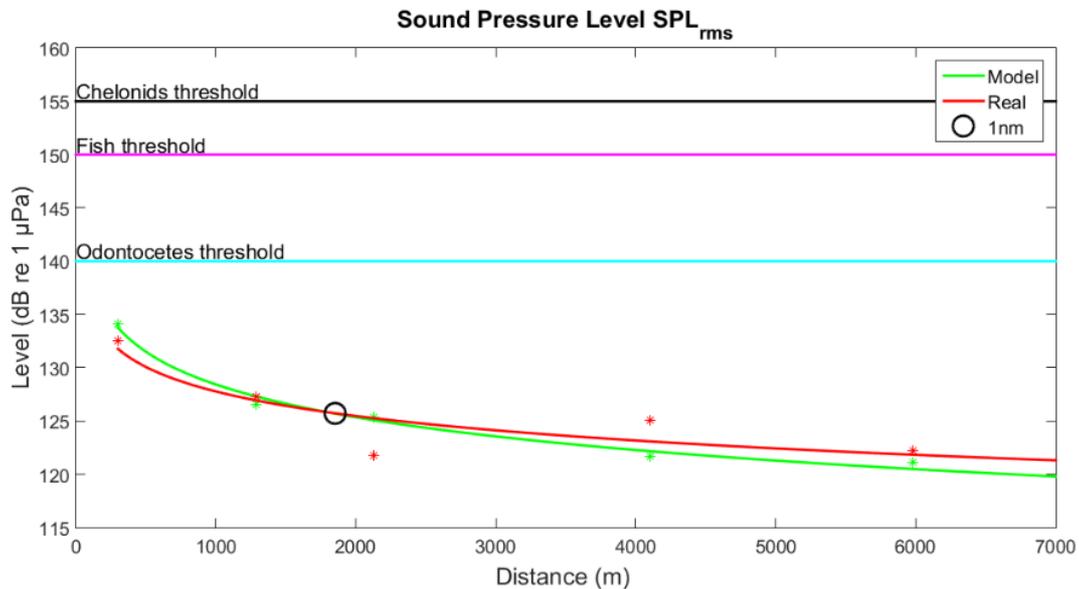


Figura 6: Curve di regressione dei valori di SPL_{rms} (dB re $1\mu Pa$) stimati da modello e quelli ottenuti sperimentalmente nei punti elencati in Tabella1. In nero l'intersezione delle due curve di regressione alla distanza di 1852 m (1nm).

4. APPLICAZIONI

Configurati i parametri del modello relativo alle condizioni di lavoro del 10 Novembre 2019 (sollevamento e rimozione sacchi/geotessuto), tale struttura resterà valida per tutto il periodo in cui si realizzeranno le attività. Al momento in cui varieranno le attività (es. si effettuerà la fase di scavo) dovranno essere ripetute le misure del protocollo sperimentale, al fine di aggiornare i parametri del modello.

Tramite l'implementazione del modello descritto nel Paragrafo 3.4 è possibile valutare in tempo reale il valore di SPL_{rms} (dB re $1\mu Pa$) nella Alarm Zone (AZ), al variare del valore di SPL_{rms} (dB re $1\mu Pa$) stimato sulla piattaforma di rilevazione Aline B (Figura 6). Infatti, ad ogni stima di SPL_{rms} Aline B (rt), si può valutare il valore che si avrebbe al limite della Alarm Zone (AZ) secondo la seguente relazione:

$$SPL_{Model}(rt) = 10 \log_{10} \left(10^{\frac{SPL_{Mimar}}{10}} + 10^{\frac{SPL_{Aline B}(rt)}{10}} \right) + gain$$

Nella reportistica giornaliera saranno quindi riportati i grafici delle 24h relativi al parametro SPL_{rms} registrato su Aline B e il valore di SPL_{rms} stimato secondo il modello per la AZ (esempio in Figura 7), mentre i grafici SPL_{peak} e SEL saranno riferiti ai valori registrati da Aline B.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	70 of 86

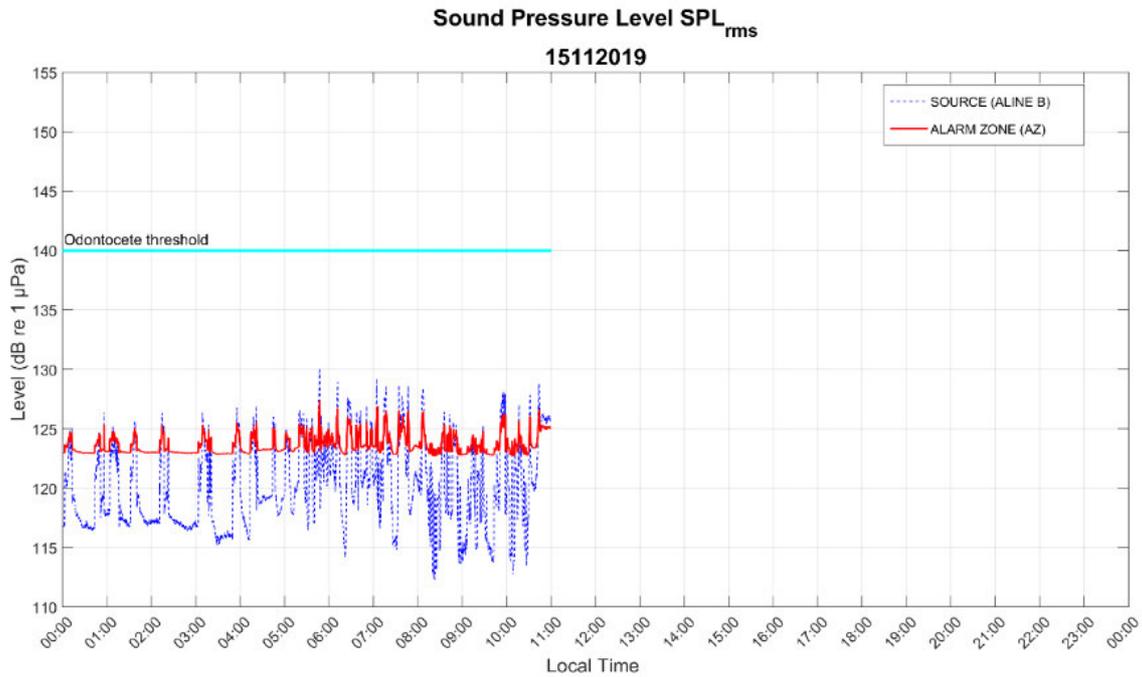


Figura 7: Stima, tramite modello, in real time del valore di SPL_{rms} (dB re 1µPa) al limite della Alarm Zone, al variare del valore di SPL_{rms} (dB re 1µPa) calcolato su Aline B (misure del 15.11.2019).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	71 of 86

ALLEGATO 2 – Specie di mammiferi e rettili marini potenzialmente riscontrabili nell'area di monitoraggio

In relazione all'Ordine dei Cetacei, unico gruppo tassonomico nel Mediterraneo riconducibile ai mammiferi marini insieme alla Famiglia dei Focidi, nel Mare Adriatico è stata registrata la presenza di No.10 specie (Holcer, 1994; Holcer *et al.*, 2002; Genov *et al.*, 2009; Notarbartolo di Sciara & Birkun, 2010; UNEP–DEPI/MED WG.408/Inf.11, 2015), che mostrano importanti differenze in termini di frequenza di avvistamento, consistenza dei gruppi, distribuzione e densità:

- balenottera comune (*Balaenoptera physalus*);
- megattera (*Megaptera novaeangliae*);
- capodoglio (*Physeter macrocephalus*);
- zifio (*Ziphius cavirostris*);
- pseudorca (*Pseudorca crassidens*);
- globicefalo (*Globicephala melas*);
- grampo (*Grampus griseus*);
- tursiope (*Tursiops truncatus*);
- delfino comune (*Delphinus delphis*);
- stenella striata (*Stenella coeruleoalba*).

Gli spiaggiamenti avvenuti lungo la Puglia negli ultimi 10 anni (<http://mammiferimarini.unipv.it>) insieme ai risultati di due indagini aeree effettuate nel 2010 e 2013 (Fortuna *et al.*, 2011; Lauriano *et al.*, 2011; UNEP–MAP–RAC/SPA, 2014) e la letteratura disponibile (e.g. Notarbartolo Di Sciara *et al.*, 1993; Bearzi & Notarbartolo di Sciara, 1995; Holcer *et al.*, 2007; Bearzi *et al.*, 2008; Pino d'Astore *et al.*, 2008; Rako *et al.*, 2009; Boisseau *et al.*, 2010; Mazzariol *et al.*, 2011; Genov *et al.*, 2012; Lazar *et al.*, 2012; Fortuna *et al.*, 2013), indicano che nel sub–bacino meridionale Adriatico:

- megattera, globicefalo e pseudorca sono visitatori accidentali;
- balenottera comune può essere presente stagionalmente;
- capodoglio è occasionalmente osservato;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	72 of 86

- tursiope è regolarmente presente nelle aree più costiere;
- stenella striata, grampo e zifio frequentano zone di forte ripidità, con profondità superiori a 600 m;
- delfino comune, una volta presente ovunque, è oggi rilevato solo attraverso individui isolati.

Considerando la distribuzione potenziale basata sui dati di spiaggiamento e avvistamento, almeno No.5 specie (capodoglio, zifio, grampo, tursiope e stenella striata) sono rilevabili nell'area interessata dai lavori TAP, con una maggiore probabilità di registrare la presenza di tursiope nell'area di monitoraggio considerando le abitudini costiere della specie e le batimetrie che caratterizzano la zona.

In relazione ai chelonidi, il bacino Adriatico è una rilevante area di alimentazione e di svernamento per la tartaruga comune (*Caretta caretta*) e saltuariamente per altre specie mediterranee di rettili marini come la tartaruga verde (*Chelonia mydas*).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-0000010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	73 of 86

ALLEGATO 3 – Catalogo di individui fotoidentificati di tursiope



Tt_TAP_001



Tt_TAP_002



Tt_TAP_003

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-0000010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	74 of 86



Tt_TAP_004



Tt_TAP_005



Tt_TAP_006

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	75 of 86



Tt_TAP_007



Tt_TAP_008



Tt_TAP_009

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-0000010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	76 of 86



Tt_TAP_010



Tt_TAP_011



Tt_TAP_012

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-0000010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	77 of 86



Tt_TAP_013



Tt_TAP_014



Tt_TAP_015

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-0000010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	78 of 86



Tt_TAP_016



Tt_TAP_017



Tt_TAP_018

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-0000010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	79 of 86



Tt_TAP_019



Tt_TAP_020



Tt_TAP_021

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	80 of 86



Tt_TAP_022



Tt_TAP_023



Tt_TAP_024

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	81 of 86



Tt_TAP_025



Tt_TAP_026



Tt_TAP_027

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	82 of 86



Tt_TAP_028



Tt_TAP_029



Tt_TAP_030

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	83 of 86



Tt_TAP_031



Tt_TAP_032



Tt_TAP_033

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-00030010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	84 of 86



Tt_TAP_034



Tt_TAP_035



Tt_TAP_036

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF-0000010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	85 of 86



Tt_TAP_037



Tt_TAP_038



Tt_TAP_039

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	OPL00-C493-601-Y-TPF- 0003 0010	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Risultati del monitoraggio ambientale in corso d'opera Rumore sottomarino e presenza di rettili e mammiferi marini - Rimozione opere temporanee di stabilizzazione del carico geostatico, scavo e recupero della TBM all'exit point del MT e realizzazione del terrapieno di raccordo con il fondale (10.11.2019 – 21.01.2020)	Page:	86 of 86



Tt_TAP_040



Tt_TAP_041



Tt_TAP_042