

PROGETTO MON ACUMEN

“MONitorage Actif Conjoint Urbain – MaritimE de la Nuisance”

Progetto n. 154
CUP B52H17000770003

Componente T4 – Verifica delle performance delle reti di monitoraggio
Attività T4.1 – Collaudi e verifiche di installazioni e test preliminari
Prodotto T4.1.2 – Report campagna raccolta di dati

Data di consegna prevista: M43
Data di consegna effettiva: M45

Organizzazione responsabile: Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna

Livello di diffusione		
PU	Pubblico	X
CO	Confidenziale, solo per i partner	

Numero della documentazione da consegnare:	T4.1.2
Responsabile della documentazione da consegnare:	Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna
Componente:	T4

Autore/i – in ordine alfabetico		
Nome	Organizzazione	E-mail
Stefano Carpita	Socip srl	area.servizi@socipsrl.it
Walter Giagoni	Socip srl	area.servizi@socipsrl.it

Revisione del Documento			
Versione	Data	Modifiche	
		Tipo di modifiche	Modificato da
-	30/09/2021	Impaginazione su template	Francesco Pitzus – pitzus@adspmaredisardegna.it

Sintesi
Il report illustra i risultati della campagna di rilevamento acustico diretta e continua condotta, con un quantitativo di informazione processate e rielaborate dalle quali è possibile trarre indicazioni per interventi di mitigazione d'impatto

Introduzione

Il progetto MON ACUMEN - MONitorage Actif Conjoint Urbain-MaritimE de la Nuisance ha come obiettivi la pianificazione e il controllo acustico dei porti commerciali e del relativo impatto sulle limitrofe aree urbane. Le attività del progetto MON ACUMEN prevedono l'installazione di una rete di analizzatori per il monitoraggio in continua che forniscano tutte le principali informazioni sul livello e tipologia del rumore ambientale in almeno 4 siti rappresentativi del clima acustico dell'area portuale.

Nel presente report sulle attività della rete di monitoraggio installata nel Porto di Cagliari, si riporta una valutazione del clima acustico dell'area portuale e la valutazione delle prestazioni della rete relativamente ai primi quattro mesi di acquisizione dati della rete.

L'analisi presentata è relativa al periodo che va dalle ore 06:00 del 22-04-2021, fino alle ore 06:00 del 30-08-2021, per un totale di 130 giorni.

Il sistema di monitoraggio e la sua gestione rientrano nel contesto del progetto MON ACUMEN, nell'ambito più generale del programma Interreg di cooperazione transfrontaliera Italia-Francia marittimo. Il presente report è relativo all'Attività T4.1.2, concernente la realizzazione del "Report campagna di raccolta dati", riferiti ai primi mesi di rilevamento della rete di monitoraggio installata nel porto di Cagliari.

Normativa

Si riporta di seguito una breve sintesi delle normative di interesse per le attività svolte, oggetto della presente relazione.

Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 25/06/2002

Norma relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (recepita in Italia con il D.Lgs 19/05/2005 n°194). Costituisce lo strumento attraverso il quale il Parlamento e il Consiglio dell'Unione Europea hanno voluto definire un metodo comune a tutti i paesi membri al fine di evitare, prevenire e ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione della popolazione al rumore ambientale, dove con tale termine ci si riferisce ai "suoni indesiderati o nocivi in ambiente esterno prodotti dalle attività umane, compreso il rumore emesso da mezzi di trasporto, dovuto al traffico ferroviario, al traffico aereo e proveniente da siti di attività industriali". Tale direttiva riguarda il rumore ambientale a cui è esposto l'essere umano, in particolare, nelle zone edificate, nei parchi pubblici o in altre zone silenziose degli agglomerati, nei pressi delle scuole, degli ospedali e di altri edifici e zone particolarmente sensibili al rumore.

Per prevenire e ridurre l'inquinamento acustico è prevista l'attuazione progressiva di diverse azioni:

- la determinazione dell'esposizione al rumore ambientale attraverso una mappatura acustica realizzata sulla base di metodi comuni agli stati membri;
- l'informazione del pubblico relativamente al rumore e ad i suoi effetti;
- l'adozione da parte degli stati membri di piani d'azione, in base ai risultati della mappatura del rumore, per perseguire obiettivi di riduzione dell'inquinamento acustico laddove necessario e di conservazione della qualità acustica dell'ambiente qualora questa sia buona.

La direttiva stabilisce che nella realizzazione delle mappe acustiche vengano utilizzati i descrittori acustici LDEN (level day-evening-night) e LNIGHT (level night) dove:

- LDEN è il descrittore acustico giorno-sera-notte usato per qualificare il disturbo legato all'esposizione al rumore nell'arco delle 24 ore;
- LNIGHT è il descrittore acustico notturno usato per qualificare i disturbi del sonno.

DM 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"

Tale decreto, in attuazione della "Legge Quadro sull'inquinamento acustico" del 26 Ottobre 1995 n.447, descrive e fissa le modalità e le condizioni per una corretta rilevazione dei livelli sonori prodotti dalle sorgenti di rumore (sia fisse che mobili) presenti sul territorio, sia all'interno degli ambienti abitativi che all'esterno. Tutte le misure svolte e documentate nella presente relazione sono state eseguite in conformità con le modalità e le specifiche descritte nel decreto citato.

Rete di monitoraggio

Le valutazioni svolte per il monitoraggio in esame sono state condotte nell'intorno dell'area portuale del Comune di Cagliari. In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si riporta un'immagine aerea dell'area oggetto di analisi.



Figura 1: Foto aerea dell'area.

Il posizionamento delle stazioni di monitoraggio fisse oggetto della presente relazione è mostrato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** (individuato dai punti "S01, S02, S03, S04"), mentre in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** se ne riporta la descrizione sintetica. La stazione meteo è installata presso la centralina S01, ed i relativi dati vengono acquisiti in maniera sincronizzata con la strumentazione fonometrica.

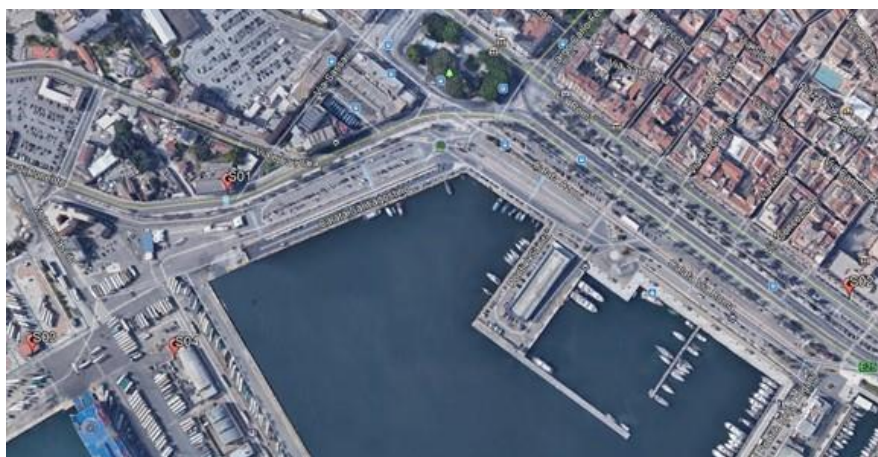


Figura 2: Posizioni centraline di monitoraggio.

Tabella 1: Descrizione sintetica delle centraline di monitoraggio

ID Ricettore	Documentazione Fotografica	Descrizione	Classe PCCA
S01		Stazione installata presso SEDE ADSP Lat 39.21385, Lng 9.10717	classe IV
S02		Stazione installata presso CONSIGLIO RAS Lat 39.21300, Lng 9.11448	classe IV

ID Ricettore	Documentazione Fotografica	Descrizione	Classe PCCA
S03		Stazione installata presso BAR DEMURO, in zona portuale Lat 39.21253, Lng 9.<u>10506</u>	classe IV
S04		Stazione installata presso OFFICINA ADSP Lat 39.21236, Lng 9.10666	classe IV

Le centraline di monitoraggio risultano autonome dal punto di vista dell'alimentazione, grazie alla presenza di pannelli fotovoltaici, batterie di accumulo ricaricabili, e la connessione ad impianti elettrici esistenti. Si specifica che la scelta dei punti di misura è stata operata, oltre che dalle disponibilità di installazione delle stesse, anche dalla rappresentatività delle postazioni di misura, sulla base dei risultati della mappatura

relativa del Porto di Cagliari. In particolare, le postazioni devono permettere la caratterizzazione delle sorgenti presenti nell'area portuale, quali il carico e scarico di navi e traghetti o il loro stazionamento, ed il traffico veicolare presente.



Figura 3: Esempio installazione centralina fonometrica.

Le centraline di monitoraggio comunicano in tempo reale con l'apposito sistema di monitoraggio web disponibile previo accesso all'indirizzo <https://monitoring.aesse-ambiente.it/>. Tale sistema consente la visualizzazione dei livelli sonori misurati in tempo reale e la loro memorizzazione, al fine di analizzare i dati misurati nel periodo di interesse. Si riporta nel seguito una immagine del servizio di monitoraggio consultabile in rete, con riportata la posizione delle postazioni di misura, ed in forma tabellare, le informazioni riguardo la strumentazione installata nelle centraline di cui sopra.

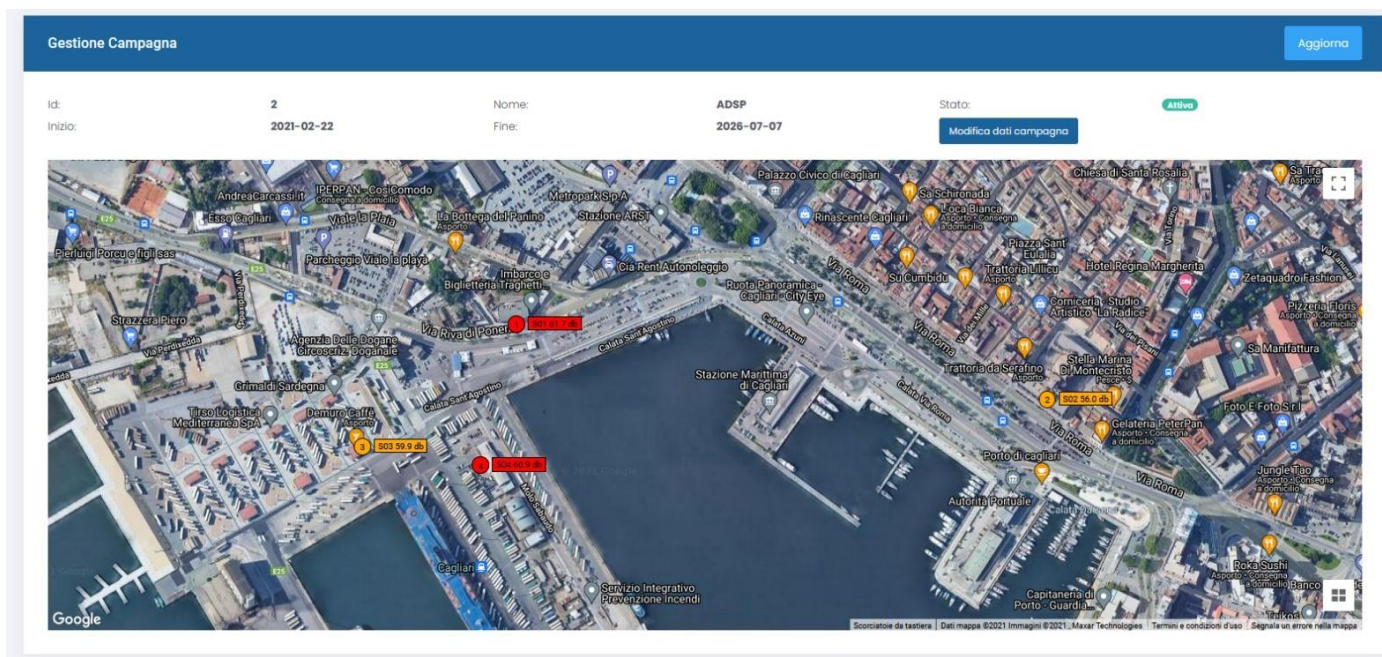


Figura 4: Mappa estratta dal servizio di monitoraggio in tempo reale.

Dati meteorologici

Il decreto DM 16/03/1998 prescrive che le misurazioni di inquinamento acustico debbano essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve e con velocità del vento non superiore a 5 m/s. Al fine di poter validare le misure acustiche è stata installata nei pressi della centralina S01 una stazione meteorologica (modello VAISALA WXT 536), che acquisisce i dati di velocità e direzione del vento, temperatura, umidità e precipitazioni. I dati vengono memorizzati sulla piattaforma web di monitoraggio con una base temporale di 10 secondi.

Nel seguito sono mostrati gli andamenti di vento e pioggia riferiti al periodo di analisi della presente relazione (22-04-2021 / 30-08-2021).

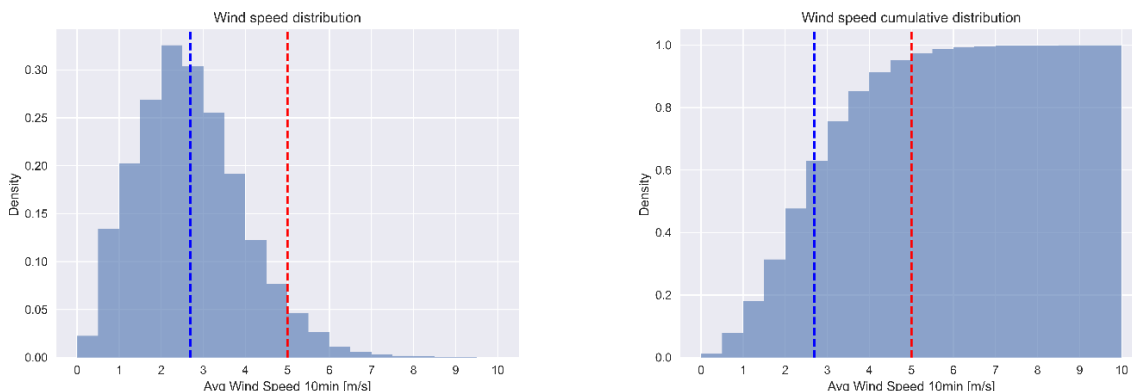
L'area portuale di Cagliari risulta essere una zona ventosa, con circa il 10% del tempo con velocità media del vento superiore a 5 m/s. Al fine di individuare i periodi temporali di validità delle misure acustiche è necessario definire un criterio oggettivo con cui analizzare i dati meteo. In particolare, deve essere fissata la durata della base temporale su cui valutare la validità dei dati ed un indicatore adatto allo scopo. Considerando la ventosità della zona di interesse le "Linee Guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici" elaborate da ISPRA (20 Ottobre 2012, doc n.28/12) costituiscono un utile riferimento: le linee guida indicano una durata di 10 minuti come base temporale adeguata alla valutazione dei dati, nel contesto di un monitoraggio continuo con presenza rilevante di ventosità. All'interno di tale intervallo di tempo l'utilizzo di media o mediana della velocità del vento quale indicatore da confrontare con il limite di 5 m/s comporterebbe il considerare validi una quantità rilevante di momenti con velocità del vento elevata.

Nella presente analisi si è adottato il criterio di considerare come dati meteo non validi gli intervalli di tempo di durata 10 minuti con presenza di vento oltre i 5 m/s per un tempo superiore al 10%, pari ad un minuto complessivo sui 10 minuti. Nelle distribuzioni del vento rappresentate nel seguito si riporta dunque anche il quantile del 90% della velocità del vento, valutato su intervalli di 10 minuti, utilizzato per escludere i momenti ventosi.

La rosa dei venti mostra come la direzione di propagazione prevalente del vento nel periodo analizzato sia da Nord Ovest (NW, Maestrale), con oltre il 60% del tempo, con una seconda direzione prevalente proveniente da Sud Est (SE, Scirocco).

Anche le precipitazioni sono state valutate su periodi di 10 minuti, considerando come non validi gli intervalli in cui si osserva la presenza di pioggia.

In Tabella 2 è riportato il numero di ore complessivo sul periodo di rendicontazione non valide a causa di pioggia o vento, conteggiate secondo il criterio menzionato precedentemente. Si osserva come la presenza di vento infici la validità delle misure acustiche in modo rilevante, con un tempo complessivo di scarto dei dati pari a circa il 20% del tempo di monitoraggio analizzato.



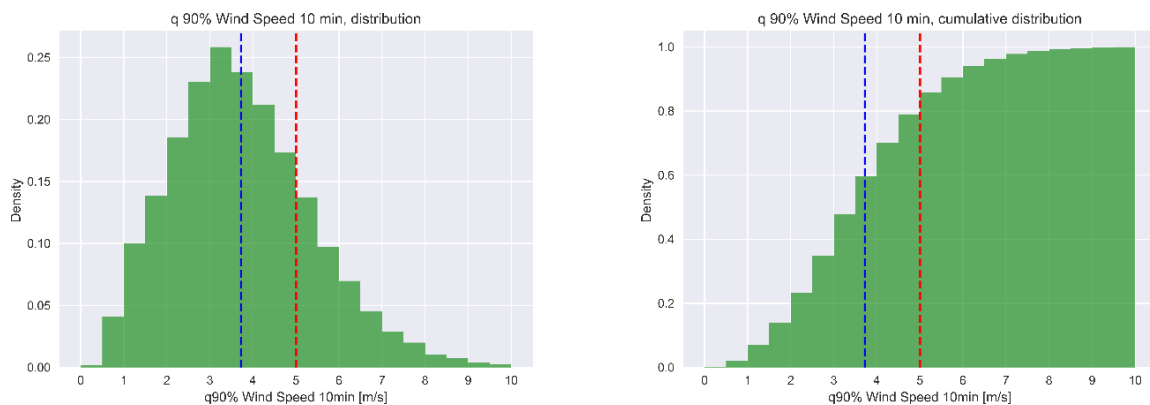


Figura 5: Distribuzione di frequenza e distribuzione cumulativa nel periodo di riferimento, per velocità del vento media su 10 minuti nel periodo di riferimento (in alto), per il quantile del 90% della velocità del vento su 10 minuti (in basso). Le linee verticali blu rappresentano la media della distribuzione, la linea verticale rossa il valore limite di 5 m/s.

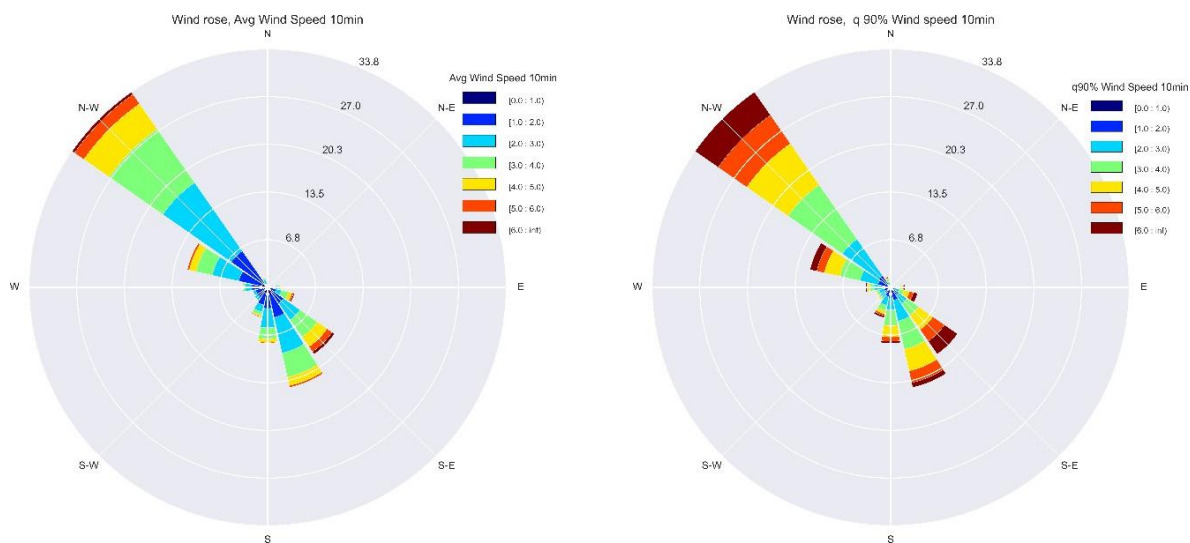


Figura 6: Rosa dei venti, a sinistra è rappresentata in classi la velocità media sui 10 min, a destra il quantile del 90% della velocità sui 10 minuti. I valori riportati sulle circonferenze concentriche corrispondono alla percentuale di tempo sul periodo di analisi.

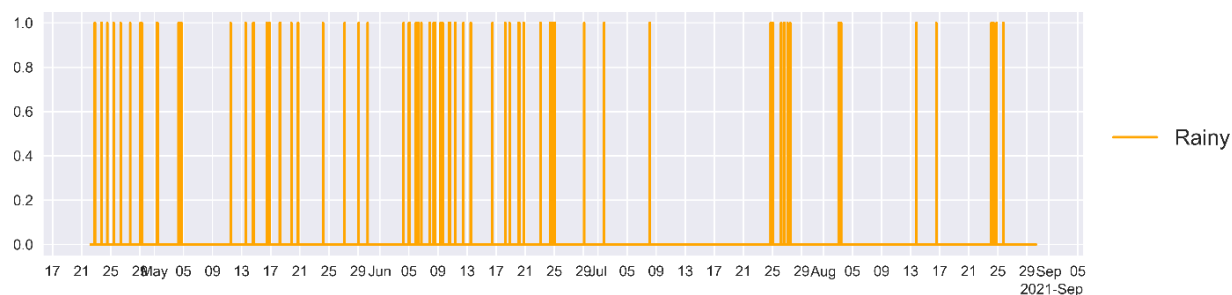


Figura 7: Periodi di invalidità dei dati a causa di precipitazioni.



Figura 8: Periodi di invalidità dei dati a causa della presenza di vento.

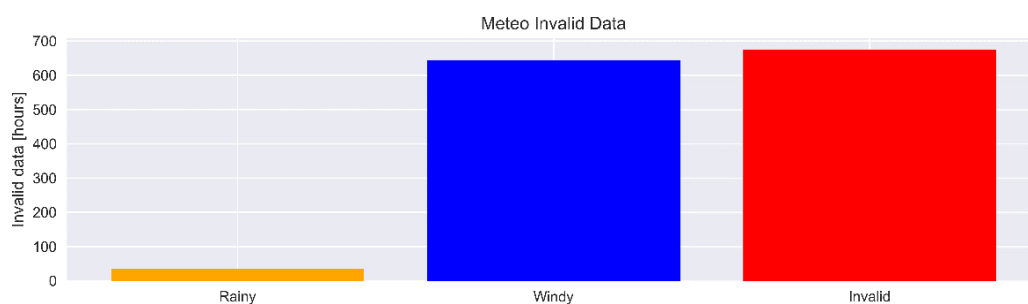


Figura 9: Numero di ore di invalidità dei dati a causa di precipitazioni o vento.

Tabella 2:

Tabella 2: Conteggio ore non valide ai fini del monitoraggio acustico.

	Rainy	Windy	Tot Invalid
ore	35	645	675
percentuale	1.1 %	20.7%	21.6%

Tabella 3:

Tabella 3: Medie meteorologiche sul periodo di rendicontazione considerato.

	mean	median	dev. std.
AirTemperature [C]	23.3	23.6	4.5
RelativeHumidity [%]	68.0	70.9	15.3
WindSpeed avg 10min [m/s]	2.7	2.6	1.3
WindSpeed q90% 10min [m/s]	3.7	3.5	1.7
RainIntensity [mm/h]	0.018	-	-

Valutazione del clima acustico

Al fine della valutazione del clima acustico dell'area portuale di Cagliari, i dati acustici e meteo memorizzati sulla piattaforma web di monitoraggio sono stati raccolti ed analizzati per il periodo che va dal 22-04-2021, prima data utile a seguito del collaudo della rete di monitoraggio, fino al giorno 29-08-2021, per un totale di 130 giorni di acquisizione.

I dati acustici e meteo sono stati aggregati su intervalli di tempo di 10 minuti, e si è proceduto alla pulizia dei dati, escludendo i periodi di tempo non validi a causa delle condizioni meteorologiche, con l'applicazione del criterio menzionato precedentemente nel paragrafo riguardante i dati meteo.

In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** viene mostrato un esempio di andamento settimanale per la centralina S01, con alcuni periodi di tempo con la presenza di dati mancanti a seguito della pulizia dei dati non validi. Per ciascun giorno sono stati calcolati gli indicatori acustici sia relativi al periodo diurno (06:00-22:00) e notturno (22:00-06:00), sia gli indicatori LDEN, LNIGHT, previsti dalla Direttiva Europea 2002/49/CE.

Nei successivi paragrafi si riportano gli andamenti di tali indicatori per ciascuna centralina.

Per quanto riguarda i livelli equivalenti di pressione sonora ponderati A nei periodi diurno e notturno sono indicati i limiti di immissione per la classe IV di zonizzazione acustica.



Figura 10: esempio di andamento settimanale per la centralina S01. Le due linee orizzontali rappresentano i limiti di immissione e di attenzione diurno per la classe IV di zonizzazione acustica.

Centralina S01

La postazione di misura S01 è sita sul tetto della sede dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna, in via Riva di Ponente, e comprende oltre alla centralina fonometrica anche la stazione meteorologica usata per validare le misure acustiche della rete di monitoraggio. La centralina è prospiciente a Via Riva di Ponente e pertanto rileva sia l'emissione sonora prodotta dal traffico in entrata nel porto di Cagliari, sia il rumore prodotto dallo stazionamento delle navi che accostano al prossimo Molo Sabaudo, con l'accosto più vicino posto ad una distanza di circa 100 metri dalla centralina fonometrica.

L'andamento dei livelli diurni misurati nel periodo di analisi mostra un andamento variabile attorno alla media di 65,6 dB(A), che risulta essere al di sopra del limite assoluto di immissione per la classe IV di zonizzazione acustica, pari a 65 dB(A). Nei giorni successivi al 7 Maggio 2021 e fino al 5 Agosto si osserva un innalzamento dei livelli misurati, in entrambi i periodi diurno e notturno. Per quanto riguarda il periodo notturno il livello medio nel periodo analizzato risulta pari a 59.0 dB(A), superiore al relativo limite di immissione. L'indicatore acustico Lden risulta in media pari a 67.8 dB(A). L'innalzamento osservato è stato prodotto con buona probabilità da un incremento consistente di traffico stradale, e non da effetti causati da eventi meteorologici. Infatti si nota che a parità di condizioni meteo, durante il mese di agosto, i livelli di pressione sonora registrati risultano essere minori. Alcuni valori di picco negli andamenti giornalieri possono essere dovuti anche a condizioni di ventosità, non esclusi dal criterio sopra menzionato.

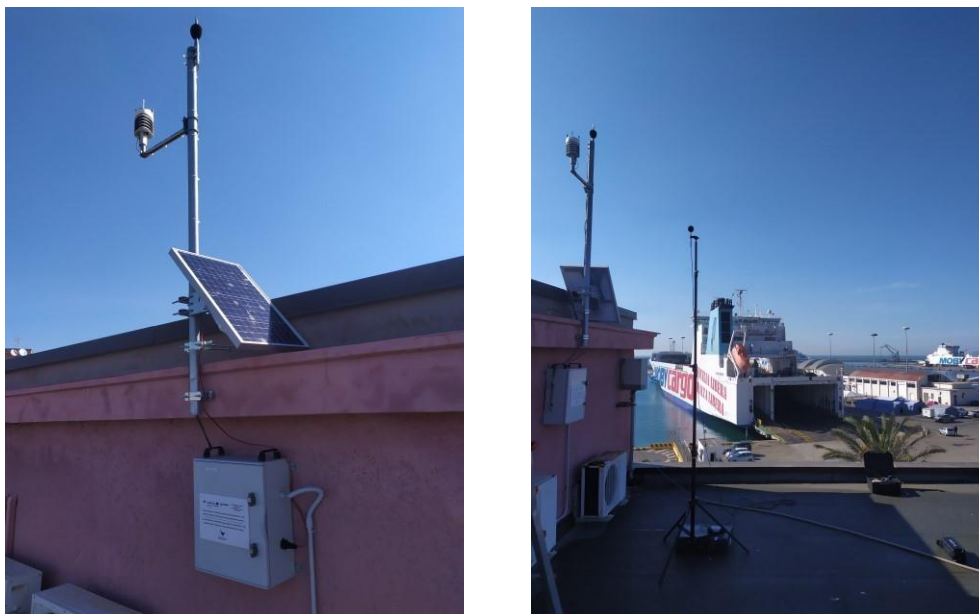
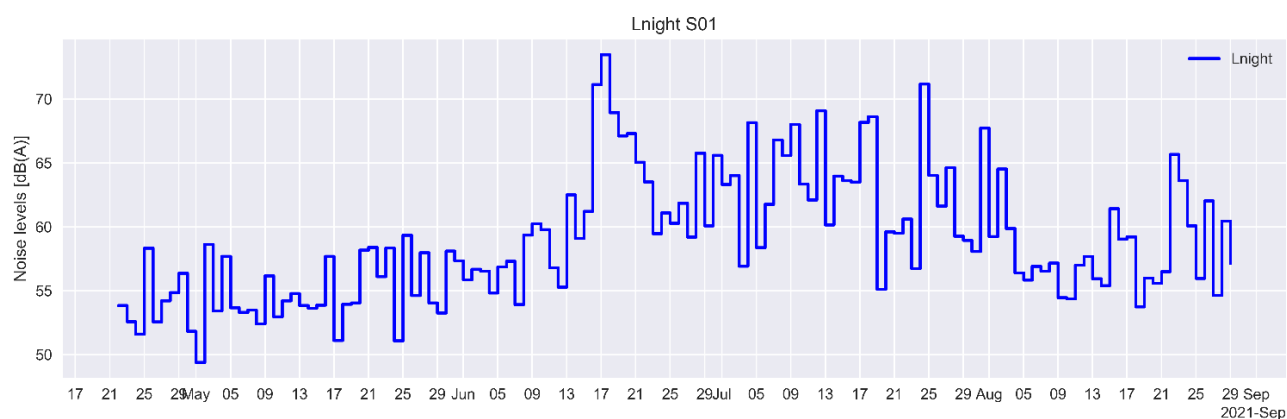
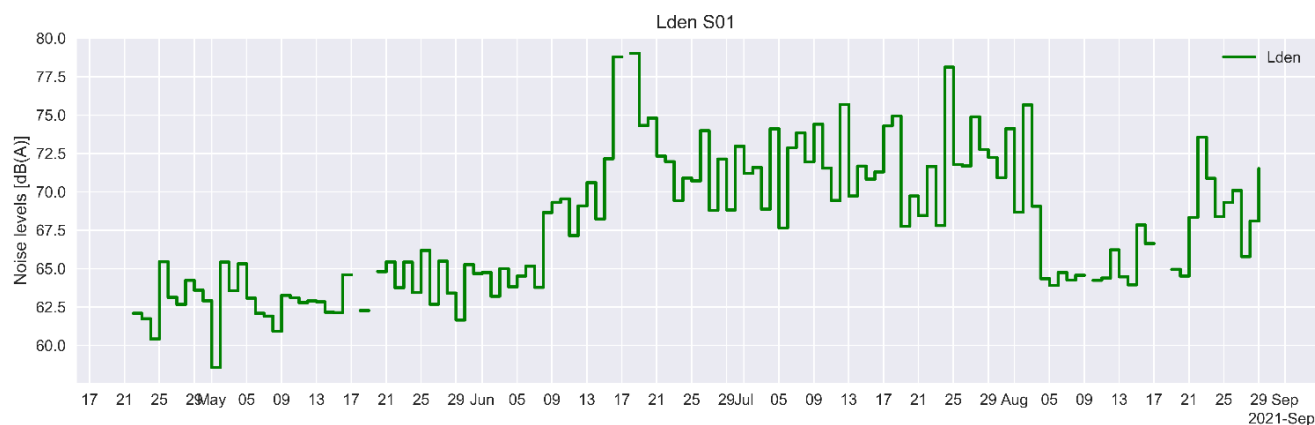


Figura 11: centralina S01 con fonometro e stazione meteo, a destra vista del Molo Sabaudo durante le misure di collaudo.



Figura 12: Centralina S01, andamento di media e quantile del 90% della velocità del vento per il periodo dal 07-06-21 al 20-06-21.





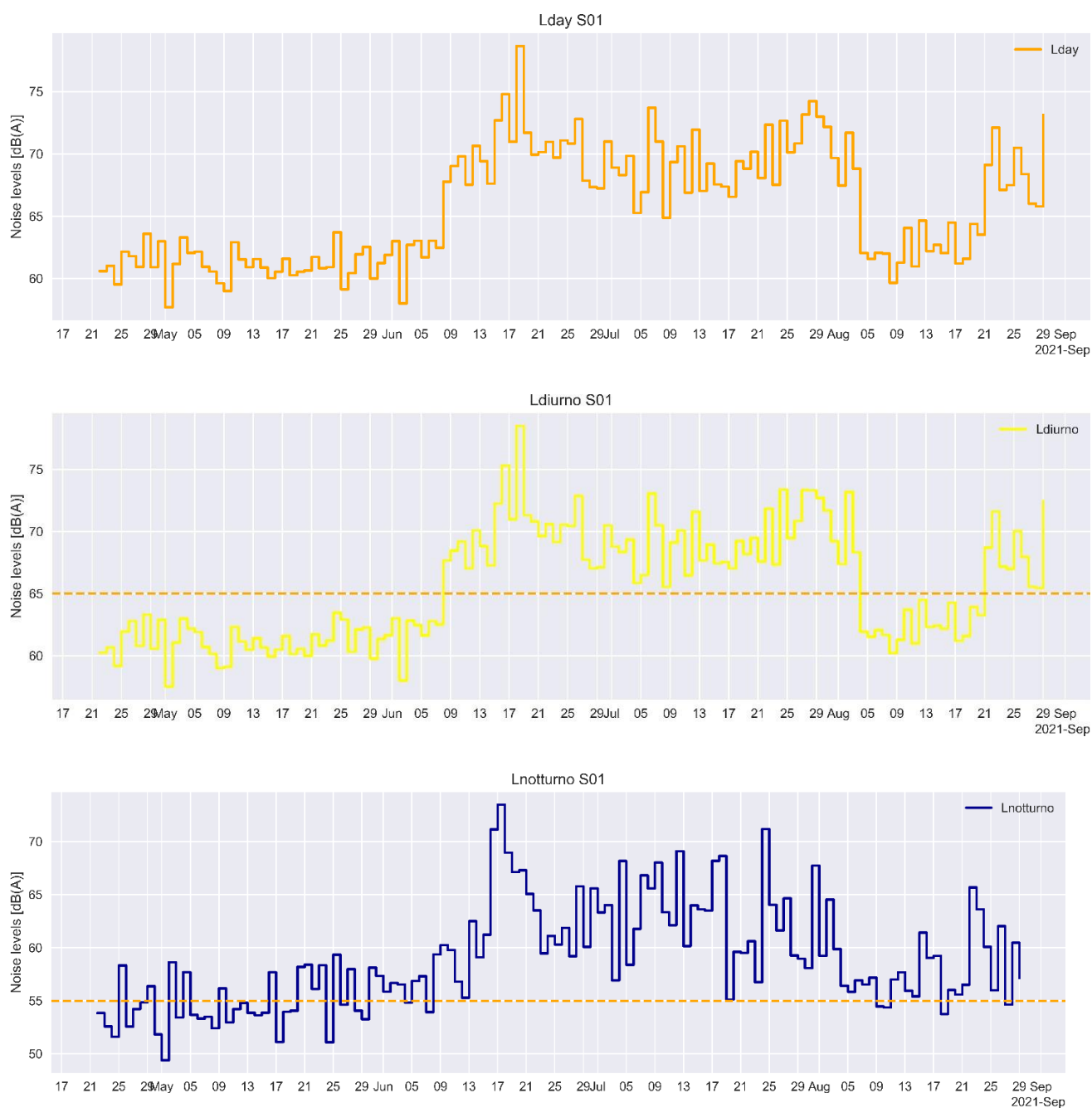
Interreg

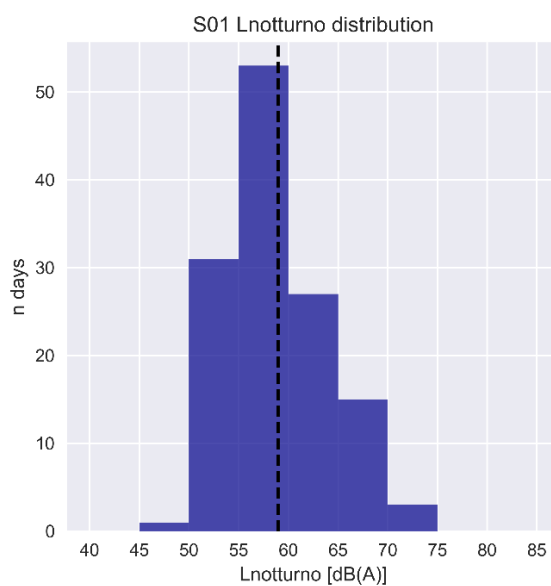
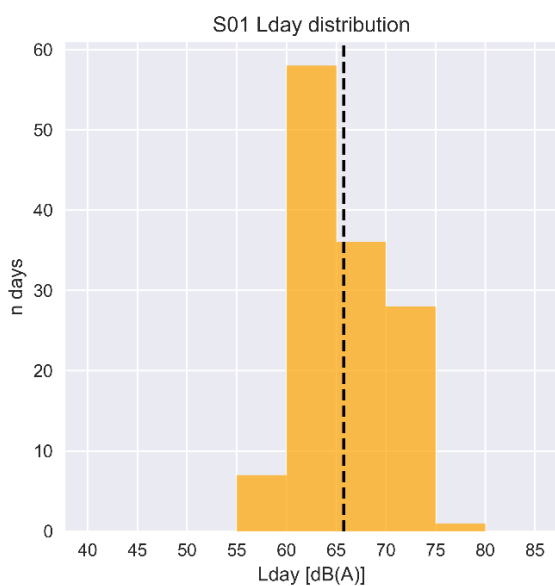
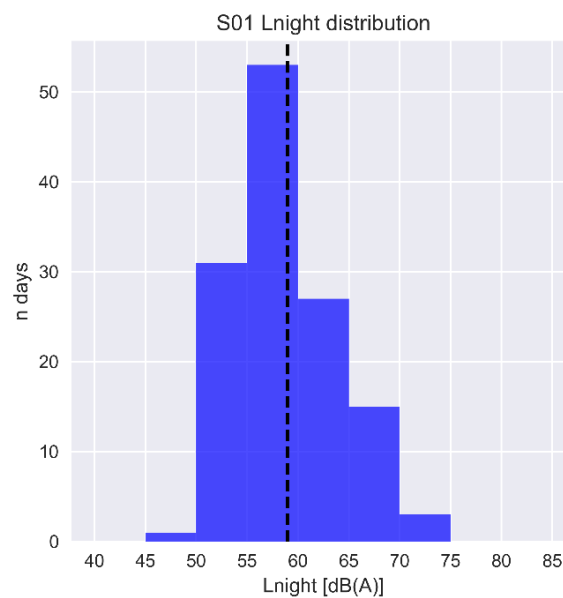
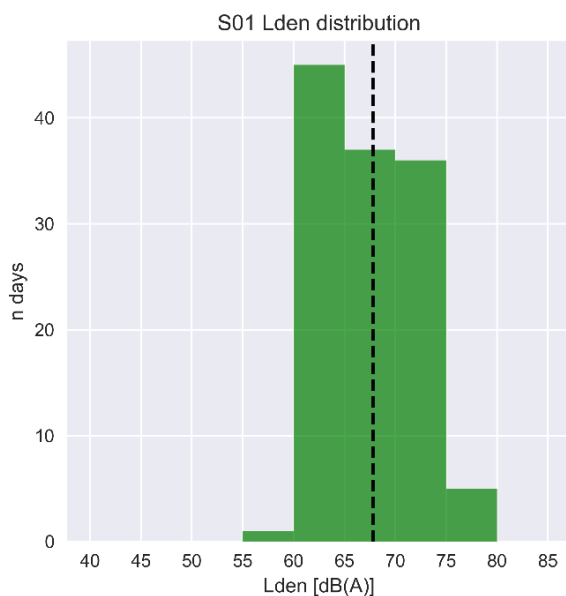


MONACUMEN

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo europeo di sviluppo regionale
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale





Centralina S02

La centralina S02 è installata sul tetto del Consiglio Regionale della Sardegna, in via Roma. La postazione si trova ad una distanza di circa 100 metri dalla Calata Darsena, dove ormeggiano piccole imbarcazioni, e ad oltre 500 metri dal Molo Sabaudo. La postazione di misura è stata scelta per monitorare principalmente il rumore prodotto dal traffico stradale delle sottostanti Via Roma e Lungomare New York 11 Settembre, arterie principali del porto di Cagliari. I livelli diurni misurati risultano essere in media inferiori al limite di immissione pari a 65 dB(A). Per quanto riguarda i livelli notturni si osservano superamenti giornalieri che risultano maggior frequenti durante i mesi di Giugno e Luglio. Il valore medio di Lden risulta pari a 62.7 dB(A). Anche per quanto riguarda la centralina S02 si osserva un incremento dei livelli sonori misurati, probabilmente a causa dell'incremento di flusso veicolare, così come osservato per la centralina S01.



Figura 13: Centralina S02, a destra configurazione delle misure di collaudo.

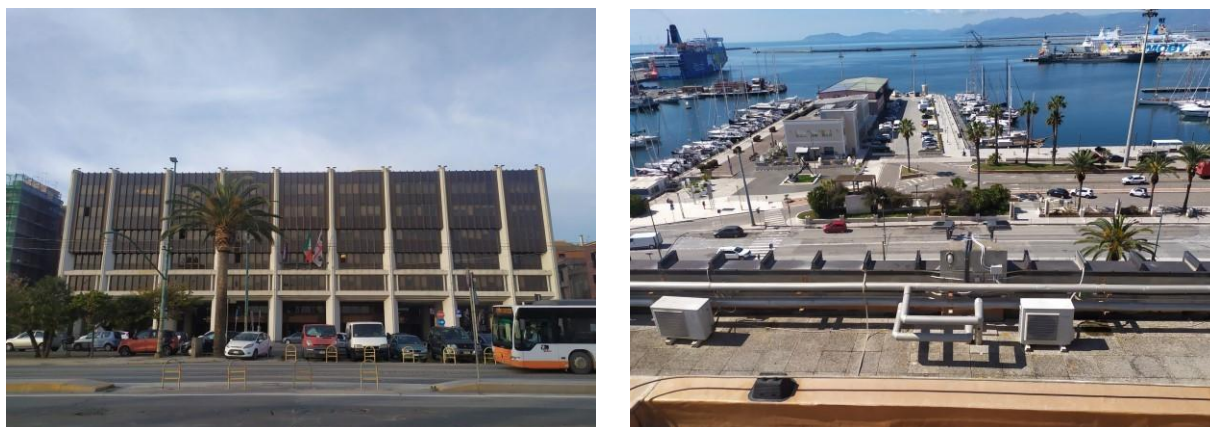
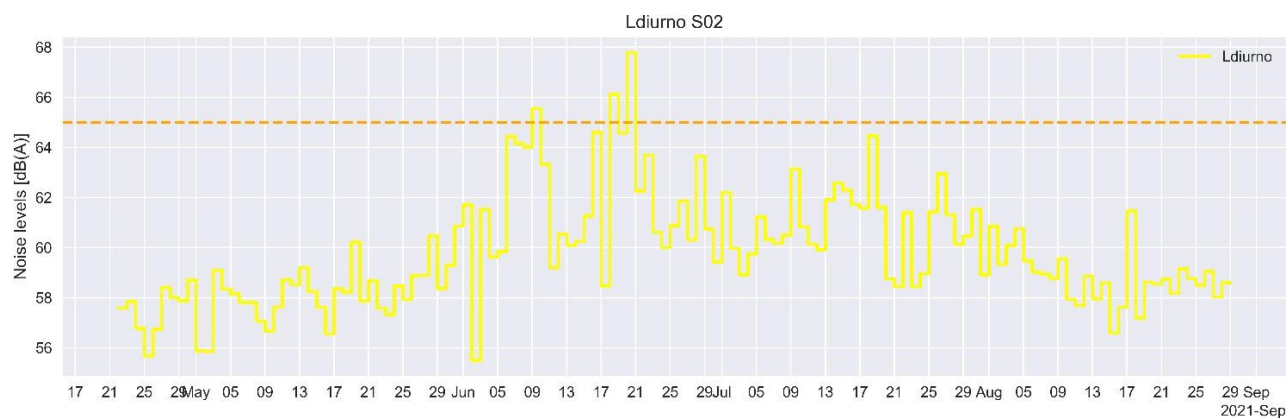
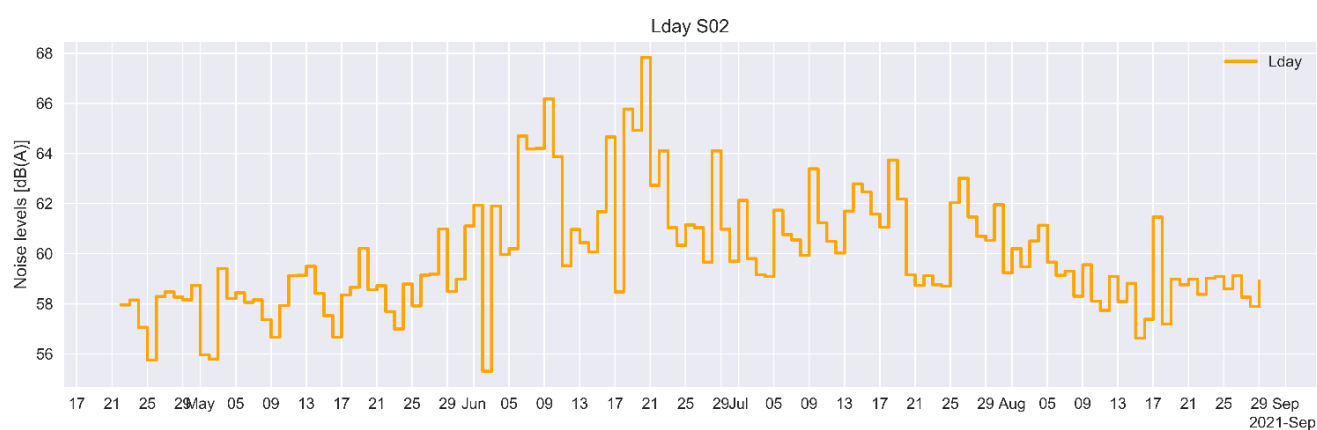
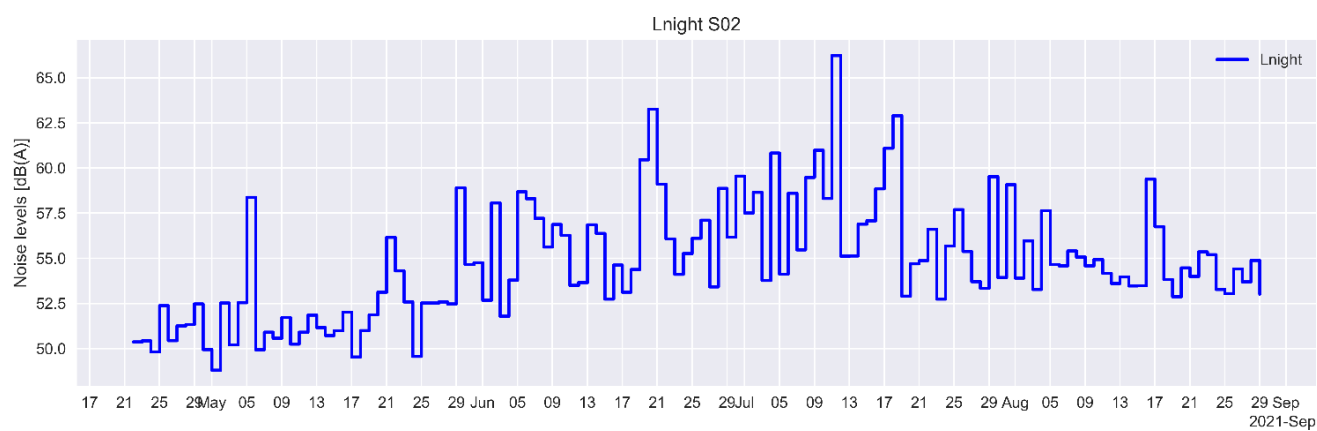


Figura 14: Centralina S02, sede del Consiglio Regionale della Sardegna, a destra vista di via Roma, Lungomare New York 11 Settembre e del porto di Cagliari dalla postazione fonometrica.





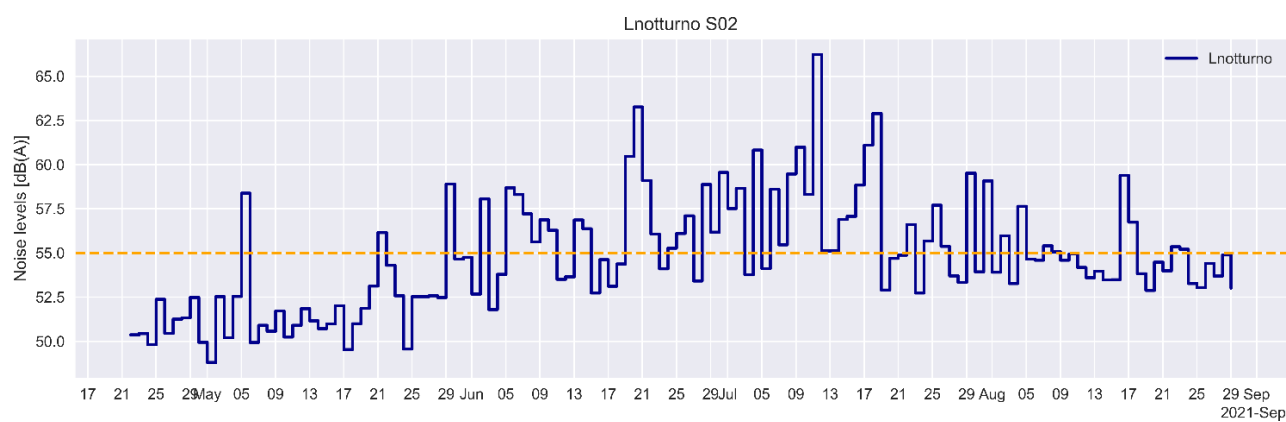
Interreg

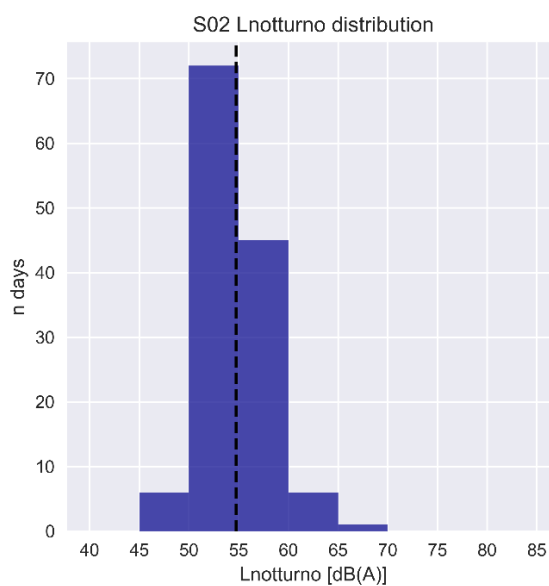
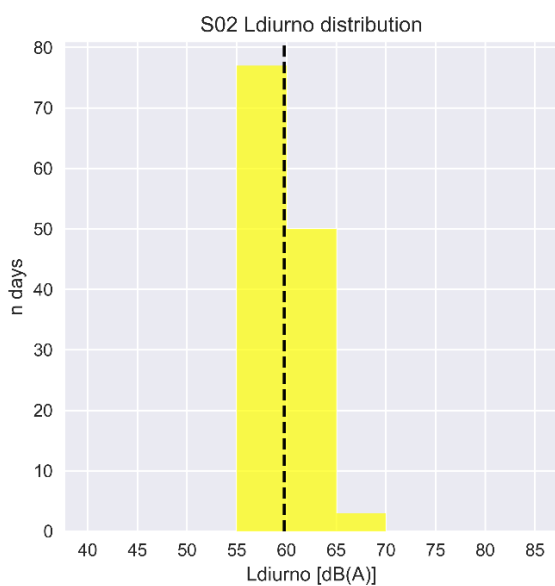
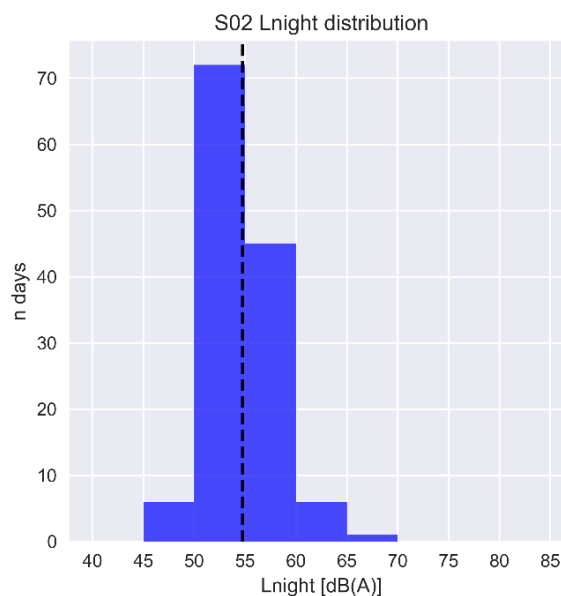
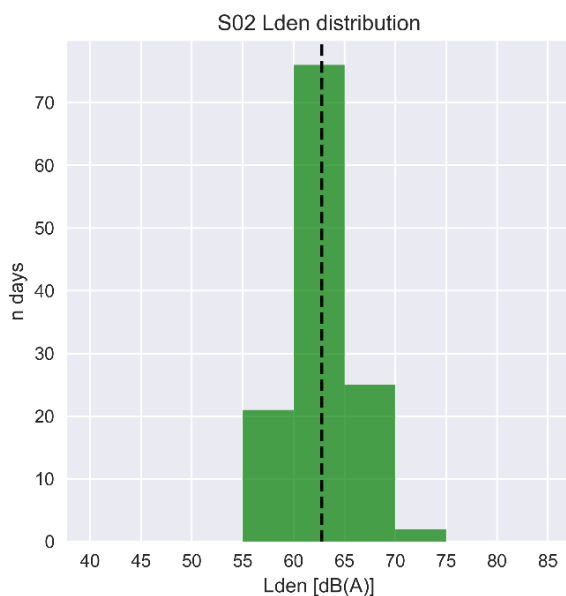


MONACUMEN

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo europeo di sviluppo regionale
Fondo Europeu de desenvolupament regional





Centralina S03

La centralina S03 è installata nell'area portuale di Cagliari, sopra il tetto del Bar "Demuro Caffè", ad una distanza inferiore ai 100 metri rispetto al punto di accosto più vicino del Molo Sabaudo. In tale area le sorgenti sonore prevalenti sono costituite dalle navi in accosto, che sia durante le operazioni di carico e scarico che per ordinaria manutenzione e funzionamento, emettono livelli sonori rilevanti. L'altra sorgente sonora che caratterizza l'area portuale è costituita dalla movimentazione di mezzi di trasporto, in particolar modo mezzi pesanti, che transitano nelle vicinanze della postazione di misura.

L'indicatore acustico Lden nel periodo in esame assume un valore medio pari a 65.1 dB(A). I livelli diurni in media rispettano il limite di immissione, con un valore di 63.1 dB(A) sul periodo di analisi, anche se è possibile osservare alcuni superamenti giornalieri. Nel periodo notturno, oltre a superamenti giornalieri, il livello medio, pari a 55.6 dB(A) risulta superiore al relativo limite di immissione. Nel seguito della presente relazione si riporta un'analisi più approfondita riguardo i livelli sonori misurati in concomitanza con gli stazionamenti delle navi.



Figura 15: Centralina S03

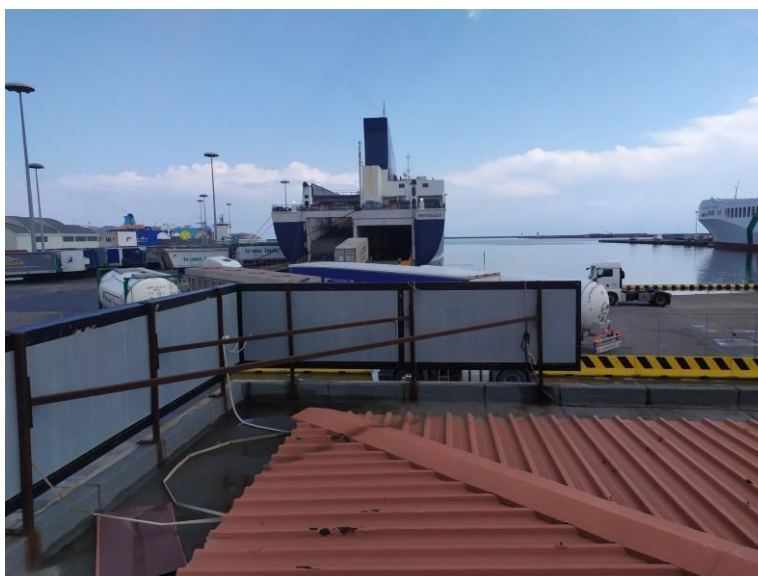
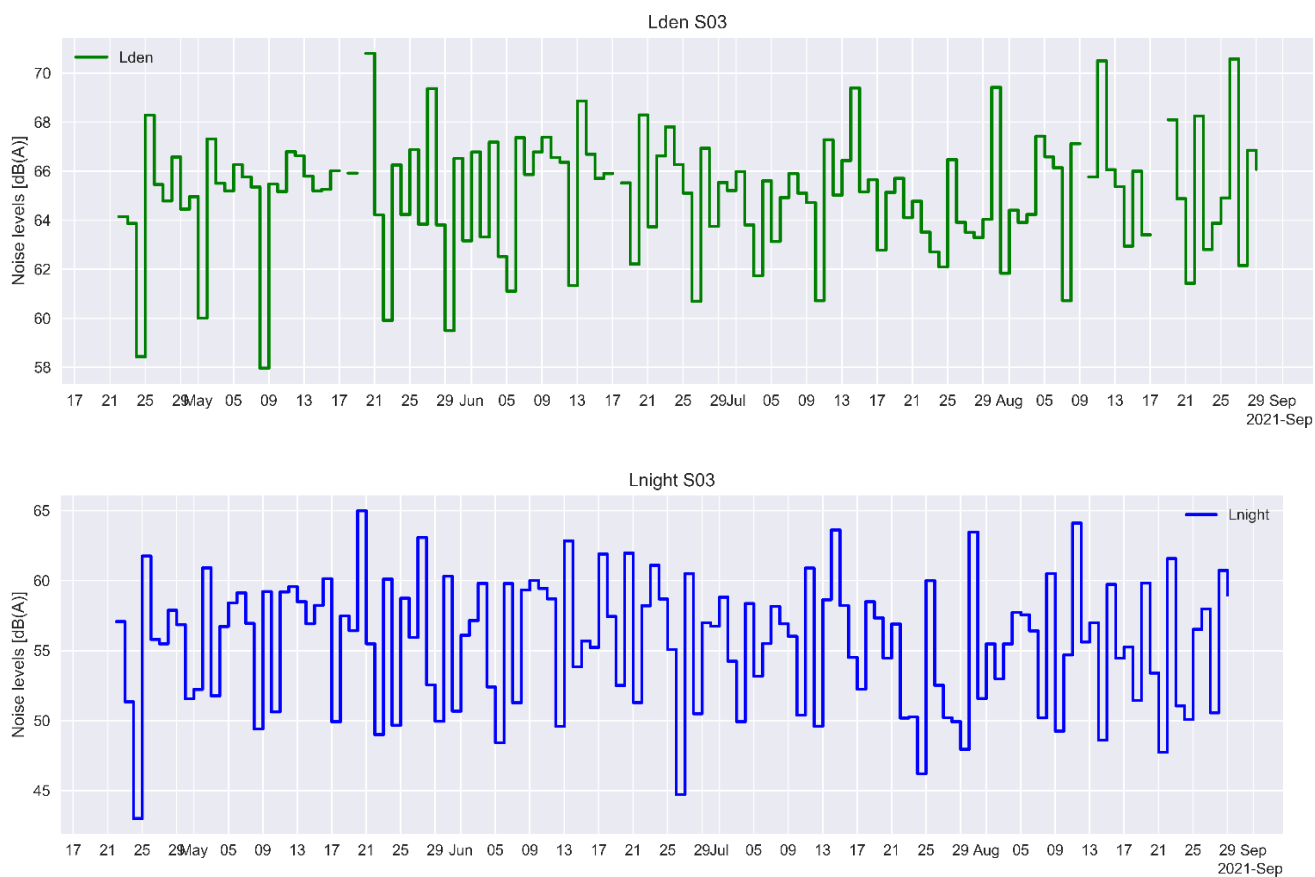


Figura 16: Centralina S03, vista del Molo Sabaudo.





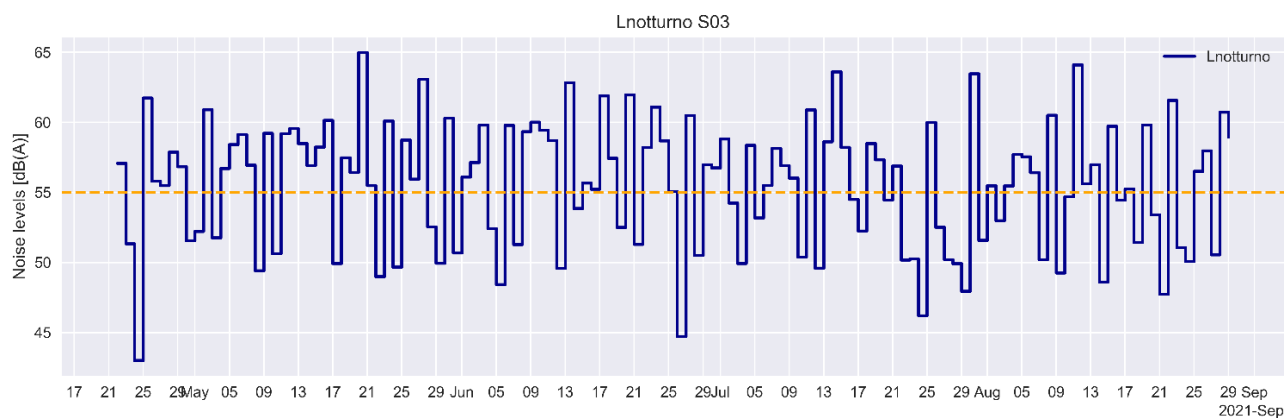
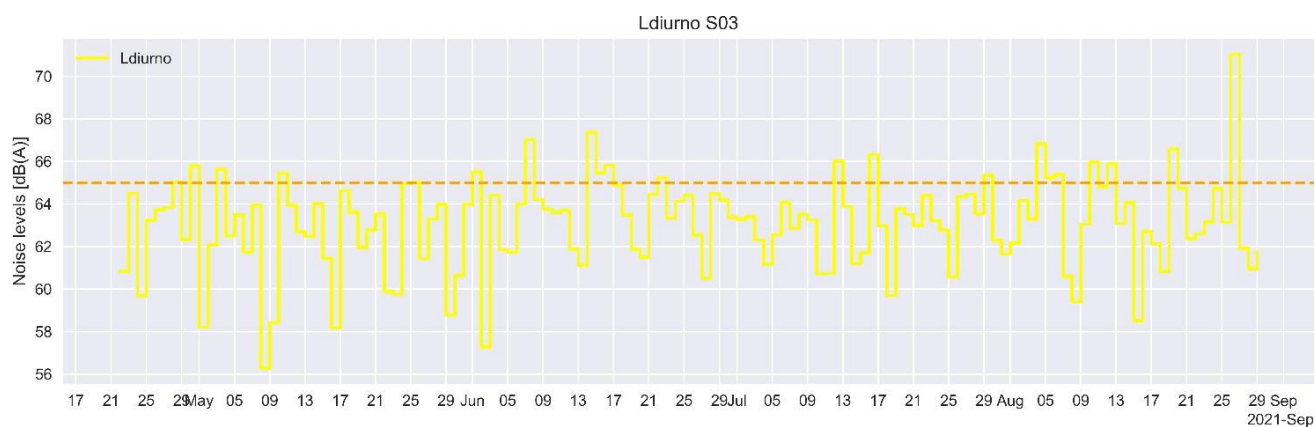
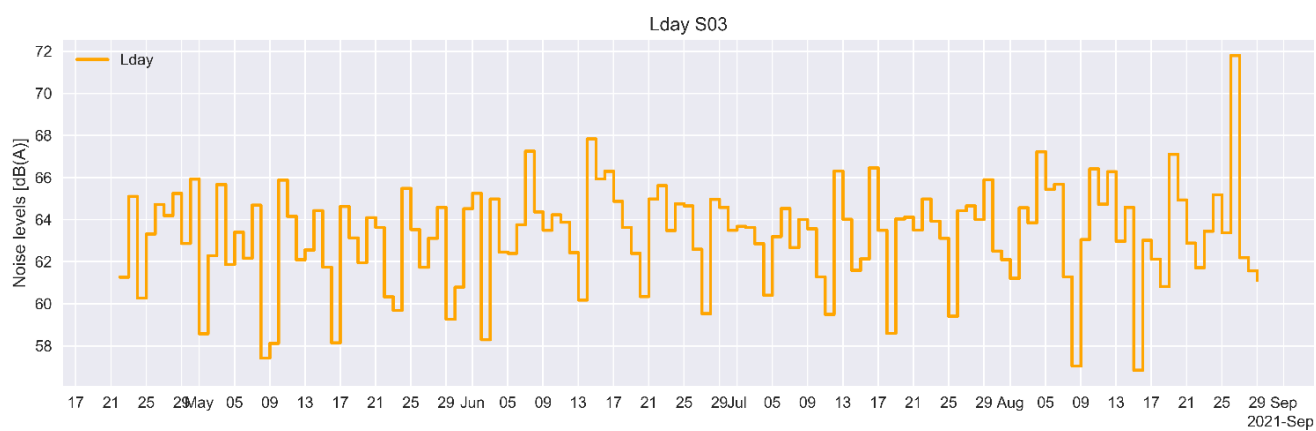
Interreg

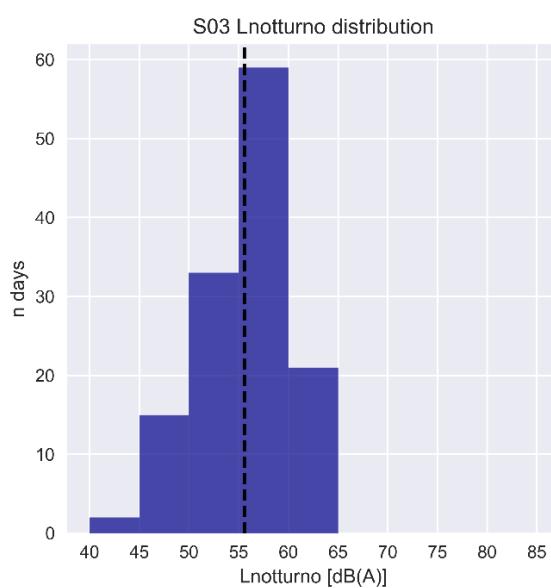
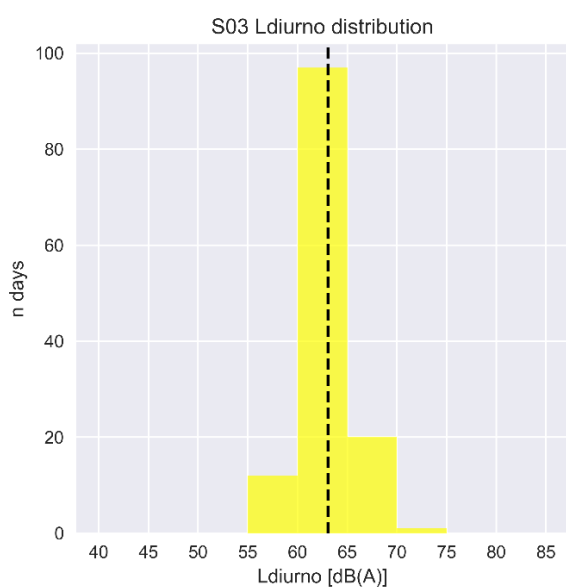
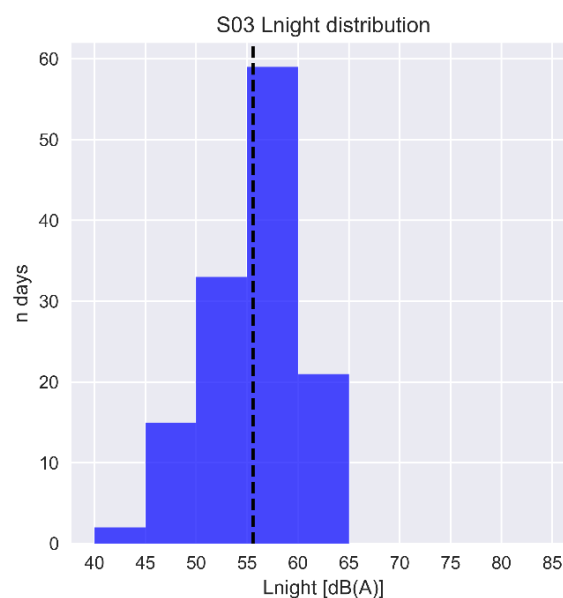
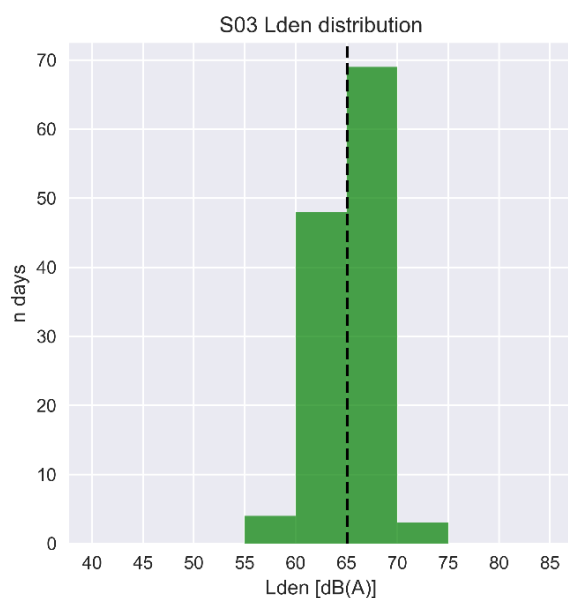


MONACUMEN

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo europeo di sviluppo regionale
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale





Centralina S04

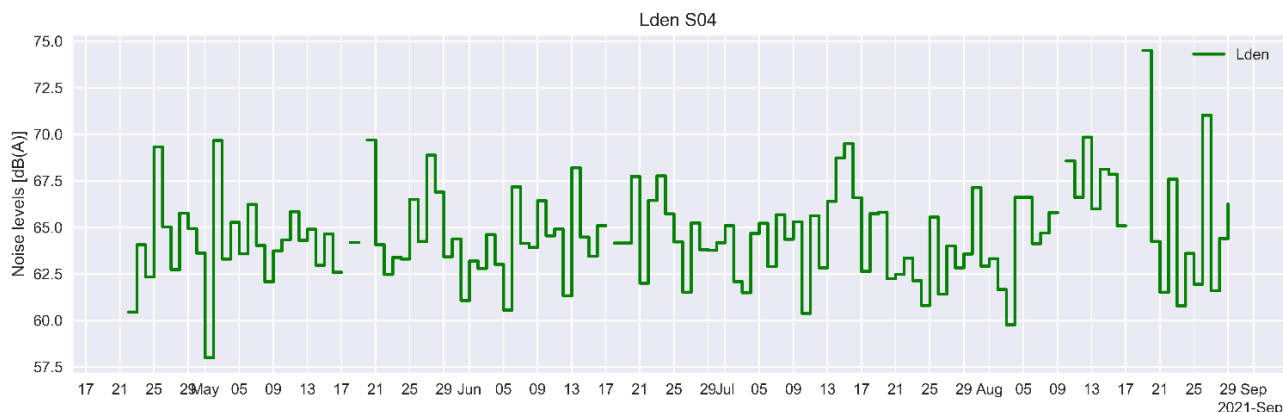
La centralina S04 è installata nell'area portuale, presso l'officina dell'ADSP sul Molo Sabaudo, e si trova ad una distanza di circa 70 metri dal più vicino punto di accosto del molo, ed a circa 150 metri dalla centralina S03. Le sorgenti sonore caratteristiche sono le medesime della centralina S03, ovvero la movimentazione di mezzi nell'area portuale e le attività connesse agli accosti delle navi.

Il livello medio diurno risulta pari a 62.8 dB(A), al di sotto del valore limite di immissione, e circa uguale al livello misurato dalla centralina S02, considerando i margini di incertezza.

Il livello medio notturno sul periodo di analisi assume un valore di 54.7 dB(A), leggermente al di sotto del limite di immissione notturno, pertanto si osservano superamenti giornalieri di tale limite, ma in media sul periodo di analisi il limite è rispettato. Il valore medio dell'indicatore acustico Lden assume un valor medio pari a 64.6 dB(A).



Figura 17: Centralina S04 presso officina ADSP, a destra configurazione misure di collaudo.





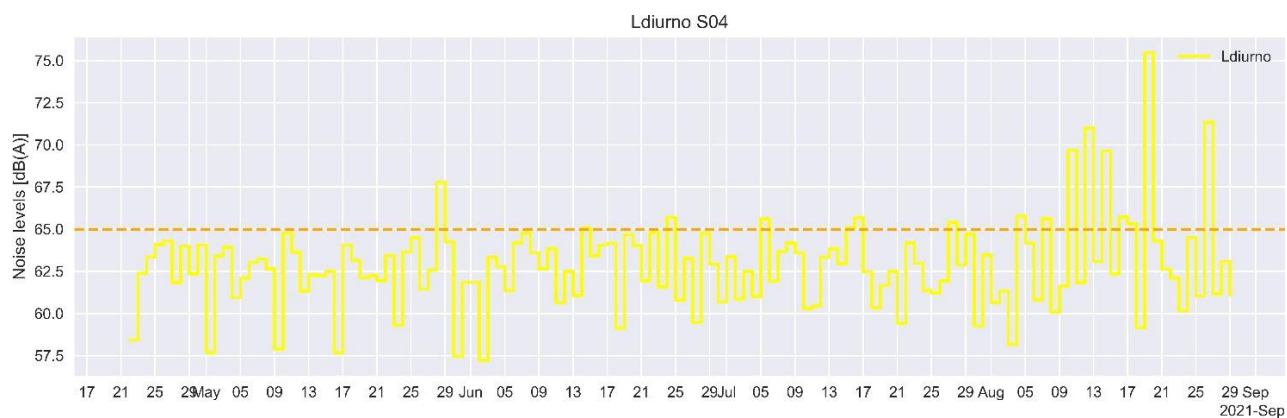
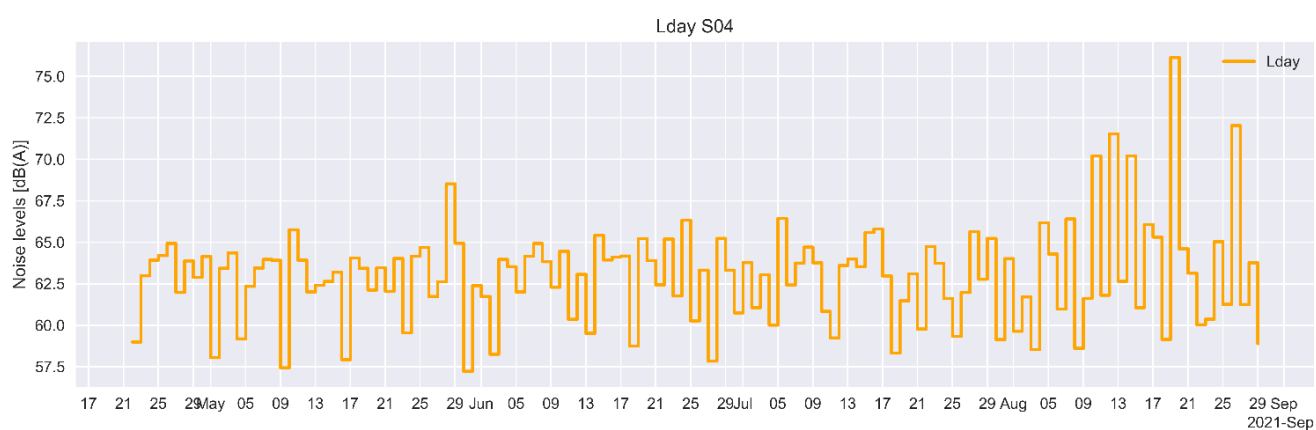
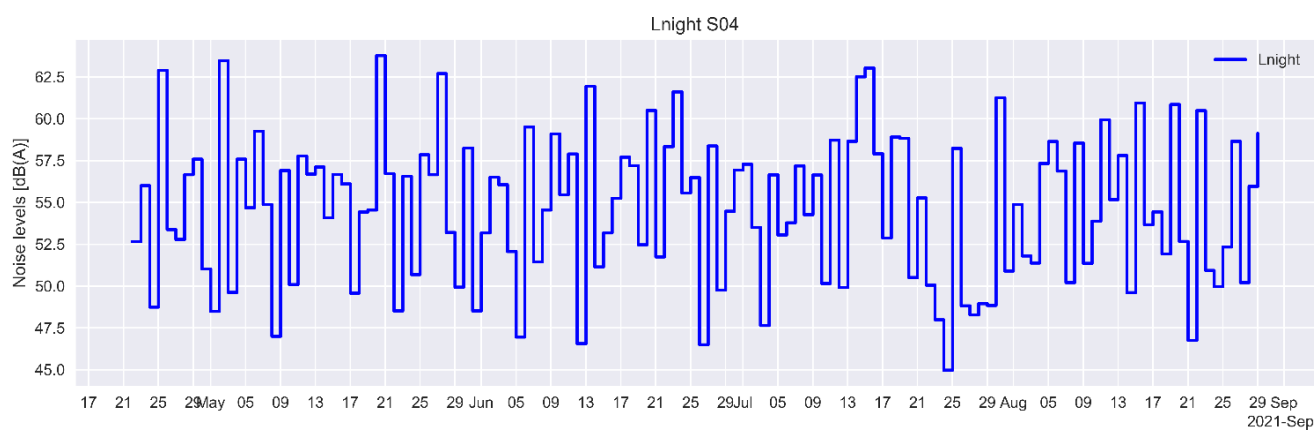
Interreg

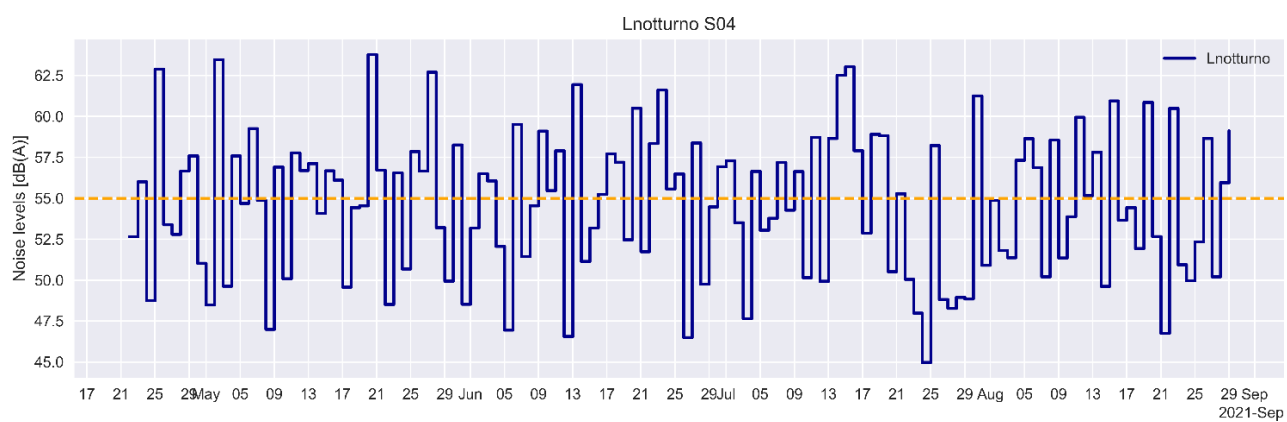


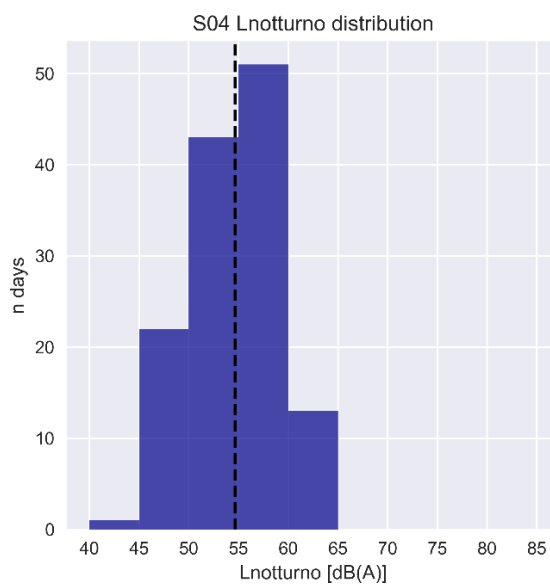
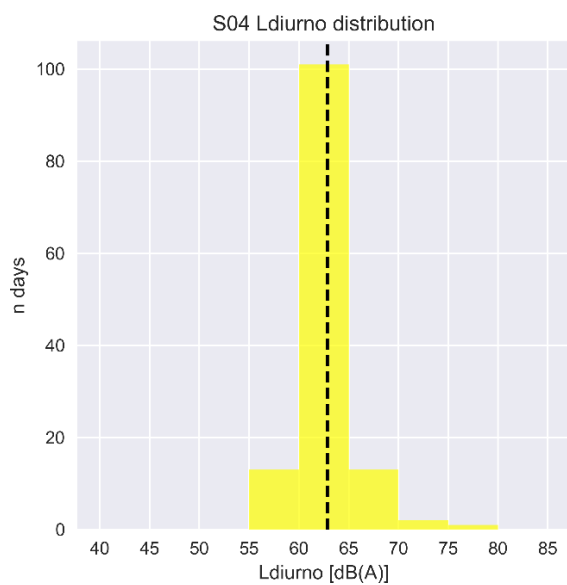
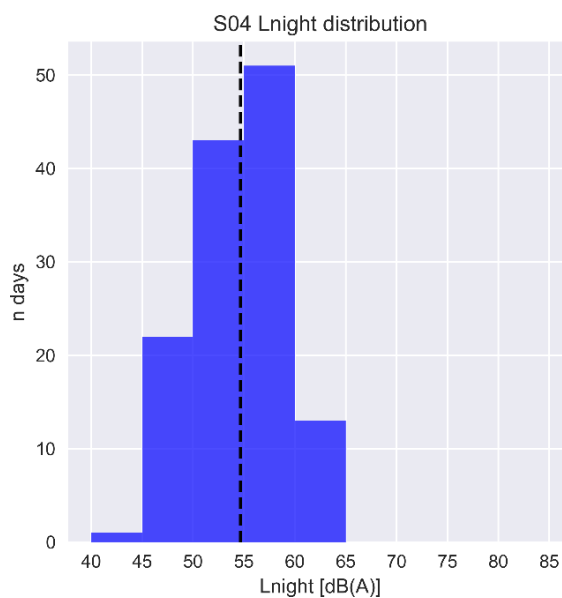
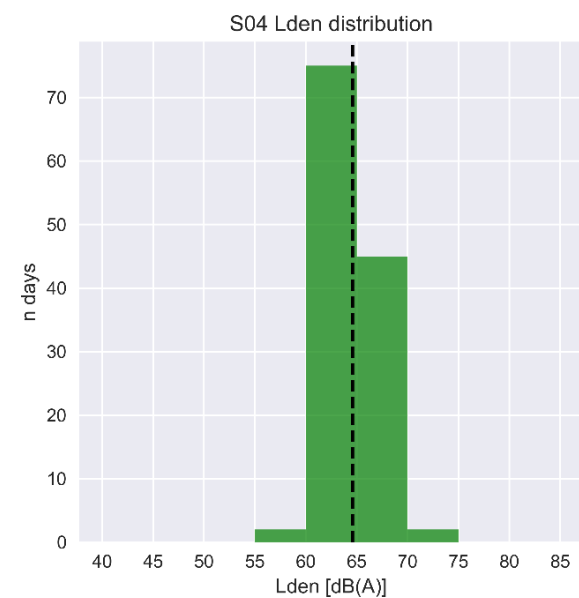
MONACUMEN

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo europeo di sviluppo regionale
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale







Confronto livelli medi

In questo paragrafo si riportano le medie e relative deviazioni standard per gli indicatori acustici Lden, Lnight, Ldiurno, Lnotturno per le quattro centraline della rete di monitoraggio. Dal confronto dei valori medi si osserva che i livelli più alti sono riscontrati presso la centralina S01, installata sopra la sede dell'Autorità Portuale del Mare di Sardegna, dove contribuiscono ai livelli sonori misurati sia il traffico stradale della prospiciente Via Riva di Ponente che le attività della vicina area portuale.

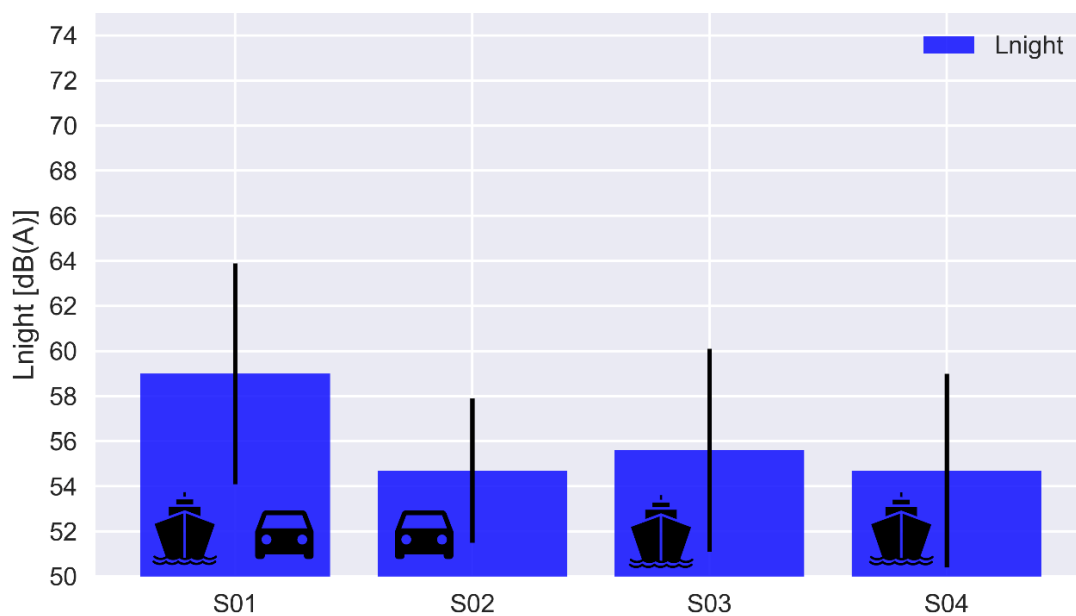
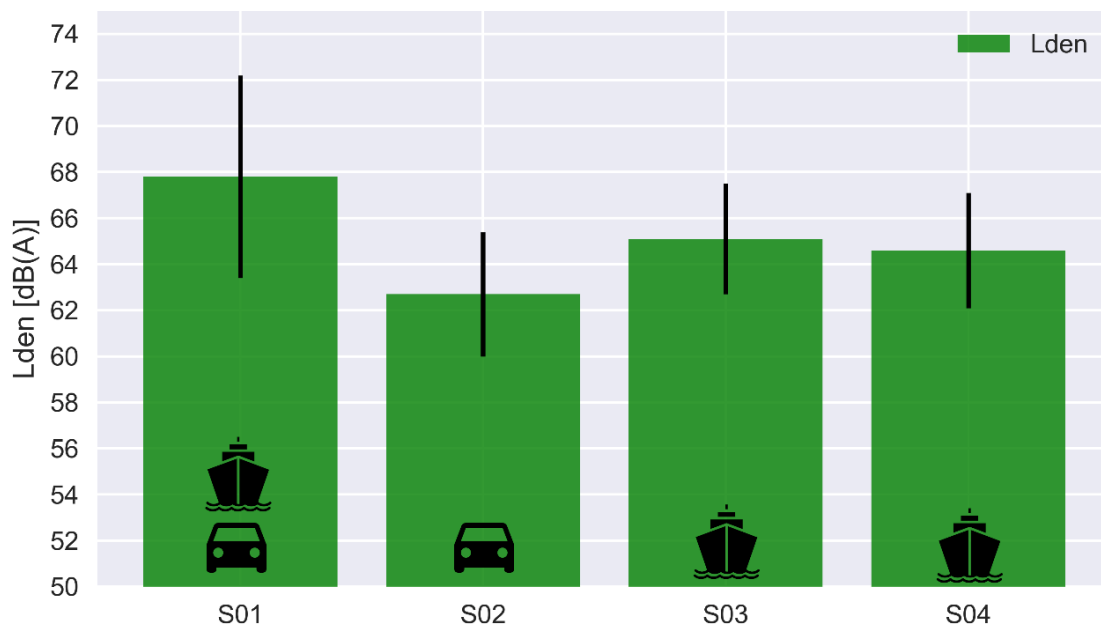
La centralina S02, installata presso il Consiglio Regionale della Sardegna, misura quasi unicamente il rumore stradale. Nel periodo diurno i livelli sonori sono ben al di sotto del limite di immissione, mentre durante il periodo notturno, anche se mediamente il limite di 55 dB(A) è rispettato, si osservano frequenti superamenti.

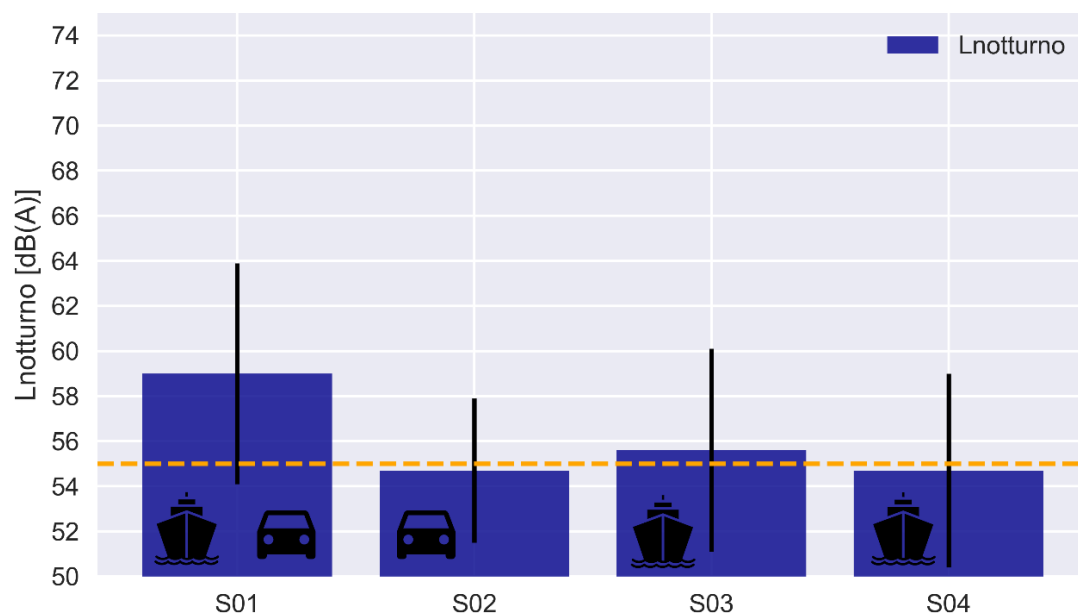
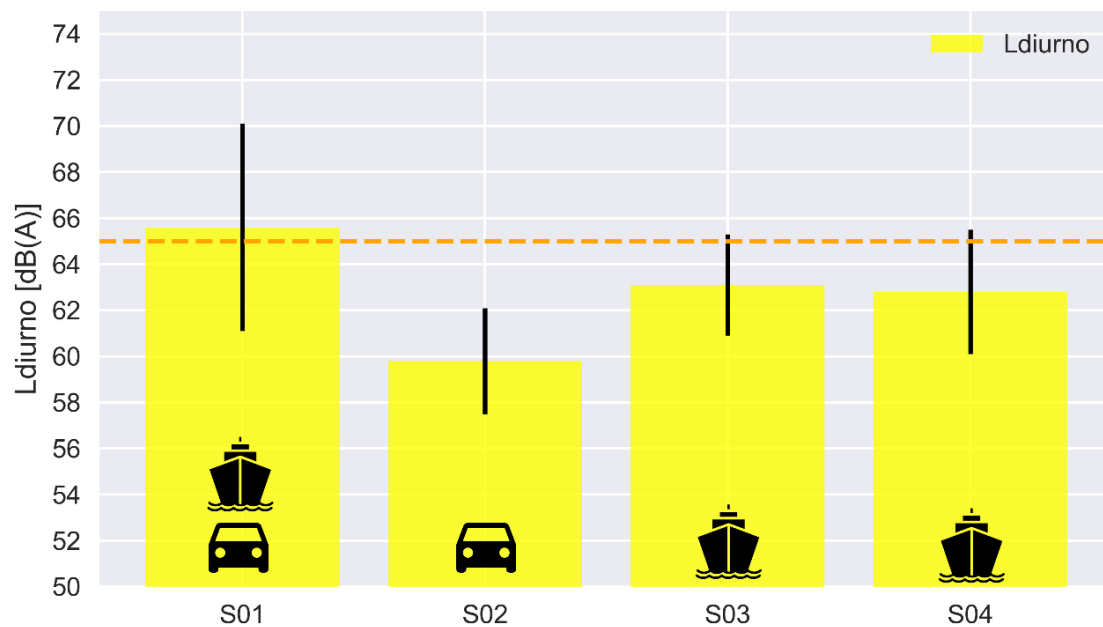
Le centraline S03 ed S04, installate nell'area portuale, mostrano livelli sonori simili, compatibili nei margini dell'incertezza dovuta al diverso posizionamento della strumentazione.

Nel periodo diurno le centraline non superano il limite di immissione nel relativo periodo, anche se è possibile osservare superamenti giornalieri, ad eccezione della centralina S01 dove si registra un valore superiore al valore limite di immissione pari a 65 dB(A). Durante il periodo notturno si osserva invece che i livelli medi misurati presso le centraline S01 ed S03 superano il valore di limite di immissione, pari a 55 dB(A), mentre per le altre due centraline si hanno livelli medi di poco inferiori al limite, con una probabilità di superamento giornaliera pari a circa il 50%.

Tabella 4: Livelli medi degli indicatori acustici sul periodo di analisi.

Indicatore	Centralina	Media	Dev. Std.	Indicatore	Centralina	Media	Dev. Std.
Ldiurno	S01	65.6	4.5	Lden	S01	67.8	4.4
	S02	59.8	2.3		S02	62.7	2.7
	S03	63.1	2.2		S03	65.1	2.4
	S04	62.8	2.7		S04	64.6	2.5
Lnotturno	S01	59.0	4.9	Lnight	S01	59.0	4.9
	S02	54.7	3.2		S02	54.7	3.2
	S03	55.6	4.5		S03	55.6	4.5
	S04	54.7	4.3		S04	54.7	4.3





Fenomeni evidenziati durante il periodo di osservazione

Al fine di effettuare un'analisi comparativa dei livelli sonori misurati da ciascuna centralina con le sorgenti presenti nell'area portuale, sono stati individuati eventi caratteristici riconducibili presumibilmente all'arrivo, lo stazionamento e la partenza di navi di grandi dimensioni. La rete di monitoraggio acquisisce e memorizza sulla piattaforma web i livelli sonori con una base temporale di durata 100 millisecondi, e permette perciò di ricercare ed analizzare gli eventi impulsivi e tonali secondo il DM 16/03/1998, oltre che osservare gli andamenti delle storie temporali dei livelli misurati, tramite l'utilizzo del software dbTrait.

La prima fase di analisi riguardante gli stazionamenti di navi relativamente ai primi due mesi di funzionamento della rete di monitoraggio ha mostrato come la presenza di eventi impulsivi o la presenza di componenti tonali ben evidenti non siano particolarmente frequenti. Successivamente si è proceduto ad analizzare i livelli sonori durante lo stazionamento delle navi, al fine di studiare una possibile correlazione tra il rumore misurato e le posizioni di accosto sui diversi moli del porto di Cagliari.

Stazionamento di navi

Osservando gli andamenti settimanali e giornalieri dei livelli sonori misurati, aggregati su periodi di 10 minuti o di un'ora, confrontati con gli orari di partenza ed arrivo forniti dall'Autorità Portuale del Mare di Sardegna è stato possibile identificare stazionamenti di navi, caratterizzati da un innalzamento del rumore di fondo pressoché stazionario durante le ore di accosto.



Figura 18: Esempio di andamento settimanale dei livelli sonori per la centralina S04.

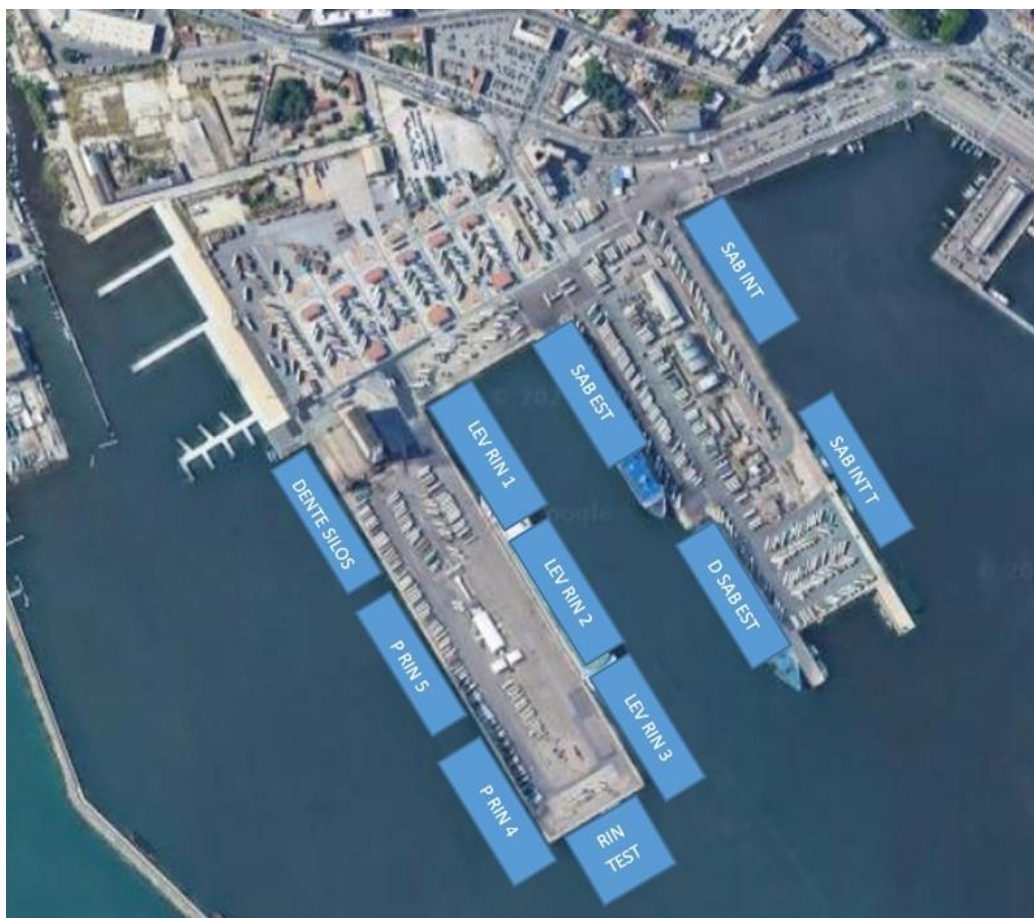


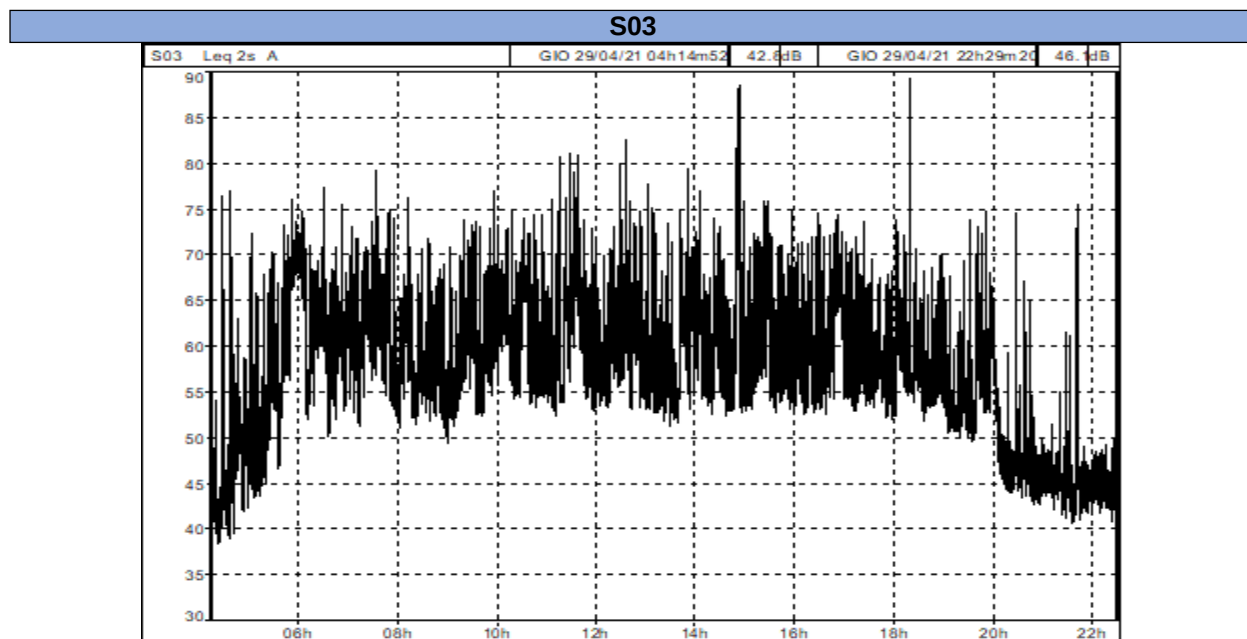
Figura 19: Moli di accosto nel Porto di Cagliari per navi di grandi dimensioni.

Tabella 5: Posizioni di accosto per Molo Sabaudo e Molo Rinascita

Molo Sabaudo	Lat e Lng	note
SAB.INT.	39.2127573634436, 9.107526782246708	molo sabaudo levante, radice
SAB.INT.T	39.21101672716663, 9.108834413903553	molo sabaudo levante, verso testata
DENTE SAB.EST.	39.20964195624169, 9.10780748021029	molo sabaudo ponente, dente
SAB.EST.	39.21127021459336, 9.106168810806379	molo sabaudo ponente, radice
Molo Rinascita	Lat e Lng	note
LEV.RIN.1	39.21124011817251, 9.104341419431828	molo rinascita levante, radice
LEV.RIN.2	39.20972129007997, 9.105506423600525	molo rinascita levante, centro
LEV.RIN.3	39.20865731866693, 9.106280239727234	molo rinascita levante, verso testata
T.RIN.	39.20744637027828, 9.106120924646298	molo levante testata
P.RIN.4	39.20820992899379, 9.104725420369522	molo rinascita levante, centro
P.RIN.5	39.20923055031042, 9.103850301945984	molo rinascita levante, verso testata
DENTE SILOS	39.21055186012233, 9.102780903094505	molo rinascita ponente, radice

Le seguenti storie temporali rappresentano il presunto stazionamento di una nave. Dai dati forniti dall'Autorità Portuale possiamo identificare l'evento con lo stazionamento del traghetto MOBY OTTA presso il molo Sabauda Est.

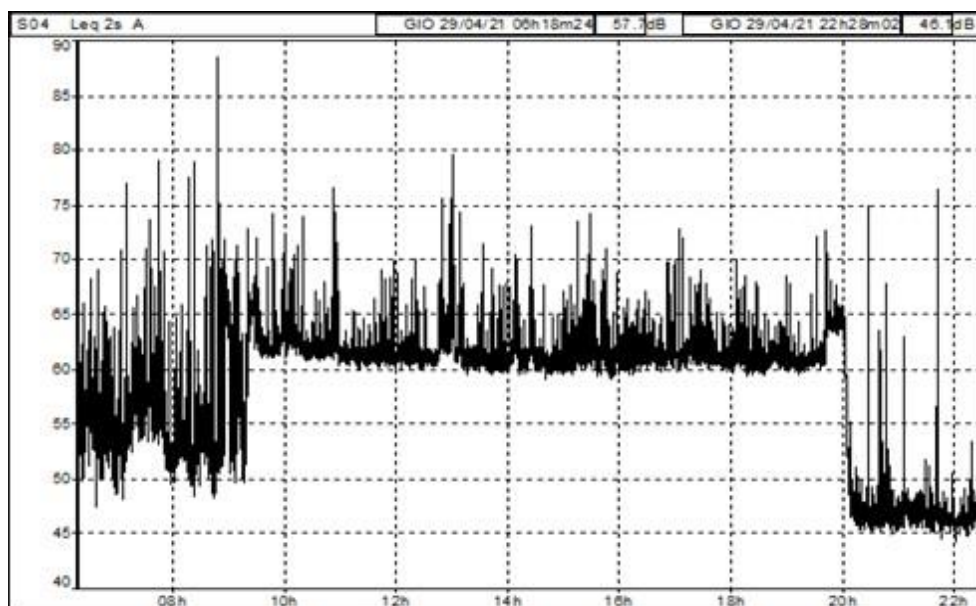
Entrambe le centraline S04 e S03 hanno registrato lo stazionamento dell'imbarcazione. Dalla centralina S03 sono state registrate componenti impulsive, considerato che la centralina S03 è installata sul tetto del bar Demuro nelle vicinanze del portellone di imbarco e sbarco degli automezzi dalla nave è plausibile che il rumore impulsivo sia dovuto dalle operazioni di imbarco e sbarco.



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210429_000000_000000.cmg
Ubicazione	S03
Sorgente	Nave
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	29/04/21 00:00:00:000
Fine	30/04/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	250
Frequenza di ripetizione	10,4 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	3,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

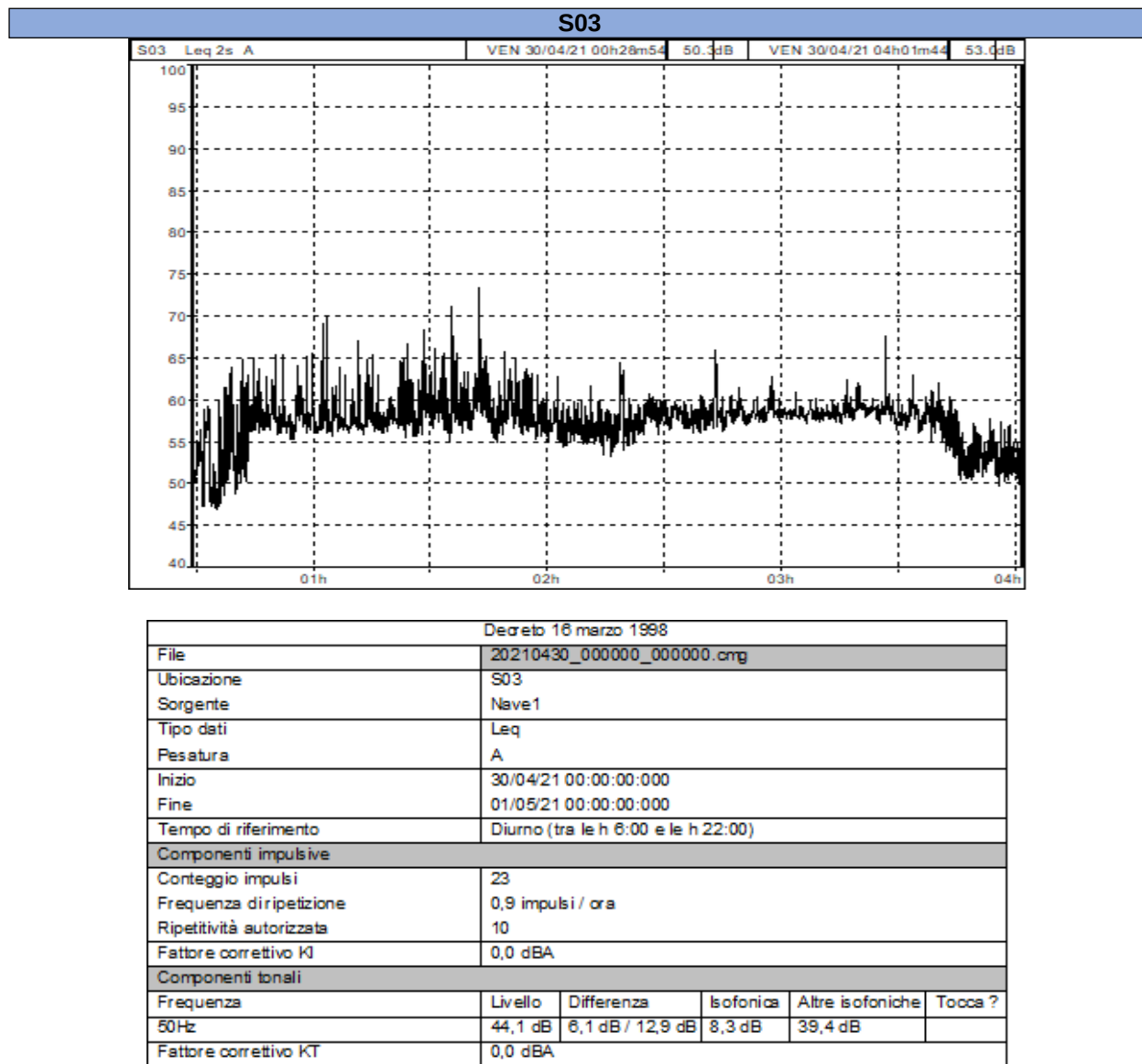


S04



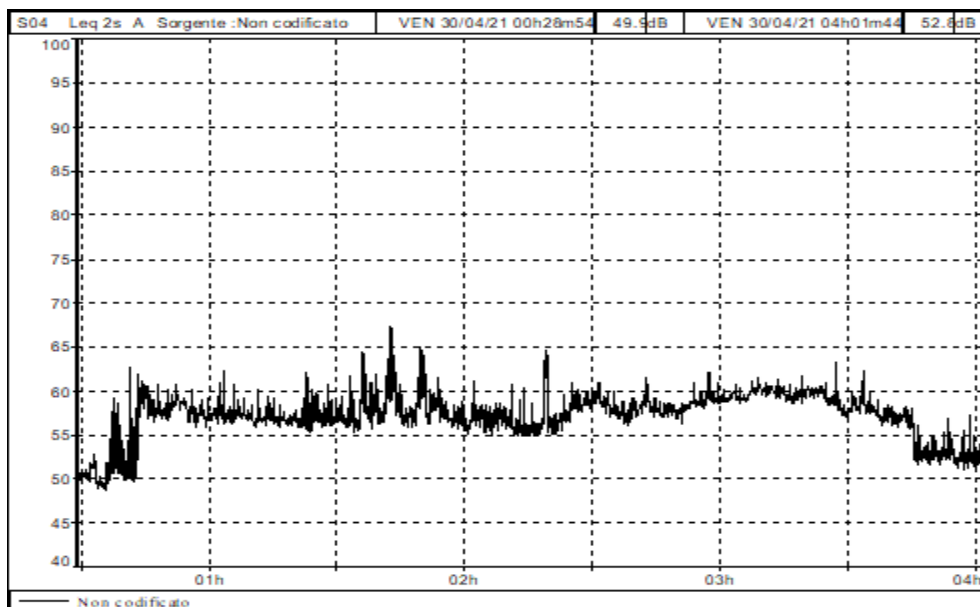
Decreto 16 marzo 1998	
File	20210429_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	1
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	29/04/21 00:00:00:000
Fine	30/04/21 00:00:00:100
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	41
Frequenza di ripetizione	1,7 impulsi / ora
Ripetitività autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Le seguenti storie temporali rappresentano il presunto stazionamento di una nave, dai dati forniti dall'autorità portuale non è stato possibile individuare in modo certo l'imbarcazione in quanto gli orari di attivazione e spegnimento della sorgente non corrispondono esattamente ad arrivi o partenze. Entrambe le centraline S04 e S03 hanno registrato lo stazionamento dell'imbarcazione.



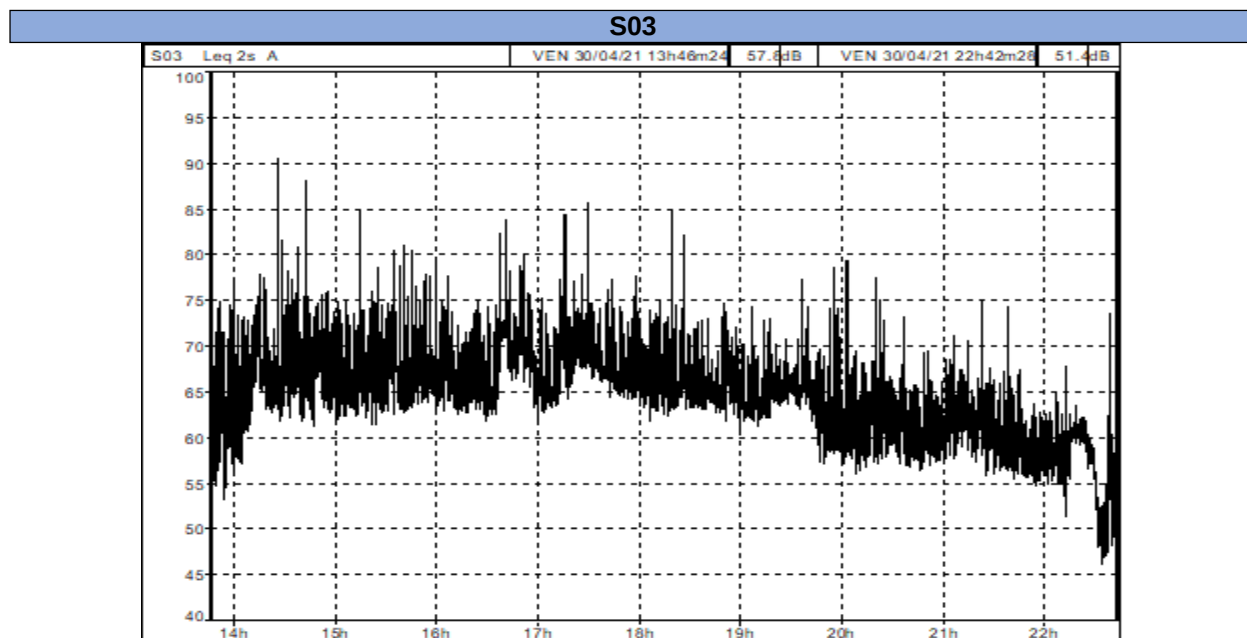


S04



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210430_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave1
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	30/04/21 00:00:00:000
Fine	30/04/21 23:59:59:900
Tempo di riferimento	Notturmo (tra le h 22:00 e le h 6:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	3
Frequenza di ripetizione	0,1 impulsi / ora
Ripetitività autorizzata	2 impulsi / ora
Fattore correttivo K1	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Le seguenti storie temporali rappresentano il presunto stazionamento di una nave. Dai dati forniti dall'autorità portuale possiamo presumere sia la E/C VENEZIA stazionata nel molo Sabaudo Est. Entrambe le centraline S04 e S03 hanno registrato lo stazionamento dell'imbarcazione.



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210430_000000_000000.cmg
Ubicazione	S03
Sorgente	Nave2
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	30/04/21 00:00:00:000
Fine	01/05/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	28
Frequenza di ripetizione	1,1 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA



Interreg

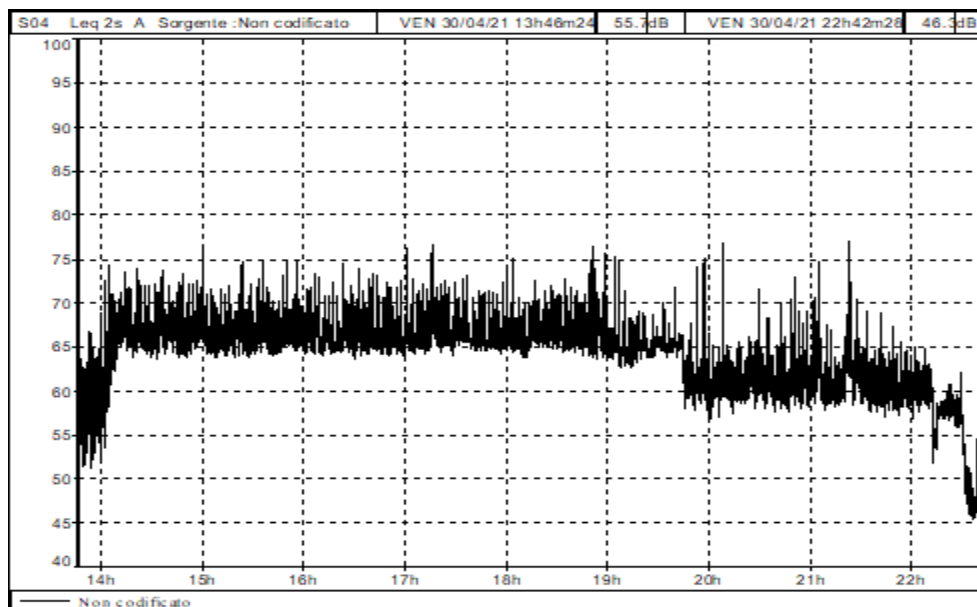


MONACUMEN

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

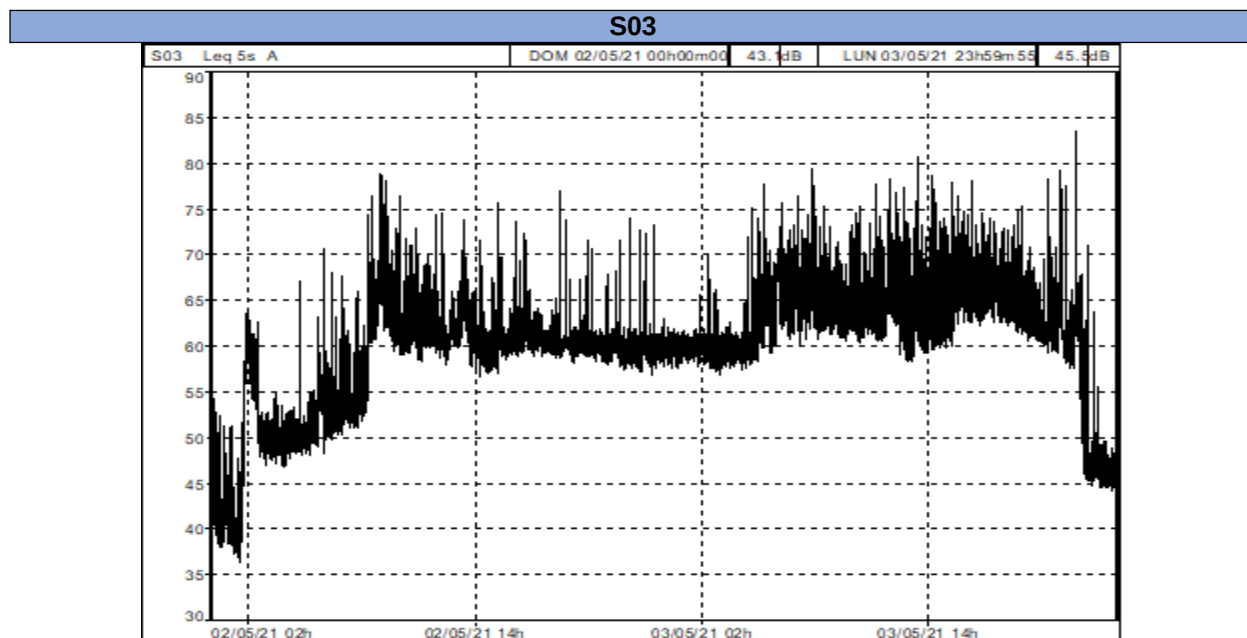
Fondo europeo di sviluppo regionale
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

S04



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210430_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave2
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	30/04/21 00:00:00:000
Fine	30/04/21 23:59:59:900
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	1
Frequenza di ripetizione	0,0 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

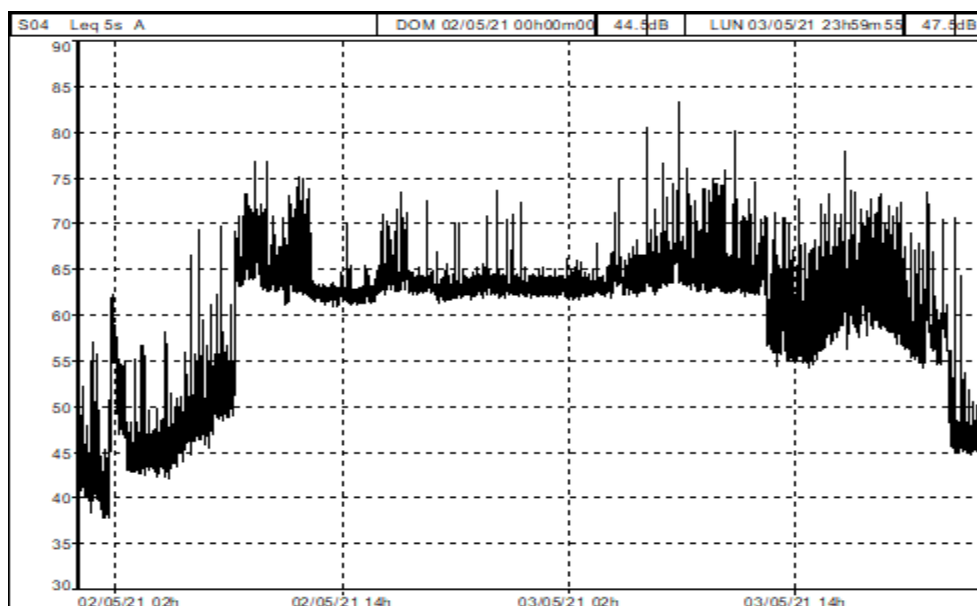
Le seguenti storie temporali rappresentano il presunto stazionamento di una nave. Dai dati fornitici dall'autorità portuale possiamo presumere sia la E. MARINO stazionata nel molo Sabaudo Int. Entrambe le centraline S03 e S04 hanno registrato lo stazionamento dell'imbarcazione.



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210502_000000_000000.cmg
Ubicazione	S03
Sorgente	Nave
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	02/05/21 00:00:00:000
Fine	04/05/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	100
Frequenza di ripetizione	2,0 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

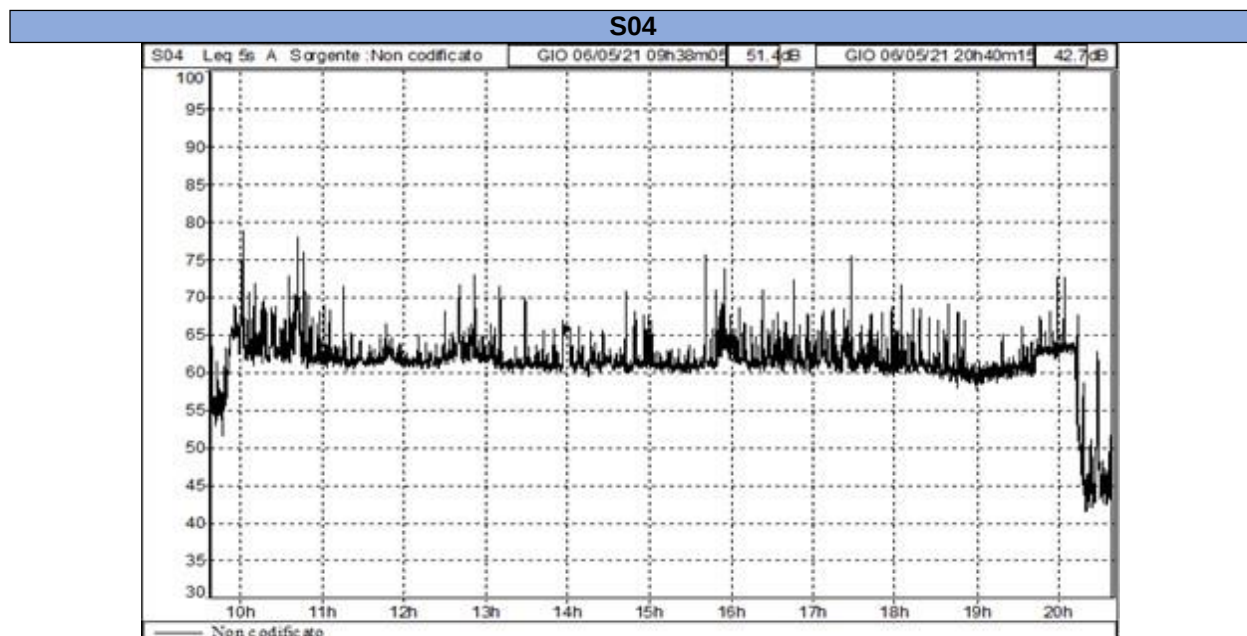


S04



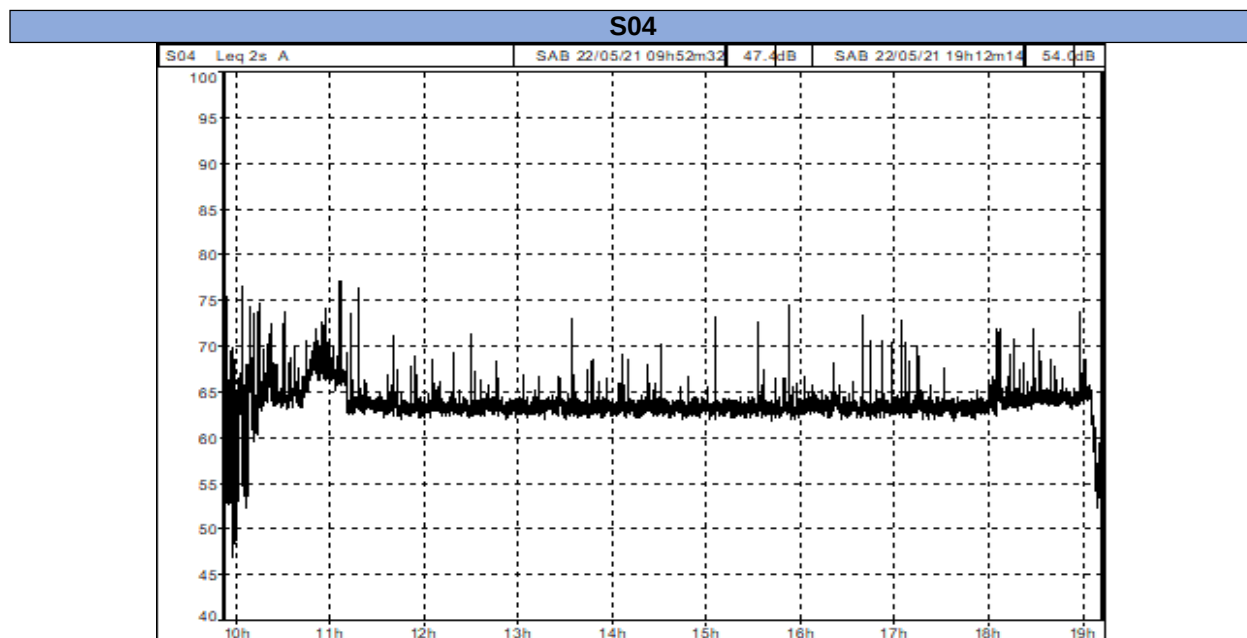
Decreto 16 marzo 1998						
File	20210502_000000_000000.cmg					
Ubicazione	S04					
Sorgente	Nave					
Tipo dati	Leq					
Pesatura	A					
Inizio	02/05/21 00:00:00:000					
Fine	04/05/21 00:00:00:000					
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)					
Componenti impulsive						
Conteggio impulsi	0					
Frequenza di ripetizione	0,0 impulsi / ora					
Ripetibilità autorizzata	10					
Fattore correttivo KI	0,0 dBA					
Componenti tonali						
Frequenza	Livello	Differenza	Isofonica	Altre isofoniche	Tocca ?	
31.5Hz	41,6 dB	9,3 dB / 8,5 dB	4,2 dB	53,2 dB		
Fattore correttivo KT	0,0 dBA					

Le seguenti storie temporali rappresentano il presunto stazionamento di una nave. Dai dati forniti dall'autorità portuale possiamo presumere sia la MOBY OTTA stazionata nel molo Sabauda Est. Solo la centralina e S04 ha registrato lo stazionamento dell'imbarcazione.



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210506_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	2
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	06/05/21 00:00:00:000
Fine	07/05/21 23:59:59:900
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	0
Frequenza di ripetizione	0,0 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

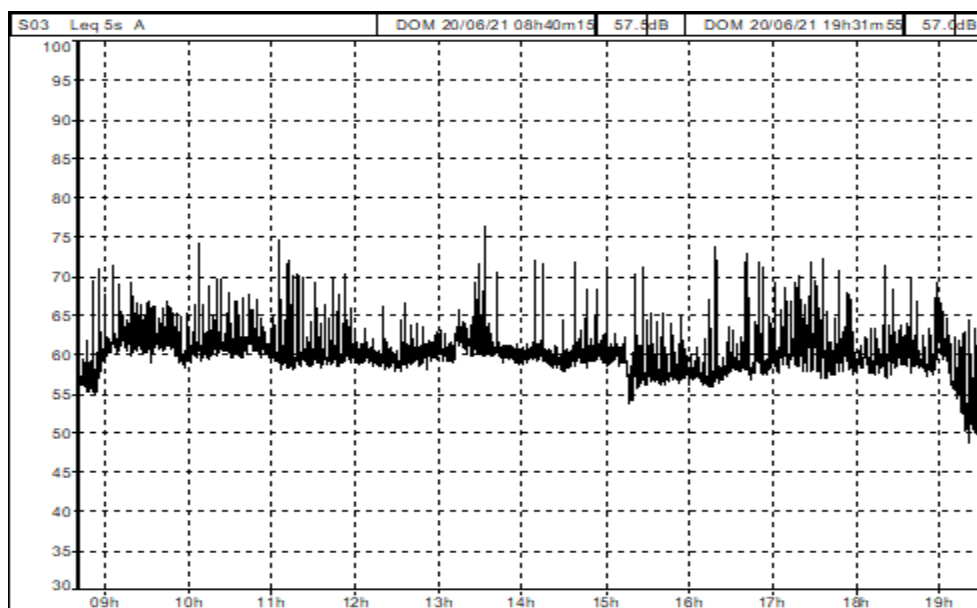
Le seguenti storie temporali rappresentano il presunto stazionamento di una nave. Dai dati fornitici dall'autorità portuale possiamo presumere sia la MOBY OTTA stazionata nel molo Sabaudo Est. Solo la centralina e S04 ha registrato lo stazionamento dell'imbarcazione.



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210522_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	22/05/21 00:00:00:000
Fine	23/05/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	36
Frequenza di ripetizione	1,5 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Le seguenti storie temporali rappresentano il presunto stazionamento di una nave. Dai dati fornitici dall'autorità portuale possiamo presumere sia la MOBY OTTA stazionata nel molo Sabauda Est. Entrambe le centraline S03 e S04 hanno registrato lo stazionamento dell'imbarcazione. Dalla centralina S04 è stata registrata una componente Tonale a 200 Hz imputabile ai motori installati sulla nave in stazionamento.

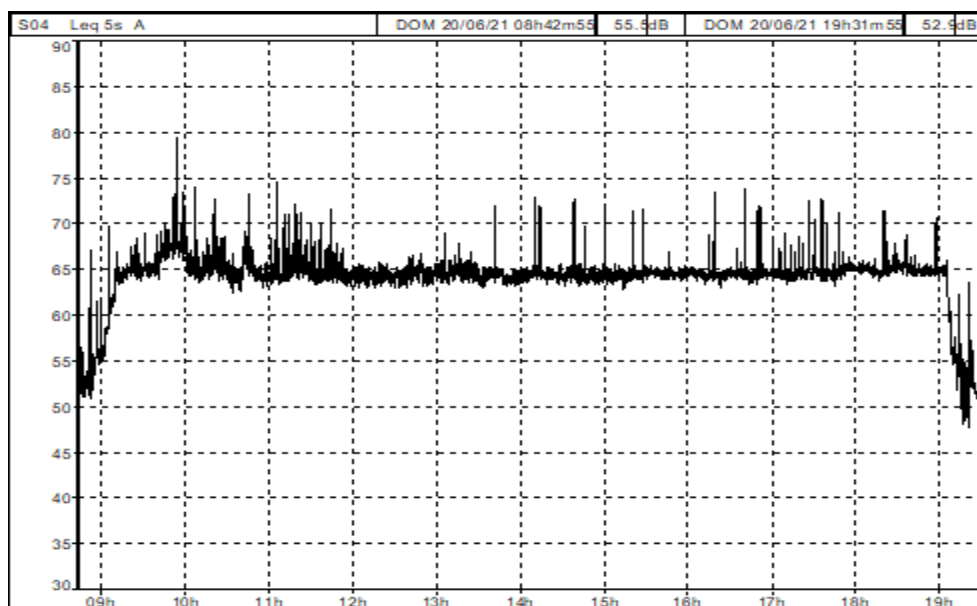
S03



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210620_000000_000000.cmg
Ubicazione	S03
Sorgente	Nave1
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	20/06/21 00:00:00:000
Fine	22/06/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	32
Frequenza di ripetizione	0,6 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA



S04

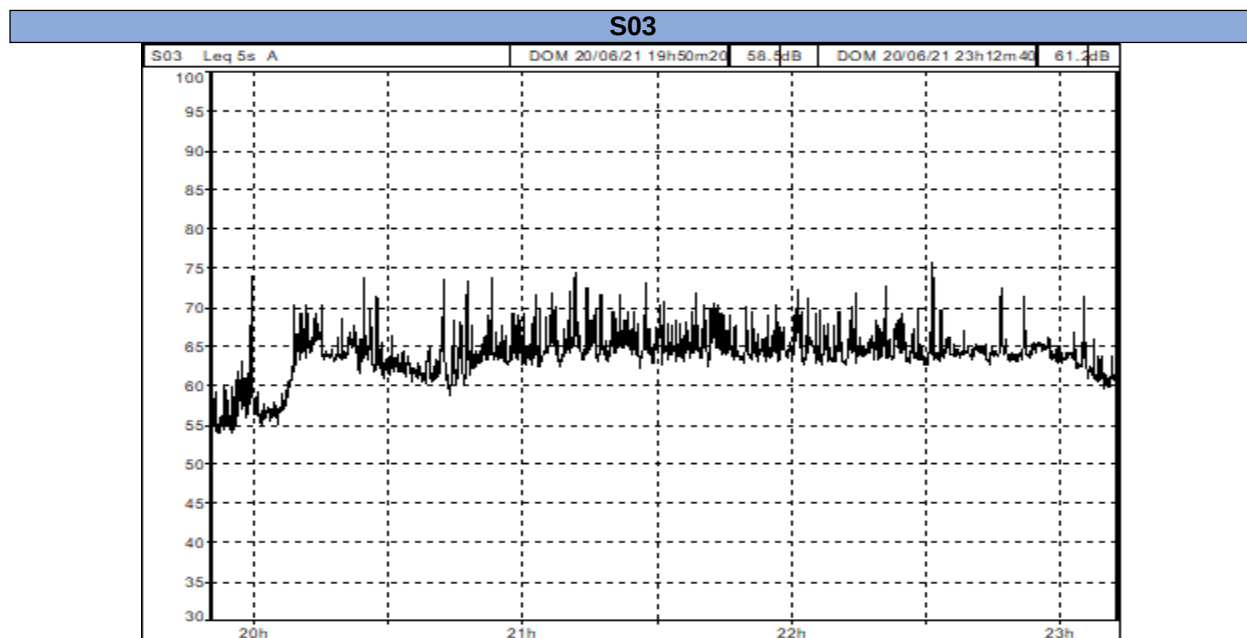


Decreto 16 marzo 1998	
File	20210620_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave1
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	20/06/21 00:00:00:000
Fine	21/06/21 23:59:59:900
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	5
Frequenza di ripetizione	0,1 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Riconoscimento tono puro da una porzione della sovrastante storia temporale

Decreto 16 marzo 1998						
File	20210620_000000_000000.cmg					
Ubicazione	S04					
Sorgente	Nave1					
Tipo dati	Leq					
Pesatura	A					
Inizio	20/06/21 00:00:00:000					
Fine	21/06/21 23:59:59:900					
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)					
Componenti impulsive						
Conteggio impulsi	0					
Frequenza di ripetizione	0,0 impulsi / ora					
Ripetibilità autorizzata	10					
Fattore correttivo KI	0,0 dBA					
Componenti tonali						
Frequenza	Livello	Differenza	Isofonica	Altre isofoniche	Tocca ?	
200Hz	61,0 dB	7,4 dB / 9,9 dB	62,0 dB	55,3 dB	X	
Fattore correttivo KT	3,0 dBA					

Le seguenti storie temporali rappresentano il presunto stazionamento di una nave. Dai dati fornitici dall'autorità portuale possiamo presumere sia la CORFU stazionata nel molo Sabaudo Est. Entrambe le centraline S03 e S04 hanno registrato lo stazionamento dell'imbarcazione.



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210620_000000_000000.cmg
Ubicazione	S03
Sorgente	Nave2
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	20/06/21 00:00:00:000
Fine	22/06/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	14
Frequenza di ripetizione	0,2 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA



Interreg

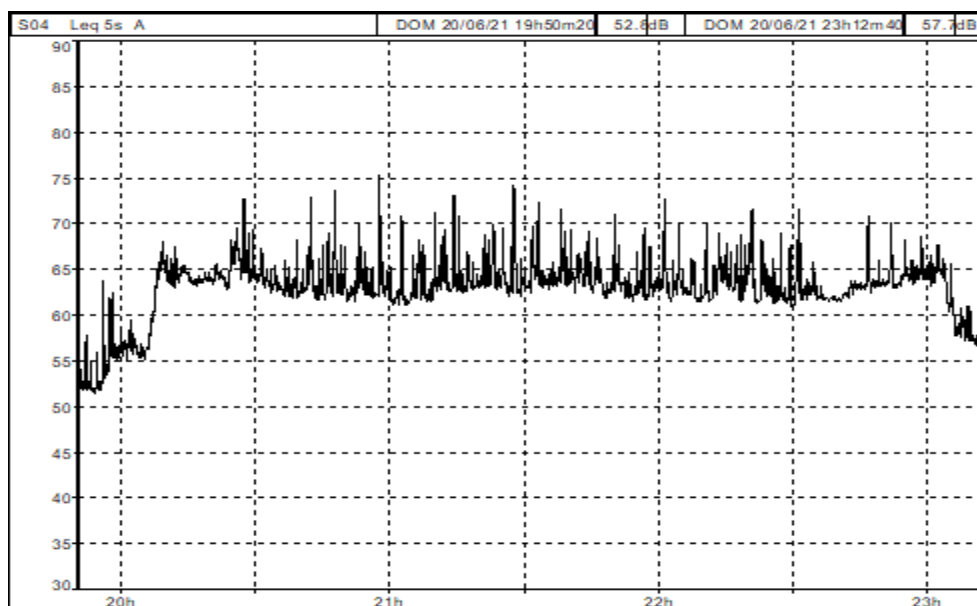


MONACUMEN

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo europeo di sviluppo regionale
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

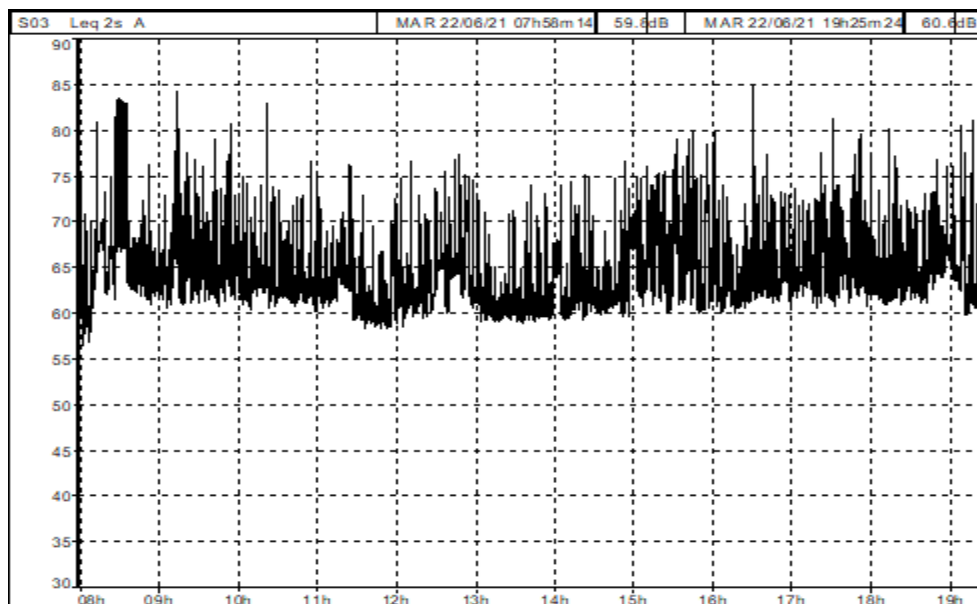
S04



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210620_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave2
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	20/06/21 00:00:00:000
Fine	21/06/21 23:59:59:900
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	5
Frequenza di ripetizione	0,1 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Le seguenti storie temporali rappresentano il presunto stazionamento di una nave. Dai dati fornitici dall'autorità portuale possiamo presumere sia la CORFU stazionata nel molo Sabauda Est. Entrambe le centraline S03 e S04 hanno registrato lo stazionamento dell'imbarcazione.

S03



Decreto 16 marzo 1998						
File	20210622_000000_000000.cmg					
Ubicazione	S03					
Sorgente	Nave					
Tipo dati	Leq					
Pesatura	A					
Inizio	22/06/21 00:00:00:000					
Fine	23/06/21 00:00:00:000					
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)					
Componenti impulsive						
Conteggio impulsi	79					
Frequenza di ripetizione	3,2 impulsi / ora					
Ripetibilità autorizzata	10					
Fattore correttivo KI	0,0 dBA					
Componenti tonali						
Frequenza	Livello	Differenza	Isotonica	Altre isotoniche	Tocca ?	
31.5Hz	39,3 dB	6,1 dB / 5,8 dB	4,2 dB	49,8 dB		
Fattore correttivo KT	0,0 dBA					



Interreg

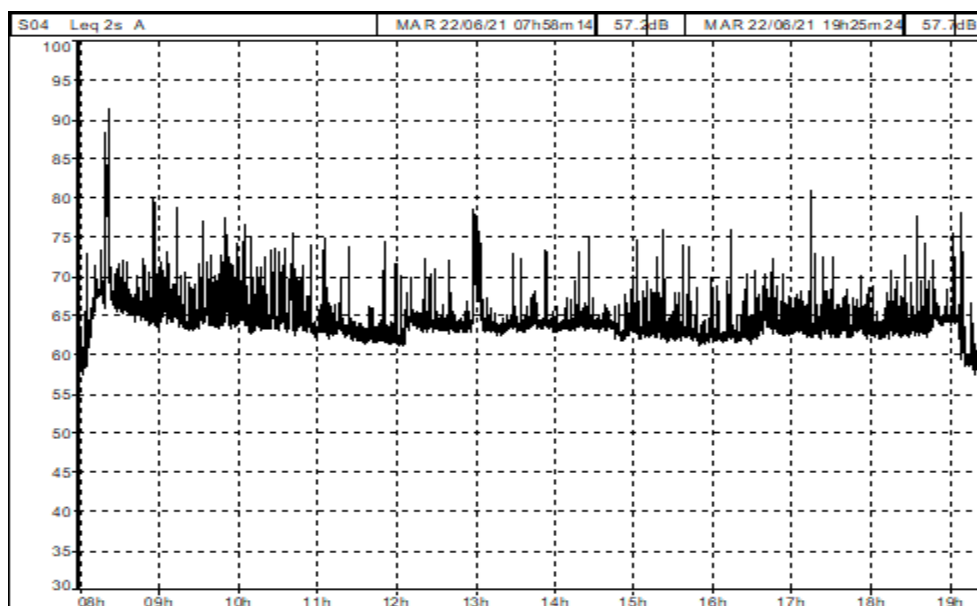


MONACUMEN

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo europeo di sviluppo regionale
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

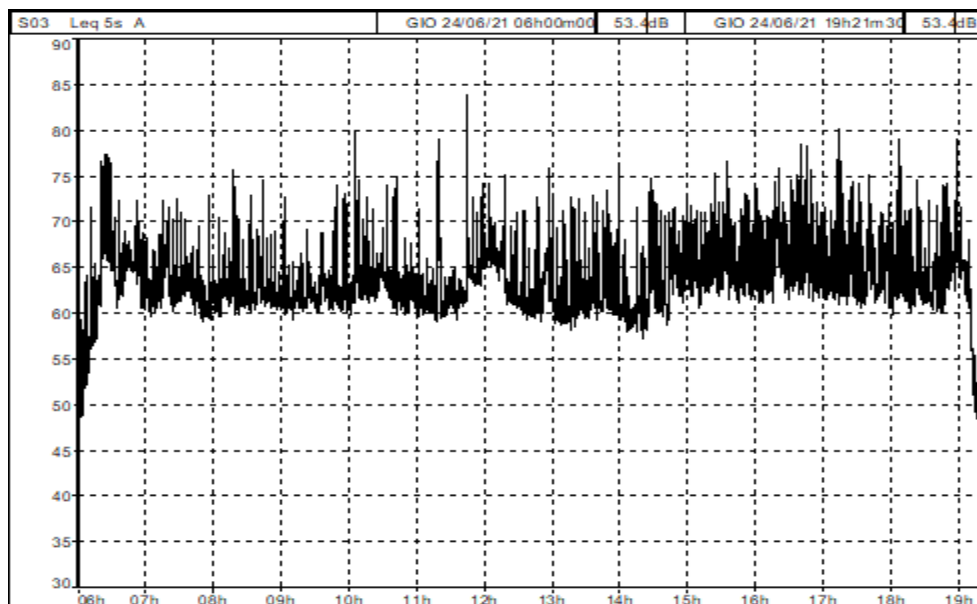
S04



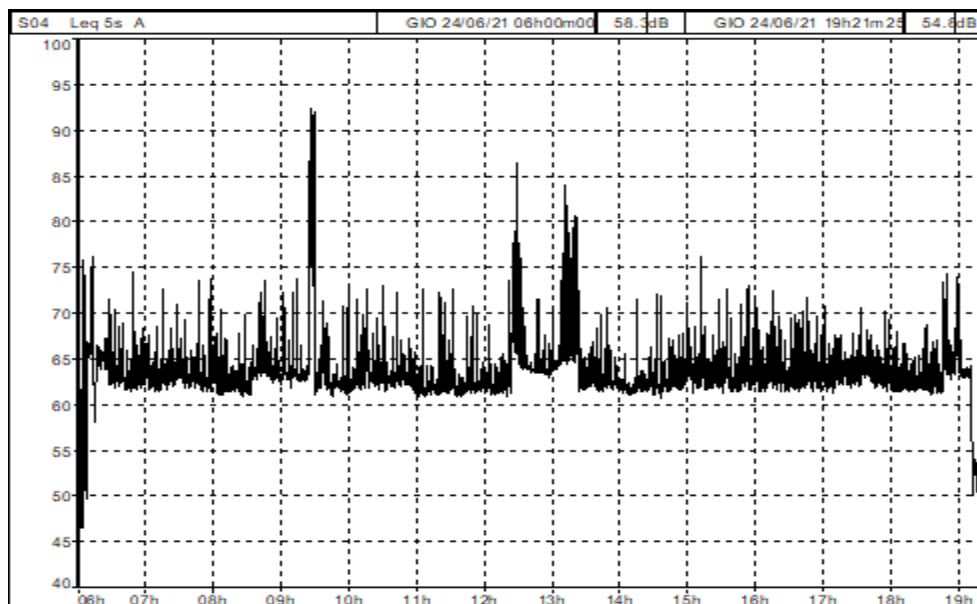
Decreto 16 marzo 1998	
File	20210622_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	22/06/21 00:00:00:000
Fine	23/06/21 00:00:00:100
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	24
Frequenza di ripetizione	0,9 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Le seguenti storie temporali rappresentano il presunto stazionamento di una nave. Dai dati fornitici dall'autorità portuale possiamo presumere sia la CORFU stazionata nel molo Sabaudo Est. Entrambe le centraline S03 e S04 hanno registrato lo stazionamento dell'imbarcazione.

S03



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210823_000000_000000.cmg
Ubicazione	S03
Sorgente	Nave
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	23/06/21 00:00:00:000
Fine	25/06/21 00:00:00:100
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	96
Frequenza di ripetizione	1,9 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

**S04**

Decreto 16 marzo 1998	
File	20210624_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	23/06/21 00:00:00:000
Fine	25/06/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	81
Frequenza di ripetizione	1,6 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Riepilogo stazionamenti

Nella tabella sottostante vengono riportati come riepilogo gli eventi di stazionamento navi precedentemente riscontrati. Viene indicata la data di arrivo con il relativo orario, la data di partenza con il relativo orario, la possibile nave che comporta l'innalzamento del livello sonoro, il molo di ormeggio, le centraline dove viene riscontrato l'innalzamento del livello sonoro, la presenza o meno di tono puro e rumore impulsivo e i livelli registrati durante l'evento dalle due centraline S03 e S04.

Tabella 6: Tabella riassuntiva stazionamenti di navi identificati.

N°	DATA ARRIVO	ARRIVO	DATA PARTENZA	PARTENZA	NAVE	MOLO DI ORMEGGIO	S03	S04	TONO PURO	RUMORE IMPULSIVO	LIVELLI [dB(A)]	
											S03	S04
1	29/04/2021	04:14:52	29/04/2021	22:29:20	MOBY OTTA	SABAUDO EST	SI	SI	-	10,4 impulsi/ora	62,0	62,2
2	30/04/2021	00:28:54	30/04/2021	04:01:44	-	-	SI	SI	-	-	58,1	57,8
3	30/04/2021	13:46:24	30/04/2021	22:42:28	E/C VENEZIA	SABAUDO EST	SI	SI	-	-	66,9	65,4
4	02/05/2021	00:00:00	03/05/2021	23:59:55	E. MARINO	SABAUDO INT	SI	SI	-	-	63,3	63,2
5	06/05/2021	09:38:05	06/05/2021	20:40:15	MOBY OTTA	SABAUDO EST	NO	SI	-	-	-	63,6
6	22/05/2021	09:52:32	22/05/2021	19:12:14	MOBY OTTA	SABAUDO EST	NO	SI	-	-	-	64,2
7	20/06/2021	08:40:15	20/06/2021	19:31:55	MOBY OTTA	SABAUDO EST	SI	SI	200 Hz	-	61,0	64,6
8	20/06/2021	19:50:20	20/06/2021	23:12:40	CORFU	SABAUDO EST	SI	SI	-	-	64,8	64,0
9	22/06/2021	07:58:14	22/06/2021	19:25:25	CORFU	SABAUDO EST	SI	SI	-	-	66,0	65,7
10	24/06/2021	06:00:00	24/06/2021	19:21:30	CORFU	SABAUDO EST	SI	SI	-	-	65,0	66,3

Come si può riscontrare dalla tabella, il molo che influenza maggiormente i livelli di rumore misurati dalle centraline fonometriche risulta essere il Sabaudo Est essendo il più vicino ad entrambe le due centraline. Come descritto precedentemente, e come mostrato in tabella, solo nell'evento riscontrato il 29/04/2021 è stato identificato un numero di eventi impulsivi tale per cui è possibile applicare la correzione del livello secondo il DM 16/3/1998. Per quanto riguarda il riconoscimento dei toni puri è stato determinato solo nell'evento del 20/06/2021 e anche in questo caso è possibile applicare la correzione del livello secondo i DM 16/03/1998. Per gli altri eventi identificati non si segnala né la presenza di toni puri né la presenza di componenti impulsive.

Si evidenzia che durante lo stazionamento, che può durare diverse ore, l'andamento dei livelli di pressione sonora presenta un rumore di fondo pressoché costante, ma non sempre i limiti di zona

sono rispettati in quanto si ha il passaggio di limite tra il periodo diurno e notturno. Si osserva ad esempio che lo stazionamento della nave E. Marino relativo all'evento 4 ha una durata che comprende interamente il periodo notturno relativo al 02-05-2021, e che comporta un superamento del valore limite di immissione notturno, pari a 55 dB(A).

Analisi stazionamenti

Al fine di analizzare la correlazione tra gli stazionamenti delle navi ed i livelli sonori misurati dalla rete di monitoraggio, i dati grezzi relativi agli orari di arrivo e partenza delle navi, forniti dall'Autorità Portuale del Mare di Sardegna, sono stati strutturati in modo da determinare il periodo temporale di stazionamento delle navi sui diversi moli di accosto del porto di Cagliari. In questa analisi sono stati identificati 485 stazionamenti nell'area di interesse durante il periodo esaminato, suddivisi per molo di accosto e tipologia di nave. In Figura 20 è mostrato il numero di stazionamenti identificati per molo di accosto. Si osserva che l'accosto con maggior numero di stazionamenti è il Sabaudo Est, che risulta essere il più vicino alle stazioni di monitoraggio S03 e S04.

Dal database delle misure acustiche è stato successivamente estrapolato il livello sonoro LAeq, misurato presso le centraline S03 ed S04, relativo al periodo di ogni stazionamento.

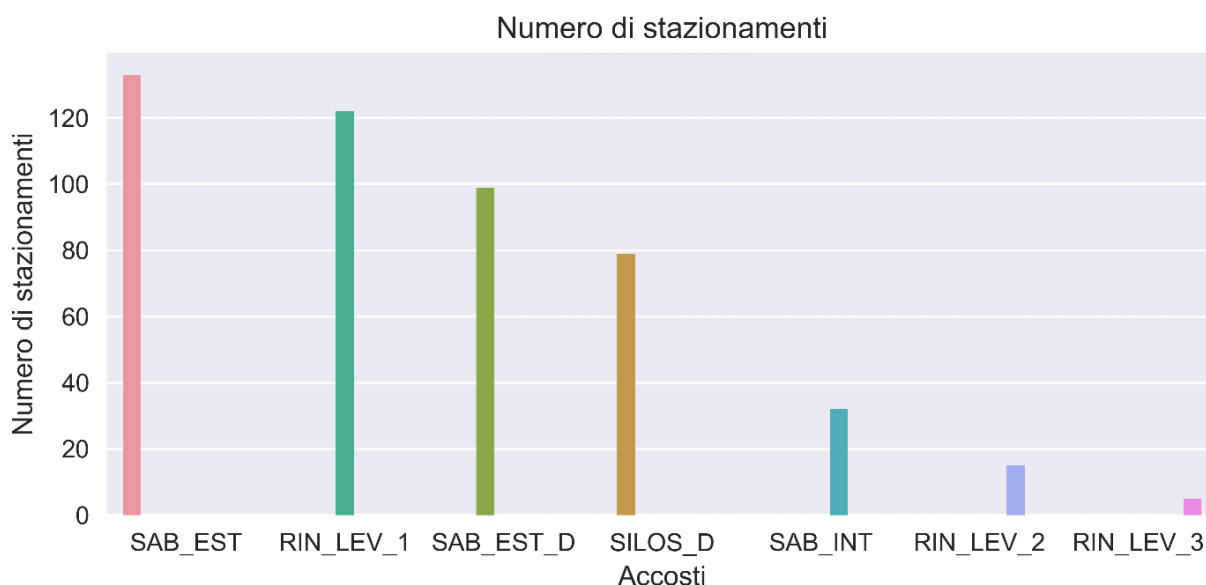


Figura 20: numero di stazionamenti analizzati, aggregati per molo di accosto.

In Figura 21, Figura 22, Figura 23 I livelli sonori relativi agli stazionamenti sono rappresentati come boxplot, suddivisi per i vari moli di accosto. I moli sono ordinati sull'asse delle ascisse in base alla distanza tra posizione di accosto e centralina S04. Il livello mediano più alto risulta essere quello relativo agli stazionamenti presso l'accosto Sabaudo Est. Qualitativamente, in particolar modo per la centralina S04, si osserva la diminuzione dei livelli misurati con la distanza dei moli di accosto.

Il molo Sabaudo Int si discosta da tale andamento, probabilmente in parte a causa della schermatura di un edificio, in parte a causa di motivi da indagare ulteriormente. Comunque sia gli andamenti mostrati confermano l'effetto dello stazionamento delle navi sull'incremento dei livelli sonori. Le



differenze tra i livelli medi o mediani per posizione di accosto sono apprezzabili ma non del tutto significative. Ciò può essere dovuto anche al fatto che nell'analisi aggregata non sono stati considerati alcuni fattori.

In particolare, al momento non è stato studiato l'effetto dovuto alla concomitanza della presenza di più navi in ormeggio nel porto. I livelli sonori estrapolati si riferiscono infatti unicamente ai singoli stazionamenti, trattati in modo indipendente.

Tabella 6: livelli sonori medi relativi agli stazionamenti, aggregati per molo e centralina (dB[A]).

MOLO	S03			S04		
	median	mean	std	median	mean	std
RIN_LEV_1	63.3	62.9	2.80	62.7	62.2	3.32
RIN_LEV_2	64.0	64.0	1.64	61.7	61.6	2.34
RIN_LEV_3	63.5	61.4	4.56	62.1	60.1	4.59
SAB_EST	64.0	64.1	2.42	63.5	63.6	2.95
SAB_EST_D	63.7	63.6	2.10	62.5	62.5	2.46
SAB_INT	62.8	63.0	1.76	62.2	61.8	2.43
SILOS_D	62.9	62.3	2.56	61.6	61.3	2.74

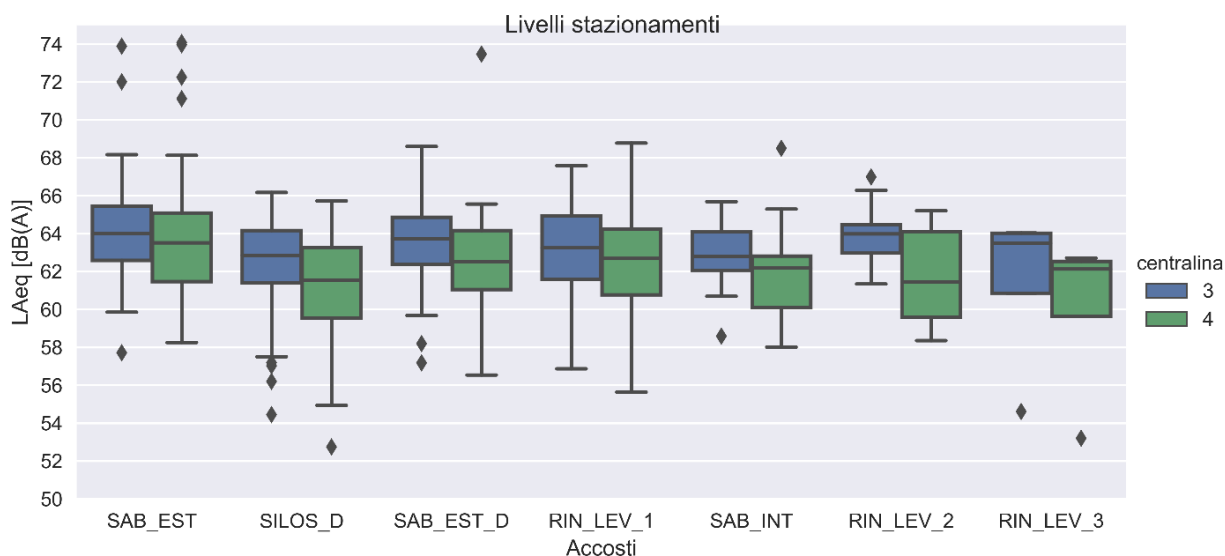


Figura 21: Confronto livelli sonori relativi agli stazionamenti, per molo di accosto e centralina.

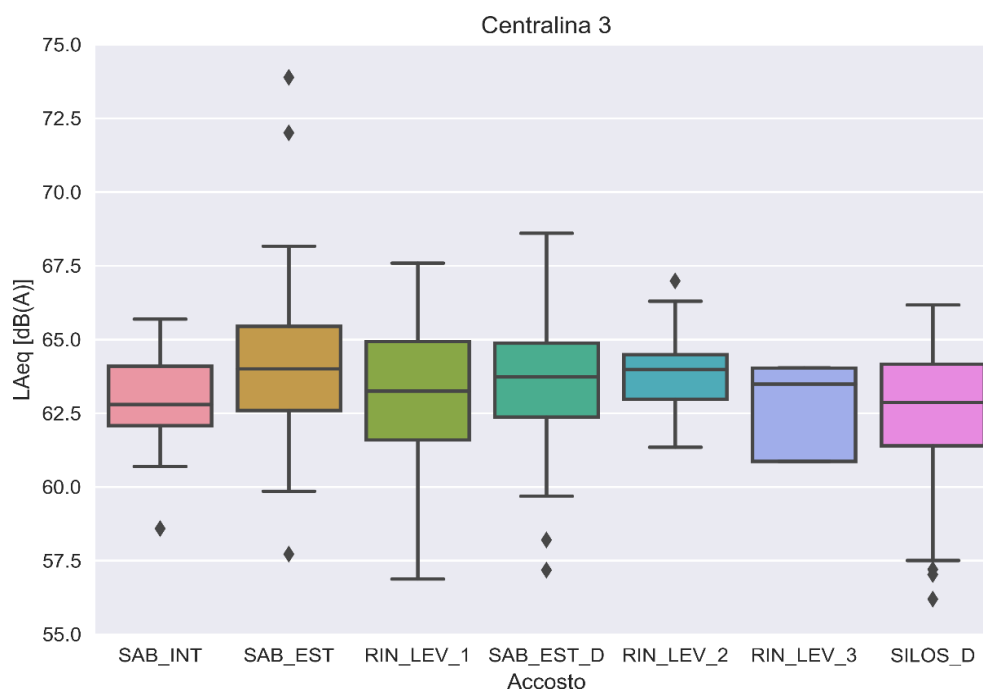


Figura 22: Boxplot dei livelli sonori $LA_{eq}(A)$ misurati presso la postazione S03, relativi agli stazionamenti ed aggregati per molo di accosto.

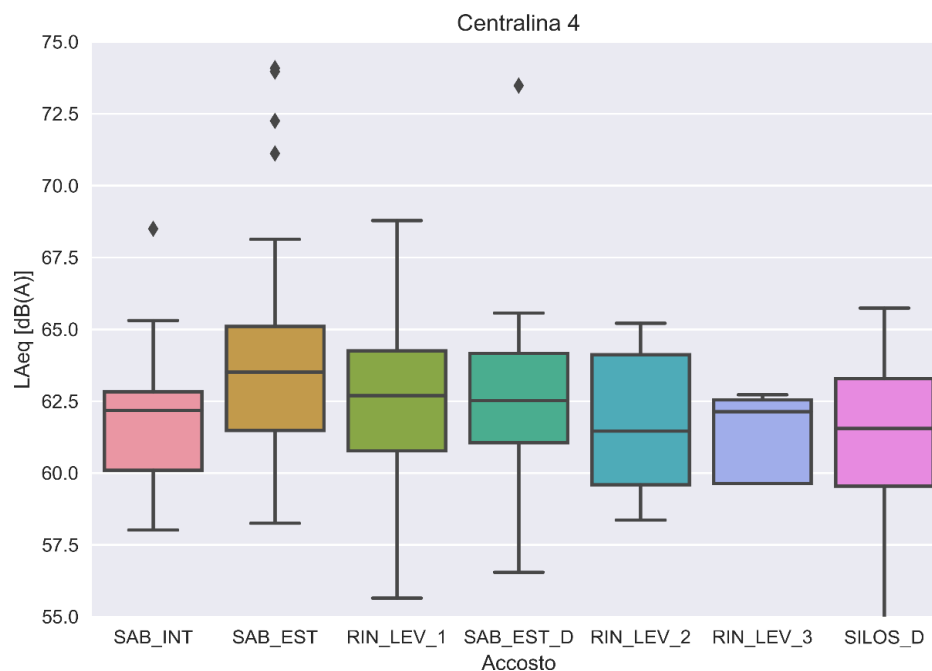


Figura 23: Boxplot dei livelli sonori $LA_{eq}(A)$ misurati presso la postazione S04, relativi agli stazionamenti ed aggregati per molo di accosto.

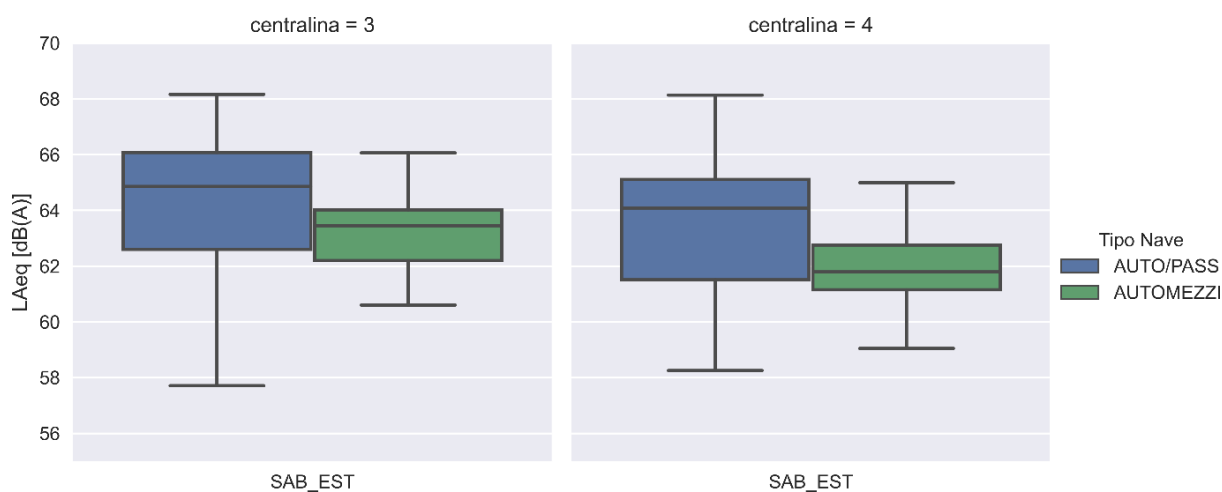


Figura 24: Boxplot dei livelli sonori relativi agli stazionamenti presso molo Sabaudo Est, aggregati per tipologia di nave.

In Figura 24, per il solo accosto Sabaudo Est, sono mostrati i livelli sonori aggregati per tipologia di nave. Le tipologie considerate si riferiscono al tipo di trasporto effettuato dalle navi, ovvero auto e passeggeri per i traghetti (AUTO/PASS) o al trasporto di soli automezzi come ad esempio per le navi Ro Ro. Si osserva tra queste due tipologie di navi una differenza significativa dei livelli sonori mediani misurati, pari a circa 2 dB(A).

E' da notare che la presente analisi prende in considerazione tutto il periodo di stazionamento delle navi che può durare diverse ore, e non il momento di imbarco o sbarco, che ha una durata più circoscritta. Dunque la causa di tali differenze va probabilmente indagata non relativamente al tipo di trasporto della nave ed alle operazioni di imbarco e sbarco, ma andando ad approfondire le attività ed il funzionamento delle navi durante i periodi di stazionamento.

Inoltre tale analisi potrà essere estesa nel corso del monitoraggio ad un maggior numero di tipologie di navi, come per esempio quelle da crociera, che avendo stazionamenti meno frequenti necessitano di un tempo di monitoraggio più lungo per un'analisi approfondita.

Valutazione delle prestazioni della rete

Al fine di valutare le prestazioni della rete di monitoraggio e procedere al calcolo dei KPIs tecnici è stato valutato il numero di ore in cui ci sono state interruzioni nell'acquisizione dei dati acustici o meteo, o in cui i dati meteo risultano invalidi a seguito dell'analisi effettuata, secondo il criterio specificato nella sezione meteo. In particolare, per ciascuna centralina sono stati valutati i seguenti parametri:

- noise invalid: totale dati acustici mancanti a causa di interruzione delle acquisizioni o non validità dei dati meteo
- noise missing: dati acustici mancanti a causa di interruzioni nelle acquisizioni fonometriche
- meteo missing: dati meteo mancanti a causa di interruzione nelle acquisizioni meteo
- meteo rainy: dati meteo identificati come piovosi, secondo il criterio specificato
- meteo windy: dati meteo identificati come ventosi, secondo il criterio specificato
- meteo invalid: totale dei dati meteo non validi a causa di piovosità o ventosità

L'analisi è relativa al periodo di rendicontazione che va dalle ore 06:00 del 22-04-2021, fino alle ore 06:00 del 30-08-2021, per un totale di 130 giorni, pari a 3120 ore di monitoraggio per ciascuna centralina. In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono riportate il numero di ore di inattività per ciascun parametro descritto sopra, per ciascuna centralina ed il totale per la rete di monitoraggio. In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono indicate invece le percentuali complessive per ciascun parametro.

Tabella 7: Ore di inattività del sistema, durante il periodo di analisi (3120 ore per centralina).

KPI [ore]	S01	S02	S03	S04	Totale
noise invalid	676.72	678.2	675.08	675.07	2705.07
noise missing	2.92	3.58	0.5	0.47	7.47
meteo missing	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
meteo rainy	34.83	34.83	34.83	34.83	139.33
meteo windy	645.0	645.0	645.0	645.0	2580.0
meteo invalid	674.67	674.67	674.67	674.67	2698.67

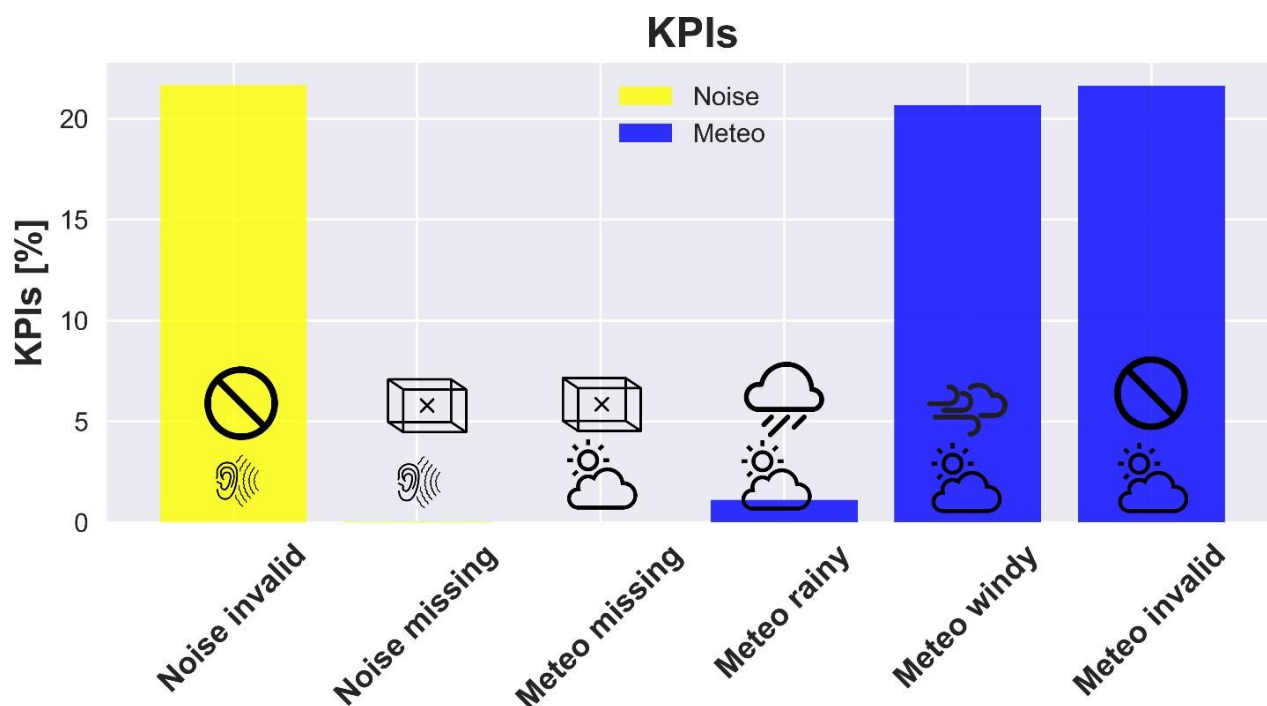


Figura 25: KPIs, percentuali di inattività complessiva della rete di monitoraggio.

Il periodo di inattività nell'acquisizione dei dati acustici nel periodo di analisi, misurata dal parametro "noise missing", è dovuta unicamente ad attività di manutenzione ordinaria e di funzionamento del sistema, in particolare a brevi momenti di stop e riavvio delle acquisizioni fonometriche, per un tempo totale di interruzione per le quattro centraline inferiore ad un'ora.

Il 4 Agosto 2021 è stata eseguita la prima manutenzione ordinaria da svolgersi con cadenza trimestrale delle stazioni di misura effettuato dalla società installatrice e che ha in gestione il servizio Aesse Ambiente. Durante tale manutenzione si è provveduto al confronto dei livelli di pressione sonora registrati dalle centraline con fonometro integratore tarato, calibrazione delle centraline con apposito calibratore tarato, pulizia delle postazioni, controllo del sistema hardware e dei fissaggi. Durante il controllo non sono state riscontrate anomalie pertanto il controllo ha avuto esito positivo.

Ai fini del calcolo della percentuale della operatività del sistema di monitoraggio, non risultano interruzioni non ordinarie nel periodo di analisi, dovute ad esempio a guasti o malfunzionamenti della strumentazione o della alimentazione o altre operazioni.

L'operatività del sistema sulle ore di monitoraggio effettuate risulta superiore al 99.9% e può dunque essere valutata come Ottima, essendo maggiore del 98% richiesto per tale valutazione.

Per quanto riguarda la piattaforma web di monitoraggio non sono state riscontrate nel periodo di analisi interruzioni dovute a manutenzioni ordinarie o straordinarie dell'infrastruttura informatica.

Tabella 8: Percentuale di inattività complessiva della rete di monitoraggio.

KPI	KPI [%]
<i>noise invalid</i>	21.7%
<i>noise missing</i>	0.06%
<i>meteo missing</i>	0.0%
<i>meteo rainy</i>	1.12%
<i>meteo windy</i>	20.67%
<i>meteo invalid</i>	21.62%

Conclusioni

La rete di monitoraggio acustico installata nell'area portuale di Cagliari nell'ambito del progetto MON ACUMEN permette di monitorare il rumore generato dalle infrastrutture portuali, e consentirà di confrontare le criticità ed i dati acquisiti con le altre reti di monitoraggio installate nei porti dell'area di cooperazione del progetto.

Questo report sintetico si riferisce al primo periodo di monitoraggio che va dalle ore 06:00 del 22-04-2021, fino alle ore 06:00 del 30-08-2021, per un totale di 130 giorni.

Le quattro centraline fonometriche sono installate in punti di misura in cui si possono monitorare le sorgenti caratteristiche dell'area portuale.

La centralina S01 installata presso la sede dell'Autorità Portuale del Mare di Sardegna rileva sia il traffico stradale della prospiciente Via Riva di Ponente, che il rumore prodotto dalla vicina area portuale. Inoltre, in tale postazione è installata la stazione meteorologica utilizzata per identificare i periodi temporali in cui i dati acustici non sono validi a causa della presenza di precipitazioni o ventosità.

I dati meteorologici analizzati mostrano come il porto di Cagliari sia una zona particolarmente ventosa, con presenza di venti con velocità oltre i 5 m/s per oltre il 10% del tempo, con direzione prevalente del vento da Nord Ovest, ovvero il caratteristico vento di Maestrale, e secondariamente da Sud Est, ovvero vento di Scirocco. Al fine di valutare la validità dei dati acustici è stato definito un criterio di analisi dei dati meteo, con l'utilizzo di una base temporale di 10 minuti e basato sul valore del quantile del 90% della velocità del vento. La definizione di un criterio unico per l'analisi della velocità del vento comporta un bilanciamento tra la necessità di eliminare i dati influenzati dal vento ed allo stesso tempo di non eliminare una notevole quantità di dati in cui l'effetto del vento sui livelli sonori è trascurabile. Nel proseguimento dell'attività di monitoraggio sarà utile procedere ad un ulteriore approfondimento ed eventualmente rivedere il criterio per la valutazione della validità dei dati meteorologici. Le centraline S01 ed S02 mostrano un incremento dei livelli sonori durante i mesi di Giugno e Luglio, probabilmente dovuto ad un incremento del traffico veicolare.

La centralina S02, installata sul tetto del Consiglio Regionale della Sardegna, misura prevalentemente il traffico stradale ed i livelli misurati non sono influenzati in modo rilevante dalle attività portuali ed in particolare dallo stazionamento delle navi.

Le centraline S03 ed S04, installate all'interno dell'area portuale, in prossimità del Molo Sabaudo, rilevano prevalentemente i livelli sonori prodotti dalle operazioni di sbarco ed imbarco di navi e del loro stazionamento, ed anche i livelli sonori prodotti dal traffico nell'area portuale, dovuto principalmente al transito di mezzi pesanti.

Le quattro centraline installate a Cagliari si trovano tutte nella classe IV del piano comunale di classificazione acustica, che comporta un valore limite di immissione pari a 65 dB(A) per il periodo diurno (06:00-22:00) e pari a 55 dB(A) nel periodo notturno (22:00-06:00).

Per quanto riguarda i livelli sonori in media sul periodo di analisi la centralina S01 supera il valore limite di immissione diurno, mentre le altre si mantengono al di sotto, con alcuni rari superamenti giornalieri nelle centraline S03 ed S04.

Nel periodo notturno in media si osserva il superamento del limite di immissione per le centraline S01 ed S03, mentre per le centraline S02 ed S04 i valori medi risultano poco al di sotto del relativo valore limite di immissione notturno.

Confrontando l'andamento dei livelli sonori misurati ed i dati relativi allo stazionamento di navi nel Porto di Cagliari, forniti dall'Autorità Portuale del Mare di Sardegna, è stato possibile identificare vari eventi di stazionamento, in particolar modo di navi in accosto presso il Molo Sabaudo Est. Tali stazionamenti hanno una durata temporale di diverse ore.

L'effetto degli stazionamenti delle navi sui livelli sonori misurati è stato indagato strutturando i dati di partenza ed arrivo delle navi, forniti dall'Autorità Portuale del Mare di Sardegna, ed estrapolando i livelli sonori corrispondenti a ciascuno stazionamento identificato.

Un'analisi aggregata dei livelli sonori degli stazionamenti ha permesso di osservare una correlazione dei livelli medi con la distanza dei moli dalle stazioni di monitoraggio S03 e S04. Ciò conferma come i livelli

sonori misurati dalla rete di monitoraggio siano influenzati direttamente dal rumore emesso dalle navi in stazionamento. Inoltre, osservando i livelli sonori del molo maggiormente impattante è stato possibile osservare che i traghetti che trasportano automezzi e passeggeri risultano produrre livelli sonori più elevati rispetto a navi che trasportano solo automezzi come quelle Ro-Ro. Nell'analisi i livelli sonori estrapolati sono relativi al tempo di stazionamento e non al momento di imbarco o sbarco, che è di durata più circoscritta, dunque le cause di tali differenze potranno essere ricercate caratterizzando le attività ed il tipo di sorgenti presenti durante gli stazionamenti per le diverse tipologie di imbarcazioni.

Le attività di monitoraggio si protrarranno per almeno cinque anni, e nel proseguo del lavoro sarà utile approfondire ulteriori aspetti legati al rumore portuale. L'analisi degli stazionamenti potrà essere estesa considerando la presenza in concomitanza di più navi su diversi moli e si potranno analizzare gli effetti sul rumore dovuti ad un maggior numero di tipologie di imbarcazioni. Inoltre, potrà essere utile analizzare in modo puntuale anche i momenti di imbarco e sbarco, in modo da confrontare i livelli sonori prodotti in tali momenti con quelli relativi agli stazionamenti di navi nel Porto di Cagliari.

PROGETTO MON ACUMEN “MONitorage Actif Conjoint Urbain – MaritimE de la Nuisance”

Projet n. 154
 CUP B52H17000770003

Composante T.4 Vérification de la performance des réseaux de surveillance
Activité T.4.1 Essais et vérification des installations et essais préliminaires
Produit T.4.1.2 Rapport de campagne de collecte de donnée

Data di consegna prevista: M43

Data di consegna effettiva: M45

Organisation responsable: Autorité de Système Portuaire de la Mer de Sardaigne

Niveau de diffusion		
P	Public	X
U		
C	Confidentiel, réservé aux partenaires	
O		

Nombre de documents à livrer:	T4.1.2
Responsable de la documentation à livrer:	Autorité de Système Portuaire de la Mer de Sardaigne
Composant:	T4

Auteur(s) - par ordre alphabétique		
Prénom	Organisation	E-mail
Stefano Carpita	Socip srl	area.servizi@socipsrl.it
Walter Giagoni	Socip srl	area.servizi@socipsrl.it

Révision du document			
Version	Date	Changements	
		Type de modifications	Modifié par
-	30/09/2021	Mise en page sur modèle	Francesco Pitzus – pitzus@adspmaredisa rdegna.it

Synthèse

Le rapport illustre les résultats de l'enquête acoustique directe et continue menée, avec une quantité d'informations traitées et traitées à partir desquelles il est possible de tirer des indications d'interventions pour atténuer l'impact.

Introduction

Le projet MON ACUMEN - MONitorage Actif Conjoint Urbain-MaritimE de la Nuisance vise la planification et le contrôle acoustique des ports commerciaux et leur impact sur les zones urbaines environnantes. Les activités du projet MON ACUMEN comprennent l'installation d'un réseau d'analyseurs de surveillance continue fournissant toutes les informations pertinentes sur le niveau et le type de bruit environnemental dans au moins quatre sites représentatifs du climat acoustique de la zone portuaire.

Ce "Rapport de campagne de collecte de données" rassemble les résultats de la collecte des données effectuées par les réseaux de surveillance des ports de Cagliari, La Spezia et Livorno, au cours de la première période de fonctionnement.

L'analyse présentée porte sur la période allant du 22-04-2021 à 06h00 au 30-08-2021 à 06h00, soit un total de 130 jours.

Le système de surveillance et sa gestion font partie du projet MON ACUMEN, dans le cadre plus général du programme de coopération transfrontalière Italie-France Maritime Interreg. Le présent rapport est lié à l'activité T4.1.2, concernant la réalisation du "Rapport de la campagne de collecte de données", se référant aux premiers mois de détection du réseau de surveillance installé dans le port de Cagliari.

Règlements

Voici un bref résumé des réglementations d'intérêt pour les activités réalisées, objet de ce rapport.

Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25/06/2002

Norme relative à la détermination et à la gestion du bruit environnemental (mise en œuvre en Italie avec le décret législatif 19/05/2005 n° 194). C'est l'instrument à travers lequel le Parlement et le Conseil de l'Union européenne ont voulu définir une méthode commune à tous les pays membres afin d'éviter, de prévenir et de réduire les effets néfastes de l'exposition de la population au bruit ambiant, où avec ce terme il fait référence aux "sons indésirables ou nocifs dans l'environnement extérieur produits par les activités humaines, y compris les bruits émis par les moyens de transport, dus au trafic ferroviaire, aérien et provenant des sites d'activités industrielles". Cette directive concerne le bruit ambiant auquel l'homme est exposé, notamment dans les agglomérations, les parcs publics ou autres quartiers calmes des agglomérations, à proximité des écoles, hôpitaux et autres bâtiments et zones particulièrement sensibles au bruit.

Pour prévenir et réduire les nuisances sonores, des différentes actions ont été envisagées :

- la détermination de l'exposition au bruit environnemental par une cartographie acoustique réalisée sur la base de méthodes communes aux Etats membres;
- l'information du public sur le bruit et ses effets;
- l'adoption par les Etats membres de plans d'action, sur la base des résultats de la cartographie du bruit, pour poursuivre des objectifs de réduction des nuisances sonores là où cela est nécessaire et de préservation de la qualité acoustique de l'environnement si elle est bonne.

La directive établit que les descripteurs acoustiques LDEN (niveau jour-soir-nuit) et L NIGHT (niveau nuit) sont utilisés dans la création des cartes de bruit où:

- LDEN est le descripteur acoustique jour-soir-nuit utilisé pour qualifier la perturbation liée à l'exposition au bruit sur 24 heures;
- L NIGHT est le descripteur acoustique nocturne utilisé pour qualifier les troubles du sommeil.

DM 16/03/1998 "Techniques de détection et de mesure des nuisances sonores"

Ce décret, en application de la "Loi-cadre sur les nuisances sonores" du 26 octobre 1995 n.447, décrit et établit les méthodes et les conditions pour une détection correcte des niveaux sonores produits par les sources de bruit (tant fixes que mobiles) présentes sur le territoire, tant à l'intérieur des espaces de vie qu'à l'extérieur. Toutes les mesures réalisées et documentées dans ce rapport ont été réalisées conformément aux modalités et spécifications décrites dans l'arrêté précité.

3. Réseau de surveillance

3.1 Description du réseau de surveillance

Les évaluations réalisées pour le suivi sous revue ont été effectuées autour de la zone portuaire de la municipalité de Cagliari. **En erreur. La source de référence n'a pas été trouvée.** Une image aérienne de la zone analysée est montrée.



Figure 1 : Photo aérienne de la zone

L'emplacement des stations de surveillance fixes couvertes par ce rapport est indiqué dans Erreur. L'origine de référence n'a pas été trouvée. (identifiés par les points "S01, S02, S03, S04"), tandis que dans Error. La source de référence n'a pas été trouvée. Une description sommaire est donnée. La station météorologique est installée à l'unité de contrôle S01, et ses données sont acquises de manière synchronisée avec l'instrumentation phonométrique.

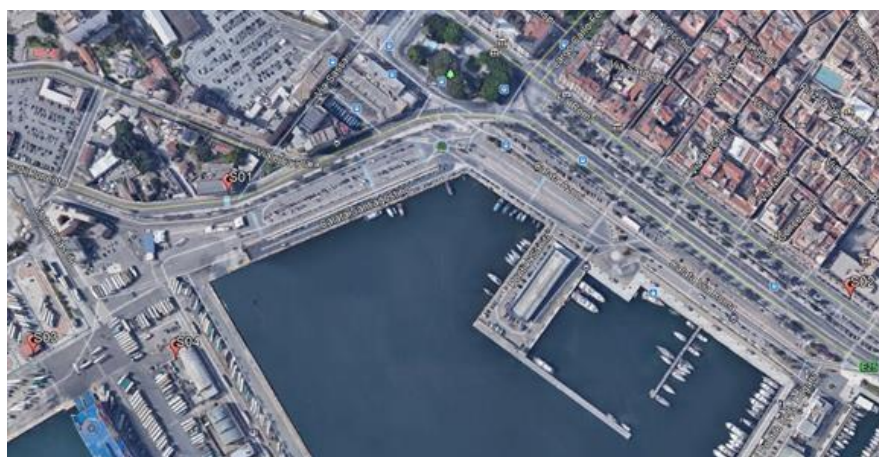


Figure 2: Positions des stations de surveillance.

Tableau 1: Brève description des stations de surveillance

ID Récepteur	Documentation photographique	Description	Classer PCA
S01		Station installée sur le siège ADSP Lat 39.21385, Lng 9.10717	classe IV
S02		Station installée sur le siège du Conseil RAS Lat 39.21300, Lng 9.11448	classe IV

ID Ré ce pte ur	Documentation photographique	Descripti on	Cla sse r PC CA
S0 3		Station installée sur le BAR DEMURO , dans la zone portuaire Lat 39.21253, Lng <u>9.10506</u>	cla sse IV
S0 4		Station installée sur OFFICIN A ADSP Lat 39.21236, Lng 9.10666	cla sse IV

Les centrales de monitoring résultent autonomes du point de vue de l'alimentation, merci à la présence de panneaux photovoltaïques, batteries d'accumulation rechargeables, et la connexion à des installations électriques

esistenti. Il est à noter que le choix des points de mesure s'est fait non seulement par la disponibilité de leur installation, mais aussi par la représentativité des stations de mesure, sur la base des résultats de la cartographie relative du Port de Cagliari. En particulier, les gares doivent permettre la caractérisation des sources présentes dans la zone portuaire, telles que le chargement et le déchargement des navires et des ferries ou leur stationnement, et le trafic de véhicules présents.



Figure 3 : Exemple d'installation du sonomètre.

Les unités de surveillance communiquent en temps réel avec le système de surveillance Web approprié disponible après avoir accédé à l'adresse <https://monitoring.aesse-ambiente.it/>. Ce système permet d'afficher et de stocker les niveaux sonores mesurés en temps réel afin d'analyser les données mesurées pendant la période considérée. On trouvera ci-après une image du service de surveillance, consultable en réseau, indiquant la position des postes de mesure, et sous forme de tableau, les informations concernant l'instrumentation installée dans les unités de contrôle mentionnées ci-dessus.

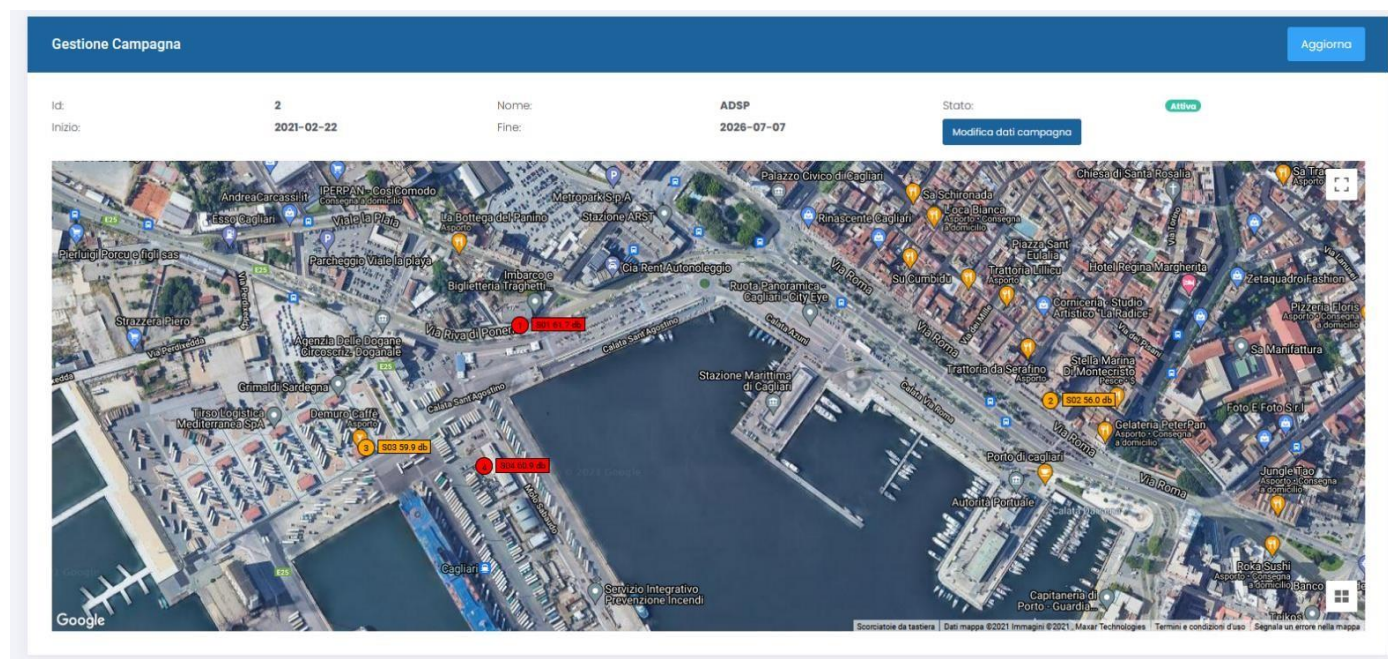


Figure 4 : Carte extraite du service de suivi en temps réel.

3.2 Données météorologiques

Le décret DM 16/03/1998 prescrit que les conditions de nuisances sonores doivent être réalisées en l'absence de précipitations atmosphériques, de brouillard et/ou de neige et de vitesse du vent ne dépassant pas 5 m/s. Afin de valider les mesures acoustiques, une station météorologique (modèle VAISALA WXT 536) a été installée à proximité de l'unité de contrôle S01, qui acquiert des données sur la vitesse et la direction du vent, la température, l'humidité et les précipitations. I dati vengono archiviati sulla piattaforma web di monitoraggio con una base tempi di 10 secondi.

Les tendances du vent et de la pluie se référant à la période d'analyse de ce rapport sont présentées ci-dessous (22-04-2021 / 30-08-2021).

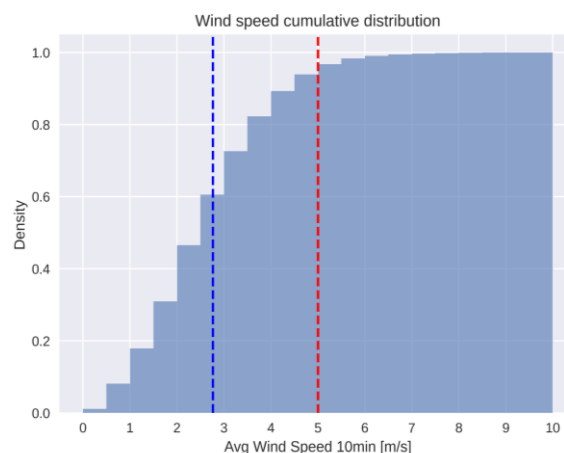
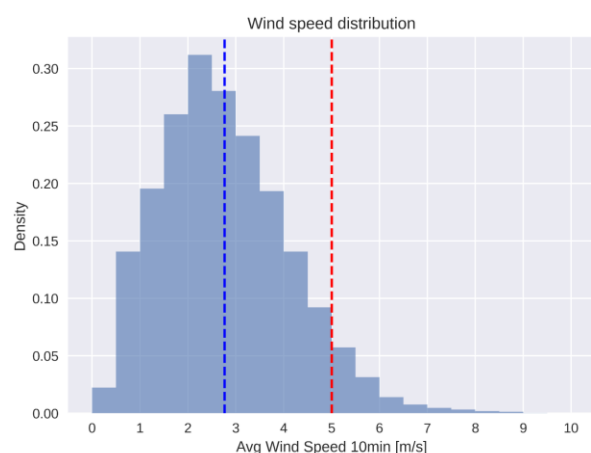
La zone portuaire de Cagliari est une zone venteuse, avec environ 10% du temps des vitesses moyennes de vent supérieures à 5 m/s. Afin d'identifier les périodes de validité des mesures de bruit, il est nécessaire de définir un critère objectif avec lequel analyser les données météorologiques. Il s'agit notamment de déterminer la durée de la base temporelle sur laquelle la validité des données doit être évaluée et d'établir un indicateur approprié. Compte tenu du caractère venteux de la zone d'intérêt, les " Lignes directrices pour l'évaluation et la surveillance de l'impact acoustique des centrales éoliennes " élaborées par ISPRA (20 octobre 2012, doc n.28/12) constituent une référence utile: les lignes directrices indiquent une durée de 10 minutes comme base temporelle appropriée pour l'évaluation des données, dans le contexte d'une surveillance continue avec présence pertinente de vent. Dans cet intervalle de temps, l'utilisation de la vitesse moyenne ou médiane du vent comme indicateur à comparer avec la limite de 5 m/s aurait pour conséquence qu'un nombre important de moments avec une vitesse du vent élevée seraient considérés comme valides.

Dans cette analyse, le critère de considérer comme données météorologiques invalides les intervalles de temps d'une durée de 10 minutes avec présence de vent supérieur à 5 m/s pendant un temps supérieur à 10 %, égal à une minute totale sur 10 minutes, a été retenu. Dans les distributions de vent représentées ci-dessous on indique donc aussi la quantile de 90% de la vitesse du vent, évaluée sur des intervalles de 10 minutes, utilisée pour exclure les moments venteux.

La rose des vents montre comment la direction de propagation prédominante du vent dans la période analysée à la fois du Nord-Ouest (NW, Mistral), avec environ 60% du temps, avec une deuxième direction prédominante en provenance du Sud-Est (SE, Scirocco).

Les précipitations ont également été évaluées sur des périodes de 10 minutes, en considérant comme non valables les intervalles où l'on observe la présence de pluie.

Le tableau 2 indique le nombre total d'heures sur la période de déclaration qui ne sont pas valables en raison de la pluie ou du vent et qui sont comptabilisées selon le critère mentionné ci-dessus. On observe que la présence de vent affecte la validité des mesures acoustiques de manière significative, avec un temps total de décalage des données égal à 20% du temps de surveillance analysé.



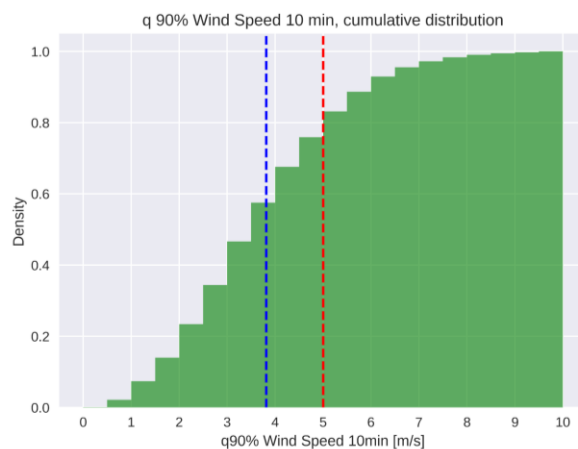
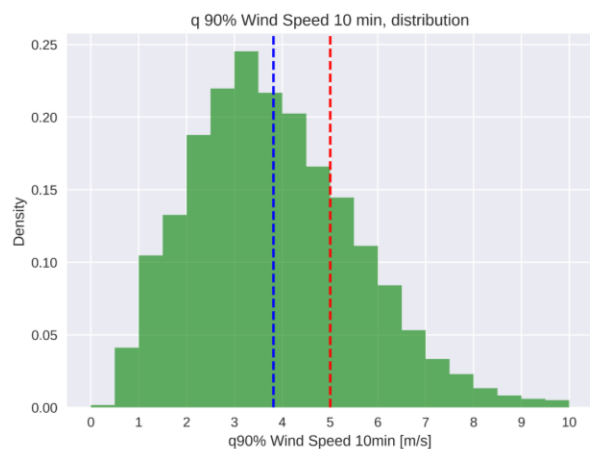


Figure 5: Distribution des fréquences et distribution cumulée sur la période de référence, par vitesse moyenne du vent sur 10 minutes sur la période de référence (en haut), pour le quantile de 90% de la vitesse du vent sur 10 minutes (en bas). Les lignes verticales bleues représentent la moyenne de la distribution, la ligne verticale rouge la valeur confine de 5 m/s.

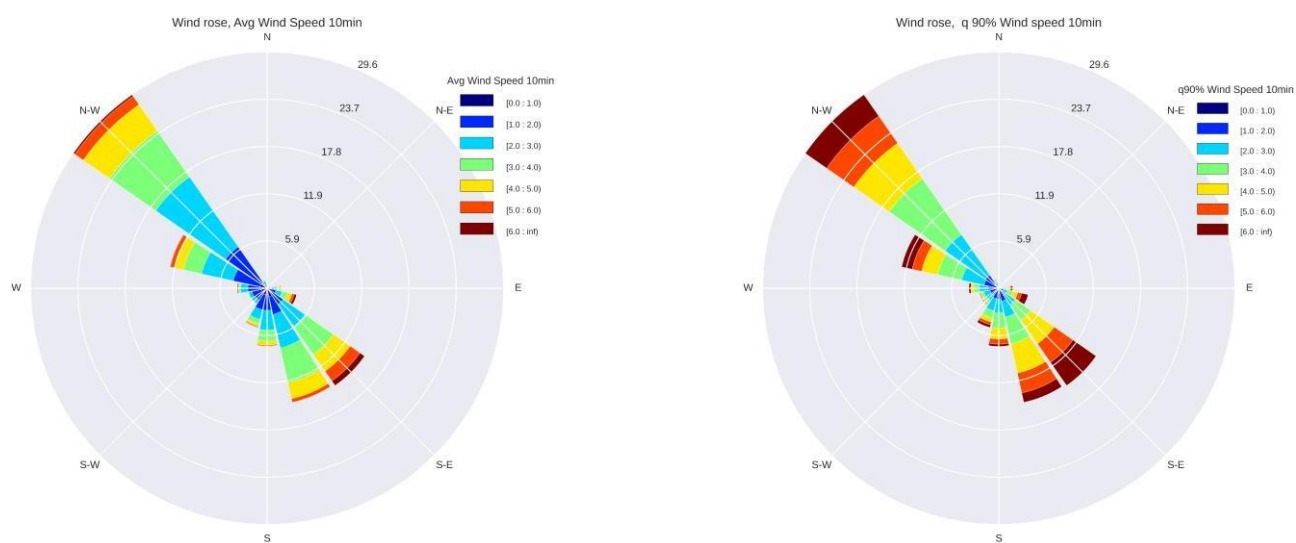
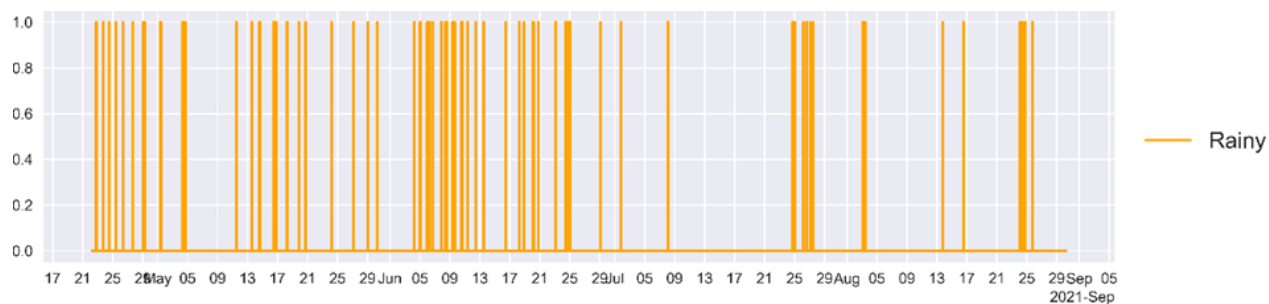


Figure 6: Rose des vents, à gauche la vitesse moyenne sur 10 minutes est représentée en classes, à droite le quantile de 90% de la vitesse sur 10 minutes. Les valeurs rapportées sur les circonférences concentriques correspondent au pourcentage de temps sur la période d'analyse.





Interreg

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



UNIONE EUROPEA



MONACUMEN

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Figure 7: Périodes d'invalidité des données dues aux précipitations.



Figure 8: Périodes d'invalidité des données dues à la présence de vent.

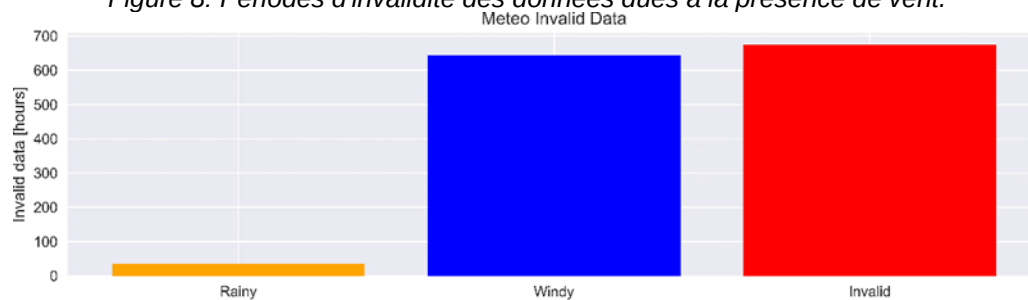


Figure 9 : Périodes d'invalidité des données dues à la présence de vent.

Tableau 2: Le nombre d'heures pas valide à des fins de surveillance acoustique.

	Pluvi euse	Vente use	Tot Invali de
Heure s	35	645	675
Pourc entag e	1.1 %	20.7%	21.6%

Tableau 3: Moyennes météorologiques sur la période considérée

	Moyenne	Médiane	Norme d'ecart
AirTempérature [C]	23.3	23.6	4.5
Humidité relative [%]	68.0	70.9	15.3
Vitesse du vent Moyenne 10min [m/s]	2.7	2.6	1.3
Vitesse du vent q90% 10min [m/s]	3.7	3.5	1.7
Intensité de la pluie [mm/h]	0.01 8	-	-

3.3 Évaluation du climat acoustique

Afin d'évaluer le climat acoustique de la zone portuaire de Cagliari, les données acoustiques et météorologiques stockées sur la plate-forme web de surveillance ont été collectées et analysées pour la période du 22-04-2021, première date utile suite au test du réseau de surveillance, jusqu'au 26-06-2021, pour un total de 66 jours d'acquisition.

Les données acoustiques et météorologiques ont été agrégées sur des intervalles de temps de 10 minutes, et les données ont été nettoyées, à l'exclusion des périodes invalides en raison des conditions météorologiques, avec l'application du critère mentionné précédemment dans le paragraphe concernant les données météorologiques.

En erreur. La source de référence n'a pas été trouvée. Un exemple de tendance hebdomadaire pour l'unité de surveillance S01 est montré, avec quelques périodes de données manquantes suite au nettoyage des données invalides. Pour chaque jour, les indicateurs de bruit ont été calculés pour les périodes diurnes (06:00-22:00) et nocturnes (22:00-06:00), ainsi que les indicateurs LDEN, LNIGHT, comme le prévoit la directive européenne 2002/49/CE.

Les paragraphes suivants présentent les tendances de ces indicateurs pour chaque unité de contrôle.

En ce qui concerne les niveaux de pression acoustique équivalents pondérés A en période diurne et nocturne, les limites d'émission pour la classe IV de zonage acoustique sont indiquées.



Figure 10: exemple de tendance hebdomadaire pour la centrale S01. Les deux lignes horizontales représentent les limites d'entrée et d'attention diurne pour la classe IV de zonage acoustique

UNITÉ DE CONTRÔLE S01

La station de mesure S01 est située sur le toit du siège de l'Autorité du système portuaire de la mer de Sardaigne, via Riva di Ponente, et comprend en plus du sonomètre également la station météorologique utilisée pour valider les mesures acoustiques du réseau de surveillance. L'unité de contrôle fait face à la Via Riva di Ponente et détecte donc à la fois l'émission sonore produite par le trafic entrant dans le port de Cagliari, et le bruit produit par le stationnement des navires qui s'approchent du prochain Molo Sabaudo, avec le poste d'amarrage le plus proche placé à une distance d'environ 100 mètres du sonomètre.

La tendance des niveaux diurnes mesurés pendant la période d'analyse montre une tendance variable autour de la moyenne de 65,6 dB(A), qui est supérieure à la limite d'immission absolue pour la classe IV de zonage du bruit de 65 dB(A). Les jours qui ont suivi le 7 mai 2021 et jusqu'au 5 août, on a constaté une augmentation des niveaux mesurés tant de jour que de nuit. Pour la période nocturne, le niveau moyen pour la période analysée est de 59,0 dB(A), ce qui est supérieur à la limite d'émission pertinente. L'indicateur de bruit Lden était en moyenne de 67,8 dB(A). L'augmentation observée a très probablement été produite par une augmentation substantielle du trafic routier, et non par des effets causés par des événements météorologiques. En effet, on constate qu'avec les mêmes conditions météorologiques, au mois d'août, les niveaux de pression acoustique enregistrés sont plus faibles. Certaines valeurs de pointe dans les tendances journalières peuvent également être dues à des conditions venteuses, non exclues par le critère mentionné ci-dessus.



Figure 11 : Centrale S01 avec sonomètre et station météo, à droite une vue del Molo Sabaudo lors des mesures d'essai.

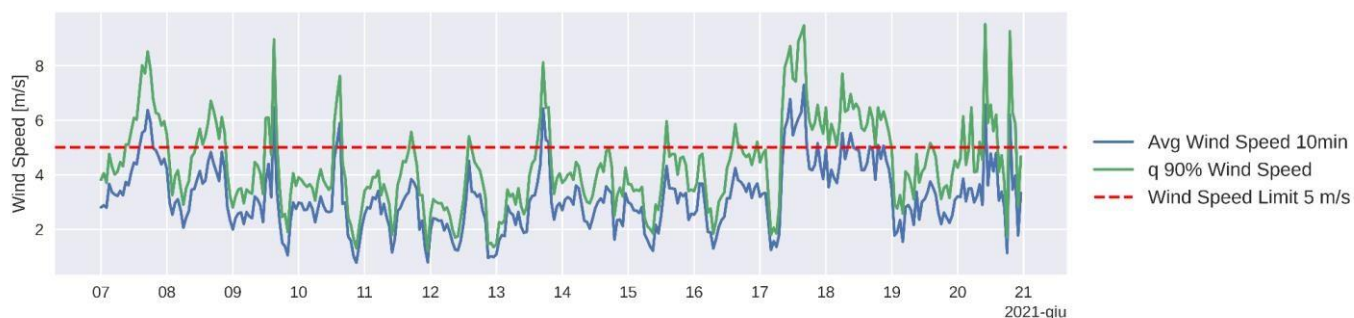
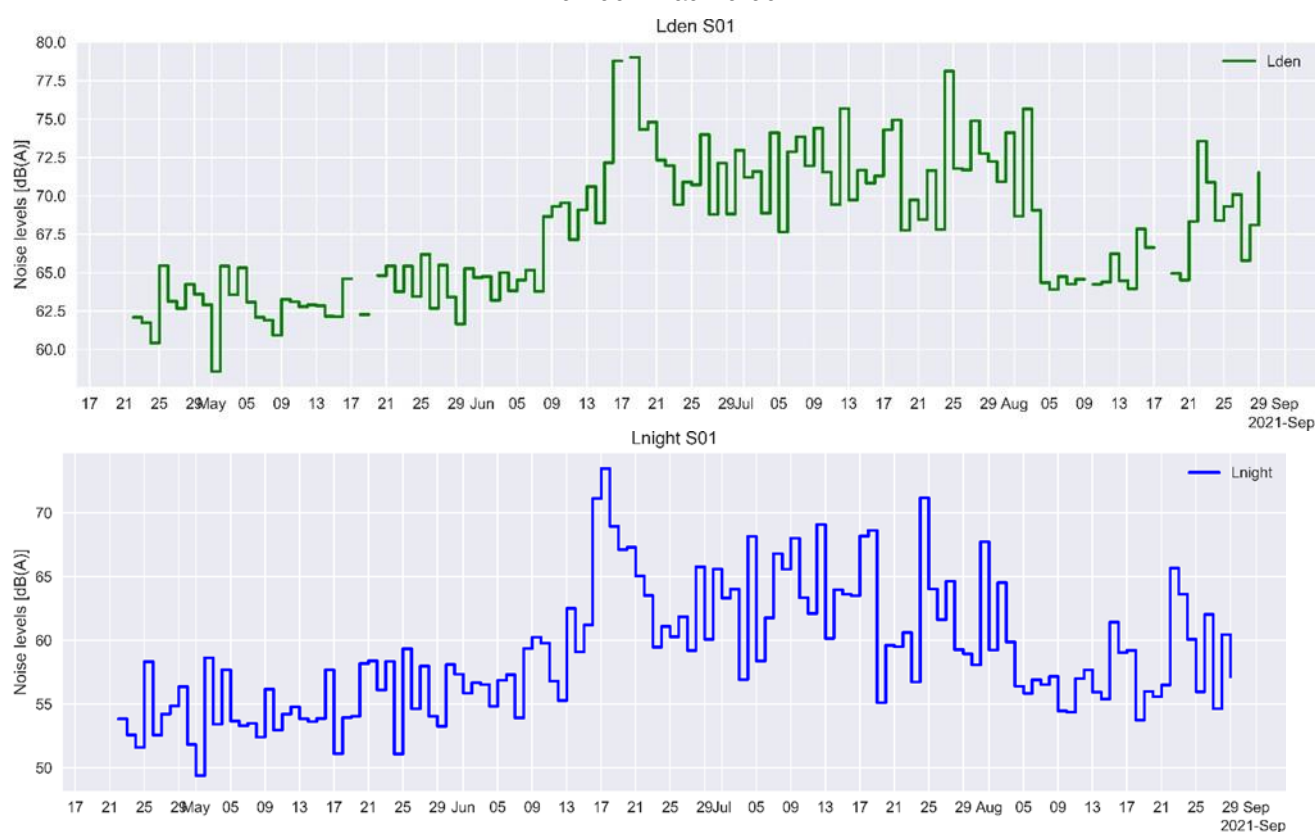


Figure 12 : Unité de contrôle S01, tendance moyenne et quantile de 90 % de la vitesse du vent pour la période du 07-06-21 au 20-06-21.





Interreg



UNIONE EUROPEA

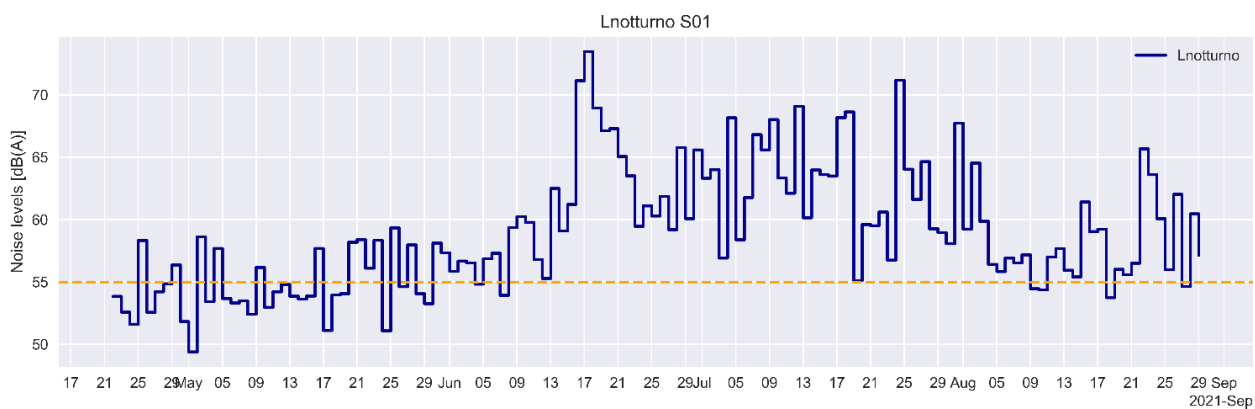
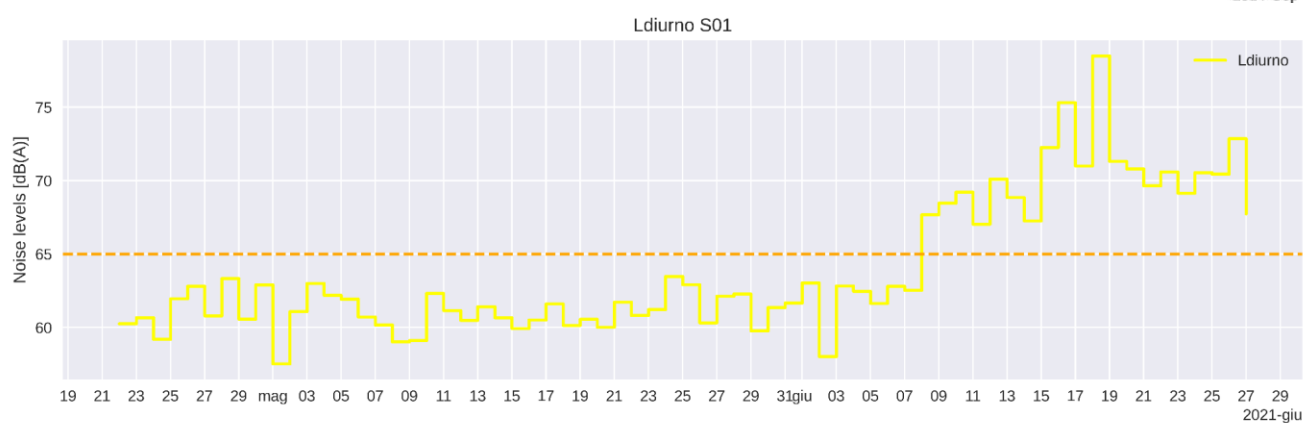
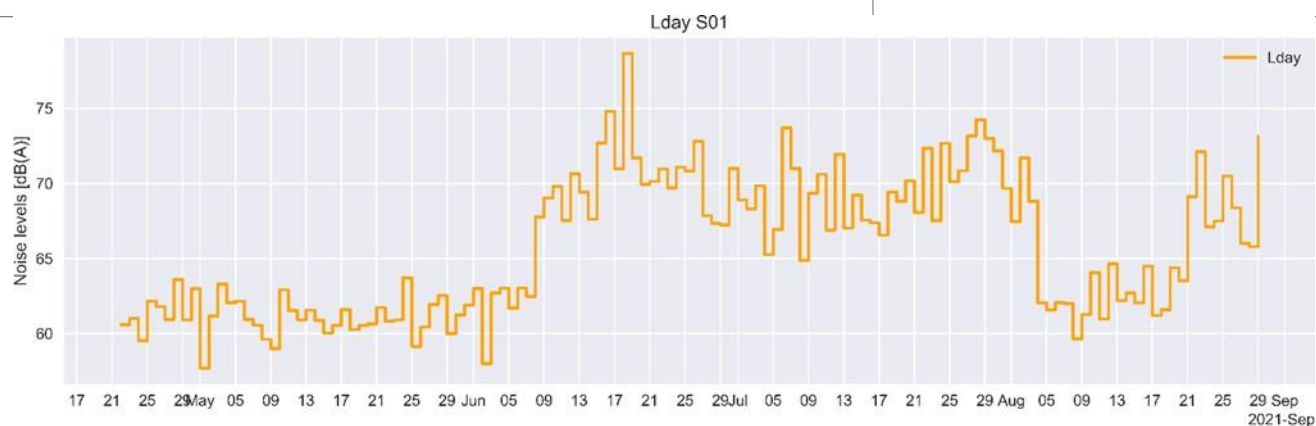


MONACUMEN

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale





Interreg

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



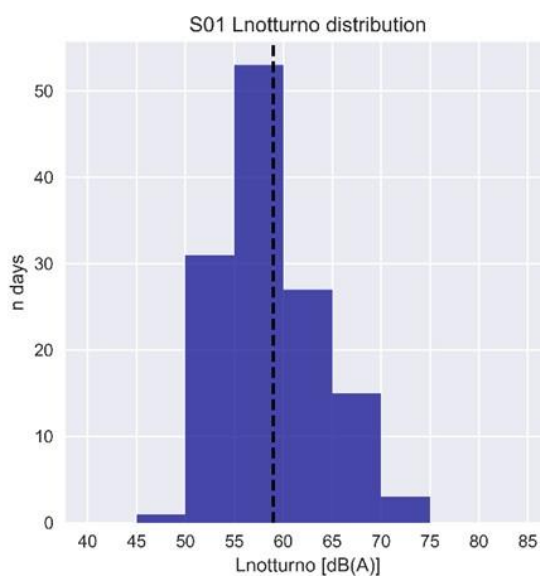
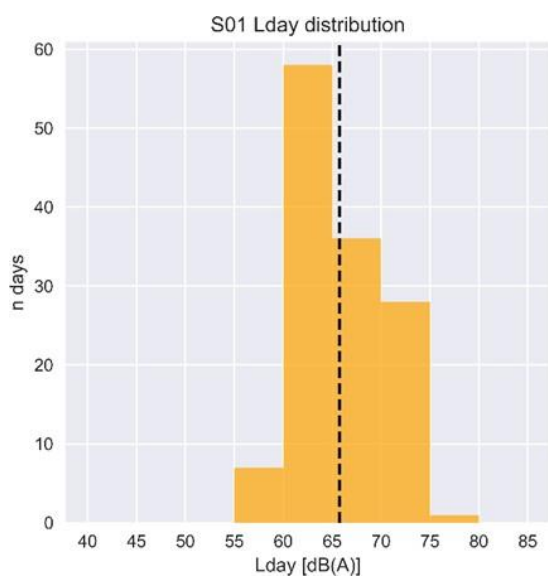
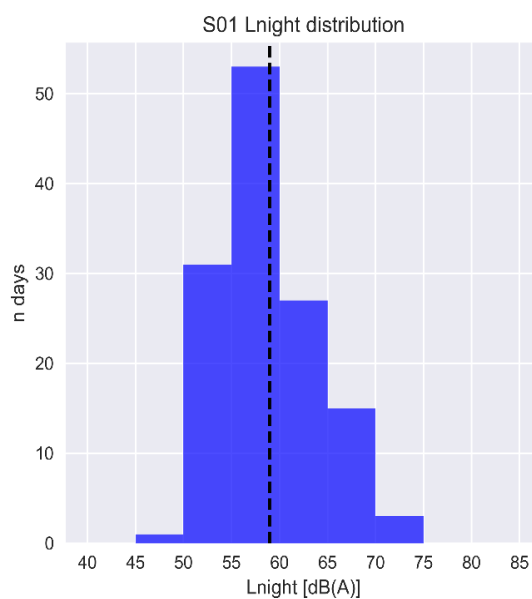
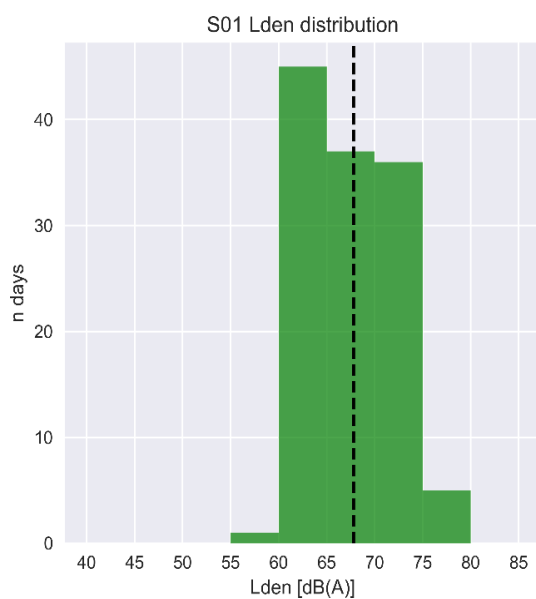
UNIONE EUROPEA



MONACUMEN

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Unité de contrôle S02

L'unité de contrôle S02 est installée sur le toit du Conseil régional de Sardaigne, via Roma. La station est située à une distance d'environ 100 mètres de la Calata Darsena, où s'amarront les petits bateaux, et à plus de 500 mètres du Molo Sabaudo. La station de mesure a été choisie pour surveiller le bruit produit par le trafic routier de la Via Roma sous-jacente et du Lungomare New York 11 Settembre, artères principales du port de Cagliari. Les niveaux mesurés pendant la journée sont en moyenne inférieurs à la limite d'émission de 65 dB(A). Les niveaux nocturnes ont été dépassés plus fréquemment au cours des mois de juin et juillet. La valeur moyenne du Lden est de 62,7 dB(A). Une augmentation des niveaux de bruit mesurés a également été observée au niveau de l'unité de contrôle S02, probablement en raison de l'augmentation du flux de véhicules, comme cela a été observé pour l'unité de contrôle S01.

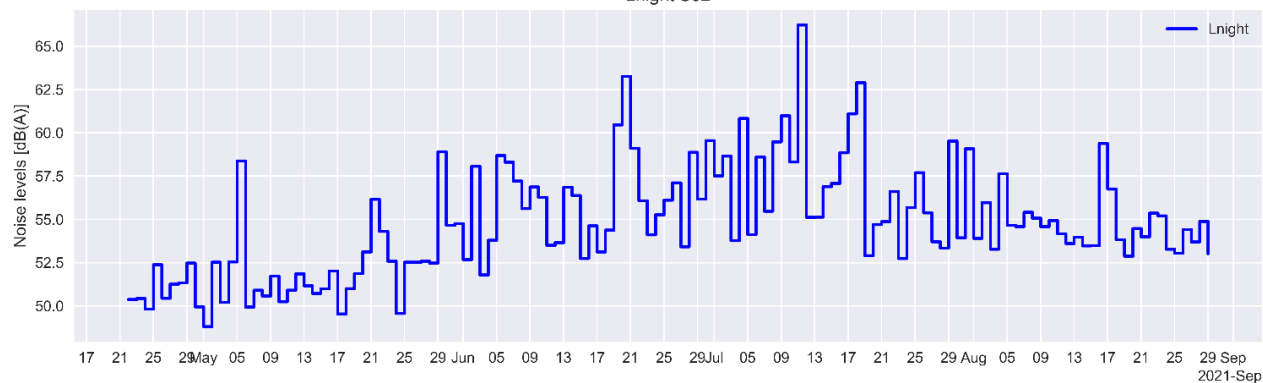


Figure 13 : Unité de contrôle S02, à droite configuration des mesures de test

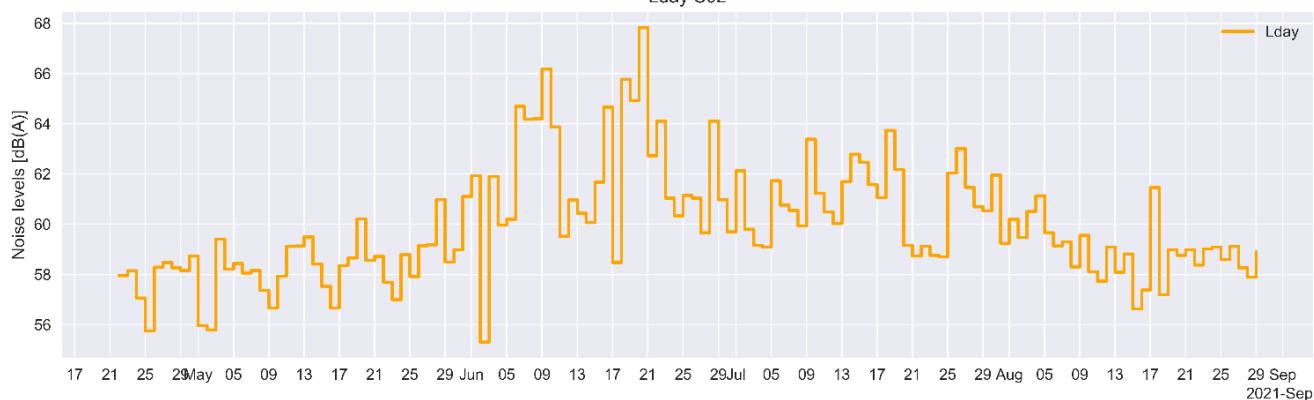


Figure 14 : Unité de contrôle S02, siège du Conseil régional de Sardaigne, à droite vue via Roma, Lungomare New York 11 Settembre et le port de Cagliari depuis le sonomètre.

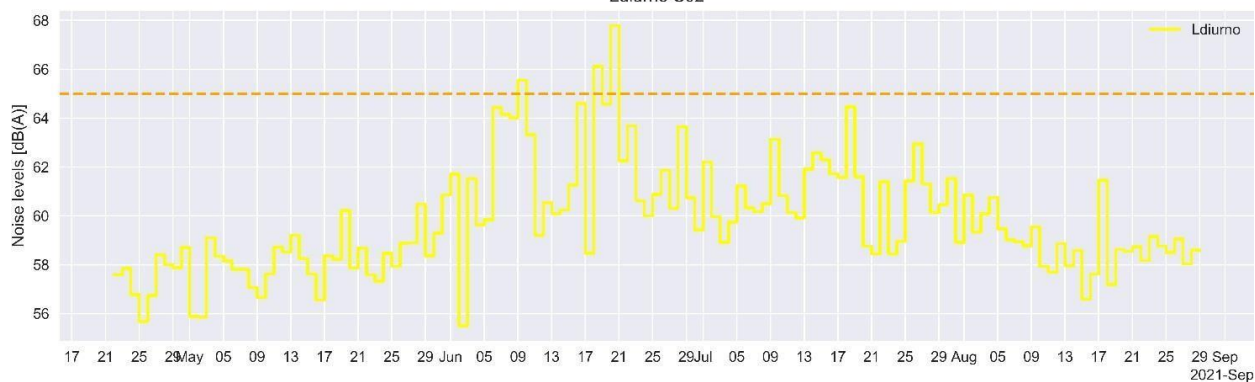
Lnight S02

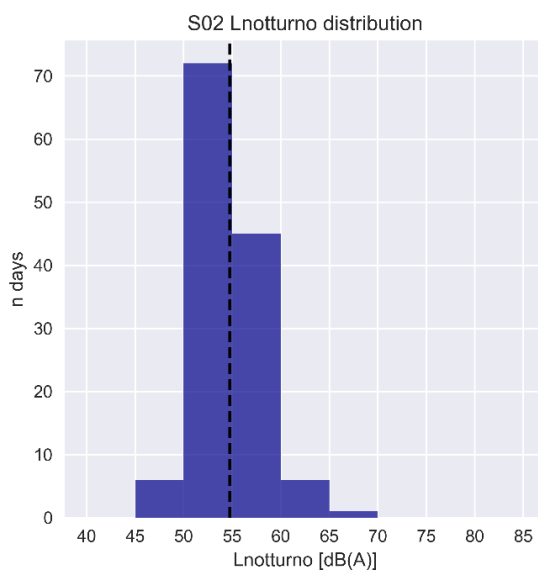
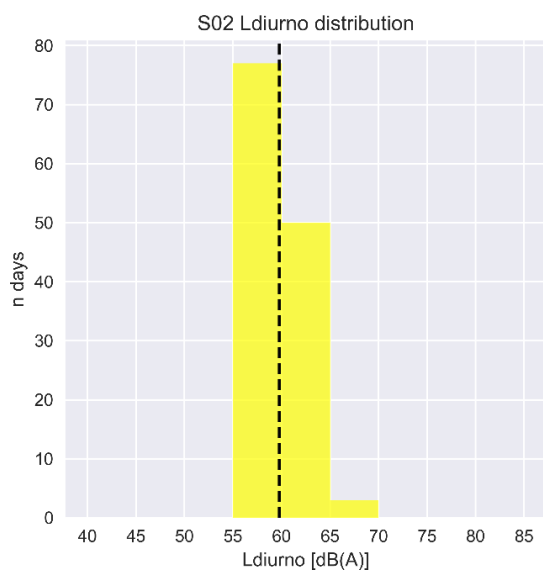
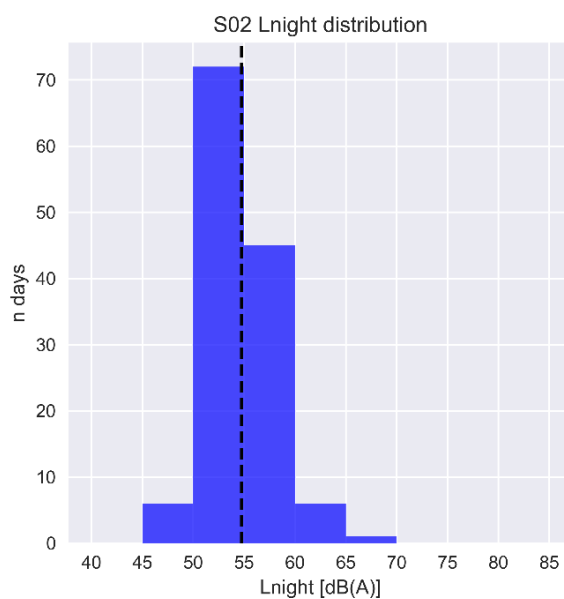
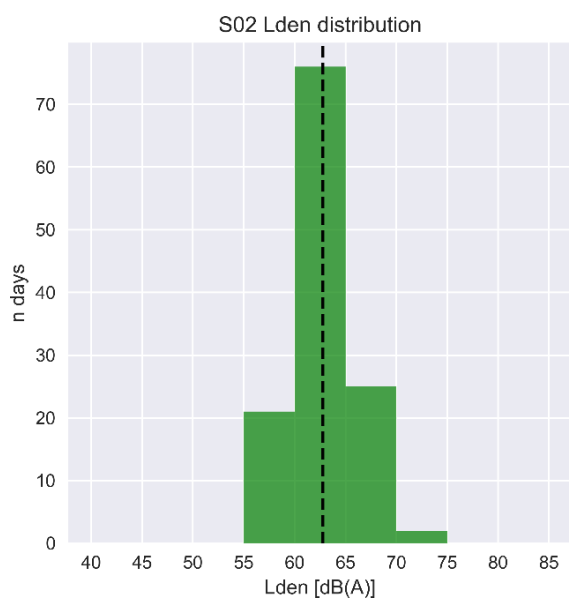
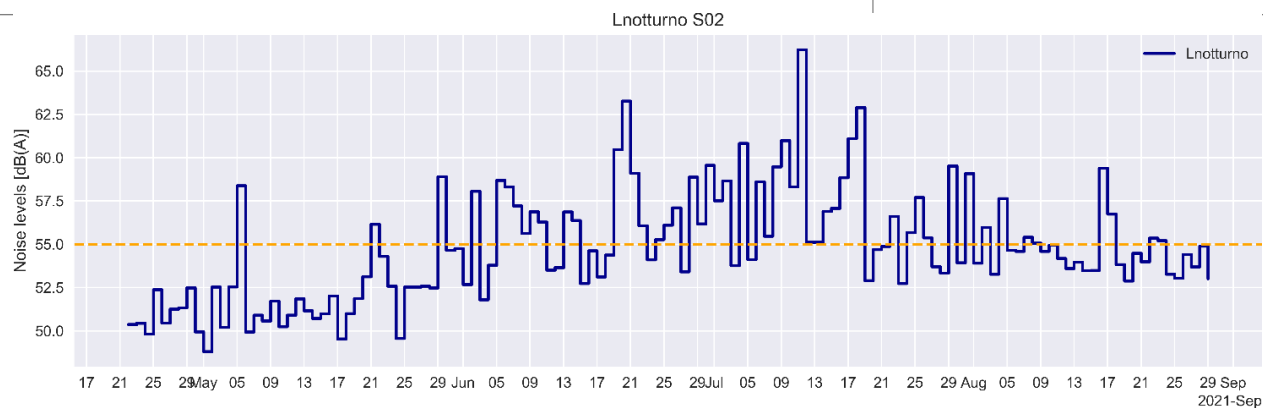


Lday S02



Ldiurno S02





Unité de contrôle S03

L'unité de contrôle S03 est installée dans la zone portuaire de Cagliari, au-dessus du toit du bar "Demuro Caffè", à une distance inférieure à 100 mètres du point d'approche le plus proche de la jetée de Savoie. Dans cette zone, les principales sources sonores sont constituées par les navires qui s'approchent, qui, tant pendant les opérations de chargement et de déchargement que pour l'entretien et l'exploitation ordinaires, émettent des niveaux sonores importants. L'autre source sonore qui caractérise la zone portuaire est le mouvement des moyens de transport, notamment des poids lourds, qui passent à proximité de la station de mesure.

L'indicateur de bruit L_{den} était en moyenne de 65,1 dB(A) au cours de la période considérée. Les niveaux moyens diurnes sont conformes à la limite d'immission, avec une valeur de 63,1 dB(A) sur la période d'analyse, bien que l'on puisse observer quelques dépassements quotidiens. La nuit, en plus des dépassements quotidiens, le niveau moyen de 55,6 dB(A) est supérieur à la limite d'immission applicable. Une analyse plus détaillée des niveaux de bruit mesurés en liaison avec le stationnement des navires est présentée ci-dessous..



Figure 15: Unité de contrôle S03

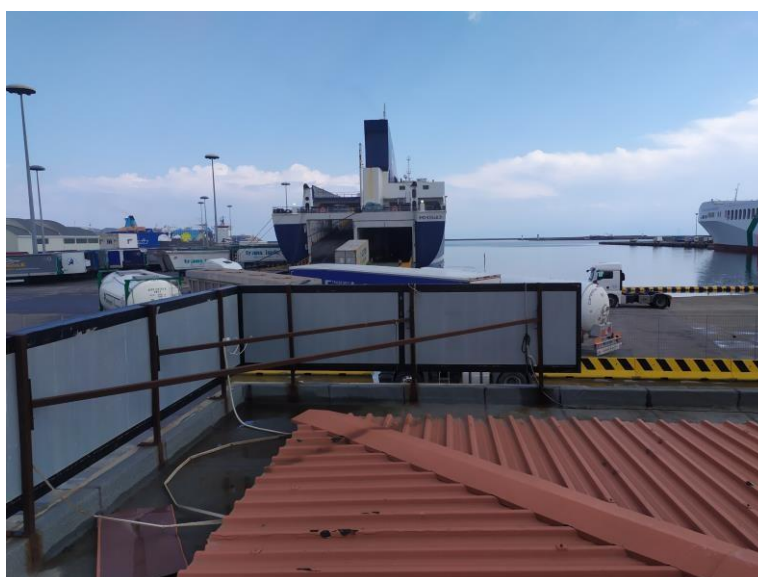
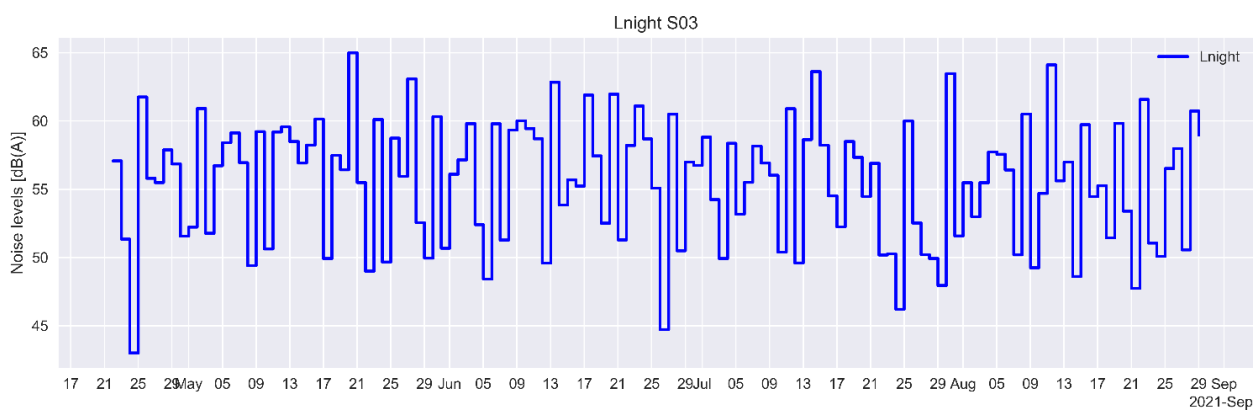
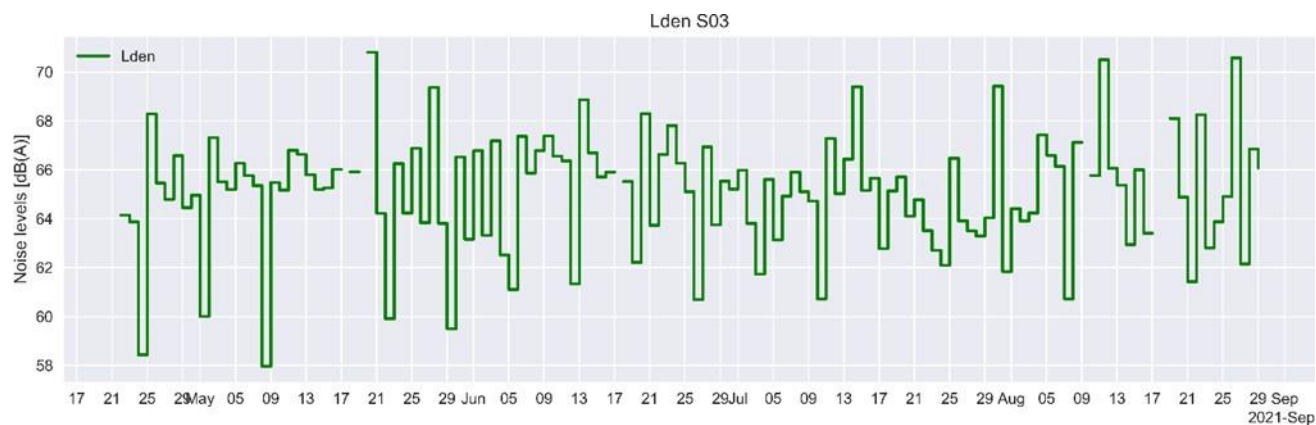
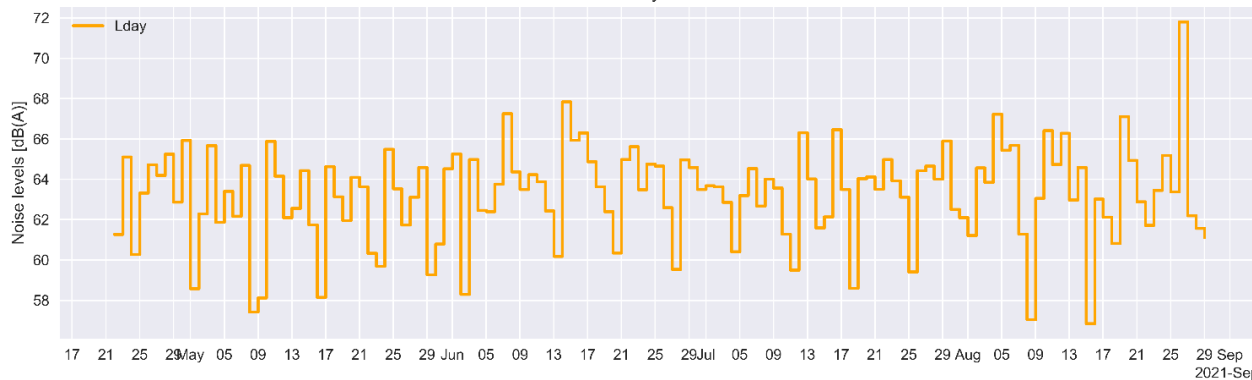


Figure 16: Unité de contrôle S03, vue sur le Molo Sabauda.



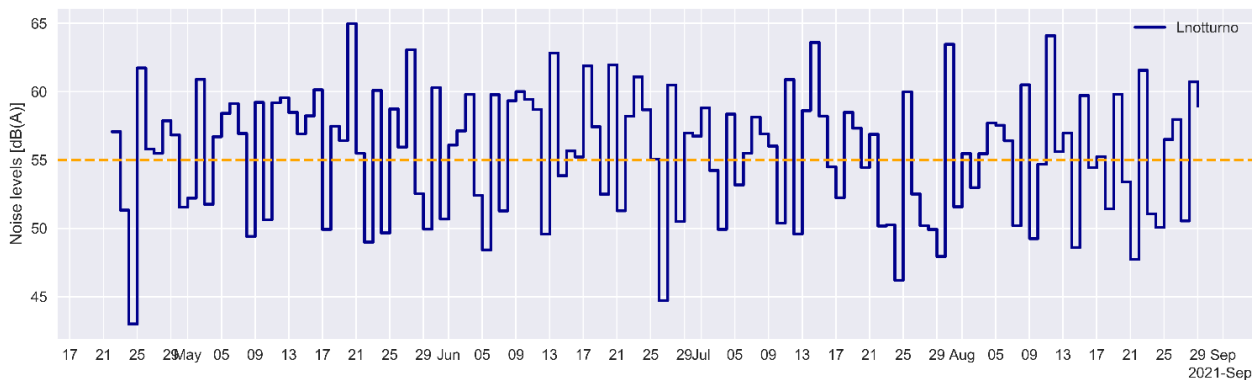
Lday S03

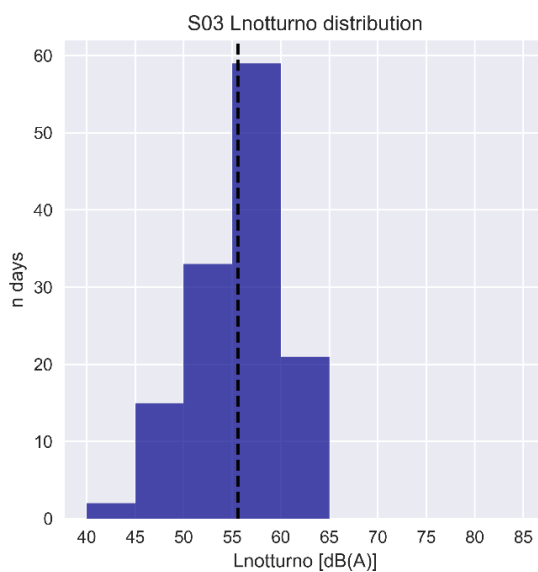
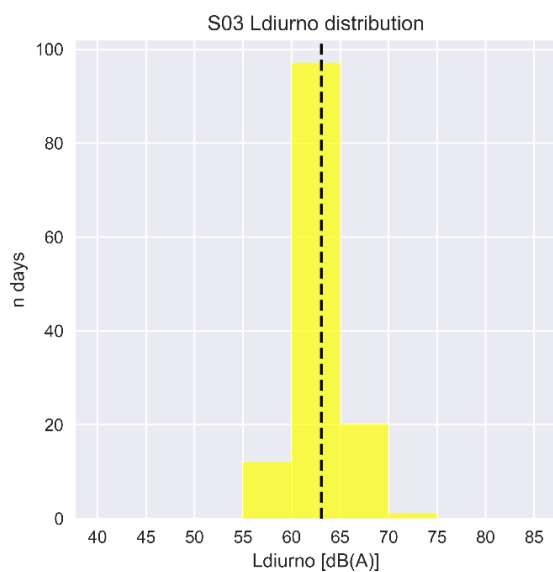
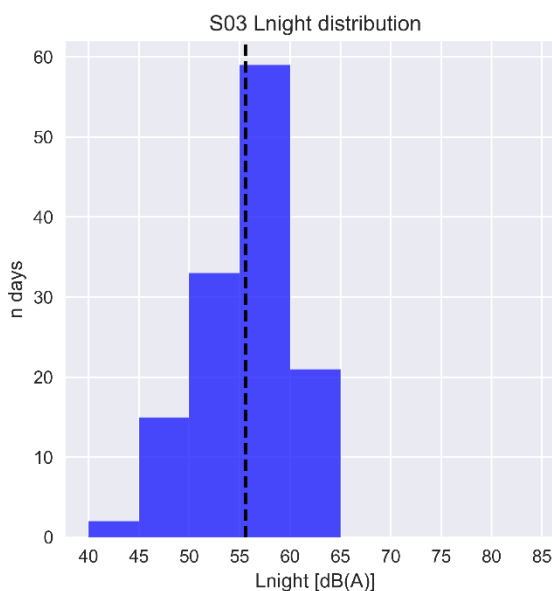
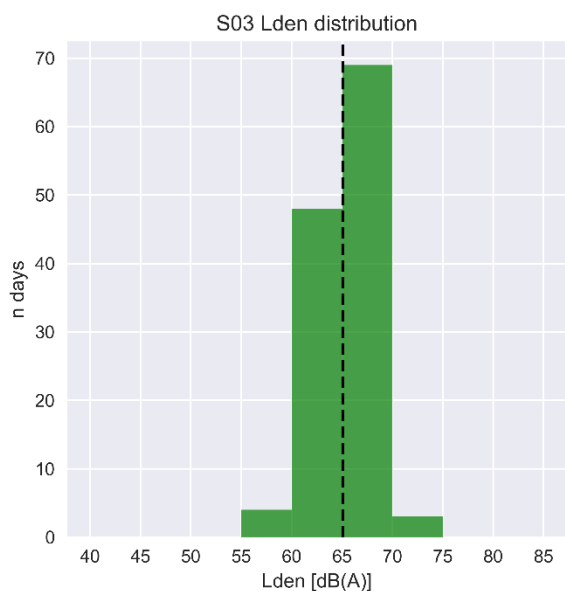


Ldiurno S03



Lnotturno S03





Unité de contrôle S04

L'unité de contrôle S04 est installée dans la zone portuaire, à l'atelier ADSP sur le Molo Sabaudo, et est située à une distance d'environ 70 mètres du point d'amarrage le plus proche, et à environ 150 mètres de l'unité de contrôle S03. Les sources sonores caractéristiques sont les mêmes que celles de l'unité de contrôle S03, c'est-à-dire le mouvement des véhicules dans la zone portuaire et les activités liées à l'accostage des navires.

Le niveau diurne moyen est égal à 62,5 dB (A), inférieur à la valeur limite d'émission, et approximativement égal au niveau mesuré par l'unité de contrôle S02, compte tenu des marges d'incertitude.

Le niveau nocturne moyen sur la période d'analyse suppose une valeur de 54.7 dB (A), égale au limit d'immission de nuit, donc des dépassements quotidiens de cette limite sont observés, mais en moyenne sur la période d'analyse la limite est respectée. La valeur moyenne de l'indicateur acoustique Lden suppose une valeur moyenne égale à 64.5 dB(A).



Figure 17 : Unité de contrôle S04 à l'atelier ADSP, à droite mesures de test de configuration.



Interreg



UNIONE EUROPEA



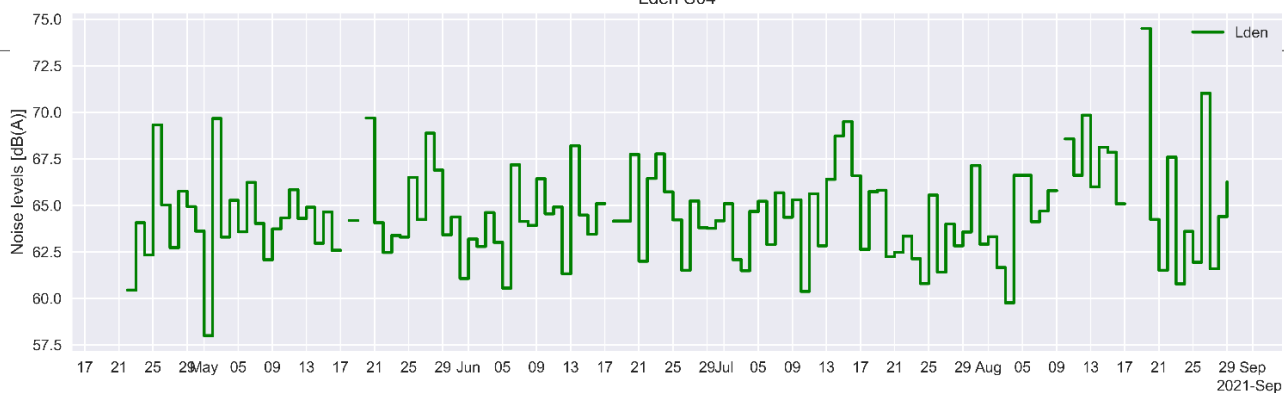
MONACUMEN

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

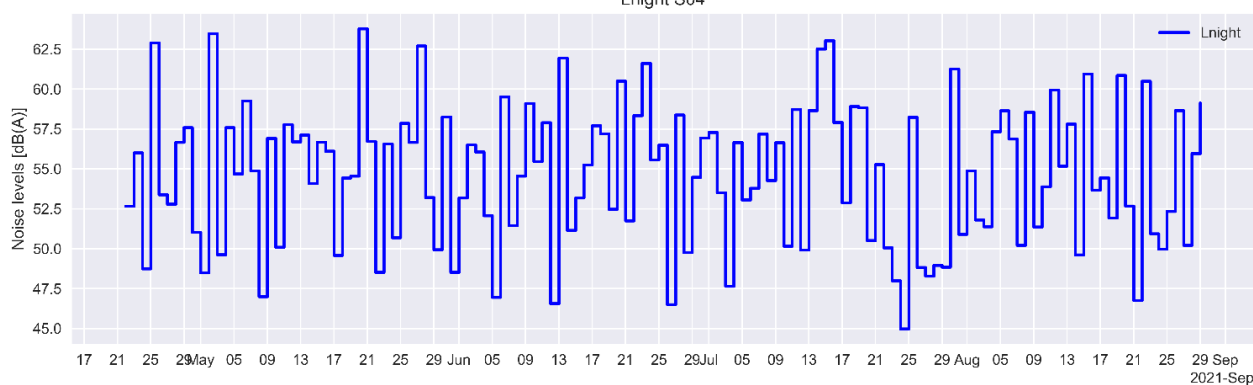
La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal

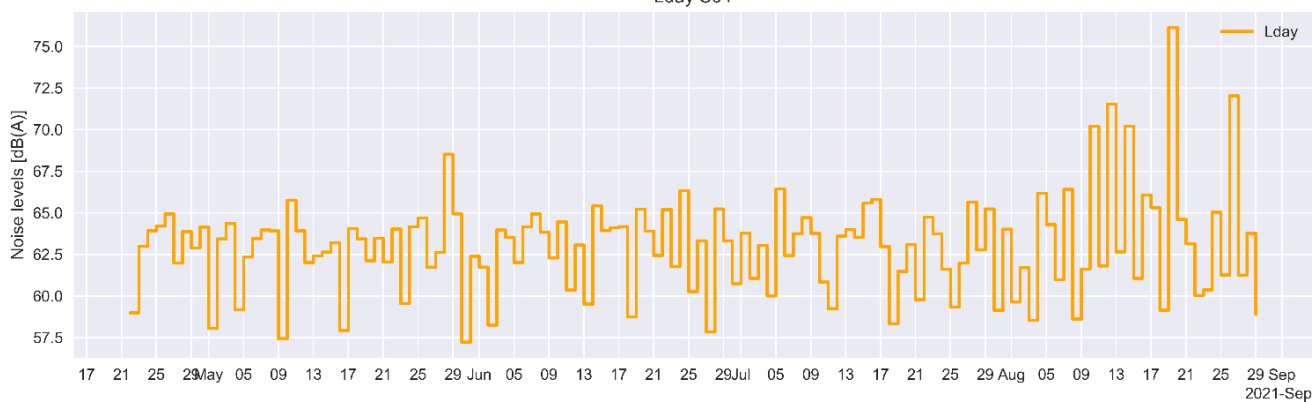
Lden S04



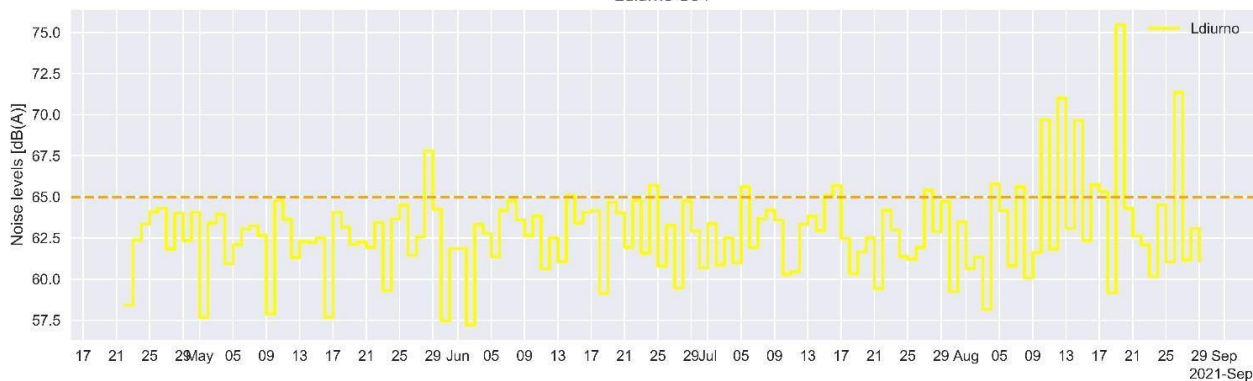
Lnight S04

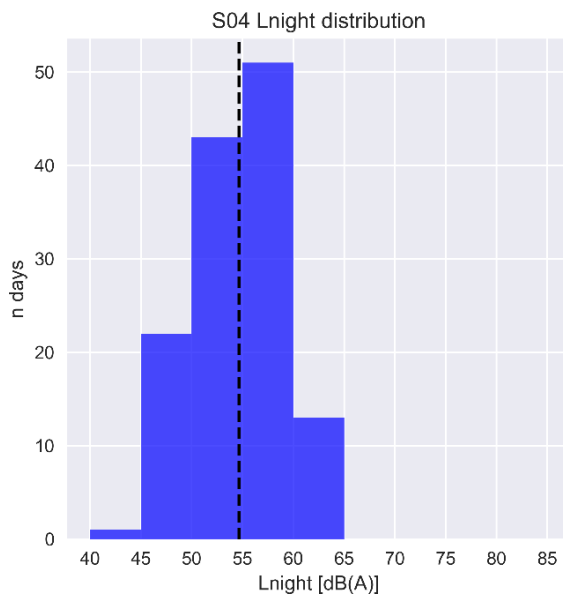
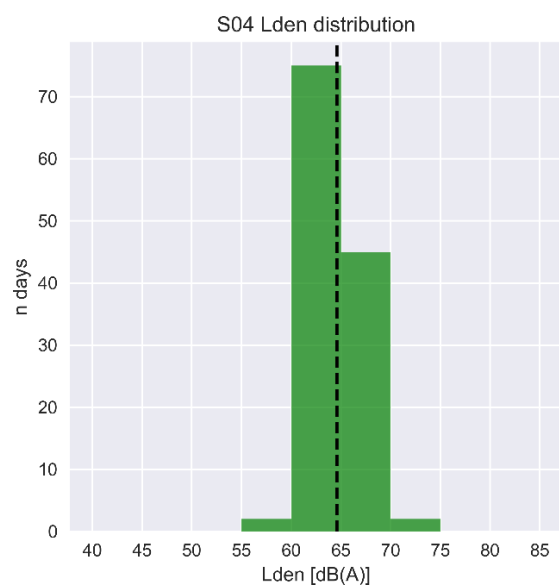
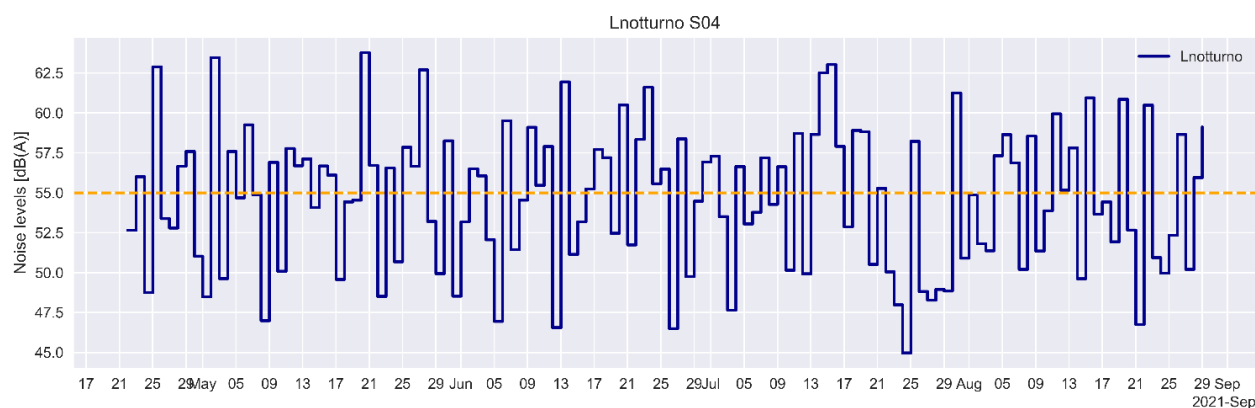


Lday S04



Ldiurno S04







Interreg

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



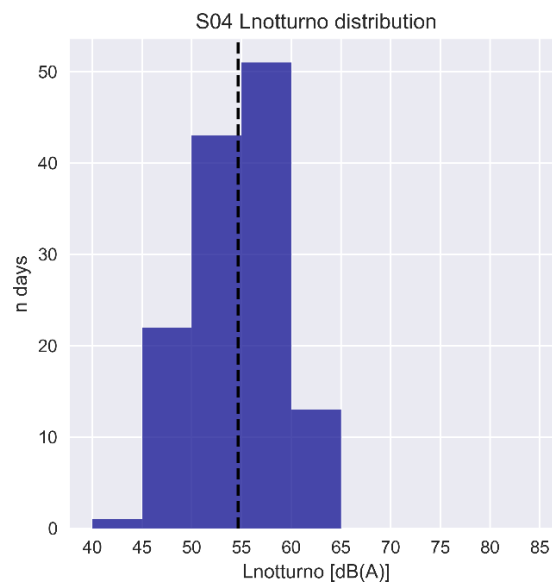
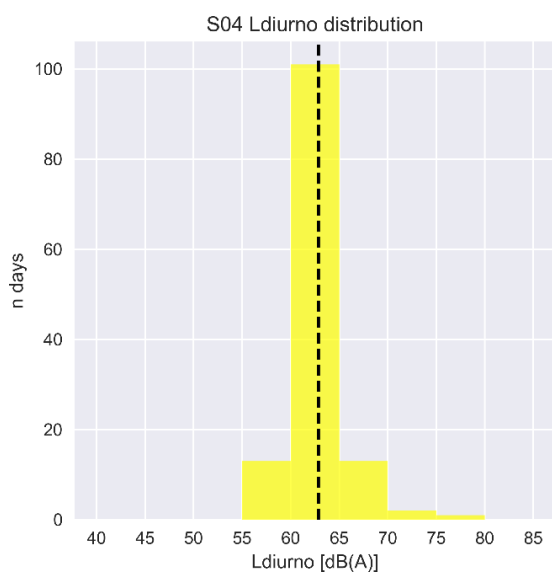
UNIONE EUROPEA



MONACUMEN

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Comparaison des niveaux moyens

Ce paragraphe présente les moyennes et les écarts types relatifs des indicateurs acoustiques L_{den} , L_{night} , L_{diurno} , $L_{nighturno}$ pour les quatre unités de contrôle du réseau de surveillance. De la comparaison des valeurs moyennes, on observe que les niveaux les plus élevés se trouvent à l'unité de contrôle S01, installée au-dessus du siège de l'Autorité portuaire de la mer de Sardaigne, où à la fois le trafic routier de la Via Riva en face di Ponente et les activités de la zone portuaire voisine.

L'unité de contrôle S02, installée au Conseil régional de Sardaigne, mesure presque uniquement le bruit de la route et aucun dépassement des limites d'émission n'est observé en moyenne de jour comme de nuit.

Les centrales S03 et S04 installées dans la zone portuaire présentent des niveaux sonores similaires, compatibles dans les marges d'incertitude.

Pendant la journée, les unités de surveillance ne dépassent pas la limite d'immission pendant la période concernée, bien que des dépassements quotidiens puissent être observés, à l'exception de l'unité de surveillance S01, où une valeur supérieure à la valeur limite d'immission de 65 dB(A) a été enregistrée. En revanche, pendant la période nocturne, les niveaux moyens mesurés aux stations S01 et S03 dépassent la valeur limite d'immission de 55 dB(A), tandis que les niveaux moyens des deux autres stations sont légèrement inférieurs à la limite, avec une probabilité quotidienne de dépassement d'environ 50%.

Tableau 4: Niveaux moyens des indicateurs acoustiques sur la période d'analyse

Indicateur	Unité de contrôle	Moyenne	Dev. Std.	Indicateur	Unité de contrôle	Moyenne	Dev. Std.
L_{diurno}	S01	65.6	4.5	L_{den}	S01	67.8	4.4
	S02	59.8	2.3		S02	62.7	2.7
	S03	63.1	2.2		S03	65.1	2.4
	S04	62.8	2.7		S04	64.6	2.5



Interreg



UNIONE EUROPEA



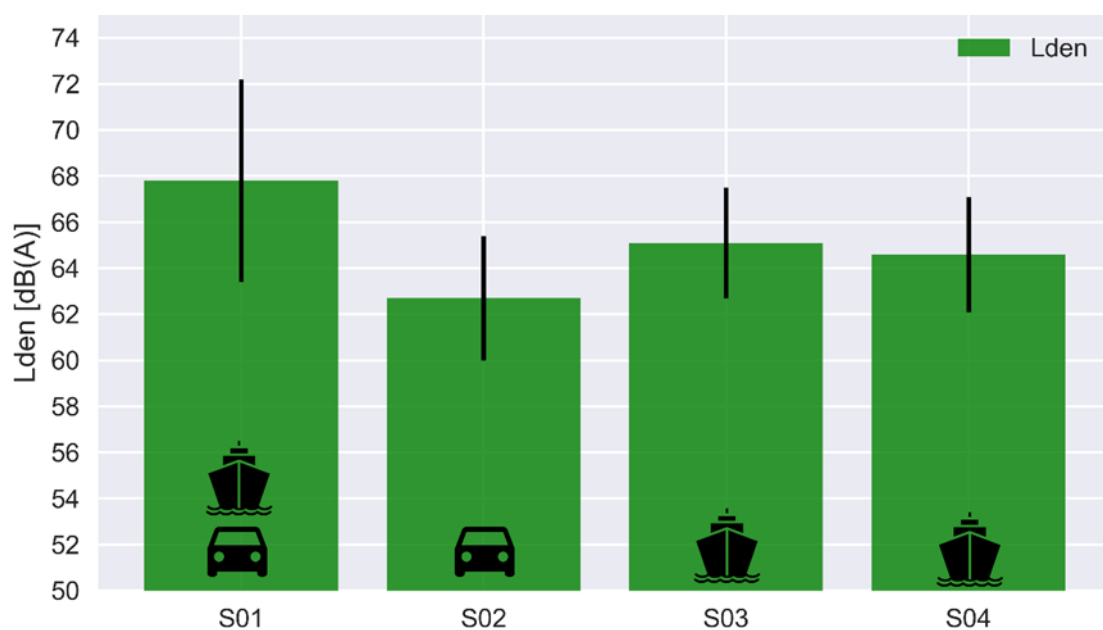
MONACUMEN

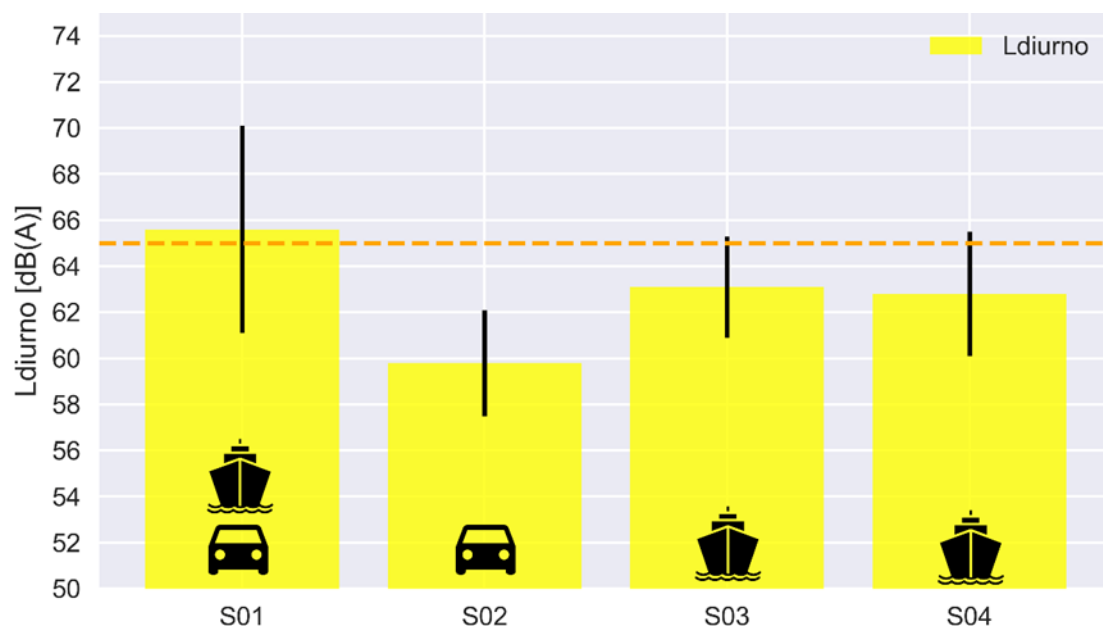
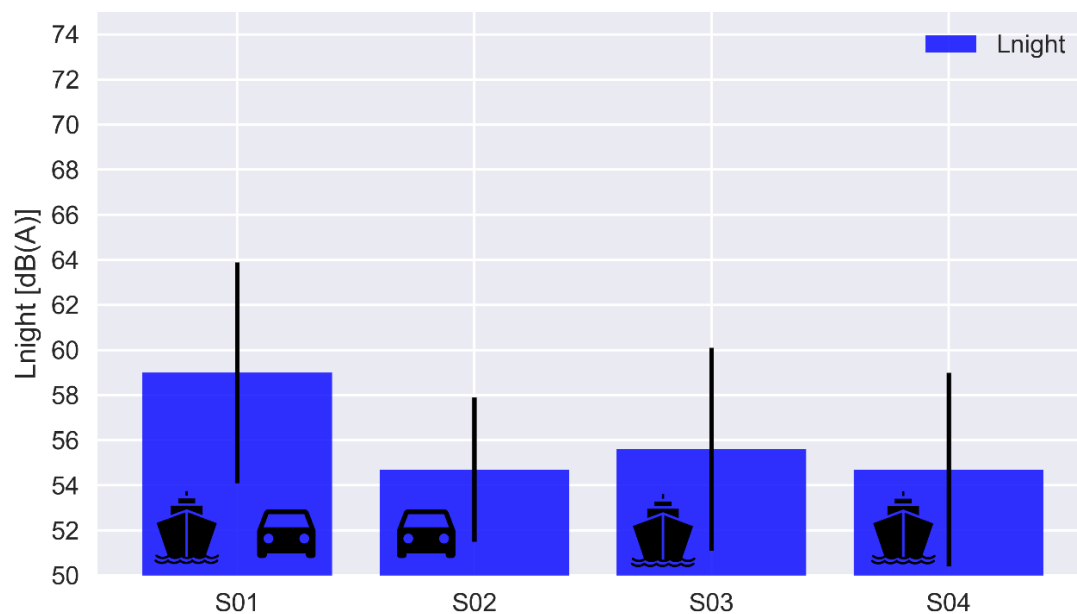
MARITTIMO-IT FR-MARITIME

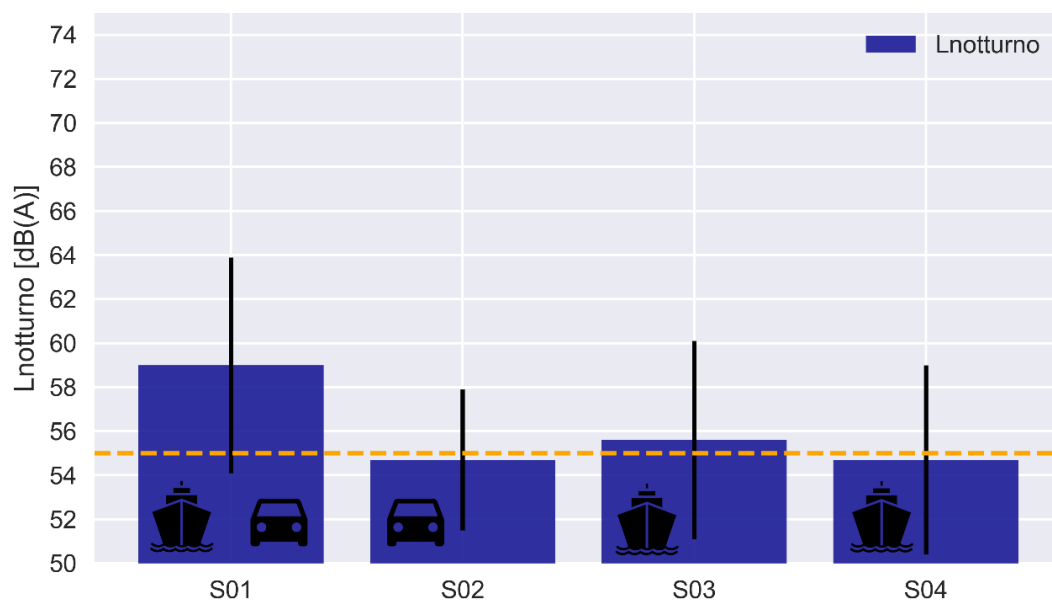
La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

L n o t t u r n o	S 0 1	59.0	4.9	L n i g h t	S 0 1	59.0	4.9
	S 0 2	54.7	3.2		S 0 2	54.7	3.2
	S 0 3	55.6	4.5		S 0 3	55.6	4.5
	S 0 4	54.7	4.3		S 0 4	54.7	4.3







Phénomènes mis en évidence pendant la période d'observation

Afin d'effectuer une analyse comparative des niveaux sonores mesurés par chaque unité de surveillance avec les sources présentes dans la zone portuaire, on a identifié des événements caractéristiques qui sont vraisemblablement dus à l'arrivée, au stationnement et au départ des grands navires. Le réseau de surveillance acquiert et mémorise sur la plateforme web les niveaux sonores avec une base temporelle de 100 millisecondes, et permet donc de rechercher et d'analyser les événements impulsifs et tonals selon le décret ministériel 16/03/1998, ainsi que d'observer les tendances des historiques temporels des niveaux mesurés, en utilisant le logiciel dbTrait.

La première phase d'analyse concernant le stationnement des navires pendant les deux premiers mois de fonctionnement du réseau de surveillance a montré que la présence d'événements impulsifs ou la présence de composantes tonales clairement évidentes n'étaient pas particulièrement fréquentes. Ensuite, les niveaux sonores pendant le stationnement des navires ont été analysés afin d'étudier une éventuelle corrélation entre le bruit mesuré et les positions d'accostage sur les différents quais du port de Cagliari.

Stationnement de navires

En observant les tendances hebdomadaires et quotidiennes des niveaux sonores mesurés, agrégées sur des périodes de 10 minutes ou d'une heure, par rapport aux heures de départ et d'arrivée fournies par l'Autorité portuaire de la mer de Sardaigne, il a été possible d'identifier un éventuel stationnement des navires, caractérisé par une montée quasi stationnaire du bruit de fond aux heures qui s'approchent.



Figure 18 : Exemple de tendance hebdomadaire des niveaux sonores pour la centrale S03

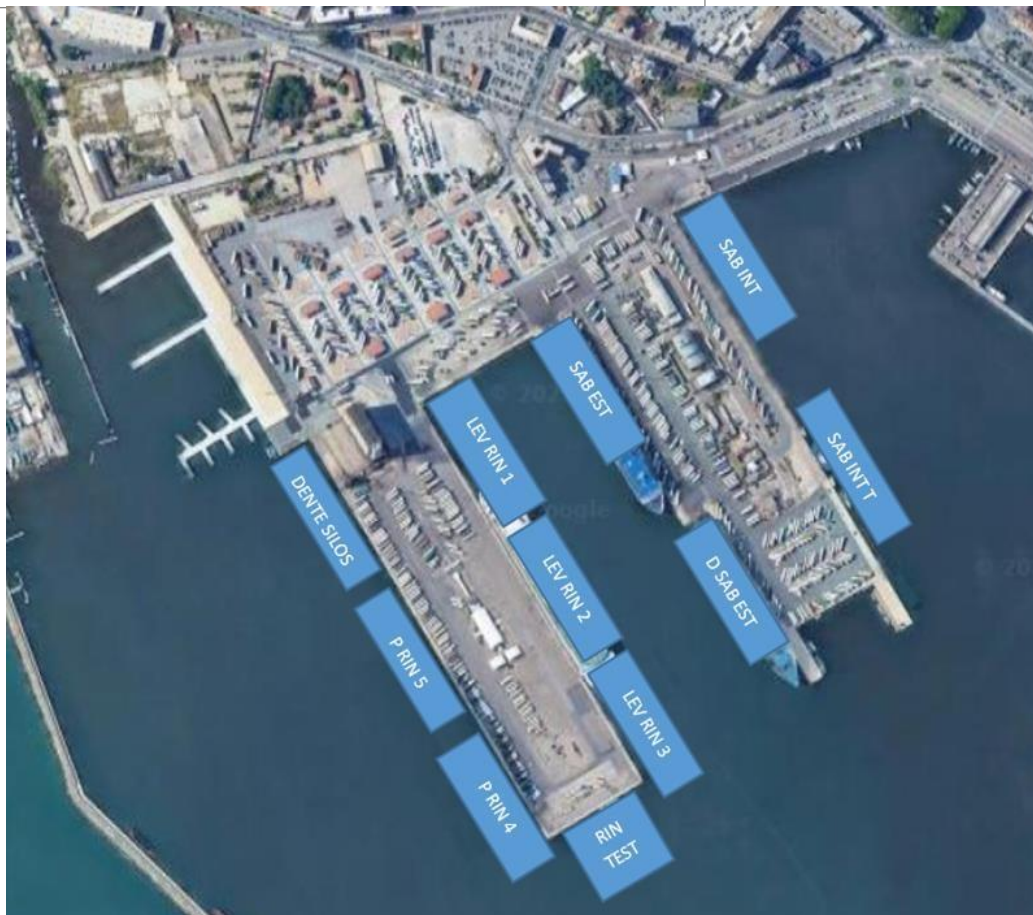


Figure 19 : Quais du port de Cagliari pour les grands navires.

Tableau 5 : Positions d'amarrage pour Molo Sabaudo et Molo Rinascita

Molo Sabaudo	Lat e Lng	note
SAB.INT.	39.2127573634436, 9.107526782246708	molo sabaudo levante, radice
SAB.INT.T	39.21101672716663, 9.108834413903553	molo
DENTE SAB.EST.	39.20964195624169, 9.10780748021029	molo sabaudo ponente, dente
SAB.EST.	39.21127021459336, 9.106168810806379	molo sabaudo ponente, radice
Molo Rinascita	Lat e Lng	note
LEV.RIN.1	39.21124011817251, 9.104341419431828	molo rinascita levante, radice
LEV.RIN.2	39.20972129007997, 9.105506423600525	molo rinascita levante, centro
LEV.RIN.3	39.20865731866693, 9.106280239727234	molo
T.RIN.	39.20744637027828, 9.106120924646298	molo levante testata
P.RIN.4	39.20820992899379, 9.104725420369522	molo rinascita levante, centro
P.RIN.5	39.20923055031042, 9.103850301945984	molo
DENTE SILOS	39.21055186012233, 9.102780903094505	molo rinascita ponente, radice



Interreg

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



UNIONE EUROPEA



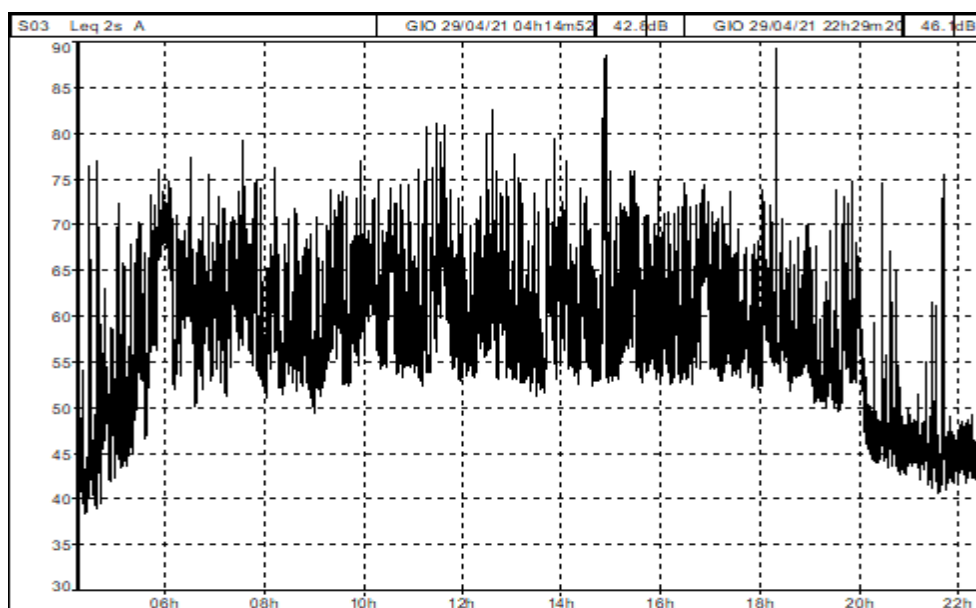
MONACUMEN

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Les histoires temporelles suivantes représentent le stationnement présumé d'un navire. A partir des données fournies par l'Autorité Portuaire, nous pouvons identifier l'événement avec le stationnement du ferry MOBY OTTA à la jetée Savoy Est.

Les unités de contrôle S04 et S03 ont toutes deux enregistré le stationnement du bateau. Des composants impulsifs ont été enregistrés par l'unité de contrôle S03, étant donné que l'unité de contrôle S03 est installée sur le toit du bar Demuro près de la trappe d'embarquement et de débarquement du véhicule du navire, il est plausible que le bruit impulsif soit dû à l'embarquement et opérations de débarquement.



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210429_000000_000000.cmg
Ubicazione	S03
Sorgente	Nave
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	29/04/21 00:00:00:000
Fine	30/04/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	250
Frequenza di ripetizione	10,4 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	3,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA



Interreg

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



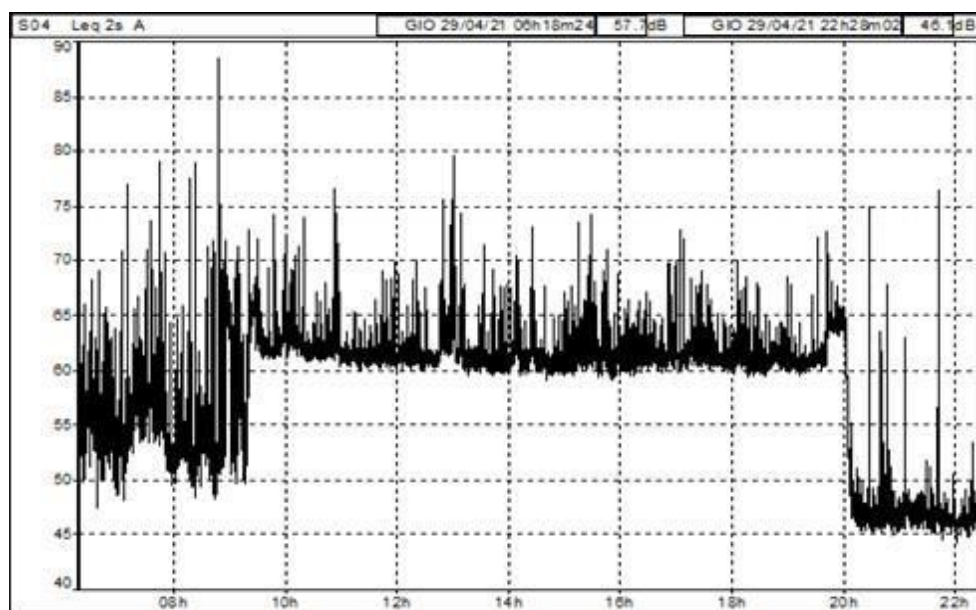
UNIONE EUROPEA



MONACUMEN

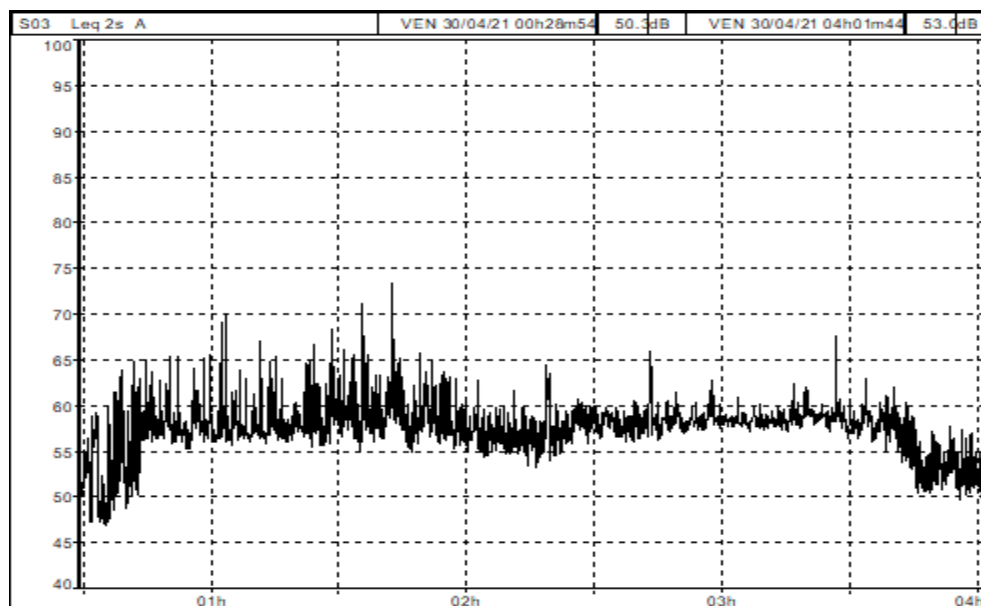
La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210429_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	1
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	29/04/21 00:00:00:000
Fine	30/04/21 00:00:00:100
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	41
Frequenza di ripetizione	1,7 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Les historiques suivants représentent le stationnement présumé d'un navire, à partir des données fournies par l'autorité portuaire il n'a pas été possible d'identifier le navire avec certitude car les heures d'allumage et d'extinction de la source ne correspondent pas exactement aux arrivées ou aux départs. S04 et S03 ont tous deux enregistré la position du navire.



Decreto 16 marzo 1998					
File	20210430_000000_000000.cmg				
Ubicazione	S03				
Sorgente	Nave1				
Tipo dati	Leq				
Pesatura	A				
Inizio	30/04/21 00:00:00:000				
Fine	01/05/21 00:00:00:000				
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)				
Componenti impulsive					
Conteggio impulsi	23				
Frequenza di ripetizione	0,9 impulsi / ora				
Ripetibilità autorizzata	10				
Fattore correttivo KI	0,0 dBA				
Componenti tonali					
Frequenza	Livello	Differenza	Isofonica	Altre isofoniche	Tocca ?
50Hz	44,1 dB	6,1 dB / 12,9 dB	8,3 dB	39,4 dB	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA				



Interreg



UNIONE EUROPEA

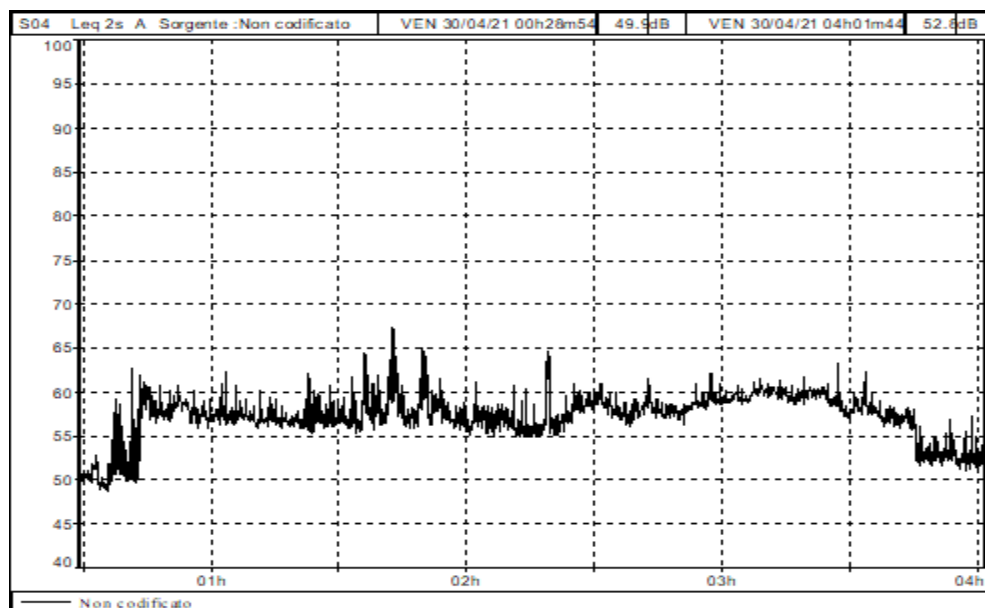


MONACUMEN

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

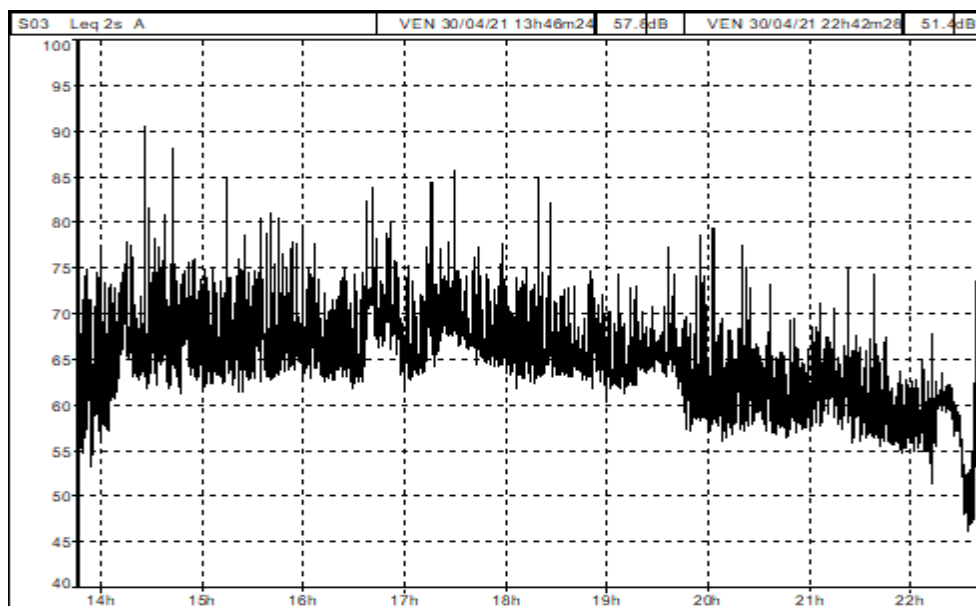
Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210430_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave1
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	30/04/21 00:00:00:000
Fine	30/04/21 23:59:59:900
Tempo di riferimento	Notturmo (tra le h 22:00 e le h 6:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	3
Frequenza di ripetizione	0,1 impulsi / ora
Ripetività autorizzata	2 impulsi / ora
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Les historiques temporels suivants représentent le stationnement présumé d'un navire. D'après les données fournies par l'autorité portuaire, nous pouvons supposer qu'il s'agit du E/C VENEZIA stationné à la jetée Sabaudo Est. S04 et S03 ont tous deux enregistré la position du navire.

S03



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210430_000000_000000.cmg
Ubicazione	S03
Sorgente	Nave2
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	30/04/21 00:00:00:000
Fine	01/05/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	28
Frequenza di ripetizione	1,1 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA



Interreg

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



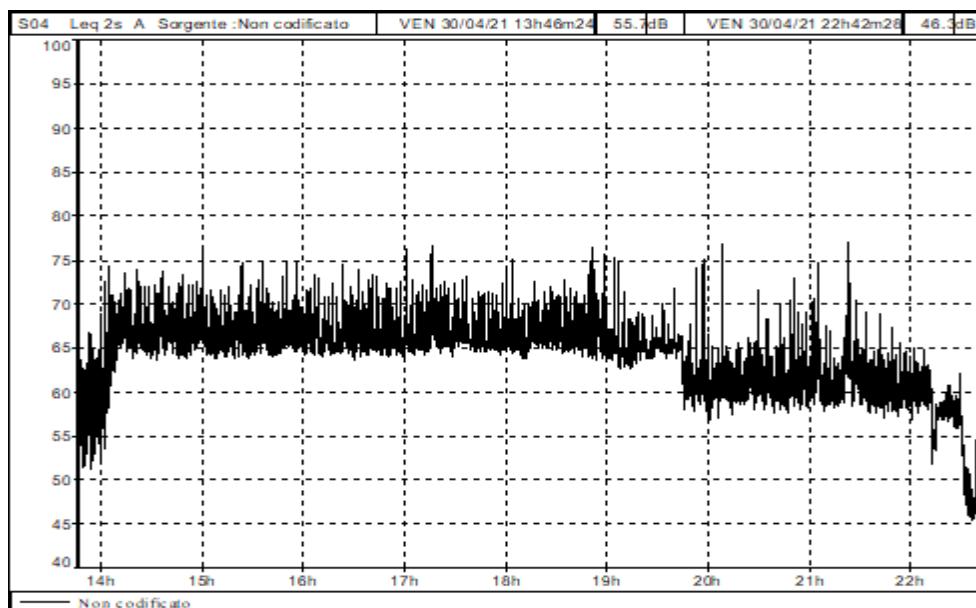
UNIONE EUROPEA



MONACUMEN

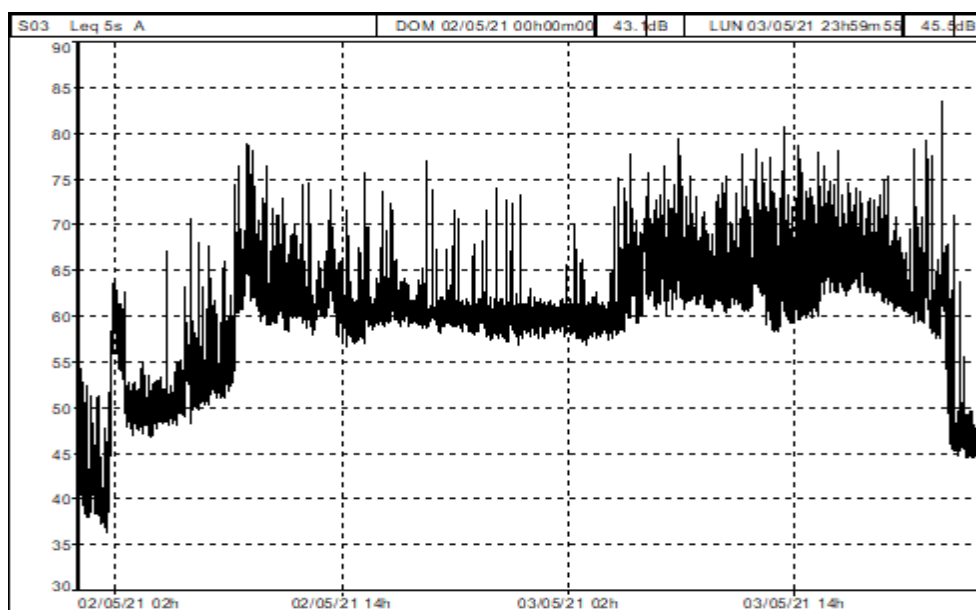
La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

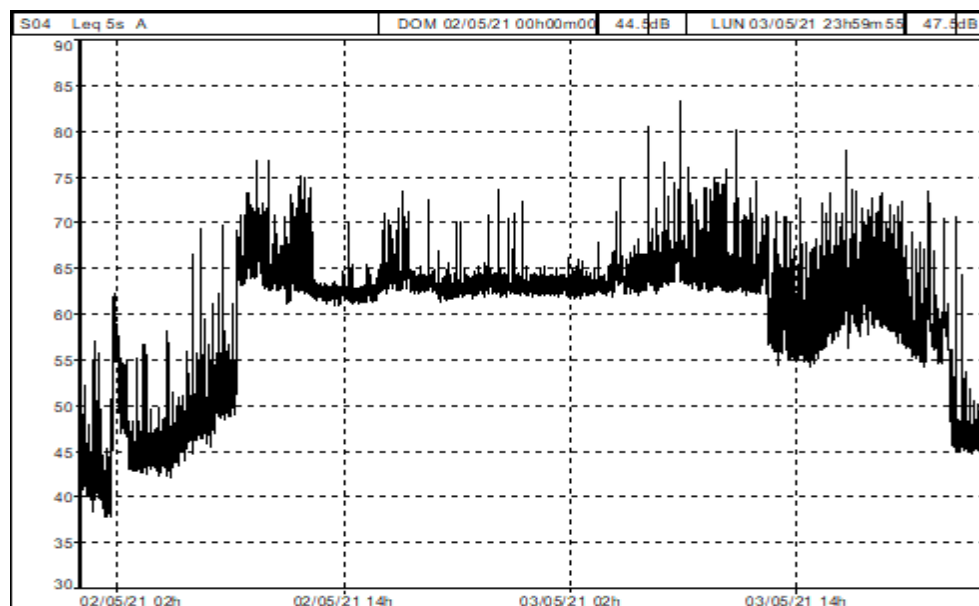


Decreto 16 marzo 1998	
File	20210430_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave2
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	30/04/21 00:00:00:000
Fine	30/04/21 23:59:59:900
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	1
Frequenza di ripetizione	0,0 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Les historiques temporels suivants représentent le stationnement présumé d'un navire. D'après les données fournies par l'autorité portuaire, nous pouvons supposer que le navire est le E. MARINO stationné à Pier Sabauda Int. S03 et S04 ont tous deux enregistré le stationnement du navire.

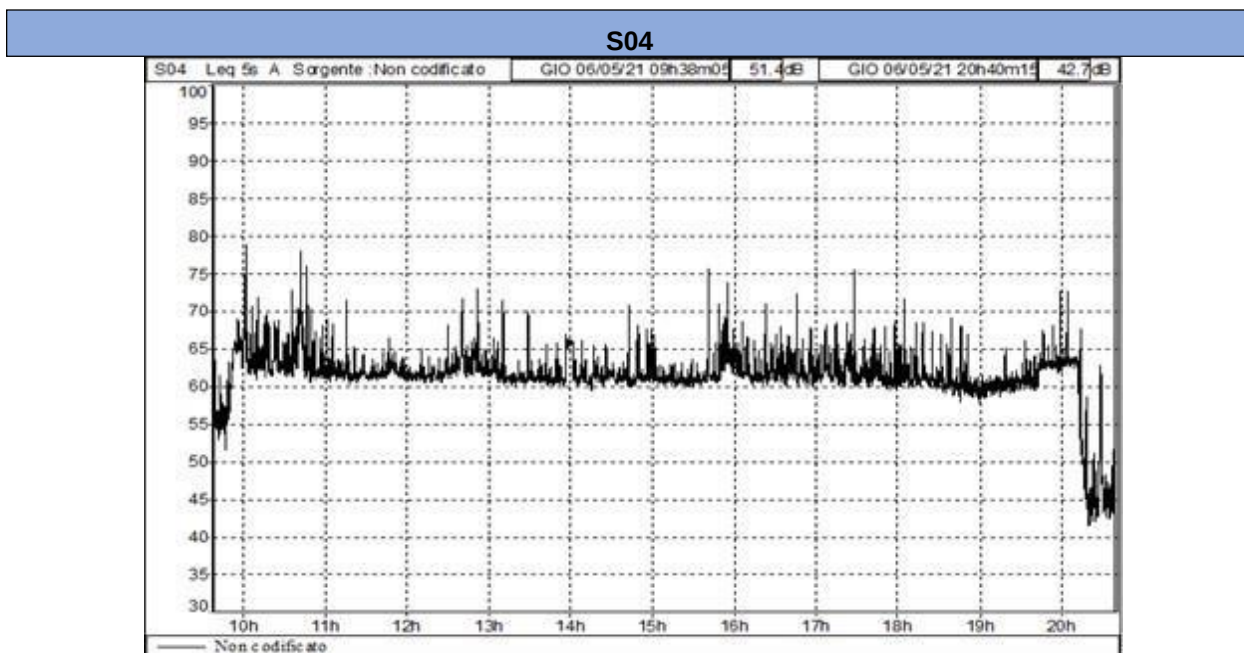


Decreto 16 marzo 1998	
File	20210502_000000_000000.cmg
Ubicazione	S03
Sorgente	Nave
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	02/05/21 00:00:00:000
Fine	04/05/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	100
Frequenza di ripetizione	2,0 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA



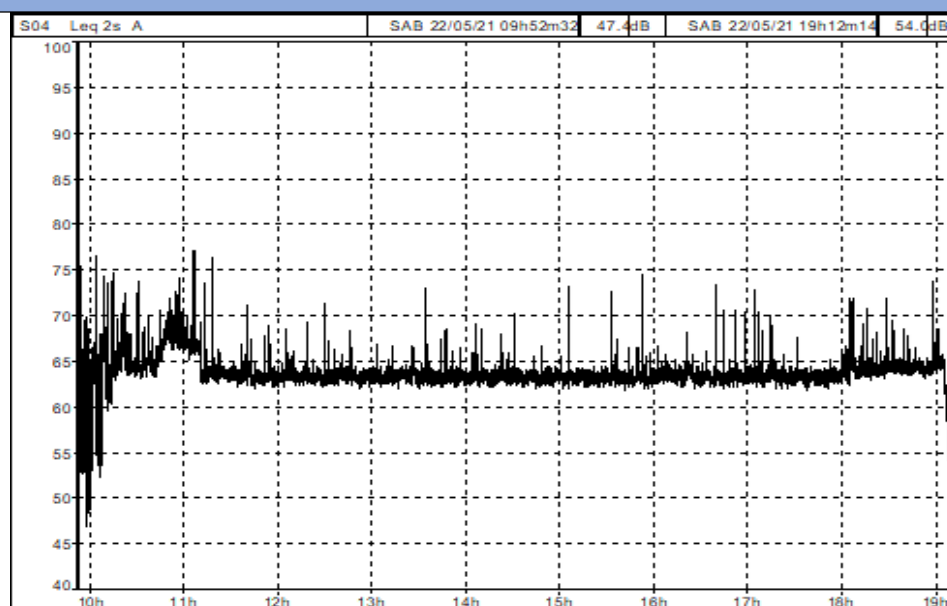
Decreto 16 marzo 1998					
File	20210502_000000_000000.cmg				
Ubicazione	S04				
Sorgente	Nave				
Tipo dati	Leq				
Pesatura	A				
Inizio	02/05/21 00:00:00:000				
Fine	04/05/21 00:00:00:000				
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 8:00 e le h 22:00)				
Componenti impulsive					
Conteggio impulsi	0				
Frequenza di ripetizione	0,0 impulsi / ora				
Ripetibilità autorizzata	10				
Fattore correttivo KI	0,0 dBA				
Componenti tonali					
Frequenza	Livello	Differenza	Isofonica	Altre isofoniche	Tocca ?
31,5Hz	41,6 dB	9,3 dB / 8,5 dB	4,2 dB	53,2 dB	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA				

Les historiques temporels suivants représentent le stationnement présumé d'un navire. D'après les données fournies par l'autorité portuaire, nous pouvons supposer qu'il s'agit du MOBY OTTA stationné à la jetée Sabaudo East. Seules l'unité de contrôle et la S04 ont enregistré la position du navire.



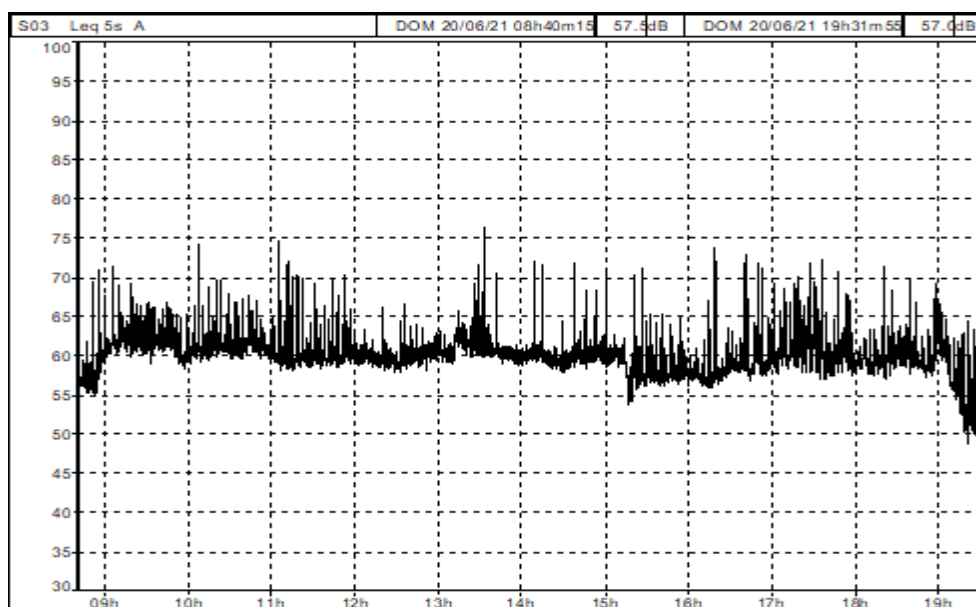
Decreto 16 marzo 1998	
File	20210506_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	2
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	06/05/21 00:00:00:000
Fine	07/05/21 23:59:59:900
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	0
Frequenza di ripetizione	0,0 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Les historiques temporels suivants représentent le stationnement présumé d'un navire. D'après les données fournies par l'autorité portuaire, nous pouvons supposer qu'il s'agit du MOBY OTTA stationné à la jetée Sabaudo East. Seules l'unité de contrôle et la S04 ont enregistré la position du navire.



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210522_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	22/05/21 00:00:00:000
Fine	23/05/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	36
Frequenza di ripetizione	1,5 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Les historiques temporels suivants représentent le stationnement présumé d'un navire. D'après les données fournies par l'autorité portuaire, nous pouvons supposer qu'il s'agit du MOBY OTTA stationné à la jetée Sabaudo East. S03 et S04 ont tous deux enregistré la position du navire. La station S04 a enregistré une composante sonore de 200 Hz due aux moteurs installés sur le navire stationnaire.



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210820_000000_000000.cmg
Ubicazione	S03
Sorgente	Nave1
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	20/06/21 00:00:00:000
Fine	22/06/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	32
Frequenza di ripetizione	0,6 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA



Interreg

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



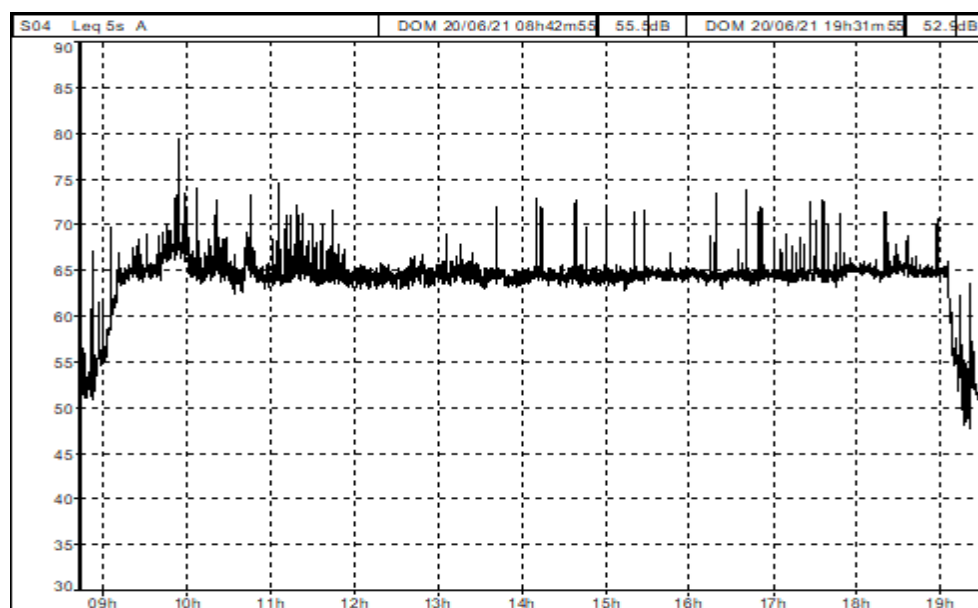
UNIONE EUROPEA



MONACUMEN

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

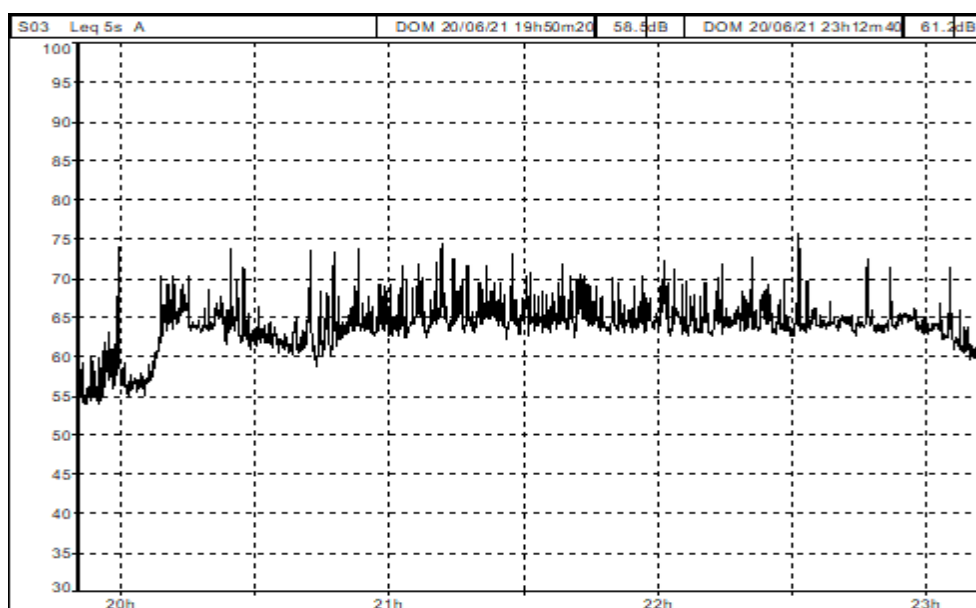


Decreto 16 marzo 1998	
File	20210620_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave1
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	20/06/21 00:00:00:000
Fine	21/06/21 23:59:59:900
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 8:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	5
Frequenza di ripetizione	0,1 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Reconnaissance du ton pur à partir d'une partie de l'historique superposé

Decreto 16 marzo 1998					
File	20210620_000000_000000.cmg				
Ubicazione	S04				
Sorgente	Nave1				
Tipo dati	Leq				
Pesatura	A				
Inizio	20/06/21 00:00:00:000				
Fine	21/06/21 23:59:59:900				
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)				
Componenti impulsive					
Conteggio impulsi	0				
Frequenza di ripetizione	0,0 impulsi / ora				
Ripetibilità autorizzata	10				
Fattore correttivo KI	0,0 dBA				
Componenti tonali					
Frequenza	Livello	Differenza	Isofonica	Altre isofoniche	Tocca ?
200Hz	61,0 dB	7,4 dB / 9,9 dB	62,0 dB	55,3 dB	X
Fattore correttivo KT	3,0 dBA				

Les historiques temporels suivants représentent le stationnement présumé d'un navire. D'après les données fournies par l'autorité portuaire, nous pouvons supposer qu'il s'agit du CORFU stationné à la jetée Est de Sabaudo. S03 et S04 ont tous deux enregistré la position du navire.



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210620_000000_000000.cmg
Ubicazione	S03
Sorgente	Nave2
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	20/06/21 00:00:00:000
Fine	22/06/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	14
Frequenza di ripetizione	0,2 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA



Interreg

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



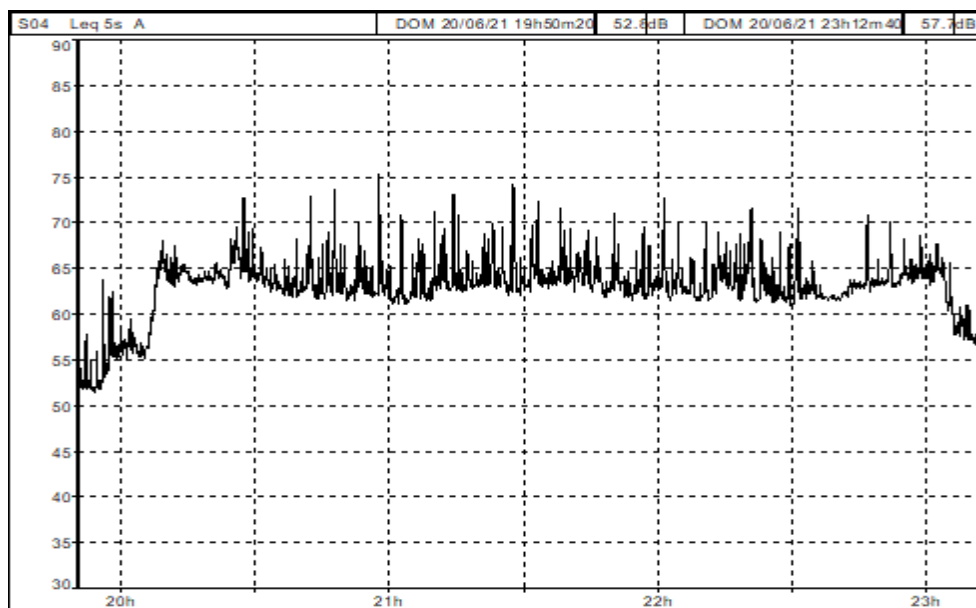
UNIONE EUROPEA



MONACUMEN

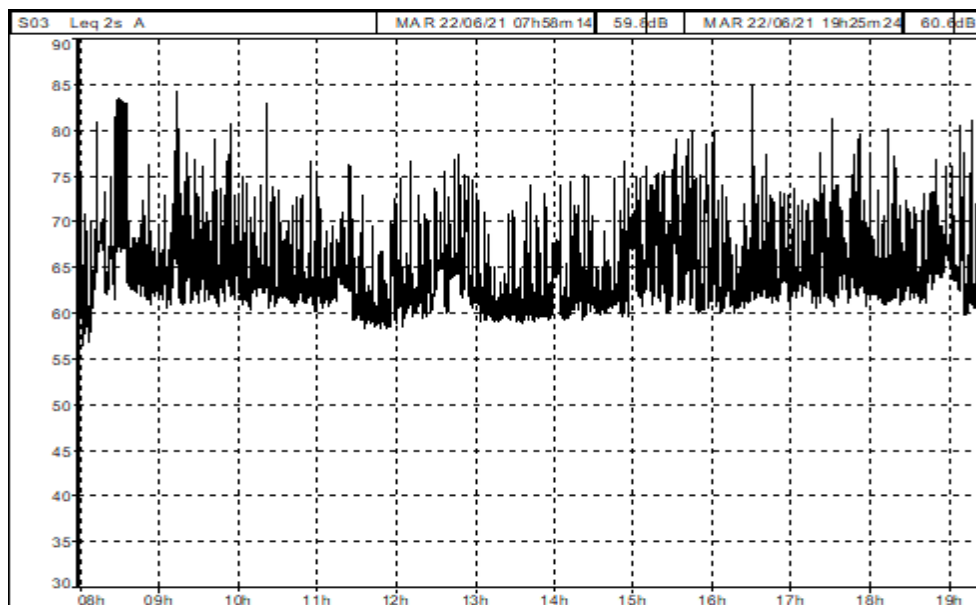
La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210620_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave2
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	20/06/21 00:00:00:000
Fine	21/06/21 23:59:59:900
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	5
Frequenza di ripetizione	0,1 impulsi / ora
Ripetitività autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

es historiques temporels suivants représentent le stationnement présumé d'un navire. D'après les données fournies par l'autorité portuaire, nous pouvons supposer qu'il s'agit du CORFU stationné à la jetée Est de Sabaudo. S03 et S04 ont tous deux enregistré la position du navire.



Decreto 16 marzo 1998						
File	20210622_000000_000000.cmg					
Ubicazione	S03					
Sorgente	Nave					
Tipo dati	Leq					
Pesatura	A					
Inizio	22/06/21 00:00:00:000					
Fine	23/06/21 00:00:00:000					
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)					
Componenti impulsive						
Conteggio impulsi	79					
Frequenza di ripetizione	3,2 impulsi / ora					
Ripetibilità autorizzata	10					
Fattore correttivo KI	0,0 dBA					
Componenti tonali						
Frequenza	Livello	Differenza	Is fonica	Altre isofoniche	Tocca ?	
31.5Hz	39,3 dB	6,1 dB / 5,8 dB	4,2 dB	49,8 dB		
Fattore correttivo KT	0,0 dBA					



Interreg

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



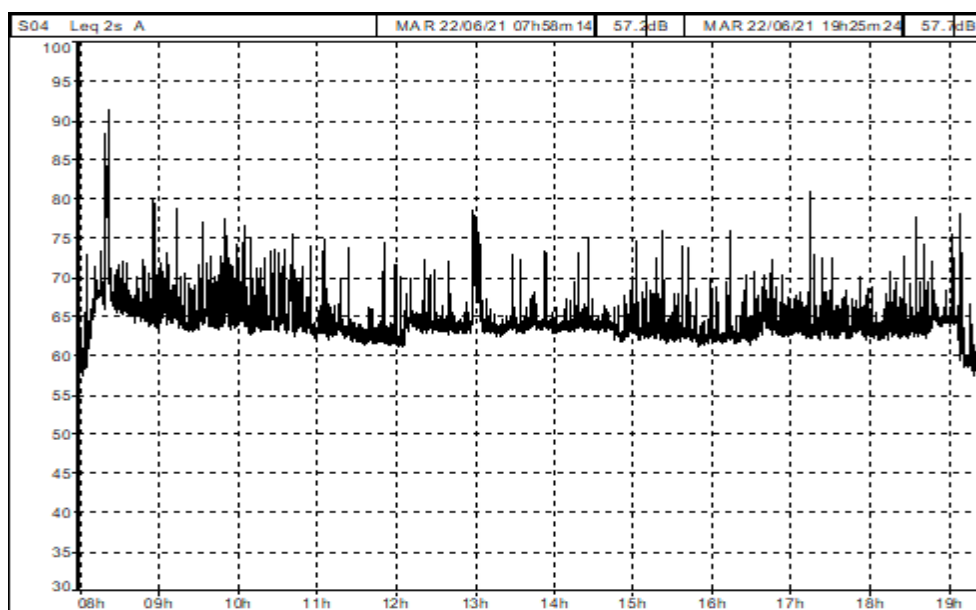
UNIONE EUROPEA



MONACUMEN

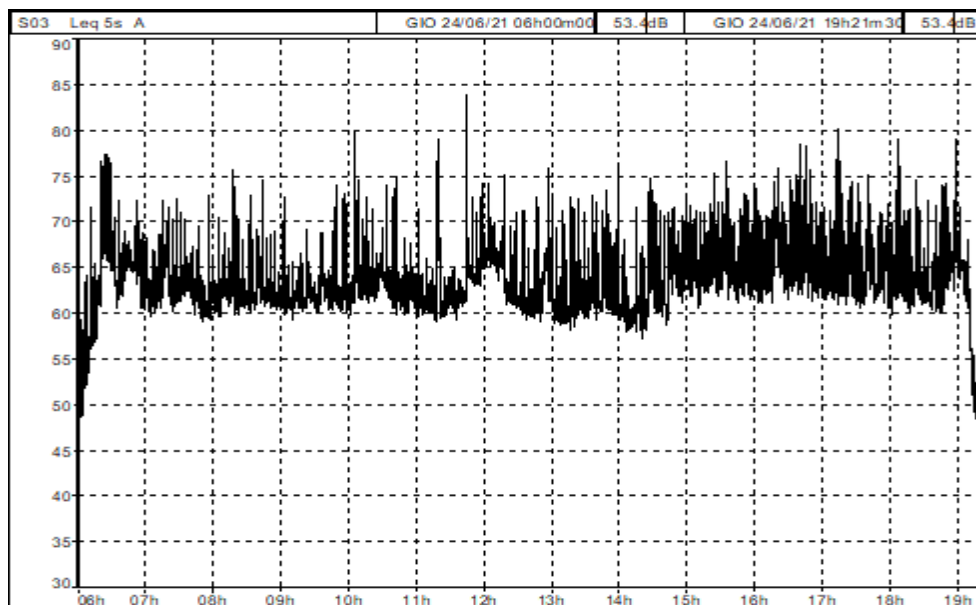
La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210622_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	22/06/21 00:00:00:00
Fine	23/06/21 00:00:00:100
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	24
Frequenza di ripetizione	0,9 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

Les historiques temporels suivants représentent le stationnement présumé d'un navire. D'après les données fournies par l'autorité portuaire, nous pouvons supposer qu'il s'agit du CORFU stationné à la jetée Est de Sabaudo. S03 et S04 ont tous deux enregistré la position du navire.



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210623_000000_000000.cmg
Ubicazione	S03
Sorgente	Nave
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	23/06/21 00:00:00:000
Fine	25/06/21 00:00:00:100
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	96
Frequenza di ripetizione	1,9 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA



Interreg

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



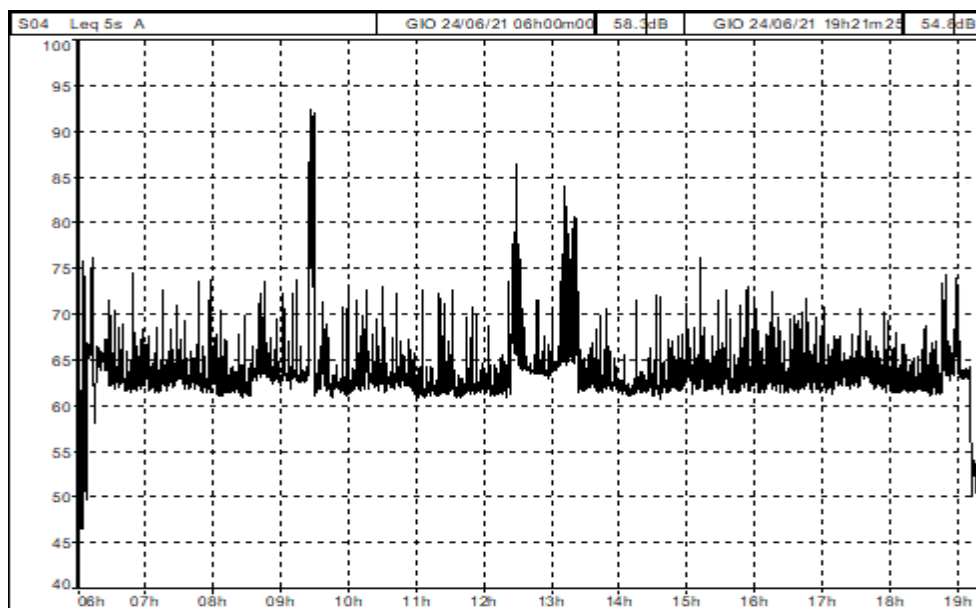
UNIONE EUROPEA



MONACUMEN

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Decreto 16 marzo 1998	
File	20210624_000000_000000.cmg
Ubicazione	S04
Sorgente	Nave
Tipo dati	Leq
Pesatura	A
Inizio	23/06/21 00:00:00:000
Fine	25/06/21 00:00:00:000
Tempo di riferimento	Diurno (tra le h 6:00 e le h 22:00)
Componenti impulsive	
Conteggio impulsi	81
Frequenza di ripetizione	1,6 impulsi / ora
Ripetibilità autorizzata	10
Fattore correttivo KI	0,0 dBA
Componenti tonali	
Fattore correttivo KT	0,0 dBA

3.4.2 Vue d'ensemble du stationnement

Le tableau ci-dessous résume les événements de stationnement des navires rencontrés précédemment. Il indique la date d'arrivée avec l'heure relative, la date de départ avec l'heure relative, l'éventuel navire à l'origine de l'augmentation du niveau sonore, le quai d'amarrage, les unités de contrôle où l'augmentation du niveau sonore est détectée, la présence ou l'absence de sons purs et de bruits impulsifs et les niveaux enregistrés pendant l'événement par les deux unités de contrôle S03 et S04.

Tableau 6 : Tableau récapitulatif des stationnements de navires identifiés.

N°	DATA ARRIVO	ARRIVO	DATA PARTENZA	PARTENZA	NAVE	MOLO DI ORMEGGIO	S03	S04	TONO PURO	RUMORE IMPULSIVO	LIVELLI [dB(A)]	
											S03	S04
1	29/04/2021	04:14:52	29/04/2021	22:29:20	MOBY OTTA	SABAUDO EST	SI	SI	-	10,4 impulsi/ora	62,0	62,2
2	30/04/2021	00:28:54	30/04/2021	04:01:44	-	-	SI	SI	-	-	58,1	57,8
3	30/04/2021	13:46:24	30/04/2021	22:42:28	E/C VENEZIA	SABAUDO EST	SI	SI	-	-	66,9	65,4
4	02/05/2021	00:00:00	03/05/2021	23:59:55	E. MARINO	SABAUDO INT	SI	SI	-	-	63,3	63,2
5	06/05/2021	09:38:05	06/05/2021	20:40:15	MOBY OTTA	SABAUDO EST	NO	SI	-	-	-	63,6
6	22/05/2021	09:52:32	22/05/2021	19:12:14	MOBY OTTA	SABAUDO EST	NO	SI	-	-	-	64,2
7	20/06/2021	08:40:15	20/06/2021	19:31:55	MOBY OTTA	SABAUDO EST	SI	SI	200 Hz	-	61,0	64,6
8	20/06/2021	19:50:20	20/06/2021	23:12:40	CORFU	SABAUDO EST	SI	SI	-	-	64,8	64,0
9	22/06/2021	07:58:14	22/06/2021	19:25:25	CORFU	SABAUDO EST	SI	SI	-	-	66,0	65,7
10	24/06/2021	06:00:00	24/06/2021	19:21:30	CORFU	SABAUDO EST	SI	SI	-	-	65,0	66,3

Comme on peut le voir dans le tableau, le quai ayant la plus grande influence sur les niveaux de bruit mesurés par les stations phonométriques est le quai Sabauda Est, étant le plus proche des deux stations. Comme décrit ci-dessus, et comme le montre le tableau, ce n'est que dans l'événement enregistré le 29/04/2021 qu'un nombre suffisant d'événements impulsifs a été identifié pour que la correction de niveau selon le DM 16/3/1998 soit appliquée. En ce qui concerne la reconnaissance du ton pur, ce n'est que dans l'événement du 20/06/2021 qu'elle a été déterminée et dans ce cas aussi il est possible d'appliquer la correction de niveau selon le DM 16/03/1998. Pour les autres événements identifiés, ni la présence de tonalités pures ni la présence de composantes impulsives ne sont signalées.

Il convient de noter que pendant le stationnement, qui peut durer plusieurs heures, l'évolution des niveaux de pression acoustique montre un bruit de fond presque constant, mais les limites de la zone ne car il y a un changement de limite entre les périodes de jour et de nuit. Par exemple, le stationnement du navire E.. Marino concernant l'événement 4 a une durée qui inclut entièrement la période nocturne le 02-05-2021, ce qui entraîne un dépassement de la valeur limite d'immission nocturne de 55 dB(A).

Analyse stationnaire

Afin d'analyser la corrélation entre le stationnement des navires et les niveaux sonores mesurés par le réseau de surveillance, les données brutes sur les heures d'arrivée et de départ des navires, fournies par l'Autorité portuaire de la mer de Sardaigne, ont été structurées pour déterminer la période pendant laquelle les navires étaient stationnés sur les différents quais d'accostage du port de Cagliari. Dans cette analyse, 485 stationnements ont été identifiés dans la zone d'intérêt pendant la période examinée, subdivisés par poste d'amarrage et type de navire. La figure 20 montre le nombre de stationnements identifiés par jetée. Le poste d'amarrage présentant le plus grand nombre de stations est celui de Sabaudo Est, qui est le plus proche des stations de surveillance S03 et S04.

A partir de la base de données des mesures acoustiques, le niveau sonore LAeq mesuré aux stations S03 et S04 a ensuite été extrapolé pour la période de chaque station.

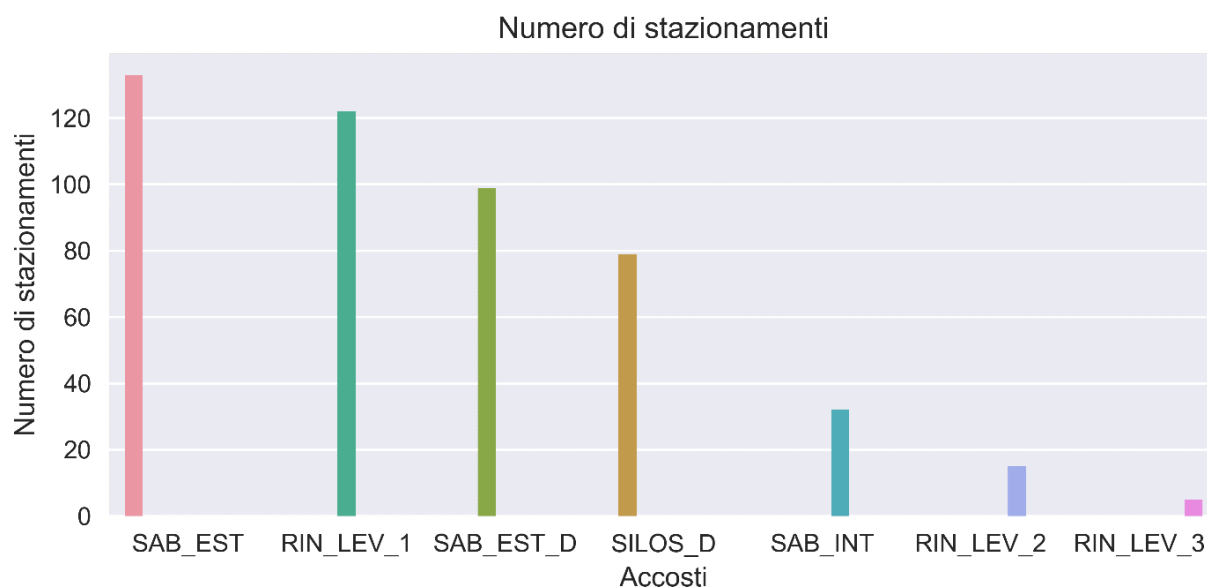


Figure 20: Nombre de stationnements analysés, agrégés par poste d'amarrage

Dans la Figure 21, la Figure 22, la Figure 23, les niveaux sonores relatifs aux postes d'amarrage sont représentés sous forme de boxplots, subdivisés pour les différents postes. Les jetées sont ordonnées sur l'axe x en fonction de la distance entre la position d'accostage et l'unité de contrôle S04. Le niveau médian le plus élevé est celui des postes d'amarrage du poste Sabaudo Est. Qualitativement, notamment pour l'unité de contrôle S04, les niveaux mesurés diminuent avec la distance des quais d'accostage.

Pier Sabauda Int s'écarte de cette tendance, probablement en partie à cause de l'écran d'un bâtiment, en partie pour des raisons à approfondir. En tout état de cause, les tendances indiquées confirment l'effet du stationnement des navires sur l'augmentation des niveaux de bruit.

Les différences entre les niveaux moyens ou médians par position d'approche sont appréciables mais pas entièrement significatives. Cela peut également être dû au fait que certains facteurs n'ont pas été pris en compte dans l'analyse globale.

En particulier, l'effet dû à la présence concomitante de plus d'un navire à quai dans le port n'a pas été étudié pour le moment. En fait, les niveaux sonores extrapolés ne concernent que les postes d'amarrage individuels, qui sont traités indépendamment.

Tableau 6 : niveaux sonores moyens pour le stationnement, agrégés par jetée et unité de contrôle (dB[A])

MO- LO	S03			S04		
	me- dian	mea n	std	me- dian	mea n	std
RIN_ LEV_ 1	63.3	62.9	2.80	62.7	62.2	3.32
RIN_ LEV_ 2	64.0	64.0	1.64	61.7	61.6	2.34
RIN_ LEV_ 3	63.5	61.4	4.56	62.1	60.1	4.59
SAB_ EST	64.0	64.1	2.42	63.5	63.6	2.95
SAB_ EST_ D	63.7	63.6	2.10	62.5	62.5	2.46
SAB_ INT	62.8	63.0	1.76	62.2	61.8	2.43
SI- LOS_ D	62.9	62.3	2.56	61.6	61.3	2.74

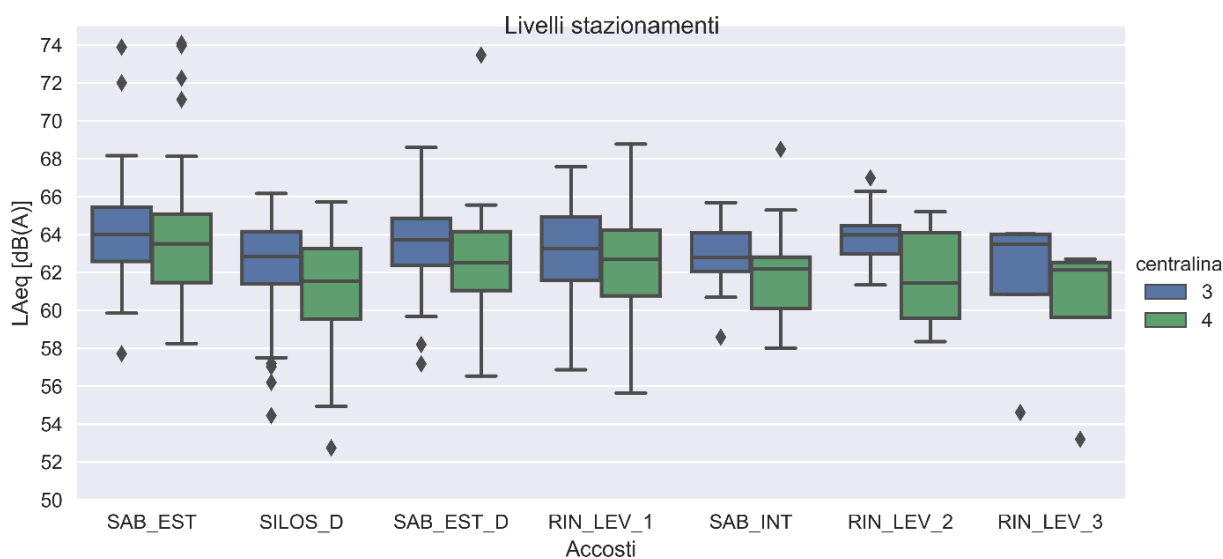


Figure 21 : Comparaison des niveaux sonores pour le stationnement par quai et par unité de contrôle.

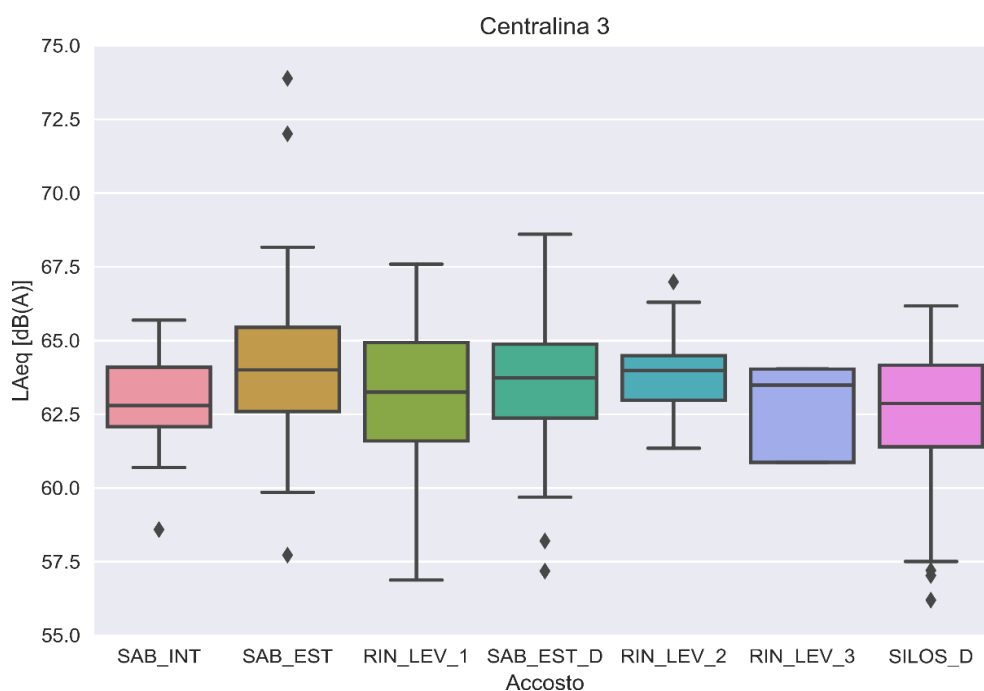


Figure 22 : Boxplot des niveaux sonores LAeq(A) mesurés à la station S03,
 par rapport au stationnement et agrégés par poste d'amarrage

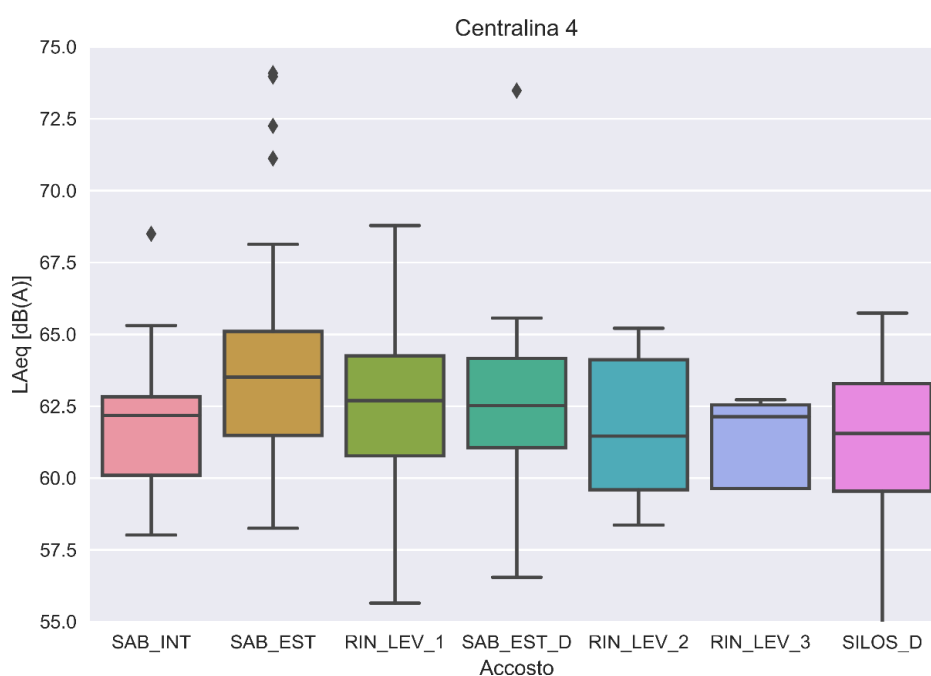


Figure 23 : Boxplot des niveaux sonores LAeq(A) mesurés à la station S04, par rapport au stationnement
 et agrégés par poste d'amarrage

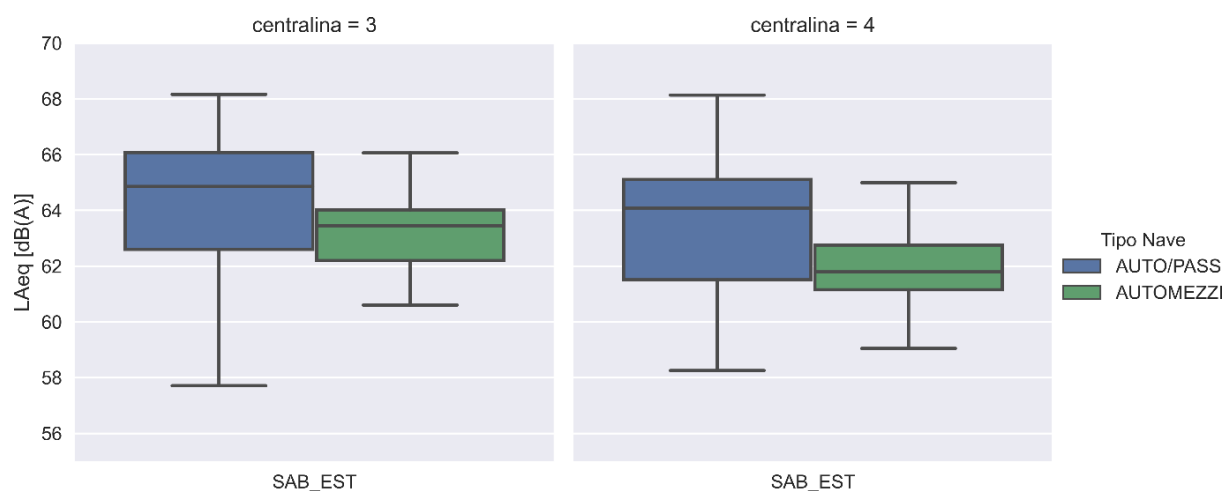


Figure 24 : Boxplot des niveaux de bruit pour le stationnement à la jetée de Sabaudo Est, agrégés par type de navire

La figure 24 montre, pour le seul poste d'amarrage de Sabaudo Est, les niveaux de bruit agrégés par type de navire. Les typologies considérées font référence au type de transport effectué par les navires, c'est-à-dire voitures et passagers pour les ferries (AUTO/PASS) ou transport de véhicules uniquement, comme par exemple pour les navires RoRo. Il existe une différence significative dans les niveaux sonores médians mesurés d'environ 2 dB(A) entre ces deux types de navires.

Il convient de noter que la présente analyse prend en compte toute la période de stationnement des navires, qui peut durer plusieurs heures, et non le moment de l'embarquement ou du débarquement, qui a une durée plus limitée. Par conséquent, la cause de ces différences devrait probablement être étudiée non pas en fonction du type de transport du navire et des opérations d'embarquement et de débarquement, mais en examinant les activités et l'exploitation des navires pendant les périodes d'immobilisation.

En outre, cette analyse peut être étendue au cours du suivi à un plus grand nombre de types de navires, tels que les navires de croisière, qui sont moins fréquemment stationnés et nécessitent une durée de suivi plus longue pour une analyse approfondie.

Évaluation de la performance du réseau

Afin d'évaluer la performance du réseau de surveillance et de procéder au calcul des KPI techniques, le nombre d'heures pendant lesquelles il y a eu des interruptions dans l'acquisition des données acoustiques ou météorologiques, ou pendant lesquelles les données météorologiques n'étaient pas valides en raison de l'analyse effectuée, a été évalué selon les critères spécifiés dans la section météorologique. En particulier, les paramètres suivants ont été évalués pour chaque unité de surveillance :

- bruit non valide : données acoustiques totales manquantes en raison d'acquisitions interrompues ou de données météorologiques non valides
- bruit manquant : données acoustiques manquantes en raison d'interruptions dans les acquisitions phonométriques
- meteo missing : données météorologiques manquantes en raison d'acquisitions météorologiques interrompues
- meteo rainy : données météorologiques identifiées comme pluvieuses, selon le critère spécifié
- meteo windy : données météorologiques identifiées comme ventées, selon les critères spécifiés.
- meteo invalid : données météorologiques totales invalides en raison de conditions pluvieuses ou venteuses

L'analyse porte sur la période de déclaration allant du 22-04-2021 à 06h00 au 30-08-2021 à 06h00, soit un total de 130 jours, c'est-à-dire 3120 heures de surveillance pour chaque unité de surveillance. En erreur. Le nombre d'heures d'inactivité pour chaque paramètre décrit ci-dessus, pour chaque unité de surveillance et le total pour le réseau de surveillance sont rapportés. En erreur. La source de référence n'a pas été trouvée. Les pourcentages totaux pour chaque paramètre sont indiqués à la place.

Tableau 7 : Heures d'inactivité du système, pendant la période d'analyse (3120 heures par contrôleur)

KPI [ore]	S01	S02	S03	S04	To- tale
noise invalid	676. 72	678. 2	675.0 8	675. 07	270 5.07
noise missing	2.92	3.58	0.5	0.47	7.47
meteo missing	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
meteo rainy	34.8 3	34.8 3	34.83	34.8 3	139. 33
meteo windy	645. 0	645. 0	645.0	645. 0	258 0.0
meteo invalid	674. 67	674. 67	674.6 7	674. 67	269 8.67

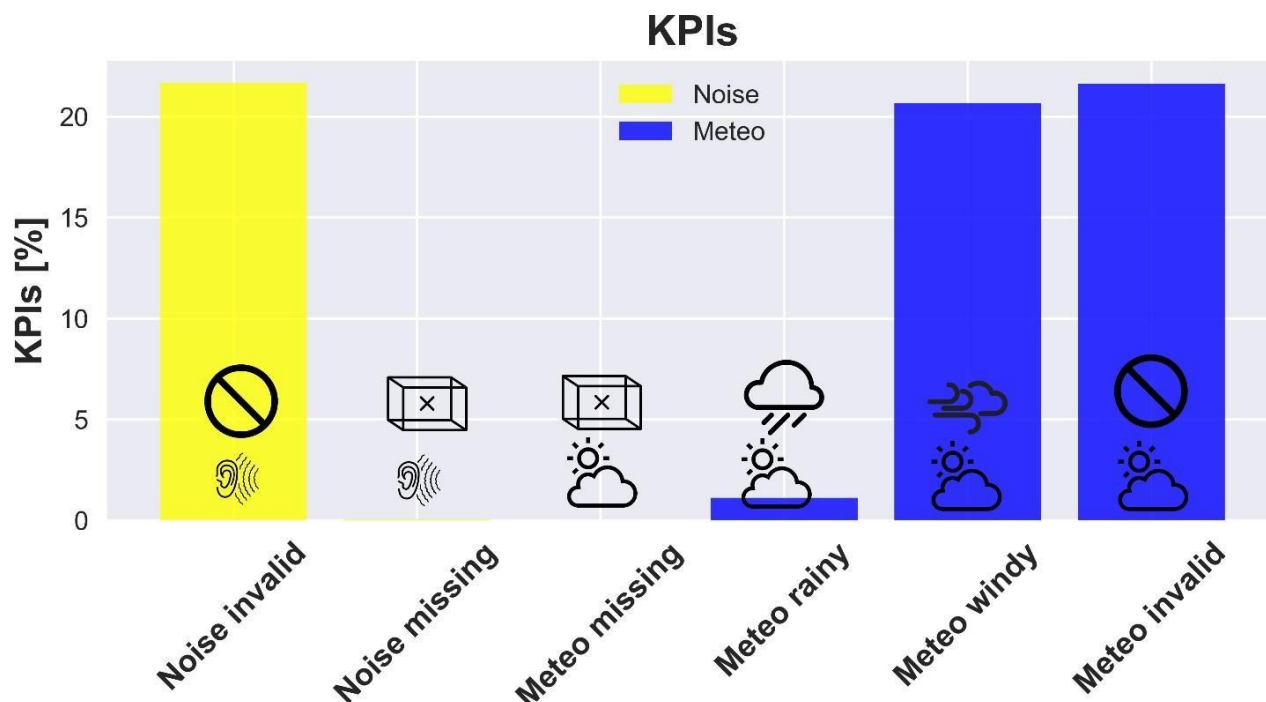


Figura 25: KPIs, percentuali di inattività complessiva della rete di monitoraggio.

La période d'inactivité dans l'acquisition des données acoustiques pendant la période d'analyse, mesurée par le paramètre "bruit manquant", est due uniquement aux activités ordinaires d'entretien et de fonctionnement du système, en particulier à de brefs moments d'arrêt et de redémarrage des acquisitions phonométriques, pour un temps d'interruption total pour les quatre stations de mesure de moins d'une heure.

Le 4 août 2021, la première maintenance ordinaire à effectuer trimestriellement sur les stations de mesure a été réalisée par la société qui les a installées et qui gère le service Aesse Ambiente. Au cours de cette maintenance, les niveaux de pression acoustique enregistrés par les stations ont été comparés avec un sonomètre intégrateur étalonné, les stations ont été étalonnées avec un calibre étalonné, les stations ont été nettoyées, et le système de quincaillerie et les fixations ont été vérifiés. Aucune anomalie n'a été constatée lors du contrôle et le contrôle est donc positif.

Aux fins du calcul du pourcentage de fonctionnement du système de surveillance, il n'y a pas eu d'interruptions non routinières pendant la période d'analyse, par exemple en raison de pannes ou de dysfonctionnements de l'instrumentation ou de l'alimentation électrique ou d'autres opérations.

L'opérabilité du système pendant les heures de surveillance effectuées est supérieure à 99,9% et peut donc être évaluée comme Excellente, étant supérieure aux 98% requis pour cette évaluation.

En ce qui concerne la plateforme de surveillance web, aucune interruption due à une maintenance ordinaire ou extraordinaire de l'infrastructure informatique n'a été constatée pendant la période d'analyse.

Tableau 8 : Taux d'inactivité global du réseau de surveillance.

KPI	KPI [%]
<i>noise invalid</i>	21.7%
<i>noise missing</i>	0.06%
<i>meteo miss- ing</i>	0.0%
<i>meteo rainy</i>	1.12%
<i>meteo windy</i>	20.67%
<i>meteo invalid</i>	21.62%

Conclusions

Le réseau de surveillance acoustique installé dans la zone portuaire de Cagliari dans le cadre du projet MON ACUMEN permet de surveiller le bruit généré par les infrastructures portuaires, et permettra de comparer les criticités et les données acquises avec les autres réseaux de surveillance installés dans les ports de la zone de coopération du projet.

Ce rapport de synthèse se réfère à la première période de surveillance qui va du 22-04- 2021 à 06h00 au 30-08-2021 à 06h00, soit un total de 130 jours.

Les quatre stations phonométriques sont installées aux points de mesure où les sources caractéristiques de la zone portuaire peuvent être surveillées.

La station S01 installée au siège de l'Autorité portuaire de la mer de Sardaigne surveille à la fois le trafic routier sur la Via Riva di Ponente qui donne sur la mer et le bruit produit par la zone portuaire voisine. En outre, une station météorologique est installée à cet endroit, qui est utilisée pour identifier les périodes où les données acoustiques ne sont pas valides en raison de la présence de précipitations ou de vent.

Les données météorologiques analysées montrent que le port de Cagliari est une zone particulièrement venteuse, avec des vents dont la vitesse est supérieure à 5 m/s pendant plus de 10% du temps, avec la direction dominante du vent du nord-ouest, c'est-à-dire le mistral caractéristique, et accessoirement du sud-est, c'est-à-dire le sirocco. Afin d'évaluer la validité des données acoustiques, un critère d'analyse des données météorologiques a été défini, en utilisant une base de temps de 10 minutes et en se basant sur la valeur quantile de 90% de la vitesse du vent. La définition d'un critère unique pour l'analyse de la vitesse du vent implique un équilibre entre la nécessité d'éliminer les données influencées par le vent et en même temps de ne pas éliminer une quantité considérable de données où l'effet du vent sur les niveaux sonores est négligeable. Dans la suite de l'activité de surveillance, il sera utile d'approfondir et éventuellement de réviser le critère d'évaluation de la validité des données météorologiques. Les stations S01 et S02 présentent une augmentation des niveaux de bruit en juin et juillet, probablement due à une augmentation du trafic automobile.

La station S02, installée sur le toit du Conseil régional de Sardaigne, mesure principalement le trafic routier et les niveaux mesurés ne sont pas significativement affectés par les activités portuaires et en particulier par le stationnement des navires.

Les stations S03 et S04, installées à l'intérieur de la zone portuaire, près du Molo Sabauda, mesurent principalement les niveaux sonores produits par les opérations de chargement et de déchargement des navires et leur stationnement, ainsi que les niveaux sonores produits par le trafic dans la zone portuaire, principalement dû au transit des véhicules lourds.

Les quatre stations de surveillance installées à Cagliari sont toutes en classe IV du plan de classement acoustique municipal, ce qui implique une valeur limite d'immission de 65 dB(A) pour la période diurne (06:00-22:00) et de 55 dB(A) la nuit (22:00-06:00).

En ce qui concerne les niveaux de bruit, en moyenne sur la période d'analyse, l'unité de contrôle S01 dépasse la valeur limite diurne, tandis que les autres restent en dessous, avec quelques rares dépassements journaliers dans les unités de contrôle S03 et S04.

Pendant la nuit, les valeurs moyennes des stations S01 et S03 dépassent la limite d'émission, tandis que les valeurs moyennes des stations S02 et S04 sont légèrement inférieures à la limite d'émission nocturne correspondante.

En comparant l'évolution des niveaux de bruit mesurés avec les données sur le stationnement des navires dans le port de Cagliari, fournies par l'Autorité portuaire de la mer de Sardaigne, il a été possible d'identifier divers événements de stationnement, en particulier des navires accostant au Molo Sabauda Est. Ces événements de mise en station durent plusieurs heures.

L'effet du stationnement des navires sur les niveaux sonores mesurés a été étudié en structurant les données de départ et d'arrivée des navires fournies par l'Autorité portuaire maritime de Sardaigne et en extrapolant les niveaux sonores correspondant à chaque stationnement identifié.

Une analyse globale des niveaux sonores des stations a permis d'observer une corrélation des niveaux moyens avec la distance des jetées par rapport aux stations de surveillance S03 et S04.

Cela confirme que les niveaux sonores mesurés par le réseau de surveillance sont directement influencés par le bruit émis par les navires stationnaires. En outre, en observant les niveaux sonores de la jetée la plus touchée, il a été possible de constater que les ferries transportant des véhicules et des passagers produisent des niveaux sonores plus élevés que les navires ne transportant que des véhicules, comme les navires Ro-Ro. Dans l'analyse, les niveaux sonores extrapolés sont liés au temps de stationnement et non au temps d'embarquement ou de débarquement, qui est de durée plus limitée, donc les causes de ces différences peuvent être recherchées en caractérisant les activités et le type de sources présentes pendant le stationnement pour les différents types de navires.

Les activités de surveillance se poursuivront pendant au moins cinq ans, et d'autres aspects du bruit portuaire seront étudiés au fur et à mesure de l'avancement des travaux. L'analyse du stationnement peut être étendue en considérant la présence simultanée de plusieurs navires sur différents quais, et les effets du bruit d'un plus grand nombre de types de navires peuvent être analysés. En outre, il pourrait être utile d'analyser les heures d'embarquement et de débarquement afin de comparer les niveaux de bruit produits à ces heures avec ceux produits par le stationnement des navires dans le port de Cagliari.