

# Suivi et évaluation des nuisances sonores ex ante petites infrastructures

---

<b>Action:</b>	T3.1.1
<b>Composante:</b>	T3
<b>Partenaire Responsable:</b>	Università de Genova
<b>Date:</b>	21/07/2021

## Portoferraio



*Figure 1 : Calata Italia à Portoferraio - le tronçon de route étudié est indiqué en rouge*

### Méthode CPX

#### Protocole de mesure

La méthode de mesure CPX est basée sur les normes techniques UNI EN ISO 11819-2 et ISO/TS 11819-3 et vise à évaluer l'émission de bruit due à l'interaction du pneu avec la chaussée, dans des conditions où elle est dominante par rapport aux autres sources de bruit.

Avec l'aide de deux microphones montés près du pneu arrière droit (pneu de référence P1, taille SRTT 225/60 R16), le signal de pression acoustique est acquis en conduisant le véhicule à différentes vitesses constantes sur la chaussée étudiée. La position particulière des microphones est suffisante pour considérer comme dominant le bruit de l'interaction pneu/sol, de sorte que les contributions du bruit du moteur, du système mécanique et du tuyau d'échappement sont négligeables. Un encodeur appliqué sur la roue arrière gauche permet l'acquisition de la distance parcourue et donc de la vitesse instantanée. Pendant le traitement des données, le signal de l'espace parcouru est analysé afin de diviser les signaux acquis selon une base spatiale (section) de 20 mètres.

Les signaux de pression acoustique sont ensuite traités de manière à ce que le spectre de la bande de tiers d'octave dans la gamme 315 - 5000 Hz soit associé à chaque section. Par sommation énergétique

des niveaux pondérés A, le niveau LCPX est obtenu à partir du spectre de la bande de tiers d'octave. Ainsi, pour chaque mesure, les valeurs de vitesse, de spectre en bandes de tiers d'octave et de LCPX sont associées à chaque section de la chaussée parcourue.

Afin d'augmenter la robustesse statistique des résultats, plusieurs acquisitions sont effectuées pendant la mesure, en faisant varier la vitesse de déplacement. Dans la phase de traitement, les données sont utilisées pour calculer une régression linéaire avec la méthode des moindres carrés (méthode des moindres carrés pondérés), sur la base de la relation connue entre les niveaux sonores et la vitesse de déplacement (relation logarithmique). La régression linéaire des données renvoie les valeurs estimées de LCPX et du spectre en bandes de tiers d'octave, calculées pour les vitesses de référence prévues par la norme, avec les incertitudes associées, pour chaque section.

Afin de caractériser la chaussée étudiée, la valeur moyenne spatiale est finalement calculée pour l'ensemble de la section, tant pour le LCPX que pour les niveaux de bande du spectre en tiers d'octave. Le niveau LCPX est corrigé comme spécifié par les normes techniques pour normaliser le résultat aux conditions de mesure d'une température de l'air de 20 °C et d'une dureté de pneu de 66 ShoreA.

L'incertitude associée au niveau LCPX est calculée comme décrit dans la norme technique, tandis que la variance des niveaux sur toute la section analysée est utilisée comme indicateur de l'homogénéité de la chaussée testée.

## Les limites des marchés publics écologiques

Le protocole requis par la norme UNI EN ISO 11819-2 est adopté par le rapport "Revision of Green Public Procurement Criteria for Road Design, Construction and Maintenance" (ci-après dénommé GPP), publié par la Commission européenne, afin d'indiquer aux États membres **les critères de l'UE en matière de marchés publics écologiques pour la conception, la construction et l'entretien des routes.**

Les résultats des mesures peuvent ensuite être comparés aux limites supérieures que le GPP fixe pour vérifier la conformité de la production et la durabilité des performances acoustiques des sols à faible niveau de bruit. Les limites sont indiquées ci-dessous dans le tableau 1.

**VERIFICA DELLA  
CONFORMITA' DELLA  
PRODUZIONE**

(dopo 4-12 settimane  
dall'apertura della strada)

I risultati comprensivi della propria incertezza non devono sorpassare i seguenti valori limite (\*) di oltre 1 dB(A):

- 90 dB(A) a 50 km/h,
- 95 dB(A) a 70 km/h,
- 98 dB(A) a 90 km/h.

Inoltre, nessun singolo elemento della sezione di prova deve superare i limiti di cui sopra di oltre 2 dB(A).

**VERIFICA DELLA  
DURATA DELLE  
PRESTAZIONI**

(durante il periodo di 5 anni  
dopo la prova di conformità  
della produzione)

I risultati comprensivi della propria incertezza non devono sorpassare i seguenti valori limite (\*) di oltre 1 dB(A):

- 93 dB(A) a 50 km/h
- 98 dB(A) a 70 km/h
- 101 dB(A) a 90 km/h.

Inoltre, nessun singolo elemento della sezione di prova deve superare i limiti di cui sopra di oltre 2 dB(A).

(\*) I valori da non superare sono quelli indicati con il progetto (se inferiori).

*Tableau 1 : Limites fixées par le GPP pour vérifier la conformité de la production et la durabilité des performances acoustiques des sols à faible impact.*

*Prestazioni=performances*

*Durata=durée*

*Conformità=conformité*

*Superare=dépasser*

Comme le résultat doit être comparé à une valeur limite supérieure, l'incertitude associée est présentée avec un facteur de couverture de 95% de  $k = 1,645$  calculé sur une distribution unilatérale, comme indiqué par la norme de référence UNI/TS 11326-2.

## Résultats du CPX et comparaison avec les limites du GPP

Le tableau 2 montre la comparaison avec les limites fixées par le GPP pour les résultats obtenus pour la chaussée étudiée en utilisant le protocole UNI EN ISO 11819-2. Actuellement, sur la section faisant l'objet de l'enquête, il y a un revêtement, ci-après appelé "AO" de l'acronyme du terme Ante Operam, avec des signes évidents d'usure et sans caractéristiques acoustiques particulières.

Les limites considérées sont celles relatives à la vérification de la durée de l'exécution. Ces limites sont indiquées dans le tableau 1 ci-dessus.

La vitesse de référence considérée pour la section étudiée est de 50 km/h.

PAVIMENTAZIONE	L <sub>CPX</sub> per corsia		$\sigma(L_{CPX})$	L <sub>CPX</sub>	Limite GPP	L <sub>CPX,max</sub>	Limite GPP
	Dir.	Valore					
AO	Dir. nord	92.5 ± 0.9	0.5	92.0 ± 0.6	94.0	91.9 ± 0.2	95.0
	Dir. sud	91.4 ± 0.9	0.3				

Tableau 2 : Résultats obtenus pour la chaussée étudiée et comparaison avec les limites des BPE. Les valeurs moyennes des différentes voies et leur écart-type sont également indiqués. Toutes les valeurs sont données en dB(A). Pavimentazione=Plancher

Selon la norme UNI EN ISO 11819-2, l'écart type des niveaux calculés pour des sections de 20 m peut être utilisé comme indicateur de l'homogénéité de la chaussée, mais le GPP n'adopte aucune limite pour cet indicateur.

La comparaison la plus significative est donc à faire avec l'incertitude associée à la valeur moyenne, en supposant qualitativement que la chaussée est irrégulière si l'écart-type est supérieur à la valeur moyenne (avec le facteur de couverture k=1).

La figure 3 montre les tendances spatiales des niveaux calculés à une vitesse de 50 km/h pour les sections de 20 m selon le protocole fourni par la norme UNI EN ISO 11819-2 et le GPP pour la chaussée AO, dans les deux directions. La ligne orange indique la valeur moyenne de la chaussée étudiée et l'intervalle de confiance relatif. Une ligne rouge continue indique la limite de 50 km/h fixée par le GPP pour la valeur moyenne de la chaussée étudiée. En rouge pointillé se trouve la limite pour la section individuelle.

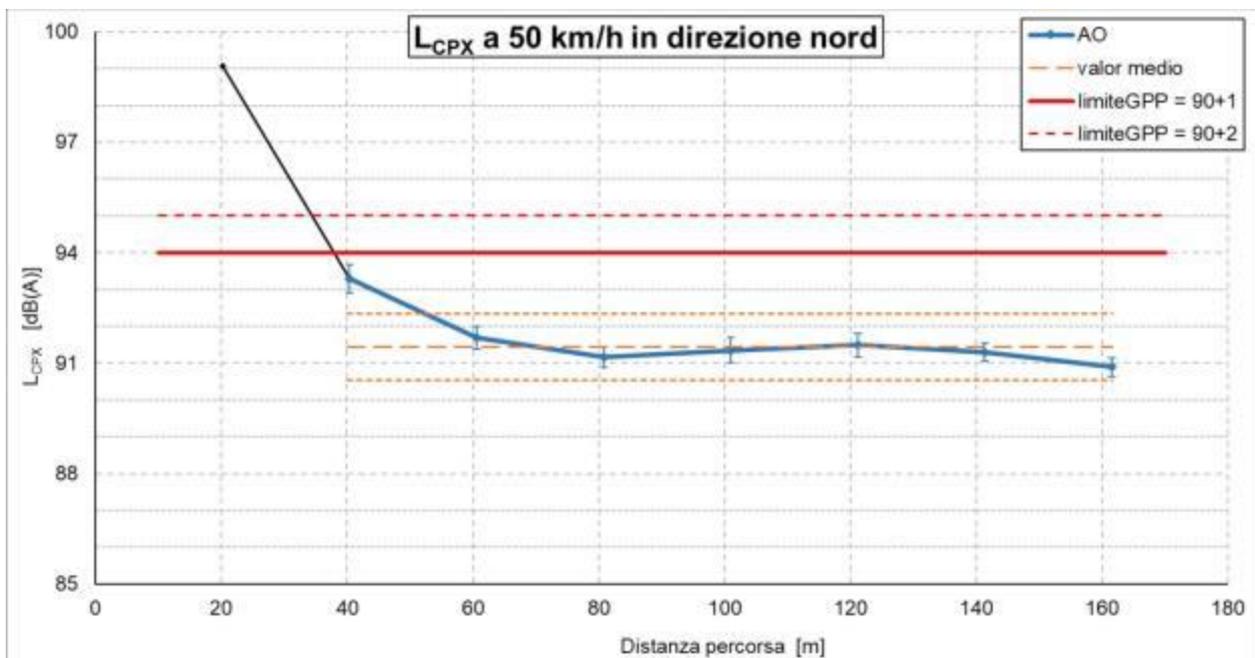


Figure 2 : Schéma spatial des niveaux LCPX calculés sur les sections de 20 m dans la direction nord.

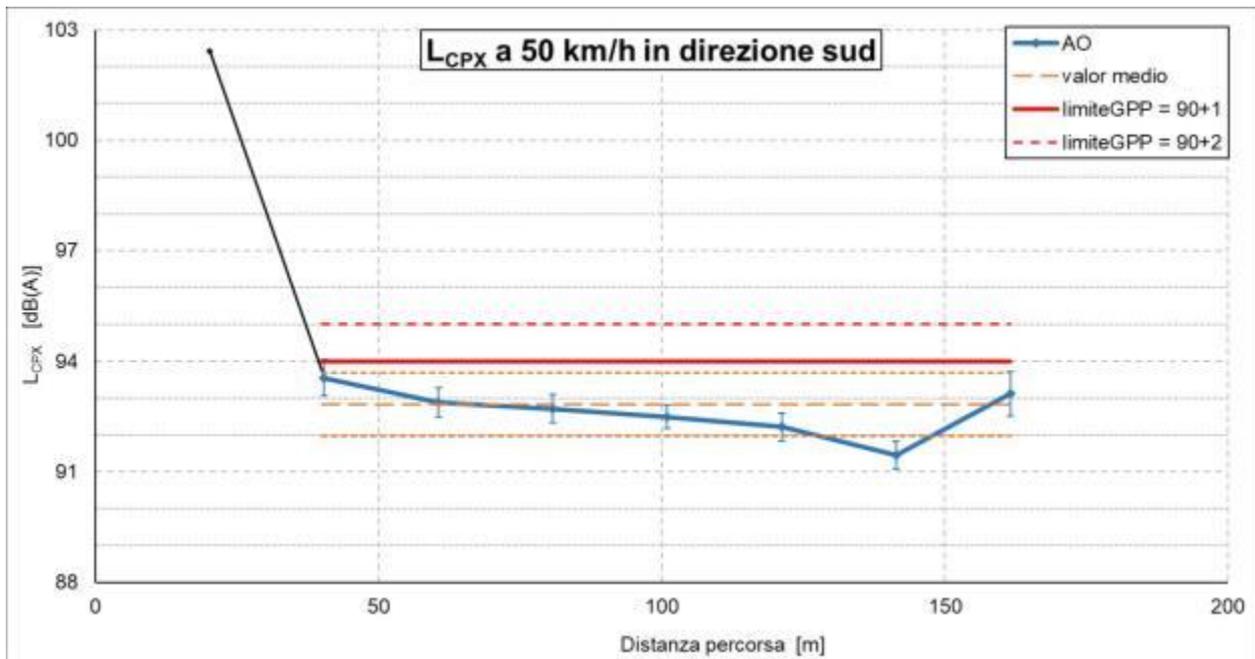


Figure 3 : Configuration spatiale des niveaux LCPX calculés sur les sections de 20 m étudiées dans la direction sud.

## Méthode du by-pass

### Protocole de mesure

Les méthodes de mesure au passage nécessitent l'acquisition des niveaux sonores produits en bord de route par le passage des véhicules sur la chaussée étudiée dans des conditions de mesure précises afin de garantir la reproductibilité. En particulier, le microphone doit être placé à une hauteur de 1,2 m et à une distance de 7,5 m du centre du couloir. Dans ces conditions, l'évolution temporelle des niveaux sonores au passage de véhicules individuels est acquise. Le passage d'un seul véhicule est considéré comme valide si, avant et après l'événement, le niveau sonore tombe à un niveau inférieur d'au moins 10 dB(A) au niveau maximal atteint pendant le passage. L'indicateur utilisé pour caractériser le niveau sonore de l'événement unique est le niveau maximal atteint. Dans l'hypothèse d'une vitesse constante, avec le même véhicule et la même chaussée, le niveau maximal atteint pour un seul véhicule à une distance fixe est proportionnel à la vitesse de déplacement avec une fonction log-linéaire, il est donc nécessaire d'acquérir également les données de vitesse. Dans le traitement des données, la régression linéaire est alors calculée avec un best-fit et la valeur est estimée à la vitesse de référence.

La méthode de mesure Statistical Pass By (UNI EN ISO 11819-1) applique le protocole d'acquisition et de traitement des données susmentionné à des véhicules circulant librement, avec une variabilité considérable des données due à la diversité des véhicules et des comportements de conduite. Un très grand échantillon de données est donc nécessaire pour obtenir des résultats suffisamment robustes.

La méthode de mesure par passage contrôlé (NF S 31 119-2) applique le protocole d'acquisition et de traitement des données susmentionné à quelques véhicules seulement conduits de manière contrôlée par un personnel formé. Contrairement à la méthode SPB, dans ce cas les données sont très précises et un petit échantillon de données est suffisant pour obtenir la robustesse des résultats. Le résultat est moins représentatif de la flotte actuelle, mais comme il n'est pas affecté par la variabilité des données acquises, il est plus reproductible et/ou comparable aux résultats obtenus avec les mêmes véhicules sur des chaussées différentes ou à des moments différents.

## Résultats

Les conditions de circulation sur le tronçon étudié ne permettent pas d'effectuer une mesure par la méthode SPB, car pendant la journée, le trafic est excessivement congestionné, tandis que la nuit, les volumes ne sont pas suffisants pour créer les statistiques nécessaires. C'est pourquoi il a été décidé d'opter pour une session de mesure avec la méthode CPB, en utilisant un Mercedes Vito, le véhicule laboratoire-mobile appartenant à la société actuelle. Les mesures ont été effectuées dans les deux sens de déplacement. Les régressions linéaires obtenues sont présentées dans la figure 4. Le tableau 3 ci-dessous montre les niveaux de CPB estimés à 50 km/h.

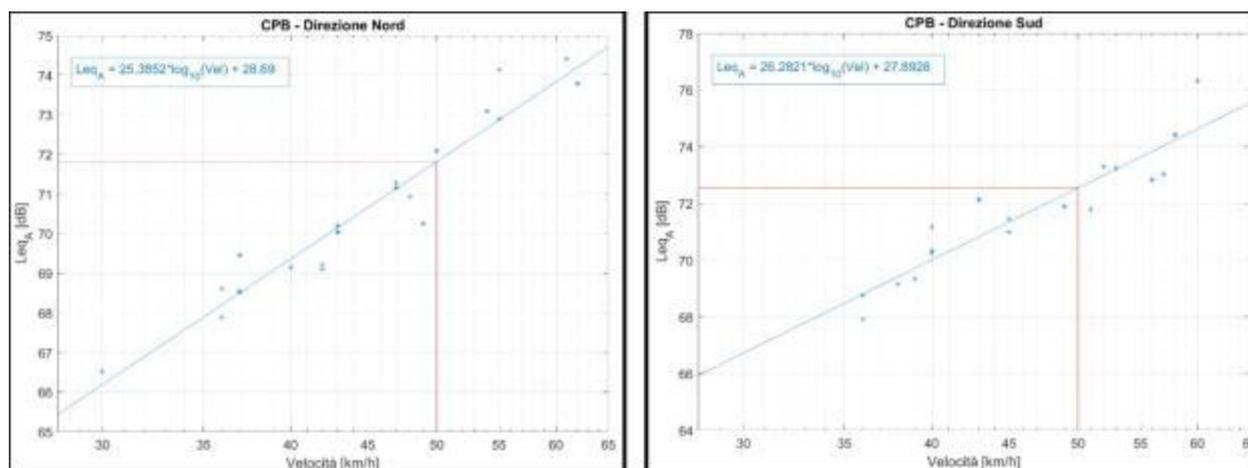


Figure 4 : Régressions linéaires entre le niveau sonore maximal et la vitesse de déplacement pour le Mercedes Vito.

	Controlled Pass-By	
	Direzione Est	Direzione Ovest
<b>L<sub>CPB</sub> [dB(A)]</b>	<b>71.8</b>	<b>72.5</b>

Tableau 3 : Niveaux estimés de CPB à 50 km/h avec des régressions linéaires pour le véhicule Mercedes Vito

## Texture de surface

### Protocole de mesure

Le protocole pour l'acquisition et le traitement ultérieur des données sur la texture des routes est conforme aux exigences de la série UNI EN ISO 13473. Les mesures de texture ont été effectuées au moyen d'un profilomètre laser, dont le fonctionnement est basé sur le principe optique de la triangulation, capable d'une acquisition continue pendant que le laboratoire mobile se déplace le long de la section étudiée. Afin de maximiser la corrélation des données avec celles du bruit, le protocole prévoit la subdivision du tronçon en sections de 20 m de long. Le traitement des données vise à calculer pour chaque section la profondeur moyenne du profil (MPD) et le spectre des niveaux de texture. Pour les deux indicateurs, la valeur moyenne spatiale est calculée pour toute la section étudiée.

### Résultats

Le tableau 4 présente les résultats obtenus en termes d'indicateur MPD pour les deux directions analysées.

PAVIMENTAZIONE	MPD per corsia	
AO	Dir. nord	0.41 ± 0.15 (mm)
	Dir. sud	0.54 ± 0.07 (mm)

Tableau 4 : Résultats obtenus en termes d'indicateur MPD (Mean Profile Depth) pour la chaussée étudiée.

La figure 5 et la figure 6 montrent les tendances spatiales des valeurs MPD par rapport aux sections de 20 m considérées dans les deux directions étudiées. La figure 7 montre le spectre des niveaux de texture de la route en fonction de la longueur d'onde dans les deux directions étudiées.

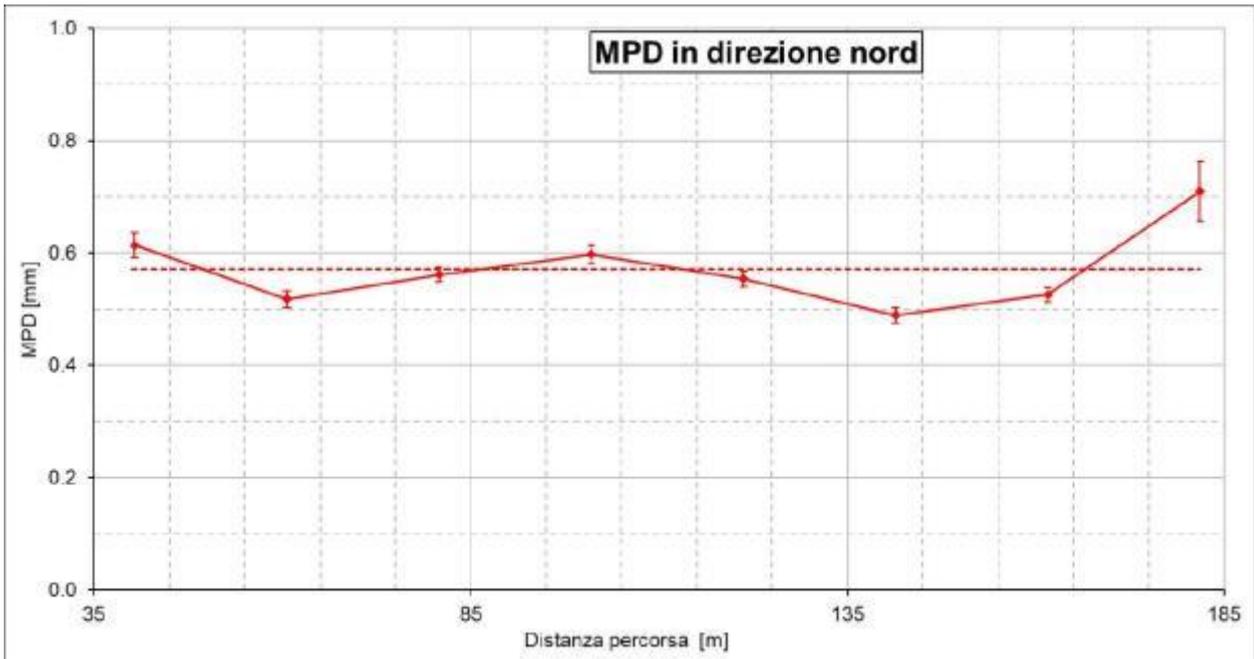


Figure 5 : Schéma spatial des valeurs MPD calculées sur des sections de 20 m pour la direction nord

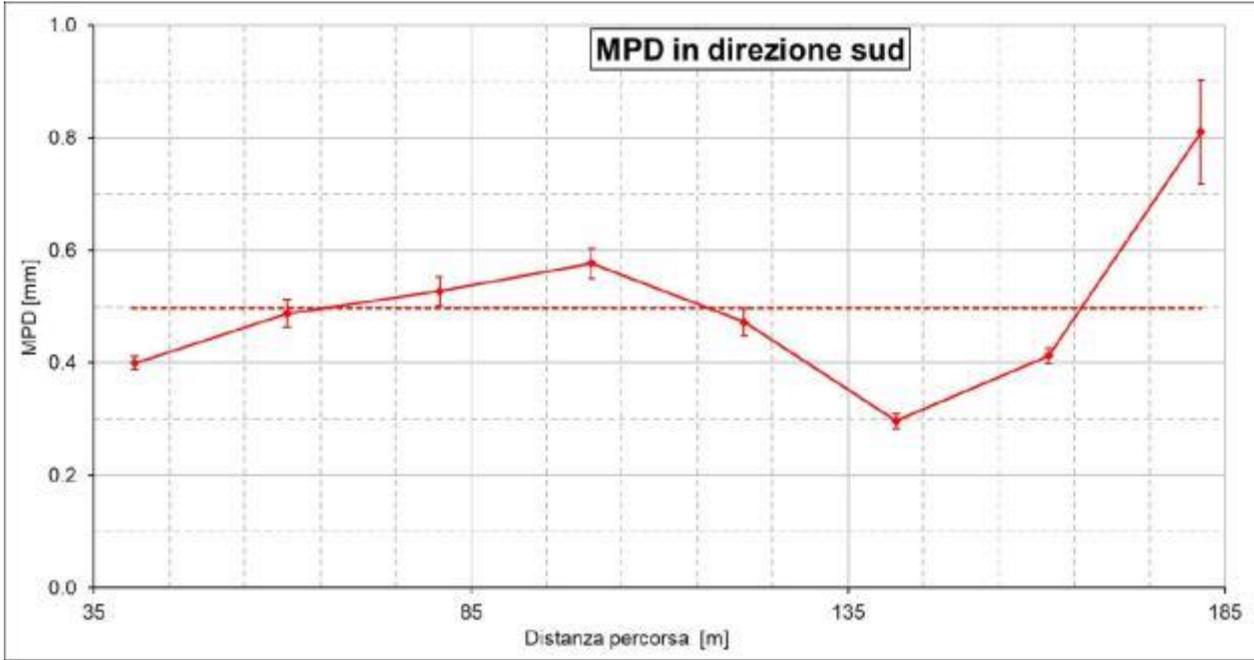


Figure 6 : Schéma spatial des valeurs MPD calculées sur des sections de 20 m pour la direction sud

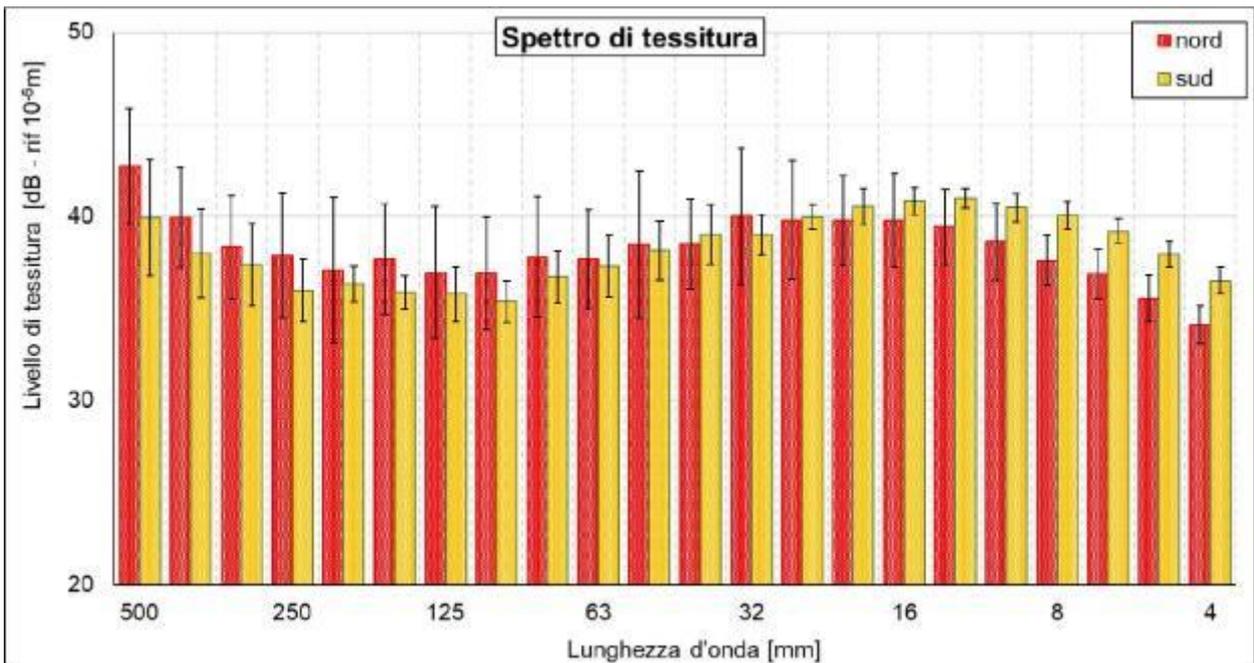


Figure 7 : Spettro des niveaux de texture de la chaussée AO en fonction de la longueur d'onde en mm

## Niveaux sonores au bord de la route

### Protocole de mesure

La mesure des niveaux de bruit sur la route a été effectuée au moyen d'une unité de contrôle à position fixe, située à Calata Italia à l'intérieur d'un véhicule appartenant à la société soussignée. La figure 8 montre la position exacte du point de mesure et une photo de l'unité de contrôle.



Figure 8 : Niveaux sonores au bord de la route - à gauche l'emplacement de l'unité de contrôle, à droite l'unité de contrôle.

L'acquisition a eu lieu du 19 au 26 juillet 2019, période pendant laquelle des données météorologiques clés ont également été acquises avec une station météorologique dédiée.

Les résultats des acquisitions sont rapportés dans l'annexe 1. Pour des raisons de concision, la figure 9 montre la tendance horaire du niveau sonore horaire et le tableau 5 présente les niveaux calculés pour les périodes de référence prévues par la réglementation en vigueur. La figure 10 montre l'évolution de la température, de la vitesse du vent, de l'humidité et de la pression. Il faut noter qu'il n'y a pas eu de précipitations pendant les sept jours de mesures.

Periodo di riferimento	Sabato 20 Luglio	Domenica 21 Luglio	Lunedì 22 Luglio	Martedì 23 Luglio	Mercoledì 24 Luglio	Giovedì 25 Luglio	Medie settimanali
Diurno	64.6 dB(A)	64.8 dB(A)	64.5 dB(A)	65.5 dB(A)	64.4 dB(A)	64.6 dB(A)	65.4 dB(A)
Notturmo	58.4 dB(A)	59.8 dB(A)	57.5 dB(A)	57.5 dB(A)	57.8 dB(A)	58.1 dB(A)	58.0 dB(A)

Tableau 5 : Niveaux journaliers équivalents jour-nuit et niveaux moyens hebdomadaires. Le jour s'entend comme les 24 heures comprises entre 18h00 la veille de la date indiquée et 18h00 la date indiquée.

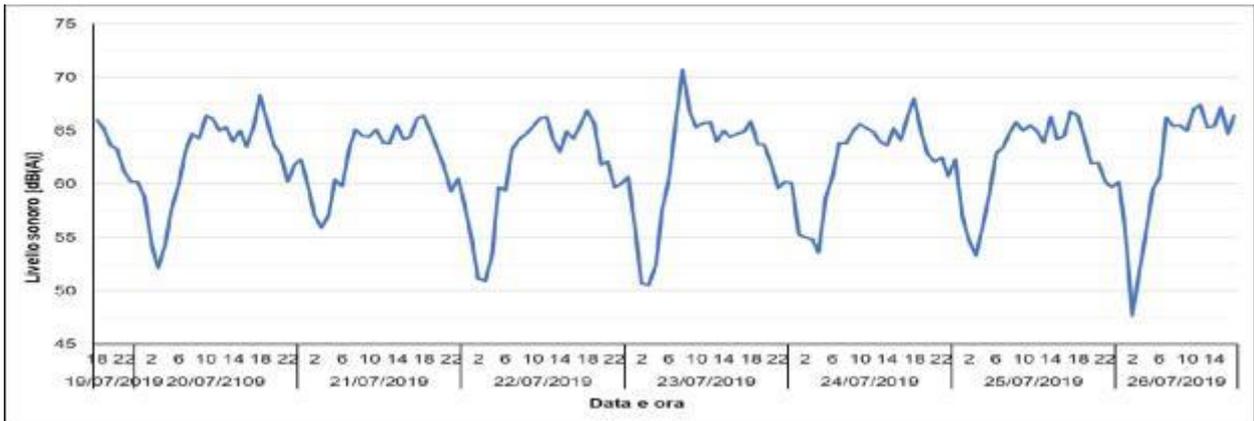


Figure 9 : évolution dans le temps du niveau sonore horaire pendant la période de mesure.

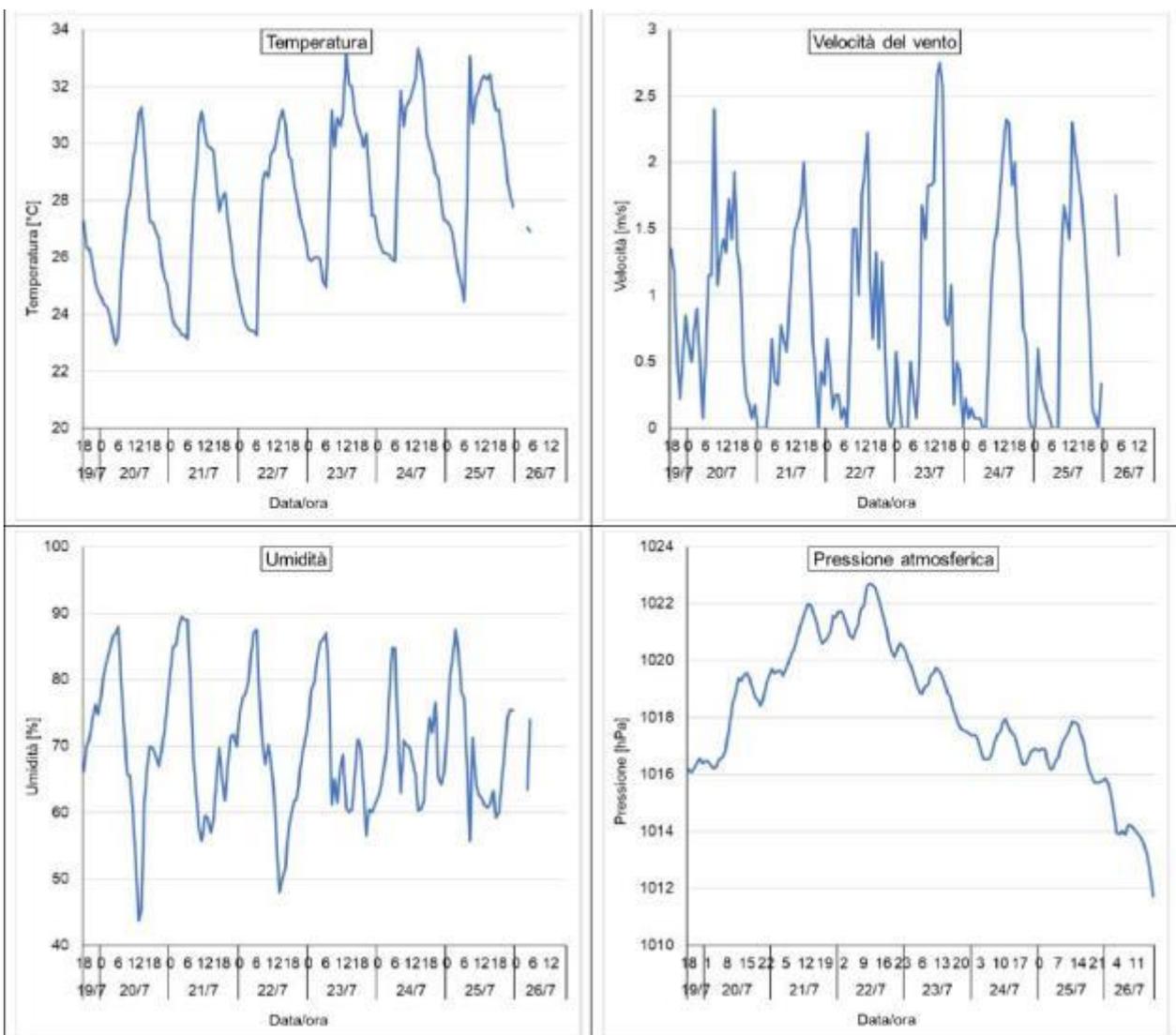


Figure 10 : Evolution temporelle des principaux paramètres météorologiques acquis lors des relevés acoustiques. Aucune précipitation n'a été enregistrée.

## Enquêtes sur le trafic

Pendant les acquisitions acoustiques, les volumes de trafic passant par Calata Italia en face de la station acoustique ont également été enregistrés. La figure montre l'évolution du trafic quotidien enregistré dans les deux directions.

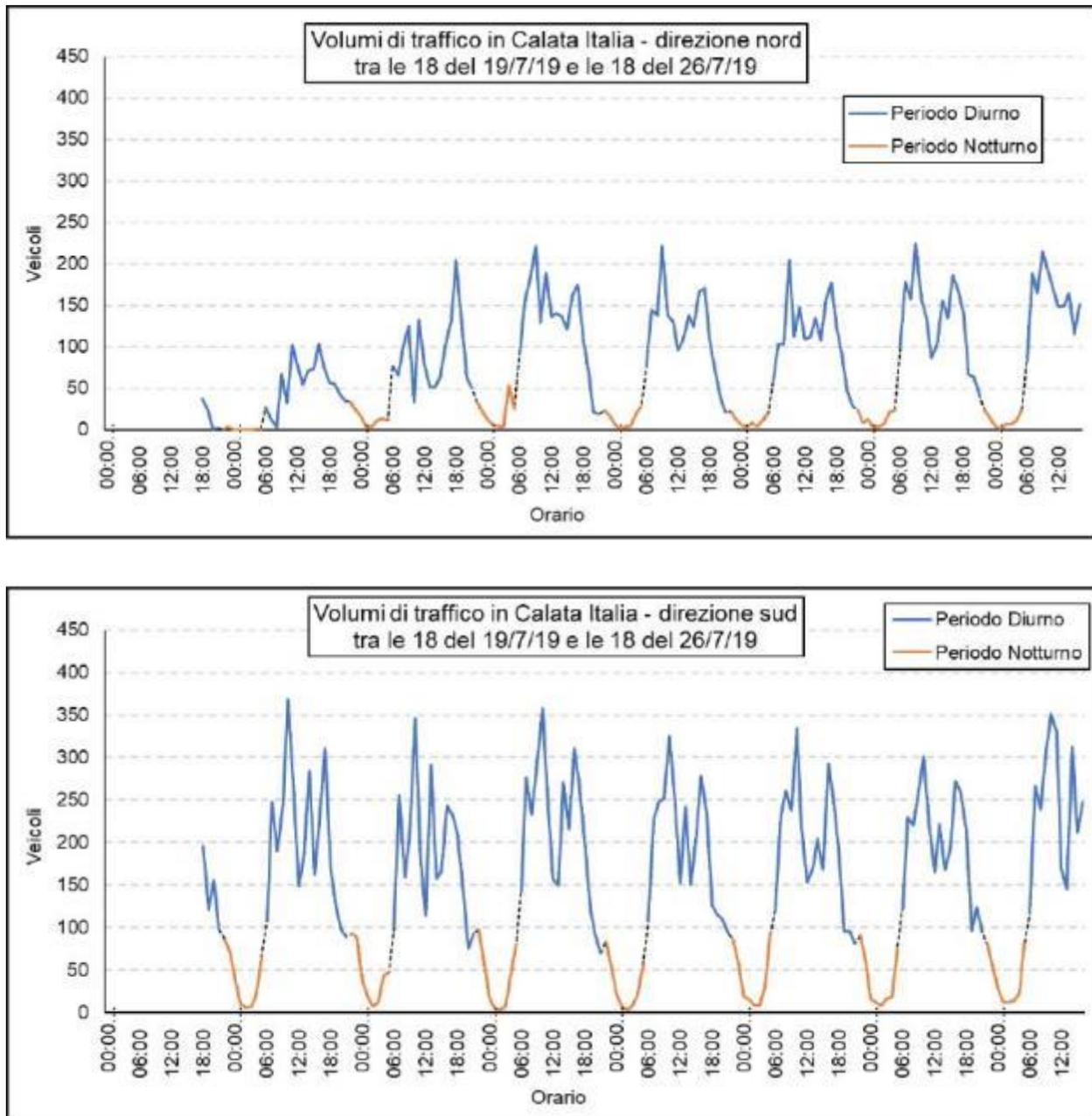


Figure 11 : Volume de trafic quotidien dans les deux sens

Le tableau 6 ci-dessous montre les volumes journaliers diurnes et nocturnes du trafic de transit, séparés en catégories de véhicules et avec une indication de la vitesse moyenne, pour les deux périodes de référence.

Diurno	Sud						Nord					
	Ultra-leggeri		Leggeri		Pesanti		Ultra-leggeri		Leggeri		Pesanti	
Data	Volumi	Velocità km/h	Volumi	Velocità km/h	Volumi	Velocità km/h	Volumi	Velocità km/h	Volumi	Velocità km/h	Volumi	Velocità km/h
19-lug	909	22.5	2268	23.7	130	22.8	493	25.4	251	26.8	19	30.5
20-lug	796	23.5	2040	21.5	106	20.6	566	27	662	24.9	15	22.1
21-lug	943	22.6	2398	21.4	118	20.2	862	28.4	1398	25.3	26	21.1
22-lug	843	26	2183	23.7	136	22.9	698	31.3	1153	26.9	26	24.7
23-lug	857	26.1	2107	23.8	115	22.4	711	31.1	1029	26.6	28	23.4
24-lug	861	23.2	2156	22.3	107	21.1	790	31	1257	26.9	26	24.5
25-lug	821	23.8	2302	22.3	101	21.1	848	28.5	1173	25.5	29	25

Notturno	Sud						Nord					
	Ultra-leggeri		Leggeri		Pesanti		Ultra-leggeri		Leggeri		Pesanti	
Data	Volumi	Velocità km/h	Volumi	Velocità km/h	Volumi	Velocità km/h	Volumi	Velocità km/h	Volumi	Velocità km/h	Volumi	Velocità km/h
19-lug	74	37.2	212	35.4	20	53.4	5	22.4	1	39	1	18
20-lug	88	33.4	259	32.1	1	18	71	37.3	51	37	1	28
21-lug	57	32.1	249	28.9	3	19.3	71	37.5	87	30.3	0	0
22-lug	63	34	187	29.6	2	25	57	39.6	48	32.9	0	0
23-lug	64	32.8	254	30	0	0	47	38.4	40	35.3	1	27
24-lug	58	32.1	239	30	0	0	48	35.1	54	35.2	2	27.5
25-lug	66	33.7	234	30.7	2	26	43	36	50	33.1	0	0

Tableau 6 : Volumes quotidiens diurnes et nocturnes de trafic de transit, séparés en catégories de véhicules et avec indication de la vitesse moyenne, pour les deux périodes de référence.

Vous trouverez ci-joint les rapports d'essais des enquêtes acoustiques et de trafic en bordure de la route, indiquant les niveaux de bruit et les volumes de trafic.

Misura continua		Scheda riassuntiva	
Strumentazione			
Strumento (S.N.):	01-dB Fusion 11889; Microfono 01-dB MCE3 10137		
Certificato di taratura:	LAT 068 42520 del 20/12/2018		
Tipologia di misura			
<b>continua-ambientale</b>		Posizione microfono	
Coordinate (WGS84)	42.813611	Altezza da terra	4 m
	10.323333		
Dati della misura			
Data inizio	19/07/19	Ora	18:00
Data fine	26/07/19	Ora	18:00
Note			

## Station de mesure



*Photo de la station de microphone et identification du point de mesure*

## Variation du niveau sonore pendant la période de mesure

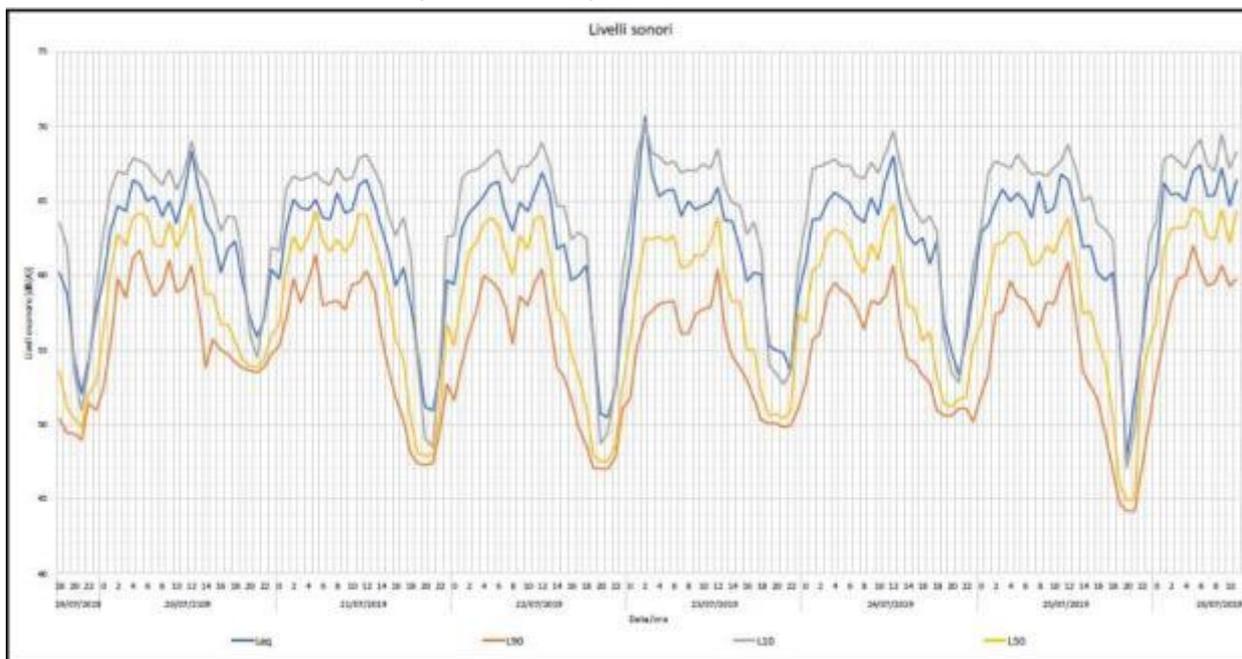


Figure 12 : Tendence horaire des niveaux de mesure  $Leq$ ,  $L10$ ,  $L50$ ,  $L90$  en unités  $dB(A)$  et du trafic de véhicules.

## Comparaison du niveau équivalent avec le trafic de véhicules

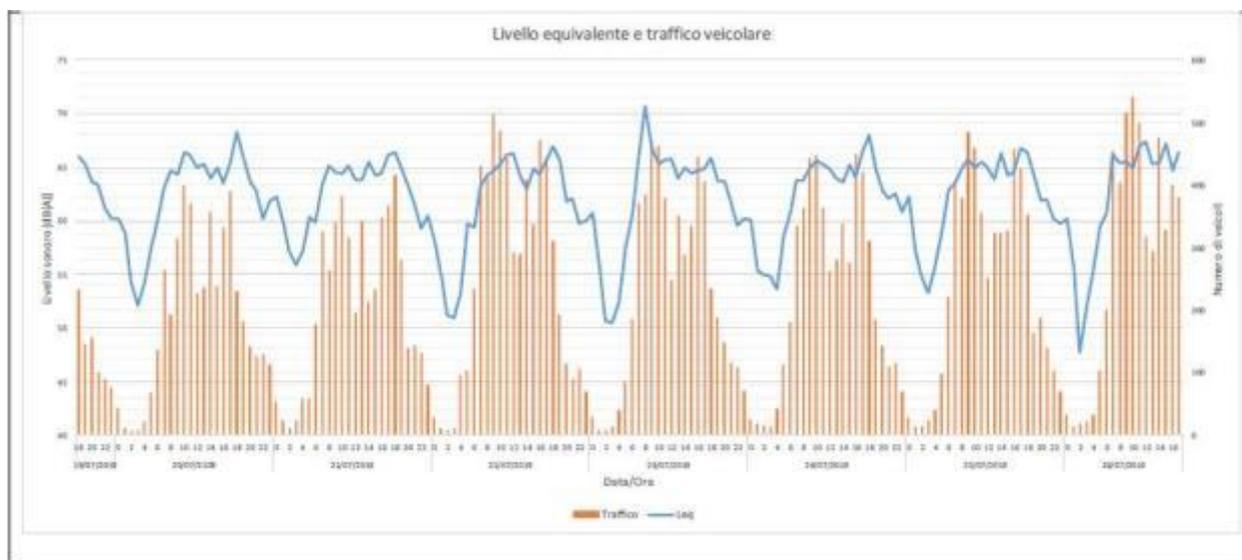


Figure 13 : Tendence horaire du niveau équivalent et du trafic total de véhicules linéaires

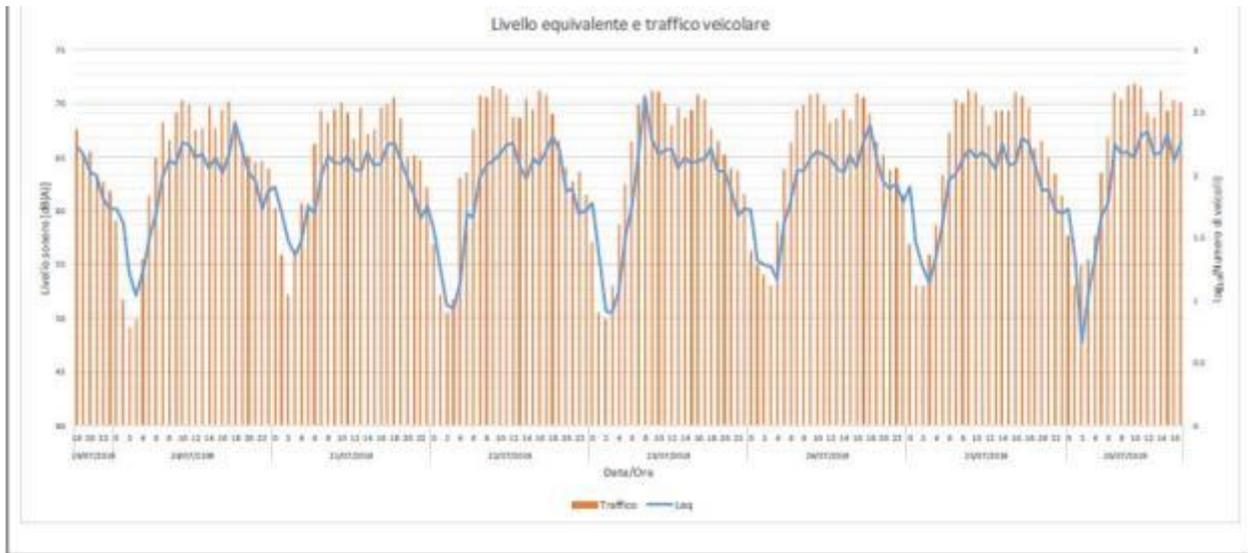


Figure 14 : Tendence horaire du niveau équivalent et du trafic total de véhicules logarithmique

Vitesse moyenne et nombre de véhicules passant par là pendant les périodes de référence.

**fascia diurna (06:00/22:00)**

Direzione	Sud			Nord		
Tipologia	Ultraleggeri	Leggeri	Tipologia	Ultraleggeri	Leggeri	Tipologia
Velocità media [km/h]	23.9	22.7	21.7	29.2	26.1	24.4
Conteggio	861	2208	116	710	989	24

**fascia serale (22:00/06:00)**

Direzione	Sud			Nord		
Tipologia	Ultraleggeri	Leggeri	Tipologia	Ultraleggeri	Leggeri	Tipologia
Velocità media [km/h]	33.7	30.9	44.5	37.2	33.6	25.6
Conteggio	67	233	4	49	47	1

Fascia diurna=créneau jour ; fascia notturna= Créneau nuit

## Conditions météorologiques

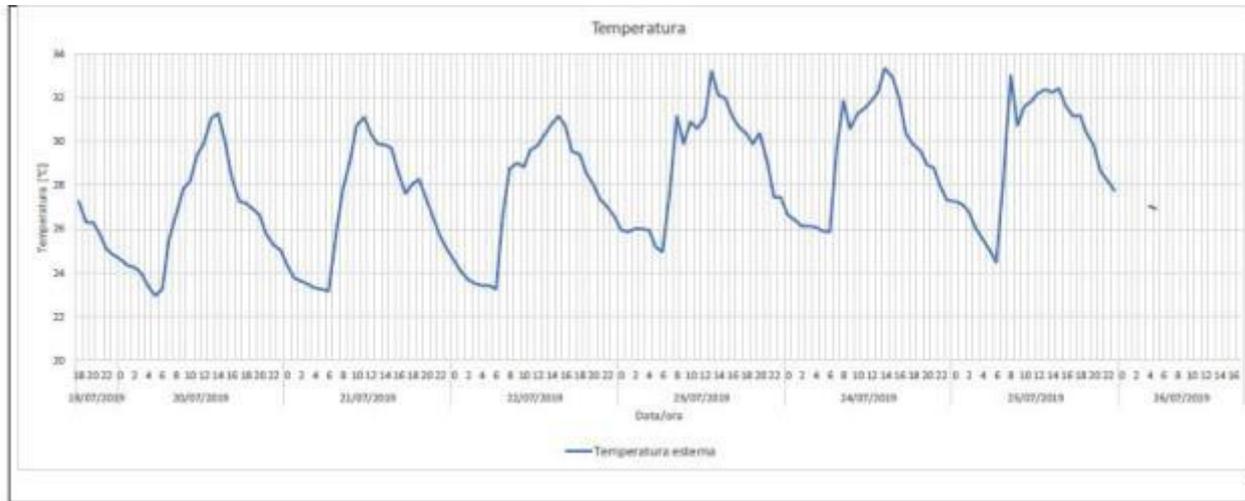


Figure 15 : Tendence horaire de la température pendant la période de mesure

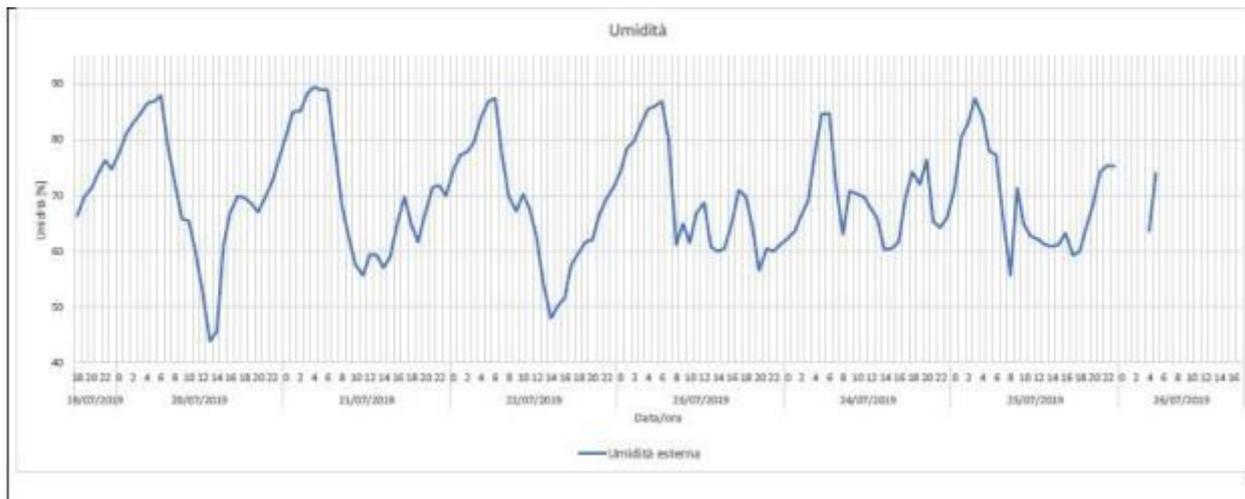


Figure 16 : Evolution horaire de l'humidité pendant la période de mesure

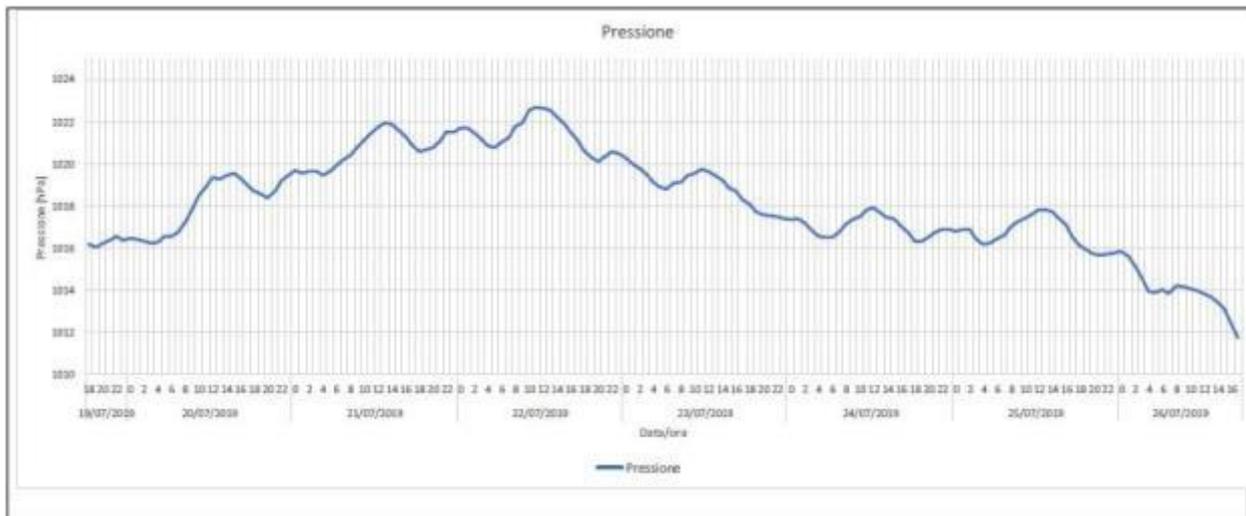


Figure 17 : Tendence horaire de la pression atmosphérique pendant la période de mesure.

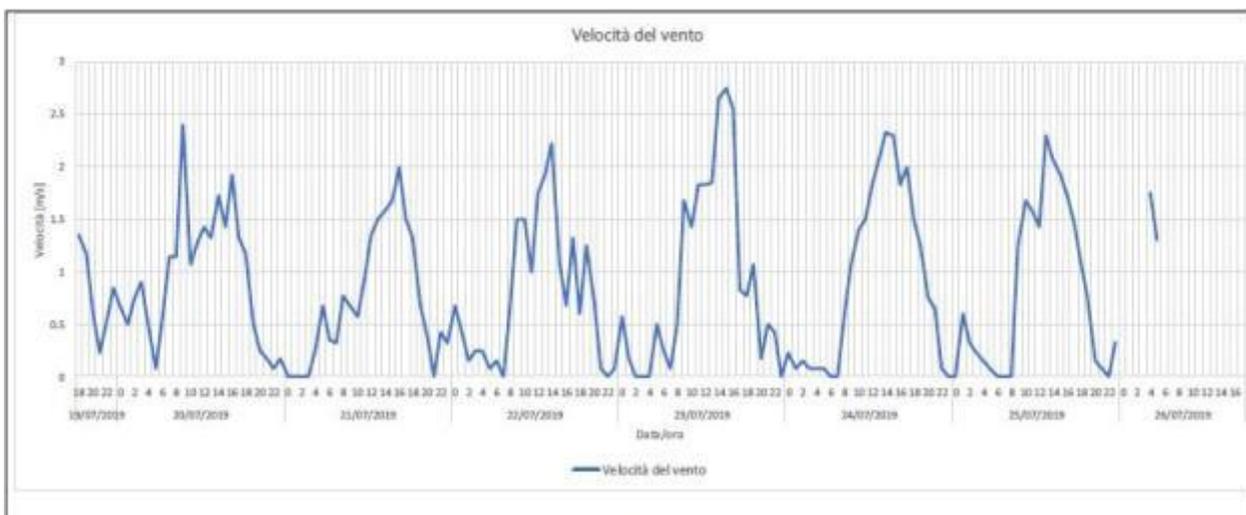


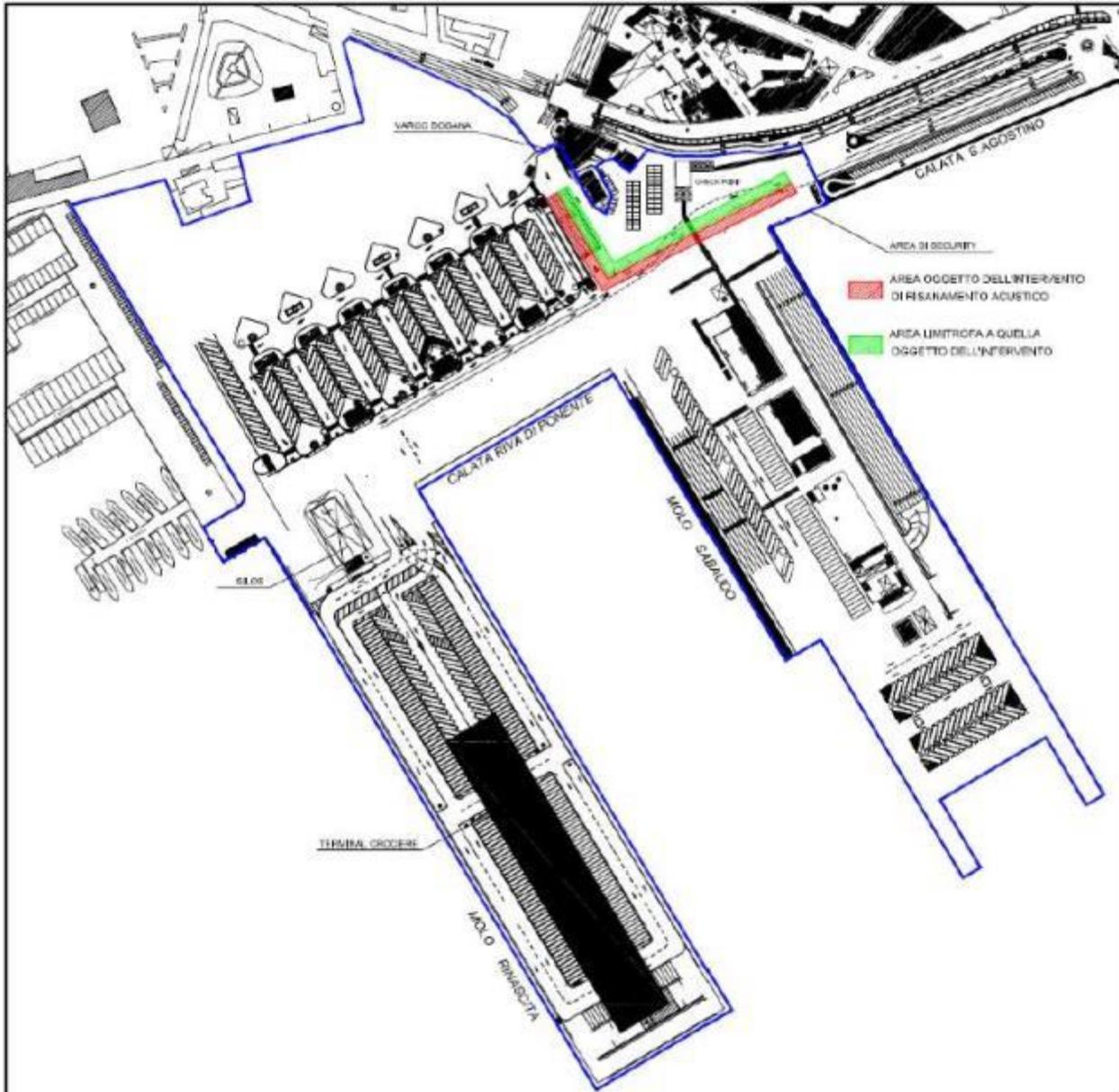
Figure 18 : Tendence horaire de la vitesse du vent pendant la période de mesure.

Aucune précipitation n'a été enregistrée pendant toute la période de mesure.

Toutes les données, les résultats et le rapport présentés ci-dessus ont été réalisés par la société **IPOOL**, chargée du service par l'Autorité portuaire de la mer Tyrrhénienne du Nord.

## Port de Cagliari

Le tronçon de route étudié est interne à la pertinence du port et est illustré dans la figure ci-dessous.



*Section de route enquêtée*

## Méthode CPX

### Protocole de mesure

### Les limites de Green Public Procurement, les résultats CPX et la comparaison avec les limites de GPP.

Toutes les considérations technico-scientifiques faites ci-dessus dans le cas de Portoferraio sont les mêmes que celles faites dans le cas du port de Cagliari.

PAVIMENTAZIONE	L <sub>CPX</sub> per corsia		$\sigma(L_{CPX})$	L <sub>CPX</sub>	Limite GPP	L <sub>CPX,max</sub>	Limite GPP
	Dir. Est	Dir. Ovest					
AO	Dir. Est	91.3 ± 0.9	0.5	91.5 ± 0.6	94.0	91.9 ± 0.2	95.0
	Dir. Ovest	91.7 ± 0.8	0.3				

Tableau 7: Résultats obtenus pour la chaussée étudiée et comparaison avec les limites GPP. Les valeurs moyennes pour les voies individuelles et l'écart type relatif sont également affichés. Toutes les valeurs sont rapportées en dB (A).

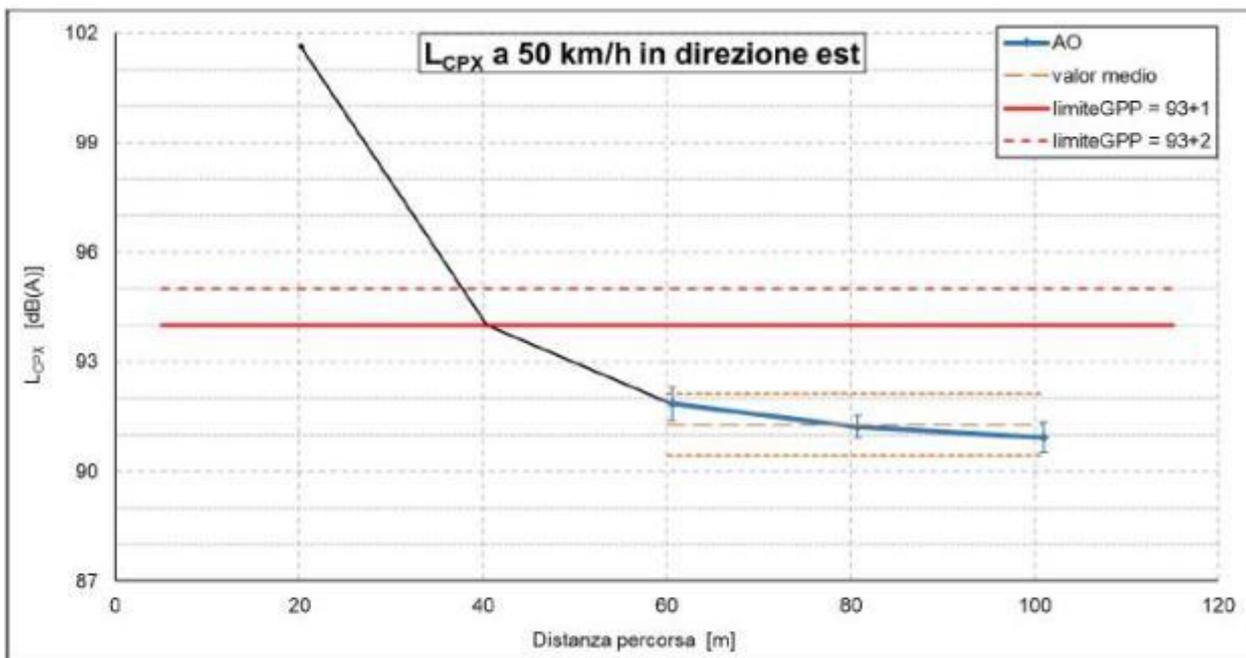


Figure 19: Tendence spatiale des niveaux LCPX calculée sur les tronçons de 20 m en direction Est

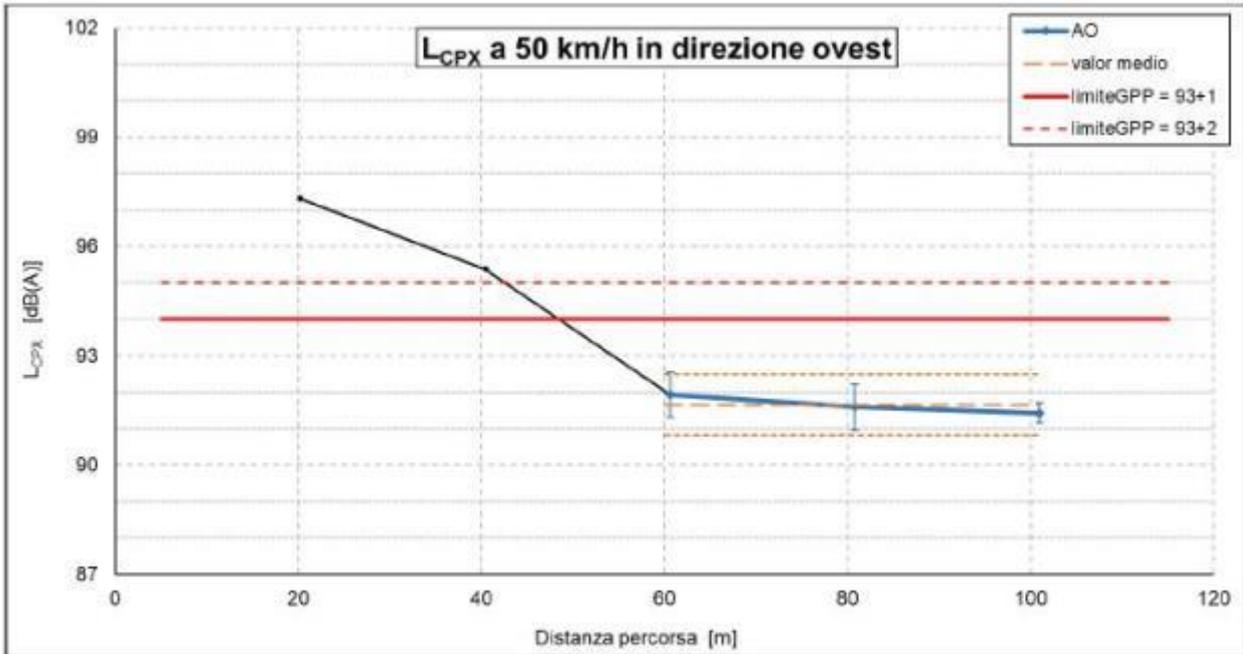


Figure 20: Tendence spatiale des niveaux LCPX calculée sur les tronçons de 20 m investigués en direction *Ouest*

## Méthode Pass-by

**Protocole de mesure :** Ils sont les mêmes que ceux décrits dans le cas de Portoferraio.

### Résultats

En l'absence de trafic circulant dans des conditions normales au sein de la zone portuaire, il a été préféré d'opter pour une séance de mesure avec la méthode CPB, en utilisant 2 véhicules:

- Une Mercedes Vito appartenant à la société IPOOL
- Une Fiat Panda appartenant à l'Autorité Portuaire

Les mesures ont été effectuées dans les deux sens de circulation pour chaque véhicule. Les régressions linéaires obtenues pour le Mercedes Vito et le Fiat Panda sont présentées ci-dessous.

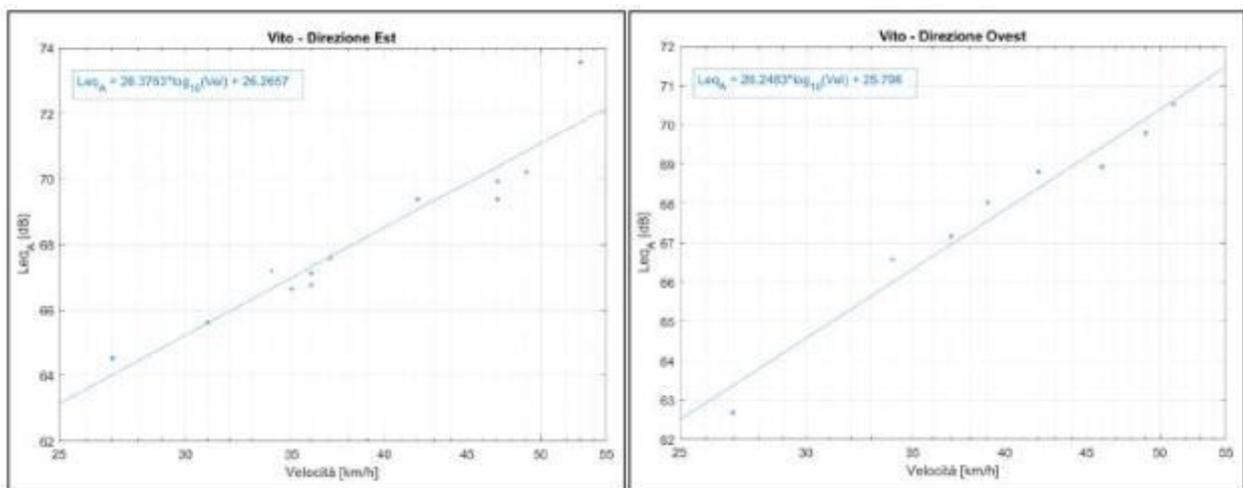


Figure 21: Régression linéaire entre le niveau sonore maximal et la vitesse de déplacement pour le véhicule Mercedes Vito

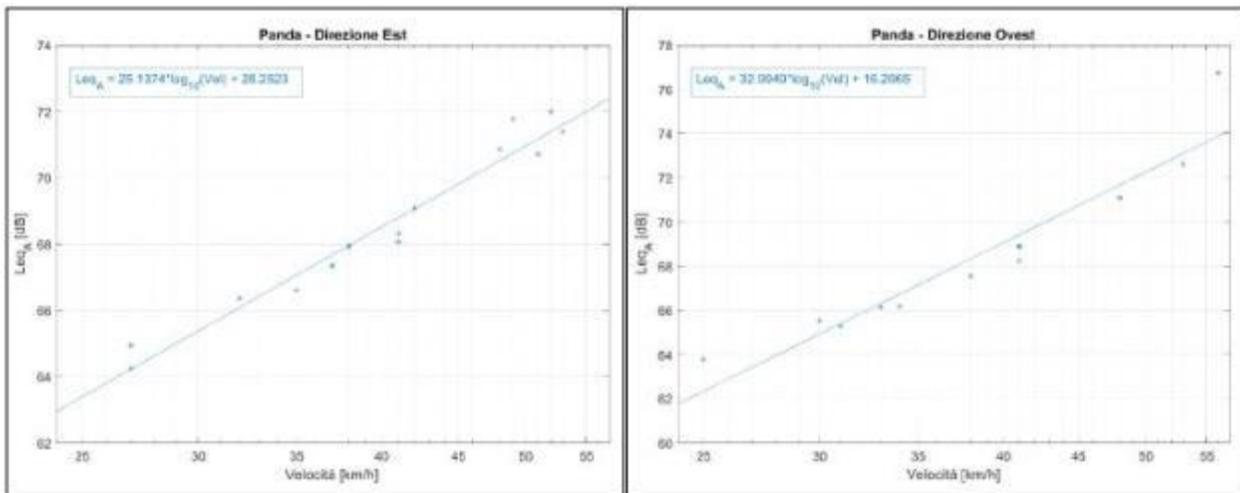


Figure 22: Régression linéaire entre le niveau sonore maximal et la vitesse de déplacement pour le véhicule Fiat Panda

	Mercedes Vito		Fiat Panda	
	Direzione Est	Direzione Ovest	Direzione Est	Direzione Ovest
<b>LCPB [dB(A)]</b>	71.1	70.4	71.0	72.3

Tableau 8: Niveaux de CPB estimés à 50 km/h avec régressions linéaires pour les véhicules utilisés

## Tissage de la surface

### Protocole de mesure

Mesures effectuées comme dans le cas de Portoferraio et conformes à la législation UNI EN ISO 13473

### Résultats

PAVIMENTAZIONE	MPD per corsia	
AO	Dir. Est	0.81 ± 0.05 (mm)
	Dir. Ovest	0.78 ± 0.05 (mm)

Tableau 9: Résultats obtenus en termes d'indicateur MPD (Mean Profile Depth) pour la chaussée étudiée

Les figures suivantes montrent les tendances spatiales des valeurs MPD relatives aux tronçons de 20 m considérés dans les deux directions étudiées. La dernière figure montre plutôt le spectre des niveaux de tissage de la route en fonction de la longueur d'onde dans les deux directions étudiées.

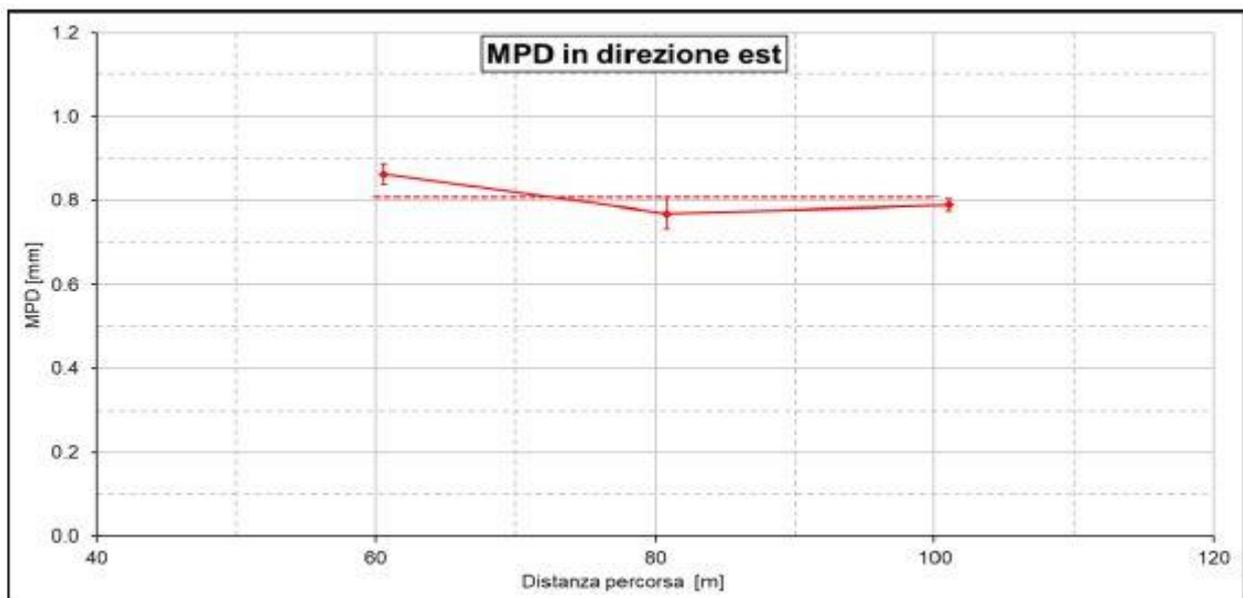


Figure 23: Tendence spatiale des valeurs MPD calculées sur les tronçons de 20 m pour la direction Est

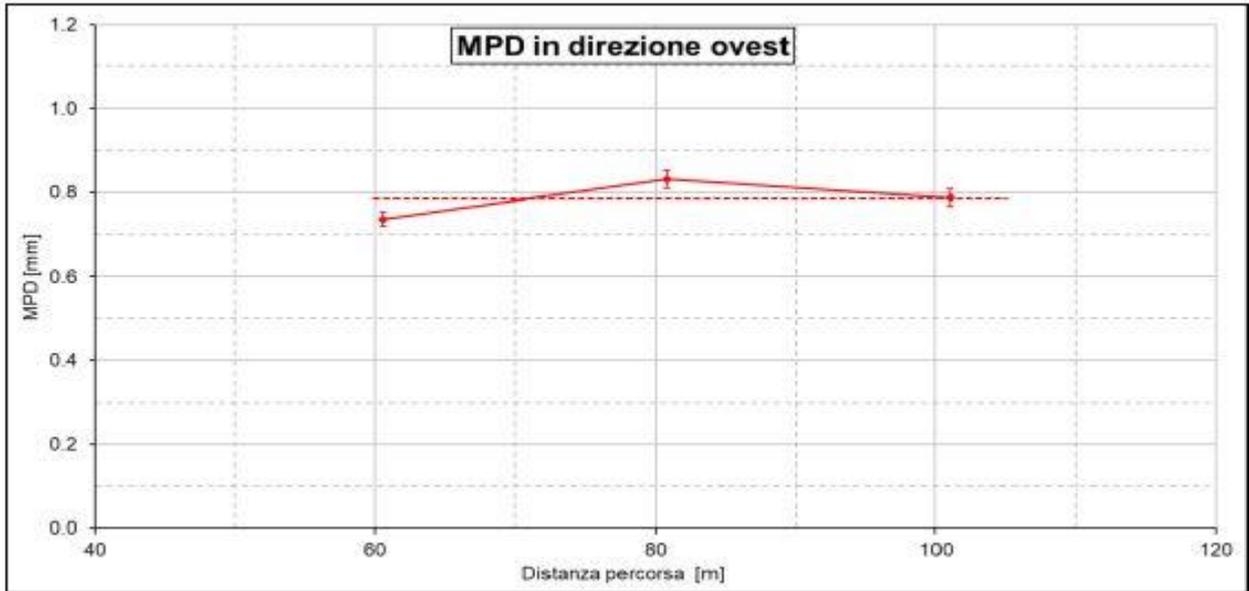


Figure 24: Tendence spatiale des valeurs MPD calculées sur les tronçons de 20 m pour la direction Ouest

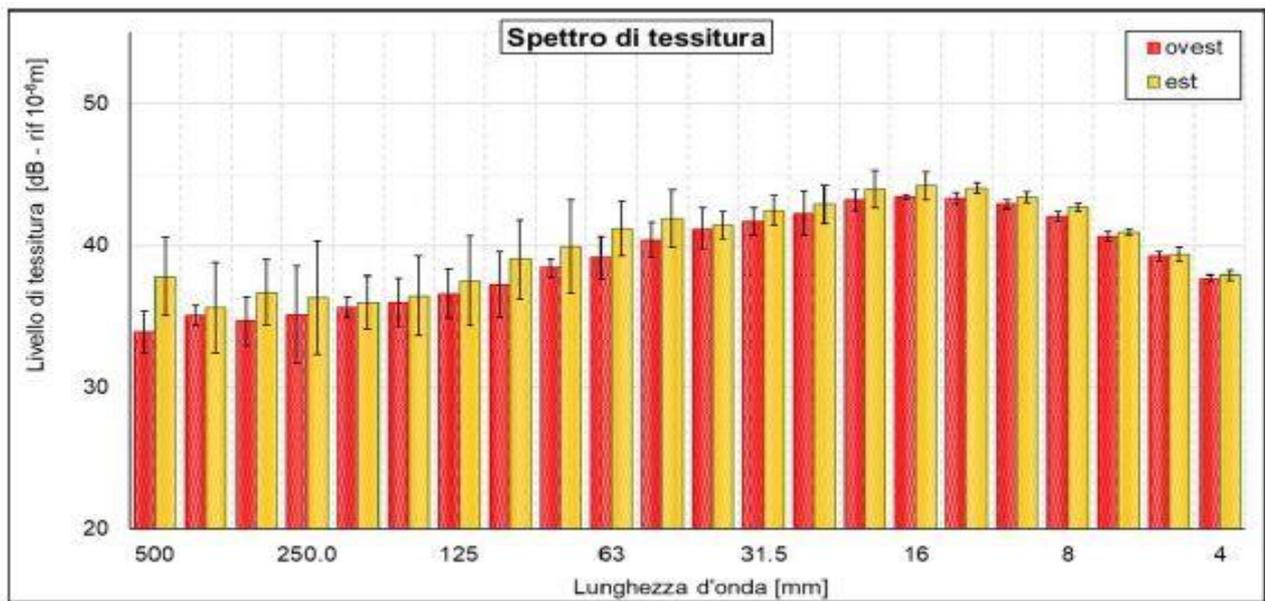


Figure 25: Spettro des niveaux de texture du revêtement de sol AO en fonction de la longueur d'onde exprimée en mm

## Conclusion

Ce produit rapporte les résultats de la session de mesure ante-operam réalisée avec les méthodes CPX et CPB visant à la caractérisation acoustique du revêtement de sol actuellement présent dans les ports susmentionnés en vue d'une intervention de remédiation acoustique au moyen d'un revêtement de sol à faible impact acoustique. Parallèlement, des relevés de texture de surface ont également été réalisés avec un profil laser mètre, à partir duquel la profondeur moyenne du profil (MPD) et le spectre des niveaux de texture ont été obtenus.

Les résultats obtenus seront utilisés pour la comparaison avec ce qui sera obtenu dans une campagne de mesures ultérieure qui sera réalisée après la pose du revêtement de sol à faible impact acoustique.

Toutes les données, les résultats et le rapport présentés ci-dessus ont été réalisés par la société IPOOL désignée par l'Autorité portuaire de la mer de Sardaigne.

Vous trouverez ci-dessous les critères CPX pour l'évaluation des revêtements de sol à faible bruit à inclure dans les appels d'offres pour la conception et/ou la construction de revêtements de sol à faible bruit.

## Prémisse et législation de référence

La Loi n° 22 du 28 décembre 2015, portant «Dispositions environnementales visant à promouvoir les mesures d'économie verte et à limiter l'utilisation excessive des ressources naturelles», à l'art. 18 alinéa 4 prévoit l'obligation d'insérer des critères environnementaux minimaux pour la fourniture des biens et services et pour l'attribution des travaux, en déléguant les procédures de définition et d'adoption des critères susmentionnés à des arrêtés ministériels ultérieurs.

Dans l'attente de la promulgation de ces décrets, la législation pertinente est constituée par la législation communautaire qui, avec la publication en juin 2016 du rapport « Révision des critères de passation des marchés publics verts pour la conception, la construction et l'entretien des routes », a fourni les critères de l'Union européenne pour les marchés publics verts dans le domaine de la conception, de la construction et de l'entretien des routes et des réglementations techniques.

En Italie, un acte législatif utile, approuvé par la Région Toscane, est représenté par les «Directives régionales, à l'usage des autorités locales, sur le thème de la vérification de l'efficacité des revêtements routiers insonorisant et/ou à faible émissivité et des chaussées acoustiques barrières d'atténuation créées pour les interventions d'assainissement», approuvée avec la résolution du Conseil régional de Toscane du 27 novembre 2018, no. 1296. Il décrit diverses méthodologies d'évaluation de la performance acoustique des chaussées routières à faible impact. Conformément à ce qui est proposé dans le GPP, la méthodologie CPX est décrite en détail. Vous trouverez ci-dessous le texte intégral de l'annexe 2 qui contient également des informations précieuses à inclure dans les appels d'offres à réaliser pour la conception et/ou l'attribution des travaux pour la construction d'un revêtement de sol à faible impact acoustique.

## **MÉTHODE DE MESURE DU NIVEAU DE BRUIT DE ROULEMENT (CPX)**

### **Prémisse**

Afin d'assurer le respect des exigences minimales requises par le cahier des charges pour la conception et/ou l'attribution des travaux, les performances acoustiques d'un revêtement de sol à faible impact acoustique (c'est-à-dire la couche d'usure) doivent être vérifiées. En particulier, le revêtement de sol à faible impact acoustique doit faire l'objet d'essais, à réaliser entre 4 et 12 semaines après l'ouverture de la route à la circulation. En plus des essais, sauf indication contraire dans l'avis d'appel d'offres, le revêtement de sol à faible impact acoustique doit assurer le maintien des performances acoustiques pendant au moins 5 ans à compter de l'ouverture de la chaussée à la circulation.

La méthode la plus courante pour évaluer les performances acoustiques d'une chaussée en termes d'émission de bruit de roulement, généré par l'interaction pneumatique-chaussée, est la méthode CPX, dont le principe et le système de mesure sont décrits dans la norme technique UNI EN ISO 11819-2.

La méthode CPX a été adoptée entre autres par le rapport «Revision of Green Public Procurement Criteria for Road Design, Construction and Maintenance» (ci-après dénommé GPP), élaboré par le Centre commun de recherche et publié par la Commission européenne, afin de indiquer aux États membres les critères de l'UE pour les marchés publics écologiques en matière de conception, de construction et d'entretien des routes.

En particulier, le GPP exige qu'un revêtement de sol à faible impact acoustique garantisse des niveaux d'émission sonore, mesurés avec la méthode CPX, inférieurs à certaines valeurs limites.

Cette méthode a déjà été largement testée dans le cadre du projet régional LEOPOLDO, dont l'expérimentation et les résultats associés ont contribué à la rédaction du PPM lui-même.

### **Essais et vérification du maintien des performances acoustiques dans le temps**

Sauf indication contraire dans l'avis d'appel d'offres, le respect des exigences minimales requises par le cahier des charges est démontré au moyen d'un rapport technique, délivré au maître d'ouvrage par l'entreprise exécutant les travaux, après chaque séance de mesurage effectuée.

Le rapport technique doit contenir les résultats expérimentaux obtenus à chaque séance de mesure effectuée par un laboratoire tiers et indépendant.

Pour les essais, une séance de mesure doit être réalisée au plus tôt 4 semaines et au plus tard 12 semaines à compter de l'ouverture à la circulation du tronçon de route concerné par le revêtement de sol silencieux.

Pour vérifier le maintien des performances acoustiques dans le temps, une deuxième session de mesure doit être réalisée au plus tôt 30 mois et au plus tard 36 mois à compter de l'ouverture de la route à la circulation et une troisième session de mesure au plus tôt 54 mois et plus tard que les 60 mois.

### **Protocole de mesure du bruit de roulement**

Le protocole de mesure adopté est celui prévu par les normes techniques UNI EN ISO 11819-2 et ISO / TS 11819-3, intégré à ce qui est rapporté ci-dessous.

La méthode est basée sur l'acquisition de niveaux sonores dans la gamme de fréquences 315 - 5000 Hz, à l'aide de deux ou plusieurs microphones positionnés à proximité du point de contact entre le pneumatique et la chaussée, en utilisant le pneumatique de référence requis par la norme ISO/TS 11819-

3, monté sur le véhicule instrumenté (véhicule ou chariot) répondant aux exigences de la norme UNI EN ISO 11819-2.

Les données d'essai doivent être collectées sur des tronçons routiers d'au moins 200 m de long, divisés en tronçons de 20 m de long avec une tolérance maximale de 1 m. Dans le cas d'interventions pour la construction de nouvelles routes ou le réaménagement de routes existantes impliquant des sections de plus de 200 m, les données d'essai doivent être collectées sur des sections de route d'une longueur d'au moins 50% de la longueur totale et d'au moins 200 m. Dans le cas d'interventions d'une longueur totale supérieure à 2000 m, les données d'essai doivent porter sur une longueur totale d'au moins 1000 m, divisée en tronçons d'au moins 200 m également répartis le long de l'intervention réalisée. Le pouvoir adjudicateur a le droit de demander la vérification des tronçons routiers de plus de 50 % de la longueur totale de l'intervention.

Les données de test doivent être collectées sur toutes les voies, au moins une heure pour chacune d'elles, en utilisant uniquement le pneu P1 requis par la norme ISO/TS 11819-3. Les données de test doivent être correctes, conformément aux normes UNI EN ISO 11819-2 et ISO / TS 11819-3, pour prendre en compte la vitesse, la température de l'air et la dureté du pneu au moment de la mesure, de sorte que les résultats se réfèrent aux conditions de vitesse maximale autorisée sur le tronçon de route, 20°C de température de l'air et 66 ShoreA de dureté du pneumatique.

Le résultat du test est le niveau d'émission LCPX, calculé comme la valeur moyenne des niveaux obtenus sur toutes les sections de 20 m sur lesquelles les données de test ont été collectées et se réfère à la vitesse égale à la limite de vitesse maximale de la route. La première et la dernière section de 20 m de chaque section sur laquelle les données d'essai ont été recueillies doivent être exclues du calcul de la valeur moyenne.

L'analyse d'incertitude associée au résultat final, dérivant des protocoles de mesure et d'analyse des données, doit être évaluée selon le Guide ISO/CEI 98-3 : 2008.

Le niveau d'émission LCPX et son incertitude associée doivent être arrondis à la première décimale (en appliquant l'arrondi inférieur si la deuxième décimale est inférieure à 5 et supérieur si la deuxième décimale est supérieure à 4).

## **L'acquisition des données**

Afin d'obtenir des résultats à la fois plus précis et plus précis, lors de la session de mesure, il est nécessaire d'acquérir les niveaux sonores en marchant le long du sol à faible impact acoustique pendant un nombre minimum de 8 fois et à une vitesse constante, variable en répétitions entre 30 km / h. la limite de vitesse de la route.

Lors du traitement des données, à chaque tranche de 20 m est associée une vitesse moyenne de déplacement, le niveau sonore pour chaque bande de tiers d'octave, obtenu en moyenne énergétique sur les niveaux enregistrés par les microphones, et le niveau sonore en large bande, obtenu à partir de la somme des niveaux sonores des bandes de tiers d'octave pondérée selon la courbe de pondération A.

Le niveau à la vitesse de référence nécessaire est estimé au moyen d'une régression linéaire calculée sur les résultats obtenus à différentes vitesses de déplacement entre le niveau sonore et le logarithme de la vitesse. En plus du niveau sonore à la vitesse de référence nécessaire, à partir de la régression linéaire, il est nécessaire de calculer l'incertitude relative associée, qui prend en compte l'incertitude de mesure et l'incertitude associée aux paramètres de régression.

## Résultats et rapport technique

En plus du niveau d'émission LCPX, corrigé de la température de l'air et de la dureté des pneus et fourni pour chaque voie, le rapport technique doit contenir la description des procédures de mesure, les données d'essai recueillies pour chaque section de 20 m, la description du protocole d'analyse des données et l'estimation de l'incertitude associée au résultat.

En appliquant le critère d'acceptation large au rejet strict selon la norme UNI TS 1136-2, le rapport technique doit mettre en évidence la comparaison entre le résultat obtenu sur chaque piste, y compris son incertitude multipliée par 1,645 (correspondant au facteur de couverture à 95 % pour une distribution normale à deux faces), et les valeurs limites indiquées dans le tableau suivant:

VALEURS LIMITES DE LCPX EXPRIMÉES EN dB(A)					
Vitesse	40 km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h
Essai (4-12 semaines)	87,0	90,0	92,5	95,0	96,5
Maintien (30-36 mois)	89,0	92,0	94,5	97,0	98,5
Maintien (54-60 mois)	90,0	93,0	95,5	98,0	99,5

Sur le rapport technique, il est également nécessaire de signaler:

- Date et heure de réalisation de la campagne de mesure;
- Certificat d'étalonnage du système de mesure;
- Dureté et kilomètres parcourus par le pneu de mesure;
- La valeur moyenne et la plage de variation de la température de l'air et du revêtement de sol mesurés;
- Spectre moyen dans les bandes de tiers d'octave aux vitesses de référence, avec les incertitudes associées;

## Conditions environnementales

Pour minimiser la variabilité des résultats obtenus entre les différentes sessions de mesures, liée à la différence des conditions environnementales, il est conseillé que les campagnes soient réalisées approximativement dans la même saison ou en tout cas dans des périodes caractérisées par des conditions météorologiques équivalentes ou comparables.

Le sol doit être parfaitement sec. Pour les revêtements routiers caractérisés par une porosité élevée, la période de mesure doit être choisie à l'écart des événements pluvieux (au moins 2 jours).

Il est également nécessaire de surveiller la température du revêtement de sol pendant le temps de mesure. La séance de mesure doit être réalisée dans un délai tel que la variation de température à la fois de l'air et du sol soit limitée (généralement stable à moins de 5°C).

# Port de l'île Rousse

## Introduction

Le service de surveillance acoustique décrit dans ce rapport fait référence à une campagne de mesures post-amélioration acoustique réalisée au Port d'Ile Rousse (Corse) dans le cadre du projet "RUMBLE - *Reduction du bruit dans les grandes villes portuaires dans le programme maritime transfrontalier*", relatif au programme de coopération maritime Italie - France 2014-2020, dans le but d'améliorer la durabilité des ports de commerce et des plateformes logistiques associées en contribuant à la réduction des nuisances sonores, par l'adoption de technologies adaptées à cet effet.

Ce rapport présente les résultats des mesures effectuées lors d'une campagne avant amélioration acoustique. la figure 26 montre le tronçon 2 de route qui a été investigué. Ce tronçon a été investigué dans les deux sens de circulation, appelés Nord et Sud.

En particulier, les résultats des mesures suivantes sont présentés:

- bruit d'interaction pneumatique/chaussée avec méthode Close Proximity Index (méthode CPX selon la norme UNI EN ISO 11819-2);
- avec la méthode Controlled Pass By (CPB selon la norme NF S 31 119-2).



Figure 26: Tronçons étudiés.

## Méthode CPX

### Résultats CPX et comparaison avec les limites du GPP (MPE)

Le Tableau 10 montre la comparaison avec les limites fixées par le GPP des résultats obtenus pour les revêtements étudiés selon le protocole UNI EN ISO 11819-2.

Les limites à considérer sont celles relatives à la vérification de la durée des prestations. Ces limites sont reportées dans le Tableau 1.

La vitesse de référence considérée pour le tronçon étudié est de 50 km/h.

REVETEMENT	L <sub>CPX</sub> par voie		$\sigma(L_{CPX})$	L <sub>CPX</sub>	Limite GPP	L <sub>CPX,max</sub>	Limite GPP
Tronçon 2 Ante Operam (AO)	Dir. Nord	94.8 ± 0.9	0.5	95.0 ± 0.6	<b>94.0</b>	95.9 ± 0.9	<b>95.0</b>
	Dir. Sud	95.2 ± 0.9	0.3				

Tableau 10: Résultats obtenus pour les revêtements étudiés et comparaison avec les limites GPP (MPE). Les valeurs moyennes et l'écart type pour chaque voie sont aussi reportées. Toutes les mesures sont en dB(A).

Selon la norme UNI EN ISO 11819-2, l'écart type des niveaux calculés pour les tronçons de 20 m peut être utilisé comme indicateur de l'homogénéité de la chaussée, mais le GPP ne donne aucune limite pour cet indicateur.

La comparaison la plus significative est donc à faire avec l'incertitude associée à la valeur moyenne, considérant qualitativement que le revêtement de sol est irrégulier si l'écart type est supérieur à celle-ci (avec facteur de couverture  $k = 1$ ).

Les Figures 27 e 28 montrent les tendances spatiales des niveaux calculés à la vitesse de 50 km/h pour les tronçons de 20 m selon le protocole requis par la norme UNI EN ISO 11819-2 et par le GPP pour les revêtements de sol étudiés dans le tronçon 2.

La ligne orange indique le niveau moyen de la chaussée étudiée et son intervalle de confiance. La limite à 50 km/h fixée par le GPP pour la valeur moyenne de la chaussée analysée est indiquée par une ligne continue en rouge. La limite pour la section unique est indiquée en pointillés rouges.

Lors de l'analyse du tronçon 2, comme l'exige le règlement technique de référence, les tronçons parcourus par le véhicule instrumenté à vitesse constante ont été identifiés, excluant les tronçons relatifs aux phases d'accélération et de décélération et ceux caractérisés par des rayons de courbure trop faibles.

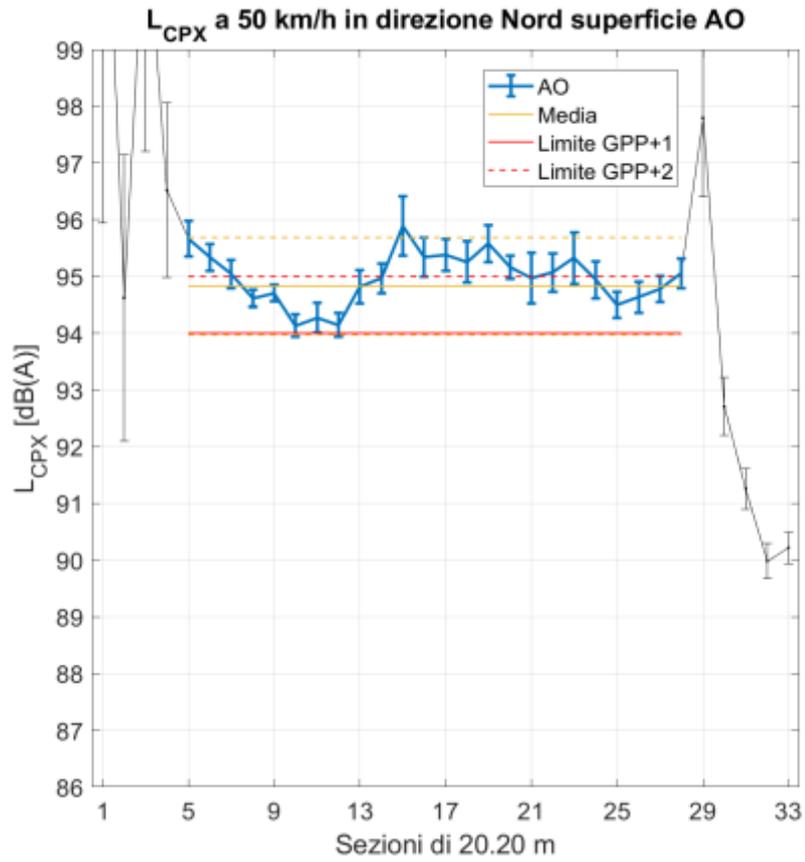


Figura 27: Tronçon 2 Revêtement Ante Operam - Niveaux  $L_{CPX}$  calculés sur les sections de 20 m en direction Nord en fonction de la section.

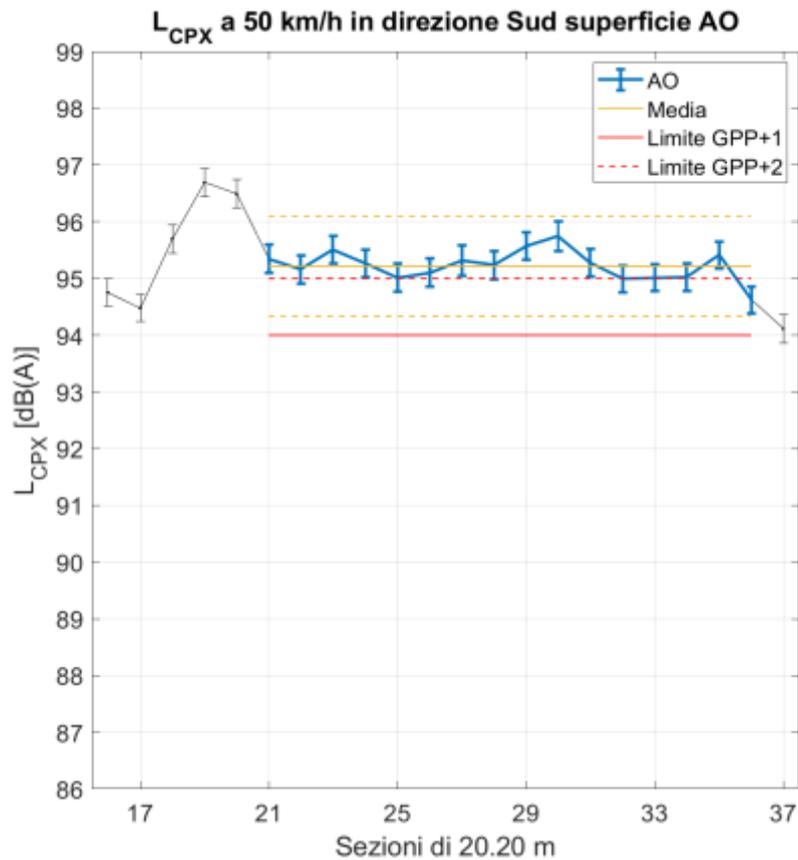


Figura 28: Tronçon 2 Revêtement Ante Operam - Niveaux  $L_{CPX}$  calculés sur les sections de 20 m en direction Sud en fonction de la section.

## Résultats CPX selon le protocole avec sections de 6 m

L'analyse des données relatives à la méthode CPX a également été réalisée à travers un deuxième protocole, qui prévoit la subdivision du tronçon de route en tronçons d'environ 6,18 m de long (et non 20 m) permettant un échantillonnage plus précis lequel, pour des tronçons de route particulièrement courts (moins de 20 mètres de longueur) garantissent une estimation plus robuste de la valeur moyenne.

Le tableau 11 montre les valeurs moyennes spatiales de  $L_{CPX}$ , à 50 km/h, pour chaque revêtement étudié avec le protocole avec sections da 6.18 m.

Revêtement	Direction	$L_{CPX}$ a 50 km/h [dB(A)]
Tronçon 2 Ante Operam (AO)	Dir. Nord	94.8 ± 0.9
	Dir. Sud	95.1 ± 0.9

Tableau 11: Niveaux  $L_{CPX}$  avec leur incertitude pour chaque tronçon, à 50 km/h.

Les figures 29 e 30 montrent les niveaux  $L_{CPX}$  en fonction de la section obtenus pour la vitesse de référence de 50 km/h, avec l'incertitude relative associée, pour les chaussées étudiées.

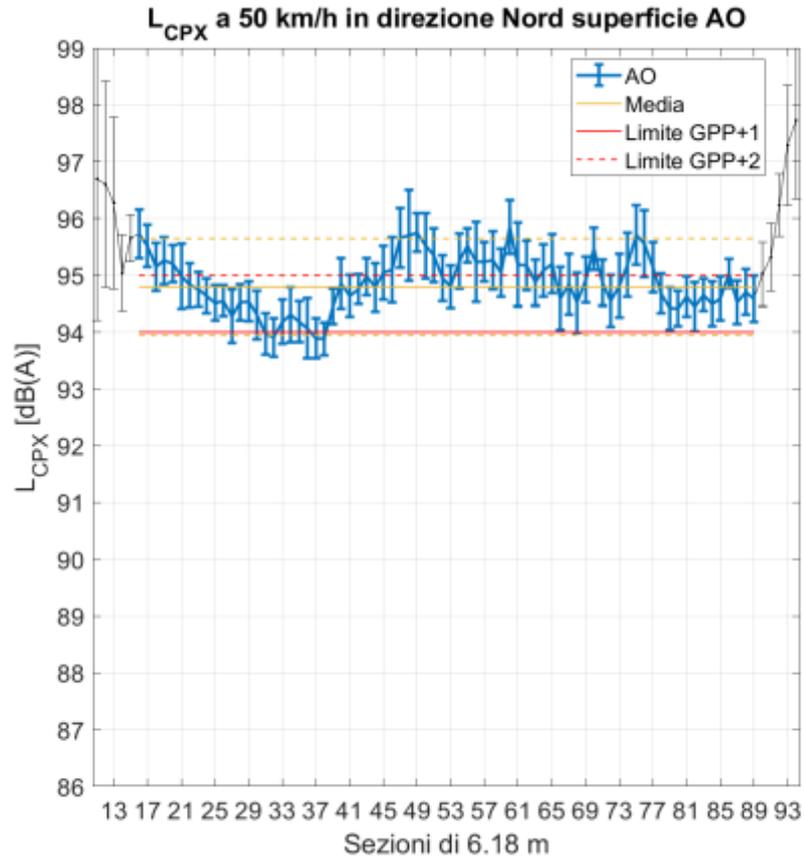


Figure 29: Tronçon 2 Revêtement Ante Operam - Niveaux  $L_{CPX}$  calculés sur les sections de 6 m en direction Nord.

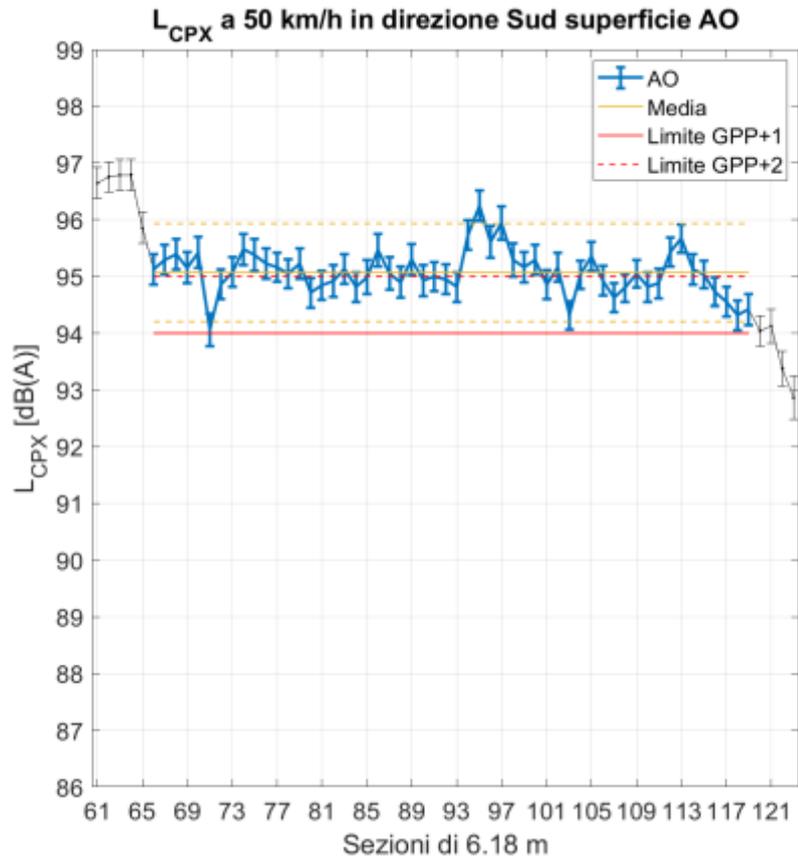
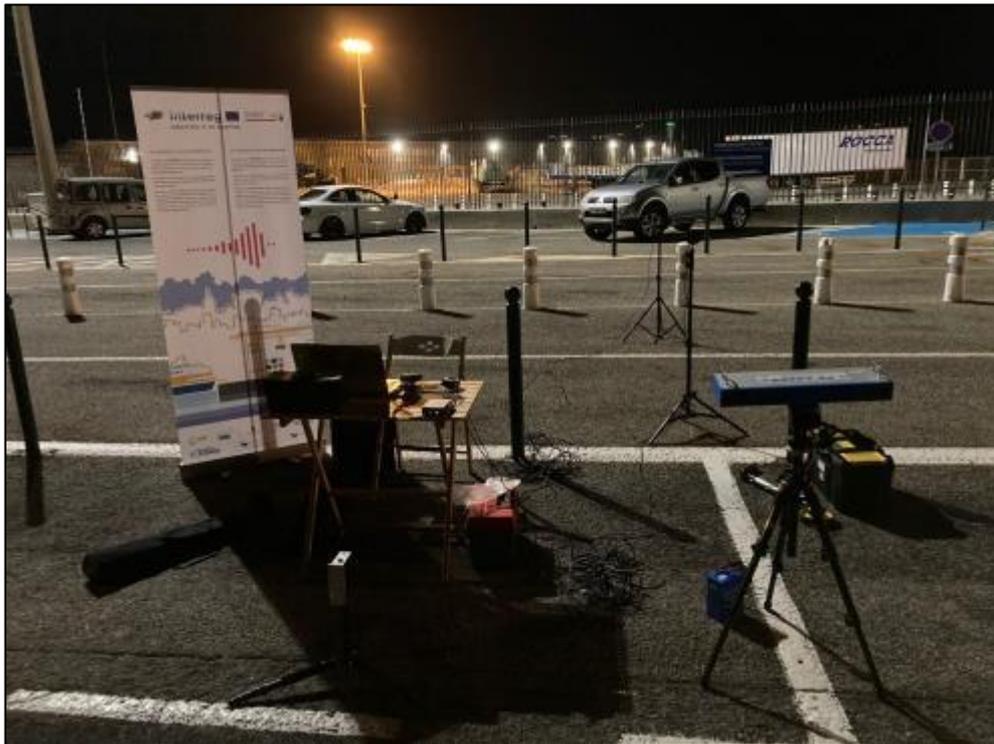


Figure 30: Tronçon 2 Revêtement Ante Operam - Niveaux  $L_{CPX}$  calculés sur les sections de 6 m en direction Sud.

## Méthode Pass-by

### Résultats

La séance de mesure avec la méthode CPB a été réalisée à l'aide d'un véhicule Mercedes Vito (propriété de la société soussignée) sur le tronçons 2 pour caractériser les revêtements Ante Operam. Les mesures ont été effectuées en direction sud, en positionnant le microphone à une hauteur de 1,2 m et à 7,5 m du centre de la voie, comme le montre la figure 31.



*Figure 31: Postation CPB en correspondance du tronçon 1*

Le choix du positionnement des stations de mesure CPB a été fait après une inspection minutieuse des sites à investiguer.

Les régressions linéaires entre le niveau sonore maximal et la vitesse obtenues pour le véhicule Mercedes Vito sont présentées dans la figure 32. Le tableau 12 suivante présente les niveaux de CPB estimés à 50 km/h pour les deux tronçons investigués.

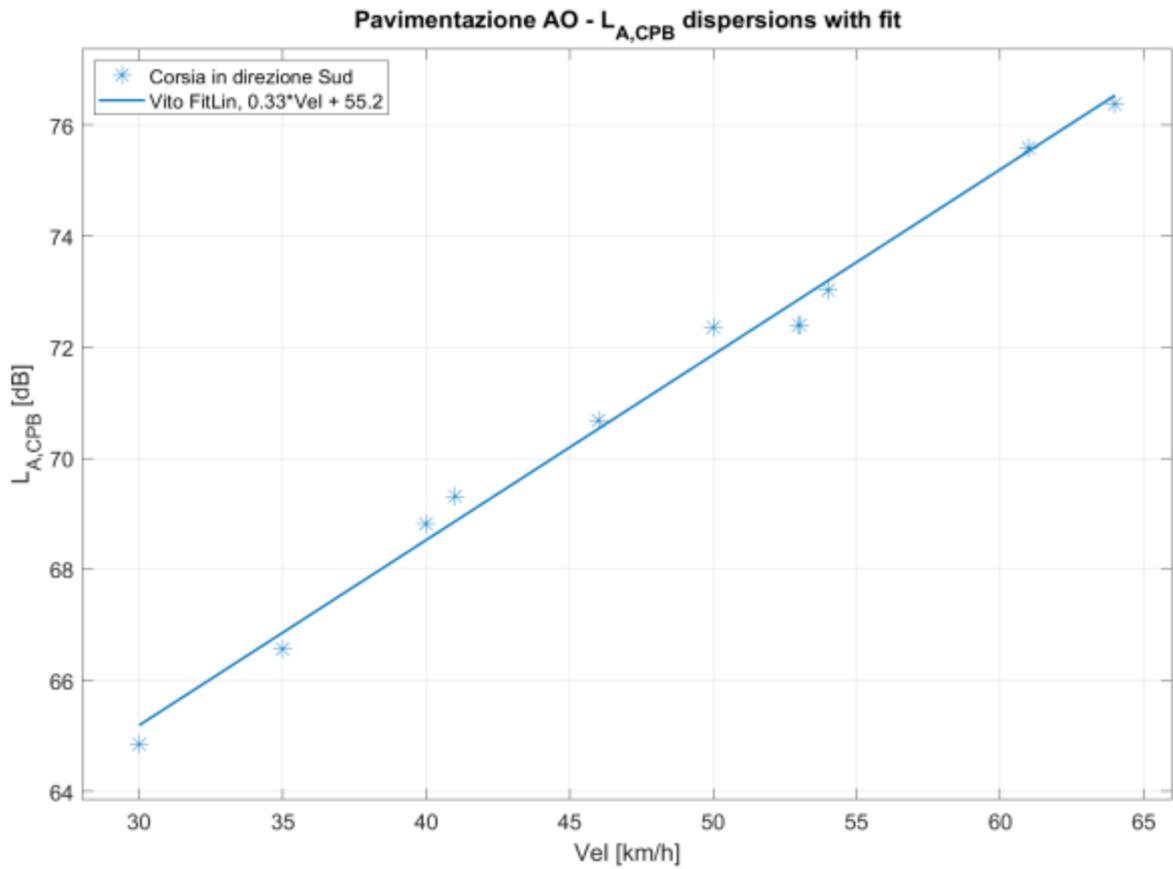


Figure 32: Tronçon 2 - Régression linéaire entre le niveau sonore maximal et la vitesse de déplacement du véhicule Mercedes Vito sur le revêtement AO en direction sud

PAVIMENTAZIONE	$L_{CPB}$ [dB(A)]	
	AO	Dir. Sud

Tableau 12: Niveaux CPB reportés à 50 km/h par régression linéaire pour le véhicule Mercedes Vito

## Port de Gênes-Prà

### Ligne de contrôle numéro1 :

#### But de l'enquête

Ce rapport a pour objective d'évaluer les données acoustiques fournies par le port de Prà (à Gênes) afin d'identifier les contributions de sources sonores présentes, compte tenu de l'utilisation prévue dans la zone portuaire.

#### Points de mesure

Pour ce ligne de contrôle 1, les trois points de mesure distincts qui ont été retenus sont les suivants (figure 33):

- A) Canal de calme : poste cabine 44 Palmarese (zone près du port)
- B) Centre-ville: via Albenga civico 14 interno 19 (zone intermediaire);
- C) Hauteurs: le Presto di Prà (zone collinaire)



Figure 33 : points de mesure Ligne de contrôle numero1

#### Description des sources sonores actuelles

- Bruit de transport routier : il existe dans la zone des routes qui relient différents quartiers où le trafic automobile est relativement soutenu pendant les heures de la journée.
- Activité commerciales et industrielles.
- Bruit du transport ferroviaire : à proximité de la zone portuaire sont présents des lignes ferroviaires composées de 5 rails qui confluent dans la voisine station de Prà
- Bruit portuaire : la liste des principaux navires à quai figure en annexe.

#### Méthodologie de traitement des données

Pour caractériser au mieux la zone limitrophe, on a pris en considération 3 jours avec différentes configurations de navires à quai ; comme temps de référence il a été considéré une journée entière (24 heures) où la période d'observation va de 22:00 à 22:00 le lendemain, mais plus particulièrement l'analyse se concentrera dans les heures nocturnes, de 22:00 à 06:00.

En résumé, les jours qui ont été choisis avec différentes configurations de navire à quai, sont :

- Du mardi 26/11/2019 au mercredi 27/11/2019 (un seul bateau présent à quai) : est caractérisé par la présence d'une typologie de bateau au port : le bateau CMA CGM LITANI du 26/11/2019 Start operations 06:15 au 27/11/2019 End operations 22:00 ;
- du mercredi 27/11/2019 au jeudi 27/11/2019 (période nocturne sans navire présent à quai). Cependant, la matinée était caractérisée par la présence de deux typologies de bateau au port: le bateau NORDSUMMER Start operations 06:15 End operations 16:50 et le bateau MSC SAMANTHA Start operations 06:15 End operations 22:35 ;
- du samedi 07/12/2019 au dimanche 08/12/2019 (plus qu'un bateau présent à quai) : est caractérisé par la présence de plusieurs typologies de bateau au port : YM WELLBEING du 05/12/2019 Start operations 18:15 au 08/12/2019 End operations 11:15, CHICAGO EXPRESS du 06/12/2019 Start operations 00:15 au 08/12/2019 End operations 09:50 et MSC LIVORNO du 06/12/2019 Start operations 00:15 au 08/12/2019 End operations 14:55.

## Campagnes de mesure

### I. Analyse quantitative

Dans les Figures 34, 35 e 36, correspondant respectivement aux positions A, B et C, pour les trois configurations susmentionnées, sont indiquées :

- les graphiques du multi-spectre en bande 1/3 d'octave du Leq sur 1s en pondération linéaire sous forme de sonogramme;
- l'évolution temporelle de Leq sur 0.125s en pondération A;
- les données de la contribution acoustique sur 0.125s en pondération A.

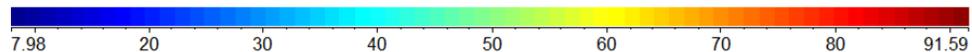
Les Tableaux 13, 14 et 15 indiquent les valeurs horaires du Leq et du L99 avec leurs standard deviation et valeurs horaires du L95 en pondération LIN relevées pendant la période nocturne des trois jours (ci-dessus) avec des différentes configurations de navire à quai.

Si l'on considère les trois figures, on constate que l'analyse préliminaire des données mesurées en continu des niveaux Leq et Ln pondérés A n'a pu mettre en évidence les effets principaux de la contribution sonore liés à la présence d'un ou de plusieurs navires. Dans les trois positions, en particulier dans la position A, on observe une valeur des niveaux Leq et Ln beaucoup plus basse en présence de plus qu'un bateau qu'en absence de navire. Les valeurs de Leq fournies selon les typologies de configurations (absence de bateau, présence d'un seul bateau et présence de plus de bateaux amarrés) sont respectivement de 58.5 dBA, 56.2 dBA, 48.8 dBA pendant que les valeurs de L95 sont de 41.8dBA, 41.5 dBA, 41.9 dBA). Ces données se produisent de la même façon dans les stations B et C. Du point de vue quantitatif ces valeurs laisseraient croire que les jours les plus silencieux sont ceux avec plusieurs bateaux amarrés, Ce qui est absolument erroné si l'on considère les rapports faits par le Comité Citoyen de Prà. Par l'évolution temporel et par les mesures de multi-spectre du Leq (bande 1/3 octave, pondération linéaire) on identifie mieux la variation du climat acoustique : dans la période nocturne, en absence (bruit résiduel) et en présence d'un ou plusieurs navires (bruit ambiant), il se produit une altération du bruit de fond présentant certaines bandes de fréquences plus accentuées que d'autres. En outre, si l'on considère les données de la contribution acoustique sur 0.125s en pondération LIN (Tableaux 13, 14, 15), celles-ci confirment ce qui vient d'être montré.

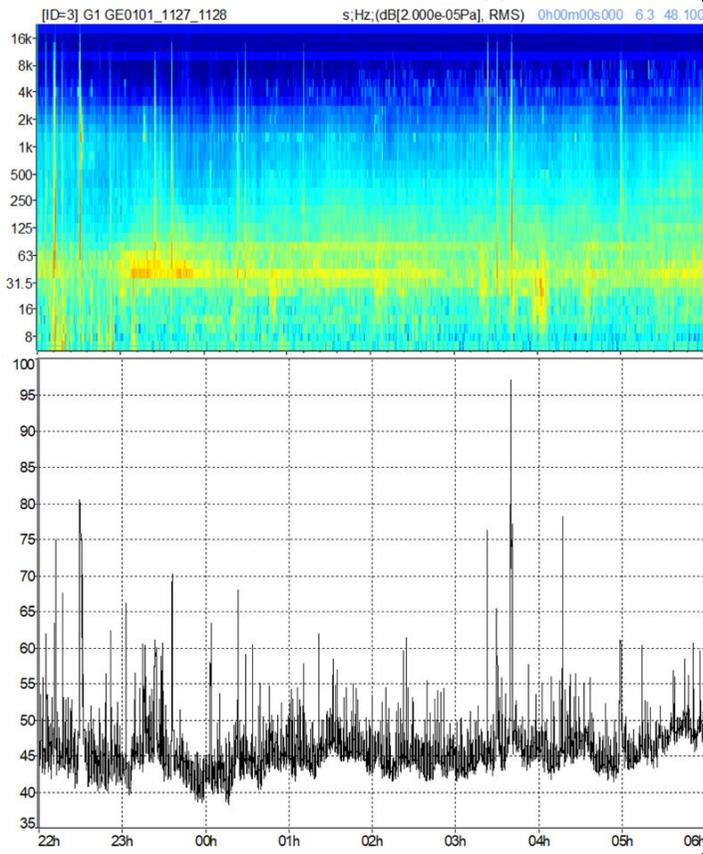
L'augmentation progressive du bruit en relation au changement de configuration (de zéro à plus d'un bateau) s'observe surtout dans le site en correspondance à la station B (site en cote par rapport à la zone portuaire). Cela pourrait se produire pour les raisons suivantes :

- le site est moins blindé que le position A;
- il est moins affecté par le bruit des infrastructures routières et ferroviaires (s'il est confronté au site A);
- il est moins éloigné de l'air portuaire (s'il est confronté au site C).

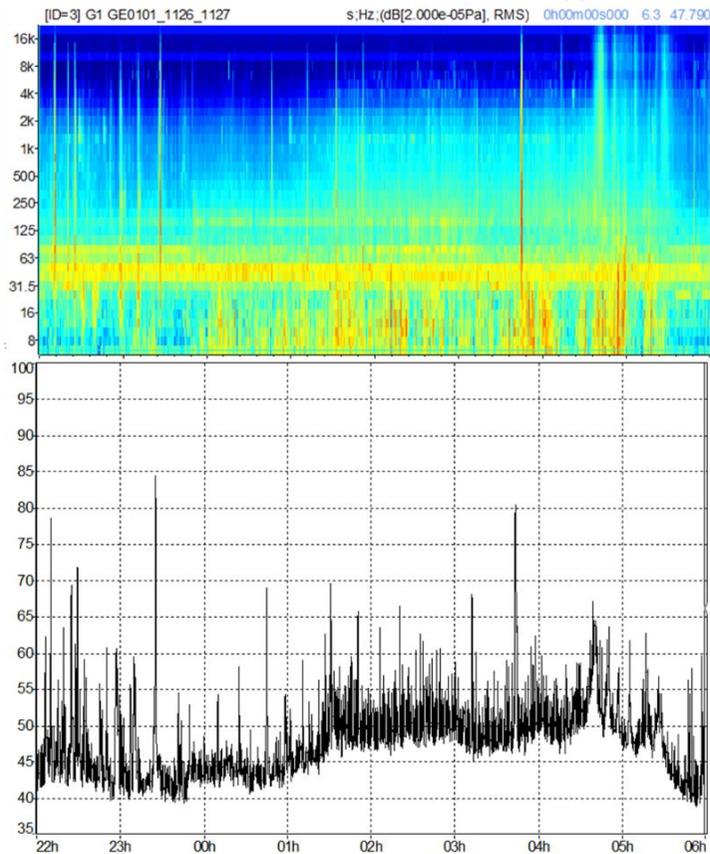
**A) canale di calma: postazione cabina 44 Palmarese**



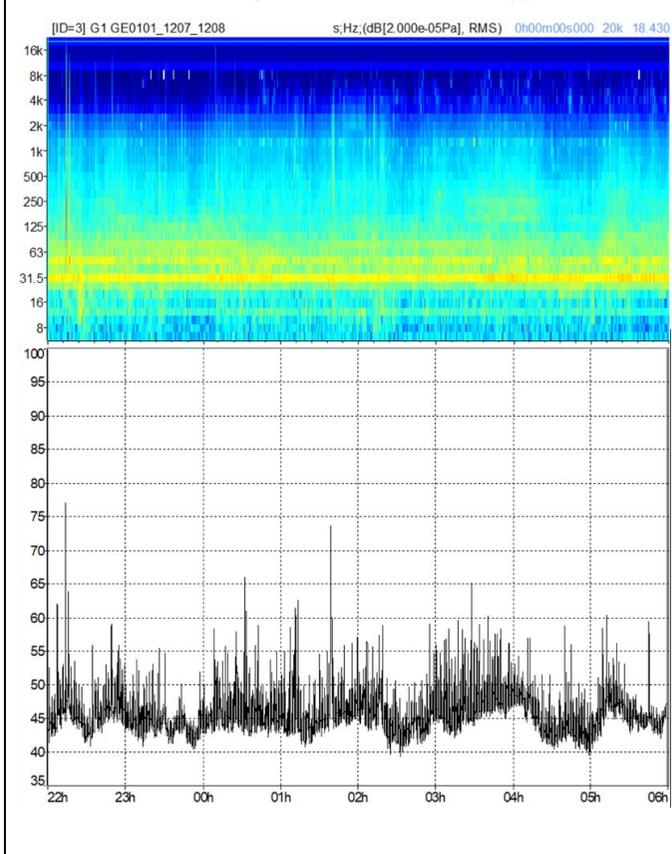
**Assenza di nave all'ormeggio**



**Presenza di una sola nave all'ormeggio**



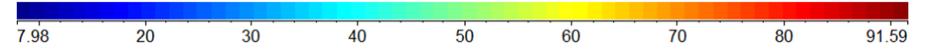
**Presenza più d nave all'ormeggio**



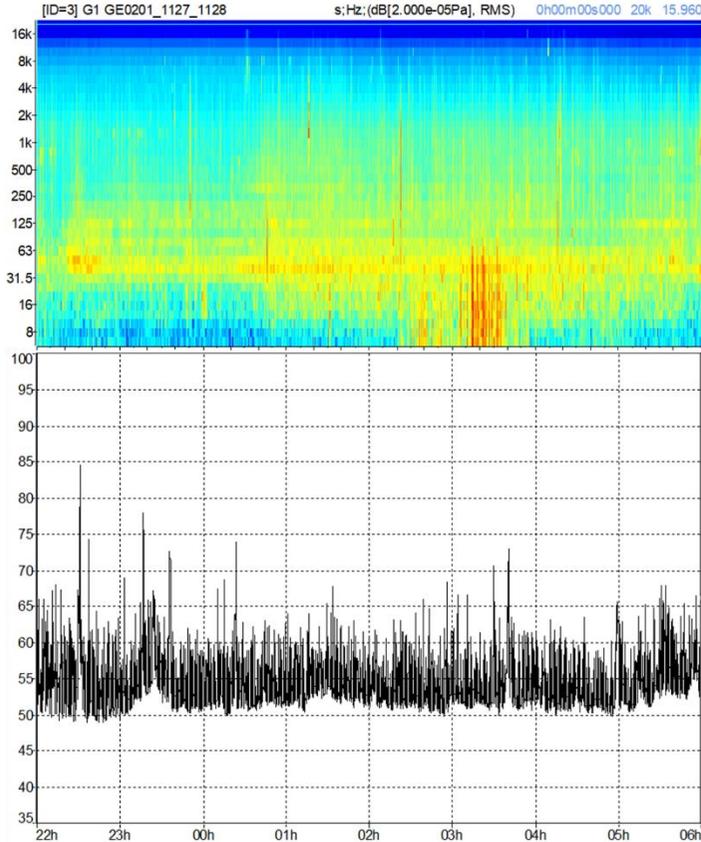
File	GE0101_1127_1128											File	GE0101_1126_1127											File	GE0101_1207_1208										
Inizio	27/11/2019 22:00											Inizio	26/11/2019 22:00											Inizio	07/12/2019 22:00										
Fine	28/11/2019 06:00											Fine	27/11/2019 06:00											Fine	08/12/2019 06:00										
Tipo	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1	Tipo	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1	Tipo	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1			
Fast	58,5	38,2	97,2	40,3	41,8	42,5	44,9	48,4	50	63,3	Fast	56,2	38,7	84,5	40,3	41,5	42,2	47,7	52,2	54,9	62,8	Fast	48,8	39,4	76,9	41	41,9	42,5	44,9	47,9	48,9	54,2			

Figure 34: position A sonogrammes de Leq sur 1s (pondération linéaire, dB) et niveau de Leq sur 0.125s (pondération A, dBA) détectés en période nocturne en 3 jours différents avec configuration différente de navire à quai

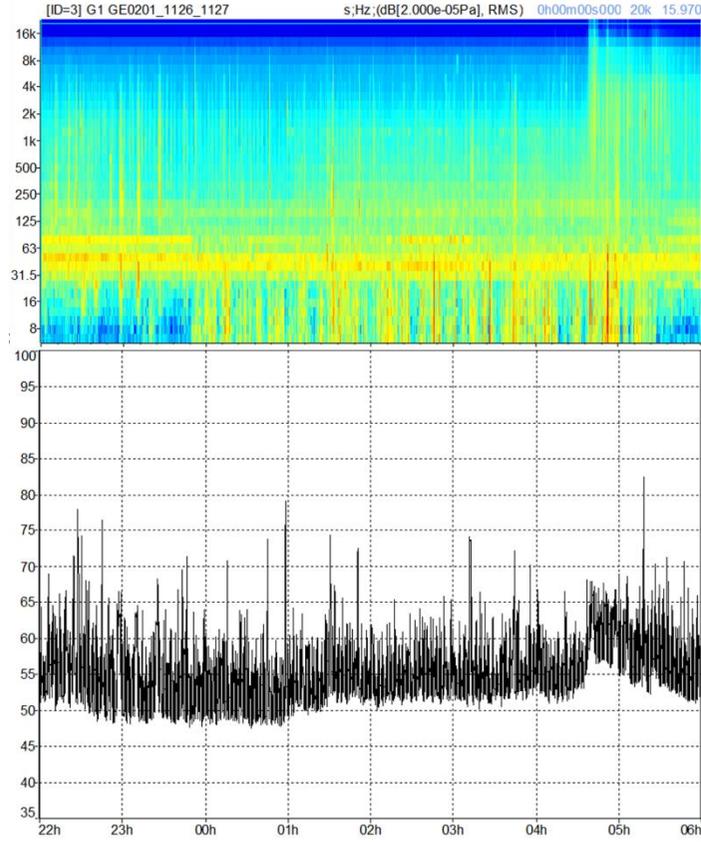
**B) centro cittadino: via Albenga civico 14 interno 19**



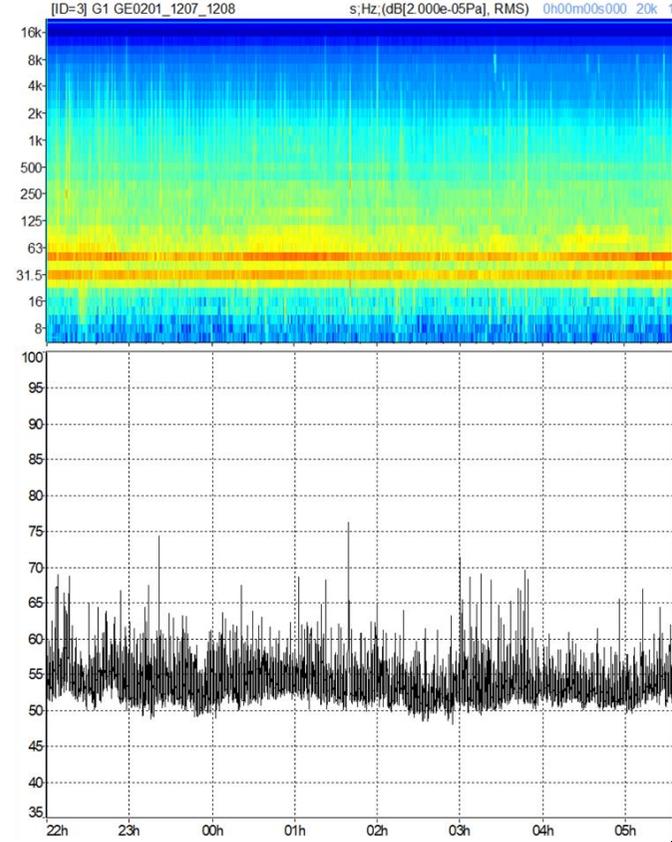
**Assenza di nave all'ormeggio**



**Presenza di una sola nave all'ormeggio**



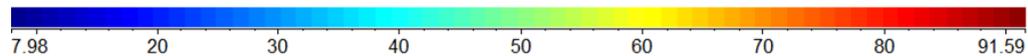
**Presenza più di nave all'ormeggio**



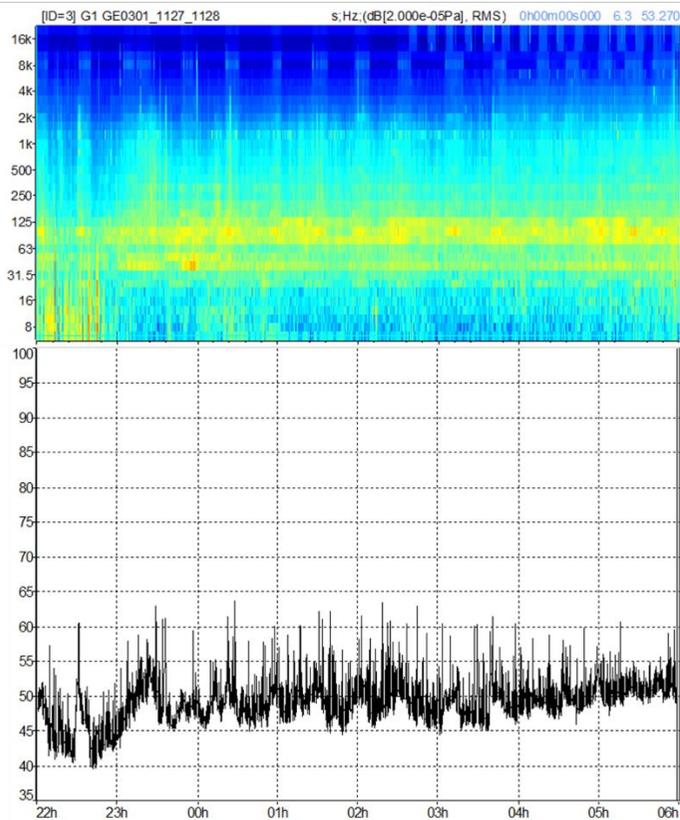
File	GE0201_1127_1128											File	GE0201_1126_1127											File	GE0201_1207_1208										
Inizio	27/11/2019 22:00											Inizio	26/11/2019 22:00											Inizio	07/12/2019 22:00										
Fine	28/11/2019 06:00											Fine	27/11/2019 06:00											Fine	08/12/2019 06:00										
Tipologia	dBA											Tipologia	dBA											Tipologia	dBA										
	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1		Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1		Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1			
Fast	56,7	48,8	84,6	50	50,8	51,2	53,4	57,6	59,6	65		57,6	47,4	82,4	48,4	49,2	50,2	53,8	59,7	62,3	66,9		54,4	47,9	76,2	49,8	50,5	51	52,8	55,7	56,8	60,9			

Figure 35: position B sonogrammes de Leq sur 1s (pondération linéaire, dB) et niveau de Leq sur 0.125s (pondération A, dBA) détectés en période nocturne en 3 jours différents avec configuration différente de navire à quai

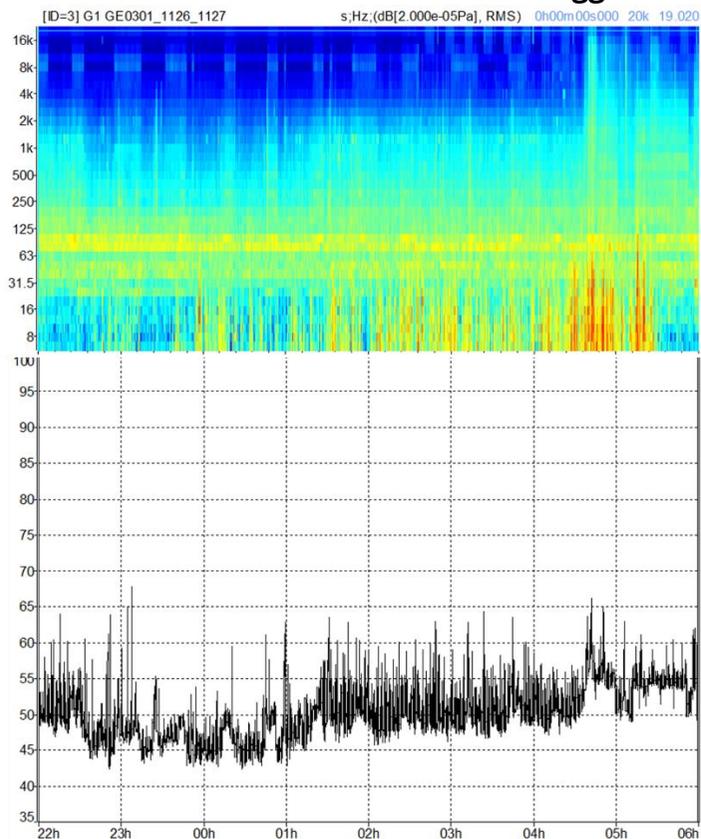
**C) alture: il Presto di Prà**



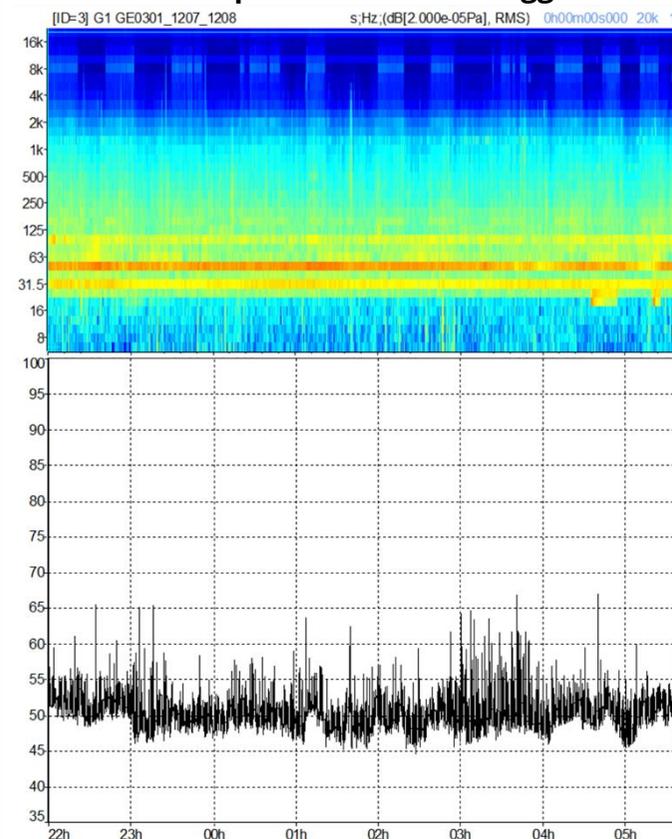
**Assenza nave all'ormeggio**



**Presenza di una sola nave all'ormeggio**



**Presenza più di nave all'ormeggio**



File	GE0301_1127_1128											File	GE0301_1126_1127											File	GE0301_1207_1208																																								
Inizio	27/11/2019 22:00											Inizio	26/11/2019 22:00											Inizio	07/12/2019 22:00																																								
Fine	28/11/2019 06:00											Fine	27/11/2019 06:00											Fine	08/12/2019 06:00																																								
Tipologia	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1	dBA											Tipologia	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1	dBA																																
Fast	49,5	39,4	63,7	41,4	43,5	45,7	48,7	51,5	52,4	55,2												Fast	51,4	42,4	67,8	43,7	44,7	45,5	49,5	54,4	55,3	59,2												Fast	50,4	44,5	67	46,2	47,2	47,8	49,8	52,8	52,7	54,6											

Figure 36: position C sonogrammes de Leq sur 1s (pondération linéaire, dB) et niveau de Leq sur 0.125s (pondération A, dBA) détectés en période nocturne en 3 jours différents avec configuration différente de navire à quai

Tabella 13: valori orari in assenza di nave del Leq e L99 con le rispettive standard deviation e L95 in ponderazione lineare

27/11-28/11	Postazione A					Postazione B					Postazione C				
	dB					dB					dB				
Data - Ora	Leq	Std	L95	L99	Std	Leq	Std	L95	L99	Std	Leq	Std	L95	L99	Std
22÷23	69,9	5,0	52,9	50,7	4,5	65,4	2,9	56,1	54,4	2,8	69,5	5,3	52,7	50,6	3,2
23÷24	68,0	2,7	59,0	56,6	3,0	69,7	2,3	61,4	58,9	2,5	64,0	1,8	57,5	55,6	2,0
24÷01	64,5	2,3	56,7	54,3	2,0	66,7	1,9	60,0	58,2	1,8	63,3	1,5	57,6	55,9	1,5
01÷02	63,2	1,3	58,1	56,4	1,1	65,6	1,3	60,2	58,4	1,4	62,6	1,5	57,5	56,0	1,6
02÷03	62,9	2,0	56,3	54,3	1,7	64,9	1,6	59,3	57,5	1,1	63,2	1,6	57,7	56,0	1,5
03÷04	70,3	4,3	55,7	53,8	3,6	66,0	2,1	59,3	57,6	1,8	62,5	1,6	57,3	56,0	1,2
04÷05	65,0	3,5	55,4	53,3	3,0	65,9	2,3	59,0	57,3	2,0	62,8	1,4	57,7	56,3	1,6
05÷06	63,2	2,0	56,1	54,1	1,6	66,8	1,7	60,4	58,6	1,5	64,8	1,4	59,6	58,0	1,5

Tabella 14: valori orari in presenza di una sola nave del Leq e L99 con le rispettive standard deviation e L95 in ponderazione lineare

26/11-27/11	Postazione A					Postazione B					Postazione C				
	dB					dB					dB				
Data - Ora	Leq	Std	L95	L99	Std	Leq	Std	L95	L99	Std	Leq	Std	L95	L99	Std
22÷23	68,8	3,2	60,2	58,1	2,7	69,6	2,0	63,6	61,8	1,7	63,6	1,0	58,1	56,2	1,1
23÷24	70,7	3,5	60,0	58,0	3,2	68,3	2,1	60,7	58,4	2,0	64,2	2,0	57,8	56,0	1,4
24÷01	68,5	2,2	60,4	58,0	1,9	68,6	2,2	60,5	58,4	1,7	65,6	3,2	56,5	54,6	1,9
01÷02	70,8	2,8	60,7	58,2	2,2	69,7	2,6	61,0	59,0	2,1	68,8	4,1	57,2	55,3	1,8
02÷03	72,2	3,7	61,1	58,9	2,2	71,5	3,0	61,5	59,5	2,3	71,6	4,5	57,8	55,9	2,8
03÷04	73,5	4,3	60,1	57,9	3,4	71,2	3,5	60,7	58,8	2,4	69,7	3,9	57,8	56,0	2,2
04÷05	74,4	5,2	59,9	57,5	3,3	73,4	4,3	61,0	59,1	2,3	77,5	6,3	58,9	56,8	4,5
05÷06	67,1	3,6	56,9	54,3	2,5	67,9	2,1	60,5	58,5	1,3	72,0	5,1	58,4	56,7	2,8

Tabella 15: valori orari in presenza di più navi del Leq e L99 con le rispettive standard deviation e L95 in ponderazione lineare

07/12-08/12	Postazione A					Postazione B					Postazione C				
	dB					dB					dB				
Data - Ora	Leq	Std	L95	L99	Std	Leq	Std	L95	L99	Std	Leq	Std	L95	L99	Std
22÷23	66,7	2,3	59,2	56,8	1,9	72,9	1,1	68,6	66,5	1,3	71,2	1,3	67,4	66,0	1,6
23÷24	63,4	1,0	58,1	56,3	1,3	70,6	0,9	66,3	64,6	1,2	70,0	1,0	67,1	66,1	1,1
24÷01	64,5	1,1	59,6	57,7	1,4	73,6	1,5	69,2	67,6	2,0	70,9	0,9	68,3	67,2	1,1
01÷02	65,0	2,0	58,4	56,6	1,8	73,2	1,7	68,4	67,0	2,0	71,2	1,3	68,0	67,2	1,5
02÷03	63,2	1,2	57,9	56,0	1,4	70,4	1,1	66,2	64,7	1,4	70,4	1,0	67,4	66,3	1,1
03÷04	64,4	1,2	58,9	57,3	1,6	70,2	0,7	66,4	65,1	0,9	68,8	1,2	64,2	62,8	1,3
04÷05	64,5	1,0	60,2	58,7	1,2	71,7	1,3	67,4	66,2	1,5	69,9	1,6	65,3	64,0	1,7
05÷06	65,5	1,4	61,0	59,5	1,3	74,5	1,1	70,9	69,6	1,2	70,1	2,0	63,9	62,3	2,3

## II. Analyse approfondie

L'analyse quantitative a mis en évidence que l'effet principal des émissions sonores portuaires était un bruit de fond relativement constant tout au long du temps de référence. Par conséquent, dans cette partie, l'analyse se concentrera sur les niveaux statistiques L95 et L99 précités, tout en rapportant également le Leq, car c'est à partir de ces niveaux que l'on détecte mieux le bruit produit par une source continue dans le temps.

Pour le site A on rappelle qu'il se trouve très proche de la route principale à intense trafic véhiculaire, aux infrastructures ferroviaires et surtout à des altitudes pas assez hautes par rapport à la hauteur des bateaux amarrés en quai. De ce fait, les sources spécifiques les plus perturbatrices peuvent ne pas être bien perçues par le site.

On focalisera donc l'attention sur les sites B et C qui sont moins dérangés par le transport routier et ferroviaire. Ces sites démontrent une collecte adéquate des données sonores, donnée à la présence des bateaux en quai ; C'est notamment le cas du site B qui se trouve à une altitude plus élevée que le site A et moins d'écran. Pour les graphiques du sonogramme montrés à la figure 37 avec les mesures du L99 (bande 1/3 octave, pondération linéaire) des différentes configurations, l'augmentation progressive des sources perturbatrices qui sont perçues comme une émission sonore stationnaire par rapport à celle aléatoire présente dans le milieu environnant apparaît de manière plus évidente.

Pour identifier correctement les bruits qui peuvent être associés à la présence des navires, ils sont présentés dans les Tableaux 13, 14 et 15 les valeurs de Leq (dB), L95 (dB), L99 (dB) qui sont choisis en fonction de certains facteurs relatifs aux configurations (niveau résiduel minimal, niveau de fond stable) et par la suite reportés dans les tableaux 16, 17 et 18 pour un temps court de 5 minutes. Dans ces tableaux, il est facile d'observer les variations des niveaux sonores des différents paramètres rapportés. Pour la poursuite de l'analyse, on considérera des intervalles avec un niveau de fond bas et assez stable, ce choix excluant en quelque sorte la plupart des phénomènes sonores relatifs aux infrastructures routières et ferroviaires. Les données indiquées dans le Tableau 20 sont pour chaque site avec deux configurations "un ou plusieurs navires", ceux qui présentent un niveau statistique(L99 ou L95) bas et le standard deviation inférieur (en se référant aux Tableaux 16, 17 et 18) tandis que dans la configuration "sans navire" sont ceux avec le niveau minimum.

Par contre, les données du Tableau 19 représentent les valeurs de Leq, L99 et L95 en pondération LIN sur une période de temps plus longue, c'est-à-dire dans la zone nocturne 00:00 ÷ 04:00 des trois jours pour chaque position.

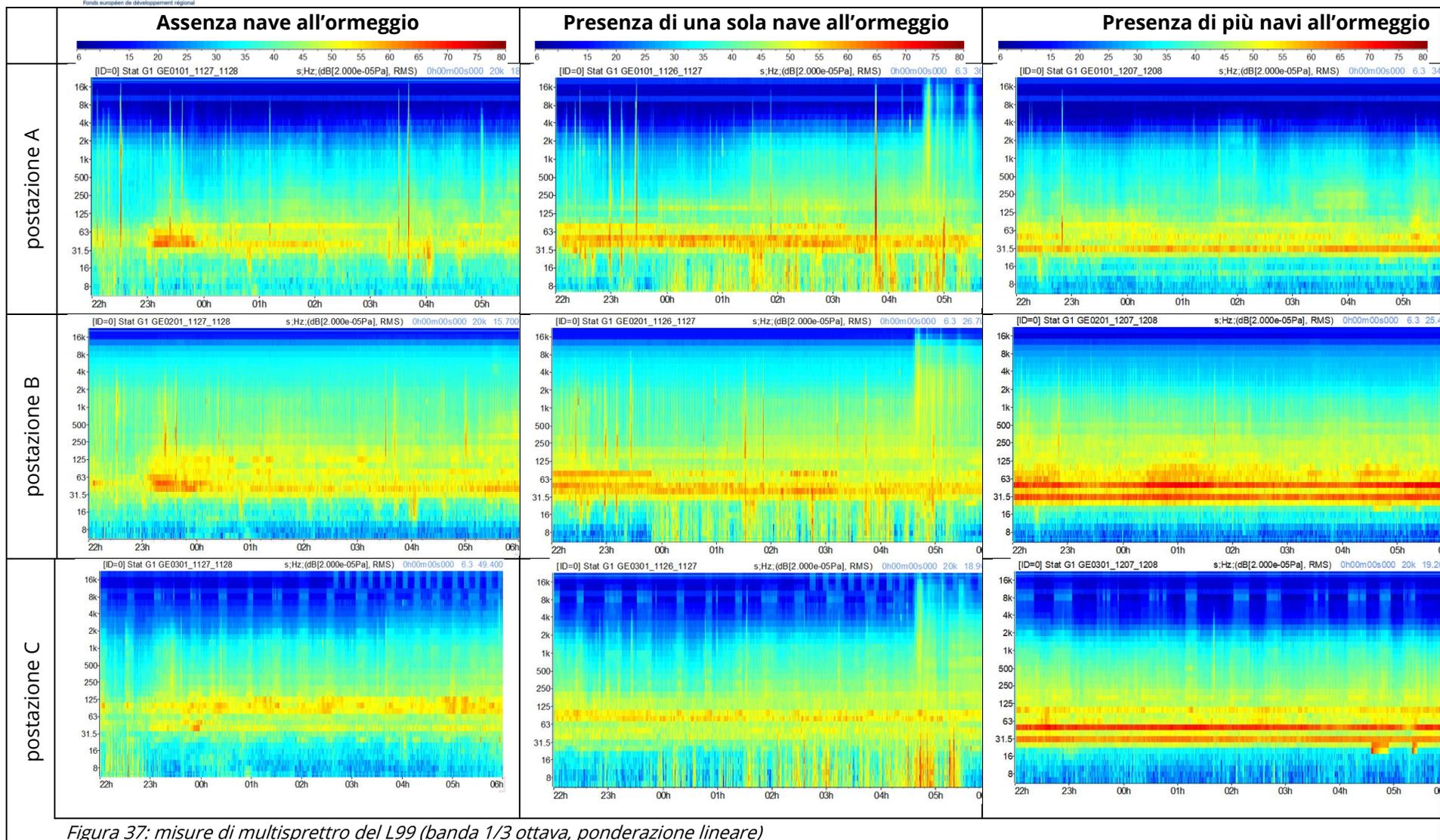


Figura 37: misure di multispettro del L99 (banda 1/3 ottava, ponderazione lineare)

*Tabella 16: valori di Leq e le sue standard deviation, L99, L95 tempo breve di 5 minuti (dB) senza nave*

27-28/11	Postazione A				Postazione B				Postazione C			
	dB		dB		dB		dB		dB		dB	
Data - Ora	Leq	Std	L95	L99	Leq	Std	L95	L99	Leq	Std	L95	L99
04 :00 ÷ 04 :05	64,8	2,9	56,2	54,8	70,2	2,3	62,5	60,4	62,2	0,9	58,1	56,9
04 :05 ÷ 04 :10	62,4	2,7	54,7	52,9	65,0	2,2	58,8	57,4	61,4	0,7	57,8	56,9
04 :10 ÷ 04 :15	61,0	1,8	54,9	53,2	64,1	1,4	58,9	57,5	62,6	0,9	58,6	57,5
04 :15 ÷ 04 :20	66,9	3,7	55,4	53,9	63,2	1,4	58,4	57,1	61,8	0,8	58,3	57,0
04 :20 ÷ 04 :25	61,9	1,7	55,9	54,2	64,7	1,8	58,8	57,4	62,6	0,6	59,4	58,2
04 :25 ÷ 04 :30	61,8	1,8	55,6	54,1	64,7	1,4	59,5	58,2	61,1	0,8	58,0	57,0
04 :30 ÷ 04 :35	63,5	2,3	57,1	55,6	65,1	1,6	59,4	58,2	61,7	1,1	58,3	57,2
04 :35 ÷ 04 :40	66,3	2,1	58,4	56,5	65,6	2,2	59,1	57,4	62,1	0,9	58,0	56,7
04 :40 ÷ 04 :45	62,2	1,7	56,7	55,0	64,6	1,1	59,6	58,3	61,9	0,7	58,3	57,1
04 :45 ÷ 04 :50	62,2	2,0	56,1	54,9	65,9	1,7	60,8	59,3	62,5	0,9	59,0	58,0
04 :50 ÷ 04 :55	61,3	1,7	55,5	54,1	64,4	1,1	59,7	58,4	64,6	0,6	61,5	60,7
04 :55 ÷ 05 :00	64,9	3,9	56,3	54,8	67,5	3,3	59,9	58,3	65,9	1,0	62,0	60,9

*Tabella 17: valori di Leq e le sue standard deviation, L99, L95 tempo breve di 5 minuti (dB) con una nave*

26-27/11	Postazione A				Postazione B				Postazione C			
	dB		dB		dB		dB		dB		dB	
Data - Ora	Leq	Std	L95	L99	Leq	Std	L95	L99	Leq	Std	L95	L99
00 :00 ÷ 00 :05	68,3	7,7	59,7	57,4	68,6	7,7	61,2	59,2	68,0	8,2	57,3	55,5
00 :05 ÷ 00 :10	69,5	2,9	60,8	58,3	69,0	2,5	60,4	58,4	65,2	2,8	56,9	55,4
00 :10 ÷ 00 :15	68,6	2,2	60,7	59,0	69,8	2,2	62,2	60,4	66,6	3,9	56,0	54,0
00 :15 ÷ 00 :20	69,2	2,5	61,8	60,2	69,4	2,9	61,0	59,0	68,5	3,7	58,4	56,9
00 :20 ÷ 00 :25	66,7	1,5	61,8	60,3	66,6	2,2	60,4	59,4	66,6	4,3	56,2	54,7
00 :25 ÷ 00 :30	69,2	2,0	62,8	61,0	68,8	2,1	61,3	59,3	62,1	2,1	55,4	54,2
00 :30 ÷ 00 :35	65,9	1,6	60,4	59,0	67,6	2,3	60,5	59,2	65,8	3,5	56,7	55,0
00 :35 ÷ 00 :40	68,3	2,2	61,1	59,6	67,3	2,1	60,7	59,1	63,2	2,1	57,7	56,3
00 :40 ÷ 00 :45	67,5	1,9	61,0	58,9	66,9	1,8	60,5	58,4	65,1	3,1	57,4	56,1
00 :45 ÷ 00 :50	70,0	3,7	60,5	58,4	70,6	3,5	61,8	60,3	64,3	1,4	59,1	57,6
00 :50 ÷ 00 :55	69,0	2,5	60,8	58,6	68,0	2,1	61,0	59,4	64,1	2,2	57,4	55,9
00 :55 ÷ 01 :00	68,2	2,4	60,1	57,9	68,3	2,3	61,0	59,1	61,7	1,3	57,4	55,5

*Tabella 18: valori di Leq e le sue standard deviation, L99, L95 tempo breve di 5 minuti (dB) con più navi*

07-08/12	Postazione A				Postazione B				Postazione C			
	dB		dB		dB		dB		dB		dB	
Data - Ora	Leq	Std	L95	L99	Leq	Std	L95	L99	Leq	Std	L95	L99
02 :00 ÷ 02 :05	63,7	1,2	59,5	58,4	71,7	0,9	68,7	67,9	70,8	0,8	68,5	67,6
02 :05 ÷ 02 :10	63,3	1,2	59,5	57,5	71,1	0,9	68,4	67,5	70,2	1,2	67,5	66,6
02 :10 ÷ 02 :15	63,9	1,3	59,1	57,7	70,9	1,0	68,3	67,5	71,0	0,9	68,9	68,3
02 :15 ÷ 02 :20	64,8	1,7	59,2	57,6	71,2	1,0	68,5	67,4	70,5	1,0	68,1	66,9
02 :20 ÷ 02 :25	62,5	1,3	58,0	56,3	70,5	1,1	67,7	66,7	70,7	1,0	68,4	67,6
02 :25 ÷ 02 :30	62,7	1,2	57,9	56,7	70,3	1,2	67,3	66,2	70,7	1,1	68,3	67,6
02 :30 ÷ 02 :35	62,2	1,0	58,0	56,2	69,4	1,0	65,7	64,8	70,2	1,0	67,7	66,8
02 :35 ÷ 02 :40	63,1	1,0	58,4	56,8	69,8	1,2	66,2	65,4	70,3	1,0	67,9	66,9
02 :40 ÷ 02 :45	63,6	1,5	58,8	57,0	70,1	0,9	66,1	65,2	69,7	1,2	66,4	65,5

02 :45 ÷ 02 :50	62,4	1,5	57,2	55,4	69,5	1,1	66,1	65,0	70,5	1,3	67,3	66,4
02 :50 ÷ 02 :55	62,2	1,2	57,5	56,2	68,9	1,0	65,2	63,2	70,0	0,9	67,7	66,7
02 :55 ÷ 03 :00	63,5	1,1	59,0	57,5	70,1	1,1	66,7	65,7	69,6	1,0	67,4	66,7

Tabella 19: valori del Leq, L99 e L95 in ponderazione lineare nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00

	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00								
	Postazione A			Postazione B			Postazione C		
	dB			dB			dB		
	Leq	L95	L99	Leq	L95	L99	Leq	L95	L99
Senza nave	66,4	56,1	53,8	65,8	59,5	57,7	60,0	57,2	55,4
Una sola nave	71,6	60,1	57,5	70,4	60,6	58,4	69,4	56,9	55,0
Più navi	64,3	58,5	56,5	72,1	66,9	65,3	70,4	65,9	63,5

Tabella 20 valori del Leq, L99 e L95 in ponderazione lineare in tempo breve di 5'

	Tempo breve di 5'								
	Postazione A			Postazione B			Postazione C		
	dB			dB			dB		
	Leq	L95	L99	Leq	L95	L99	Leq	L95	L99
Senza nave	61,0	54,9	53,2	63,2	58,4	57,1	62,1	58,0	56,7
Una sola nave	68,2	60,1	57,5	66,9	60,5	58,4	62,1	55,4	54,2
Più navi	62,4	57,2	55,4	68,9	65,2	63,2	69,7	66,4	65,5

Afin d'obtenir des informations utiles pour définir l'entité de la source sonore portuaire, on a appliqué la norme **UNI 10855** qui permet de mesurer et l'évaluer la contribution acoustique de sources individuelles "Méthode C : évaluation sur la base de l'analyse en fréquence". Cette norme prévoit les étapes suivantes :

- Le spectre a été déterminé pour 1/3 octave du bruit avec la présence d'un ou plusieurs navires (Lax) dans la nuit 00:00 ÷ 04:00 et en un temps court de 5 minutes;
- Les bandes de fréquences dans lesquelles les niveaux Lax sont supérieurs d'au moins 3 dB aux niveaux sonores en l'absence de navire (Lrx) ont été identifiées;
- Pour telles bandes de fréquences, le niveau de bruit du port (Lsx) a été calculé selon le rapport suivant :

$$L_{s,x} = 10 \log [10^{L_{ax}/10} - 10^{L_{rx}/10}]$$

- Pour les autres bandes de fréquences, le niveau Lsx a été estimé entre:
  - La valeur maximale = Lax - 3 dB
  - La valeur minimale = négligeable

En appliquant la norme ci-dessus, ils ont été obtenus les données des Tableaux 21 ÷ 38 concernant l'estimation de la pression acoustique distribuée en fréquence 1/3 octave dans les trois stations. Pour chaque configuration, le Leq, le L95 et le L99 sont respectivement distincts.

- Position A : avec un navire Tableaux 21,22 e 23, avec plusieurs navires Tableaux 24,25 e 26.
- Position B : avec un navire Tableaux 27,28 e 29, avec plusieurs navires Tableaux 30,31 e 32.
- Position C : avec un navire Tableaux 33,34 e 35, avec plusieurs navires Tableaux 36, 37 , 38.

La comparaison entre les données acoustiques a mis en évidence que même en absence de bateaux amarrés (bruit résiduel) il reste une gamme considérable du bruit à des basses fréquences (31.5hz 200 Hz), comme il était prévisible par le sonagramme (Figure 34÷38) Selon les auteurs, elle pourrait être due

par la centrale électrique de Prà, par un système de climatisation ou par une centrale d'air à proximité de la zone limitrophe.

A partir des valeurs obtenues dans Tableaux énumérés, on représente l'évolution des niveaux pris en considération dans les trois configurations (sans bateau, avec un ou plusieurs bateaux) pour chaque site : Figures 39 et 40 station A, Figures 41 et 42 station B, Figures 43 et 44 station C. Ensuite, une comparaison est faite entre les trois stations, d'où la Figure 45 reporte la condition de bruit produite par un seul navire à et la Figure 46 celle produite par plusieurs navires.

Comme cela a déjà été dit, l'accent sera mis sur les stations B et sur les paramètres L95 et L99, car ils sont plus fonctionnels pour les raisons énumérées ci-dessus ; le choix d'inclure les autres données et leurs graphiques n'est que pour titre d'information et à la nécessité d'une comparaison finale entre les trois stations.

D'après les données obtenues, on observe que le bruit produit par un navire, notamment la MSC SAMANTHA, a des bandes de fréquences de 40 Hz et 50 Hz. Dans la configuration avec plusieurs bateaux (YM WELLBEING, CHICAGO EXPRESS et MSC LIVOURNE) les bandes de fréquence sont de 25 Hz, 31.5 Hz, 50 Hz, 63 Hz, 80 Hz, 100 Hz et 125 Hz. Par conséquent, il est évident que tous ces bateaux produisent du bruit à des basses fréquences mais pas nécessairement aux mêmes bandes de fréquences. Dans la configuration avec un bateau, si on considère L95, l'estimation du bruit spécifique produit est comprise entre 58dB (valeur max) et 55,9 dB (valeur min) tandis que si on considère L99 est entre 57,6dB (valeur max) et 53,1 dB (valeur min); avec plusieurs bateaux l'estimation pour L95 est comprise entre 64,4 et 64,1 dB, tandis que pour L99 il est entre 62,5 et 62 dB. Par rapport à ces données on déduit qu'entre la configuration avec un bateau et celle avec plusieurs bateaux la différence de bruit perçu est comprise entre 7 et 9 dB.

Tabella 21: postazione A - Stima del Leq emesso dalla nave per la configurazione con una nave

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	58,9	53,5	57,4	57,4	47,2	54,1	44,2	--
31.5 Hz	58,7	54,6	56,6	56,6	51,3	54,7	48,3	--
40 Hz	62,1	57,3	60,4	60,4	59,7	53,8	58,4	58,4
50 Hz	61,8	54,9	60,8	60,8	63,1	53,6	62,6	62,6
63 Hz	55,5	55,3	52,5	--	51,4	50,2	48,4	--
80 Hz	56,8	56	53,8	--	49,9	49,1	46,9	--
100 Hz	53,6	53,8	50,6	--	45,1	47,1	42,1	--
125 Hz	53,2	53,1	50,2	--	43,1	44,9	40,1	--
160 Hz	54,3	52,8	51,3	--	47,8	43,5	45,8	45,8
200 Hz	51,6	50,2	48,6	--	43,8	41,9	40,8	--
250 Hz	51,2	50,6	48,2	--	39,2	39,6	36,2	--
315 Hz	50,9	49,5	47,9	--	38	39,1	35,0	--
400 Hz	48,8	48	45,8	--	36	39,2	33,0	--
500 Hz	46,6	45,4	43,6	--	34	42	31,0	--
630 Hz	44	42,7	41,0	--	33,2	35,5	30,2	--
800 Hz	44,1	44,2	41,1	--	31,7	35,3	28,7	--

1 000 Hz	43,3	45,1	40,3	--	31,6	34,8	28,6	--
1250 Hz	44,1	44,8	41,1	--	30,1	33,5	27,1	--
1600 Hz	42,7	44,9	39,7	--	28,1	30,1	25,1	--
2000 Hz	41,7	44,6	38,7	--	25,6	32,5	22,6	--
2500 Hz	41	45,5	38,0	--	22,6	27,3	19,6	--
3150 Hz	39,4	46,5	36,4	--	18,7	25	15,7	--
4000 Hz	37,3	52,3	34,3	--	14,8	26,9	11,8	--
5000 Hz	35,1	53,2	32,1	--	12,9	22,8	9,9	--
6300 Hz	31,9	45,1	28,9	--	13,3	20,1	10,3	--
8000 Hz	28,7	50	25,7	--	9,8	17	6,8	--
10000 Hz	26,8	47,8	23,8	--	17,5	17,4	14,5	--
12500 Hz	20,7	43,8	17,7	--	10,5	10,3	7,5	--
16000 Hz	14,4	47,2	11,4	--	11,3	10,9	8,3	--
20000 Hz	18,8	29,8	15,8	--	18,6	18,3	15,6	--

*postazione A- confronto fra valori medi di Leq per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con una nave*

Tabella 22: postazione A - Stima del L95 emesso dalla nave per la configurazione con una nave

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	41,4	42,1	38,4	--	39,6	40,4	36,6	--
31.5 Hz	48,1	47,3	45,1	--	45,2	45,6	42,2	--
40 Hz	55	49,6	53,5	53,5	53,1	45,7	52,2	52,2
50 Hz	55,7	46,9	55,1	55,1	58,9	45,9	58,7	58,7
63 Hz	46,8	45,6	43,8	--	47,6	43,8	45,3	45,3
80 Hz	45,5	47,4	42,5	--	44,2	45,7	41,2	--
100 Hz	41,4	43,1	38,4	--	40,9	43,4	37,9	--
125 Hz	40,9	41,8	37,9	--	39,1	41,8	36,1	--
160 Hz	44,3	40,5	42,0	42,0	42,7	40,6	39,7	--
200 Hz	42,2	39	39,4	39,4	40,7	39,3	37,7	--
250 Hz	38,6	36,8	35,6	--	36,4	36,5	33,4	--
315 Hz	37,2	36,2	34,2	--	35,3	36,3	32,3	--
400 Hz	35,5	34,8	32,5	--	33,8	36,4	30,8	--
500 Hz	33,4	33,4	30,4	--	32	34,6	29,0	--
630 Hz	32,3	32	29,3	--	31	32,6	28,0	--
800 Hz	31	31	28,0	--	29,5	31,7	26,5	--
1 000 Hz	30,3	30,3	27,3	--	28,9	31,5	25,9	--
1250 Hz	28,8	29,3	25,8	--	27,6	29,9	24,6	--
1600 Hz	26,6	26,6	23,6	--	25,5	27,1	22,5	--
2000 Hz	24,6	23,9	21,6	--	23,4	25,8	20,4	--
2500 Hz	21,4	21,7	18,4	--	20,3	22,1	17,3	--
3150 Hz	17,4	17,1	14,4	--	16,4	18,9	13,4	--
4000 Hz	13,1	12,7	10,1	--	12,1	18,9	9,1	--
5000 Hz	11,2	10,7	8,2	--	10,7	13,5	7,7	--

6300 Hz	9,5	9,2	6,5	--	9,2	10,5	6,2	--
8000 Hz	8,8	8,6	5,8	--	8,6	9,1	5,6	--
10000 Hz	17,3	17,2	14,3	--	17,2	17,2	14,2	--
12500 Hz	10	9,8	7,0	--	9,9	9,8	6,9	--
16000 Hz	10,8	10,7	7,8	--	10,9	10,6	7,9	--
20000 Hz	18,3	18,1	15,3	--	18,3	18,1	15,3	--

*postazione A- confronto fra valori medi di L95 per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con una nave*

*Tabella 23: postazione A - Stima del L99 emesso dalla nave per la configurazione con una nave*

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	38,9	39,5	35,9	--	37	38,6	34,0	--
31.5 Hz	45,4	44,9	42,4	--	43,3	41,3	40,3	--
40 Hz	52,4	46,2	51,2	51,2	49,7	42,8	48,7	48,7
50 Hz	53,2	45,1	52,5	52,5	57,1	44	56,9	56,9
63 Hz	44,8	43,8	41,8	--	46,4	42,6	44,1	44,1
80 Hz	43,4	45,4	40,4	--	43,1	45	40,1	--
100 Hz	39,8	41,5	36,8	--	39,5	42	36,5	--
125 Hz	39,3	40	36,3	--	37,8	40,7	34,8	--
160 Hz	42,6	38,8	40,3	40,3	41,6	39,8	38,6	--
200 Hz	40,7	37,4	37,7	--	39,1	38,9	36,1	--
250 Hz	37,1	35,3	34,1	--	35,5	35,1	32,5	--
315 Hz	35,9	34,6	32,9	--	34	35,4	31,0	--
400 Hz	34,4	33,3	31,4	--	32,8	35,8	29,8	--
500 Hz	32,3	32	29,3	--	31,1	33,8	28,1	--
630 Hz	31,2	30,3	28,2	--	30,5	32,1	27,5	--
800 Hz	30	29,2	27,0	--	28,9	31,1	25,9	--
1 000 Hz	29,3	28,7	26,3	--	28,4	30,7	25,4	--
1250 Hz	27,6	27,8	24,6	--	26,9	29,2	23,9	--
1600 Hz	25,5	25	22,5	--	24,8	26,4	21,8	--
2000 Hz	23,5	22,2	20,5	--	22,8	25	19,8	--
2500 Hz	20,5	19,4	17,5	--	19,8	21,6	16,8	--
3150 Hz	16,5	15,5	13,5	--	15,7	18,2	12,7	--
4000 Hz	12,1	11,4	9,1	--	11,4	16,9	8,4	--
5000 Hz	10,5	9,9	7,5	--	10,4	12,5	7,4	--
6300 Hz	9	8,8	6,0	--	9	9,9	6,0	--
8000 Hz	8,5	8,4	5,5	--	8,5	8,7	5,5	--
10000 Hz	17,2	17,1	14,2	--	17,2	17,1	14,2	--
12500 Hz	9,9	9,7	6,9	--	9,9	9,8	6,9	--
16000 Hz	10,7	10,6	7,7	--	10,8	10,5	7,8	--
20000 Hz	18,3	18,1	15,3	--	18,2	18,1	15,2	--

*postazione A- confronto fra valori medi di L99 per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con una nave*

Tabella 24: postazione A - Stima del Leq emesso dalla nave per la configurazione con più navi

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	51,7	53,5	48,7	--	48,9	54,1	45,9	--
31.5 Hz	60,4	54,6	59,1	59,1	58,1	54,7	55,4	55,4
40 Hz	54,2	57,3	51,2	--	52,4	53,8	49,4	--
50 Hz	56,2	54,9	53,2	--	55,3	53,6	52,3	--
63 Hz	52,3	55,3	49,3	--	49,3	50,2	46,3	--
80 Hz	52,3	56	49,3	--	50,2	49,1	47,2	--
100 Hz	47,9	53,8	44,9	--	48,9	47,1	45,9	--
125 Hz	45,5	53,1	42,5	--	44,5	44,9	41,5	--
160 Hz	45,2	52,8	42,2	--	41,5	43,5	38,5	--
200 Hz	43,8	50,2	40,8	--	38,7	41,9	35,7	--
250 Hz	43,8	50,6	40,8	--	36,9	39,6	33,9	--
315 Hz	42,6	49,5	39,6	--	36	39,1	33,0	--
400 Hz	42,1	48	39,1	--	35,1	39,2	32,1	--
500 Hz	41,5	45,4	38,5	--	35	42	32,0	--
630 Hz	39,7	42,7	36,7	--	34,5	35,5	31,5	--
800 Hz	39,2	44,2	36,2	--	34	35,3	31,0	--
1 000 Hz	37,8	45,1	34,8	--	32,6	34,8	29,6	--
1250 Hz	38,8	44,8	35,8	--	31,2	33,5	28,2	--
1600 Hz	35,7	44,9	32,7	--	27,7	30,1	24,7	--
2000 Hz	34,6	44,6	31,6	--	25	32,5	22,0	--
2500 Hz	33,2	45,5	30,2	--	23,6	27,3	20,6	--
3150 Hz	30,9	46,5	27,9	--	18,6	25	15,6	--
4000 Hz	28,2	52,3	25,2	--	20,4	26,9	17,4	--
5000 Hz	25,6	53,2	22,6	--	14,6	22,8	11,6	--
6300 Hz	22,6	45,1	19,6	--	14,4	20,1	11,4	--
8000 Hz	19,9	50	16,9	--	10,2	17	7,2	--
10000 Hz	19,6	47,8	16,6	--	17,5	17,4	14,5	--
12500 Hz	13,1	43,8	10,1	--	10,3	10,3	7,3	--
16000 Hz	11,1	47,2	8,1	--	10,8	10,9	7,8	--
20000 Hz	18,4	29,8	15,4	--	18,4	18,3	15,4	--

*postazione A- confronto fra valori medi di Leq per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con più navi*

Tabella 25: postazione A - Stima del L95 emesso dalla nave per la configurazione con più navi

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	45,3	42,1	42,5	42,5	44,5	40,4	41,5	--
31.5 Hz	55,6	47,3	54,9	54,9	54	45,6	53,3	53,3
40 Hz	47,3	49,6	44,3	--	47,7	45,7	44,7	--
50 Hz	49,6	46,9	46,6	--	50,5	45,9	48,7	48,7
63 Hz	46,3	45,6	43,3	--	45,4	43,8	43,8	--
80 Hz	46,8	47,4	43,8	--	48,1	45,7	45,1	--
100 Hz	42,2	43,1	39,2	--	44,4	43,4	41,4	--
125 Hz	40,3	41,8	37,3	--	41,1	41,8	38,1	--
160 Hz	39,7	40,5	36,7	--	37,4	40,6	34,4	--
200 Hz	37,8	39	34,8	--	35,6	39,3	32,6	--
250 Hz	36,7	36,8	33,7	--	34,1	36,5	31,1	--
315 Hz	36,3	36,2	33,3	--	33,3	36,3	30,3	--
400 Hz	35,5	34,8	32,5	--	32,9	36,4	29,9	--
500 Hz	34,6	33,4	31,6	--	32,3	34,6	29,3	--
630 Hz	33,1	32	30,1	--	30,9	32,6	27,9	--
800 Hz	32,1	31	29,1	--	29,8	31,7	26,8	--
1 000 Hz	31,2	30,3	28,2	--	29	31,5	26,0	--
1250 Hz	30,3	29,3	27,3	--	27,3	29,9	24,3	--
1600 Hz	27,2	26,6	24,2	--	24,8	27,1	21,8	--
2000 Hz	24,5	23,9	21,5	--	22	25,8	19,0	--
2500 Hz	22	21,7	19,0	--	20	22,1	17,0	--
3150 Hz	16,3	17,1	13,3	--	14,4	18,9	11,4	--
4000 Hz	12,3	12,7	9,3	--	11,1	18,9	8,1	--
5000 Hz	9,4	10,7	6,4	--	9	13,5	6,0	--
6300 Hz	8,4	9,2	5,4	--	8,5	10,5	5,5	--
8000 Hz	8,1	8,6	5,1	--	8,2	9,1	5,2	--
10000 Hz	17,2	17,2	14,2	--	17,2	17,2	14,2	--
12500 Hz	9,9	9,8	6,9	--	10	9,8	7,0	--
16000 Hz	10,5	10,7	7,5	--	10,5	10,6	7,5	--
20000 Hz	18,2	18,1	15,2	--	18,2	18,1	15,2	--

*postazione A- confronto fra valori medi di L95 per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con più navi*

Tabella 26: postazione A - Stima del L99 emesso dalla nave per la configurazione con più navi

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	43,3	39,5	41,0	41,0	42,6	38,6	40,4	40,4
31.5 Hz	53,5	44,9	52,9	52,9	51,9	41,3	51,5	51,5
40 Hz	45	46,2	42,0	--	45,7	42,8	42,7	--
50 Hz	47,1	45,1	44,1	--	48,3	44	44,0	--
63 Hz	44,8	43,8	41,8	--	43,9	42,6	42,6	--
80 Hz	44,8	45,4	41,8	--	47,3	45	44,3	--
100 Hz	40,3	41,5	37,3	--	43,6	42	40,6	--
125 Hz	38,8	40	35,8	--	40	40,7	37,0	--
160 Hz	38,2	38,8	35,2	--	36,4	39,8	33,4	--
200 Hz	36,3	37,4	33,3	--	35	38,9	32,0	--
250 Hz	35,2	35,3	32,2	--	33,5	35,1	30,5	--
315 Hz	34,7	34,6	31,7	--	32,5	35,4	29,5	--
400 Hz	34,1	33,3	31,1	--	32,4	35,8	29,4	--
500 Hz	33,3	32	30,3	--	31,6	33,8	28,6	--
630 Hz	32	30,3	29,0	--	30,1	32,1	27,1	--
800 Hz	30,7	29,2	27,7	--	29,2	31,1	26,2	--
1 000 Hz	29,8	28,7	26,8	--	28,4	30,7	25,4	--
1250 Hz	28,5	27,8	25,5	--	26,6	29,2	23,6	--
1600 Hz	25,7	25	22,7	--	24,3	26,4	21,3	--
2000 Hz	22,8	22,2	19,8	--	21,2	25	18,2	--
2500 Hz	20,4	19,4	17,4	--	19,2	21,6	16,2	--
3150 Hz	14,9	15,5	11,9	--	13,9	18,2	10,9	--
4000 Hz	11	11,4	8,0	--	10,1	16,9	7,1	--
5000 Hz	8,7	9,9	5,7	--	8,5	12,5	5,5	--
6300 Hz	8,1	8,8	5,1	--	8,2	9,9	5,2	--
8000 Hz	7,9	8,4	4,9	--	8	8,7	5,0	--
10000 Hz	17,1	17,1	14,1	--	17,2	17,1	14,2	--
12500 Hz	9,8	9,7	6,8	--	9,9	9,8	6,9	--
16000 Hz	10,3	10,6	7,3	--	10,3	10,5	7,3	--
20000 Hz	18,1	18,1	15,1	--	18,1	18,1	15,1	--

*postazione A- confronto fra valori medi di L99 per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con più navi*

Tabella 27: postazione B - Stima del Leq emesso dalla nave per la configurazione con una nave

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	57,2	51,9	55,7	55,7	50,1	48,5	47,1	--
31.5 Hz	58,1	54,7	55,4	55,4	54	52,8	51,0	--
40 Hz	61,7	58,6	58,8	58,8	59,9	57,2	56,9	--
50 Hz	59,8	57,6	56,8	--	61	54,4	59,9	59,9
63 Hz	54,8	54,4	51,8	--	51,8	51,6	48,8	--
80 Hz	57,2	55,1	54,2	--	56,6	51,5	55,0	55,0
100 Hz	51,1	51,9	48,1	--	49,7	48,1	46,7	--
125 Hz	50,1	54,4	47,1	--	47,3	48,6	44,3	--
160 Hz	53,1	52,3	50,1	--	51	49,7	48,0	--
200 Hz	52,4	52	49,4	--	47,6	48	44,6	--
250 Hz	51,2	49,7	48,2	--	44	46,2	41,0	--
315 Hz	51,2	49,1	48,2	--	43,7	46,8	40,7	--
400 Hz	49	47	46,0	--	42,2	44,2	39,2	--
500 Hz	49,3	47	46,3	--	42,3	44,9	39,3	--
630 Hz	47,5	45,9	44,5	--	41,5	43,8	38,5	--
800 Hz	47	45,2	44,0	--	41,3	44,1	38,3	--
1 000 Hz	46,2	44,9	43,2	--	42,1	44,2	39,1	--
1250 Hz	47,3	46,7	44,3	--	41,6	46	38,6	--
1600 Hz	44,8	43,4	41,8	--	42,4	42,5	39,4	--
2000 Hz	43,2	42	40,2	--	39,8	41	36,8	--
2500 Hz	41	40,2	38,0	--	38,1	39	35,1	--
3150 Hz	38,8	38,9	35,8	--	36,8	38	33,8	--
4000 Hz	36,5	38,3	33,5	--	35,2	37,2	32,2	--
5000 Hz	35	38	32,0	--	34,1	36	31,1	--
6300 Hz	33,5	35,9	30,5	--	33	35	30,0	--
8000 Hz	31,5	34,1	28,5	--	30,9	33	27,9	--
10000 Hz	28,9	31,2	25,9	--	28,8	30,7	25,8	--
12500 Hz	23,9	25,2	20,9	--	23,8	25,7	20,8	--
16000 Hz	16,1	17,2	13,1	--	16	17,7	13,0	--
20000 Hz	16	16	13,0	--	16	16,1	13,0	--

*postazione B- confronto fra valori medi di Leq per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con una nave*

Tabella 28: postazione B - Stima del L95 emesso dalla nave per la configurazione con una nave

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	42,3	40,6	39,3	--	40,1	37,6	37,1	--
31.5 Hz	50,4	48	47,4	--	47,6	48,4	44,6	--
40 Hz	55,7	52,2	52,7	52,7	55,2	51,9	52,5	52,5
50 Hz	52,8	50,7	49,8	--	54,9	49,9	53,2	53,2
63 Hz	48,3	47,9	45,3	--	48,2	45,9	45,2	--
80 Hz	48,5	49,8	45,5	--	50,6	47,7	47,7	--
100 Hz	45,8	46,4	42,8	--	45,1	44,9	44,9	--
125 Hz	45	48,5	42,0	--	43,7	45,5	40,7	--
160 Hz	47,5	47,7	44,5	--	46,7	46,5	43,7	--
200 Hz	46	47	43,0	--	44,2	44,5	41,2	--
250 Hz	42,5	43,6	39,5	--	40,8	41,4	37,8	--
315 Hz	42,4	43,7	39,4	--	40,4	43	37,4	--
400 Hz	40,7	41,8	37,7	--	39,1	40,9	36,1	--
500 Hz	40,3	41,3	37,3	--	38,6	40	35,6	--
630 Hz	38,9	40,6	35,9	--	37,6	39,2	34,6	--
800 Hz	37,9	39,5	34,9	--	36,4	39,1	33,4	--
1 000 Hz	37,5	39,2	34,5	--	36,1	38,6	33,1	--
1250 Hz	37,2	39,1	34,2	--	36	38,9	33,0	--
1600 Hz	36,9	38,6	33,9	--	36,1	38,2	33,1	--
2000 Hz	36,1	37,8	33,1	--	35,4	37,6	32,4	--
2500 Hz	34,7	36,4	31,7	--	34,4	36,3	31,4	--
3150 Hz	34	35,9	31,0	--	33,7	36	30,7	--
4000 Hz	33,2	35,3	30,2	--	33,1	35,6	30,1	--
5000 Hz	32,7	34,7	29,7	--	32,7	34,9	29,7	--
6300 Hz	32,1	33,8	29,1	--	32	34,1	29,0	--
8000 Hz	30,1	31,7	27,1	--	30,1	32,2	27,1	--
10000 Hz	28,1	29,6	25,1	--	28,1	30,2	25,1	--
12500 Hz	23,2	24,3	20,2	--	23,2	25,1	20,2	--
16000 Hz	15,4	16,3	12,4	--	15,5	17,2	12,5	--
20000 Hz	15,8	15,7	12,8	--	15,7	15,8	12,7	--

*postazione B- confronto fra valori medi di L95 per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con una nave*

Tabella 29: postazione B - Stima del L99 emesso dalla nave per la configurazione con una nave

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	39,5	38	36,5	--	37,9	36,5	34,9	--
31.5 Hz	48	45,6	45,0	--	45,6	47,3	42,6	--
40 Hz	53,3	49,5	51,0	51,0	53	50	50,0	50,0
50 Hz	50,3	48,4	47,3	--	52,1	47,6	50,2	50,2
63 Hz	46,7	46	43,7	--	46,7	44,6	43,7	--
80 Hz	46,3	47,7	43,3	--	48,3	46,5	45,3	--
100 Hz	44	44,8	41,0	--	43,3	44	40,3	--
125 Hz	43,7	47	40,7	--	42,9	44,5	39,9	--
160 Hz	46,1	46,2	43,1	--	45,5	45,3	42,5	--
200 Hz	44,6	45,6	41,6	--	43	43,6	40,0	--
250 Hz	41	42,4	38,0	--	39,6	40,7	36,6	--
315 Hz	40,8	42,4	37,8	--	39,4	42,2	36,4	--
400 Hz	39,3	40,7	36,3	--	37,9	40,2	34,9	--
500 Hz	38,9	40,2	35,9	--	37,9	39,3	34,9	--
630 Hz	37,6	39,5	34,6	--	36,8	38,4	33,8	--
800 Hz	36,4	38,6	33,4	--	35,8	37,8	32,8	--
1 000 Hz	36	38,2	33,0	--	35,3	38,2	32,3	--
1250 Hz	35,8	38,3	32,8	--	35,3	38,4	32,3	--
1600 Hz	35,8	38,1	32,8	--	35,4	37,9	32,4	--
2000 Hz	35,4	37,3	32,4	--	35,1	37,4	32,1	--
2500 Hz	34,1	36	31,1	--	34	35,8	31,0	--
3150 Hz	33,6	35,6	30,6	--	33,3	35,7	30,3	--
4000 Hz	32,9	35	29,9	--	32,9	35,3	29,9	--
5000 Hz	32,4	34,5	29,4	--	32,4	34,8	29,4	--
6300 Hz	31,8	33,6	28,8	--	31,8	34	28,8	--
8000 Hz	29,9	31,4	26,9	--	29,8	32	26,8	--
10000 Hz	27,8	29,4	24,8	--	27,9	30,1	24,9	--
12500 Hz	22,9	24,1	19,9	--	23	24,9	20,0	--
16000 Hz	15,3	16,1	12,3	--	15,3	17,1	12,3	--
20000 Hz	15,7	15,6	12,7	--	15,7	15,8	12,7	--

*postazione B- confronto fra valori medi di L99 per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con una nave*

Tabella 30: postazione B - Stima del Leq emesso dalla nave per la configurazione con più navi

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	56	51,9	53,9	53,9	53,3	48,5	51,6	51,6
31.5 Hz	66,2	54,7	65,9	65,9	63,7	52,8	63,3	63,3
40 Hz	57,2	58,6	54,2	--	53,5	57,2	50,5	--
50 Hz	69,3	57,6	69,0	69,0	64,9	54,4	64,5	64,5
63 Hz	58,4	54,4	56,2	56,2	56,7	51,6	55,1	55,1
80 Hz	57,4	55,1	54,4	--	55,4	51,5	53,1	53,1
100 Hz	55,5	51,9	53,0	53,0	54,8	48,1	53,8	53,8
125 Hz	51,4	54,4	48,4	--	51	48,6	48,0	--
160 Hz	53	52,3	50,0	--	51,5	49,7	48,5	--
200 Hz	50,8	52	47,8	--	49,6	48	46,6	--
250 Hz	50,9	49,7	47,9	--	49,7	46,2	46,7	--
315 Hz	50,2	49,1	47,2	--	47,9	46,8	44,9	--
400 Hz	47,5	47	44,5	--	44,6	44,2	41,6	--
500 Hz	48,5	47	45,5	--	45,1	44,9	42,1	--
630 Hz	46	45,9	43,0	--	43,3	43,8	40,3	--
800 Hz	45,3	45,2	42,3	--	41,9	44,1	38,9	--
1 000 Hz	44,4	44,9	41,4	--	41,9	44,2	38,9	--
1250 Hz	44,1	46,7	41,1	--	40,4	46	37,4	--
1600 Hz	41,6	43,4	38,6	--	38	42,5	35,0	--
2000 Hz	39,7	42	36,7	--	36	41	33,0	--
2500 Hz	37,4	40,2	34,4	--	33,6	39	30,6	--
3150 Hz	35,4	38,9	32,4	--	31,9	38	28,9	--
4000 Hz	33,1	38,3	30,1	--	30,9	37,2	27,9	--
5000 Hz	31	38	28,0	--	29,7	36	26,7	--
6300 Hz	29,6	35,9	26,6	--	29,1	35	26,1	--
8000 Hz	27,4	34,1	24,4	--	27,4	33	24,4	--
10000 Hz	24,9	31,2	21,9	--	24,7	30,7	21,7	--
12500 Hz	19,7	25,2	16,7	--	19,5	25,7	16,5	--
16000 Hz	12,9	17,2	9,9	--	12,8	17,7	9,8	--
20000 Hz	15,7	16	12,7	--	15,8	16,1	12,8	--

*postazione B- confronto fra valori medi di Leq per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con più nave*

Tabella 31: postazione B - Stima del L95 emesso dalla nave per la configurazione con più navi

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	51,4	40,6	51,0	51,0	50,1	37,6	49,8	49,8
31.5 Hz	62,1	48	61,9	61,9	60,6	48,4	60,3	60,3
40 Hz	51,4	52,2	48,4	--	49,3	51,9	46,3	--
50 Hz	63,6	50,7	63,4	63,4	60,8	49,9	60,4	60,4
63 Hz	52,2	47,9	50,2	50,2	51,7	45,9	50,4	50,4
80 Hz	52,4	49,8	49,4	--	51,6	47,7	49,3	49,3
100 Hz	48,9	46,4	45,9	--	51,8	44,9	50,8	50,8
125 Hz	47,8	48,5	44,8	--	48,5	45,5	45,5	45,5
160 Hz	47,9	47,7	44,9	--	47,9	46,5	44,9	--
200 Hz	46,6	47	43,6	--	46,4	44,5	43,4	--
250 Hz	46,7	43,6	43,8	43,8	46,1	41,4	43,1	--
315 Hz	45,5	43,7	42,5	--	44,6	43	41,6	--
400 Hz	42,3	41,8	39,3	--	41,6	40,9	38,6	--
500 Hz	42,8	41,3	39,8	--	41,9	40	38,9	--
630 Hz	40,2	40,6	37,2	--	38,9	39,2	35,9	--
800 Hz	39,2	39,5	36,2	--	37,7	39,1	34,7	--
1 000 Hz	38,1	39,2	35,1	--	36,4	38,6	33,4	--
1250 Hz	37	39,1	34,0	--	35,4	38,9	32,4	--
1600 Hz	35,3	38,6	32,3	--	34,1	38,2	31,1	--
2000 Hz	33,5	37,8	30,5	--	32,7	37,6	29,7	--
2500 Hz	31,5	36,4	28,5	--	30,8	36,3	27,8	--
3150 Hz	30,2	35,9	27,2	--	29,9	36	26,9	--
4000 Hz	29,3	35,3	26,3	--	29,2	35,6	26,2	--
5000 Hz	28,7	34,7	25,7	--	28,5	34,9	25,5	--
6300 Hz	27,9	33,8	24,9	--	27,7	34,1	24,7	--
8000 Hz	26	31,7	23,0	--	25,9	32,2	22,9	--
10000 Hz	24,1	29,6	21,1	--	24,1	30,2	21,1	--
12500 Hz	18,9	24,3	15,9	--	18,9	25,1	15,9	--
16000 Hz	12,4	16,3	9,4	--	12,4	17,2	9,4	--
20000 Hz	15,5	15,7	12,5	--	15,5	15,8	12,5	--

*postazione B- confronto fra valori medi di L95 per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con più navi*

Tabella 32: postazione B - Stima del L99 emesso dalla nave per la configurazione con più navi

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	49,9	38	49,6	49,6	49,3	36,5	49,1	49,1
31.5 Hz	60,5	45,6	60,4	60,4	59,2	47,3	58,9	58,9
40 Hz	49,6	49,5	46,6	--	47,7	50	50,0	--
50 Hz	61,9	48,4	61,7	61,7	57,7	47,6	57,3	57,3
63 Hz	50,3	46	48,3	48,3	49,5	44,6	47,8	47,8
80 Hz	50,6	47,7	47,6	--	49,7	46,5	46,9	46,9
100 Hz	46,6	44,8	43,6	--	48,3	44	46,3	46,3
125 Hz	46,5	47	43,5	--	47,5	44,5	44,5	44,5
160 Hz	46,2	46,2	43,2	--	46,6	45,3	43,6	--
200 Hz	45,3	45,6	42,3	--	45,5	43,6	42,5	--
250 Hz	45,4	42,4	42,4	42,4	45	40,7	43,0	43,0
315 Hz	44,4	42,4	41,4	--	43,9	42,2	40,9	--
400 Hz	41,1	40,7	38,1	--	40,9	40,2	37,9	--
500 Hz	41,5	40,2	38,5	--	40,6	39,3	37,6	--
630 Hz	38,9	39,5	35,9	--	37,8	38,4	34,8	--
800 Hz	38	38,6	35,0	--	37,1	37,8	34,1	--
1 000 Hz	36,8	38,2	33,8	--	35,5	38,2	32,5	--
1250 Hz	35,8	38,3	32,8	--	34,1	38,4	31,1	--
1600 Hz	34,4	38,1	31,4	--	33,2	37,9	30,2	--
2000 Hz	32,8	37,3	29,8	--	32,3	37,4	29,3	--
2500 Hz	30,9	36	27,9	--	30,5	35,8	27,5	--
3150 Hz	29,8	35,6	26,8	--	29,6	35,7	26,6	--
4000 Hz	29,1	35	26,1	--	29	35,3	26,0	--
5000 Hz	28,4	34,5	25,4	--	28,3	34,8	25,3	--
6300 Hz	27,7	33,6	24,7	--	27,6	34	24,6	--
8000 Hz	25,8	31,4	22,8	--	25,7	32	22,7	--
10000 Hz	23,9	29,4	20,9	--	24	30,1	21,0	--
12500 Hz	18,6	24,1	15,6	--	18,6	24,9	15,6	--
16000 Hz	12,2	16,1	9,2	--	12,3	17,1	9,3	--
20000 Hz	15,4	15,6	12,4	--	15,5	15,8	12,5	--

*postazione B- confronto fra valori medi di L99 per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con più navi*

Tabella 33: postazione C - Stima del Leq emesso dalla nave per la configurazione con una nave

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	55,8	47,8	55,1	55,1	44,2	46,5	41,2	--
31.5 Hz	53,8	46,8	52,8	52,8	47,2	46	44,2	--
40 Hz	53,7	52,8	50,7	--	50,8	52,3	47,8	--
50 Hz	53,8	51,1	50,8	--	50,7	48,9	47,7	--
63 Hz	51,3	49,5	48,3	--	48,7	48,1	45,7	--
80 Hz	57,3	55,6	54,3	--	55	54,9	52,0	--
100 Hz	55,5	57	52,5	--	52,5	56,5	49,5	--
125 Hz	49,7	54	46,7	--	48	49,2	45,0	--
160 Hz	49,4	48,7	46,4	--	47,6	48,2	44,6	--
200 Hz	48,6	47,6	45,6	--	45,6	47,7	42,6	--
250 Hz	46,1	44,9	43,1	--	42	45	39,0	--
315 Hz	45,9	45,2	42,9	--	41,9	45,7	38,9	--
400 Hz	43,7	42,7	40,7	--	39,7	42,9	36,7	--
500 Hz	43	41,8	40,0	--	38,2	41,7	35,2	--
630 Hz	41,4	40,3	38,4	--	36,4	42,7	33,4	--
800 Hz	40,8	39,4	37,8	--	35,4	42,9	32,4	--
1 000 Hz	39,7	38,6	36,7	--	33,5	41,9	30,5	--
1250 Hz	40,3	40,3	37,3	--	31,1	39,2	28,1	--
1600 Hz	35,2	34,1	32,2	--	29,6	36,7	26,6	--
2000 Hz	33,4	32	30,4	--	26,6	35,8	23,6	--
2500 Hz	29,9	28,5	26,9	--	25,4	31,7	22,4	--
3150 Hz	27	26,6	24,0	--	23,4	29,4	20,4	--
4000 Hz	24,5	24,8	21,5	--	19,2	27,4	16,2	--
5000 Hz	23	23,8	20,0	--	16,8	26,2	13,8	--
6300 Hz	22	21,5	19,0	--	15	23,3	12,0	--
8000 Hz	23,1	21,3	20,1	--	12,1	25,4	9,1	--
10000 Hz	21,5	19,8	18,5	--	16,6	22,3	13,6	--
12500 Hz	18,2	17,2	15,2	--	11,3	17,3	8,3	--
16000 Hz	17,7	17,6	14,7	--	12,1	16,4	9,1	--
20000 Hz	20,7	20,6	17,7	--	17,5	20,2	14,5	--

*postazione C- confronto fra valori medi di Leq per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con una nave*

Tabella 34: postazione C - Stima del L95 emesso dalla nave per la configurazione con una nave

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	38,2	36,6	35,2	--	36	40	33,0	--
31.5 Hz	41,7	40,1	38,7	--	42,1	40,6	39,1	--
40 Hz	46,1	46,7	43,1	--	45,4	47,4	42,4	--
50 Hz	46,6	44,3	43,6	--	45,2	43,7	42,2	--
63 Hz	45,8	44,5	42,8	--	43,7	43,7	40,7	--
80 Hz	51	50,9	48,0	--	49,3	50,8	46,3	--
100 Hz	49	50,2	46,0	--	47,3	52,5	44,3	--
125 Hz	45,3	49	42,3	--	43,7	45,6	40,7	--
160 Hz	45,3	43,8	42,3	--	44,4	45	41,4	--
200 Hz	43,7	43,5	40,7	--	41,3	45,2	38,3	--
250 Hz	39,6	40,7	36,6	--	37,7	42,5	34,7	--
315 Hz	39,9	41	36,9	--	37,6	43	34,6	--
400 Hz	38,2	39,2	35,2	--	36,3	40,5	33,3	--
500 Hz	36,3	37,7	33,3	--	34,4	39,3	31,4	--
630 Hz	34,5	36,3	31,5	--	33	39,6	30,0	--
800 Hz	33	34,7	30,0	--	32	39,2	29,0	--
1 000 Hz	31,6	33,6	28,6	--	30,5	39,4	27,5	--
1250 Hz	29,7	32,1	26,7	--	28,3	35,9	25,3	--
1600 Hz	27,9	29,4	24,9	--	26,7	35	23,7	--
2000 Hz	25	26,2	22,0	--	23,7	33,9	20,7	--
2500 Hz	23,3	24	20,3	--	22,3	30	19,3	--
3150 Hz	21,8	23	18,8	--	21,3	27,7	18,3	--
4000 Hz	17,9	20,1	14,9	--	17,7	25,7	14,7	--
5000 Hz	15,7	18,7	12,7	--	15,5	23,7	12,5	--
6300 Hz	14,3	16,1	11,3	--	13,5	22,4	10,5	--
8000 Hz	11,4	13	8,4	--	11,1	24,3	8,1	--
10000 Hz	16,3	16,6	13,3	--	16,2	21,4	13,2	--
12500 Hz	10,8	11,3	7,8	--	10,7	16,4	7,7	--
16000 Hz	11,5	11	8,5	--	11,6	15,3	8,6	--
20000 Hz	17,2	17,1	14,2	--	17,2	19,5	14,2	--

postazione C- confronto fra valori medi di L95 per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con una nave

Tabella 35: postazione C - Stima del 99 emesso dalla nave per la configurazione con una nave

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di una nave (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	34,9	33,9	31,9	--	33,1	36,4	30,1	--
31.5 Hz	39,2	37,5	36,2	--	40,8	37,6	38,0	--
40 Hz	43,9	44,4	40,9	--	43,3	45	40,3	--
50 Hz	44,6	42,4	41,6	--	44,1	42,6	41,1	--
63 Hz	44,1	42,8	41,1	--	42,5	42,3	39,5	--
80 Hz	48,7	49,2	45,7	--	48,4	49,7	45,4	--
100 Hz	47,3	48,1	44,3	--	46,2	51,5	43,2	--
125 Hz	43,8	46,9	40,8	--	42,1	43,8	39,1	--
160 Hz	44	42,6	41,0	--	43,3	43,3	40,3	--
200 Hz	42,1	42,4	39,1	--	40,2	44,2	37,2	--
250 Hz	38,1	39,7	35,1	--	37	42,1	34,0	--
315 Hz	38,3	39,9	35,3	--	36,9	41,8	33,9	--
400 Hz	36,9	38,4	33,9	--	35,3	39,4	32,3	--
500 Hz	35	36,9	32,0	--	34	38,8	31,0	--
630 Hz	33,3	35,4	30,3	--	32,3	39,2	29,3	--
800 Hz	31,9	33,8	28,9	--	31,2	38,9	28,2	--
1 000 Hz	30,6	32,6	27,6	--	29,9	39	26,9	--
1250 Hz	28,5	30,7	25,5	--	28	35,4	25,0	--
1600 Hz	26,9	28,3	23,9	--	26,4	34,3	23,4	--
2000 Hz	24	25,1	21,0	--	23,3	33,3	20,3	--
2500 Hz	22,3	23,3	19,3	--	21,9	29,4	18,9	--
3150 Hz	21,1	22,5	18,1	--	20,7	27,4	17,7	--
4000 Hz	17,4	19,6	14,4	--	17,3	25,3	14,3	--
5000 Hz	14,8	18,2	11,8	--	14,8	22,8	11,8	--
6300 Hz	13,3	15,7	10,3	--	13,1	21,5	10,1	--
8000 Hz	11	12,6	8,0	--	10,8	24	7,8	--
10000 Hz	16,2	16,5	13,2	--	16,1	21,1	13,1	--
12500 Hz	10,7	11,1	7,7	--	10,6	16,1	7,6	--
16000 Hz	11,1	10,8	8,1	--	11,5	15,2	8,5	--
20000 Hz	17,1	17	14,1	--	17,2	19,3	14,2	--

postazione C- confronto fra valori medi di L99 per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con una nave

Tabella 36: postazione C - Stima del Leq emesso dalla nave per la configurazione con più navi

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	51,6	47,8	49,3	49,3	51,1	46,5	49,3	49,3
31.5 Hz	62,1	46,8	62,0	62,0	60,2	46	60,0	60,0
40 Hz	52,2	52,8	49,2	--	51,6	52,3	48,6	--
50 Hz	68,9	51,1	68,8	68,8	68,1	48,9	68,0	68,0
63 Hz	53,9	49,5	51,9	51,9	55,3	48,1	54,4	54,4
80 Hz	52,3	55,6	49,3	--	53,5	54,9	50,5	--
100 Hz	56,3	57	53,3	--	57,3	56,5	54,3	--
125 Hz	49,5	54	46,5	--	49	49,2	46,0	--
160 Hz	50,3	48,7	47,3	--	51,4	48,2	48,4	--
200 Hz	48,6	47,6	45,6	--	48,6	47,7	45,6	--
250 Hz	46,3	44,9	43,3	--	46,4	45	43,4	--
315 Hz	45,2	45,2	42,2	--	44,6	45,7	41,6	--
400 Hz	44	42,7	41,0	--	43,8	42,9	40,8	--
500 Hz	43	41,8	40,0	--	42	41,7	39,0	--
630 Hz	41,5	40,3	38,5	--	40,9	42,7	37,9	--
800 Hz	40,7	39,4	37,7	--	40,3	42,9	37,3	--
1 000 Hz	39,4	38,6	36,4	--	39,9	41,9	36,9	--
1250 Hz	39,1	40,3	36,1	--	37,1	39,2	34,1	--
1600 Hz	33,4	34,1	30,4	--	32,3	36,7	29,3	--
2000 Hz	31,2	32	28,2	--	31,3	35,8	28,3	--
2500 Hz	26,7	28,5	23,7	--	25,7	31,7	22,7	--
3150 Hz	22,6	26,6	19,6	--	22,3	29,4	19,3	--
4000 Hz	20,7	24,8	17,7	--	19,9	27,4	16,9	--
5000 Hz	19,7	23,8	16,7	--	20	26,2	17,0	--
6300 Hz	19,2	21,5	16,2	--	20,6	23,3	17,6	--
8000 Hz	22,2	21,3	19,2	--	25,3	25,4	22,3	--
10000 Hz	19,9	19,8	16,9	--	21,8	22,3	18,8	--
12500 Hz	14,8	17,2	11,8	--	16,8	17,3	13,8	--
16000 Hz	12,8	17,6	9,8	--	14,2	16,4	11,2	--
20000 Hz	17,9	20,6	14,9	--	18,7	20,2	15,7	--

Postazione C- confronto fra valori medi di Leq per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con più navi

Tabella 37: postazione C - Stima del L95 emesso dalla nave per la configurazione con più navi

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	46,4	36,6	45,9	45,9	44,7	40	42,9	42,9
31.5 Hz	58,7	40,1	58,6	58,6	57,5	40,6	57,4	57,4
40 Hz	47,9	46,7	44,9	--	47,2	47,4	44,2	--
50 Hz	64,1	44,3	64,1	64,1	65	43,7	65,0	65,0
63 Hz	48,1	44,5	45,6	45,6	49,6	43,7	48,3	48,3
80 Hz	47,5	50,9	44,5	--	48,4	50,8	45,4	--
100 Hz	51,4	50,2	48,4	--	53,2	52,5	50,2	--
125 Hz	45,5	49	42,5	--	45,5	45,6	42,5	--
160 Hz	45,7	43,8	42,7	--	48,9	45	46,6	46,6
200 Hz	44,7	43,5	41,7	--	45,4	45,2	42,4	--
250 Hz	42,2	40,7	39,2	--	43,3	42,5	40,3	--
315 Hz	41,2	41	38,2	--	41,4	43	38,4	--
400 Hz	40,1	39,2	37,1	--	40,7	40,5	37,7	--
500 Hz	38,8	37,7	35,8	--	39,6	39,3	36,6	--
630 Hz	37,5	36,3	34,5	--	38,4	39,6	35,4	--
800 Hz	36	34,7	33,0	--	37,7	39,2	34,7	--
1 000 Hz	34,4	33,6	31,4	--	38	39,4	35,0	--
1250 Hz	32,7	32,1	29,7	--	33,9	35,9	30,9	--
1600 Hz	29	29,4	26,0	--	30,4	35	27,4	--
2000 Hz	25,6	26,2	22,6	--	29,5	33,9	26,5	--
2500 Hz	21,3	24	18,3	--	24,3	30	21,3	--
3150 Hz	15,9	23	12,9	--	21,1	27,7	18,1	--
4000 Hz	13,2	20,1	10,2	--	19	25,7	16,0	--
5000 Hz	11,7	18,7	8,7	--	19	23,7	16,0	--
6300 Hz	11,3	16,1	8,3	--	19,5	22,4	16,5	--
8000 Hz	9,6	13	6,6	--	23,8	24,3	20,8	--
10000 Hz	15,9	16,6	12,9	--	20,7	21,4	17,7	--
12500 Hz	10,7	11,3	7,7	--	15,6	16,4	12,6	--
16000 Hz	11	11	8,0	--	13,7	15,3	10,7	--
20000 Hz	17	17,1	14,0	--	18,4	19,5	15,4	--

*postazione C- confronto fra valori medi di L95 per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con più navi*

Tabella 38: postazione C - Stima del L99 emesso dalla nave per la configurazione con più navi

Banda 1/3 ottava	nella fascia notturna 00:00 ÷ 04:00				Tempo breve di 5'			
	Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB		Presenza di più navi (rumore ambientale) dB	Assenza nave (rumore residuo) dB	Stima livello di pressione sonora della nave dB	
			max	min			max	min
25 Hz	44,3	33,9	43,9	43,9	42,1	36,4	40,7	40,7
31.5 Hz	57,3	37,5	57,3	57,3	57	37,6	56,9	56,9
40 Hz	46,1	44,4	43,1	--	45,8	45	42,8	--
50 Hz	61,3	42,4	61,2	61,2	64,1	42,6	64,1	64,1
63 Hz	46,2	42,8	43,5	43,5	47,6	42,3	46,1	46,1
80 Hz	45,7	49,2	42,7	--	47,3	49,7	44,3	--
100 Hz	49,4	48,1	46,4	--	51,3	51,5	48,3	--
125 Hz	44,2	46,9	41,2	--	44,4	43,8	41,4	--
160 Hz	44,3	42,6	41,3	--	48,1	43,3	46,4	46,4
200 Hz	43,3	42,4	40,3	--	44,7	44,2	41,7	--
250 Hz	40,9	39,7	37,9	--	42,3	42,1	39,3	--
315 Hz	40	39,9	37,0	--	40,2	41,8	37,2	--
400 Hz	38,9	38,4	35,9	--	39,9	39,4	36,9	--
500 Hz	37,7	36,9	34,7	--	39,1	38,8	36,1	--
630 Hz	36,3	35,4	33,3	--	37,8	39,2	34,8	--
800 Hz	34,5	33,8	31,5	--	37,4	38,9	34,4	--
1 000 Hz	33	32,6	30,0	--	37,5	39	34,5	--
1250 Hz	31,2	30,7	28,2	--	33	35,4	30,0	--
1600 Hz	27,7	28,3	24,7	--	29,6	34,3	26,6	--
2000 Hz	24,3	25,1	21,3	--	29	33,3	26,0	--
2500 Hz	20,2	23,3	17,2	--	24	29,4	21,0	--
3150 Hz	15	22,5	12,0	--	20,9	27,4	17,9	--
4000 Hz	12,2	19,6	9,2	--	18,6	25,3	15,6	--
5000 Hz	10,4	18,2	7,4	--	18,9	22,8	15,9	--
6300 Hz	10	15,7	7,0	--	19,1	21,5	16,1	--
8000 Hz	9	12,6	6,0	--	23,2	24	20,2	--
10000 Hz	15,8	16,5	12,8	--	20,3	21,1	17,3	--
12500 Hz	10,5	11,1	7,5	--	15,3	16,1	12,3	--
16000 Hz	10,9	10,8	7,9	--	13,5	15,2	10,5	--
20000 Hz	16,9	17	13,9	--	18,4	19,3	15,4	--
postazione C- confronto fra valori medi di L99 per banda 1/3 ottava per la configurazione senza nave e con più navi								

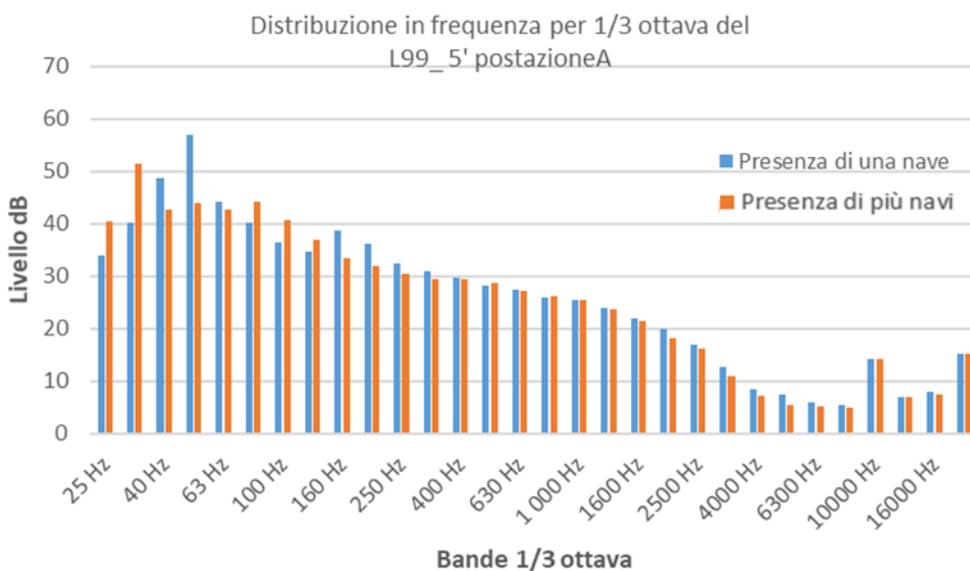
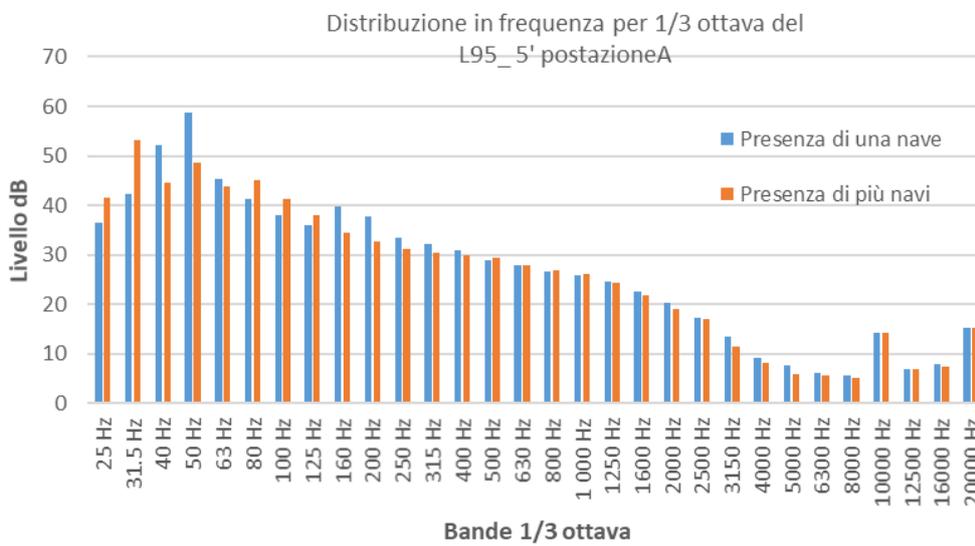
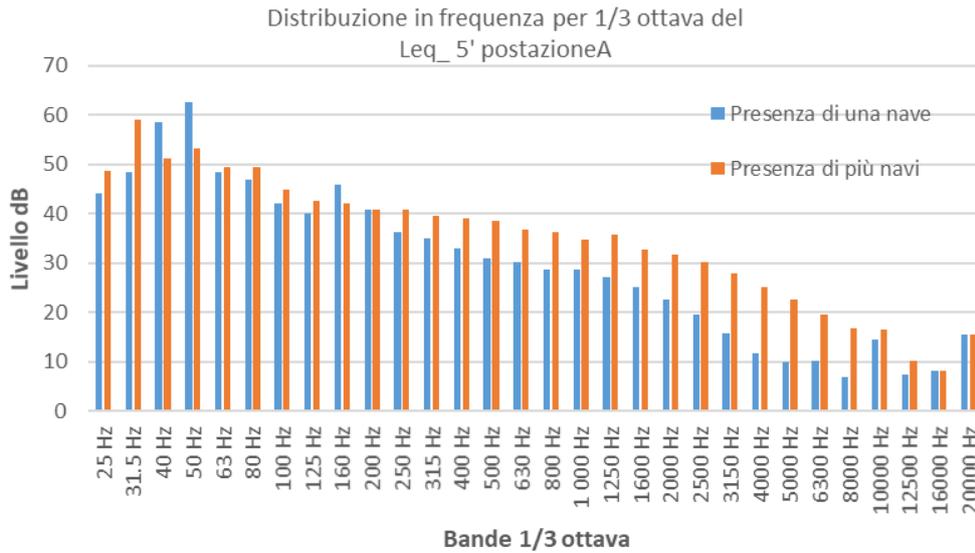


Figura 39: postazione A - confronto fra valori di Leq, L95, L99 tempo breve di 5 minuti per banda 1/3 ottava per le configurazioni una nave e con più navi

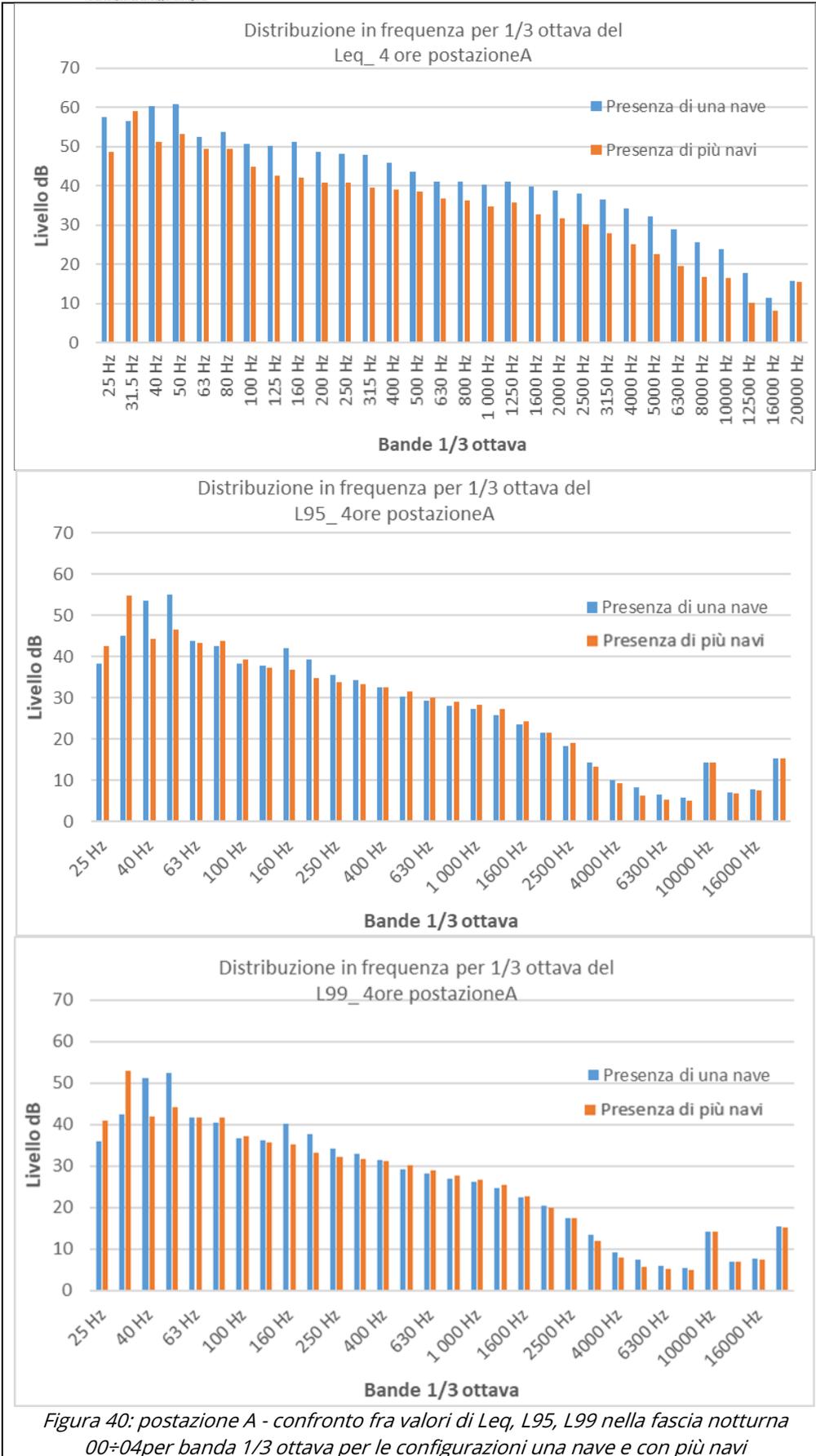


Figura 40: postazione A - confronto fra valori di Leq, L95, L99 nella fascia notturna 00÷04 per banda 1/3 ottava per le configurazioni una nave e con più navi

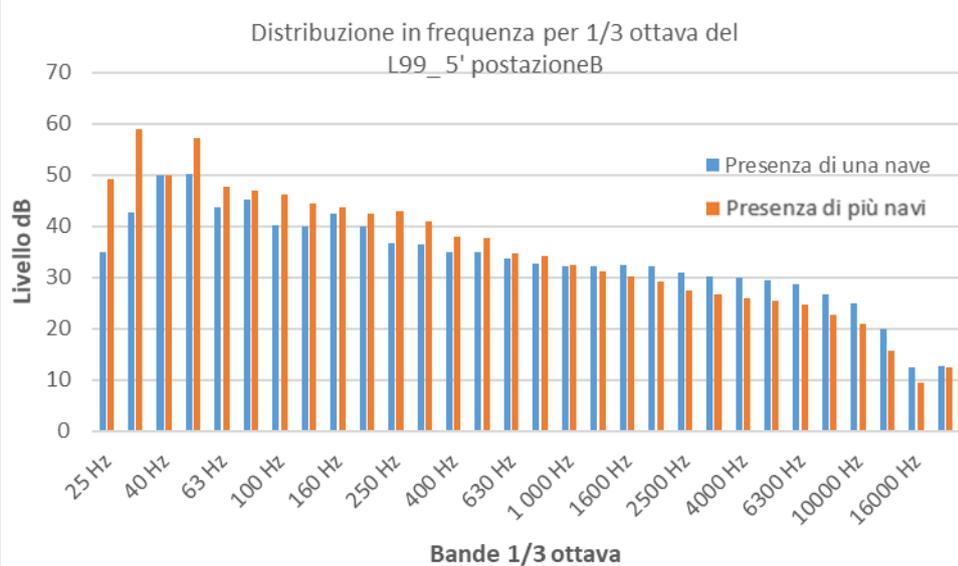
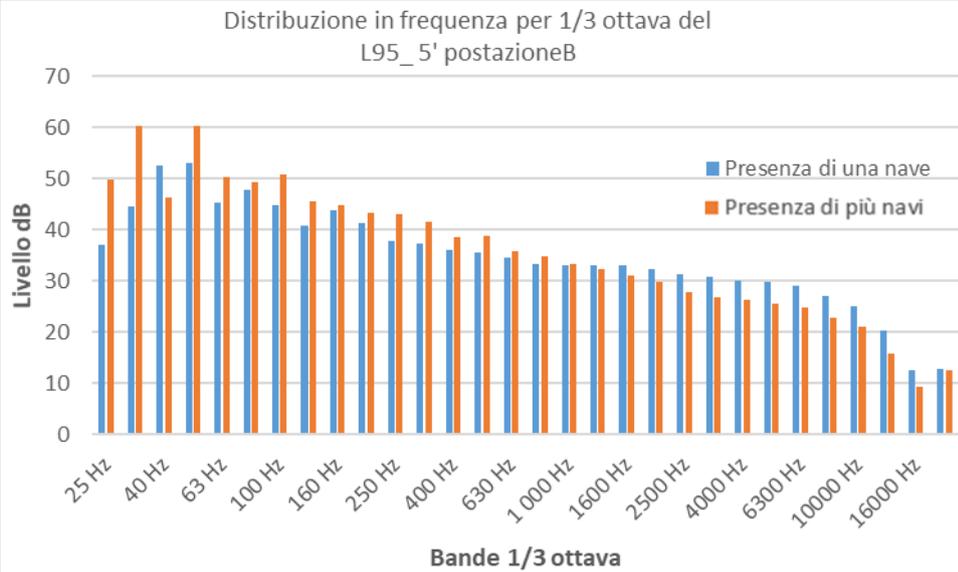
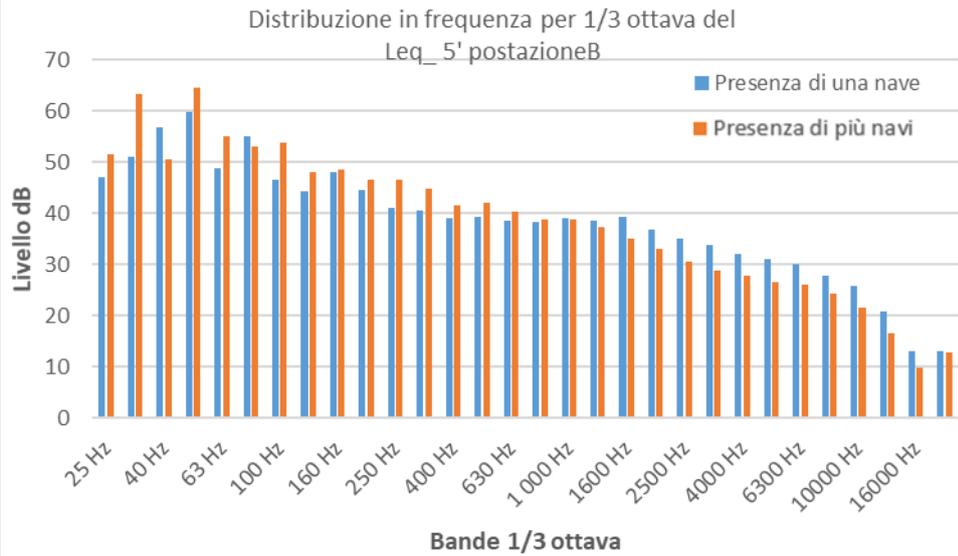
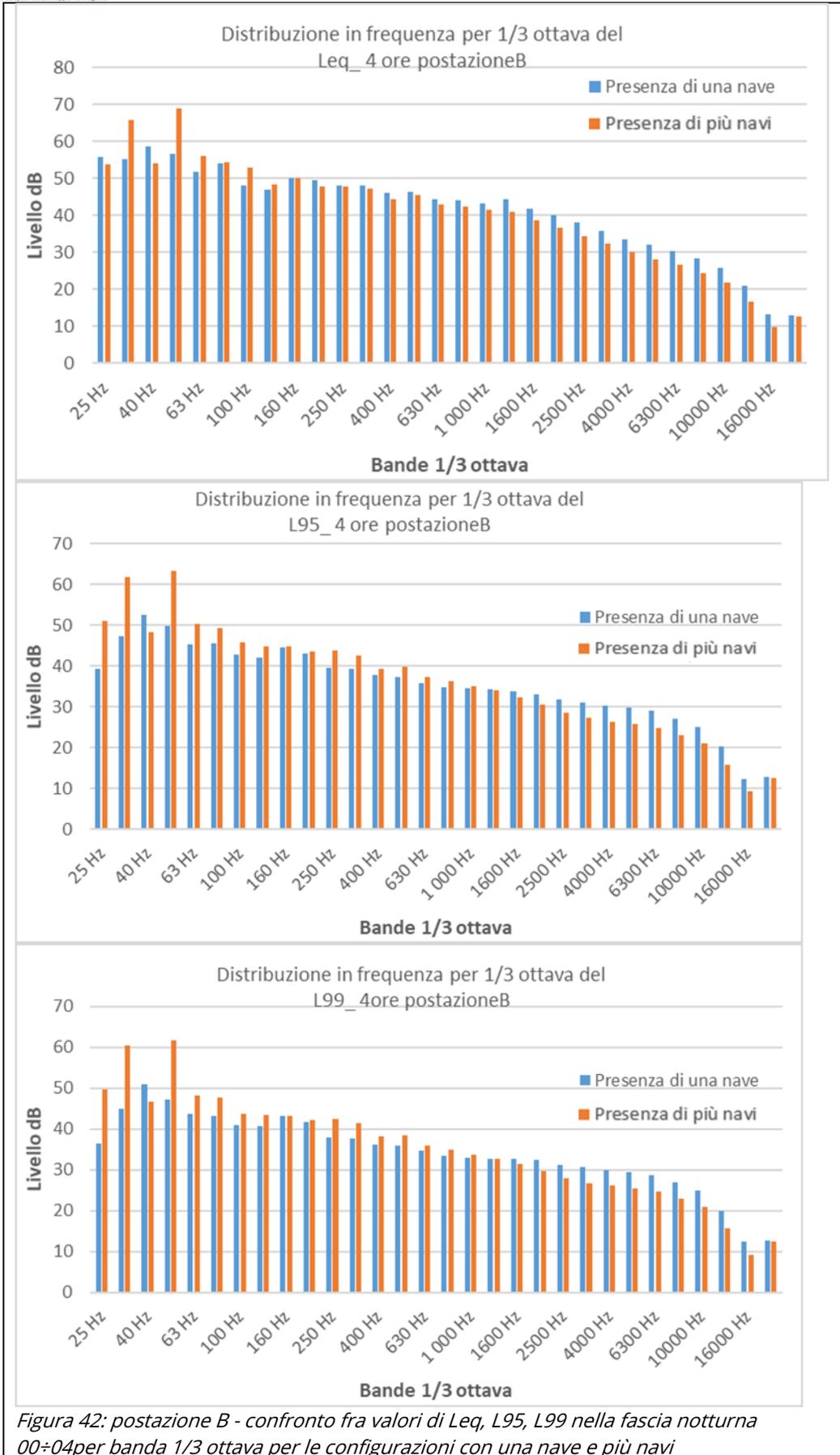


Figura 41: postazione B - confronto fra valori di Leq, L95, L99 tempo breve di 5 minuti per banda 1/3 ottava per le configurazioni una nave e con più navi



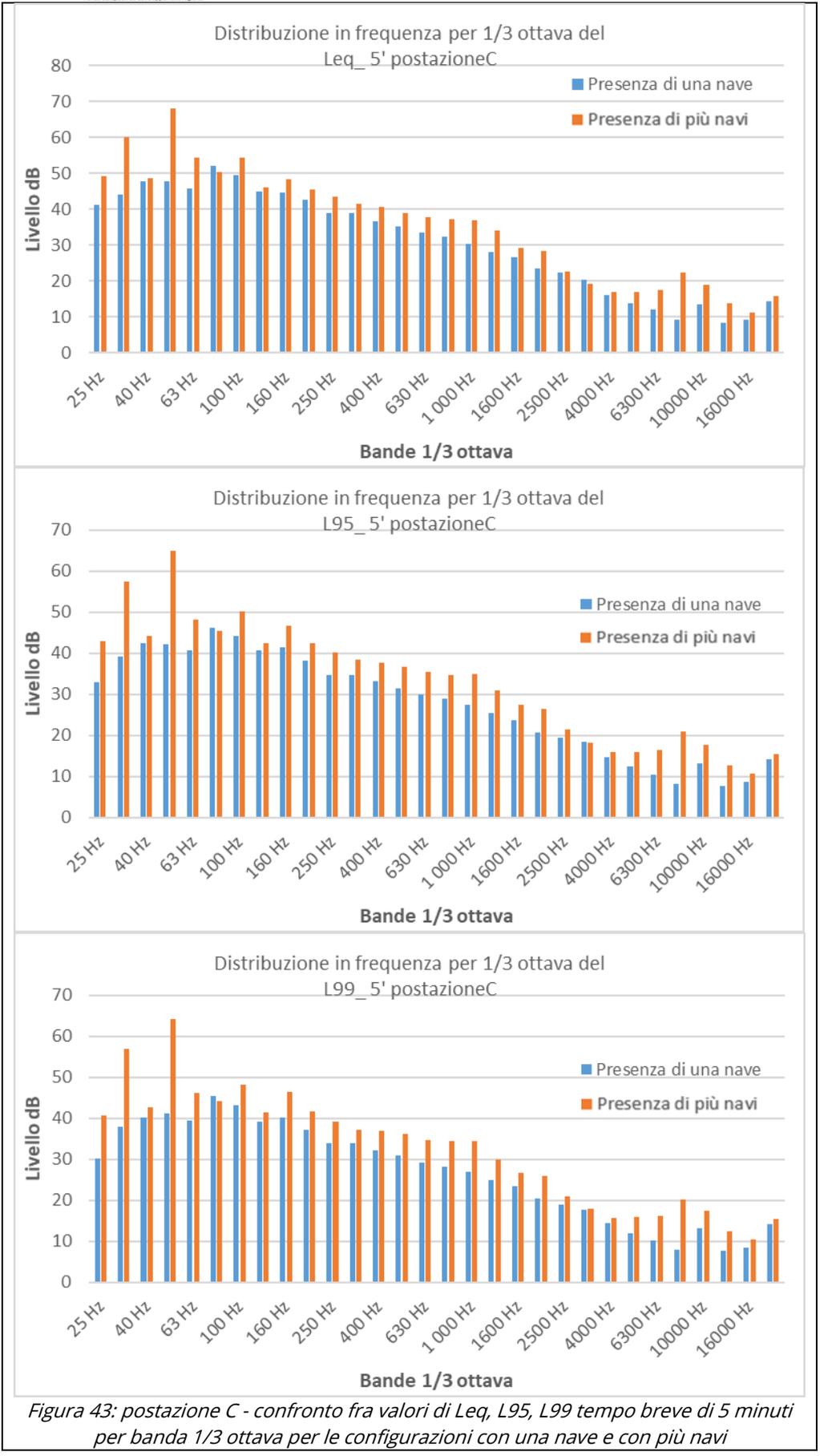


Figura 43: postazione C - confronto fra valori di Leq, L95, L99 tempo breve di 5 minuti per banda 1/3 ottava per le configurazioni con una nave e con più navi

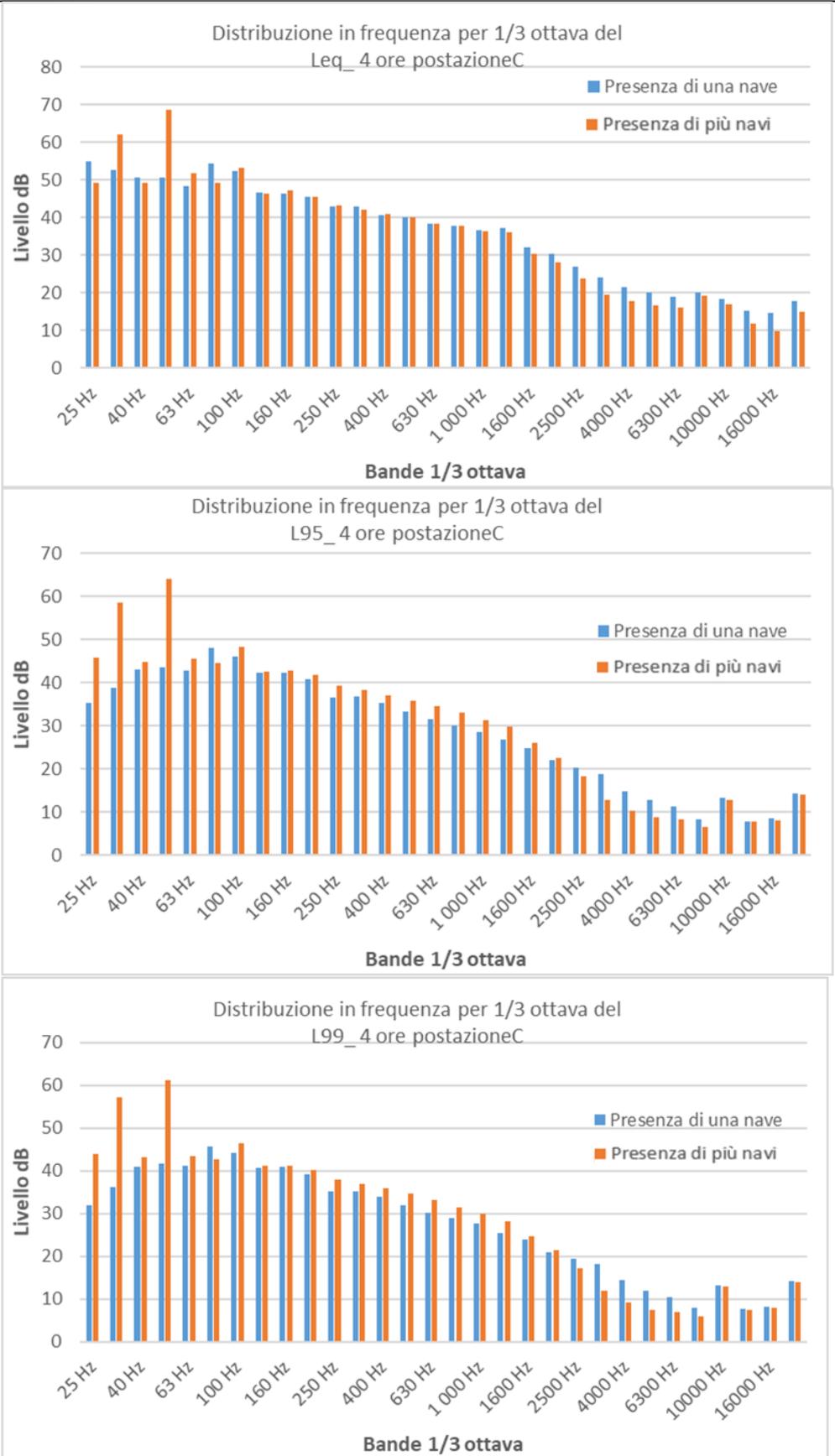


Figura 44: postazione C - confronto fra valori di Leq, L95, L99 nella fascia notturna 00÷04 per banda 1/3 ottava per le configurazioni con una nave e più navi

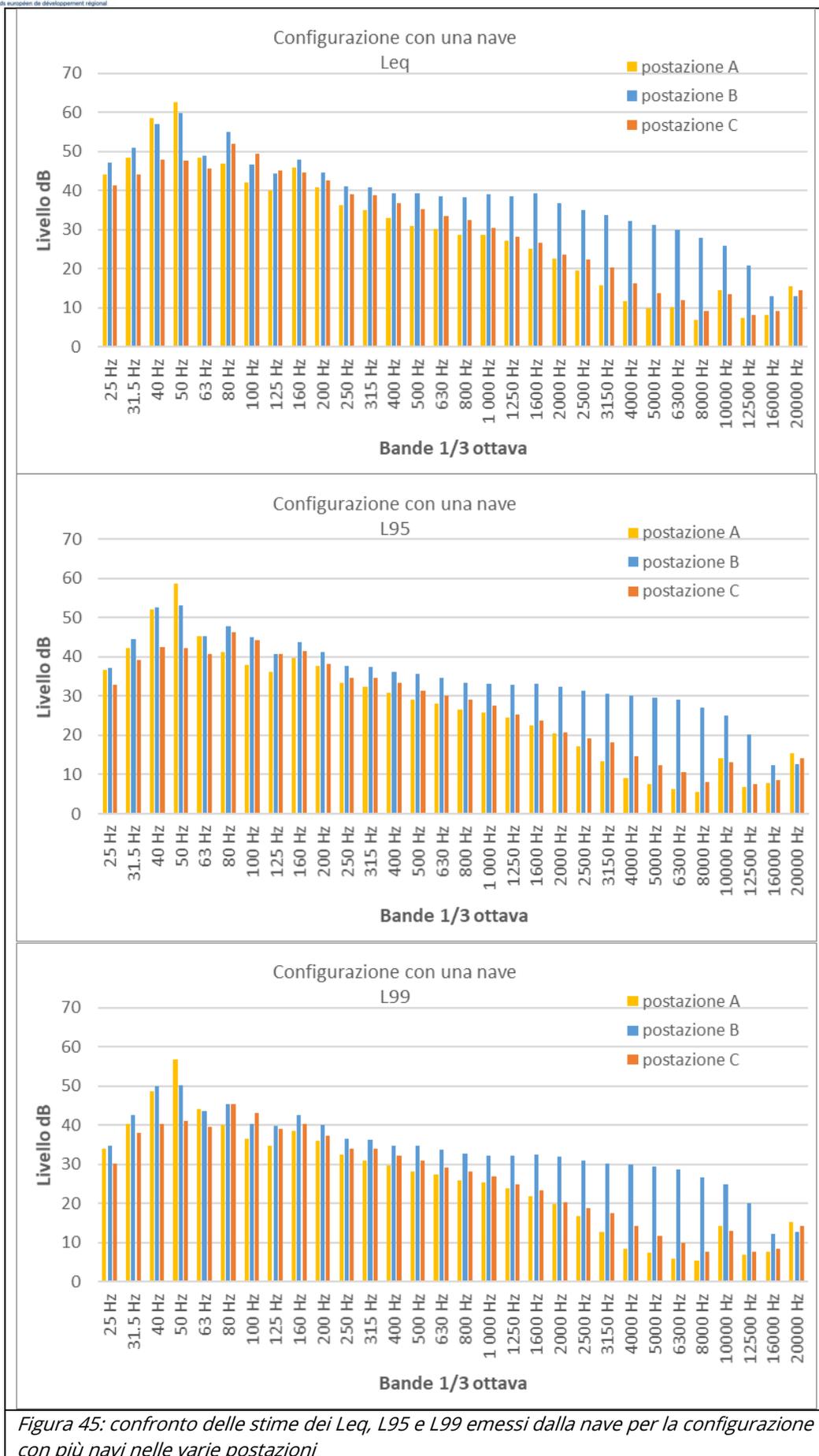


Figura 45: confronto delle stime dei Leq, L95 e L99 emessi dalla nave per la configurazione con più navi nelle varie postazioni

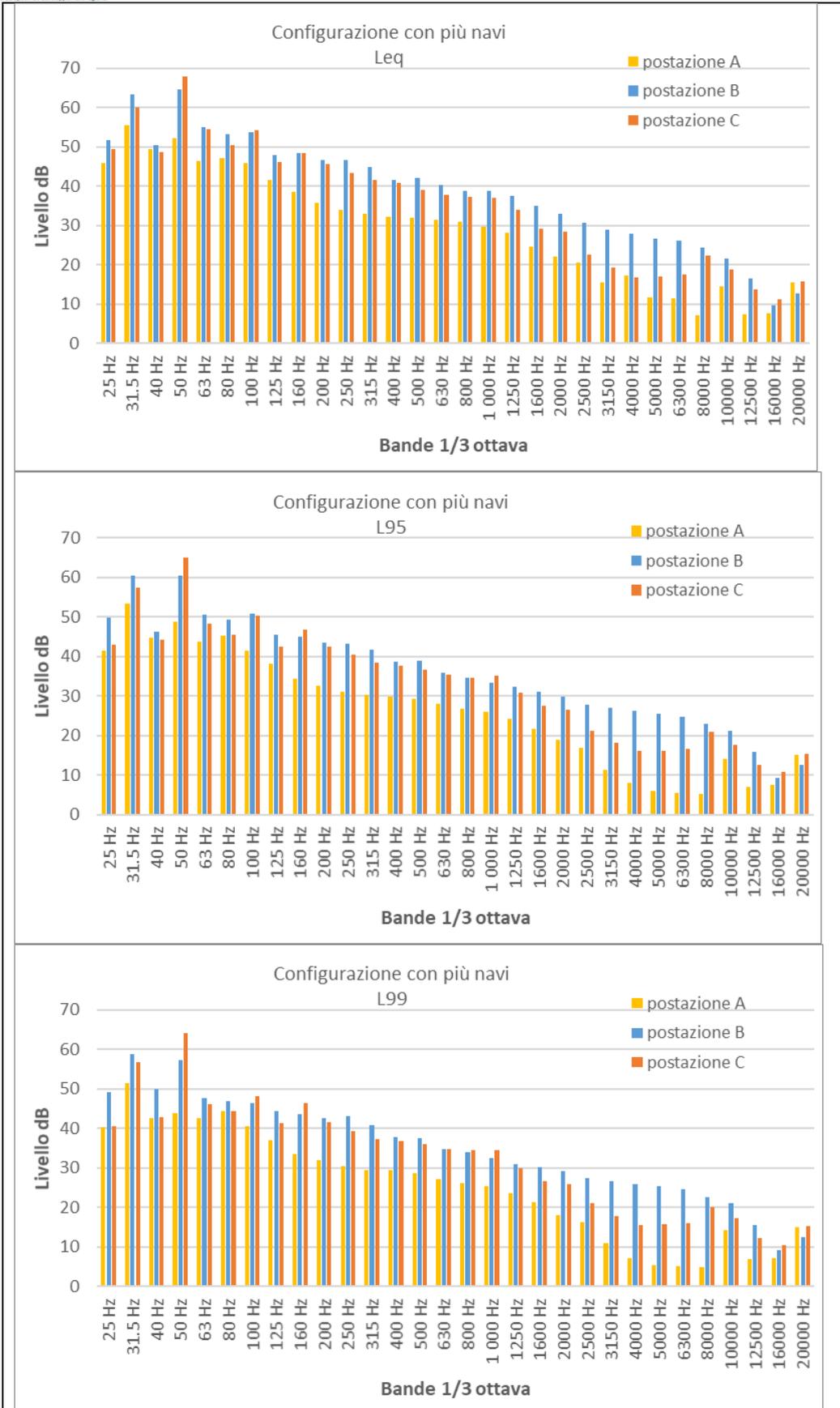


Figura 46: confronto delle stime dei Leq, L95 e L99 emessi dalla nave per la configurazione con una nave nelle varie postazioni

## Ligne de contrôle numero2:

Les mesures du bruit sont réalisées avec trois instruments à précision appelé sonomètre, dont les caractéristiques correspondent à des normes nationales et internationales. Les points de mesure sont les suivants :

- D) Hauteurs : station semi-mobile ARPAL avec désactivation de la Centrale de surveillance
- E) Appartement au I étage situé dans l'immeuble n° 5 rue Ungaretti.
- F) Canal de calma.

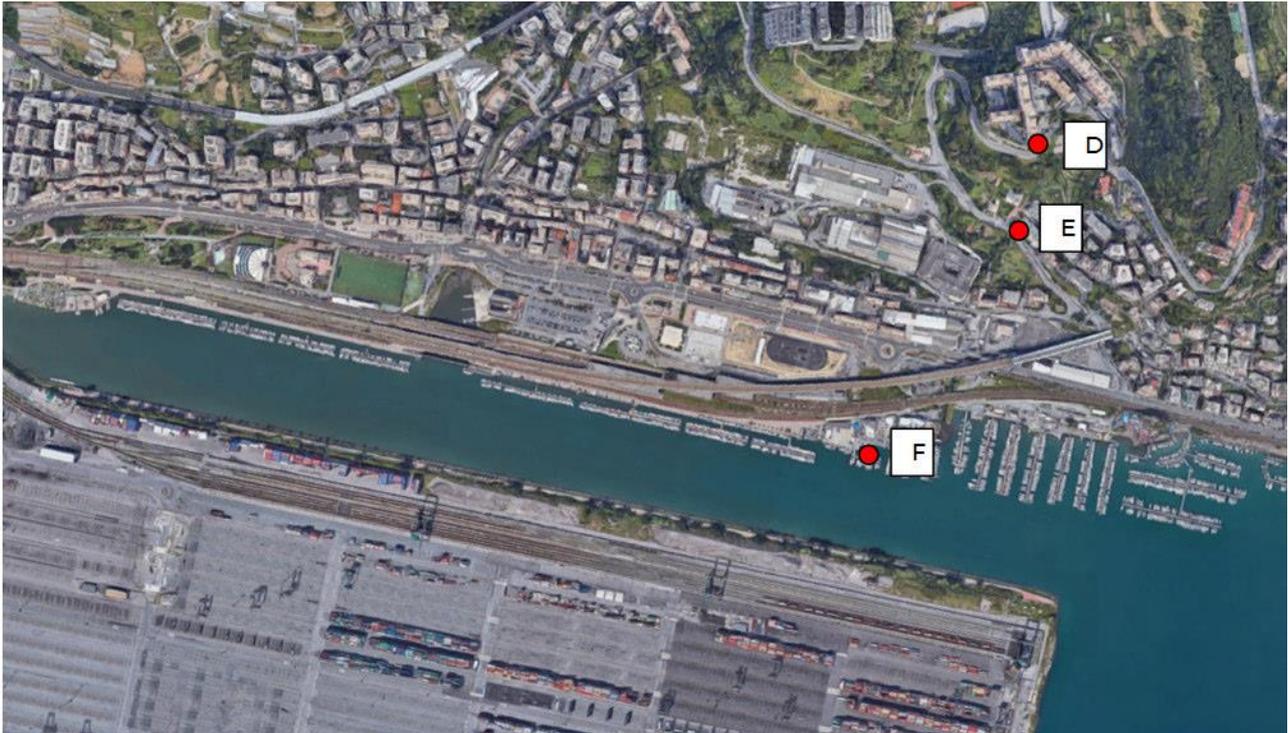


Figure2.1 : point de mesure ligne de contrôle numero2

### **Encadrement point D:**

Centrale de surveillance d'air ARPAL sur la Rue Ungaretti, le sonomètre est placé à l'intérieur de la centrale et l'unité micro et la station météo sont installés à l'extérieur à la rampe de l'immeuble

### **Encadrement point E:**

Appartement au 1<sup>er</sup> étage situé dans l'immeuble n° 5 rue Ungaretti, le sonomètre est placé sur la terrasse de l'appartement et relié au réseau par alimentation externe.

### **Encadrement point F:**

Chantier Bicchi au voisinage du canal de calma. Le sonomètre est positionné sur un poteau à l'extérieur et relié directement au réseau

## **Méthodologie de traitement des données**

Le phénomène, comme on peut s'y attendre, est plus perceptible pendant les heures nocturnes. Ainsi, les analyses effectuées pendant la période nocturne (22 ÷ 06) se sont concentrées sur les mesures journalières qui respectent les prescriptions. Ainsi, les mesures présent en considération dans ce rapport

sont celles qui relevées dans des bonnes conditions atmosphériques (absence : de vent, Rain intensity, instabilité atmosphérique, Taux d'humidité élevé et vitesse du vent supérieur à 5 m/s); en outre, les configurations jugées intéressantes sont indiquées dans le tableau ci-dessous:

Période	Configuration en période nocturne	Vessel name	Start operations (SOP)	End operations (EOP)
Du 01/01/2020 au 02/01/2020	Analyse en l'absence de navire	Pas de bateau	---	---
Du 06/01/2020 au 07/01/2020				
Du 07/01/2020 au 08/01/2020	Analyse en présence de plusieurs navires à quai (jours "peu bruyants" d'après les plaintes)	TAMPA TRIUMPH	07/12/2020 06:40	08/01/2020 11:20
Du 08/01/2020 au 09/01/2020 centrale surveillance air d'ARPAL désactivée		CARTAGENA TRADER	08/12/2020 00:15	08/01/2020 08:30
		MACKINAC BRIDGE	08/01/2020 00:15	09/01/2020 23:00
		MSC ROSARIA	08/01/2020 18 :15	09/01/2020 04:30
Du 28/12/2019 au 29/12/2019	Analyse en présence de plusieurs navires à quai (jours "plus bruyants" selon les plaintes)	CSAV TRAIQUEN	28/12/19 00:15	29/12/19 11:00
Du 30/12/2019 au 31/12/2019		CMA CGM NABUCCO	28/12/2019 12:15	30/12/19 16:10
		MSC TARANTO	29/12/19 00:15	31/12/2019 04:15
		MAERSK LINS	31/12/19 00:15	31/12/19 17:45

## 1. Analyse en l'absence de navire

Ce type de configuration permet d'afficher le phénomène acoustique et de connaître le niveau de pression acoustique tant en pondération A qu'en pondération LIN, détecté lorsque les sources perturbatrices spécifiques sont exclues.

ci-après, il est reporté dans la Figure 2.2 sous forme de sonogramme les graphiques du multi-spectre en bande 1/3 d'octave de L99 sur 1s en pondération LIN dans la période nocturne (22 ÷ 06) ; le Tableau 2.1 contient les valeurs de Leq pondération LIN en fonction de la fréquence (bande d 1/3 octave) et référées à la période nocturne (un peu plus restrictive 24 ÷ 04) et les Tableaux 2.2, 2.3 représentent les valeurs horaires de Leq et L99 en pondération LIN avec leurs standards deviation et leur valeur globale en pondération LIN et en pondération A période (22÷06).

En ce qui concerne les graphiques du multi-spectre (Figure 2.2), on peut noter que, dans la nuit du 01 au 02 janvier 2020, le climat acoustique des trois emplacements met en évidence la présence d'une ou plusieurs sources fixes stationnaires émettant du bruit à basse fréquence, avec un niveau de la pression acoustique assez élevée qui peut être supérieure à 70 dB (position D). Ces phénomènes se sont aussi vérifiés dans les nuits du 24 au 25, du 25 au 26 et du 31 décembre 2019 au 01 janvier 2020, (ses graphiques seront représentés au cours du présent rapport). Cependant, cas particulier a été observé dans la nuit du 6 au 7 janvier 2020, on remarque que dans les sites de mesure E et F les phénomènes acoustiques ne sont plus caractérisés par des sources fixes qui émettent des bruits stationnaires, mais plutôt par la source de caractère discontinu dans le temps (pas facile d'évaluer le bruit de fond), entre-temps au point D le climat acoustique est très semblable à celui observé dans la nuit du 1<sup>er</sup> janvier 2020. bien qu'il soit caractérisé par une atténuation du niveau de bruit assez significative aux bandes de fréquence 31,5Hz 40Hz 50Hz

**NOTTE DEL 01 AL 02 /01/2020**

**NOTTE DEL 06 AL 07 /01/2020**

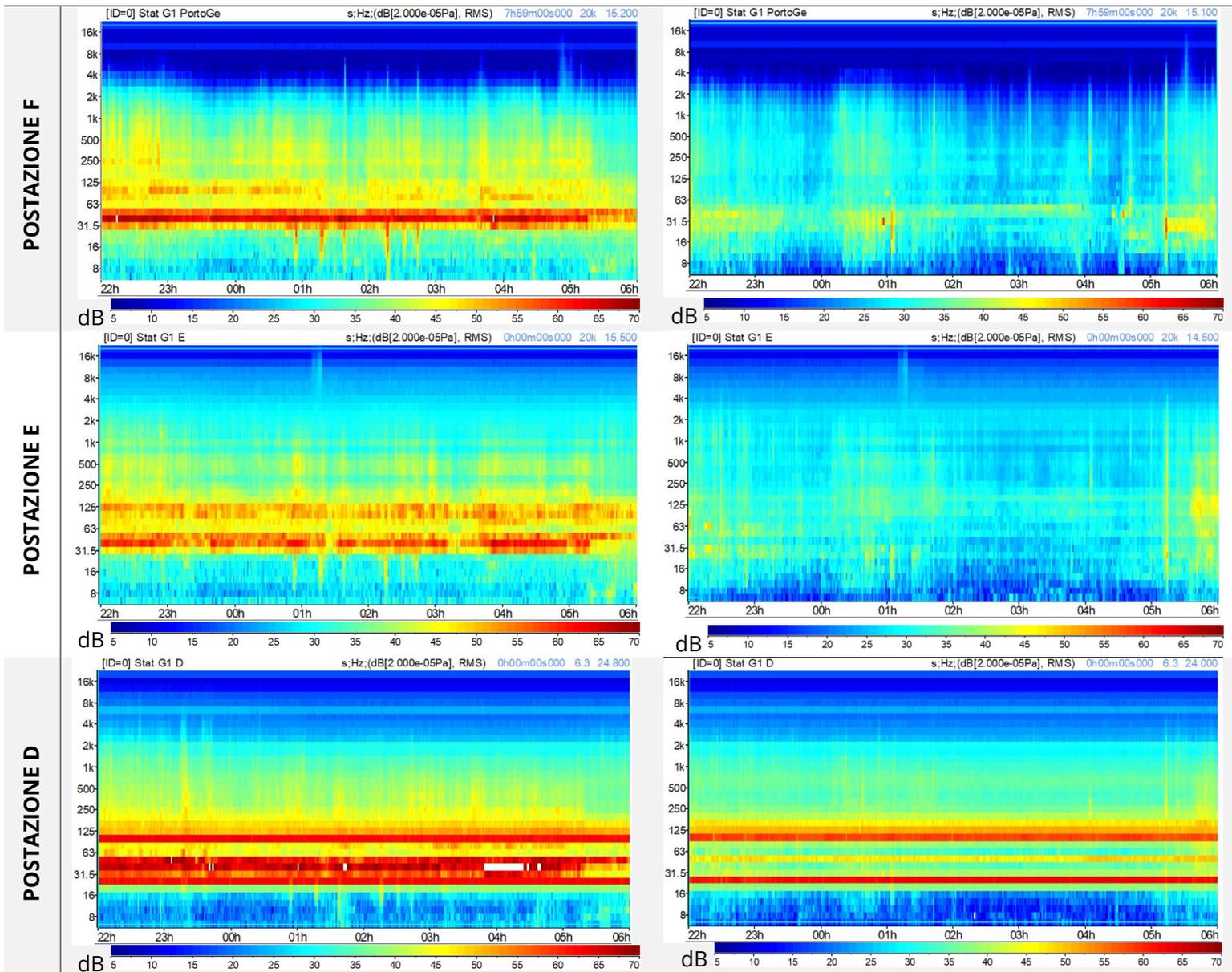


FIGURA 2.2: *graphique du multi-spectre de 199 (en bande 1/3 octave, pondération lin), absence navire au quai*

En outre, dans le Tableau 2.1 on peut identifier en fonction de bande de fréquence les valeurs des niveaux de pression supérieurs à 50 dB (Leq pondération LIN en fonction de la fréquence); en ce qui concerne la nuit du 01 janvier 2020, au point F on peut identifier les valeurs 51.3 dB, 52.9 dB, 54.3 dB, 57.9 dB, 67.6 dB, 59.8 dB, 51.7 dB, 51.9 dB correspondant respectivement aux fréquences 16 Hz, 20 Hz, 25 Hz, 31.5 Hz, 40 Hz, 50 Hz, 80 Hz, 100 Hz; au point E on peut identifier les valeurs 53.9 dB, 60.9 dB, 60.2 dB, 50.6 dB, 53 dB, 57.4 dB, 55.7 dB correspondant respectivement aux fréquences 31.5 Hz, 40 Hz, 50 Hz, 63 Hz, 80 Hz, 100 Hz; au point D on peut identifier les valeurs 63.8 dB, 61.4 dB, 70.1 dB, 67.4 dB, 50.6 dB, 53.9 dB, 64.1 dB, 54.9 dB, 52.9 dB correspondant respectivement aux fréquences 25 Hz, 31.5 Hz, 40 Hz, 50 Hz, 63 Hz, 80 Hz, 100 Hz, 125 Hz, 160 Hz. En ce qui concerne la nuit du 6 janvier pour les stations F et E, les valeurs obtenues sont inférieures à 49 dB; à la station D on peut identifier les valeurs de 64.1 dB, 55.1 dB, 60 dB, 54.4 dB, 52 dB correspondant respectivement à les fréquences de 25 Hz, 50 Hz, 100 Hz, 125 Hz, 160 Hz,

**Tabella 2.1:** valori del Leq ponderazione lineare distribuita in frequenza per banda d 1/3 ottava nel periodo notturno (24 ÷ 04)

Tipo	NOTTE DEL 1° GENNAIO 2020			NOTTE DEL 6 GENNAIO 2020		
	F	E	D	F	E	D
	Leq (dB)	Leq (dB)	Leq (dB)	Leq (dB)	Leq (dB)	Leq (dB)
16Hz	<b>51,3</b>	47	41,8	45,9	45,5	40,1
20Hz	<b>52,9</b>	45,9	45,4	48,2	48,3	44,4
25Hz	<b>54,5</b>	47,7	<b>63,8</b>	48,6	46,2	<b>64,1</b>
31,5Hz	<b>57,9</b>	<b>53,9</b>	<b>61,4</b>	48,8	42,9	46,3
40Hz	<b>67,6</b>	<b>60,9</b>	<b>70,1</b>	46,6	41,7	48,7
50Hz	<b>59,8</b>	<b>60,2</b>	<b>67,4</b>	44,6	46,5	<b>55,1</b>
63Hz	48,7	<b>50,6</b>	<b>50,6</b>	41,7	45,7	49,6
80Hz	<b>51,7</b>	<b>53</b>	<b>53,9</b>	40,3	42,2	47,8
100Hz	<b>51,9</b>	<b>57,4</b>	<b>64,1</b>	39,5	43,3	<b>60</b>
125Hz	49,5	<b>55,7</b>	<b>54,9</b>	39,9	46,6	<b>54,4</b>
160Hz	45,4	47,2	<b>52,9</b>	41	42,4	<b>52</b>
200Hz	45,7	46,8	48,1	44,5	41,6	45,6
250Hz	47,4	43,1	47,7	46,1	39	42,9
315Hz	45,5	41,4	45,4	45,1	39	42
400Hz	45	43,7	44,5	43,8	39,5	41,2
500Hz	43,3	43,9	43,3	43,1	41,8	40,7
630Hz	41,7	43,4	42,7	42,2	43	40,5
800Hz	41,2	40,8	41,9	42,8	42	40,6
1kHz	40,3	42,5	40,5	42,9	43	40,4
1,25kHz	40,3	41,6	40	43	42,8	39,7
1,6kHz	35,2	39,5	36,3	41,9	41,1	38
2kHz	33,2	37,6	35	41,4	39,3	36,6
2,5kHz	30,4	35,2	31,1	40,2	36,9	33,2
3,15kHz	27,4	32,5	28,7	38,6	33,6	31,2
4kHz	24,8	29,9	26,5	37	30,3	29,6
5kHz	22,3	27,7	25,3	33,7	28	27,5
6,3kHz	18,8	26,4	27,5	29,8	26	28,3
8kHz	15,5	24,6	25	24,7	23,6	26,2
10kHz	15,3	22,8	20,4	19,1	21,6	22,5
12,5kHz	10,1	18,7	15,3	13,1	18,1	19,7
16kHz	9,7	13	11,9	10,1	12,6	12,5
20kHz	15,4	15,3	18	15,5	14,6	18
<b>dB</b>	<b>69,4</b>	<b>66,2</b>	<b>73,7</b>	<b>58,2</b>	<b>57,2</b>	<b>66,8</b>
<b>dBA</b>	<b>50,1</b>	<b>51,4</b>	<b>52,1</b>	<b>52,4</b>	<b>50,9</b>	<b>50,3</b>

Dans le Tableau 2.2 et le Tableau 2.3, les valeurs de la standard deviation horaire indiquées permettent d'évaluer le niveau de la pression sonore en fonction des variations du temps, afin de classer le bruit relevé, qui peut se distinguer en :

- bruit stationnaire : bruit présentant des fluctuations négligeables pendant la période d'observation;

- bruit non stationnaire: bruit qui présente des fluctuations sensibles pendant la période d'observation;

Il est connu que le paramètre acoustique  $Leq$  exprime le niveau énergétique moyen de la pression acoustique ; cependant, il ne permet pas d'obtenir des indications utiles sur la nature des sources sonores responsables du climat acoustique. Tandis que le paramètre acoustique percentile L95 ou L99 (bruit de fond) permet d'évaluer le niveau des sources fixes émettant avec des modalités stationnaires.

A partir des valeurs figurant au Tableau 2.2, on note, comme déjà mentionné pour la Figure 2.2 se référant à la nuit du 01 janvier, que le bruit dans les trois emplacements est quasi stationnaire sur tout l'intervalle d'observation avec valeur globale de  $Leq,n$  (pondéré LIN et A) égal à : au point F de 69.3 dB et 50.4 dBA; au point E de 67.9 dB et 51.9 dBA; au point D de 73.8 dB et 53.1 dBA . En ce qui concerne la L99,n (pondéré LIN et A) égal à : au point F de 58.2 dB et 41.8 dBA; au point E de 55.5 dB et 44.6 dBA; au point D de 66.7 dB et 48.7 dBA; contrairement aux valeurs indiquées dans le Tableau 2.3, des comportements acoustiques non stationnaires sont mis en évidence dans les stations E et F, tandis que la station D est de plus en plus stable. Ces stations ont une valeur globale de  $Leq$  (en pondéré LIN et A) égale à : station F de 59.7 dB et 51.4 dBA; station E de 61.4 dB et 53.6 dBA; station D de 67.0 dB et 50.9 dBA .En ce qui concerne la L99 (pondéré LIN et A) égale à : station F de 40.6 dB et 31.4 dBA; station E de 41.9 dB et 38.2 dBA; station D de 64.0 dB et 45.8 dBA

*Tabella 2.2: valori orari del  $Leq$  e L99 in ponderazione lineare con le rispettive standard deviation, valore globale in ponderazione lineare grassetto colore rosso e in ponderazione A in grassetto colore nero*

1°/2 gennaio 2020	Postazione F				Postazione E				Postazione D			
	dB		dB		dB		dB		dB		dB	
Data - Ora	Leq	Std	L99	Std	Leq	Std	L99	Std	Leq	Std	L99	Std
01/01/2020 22÷23	71,2	1,0	67,1	1.0	72.1	2.8	60.6	1.7	73.4	0.9	69.7	0.7
01/01/2020 23÷24	68.4	1.3	62.9	1.6	67.0	2.6	57.3	2.0	73.8	1.1	68.1	1.1
02/01/2020 24÷01	69.0	1.5	64.0	1.2	66.2	2.1	58.0	1.9	72.8	0.9	68.7	0.7
02/01/2020 01÷02	69.6	2.0	62.4	2.2	65.7	2.0	55.9	2.1	73.0	1.4	67.7	1.5
02/01/2020 02÷03	69.8	1.6	63.8	1.3	66.7	1.6	58.5	1.7	73.3	0.7	69.2	0.9
02/01/2020 03÷04	69.4	2.0	60.5	2.7	66.6	2.5	55.9	3.2	75.2	1.7	68.8	2.0
02/01/2020 04÷05	69.7	1.5	62.8	1.9	66.9	1.6	58.3	1.6	75.3	1.4	69.7	1.6
02/01/2020 05÷06	66.5	2.5	56.3	3.1	67.7	3.1	55.2	2.9	72.0	1.6	67.0	1.5
<b>Globale (dB)</b>	<b>69.3</b>	<b>2.2</b>	<b>58.2</b>	<b>3.0</b>	<b>67.9</b>	<b>2.4</b>	<b>55.5</b>	<b>2.6</b>	<b>73.8</b>	<b>1.5</b>	<b>66.7</b>	<b>1.8</b>
<b>Globale (dBA)</b>	<b>50.4</b>	<b>3,1</b>	<b>41.8</b>	<b>2,7</b>	<b>51.9</b>	<b>4,9</b>	<b>44.6</b>	<b>1,8</b>	<b>53.1</b>	<b>2,2</b>	<b>48.7</b>	<b>0,9</b>

Tabella 2.3: valori orari del Leq e L99 in ponderazione lineare con le rispettive standard deviation, valore globale in ponderazione lineare grassetto colore rosso e in ponderazione A in grassetto colore nero

6/7 gennaio 2020	Postazione F				Postazione E				Postazione D			
	dB		dB		dB		dB		dB		dB	
Data - Ora	Leq	Std	L99	Std	Leq	Std	L99	Std	Leq	Std	L99	Std
06/01/2020 - 22÷23	62.8	4.2	46.7	3.4	66.4	5.9	46.0	4.6	67.8	1.8	63.6	0.9
06/01/2020 - 23÷24	54.7	3.4	41.8	2.5	59.8	5.5	43.1	3.9	67.0	1.4	63.5	0.4
07/01/2020 - 24÷01	61.0	4.7	43.8	4.2	60.2	4.9	43.9	3.4	67.1	1.2	64.4	0.4
07/01/2020 - 01÷02	61.7	5.1	42.7	4.8	56.0	3.9	43.1	3.2	66.9	1.0	64.6	0.4
07/01/2020 - 02÷03	51,3	3,2	40,2	2,0	54,3	4,3	41,0	2,5	66,5	0,6	65,1	0,2
07/01/2020 - 03÷04	52,0	2,7	41,7	1,9	57,5	3,8	41,6	2,3	66,7	0,7	65,2	0,2
07/01/2020 - 04÷05	57,3	4,5	39,1	4,3	56,3	4,6	41,7	3,2	66,5	0,3	65,1	0,2
07/01/2020 - 05÷06	62,3	4,7	44,1	4,5	64,8	5,9	45,4	4,9	67,3	1,2	64,2	0,4
<b>Globale (dB)</b>	<b>59.7</b>	<b>5.4</b>	<b>40.6</b>	<b>3.8</b>	<b>61.4</b>	<b>6.3</b>	<b>41.9</b>	<b>3.3</b>	<b>67.0</b>	<b>1.0</b>	<b>64.0</b>	<b>0.7</b>
<b>Globale (dBA)</b>	<b>51.4</b>	<b>6,0</b>	<b>31.4</b>	<b>3,7</b>	<b>53.6</b>	<b>7,1</b>	<b>38.2</b>	<b>2,3</b>	<b>50.9</b>	<b>3,0</b>	<b>45.8</b>	<b>0,7</b>

## 2. Analyse avec la présence de navires à quai (jours "pas particulièrement bruyants" selon les signalements)

Dans cette configuration et celle qui suivra, on essaiera de répéter les mêmes méthodologies des analyses déjà effectuées ; cela permet d'observer les différences de niveau sonore soit dans le temps que par bande de fréquence afin d'avoir une estimation sur la/les sources spécifiques de bruit (dans notre cas des bateaux amarrés à quai). Tel est l'objectif du projet.

L'information importante est en partie accompagnée par le bruit de la centrale de surveillance d'air de l'ARPAL qui, comme déjà mentionné, a été désactivée le 8 janvier 2020 à 16 heures et réactivée le 9 janvier 2020 à 11h15. Ce semi-fonctionnement permet de vérifier si la centrale a un impact considérable sur le climat acoustique afin d'influencer les résultats. À cet effet, les deux périodes analysées présentent : la nuit du 07 janvier 2020 la centrale est activée comme de règle et la nuit du 8 janvier 2020 la centrale est désactivée.

NOTTE DALL'07 AL 08 /01/2020

NOTTE DALL'08 AL 09 /01/2020

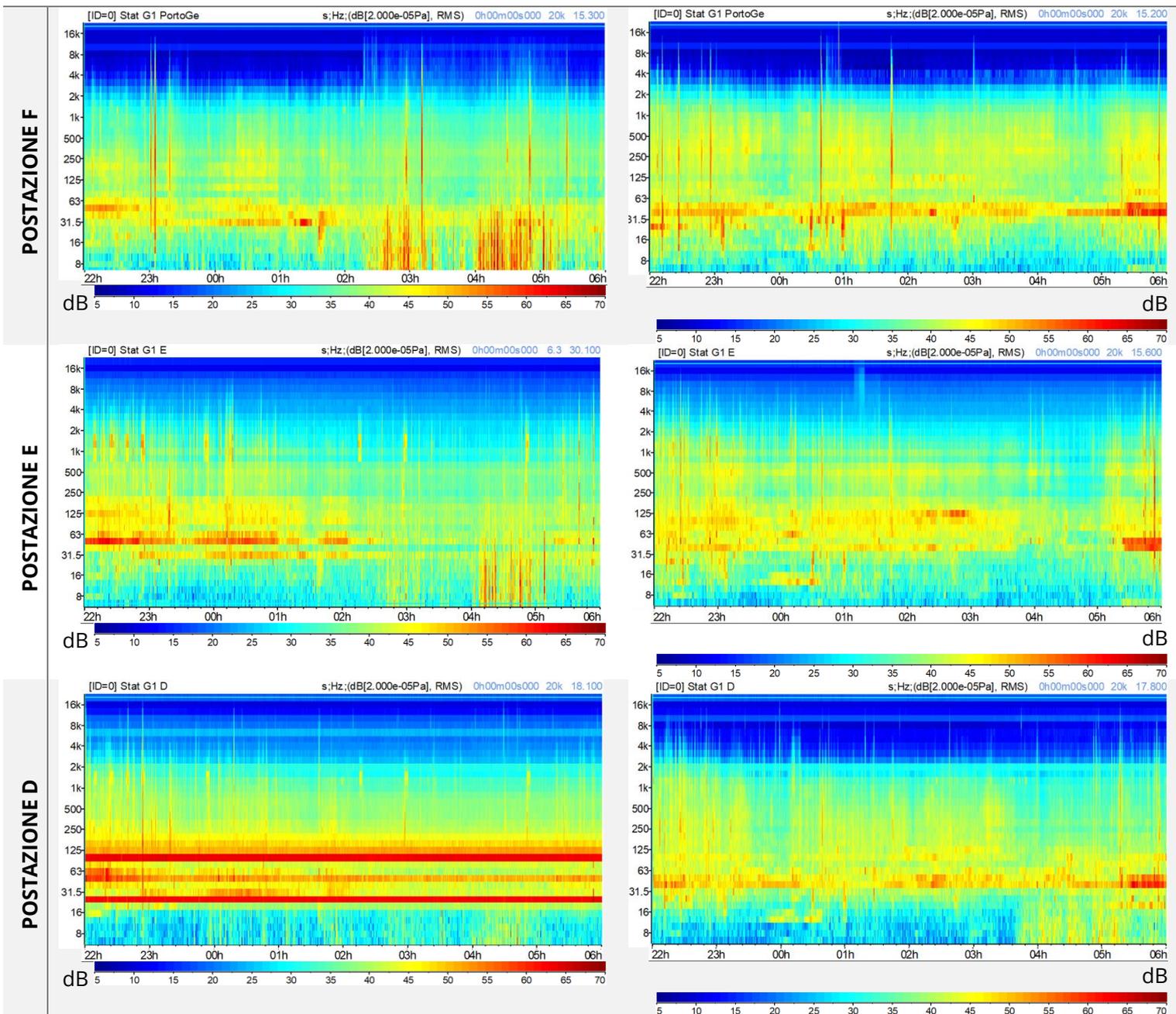


Figura 2.3: Grafico del multi-spettro di L99 (in banda 1/3 octave, ponderazione LIN), con nave accostato al quai

Il convient de rappeler que dans cette configuration le navire MACKINAC BRIDGE a été accosté au quai durant la période du 8/01/2020 à 00h15 au 09/01/2020 à 23h 00, le navire MSC ROSARIA a été accosté au quai durant la période du 08/01/2020 18 :15 au 09/01/2020 04:30 et le navire CARTAGENA TRADER ont été accostés aux quais durant la période du 08/12/2020 00:15 au 08/01/2020 à 08h30. Raison pour laquelle l'intervalle d'analyse a été réduit de 24 à 04 heures du matin, de manière à délimiter le bruit résultant de la propulsion de l'eau causée par le départ et l'arrivée du navire.

Si l'on observe individuellement chaque graphique reporté en Figure 2.3, et par la suite on compare les sonogrammes de la nuit du 07 au 08 janvier avec ceux de la nuit du 08 au 09 janvier. L'on peut mettre en évidence que, lorsque la centrale d'air ARPAL est activée, la station D subsiste une gamme considérable du bruit à basses fréquences, ceci peut expliquer la présence du bruit stationnaire en

absence du bateau comme il a été aperçu dans le paragraphe précédent (configuration relative à la nuit du 6 janvier 2020). Le même phénomène se reproduit également dans les nuits de 23, 25 décembre 2019 et la nuit de 01 janvier 2020, pas uniquement dans la station D mais dans tous les trois points de mesure distincts avec une intensité plus élevée. Qui écrit suppose que ces augmentations d'intensité correspondent aux périodes de maximum fonctionnement de la centrale.

En outre, en observant le sonogramme de la nuit de 08 janvier 2020 on peut confirmer que le phénomène acoustique "navire à quai avec centrale désactivée" est caractérisé par des niveaux sonores approximativement constants dans certaines bandes de fréquence, déjà mentionnées plusieurs fois : Cela constitue en fait une contribution sensible au bruit de fond. Les principales composantes spectrales de la pression sonore concernées par les émissions portuaires sont généralement celles à basse fréquence (dans les cas examinés Tableau 2.4). Il convient toutefois de noter que tous les navires ne produisent pas les mêmes effets en termes de niveaux de bande de fréquence.

*Tableau 2.4: valeurs de Leq pondération LIN distribuées en fréquence par bande 1/3 octave dans la période nocturne (24 ÷ 04)*

Tipo	notte dall'07 al 08/01/2020			notte dall'08 al 09/01/2020		
	F	E	D	F	E	D
	Leq (dB)	Leq (dB)	Leq (dB)	Leq (dB)	Leq (dB)	Leq (dB)
16Hz	<b>57,7</b>	48,2	42,6	49,3	46,5	42,2
20Hz	<b>56,8</b>	47,8	44,7	<b>50,9</b>	45,3	43,6
25Hz	<b>55,4</b>	47,9	<b>63,7</b>	<b>52,2</b>	47,2	46
31,5Hz	<b>55,7</b>	<b>51,8</b>	<b>51,8</b>	<b>53,2</b>	47,7	47,8
40Hz	<b>52,4</b>	46,8	<b>51,5</b>	<b>53,6</b>	49,6	<b>51,9</b>
50Hz	<b>50,4</b>	<b>56,2</b>	<b>56,6</b>	<b>51,9</b>	<b>52,9</b>	<b>51,7</b>
63Hz	47	<b>52,7</b>	<b>50,1</b>	46,8	<b>50,6</b>	49,5
80Hz	43,8	47,5	48,2	44,5	49,1	45,8
100Hz	44,3	48,4	<b>64,2</b>	46,3	<b>50,1</b>	46,8
125Hz	43,4	47,3	<b>54</b>	46,1	<b>51,1</b>	46,6
160Hz	45,7	47,5	<b>51,8</b>	45,3	45,8	44,5
200Hz	46,3	45	47,6	47,1	44,7	44
250Hz	47,1	41,6	44,7	47,5	41,8	43,5
315Hz	46,8	42	44,1	47,7	41,9	43,5
400Hz	43,9	41,7	42,2	46,3	42,8	42,4
500Hz	42,6	43,7	41,7	45,3	45,1	41,8
630Hz	41,2	44,1	41,4	44	44,3	40,9
800Hz	40,6	43,3	41,2	43,2	42,1	40,4
1kHz	39,6	43,9	40,4	42,4	43,5	40
1,25kHz	38,9	44,6	40,6	41,7	43,1	40,1
1,6kHz	37,7	42,7	38,8	38,9	40,7	36,3
2kHz	35,5	39,6	36,3	37	38,7	35,1
2,5kHz	33,1	37	32,4	35,5	35,9	30,8
3,15kHz	30,1	33,7	30,6	33,3	32,5	28,1
4kHz	27,7	30,6	28,9	31,5	29,2	26,2
5kHz	26,2	28,3	27	28,7	27,1	24,2
6,3kHz	25,4	26,7	28	27,1	25,2	26,1
8kHz	23,6	25,5	24,9	26,8	22,9	24,1

10kHz	23,8	22,8	24,1	27,4	21,1	23,5
12,5kHz	22,6	19,5	24,9	27,1	17,7	23,8
16kHz	16,6	13,3	13,8	22	12,5	21,6
20kHz	17,1	14,8	18,2	17,7	15,2	20
<b>dB</b>	<b>63,9</b>	<b>61,7</b>	<b>68,2</b>	<b>61,8</b>	<b>60,7</b>	<b>59,3</b>
<b>dBA</b>	<b>49,8</b>	<b>52,3</b>	<b>51,4</b>	<b>51,9</b>	<b>51,7</b>	<b>49,0</b>

Les valeurs horaires de Leq, L99 en pondération LIN avec leurs respectives standard deviation, et la valeur globale en pondération LIN et pondération A sont indiquées dans les tableaux ci-dessous (Tableau 2.5 et Tableau 2.6)

Tableau 2.5: valeurs horaires de Leq et L99 en pondération LIN avec leurs respectives standard deviation, valeur globale en pondération LIN et pondération A

	Postazione F				Postazione E				Postazione D			
	dB		dB		dB		dB		dB		dB	
Data - Ora	Leq	Std	L99	Std	Leq	Std	L99	Std	Leq	Std	L99	Std
07/01/2020 - 22÷23	61,2	2,4	51,3	2,0	67,3	3,3	56,1	2,2	69,8	1,6	66,2	0,6
07/01/2020 - 23÷24	63,6	4,3	49,0	4,0	63,8	3,6	51,9	2,5	68,4	0,8	66,2	0,4
08/01/2020 - 24÷01	59,8	1,9	51,8	1,4	65,2	3,1	55,9	2,1	68,6	0,9	66,3	0,3
08/01/2020 - 01÷02	61,4	2,9	50,2	3,2	60,4	2,4	50,1	2,0	68,3	0,8	66,3	0,2
08/01/2020 - 02÷03	72,2	7,7	49,7	5,4	61,4	3,7	48,6	2,4	67,9	0,4	66,2	0,2
08/01/2020 - 03÷04	66,9	5,7	49,3	4,0	60,1	3,8	48,0	2,1	67,9	0,6	66,3	0,2
08/01/2020 - 04÷05	76,4	7,0	51,6	6,1	70,8	6,9	49,6	4,8	68,4	1,0	66,2	0,3
08/01/2020 - 05÷06	68,2	5,7	49,0	4,2	66,4	5,3	49,4	3,5	68,3	1,0	66,1	0,3
<b>Globale (dB)</b>	<b>69,9</b>	<b>6,6</b>	<b>49,1</b>	<b>2,8</b>	<b>65,9</b>	<b>4,8</b>	<b>48,8</b>	<b>3,9</b>	<b>68,5</b>	<b>0,9</b>	<b>66,1</b>	<b>0,3</b>
<b>Globale (dBA)</b>	<b>51.5</b>	<b>3,9</b>	<b>41.1</b>	<b>1,8</b>	<b>55.4</b>	<b>6,2</b>	<b>41.7</b>	<b>2,9</b>	<b>52.6</b>	<b>2,6</b>	<b>48.3</b>	<b>0,9</b>

Tableau 2.6: valeurs horaires de Leq et L99 en pondération LIN avec leurs respectives standard deviation, valeur globale en pondération LIN et pondération A

	Postazione F				Postazione E				Postazione D			
	dB		dB		dB		dB		dB		dB	
Data - Ora	Leq	Std	L99	Std	Leq	Std	L99	Std	Leq	Std	L99	Std
08/01/2020 - 22÷23	65,6	3,6	53,8	3,2	65,9	4,1	53,3	2,7	64,6	4,0	52,8	2,4
08/01/2020 - 23÷24	61,2	3,0	51,4	2,5	62,4	3,6	51,1	2,4	60,3	2,8	50,4	1,5
09/01/2020 - 24÷01	64,1	4,4	50,7	3,9	62,9	3,3	51,2	2,2	60,5	2,9	50,1	1,9
09/01/2020 - 01÷02	62,4	2,5	53,4	2,2	61,0	2,2	53,3	1,3	59,1	2,1	51,1	1,4
09/01/2020 - 02÷03	61,1	2,0	52,3	1,8	60,7	1,7	53,0	1,4	59,8	1,6	52,2	1,4
09/01/2020 - 03÷04	59,9	1,6	52,4	1,0	57,9	2,3	49,1	1,6	58,7	2,1	50,0	1,5
09/01/2020 - 04÷05	58,2	1,5	49,6	1,2	57,5	2,9	46,5	2,1	61,6	2,2	50,2	1,3
09/01/2020 - 05÷06	66,5	3,2	54,7	3,2	67,1	5,0	50,1	4,2	65,9	2,9	52,1	3,4
<b>Globale (dB)</b>	<b>63,2</b>	<b>3,5</b>	<b>50,9</b>	<b>2,4</b>	<b>63,1</b>	<b>4,1</b>	<b>48,1</b>	<b>3,1</b>	<b>62,1</b>	<b>3,2</b>	<b>50,1</b>	<b>2,2</b>
<b>Globale (dBA)</b>	<b>52.2</b>	<b>3,2</b>	<b>43.1</b>	<b>2,1</b>	<b>54.9</b>	<b>5,2</b>	<b>40.9</b>	<b>2,4</b>	<b>50.5</b>	<b>3,8</b>	<b>41.2</b>	<b>2,1</b>

### **3. Analyse avec la présence de navires à quai (jours "plus bruyants" selon les signalements)**

Également dans ce paragraphe, comme dans le précédent on rappelle que le bateau MSC TARENTE a été accosté au quai durant la période du 29/12/2019 à 00h15 au 31/12/2019 à 04:15, le bateau MAERSK LINS, du jour 31/12/2019 à 00h15 au 31/12/19 à 17:45.

Il a été vu dans la configuration précédente qu'en désactivant la centrale d'air le niveau de pression acoustique diminue dans tous les trois points de mesure, en particulier sur le site D. Pour ces raisons, il s'avère que les sources spécifiques perturbatrices soient bien perçues par les emplacements susmentionnés. La comparaison dans les trois configurations et les points de mesure entre les valeurs du niveau continu équivalent de la pression acoustique nocturne 00:00÷04:00 est visible dans le Tableau 2.8.

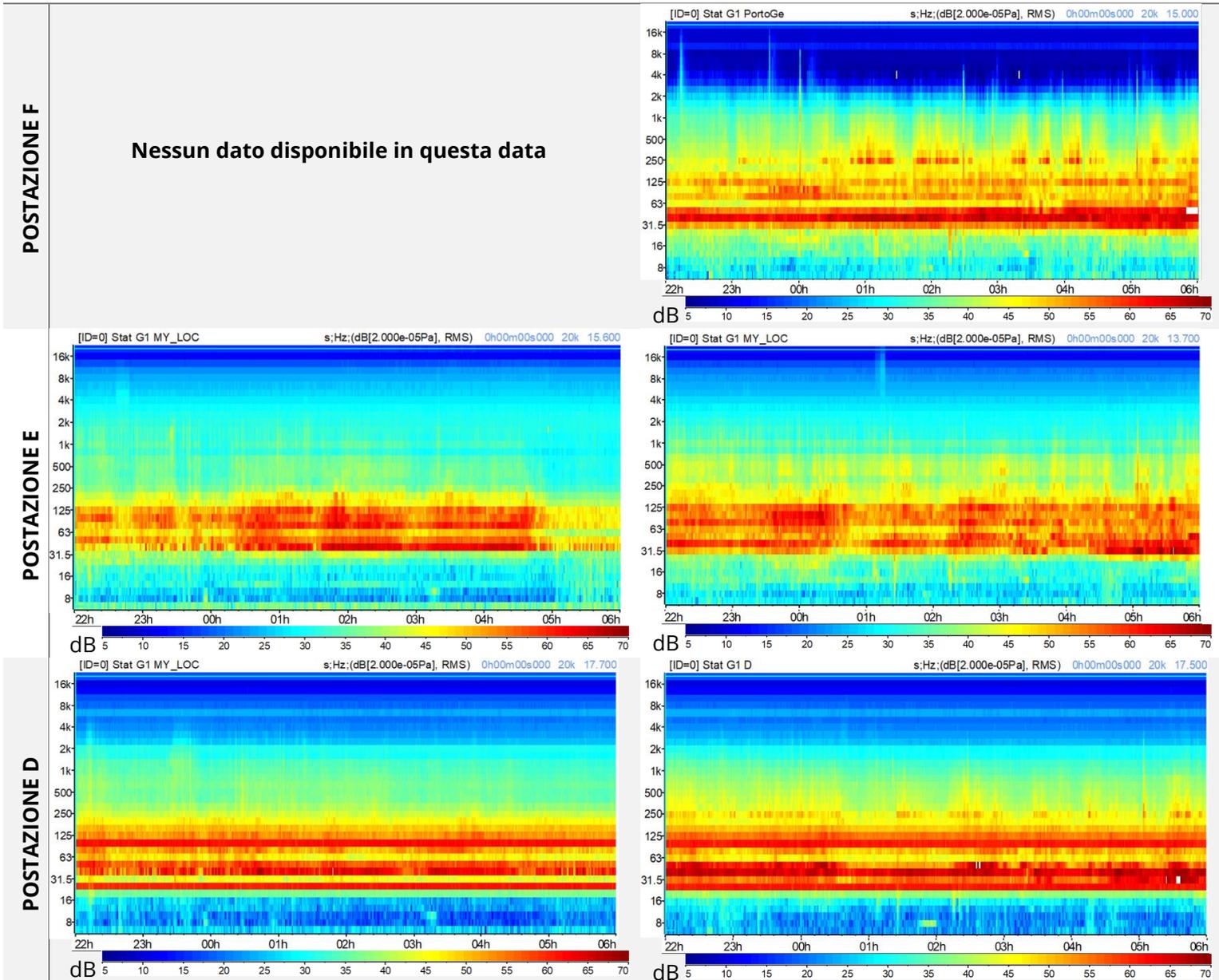


Figura 2.4: Graphique du multi-spectre de L99 (en bande 1/3 octave, pondération LIN), avec navire accosté au quai

D'après les graphiques du sonogramme reproduits à la figure 2.4, les mesures de la configuration susmentionnée font ressortir de manière plus évidente que le climat acoustique est très bien perçu; cela nous laisse penser que le phénomène acoustique soit engendré par la typologie de bateau accostée durant ce période. Cependant si nous revenons à la date du 1 janvier 2020 (configuration sans bateau), on observe qu'en absence de bateau accosté le climat n'est pas tellement différent de l'actuel, Par conséquent, en effectuant des considérations de nature énergétiques moyennes, il est possible d'évaluer la différence du niveau pression sonore par le Tableau 2.8 en prenant chaque position en référence à la période du 1<sup>er</sup> au 2/01/2020 et du 28 au 29/12/2019 et du 30 au 31/12/2019: on observe une différence importante de 2,4 dB dans le site F et de 4,4 dB dans le site E; par contre dans le site D il y a un léger abaissement (-0,6 dB). De même, si nous comparons ces valeurs avec celles de la date du 8 janvier 2020 (configuration navire à l'amarrée avec la centrale d'air ARPAL désactivée), on note des différences de niveau de pression de l'ordre de 9.7 dB position F ; 9.9 dB position E ; enfin 13.8 dB position D. Donc,

nous pouvons déduire que la principale source sonore perturbante peut ne pas seulement être les navires à quai. Ces dernières ajoutent en quelque sorte leurs contributions au phénomène déjà existant qui dériverait soit d'une zone limitrophe à la zone portuaire, c'est-à-dire à proximité de la position D. Pour soutenir cette thèse, on reporte les Figures 2.5, 2.6 et 2.7 les graphiques du multi-spectre du L99 référés à la période nocturne (22÷06) du 21 au 31 décembre 2019 avec différents types de navires et de configurations comme indiqué dans le Tableau 2.11. Le Tableau 2.12 indique les horaires des perturbations et l'adresse précise d'où elles proviennent. Il est bon de rappeler que les nuits de 22, 24, 25, 31 décembre 2019 sont privées de navires au quai.

Ensuite, les bandes de fréquences dans lesquelles les bruits sont émis sont correctement identifiées dans le Tableau 2.7, tandis que les Tableaux 2.9 et 2.10 indiquent les valeurs horaires de Leq, L99, leurs standard deviation, et la valeur globale (en pondéré LIN et A)

*Tableau 2.7: valeurs de Leq pondération LIN distribuées en fréquence par bande 1/3 octave dans la période nocturne (24 ÷ 04)*

Tipo	NOTTE DEL 28 AL 29 /12/2019			NOTTE DEL 30 AL 31 /12/2019		
	F Leq (dB)	E Leq (dB)	D Leq (dB)	F Leq (dB)	E Leq (dB)	D Leq (dB)
16Hz		44,9	<b>51,8</b>	<b>50,3</b>	47,6	41,7
20Hz		44,6	38,5	<b>51,2</b>	47,3	45,5
25Hz		47,7	42,8	<b>52,8</b>	49,6	<b>63,7</b>
31,5Hz		48,7	<b>62,8</b>	<b>59,9</b>	<b>58,7</b>	<b>61,1</b>
40Hz		<b>65,8</b>	<b>51,1</b>	<b>68,9</b>	<b>63,2</b>	<b>68,6</b>
50Hz		<b>61,3</b>	<b>70,7</b>	<b>62,9</b>	<b>63,1</b>	<b>65,1</b>
63Hz		<b>55,9</b>	<b>63,4</b>	<b>51,7</b>	<b>57,2</b>	<b>52,9</b>
80Hz		<b>63</b>	<b>53,9</b>	<b>58,7</b>	<b>62,7</b>	<b>57,1</b>
100Hz		<b>62,3</b>	<b>57,6</b>	<b>55,4</b>	<b>61,5</b>	<b>63,7</b>
125Hz		<b>61,5</b>	<b>63,7</b>	<b>56,2</b>	<b>60,6</b>	<b>58,6</b>
160Hz		<b>52,1</b>	<b>58</b>	<b>52</b>	<b>51,5</b>	<b>54,7</b>
200Hz		<b>51</b>	<b>54,6</b>	<b>51,3</b>	<b>50,4</b>	49,9
250Hz		45,8	<b>50,3</b>	<b>58</b>	49,2	<b>52,5</b>
315Hz		44,6	46,9	<b>52</b>	46,2	47,1
400Hz		43,9	45,2	49,5	47,3	45,9
500Hz		45,5	43,9	47,8	47,2	44,5
630Hz		46,3	43,2	46,3	46,4	43,2
800Hz		45,1	43	45,7	44,3	42
1kHz		45,8	42,3	43,8	44,3	40,5
1,25kHz		45,8	42,2	42,6	43,8	39,6
1,6kHz		43,9	42,2	40,3	41,8	36,8
2kHz		41,9	39,5	38,7	39,6	35,1
2,5kHz		39,1	37,9	37	36,9	31,6
3,15kHz		36,2	34,7	34,1	33,9	29,8
4kHz		33,2	32,9	31,7	30,9	28
5kHz		30,6	31,1	28,9	28,4	26,2
6,3kHz		28,8	29,1	27,2	26,4	27,3
8kHz		26,7	29,5	25,5	24,4	25,2
10kHz		24,2	27,7	22	22,3	21,1
12,5kHz		19,5	24,3	15,8	18,9	16,2

16kHz		13,1	19	10,9	13,3	13,8
20kHz		15,5	13,5	15,3	13,8	17,9
<b>dB</b>		<b>70,6</b>	<b>73,1</b>	<b>71,5</b>	<b>70,3</b>	<b>72,7</b>
<b>dBA</b>		<b>55,2</b>	<b>54,8</b>	<b>55,6</b>	<b>54,6</b>	<b>53,1</b>

Tableau 2.8: comparaison, des trois configurations, des valeurs du niveau continu équivalent de la pression acoustique aux différents positions, gamme horaire 24 ÷ 04

Data	D		E		F	
	Leq(dB)	Leq(dBA)	Leq(dB)	Leq(dBA)	Leq(dB)	Leq(dBA)
NOTTE DEL 01 AL 02 /01/2020	73.7	52.1	66.2	51.4	69.1	50.1
NOTTE DEL 06 AL 07 /01/2020	66.8	50.3	57.2	50.9	58.2	52.4
NOTTE DEL 07 AL 08 /01/2020	68.2	51.4	61.7	52.3	63.9	49.8
NOTTE DEL 08 AL 09 /01/2020*	59.3	49.0	60.7	51.7	61.8	51.9
NOTTE DEL 28 AL 29 /12/2019	73.1	54.8	70.6	55.2		
NOTTE DEL 30 AL 31 /12/2019	72.7	53.1	70.3	54.6	71.5	55.6

\*centralina d'aria disattivata

Tableau 2.9: valeurs horaires de Leq et L99 en pondération LIN avec leurs respectives standard deviation, valeur globale en pondération LIN et pondération A

Data - Ora	Postazione F				Postazione E				Postazione D			
	dB		dB		dB		dB		dB		dB	
	Leq	Std	L99	Std	Leq	Std	L99	Std	Leq	Std	L99	Std
28/12/2019 - 22÷23					68,7	2,7	56,8	2,2	72,6	1,9	65,6	1,7
28/12/2019 - 23÷24					69,6	2,8	57,1	2,4	73,0	2,0	65,8	1,9
29/12/2019 - 24÷01					70,3	2,5	59,4	2,7	73,5	1,5	66,4	1,7
29/12/2019 - 01÷02					71,3	2,3	62,3	2,3	72,9	1,7	66,6	1,9
29/12/2019 - 02÷03					70,9	2,0	63,0	2,0	73,1	1,3	66,7	1,5
29/12/2019 - 03÷04					69,6	1,4	63,6	1,4	73,0	1,0	67,4	1,2
29/12/2019 - 04÷05					70,0	2,6	58,5	3,0	72,7	1,2	66,4	1,5
29/12/2019 - 05÷06					69,0	3,5	54,4	2,6	73,3	1,6	66,2	1,8
<b>Globale (dB)</b>					<b>70,0</b>	<b>2,5</b>	<b>56,4</b>	<b>4,4</b>	<b>73,0</b>	<b>1,2</b>	<b>66,0</b>	<b>1,1</b>
<b>Globale (dBA)</b>					<b>57.9</b>	<b>4.4</b>	<b>44.2</b>	<b>2.3</b>	<b>57</b>	<b>2.7</b>	<b>48.9</b>	<b>0.7</b>

Tableau 2.10: valeurs horaires de Leq et L99 en pondération LIN avec leurs respectives standard deviation, valeur globale en pondération LIN et pondération A

Data - Ora	Postazione F				Postazione E				Postazione D			
	dB		dB		dB		dB		dB		dB	
	Leq	Std	L99	Std	Leq	Std	L99	Std	Leq	Std	L99	Std
30/12/2019 - 22÷23	69,1	1,2	64,0	1,1	70,1	1,7	63,0	1,5	73,6	1,2	69,2	1,0
30/12/2019 - 23÷24	70,0	1,8	63,3	1,4	70,9	2,4	62,7	2,2	73,4	1,1	69,0	0,9
31/12/2019 - 24÷01	71,1	1,2	64,1	1,3	71,4	2,7	59,9	3,5	73,5	1,8	67,1	1,9
31/12/2019 - 01÷02	71,9	1,1	66,8	1,2	69,2	1,8	60,7	1,9	71,6	0,9	67,6	0,9
31/12/2019 - 02÷03	72,0	1,5	65,2	1,6	70,9	2,4	61,1	2,5	73,2	1,5	68,0	1,6
31/12/2019 - 03÷04	71,3	1,3	65,4	1,4	69,5	1,2	60,3	1,5	72,2	1,3	66,5	1,3
31/12/2019 - 04÷05	71,9	0,9	66,3	1,1	70,3	1,9	61,4	2,2	73,2	1,7	67,9	1,7
31/12/2019 - 05÷06	73,6	1,9	66,6	2,0	73,6	1,6	64,4	1,8	74,6	1,4	69,0	1,6
<b>Globale (dB)</b>	<b>71,5</b>	<b>1,8</b>	<b>64,2</b>	<b>1,9</b>	<b>70,9</b>	<b>2,3</b>	<b>60,6</b>	<b>2,6</b>	<b>73,2</b>	<b>1,5</b>	<b>67,3</b>	<b>1,5</b>

<b>Globale (dBA)</b>	<b>54.9</b>	<b>3.6</b>	<b>46.6</b>	<b>2.6</b>	<b>55.9</b>	<b>3.6</b>	<b>47.5</b>	<b>1.7</b>	<b>53.6</b>	<b>2.1</b>	<b>49.2</b>	<b>1.2</b>
----------------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------	------------

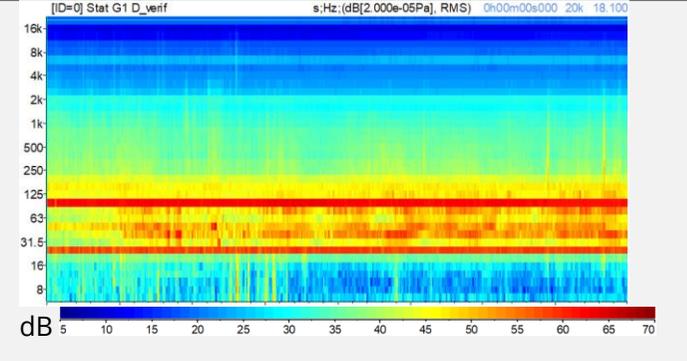
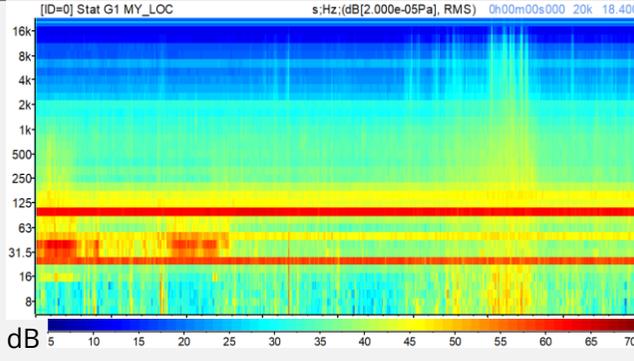
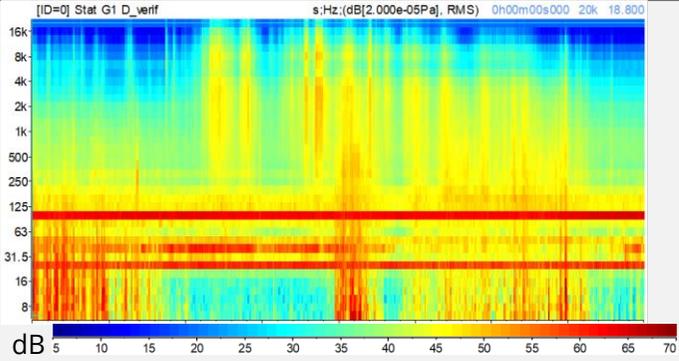
Tableau 2.11 Liste des bateaux et leurs conditions de service

Data riferita all'intervallo notturno dalle ore 22 alle 06 del giorno dopo	Vessel name	Start operations (SOP)	End operations (EOP)
21/12/2019	Tutta la notte	ONE BLUE JAY	19/12/2019 12 :15
22/12/2019	Nessuna nave		
23/12/2019	Tutta la notte	STAR COMET	23/12/2019 12 :40
	Tutta la notte	MAERSK KOWLOON	23/12/2019 14 :00
24/12/2019	Presenza nave fino alle ore 23.45	MAERSK KOWLOON	
25/12/2019	Nessuna nave		
26/12/2019	Tutta la notte	CSCL VENUS	26/12/2019 06 :15
27/12/2019	Presenza nave fino alle ore 02:45 del 28/12	MSC LORENA	27/12/2019 06 :15
	Tutta la notte	OOCL FRANCE	27/12/2019 12 :15
29/12/2019	Tutta la notte	CMA CGM NABUCCO	28/12/2019 12 :15
	Tutta la notte	MSC TARANTO	29/12/2019 00:15
	Tutta la notte	NORDSUMMER	29/12/2019 18:15
31/12/2019	Nessuna nave	MAERSK LINS	31/12/2019 00:15
			31/12/2019 17:45

NOTTE DALL'21 AL 22 /12/2019

NOTTE DALL'22 AL 23/12/2019

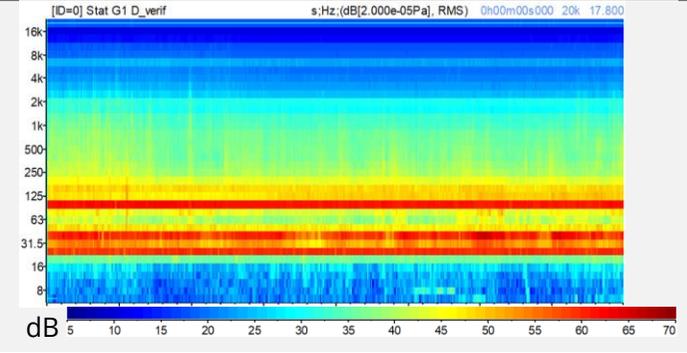
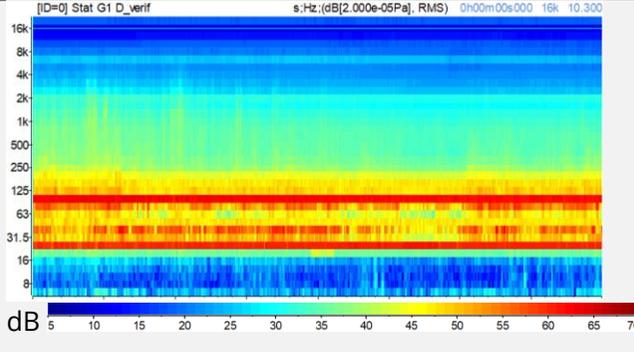
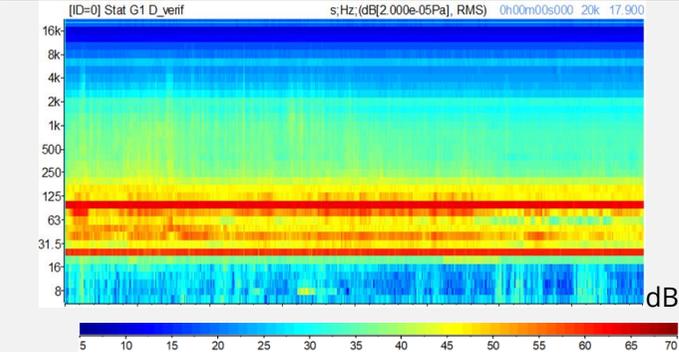
NOTTE DAL 23 AL 24 /01/2019



NOTTE DAL 24 AL 25 /12/2019

NOTTE DAL 25 AL 26/12/2019

NOTTE DAL 25 AL 27/12/2019



notte dal 27 al 28 /12/2019

notte dal 29 al 30/12/2019

notte dal 31 all'1 /01/2020

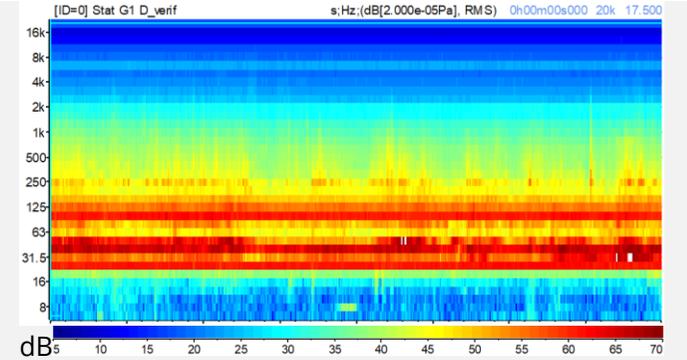
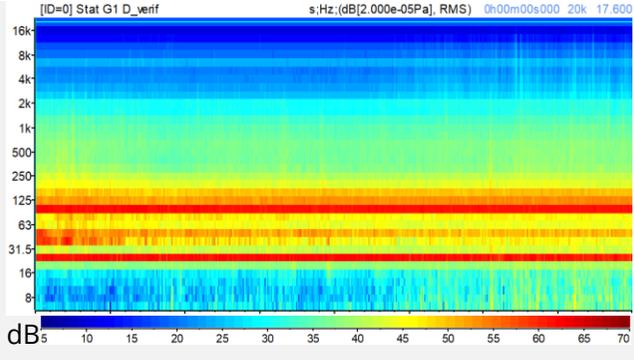
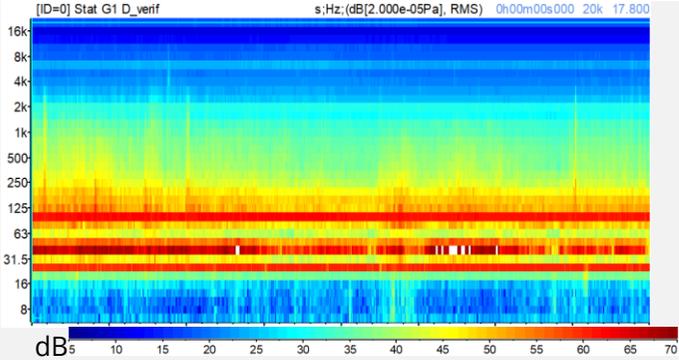
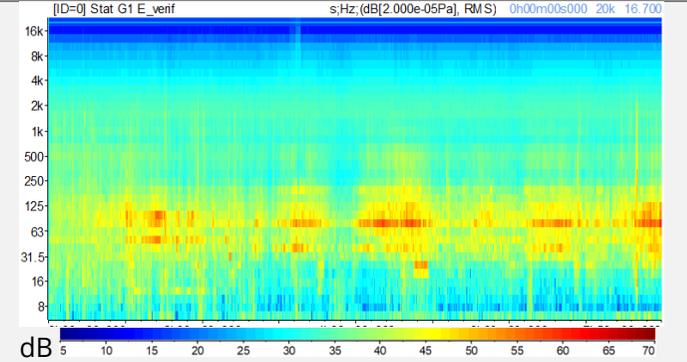
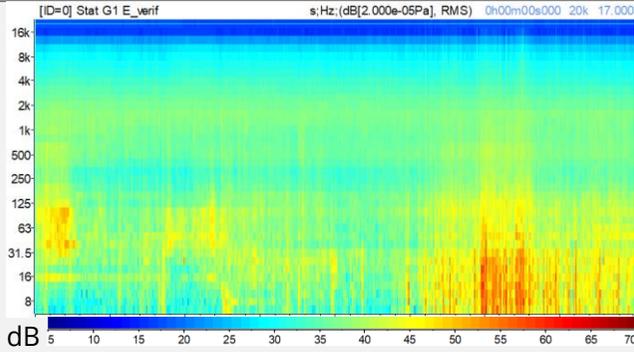
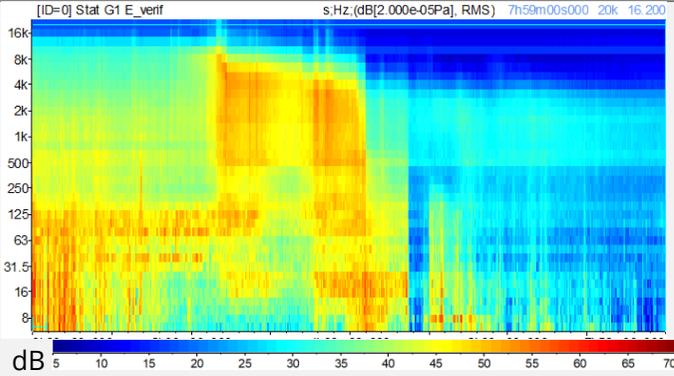


Figure 2.5: Position D Graphique du multi-spectre de L99 (en bande 1/3 octave, pondération LIN)

NOTTE DALL'21 AL 22 /12/2019

NOTTE DALL'22 AL 23/12/2019

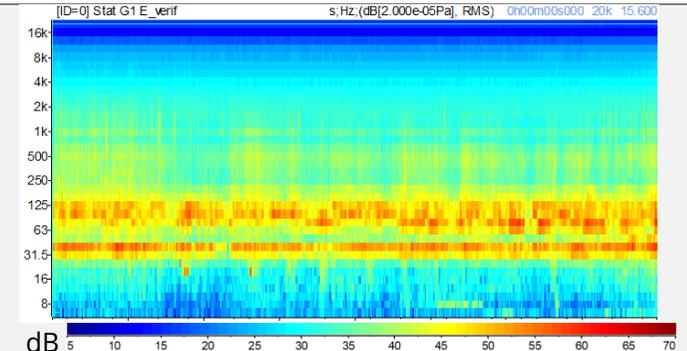
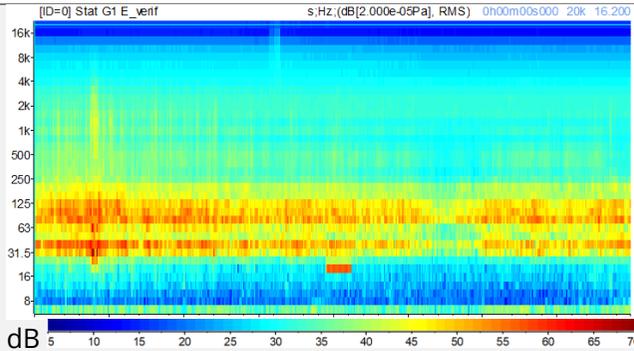
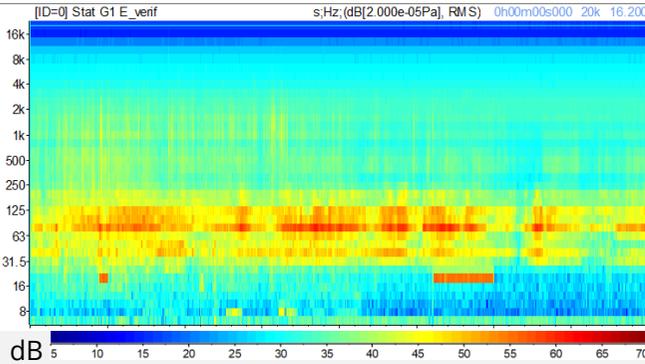
NOTTE DAL 23 AL 24 /01/2019



NOTTE DAL 24 AL 25 /12/2019

NOTTE DAL 25 AL 26/12/2019

NOTTE DAL 26 AL 27/12/2019



notte dal 27 al 28 /12/2019

notte dal 29 al 30/12/2019

notte dal 31 all'1 /01/2020

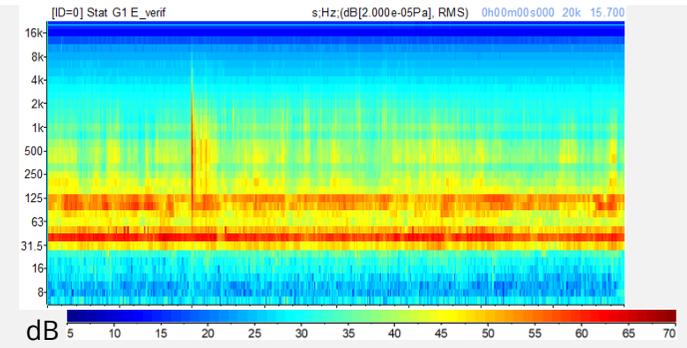
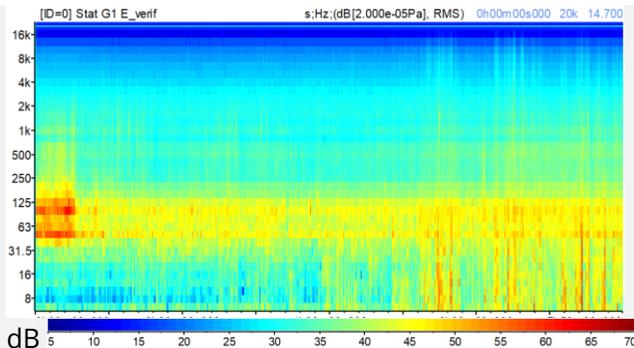
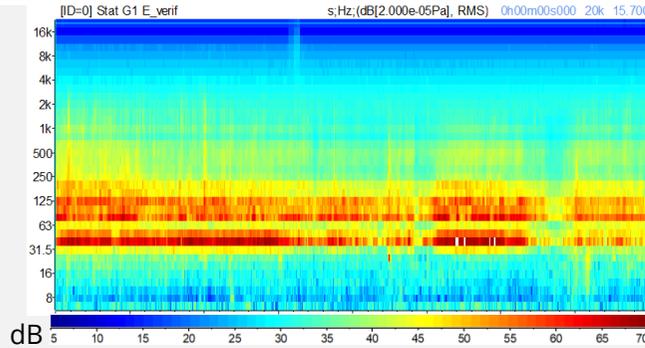
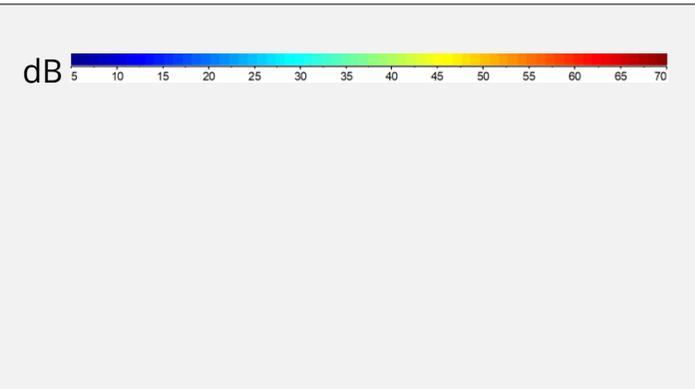
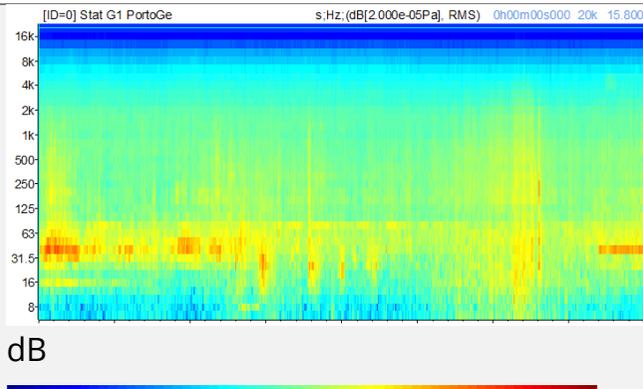
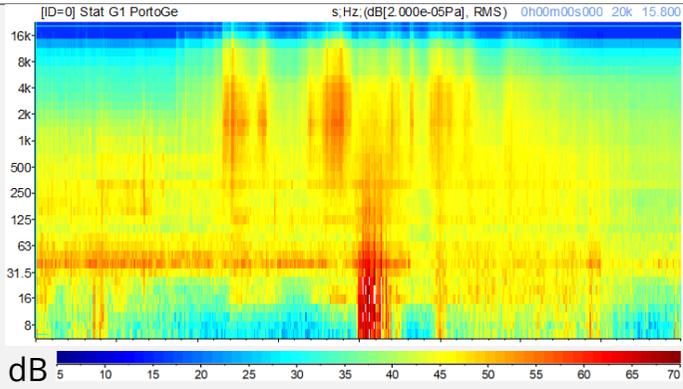


Figure 2.6: Position E Graphique du multi-spectre de L99 (en bande 1/3 octave, pondération LIN)

NOTTE DALL'21 AL 22 /12/2019

NOTTE DALL'22 AL 23/12/2019

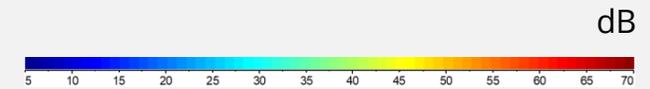
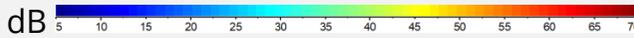
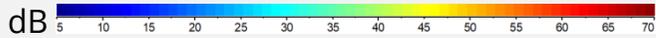
NOTTE DAL 23 AL 24 /01/2019



NOTTE DAL 24 AL 25 /12/2019

NOTTE DAL 25 AL 26/12/2019

NOTTE DAL 26 AL 27/12/2019



notte dal 27 al 28 /12/2019

notte dal 29 al30/12/2019

notte dal 31 all'1 /01/2020

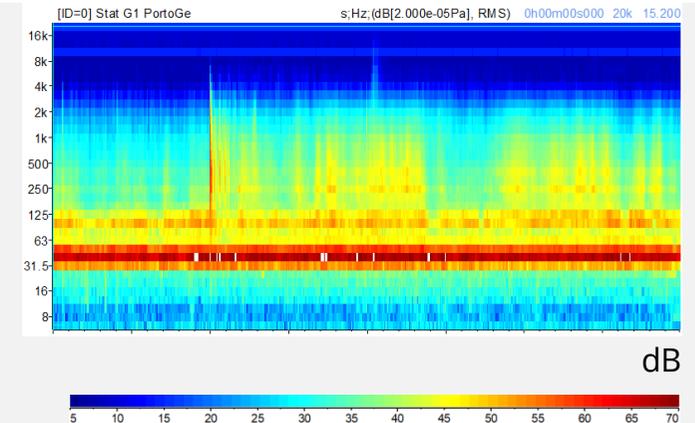
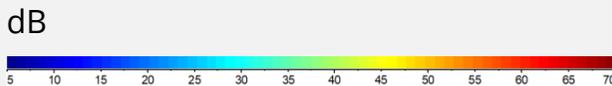
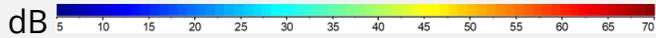


Figure 2.7: Position F Grafique du multi-spectre de L99 (en bande 1/3 octave, pondération LIN)

Tableau 2.12: liste des segnalations

Data Segnalazione	Indirizzo	Orario rumore	Nave
11/01/2020	Via Albenga	Tutta la scorsa notte	MSC TRIESTE
11/01/2020	via Laviosa 5b,	tutta notte con alterna intensità, anche battente	MSC TRIESTE
10/01/2020	via rovereto	00:38	Berlin Bridge ,Mackinac Bridge ,Oocl Europe.
31/12/2019	Via Albenga	Tutta la notte è continua anche ora...	MSC VITTORIA. MAERSK LINS
31/12/2019	via Laviosa 5b	ore 02:30 aspettando il nuovo anno auguri rumorosi da porto Pra :-(	MAERSK LINS, MSC TARANTO, APL AUSTRIA
31/12/2019	Via Rovereto	00:30	Maersk Lins. MSC Taranto. APL Austria
31/12/2019	Via Rovereto	00:30	Maersk Lins. MSC Taranto. APL Austria
30/12/2019	Via de mari	Sempre	Tutte!
28/12/2019	via Loano	giorno sera e notte	CMA CGM Nabucco, CSAV Traiguen
28/12/2019	via Laviosa 5b	tutta notte a rumor battente, anticipo di capodanno, grazie :-(	la "famigerata" per il rumore CSAV TRAIGUEN, OOCL FRANCE, MSC LORENA
27/12/2019	Via Rovereto	22:06	Clava Traiguen Oocn France MSC Lorena b
26/12/2019	Via alla chiesa di pra	17.00	Venus con motori che producono rumore battente
25/12/2019	via Laviosa	da varie ore e continuerà e scassarci, buon natale a tutti , ore 23 circa	la solita CACL VENUS, potreste degnarvi di avvicendarla, se ve ne frega qualcosa della popolazione, MSC ALIYA, MAERSK LAMANA
25/12/2019	Via zuccarello	22.40	Danimarca/msc Aliya/maersk Lamanai
25/12/2019	Via Albenga	Tutto il giorno....	MSC ALIYA
21/12/2019	Via Rovereto	01:28	One Blue Jay. Navios Spring. Bremen Express
16/12/2019	Via Rovereto	00:53	MSC Arena MSC Rosa M. MSC Azov
09/12/2019	via rovereto	01:22	Northern Jubilee Al Quibla Cartagena Trader Star Comet
08/12/2019	Via Albenga	Tutto il tempo dello stazionamento, molto fastidio soprattutto di notte!	MSC LIVORNO. CHICAGO EXPRESS. YANG MING YM WELLBEING
08/12/2019	Via Rovereto	00:55	Ym Wellbeing MSC Livorno Chicago Express
06/12/2019	via Laviosa 5	ore 23	Chicago Express, MSC Livorno, YM Welbeing. Rumore battente che passa anche attraverso i vetri
01/12/2019	Via zuccarello	01.50	alula /sm new york
01/12/2019	Via Rovereto	00:32	Aiuta. Msc Deila Sm New York Star Comet
29/11/2019	Via Albenga	Notte e giorno..... Tutto il periodo della permanenza	MSC ALULA. MSC DELIA. DETROIT
29/11/2019	Via Rovereto	00:35	MSC Deila MSC Samantha
29/11/2019	Via Rovereto	00:35	MSC Deila MSC Samantha
26/11/2019	Via Albenga	Tutta la scorsa notte.... e continua...	CMA CGM LITANI. MSC MARIA ELENA
26/11/2019	via Laviosa	Svegliato all'una e trenta del mattino da rumore sordo delle navi, cicalini di vario genere, fortissimi colpi	CMA CGM LITANI CGM ALEXANDRA MSC MARIA ELENA Svegliato all'una e trenta del mattino da rumore sordo delle navi, cicalini di vario genere, fortissimi colpi
26/11/2019	Via Rovereto	00:45	MSC Maria Elena. MSC Alexandra
20/11/2019	Via Albenga	Da quando sono arrivate	YM WARRANTY. - COSCO SHIPPING ALPS
20/11/2019	Via Albenga	Da quando sono arrivate	YM WARRANTY. - COSCO SHIPPING ALPS
09/11/2019	Via Albenga	Da quando sono arrivate	MAS VITTORIA - CMA CGM LYRA
04/11/2019	Via Rovereto	01:28	MEC Antalya. Mona Lisa Maersk Lins K River
28/10/2019	Via Albenga	Tutta la giornata di ieri, notte giornata di oggi.	Mac Beatrice, ieri, oggi altre navi
27/10/2019	via rovereto	00:48	MSC Beatrice Ain Snan Conti Chivalry
22/10/2019	Via Rovereto	00:48	Northern Jubilee Cocl MERCURY Marsik Laberinto
21/10/2019	Via Taggia	Sera - Notte - Assordante come elicottero	Northern Jubilee
21/10/2019	via Laviosa 35/21	15:15	CACL MERCURY (HK)

## Analyse orienté

Dans cette section, il sera pris en compte de la configuration déjà mentionnée pour la nuit du 8 janvier présentant la désactivé de la centrale de surveillance de l'air de l'ARPAL, dans le but de détecter le niveau sonore émis par le navire sans interférence d'autres sources constantes. Donc, à partir de la typologie de bateau présent (on rappelle que pour le navire MACKINAC BRIDGE le Start operations est le jour 08/01/2020 à 00:15 et le End operations le jour 09/01/2020 à 23:00 tandis que pour le navire MSC ROSARIA le Start operations est le jour 08/01/2020 à 18:15 et le End operations le jour 09/01/2020 à 04:30) il est considéré les conditions de service suivantes:

- bruit associé à la présence de deux navires ;
- bruit associé à un seul navire.

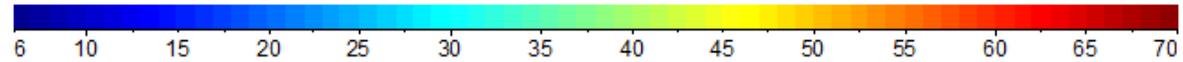
On isole donc des intervalles de temps très courts qui permettent d'identifier les conditions précitées sans interférence.

Dans le Tableau 2.6, paragraphe 2, on a pu observer que dans l'intervalle horaire 03:00 ÷ 04:00 lié à la présence des deux navires, Leq avait un standard deviation égal à 1.6 dB et dans l'intervalle horaire 04:00 ÷ 05:00, qui est partiellement associée au navires type de MACKINAC BRIDGE, Leq avait un standard deviation égal à 1.5 dB (ces données sont référées à la station F-zone portuaire). La Figure 2.8 montre les graphiques du multispectre en bande 1/3 d'octave de Leq sur 1s en pondération LIN sous forme de sonogramme, l'évolution temporelle de Leq sur 125s en pondération A et les données de la contribution acoustique (Leq, Lmin, Lmax, L99, L95, L90, L50, L10, L5, L1) sur 0.125s en pondération A des différentes positions D, E et F

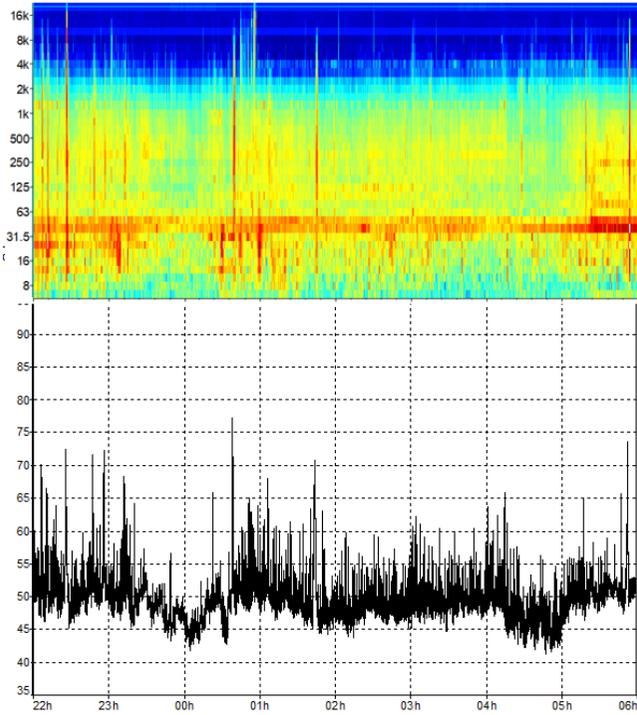
Les Tableaux 2.13 et 2.14 sont tirés de la représentation de la figure 2.8 et des données du tableau 2.6. Dans le Tableau 2.13, les valeurs en pondération LIN de : Leq (avec ses standard deviation), L99 et L95 basés en un temps court de 5 minutes se refere à la periode 03:00 ÷ 04:00. Cependant, Tableau 2.14 indiquant les mêmes parametres se refere à la periode 04:30 ÷ 05:00. Les deux Tableaux tiennent compte des trois emplacements.

En ce qui concerne le Tableau 2.13, l'emplacement F montre que les valeurs de L99 tournent autour de 53,5 dB et L95 autour de 54,5 dB et elles sont presque stables, tandis que les valeurs de Leq varient entre 57,5 et 61,5 dB avec une différence de 4 dB; pour les stations E et D, la différence de Leq est respectivement de 4,7 dB pour E et de 5,9 dB pour D, celle de L99 est 3,4 dB et 3,8 dB et enfin celle de L95 est 4,7 dB et 4,4 dB.

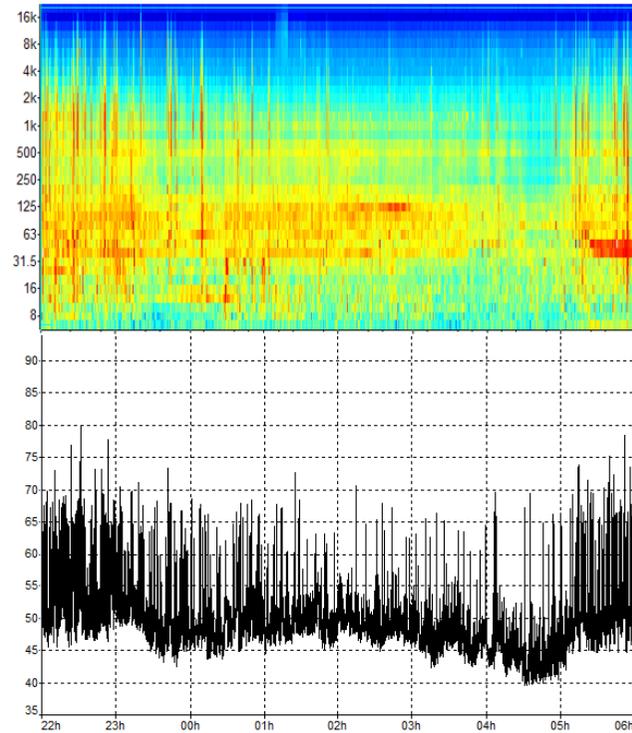
Dans le Tableau 2.14, les valeurs de L99 pour les stations F, E et D sont presque constantes et avoisine respectivement à 52,5 dB, 47 dB et 52 dB, les valeur de L95 ont également une tendance constante et s'avoisine respectivement à 53,5 dB, 48.5 dB et 54 dB, enfin Leq a une différence maximale de 1.9 dB en F, 4.2 dB en E et 3.2 dB en D



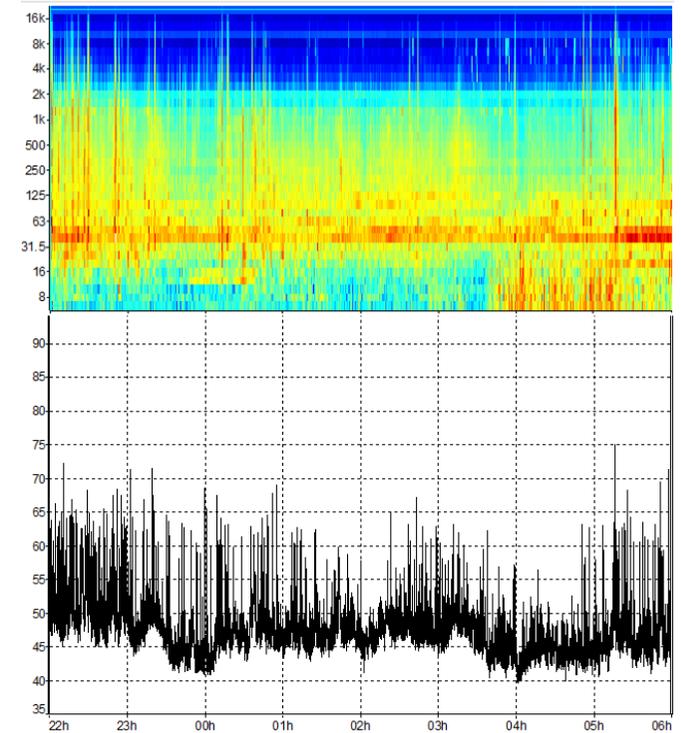
**Postazione F**



**Postazione E**



**Postazione D**



File	GE0202_0108_0109									
Inizio	08/01/2020 22:00									
Fine	09/01/2020 06:00									
	unità <b>dB</b>									
Tipo	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1
Fast	52,2	41	77,2	43,1	44,7	45,8	48,9	52	53,7	61,8

File	GE0302_0108_0109									
Inizio	08/01/2020 22:00									
Fine	09/01/2020 06:00									
	unità <b>dB</b>									
Tipo	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1
Fast	56	42,5	79,9	44,2	45,4	46,3	49,3	58,7	62,4	66,8

File	GE0102_0108_0109									
Inizio	08/01/2020 22:00									
Fine	09/01/2020 06:00									
	unità <b>dB</b>									
Tipo	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1
Fast	50,5	39,5	75	41,2	42,3	43,1	46,6	51,4	55,2	61,4

Figura 2.8: sonogrammi del Leq su 1s (ponderazione lineare, dB) e livello di Leq su 0.125s (ponderazione A, dB) rilevati alle rispettive postazioni F, E e D

Tabella 2.13: valori di Leq e le sue standard deviation, L99, L95 tempo breve di 5 minuti (dB) con due navi

Data - Ora	Postazione F				Postazione E				Postazione D			
	dB		dB		dB		dB		dB		dB	
	Leq	L99	L95	Std	Leq	L99	L95	Std	Leq	L99	L95	Std
03 :00 ÷ 03 :05	60,9	53,0	54,5	2,2	59,1	53,1	54,5	1,4	58,4	52,1	53,7	1,5
03 :05 ÷ 03 :10	60,2	53,0	54,4	1,9	58,3	52,1	53,4	1,5	58,9	52,9	54,3	1,6
03 :10 ÷ 03 :15	61,5	53,9	55,3	2,1	59,7	52,1	53,4	2,3	59,5	53,8	55,0	1,3
03 :15 ÷ 03 :20	60,1	53,0	54,4	2,0	57,2	50,2	51,5	2,0	59,0	52,7	53,8	2,0
03 :20 ÷ 03 :25	59,5	53,1	54,6	1,6	57,8	51,5	52,7	1,8	57,9	53,0	54,1	0,9
03 :25 ÷ 03 :30	59,7	53,3	54,7	1,6	58,6	52,3	53,5	1,9	56,8	51,6	53,0	0,8
03 :30 ÷ 03 :35	60,5	53,7	55,0	1,9	57,7	52,1	53,4	1,2	55,8	50,3	51,6	1,2
03 :35 ÷ 03 :40	59,8	53,8	54,9	1,6	58,4	51,5	52,9	2,0	56,4	50,2	51,6	1,3
03 :40 ÷ 03 :45	59,5	53,2	54,7	1,6	58,5	50,0	51,3	2,7	57,1	50,3	52,0	1,4
03 :45 ÷ 03 :50	59,4	53,3	54,6	1,5	55,5	49,0	50,2	1,6	58,9	51,1	52,5	2,0
03 :50 ÷ 03 :55	58,4	53,0	54,2	1,2	54,4	48,7	49,8	1,3	60,5	50,6	52,0	3,0
03 :55 ÷ 04 :00	57,5	52,1	53,2	1,3	56,7	49,5	50,7	2,4	61,7	50,3	52,2	3,3

Tabella 2.14: valori di Leq e le sue standard deviation, L99, L95 tempo breve di 5 minuti (dB) con una nave

Data - Ora	Postazione F				Postazione E				Postazione D			
	dB		dB		dB		dB		dB		dB	
	Leq	L99	L95	Std	Leq	L99	L95	Std	Leq	L99	L95	Std
04 :30 ÷ 04 :35	57,4	52,1	53,2	1,2	56,6	46,6	48,1	2,9	62,6	52,5	54,7	2,3
04 :35 ÷ 04 :40	59,0	52,3	53,6	1,8	57,6	47,0	48,5	3,3	61,3	52,7	54,0	2,3
04 :40 ÷ 04 :45	58,4	52,3	53,4	1,9	53,8	46,9	48,0	1,7	59,8	52,6	54,3	1,8
04 :45 ÷ 04 :50	57,8	52,5	53,7	1,0	56,6	47,5	48,9	3,1	59,4	51,6	53,4	1,5
04 :50 ÷ 04 :55	57,6	51,8	53,3	1,2	58,6	47,5	48,9	4,0	62,1	52,3	54,0	2,8
04 :55 ÷ 05 :00	59,5	52,2	53,6	2,2	56,1	47,2	48,4	3,0	63,3	52,3	54,1	2,9

Les données figurant dans les Tableaux 2.13 et 2.14 permettent d'identifier les bandes dont la standard deviation est la plus faible possible en chacune des stations et en suite leur intègre dans le Tableau 2.15, où les données de la ligne "sans navire" se réfèrent à la nuit la plus silencieuse, c'est-à-dire, la configuration effectuée dans la nuit du 6 janvier (Tableau 2.4). En particulier, dans la station D, les contributions n'ont pas été indiquées parce qu'elles étaient compromises par d'autres sources de bruit constant

Tabella 2.15: valori del Leq, L99 e L95 in ponderazione lineare in tempo breve di 5'

5'	Postazione F			Postazione E			Postazione D		
	Leq	L99	L95	Leq	L99	L95	Leq	L99	L95
Senza nave	47,4	41,0	42,6	47,1	40,9	42,0			
Una sola nave	57,8	52,5	53,7	53,8	46,9	48,0	59,4	52,8	54,1
Due navi	58,4	53,0	54,2	57,7	52,1	53,4	56,8	51,6	53,0

Conformément à la norme **UNI 10855** méthode B: "évaluation fondée sur l'analyse temporelle ou l'analyse statistique" qui comporte les étapes suivantes :

- ✓ Effectuer l'analyse temporelle ou statistique du bruit environnemental, en vérifiant s'il existe des intervalles où le bruit a un caractère stationnaire ; dans l'affirmative, évaluer le niveau sonore Lax à ces intervalles.

- ✓ Effectuer une analyse temporelle ou statistique du bruit résiduel ; considérer des intervalles de durée égaux à ceux des intervalles définis au premier point et où le bruit résiduel présente les niveaux sonores minimaux; évaluer le niveau sonore Lrx.
- ✓ Si  $L_{ax} - L_{rx} > 6$  dB, déterminer  $L_s$  avec le rapport suivant :

$$L_s = 10 \log[10^{L_{ax}/10} - 10^{L_{rx}/10}]$$

On trouvera ci-après dans le Tableau 2.15a dans lequel sont insérées les valeurs du niveau sonore, obtenues par la formule ci-dessus, dans les deux configurations (avec un navire et avec deux navires) des stations E et F.

*Tabella 2.15a: valori del livello sonoro (Leq, L99 e L95 in ponderazione lineare) della sorgente specifica*

Sorgente specifica	Postazione F			Postazione E		
	dB			dB		
	Leq	L99	L95	Leq	L99	L95
Una sola nave	57,4	52,2	53,3	52,8	45,6	46,7
Due navi	58,0	52,7	53,9	57,3	51,8	53,1

En appliquant la norme évoquée au Tableau 2.15, on a obtenu les données du Tableau 2.16 qui est la distribution en fréquence 1/3 octave de la source spécifique (Leq, L99, L95) sur les trois emplacements. À partir des valeurs obtenues, on représente l'évolution des niveaux étudiés dans les deux conditions (avec un ou deux navires) pour chaque station : Figure 2.9 station F ; Figure 2.10 station E et Figure 2.11 station D. Enfin, les trois emplacements sont comparés : pour la configuration du bruit produit par un seul navire dans la Figure 2.12 pour Leq, la Figure 2.13 pour L99 et la Figure 2.14 pour L95, en ce qui concerne de bruit produit par deux navires on a Figure 2.15 pour Leq, la Figure 2.16 pour L99 et la Figure 2.17 pour L95

.

Tabella 2.16: distribuzione in frequenza 1/3 ottava del livello della sorgente specifica (Leq, L99, L95) nelle tre postazioni

Banda 1/3 ottava	Postazione F						Postazione E						Postazione D					
	Presenza di due navi dB			Presenza di una nave dB			Presenza di due navi dB			Presenza di una nave dB			Presenza di due navi dB			Presenza di una nave dB		
	Leq	L95	L99															
25Hz	43,1	34,4	32,2	43,2	36,0	33,9	38,3	32,1	30,9	39,4	31,9	29,6	44	35,8	33,3	44,1	37	34,7
31,5Hz	48,5	42,7	40,6	43,7	38,2	37,4	42,1	35,2	33,0	39,6	33,3	32,2	48,7	43	40,8	44,3	38,9	37,8
40Hz	50,3	46,4	44,9	54,4	51,3	50,0	48,8	46,0	44,8	42,2	38,0	37,1	50,7	46,7	45,2	54,6	51,4	50,1
50Hz	49,8	45,8	44,4	46,4	42,7	42,0	47,3	41,4	40,6	38,7	33,7	32,3	50,2	46,2	44,8	47,3	43,5	42,7
63Hz	43,4	39,3	37,8	39,8	35,3	34,1	46,2	42,1	39,2	36,3	32,4	31,4	43,8	39,6	38,1	40,7	35,9	34,8
80Hz	41,6	37,0	36,3	42,1	37,3	36,0	46,6	42,8	41,2	45,3	39,7	38,0	42,2	37,7	36,9	42,6	38	36,7
100Hz	41,4	37,5	36,4	42,0	36,4	35,6	47,2	43,1	42,3	40,0	36,7	34,5	41,8	37,9	36,8	42,3	36,9	36,1
125Hz	41,3	37,9	36,8	38,8	35,4	34,3	47,0	43,2	41,7	40,5	36,6	35,9	41,6	38,2	37,1	39,3	35,9	34,8
160Hz	43,0	39,1	38,2	38,9	35,3	34,2	43,0	40,1	38,8	37,1	33,7	32,8	43,4	39,5	38,6	39,8	36,2	35,2
200Hz	43,6	39,7	38,9	38,8	35,3	33,6	44,3	40,4	39,4	34,3	30,9	29,8	44	40,1	39,3	39,8	36,4	34,9
250Hz	44,0	40,9	40,3	39,6	35,5	34,5	39,0	35,5	35,0	29,4	26,8	26,6	44,2	41,1	40,5	40	36,1	35,1
315Hz	46,5	43,3	42,3	39,8	36,6	35,8	38,9	36,2	35,3	32,6	29,0	28,6	46,6	43,5	42,5	40,4	37,3	36,5
400Hz	43,6	40,7	40,1	39,4	35,7	35,2	40,5	37,7	36,8	30,5	26,9	26,6	43,7	40,8	40,2	39,7	36,1	35,6
500Hz	44,4	41,6	41,1	37,9	34,6	33,7	42,1	39,5	39,0	34,2	30,5	29,6	44,5	41,7	41,2	38,3	35,1	34,2
630Hz	42,6	40,1	39,6	37,1	32,9	32,2	41,3	38,3	37,5	34,8	28,3	26,6	42,7	40,2	39,7	37,5	33,5	32,8
800Hz	42,0	39,1	38,7	37,4	32,1	31,5	37,1	33,6	32,8	30,8	23,0	23,2	42,1	39,2	38,8	37,7	32,5	31,9
1kHz	41,5	37,9	37,3	36,9	32,0	31,2	39,0	36,1	35,3	29,1	27,0	26,7	41,6	38	37,4	37,2	32,3	31,6
1,25kHz	41,6	34,7	34,0	35,9	29,9	28,7	40,7	33,6	32,8	26,6	24,8	24,3	41,7	34,8	34,1	36,1	30,2	29,1
1,6kHz	36,1	32,4	31,9	34,9	27,9	26,9	35,0	31,1	30,0	29,4	25,3	24,9	36,3	32,5	32	35,1	28,2	27,2
2kHz	33,3	28,9	28,0	34,0	25,4	23,4	31,0	27,8	27,0	27,7	24,4	23,9	33,5	29	28,2	34,2	25,7	23,8
2,5kHz	28,6	25,3	24,3	30,7	22,9	21,6	27,2	25,1	23,8	26,5	24,4	24,2	28,9	25,4	24,5	30,9	23,1	21,9
3,15kHz	22,7	18,2	17,0	22,7	16,8	16,4	24,0	22,7	22,4	24,4	23,0	22,4	23	18,5	17,4	23	17,3	16,8
4kHz	22,6	16,5	15,0	24,7	16,5	13,1	21,8	21,7	20,3	22,3	21,1	20,9	22,9	16,9	15,5	24,9	16,9	13,8
5kHz	10,1	6,8	6,4	15,9	7,7	6,6	21,4	20,3	19,9	21,8	20,8	20,5	13,1	9,8	9,4	16,8	10,7	9,9
6,3kHz	9,4	5,7	5,3	9,1	6,0	5,8	20,1	19,1	18,8	20,7	19,7	19,5	11,2	8,7	8,3	12,1	9	8,8
8kHz	9,2	4,7	4,5	6,6	4,9	4,7	18,3	17,2	17,0	18,8	17,6	17,4	11,1	7,7	7,5	9,6	7,9	7,7
10kHz	11,6	11,0	10,9	11,4	11,0	10,9	16,9	15,9	15,7	17,4	16,4	16,3	14,6	14	13,9	14,4	14	13,9

12,5kHz	7,1	6,1	6,0	6,7	6,2	6,1	13,7	13,1	12,9	14,1	13,4	13,2	10,1	9,1	9	9,7	9,2	9,1
16kHz	6,7	6,1	6,1	7,5	6,2	6,1	8,5	8,0	8,0	8,6	8,2	8,0	9,7	9,1	9,1	10,5	9,2	9,1

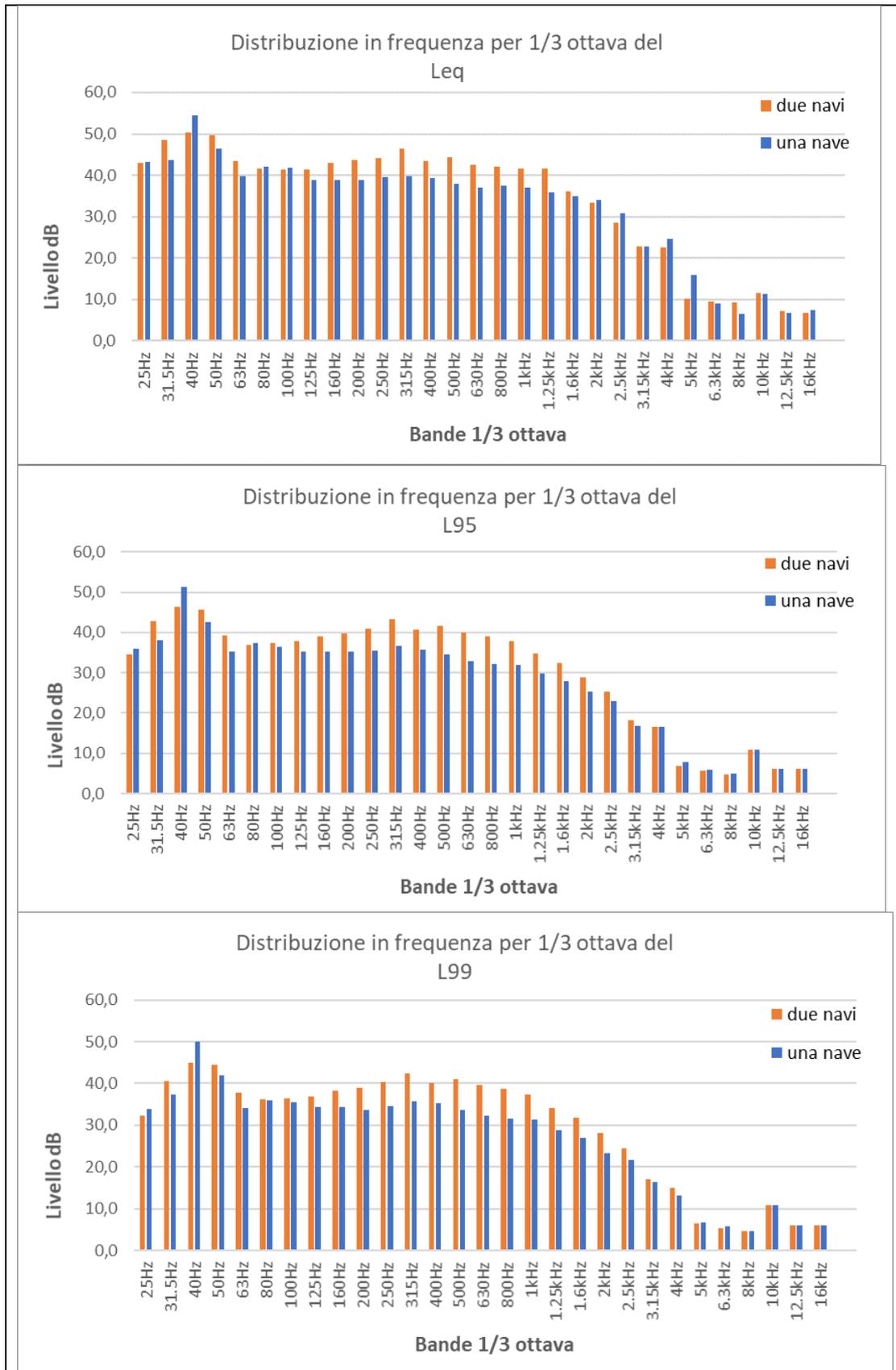
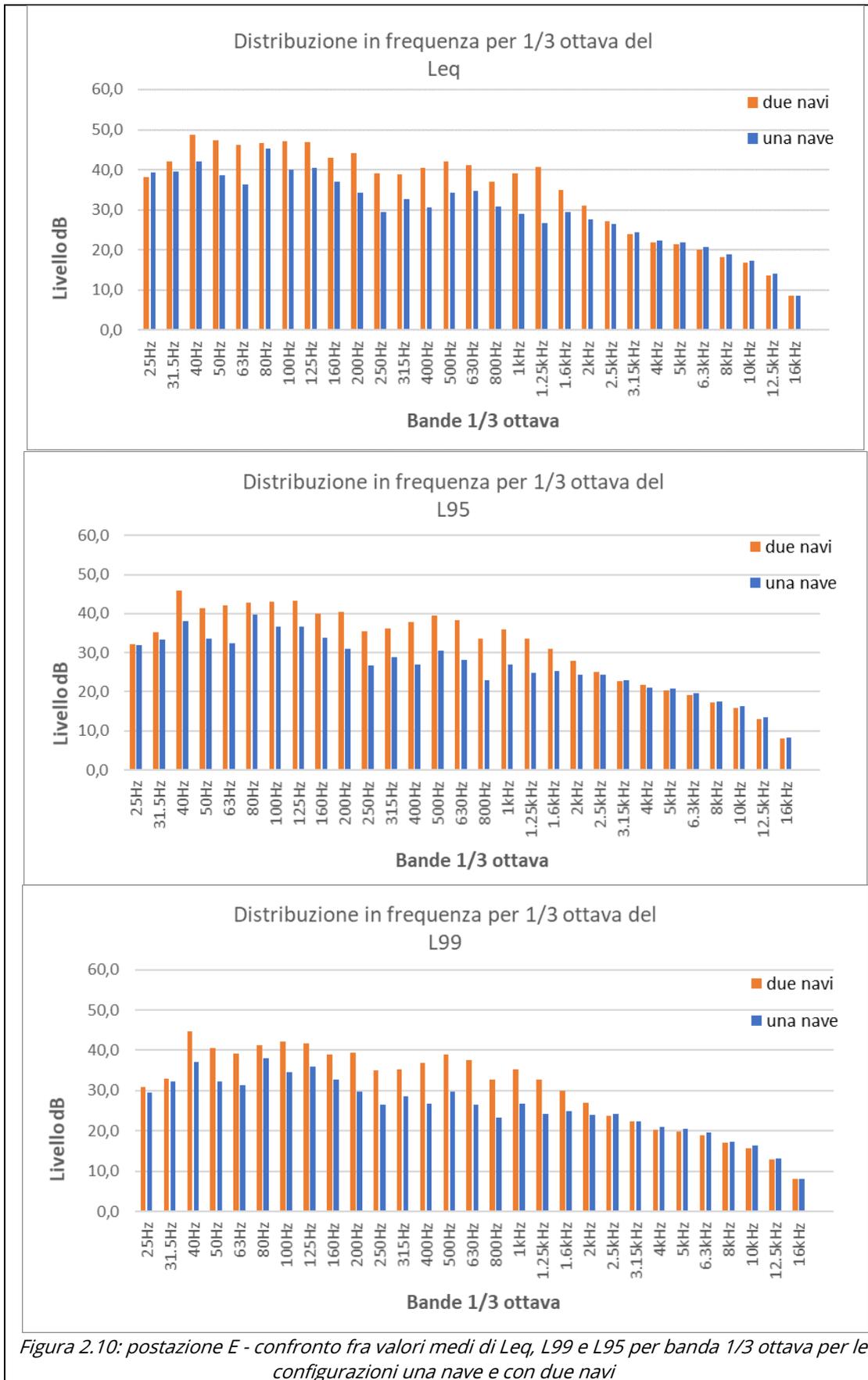


Figura 2.9: postazione F - confronto fra valori medi di Leq, L99 e L95 per banda 1/3 ottava per le configurazioni una nave e con due navi



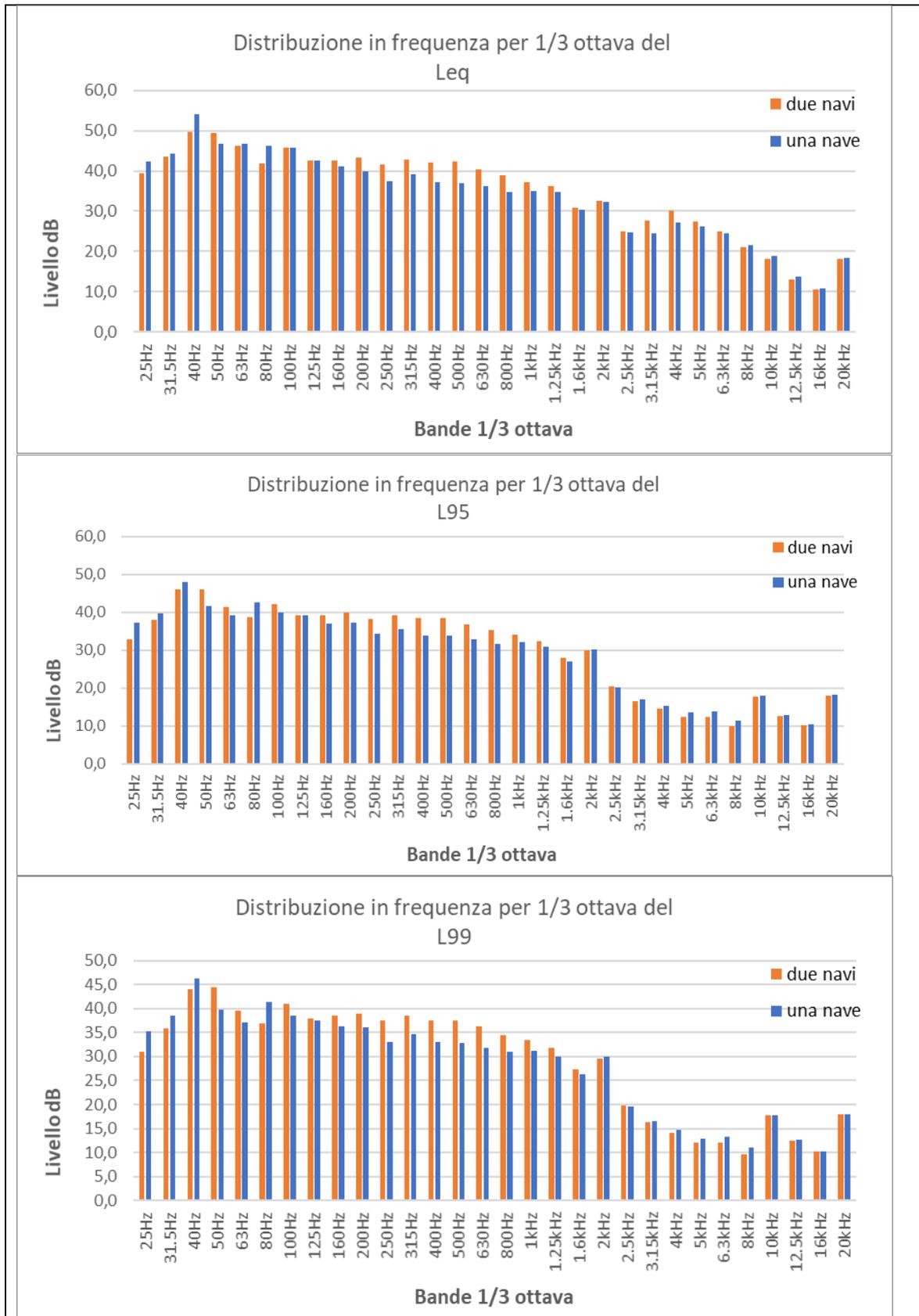


Figura 2.11: postazione D - confronto fra valori medi di Leq, L99 e L95 per banda 1/3 ottava per le configurazioni una nave e con due navi

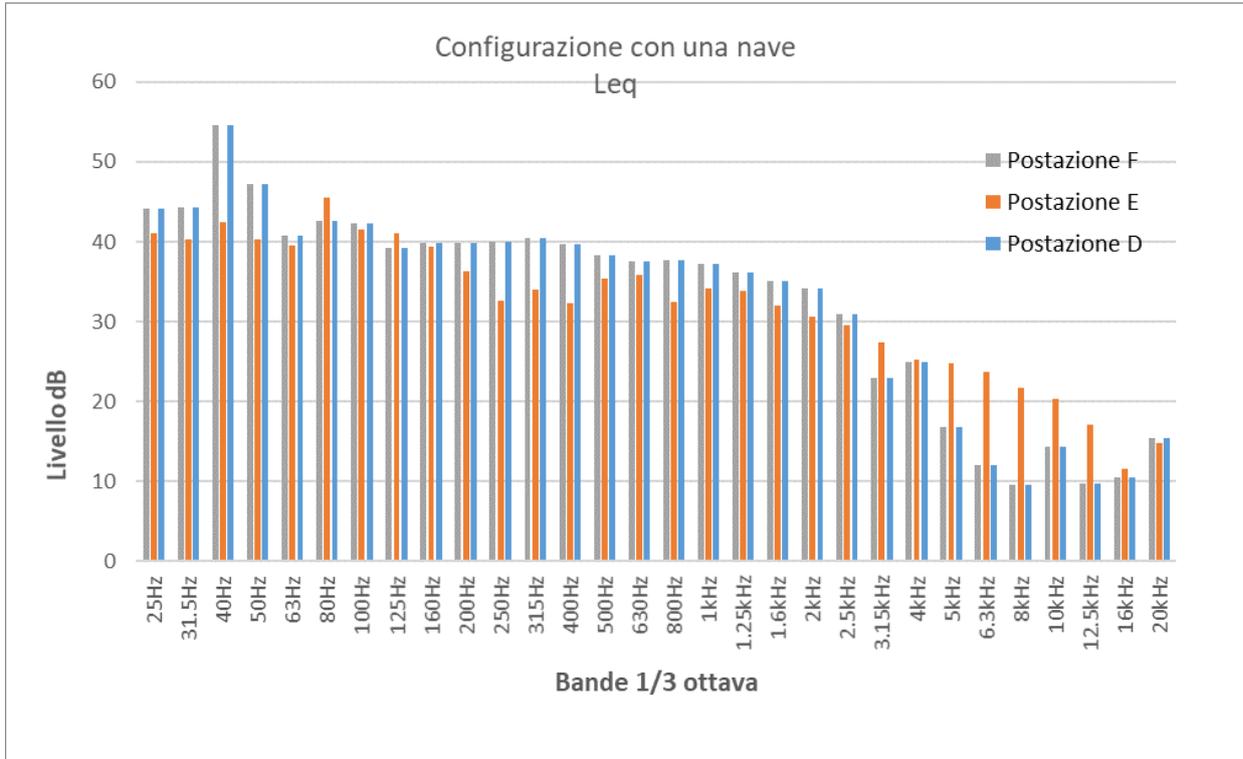


Figura 2.12: confronto della Leq per la configurazione con una nave nelle varie postazioni

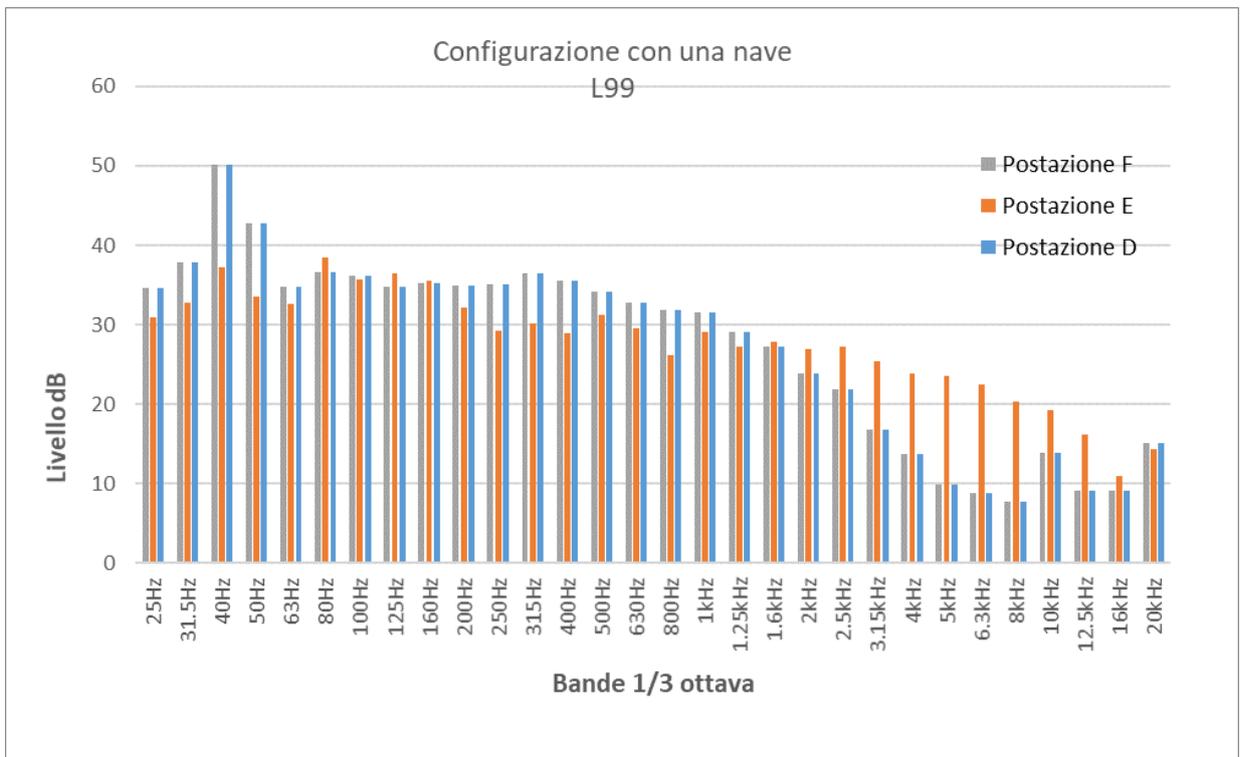


Figura 2.13: confronto della L99 per la configurazione con una nave nelle varie postazioni

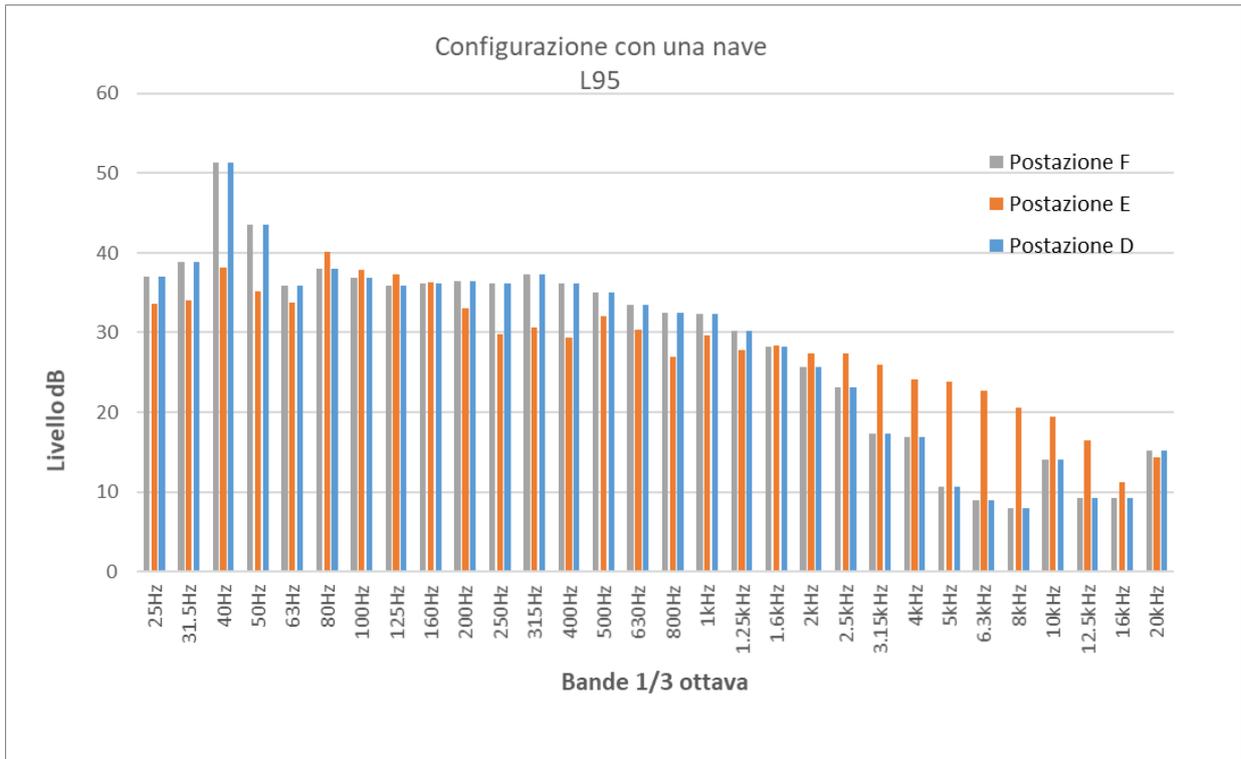


Figura 2.14: confronto della L95 per la configurazione con una nave nelle varie postazioni

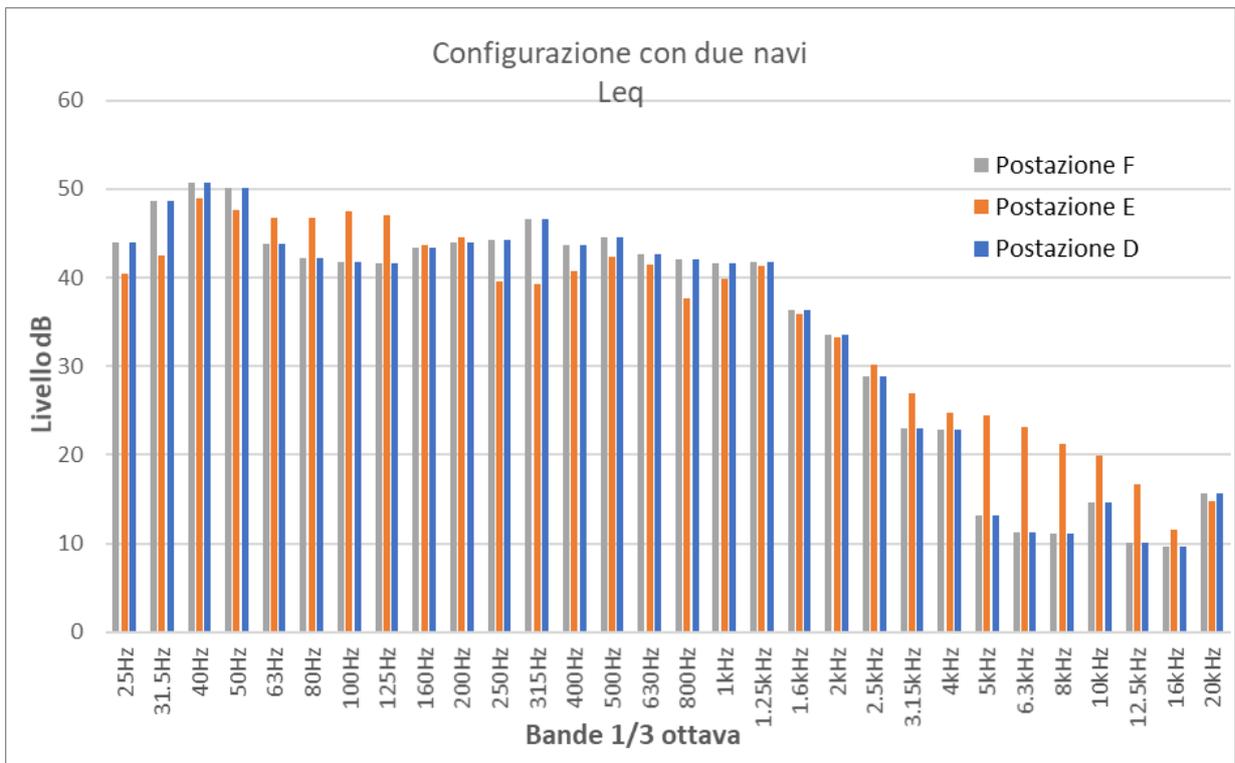


Figura 2.15: confronto della Leq per la configurazione con due navi nelle varie postazioni

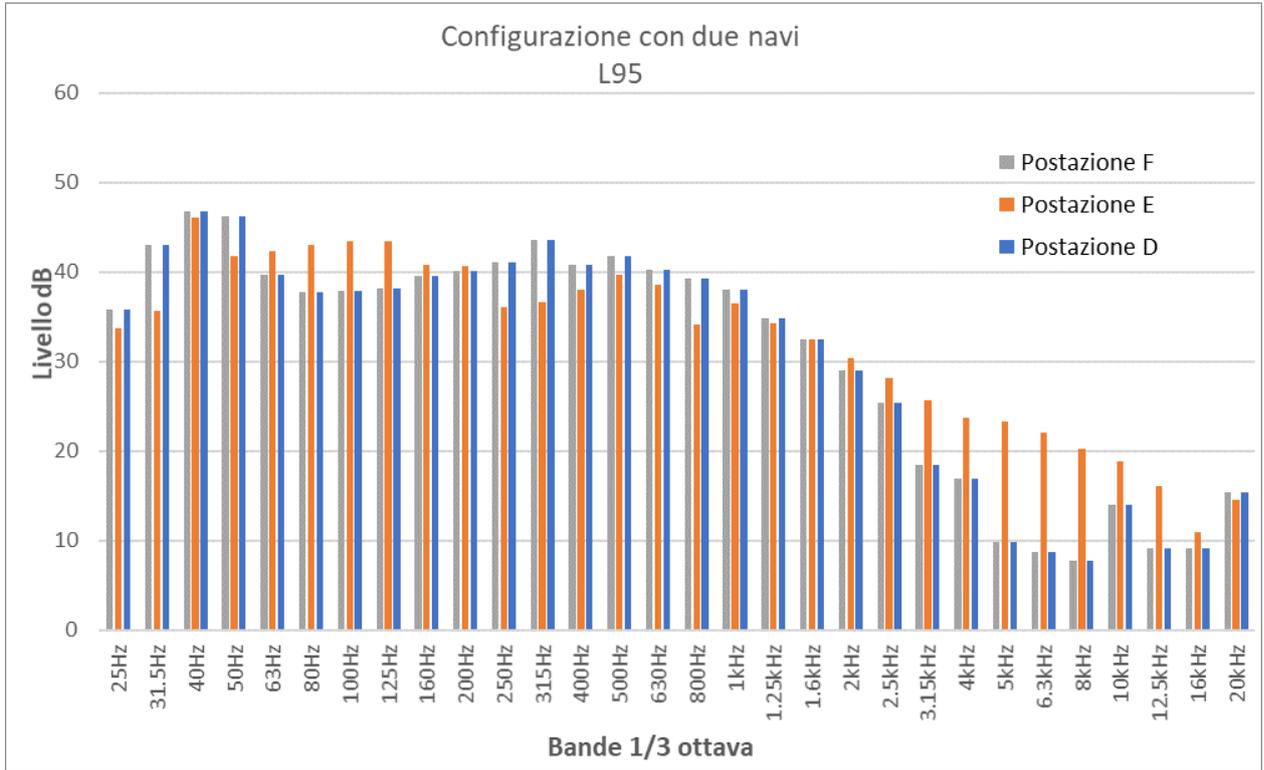


Figura 2.16: confronto della L95 per la configurazione con due navi nelle varie postazioni

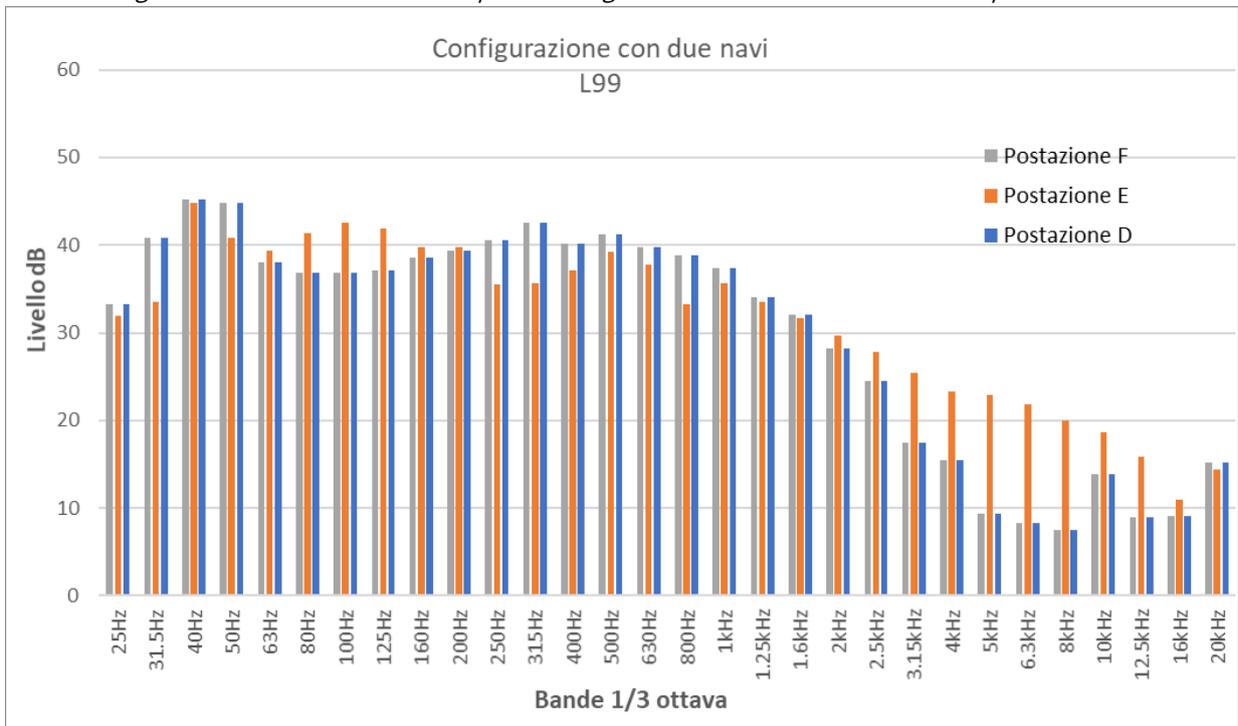


Figura 2.17: confronto della L99 per la configurazione con due navi nelle varie postazioni