



Co-financed by the Connecting Europe
Facility of the European Union



INES-Implementing New Environmental Solutions
in the Port of Genoa. 2014-IT-TM-0276-W

Autorità di Sistema Portuale Mar Ligure Occidentale Genova, Italia

Intervento di Elettrificazione della Banchina del Porto di Genova Pra'

Studio sulla Valutazione degli Impatti sul Clima (Ex post Climate Change)

Doc. No. P0028058-1-H1 Rev. 0 - Dicembre 2021

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	P. Guiso	A. Giovanetti	M. Compagnino	Dicembre 2021

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	2
LISTA DELLE FIGURE	3
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	4
1 INTRODUZIONE	5
1.1 ASPETTI GENERALI	5
1.2 DATI GENERALI DEL PROPONENTE	5
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
2.1 IL PORTO DI GENOVA	6
2.2 IL PORTO DI PRA'	6
3 INQUADRAMENTO PROGRAMMATICO	8
3.1 PIANO REGOLATORE PORTUALE	8
3.2 L'EVOLUZIONE NORMATIVA VERSO IL COLD IRONING	9
4 INQUADRAMENTO PROGETTUALE	11
4.1 IL COLD IRONING DEL PORTO DI PRA'	11
4.1.1 Descrizione Generale	11
4.1.2 Il Progetto di Elettificazione del Porto di Pra'	13
5 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SUL CLIMA	15
5.1 PREMESSA	15
5.2 SCOPO DELLE ATTIVITÀ	15
5.3 RIDUZIONE EMISSIONI IN ATMOSFERA	16
5.3.1 Normativa di riferimento	16
5.3.2 Metodologia di calcolo utilizzata	17
5.3.3 Risultati del modello di ricaduta atmosferica	21
5.3.4 Considerazioni sulla componente atmosfera e Proposta di Monitoraggio	23
5.4 RIDUZIONE EMISSIONI ACUSTICHE	23
5.4.1 Normativa di riferimento	23
5.4.2 Metodologia di calcolo utilizzata	26
5.4.3 Rilievi eseguiti	26
5.4.4 Risultati della Valutazione previsionale di impatto acustico	29
5.4.5 Considerazioni sulla componente Rumore e Proposta di Monitoraggio	35
5.5 RIDUZIONE EMISSIONE GAS CLIMALTERANTI	37
5.5.1 Premessa	37
5.5.2 Metodologia	38
5.5.3 Valutazione delle emissioni evitate	39
5.5.4 Dati primari e Valori di Riferimento	39
5.5.5 Valutazione delle emissioni evitate	40
5.5.6 Considerazioni sulla componente GHG e Proposta di Monitoraggio	42
6 CONCLUSIONI	43
REFERENZE	1

APPENDICE A: STUDIO SULLA RICADUTA DELLE EMISSIONI ATMOSFERICHE

APPENDICE B: STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2.1:	Caratteristiche Principali del Terminal Pra'	7
Tabella 5.1:	Valori limite e obiettivo di qualità dell'aria previsti dal D. Lgs. 155/2010	17
Tabella 5.2:	Potenza installata del motore principale come funzione della stazza della nave (GT). Fonte: <i>Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019</i> – Estratto Tabella 3-12, pagina 29.	19
Tabella 5.3:	Rapporto medio stimato tra motori ausiliari/motori principali per tipo di nave. Fonte: <i>Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019</i> – Estratto Tabella 3-13, pagina 29.	19
Tabella 5.4:	Stima della % di carico MCR (Maximum Continuous Rating) del motore principale e ausiliario per diverse attività della nave. Fonte: <i>Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019</i> – Estratto Tabella 3-15, pagina 30.	19
Tabella 5.5:	Fattori di emissione per NO _x , NMVOC, PM e consumo specifico di carburante per diversi tipi di motore e carburante distinti per fasi di viaggio dell'imbarcazione in g/kWh. Fonte: <i>Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019</i> – Estratto Tabella 3-10, pagina 25.	19
Tabella 5.6:	Fattori di emissione per navi che utilizzano Marine Diesel Oil (MDO). Fonte: <i>Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019</i> – Estratto Tabella 3-2, pagina 15.	20
Tabella 5.7:	Fattori di emissione per NO _x , NMVOC, PM per diversi tipi di motore e carburante distinti per fasi di viaggio dell'imbarcazione in kg/tonne. Fonte: <i>Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019</i> – Estratto Tabella 3-9, pagina 24.	20
Tabella 5.8:	Valori massimi della concentrazione al suolo da modello	22
Tabella 5.9:	Confronto dei valori massimi simulati con i valori normativi nazionali	22
Tabella 5.10:	Classificazione delle aree dove sono ubicati il porto di Pra' ed i ricettori	24
Tabella 5.11:	Esito degli attuali livelli acustici misurati presso i punti ricettori in periodo diurno	28
Tabella 5.12:	Esito degli attuali livelli acustici misurati presso i punti ricettori in periodo notturno	29
Tabella 5.13:	Caratterizzazione acustica delle sorgenti sonore di progetto	32
Tabella 5.14:	Risultati della Valutazione	40

LISTA DELLE FIGURE

Figura 2.1:	Il Porto di Genova	6
Figura 2.2:	Il Porto di Pra'	6
Figura 2.3:	Il Terminal PSA Genova Pra'	7
Figura 3.1:	Stralcio del PRP del Porto di Genova	8
Figura 4.1:	Cold Ironing: Sistema per l'alimentazione delle navi	11
Figura 4.2:	Caratteristiche del cold ironing IEC 80005-1	12
Figura 4.3:	Schema Punti di Alimentazione delle Navi	13
Figura 4.4:	Schema semplificato del Circuito terra-nave	14
Figura 5.1:	Estratto della classificazione acustica vigente (fonte: P.C.A. di Genova)	25
Figura 5.2:	Localizzazione dei punti di osservazione ai ricettori	27
Figura 5.3:	Localizzazione delle sorgenti sonore esistenti	27
Figura 5.4:	Mappa della rumorosità allo stato di fatto in periodo diurno – porto attivo comprensivo del traffico stradale e ferroviario	30
Figura 5.5:	Mappa della rumorosità allo stato di fatto in periodo diurno – porto attivo escluso il traffico stradale e ferroviario	30
Figura 5.6:	Mappa della rumorosità allo stato di fatto in periodo notturno – porto attivo comprensivo del traffico stradale e ferroviario	31
Figura 5.7:	Mappa della rumorosità allo stato di fatto in periodo notturno – porto attivo escluso il traffico stradale e ferroviario	31
Figura 5.8:	Localizzazione delle sorgenti sonore allo stato di progetto	32
Figura 5.9:	Mappa della rumorosità allo stato di progetto in periodo diurno – porto attivo comprensivo del traffico stradale e ferroviario	33
Figura 5.10:	Mappa della rumorosità allo stato di progetto in periodo diurno – porto attivo escluso il traffico stradale e ferroviario	33
Figura 5.11:	Mappa della rumorosità allo stato di progetto in periodo notturno – porto attivo comprensivo del traffico stradale e ferroviario	34
Figura 5.12:	Mappa della rumorosità allo stato di progetto in periodo notturno - porto attivo escluso il traffico stradale e ferroviario	34
Figura 5.13:	Confronto tra i livelli di emissione misurati nello stato di fatto con i livelli di emissione predetti nello stato di progetto nei tempi di riferimento diurno (<i>sopra</i>) e notturno (<i>sotto</i>)	35
Figura 5.14:	Confronto tra i livelli assoluti di immissione misurati nello stato di fatto con i livelli di emissione predetti nello stato di progetto nei tempi di riferimento diurno (<i>sopra</i>) e notturno (<i>sotto</i>)	36
Figura 5.15:	Confronto tra i livelli differenziali di immissione con indicazione del contributo percentuale e numerico in presenza dei generatori ausiliari delle navi (stato di fatto) ed in assenza degli stessi a seguito del processo di elettificazione (stato di progetto) in periodo diurno (<i>sopra</i>) e notturno (<i>sotto</i>)	37
Figura 5.16:	Confronto Situazione Iniziale – Situazione Finale	41
Figura 5.17:	Variazioni Relative tra Situazione Iniziale e Finale	41

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

AdSP	Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale
ARM2	Ambient Ratio Method 2
CE	Comunità Europea
CEF	Connecting Europe Facility
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
DAFI	Directive on Alternative Fuels Infrastructure
D.P.C.M.	Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri
D.Lgs.	Decreto Legislativo
D.M.	Decreto Ministeriale
D.G.P.	Decreto Giunta Provinciale
EC	European Commission
EEA	European Environment Agency
GHG	Greenhouse Gases
GT	Gross Tonnage
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INEA	Innovation and Networks Executive Agency
ISO	International Organization for Standardization
LA	Livello ambientale
LR	Livello residuo
LD	Livello differenziale
LO-LO	Lift-On Lift-Off
MDO/MGO	Marine Diesel Oil/Marine Gas Oil
PWM	Pulse Wave Modulation
SFOC	Specific fuel-oil consumption
SIA	Studio di Impatto Ambientale
TEN-T	Trans-European Transport Network
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
TR	Tempo di riferimento
UE	Unione Europea
VIA	Valutazione d'Impatto Ambientale
VP	Voltri-Pra'

1 INTRODUZIONE

1.1 ASPETTI GENERALI

Il Grant Agreement n. INEA/CEF/TRAN/M2014/1037689 (e relativi emendamenti), sottoscritto da INEA ed Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale (di seguito semplicemente AdSP) per il finanziamento nell'ambito di fondi CEF dell'intervento di elettificazione della banchina del Porto di Pra', prevede la realizzazione di uno studio di valutazione degli impatti sul clima ("*ex post climate change assessment*") riconducibili a tale intervento.

L'intervento di elettificazione, nell'ambito dell'azione INES-*Implementing New Environmental Solutions in the Port of Genoa*. 2014-IT-TM-0276-W, ha come oggetto la banchina presso il terminal container di Pra'/Voltri. Il progetto consente l'alimentazione contemporanea da terra di due navi portacontainer di grandi dimensioni alla tensione di 6,6 kV e frequenza di 60 Hz. L'obiettivo del nuovo sistema di alimentazione è quello di garantire la piena operatività della nave senza l'impiego delle centrali di produzione di energia di bordo.

Il presente elaborato costituisce lo studio di valutazione degli impatti sul clima relativamente all'intervento di elettificazione della banchina del porto di Pra' tramite "*cold ironing*", con particolare riferimento alle componenti ambientali Atmosfera, Rumore e Gas climalteranti.

La realizzazione di sistemi per la fornitura di energia elettrica da terra alle navi nella fase di stazionamento (cold ironing o "*on-shore power supply*"), riduce la necessità di utilizzare i motori della nave per produrre elettricità, permettendo la riduzione di una quota importante delle emissioni di CO₂ dei porti. Questo intervento, come dimostrato all'interno della presente relazione, produce anche una riduzione delle emissioni degli inquinanti atmosferici (NO_x, SO_x, PM₁₀, etc.), maggiormente dannosi per la salute.

Si sottolinea che il D.lgs. 257/2016, in attuazione alla direttiva 2014/94/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, sulla realizzazione di una infrastruttura per i combustibili alternativi, ha evidenziato l'opportunità della realizzazione di sistemi di cold ironing, prioritariamente nei porti della rete TEN-T, di cui fa parte il Porto di Genova.

Le reti TEN-T sono un insieme di infrastrutture lineari (ferroviarie, stradali e fluviali) e puntuali (nodi urbani, porti, interporti e aeroporti) considerate rilevanti a livello comunitario e la Core Network è costituita dai nodi urbani a maggiore densità abitativa, dai nodi intermodali di maggiore rilevanza e dalle relative connessioni. Oggi la priorità a livello europeo è quella di assicurare la continuità di questi Corridoi.

Uno Studio di Impatto Ambientale (SIA), predisposto per il Piano Regolatore del Porto di Genova, ha stimato un valore delle emissioni di CO₂ dovute al traffico marittimo nel nodo pari a circa 160 kt/anno nei soli terminali VTE e Petroli [1]; di tali emissioni, una parte consistente (intorno al 60%) è da attribuirsi alle fasi di stazionamento in banchina. Attraverso l'allacciamento a terra, le emissioni di CO₂ potrebbero ridursi di oltre il 40%, grazie ad un migliore rendimento della produzione/distribuzione dell'energia elettrica; riduzioni maggiori sono attese localmente per gli inquinanti quali le polveri sottili (PM₁₀, PM_{2.5}) che rappresentano una delle maggiori problematiche ambientali [2].

1.2 DATI GENERALI DEL PROPONENTE

L'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale viene istituita con Decreto Legislativo 4 Agosto 2016, n. 169 e comprende i Porti di Genova, Pra', Savona e Vado.

Gli scali gestiti dal AdSP del Mar Ligure Occidentale risulta uno tra i maggiori sistemi portuali italiani, per quantità di traffico totale, numero di collegamenti marittimi e qualità dei servizi complementari offerti.

L'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale, in conformità con la propria missione istituzionale, persegue una Politica Ambientale volta ad armonizzare il rapporto tra porto e città, nell'ottica di uno sviluppo sostenibile di tutte le attività svolte. Ciò anche nella convinzione che le performance ambientali portuali rappresentino un elemento di competitività nel panorama dei traffici internazionali.

I principali obiettivi della politica ambientale sono:

- ✓ la tutela ambientale, perseguita attraverso il rispetto della legislazione ambientale vigente italiana ed europea;
- ✓ la prevenzione dell'inquinamento, perseguita attraverso il monitoraggio delle componenti ambientali;
- ✓ la tutela delle risorse naturali, perseguita attraverso la promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili e il risparmio energetico.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 IL PORTO DI GENOVA

L'intero bacino di Genova si estende ininterrottamente per 22 km lungo la costa, con una superficie totale di 6 milioni di mq e 14,5 milioni di specchi acquei, e con 25 Terminal, attrezzati per accogliere ogni tipo di nave per ogni tipo di merce: contenitori, merci varie, prodotti deperibili, metalli, forestali, rinfuse solide e liquide, prodotti petroliferi e passeggeri, con una serie completa di servizi complementari, dalle riparazioni navali, allestimento navi alla telematica e l'informatizzazione.

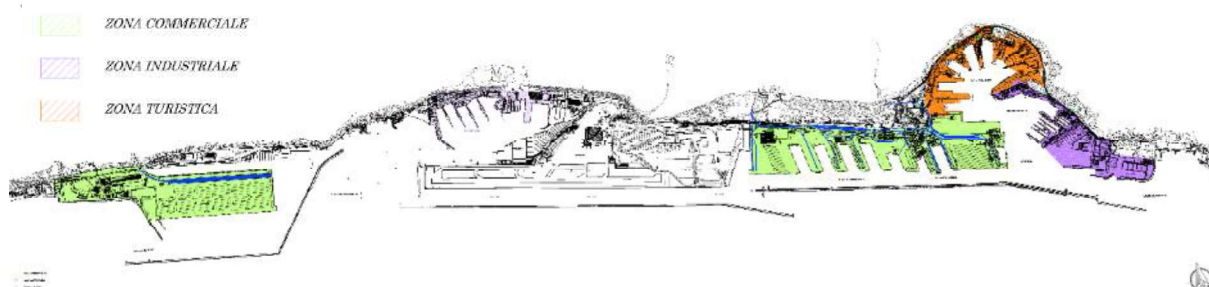


Figura 2.1: Il Porto di Genova

2.2 IL PORTO DI PRA'

Il bacino portuale di Pra' si estende su 98 ettari di superficie, suddivisi in 6 moduli, lungo una banchina di 1,433 m con un pescaggio massimo che consente l'approdo delle mega portacontainer. Il Terminal è in grado di accogliere indicativamente due navi da 400 metri (20 kTEU), una nave da 370 metri ed una da 270 metri in contemporanea, ed è equipaggiato con 12 gru di banchina e 1,500 punti di alimentazione per container refrigerati.

Il porto di Pra' è un'ideale porta di accesso da sud per il traffico contenitori da e per l'Europa, oltre che il naturale punto di riferimento per il commercio con l'Estremo Oriente attraverso il Canale di Suez. Con i collegamenti intermodali verso i mercati dell'Europa centrale, si pone come valida alternativa al tradizionale transito delle merci attraverso i porti del Nord Europa, con un risparmio di sei giorni di navigazione.

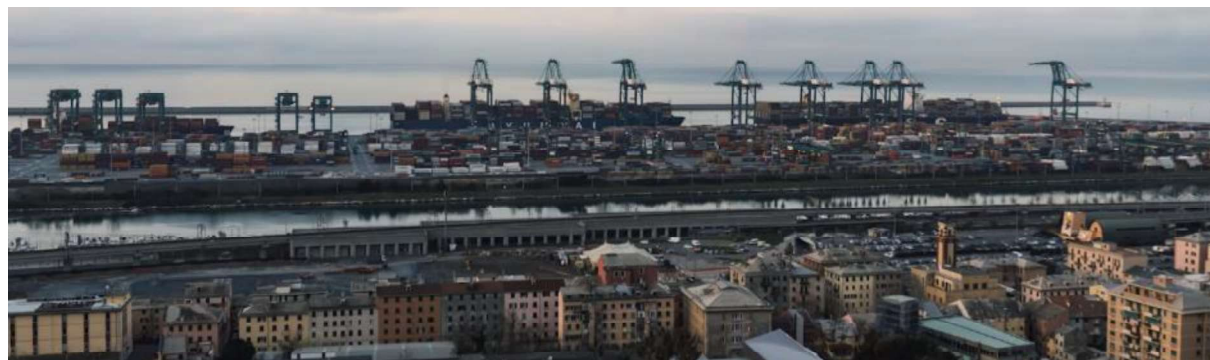


Figura 2.2: Il Porto di Pra'

Il sistema viario interno al terminal si innesta direttamente allo svincolo del casello autostradale di Pra', consentendo un veloce collegamento con la A26 e la A6 per Milano e Torino, e con la A10 verso Sud per il Centro Italia e verso Ovest per la Francia. Un container tracking system in tempo reale, unitamente ad un varco dotato di 12 piste bidirezionali per l'ingresso e l'uscita dei contenitori, di 2 piste per il traffico non containerizzato o trasporti eccezionali, accelerano le operazioni di accesso al terminal.

La Società PSA Genova Pra' è il principale Terminal Container del Porto di Genova e il primo dell'Alto Tirreno. La Società fa parte del Gruppo PSA International, con sede a Singapore, la quale movimentata fino a 60 milioni TEU all'anno in terminal portuali dislocati in tutto il mondo. L'accesso direttamente in mare aperto e il bacino di evoluzione di 600 m permettono di effettuare agevoli manovre anche alle navi di maggiori dimensioni oggi impiegate a Genova, in arrivo e in partenza 24 ore su 24.



Figura 2.3: Il Terminal PSA Genova Pra'

Il costante investimento di capitali in attrezzature da parte di PSA Genova Pra' ha portato ad una dotazione attuale di 12 gru Super post-Panamax (8 possono servire navi con larghezza fino a 25 file di contenitori, con spreader 53 m sopra il livello del mare), e 20 RTG.

La capacità del servizio di gate di PSA è di oltre 2,000 mezzi al giorno, con una durata media di 30 minuti del ciclo operativo del mezzo. Il sistema ferroviario di PSA, dotato di 3 RMG, è direttamente collegato alla rete ferroviaria nazionale ed offre servizi regolari diretti per la Germania, la Svizzera ed il Benelux. Inoltre, il terminal è dotato di applicazioni interconnesse con il sistema E-port ed offre un ampio sistema di interscambio telematico EDI.

Tabella 2.1: Caratteristiche Principali del Terminal Pra'

Aspetto	Caratteristiche
Località	Genova-Pra'
Estensione totale	Terminal: 1.160.000 m ² con 5000 m ² adibiti al magazzino di ispezione doganale
Banchina: Lunghezza profondità fondale numero ormeggi	1.433 m (6 moduli) 15 m 4 navi portacontainer
Attrezzature per La movimentazione	12 gru di banchina: 8 super post panamax (25 file) 4 post panamax (18 file) 20 RTGs (capacità di sollevamento pari a 35/40 t.) 29 reach-stackers 60 macchine motrici 68 terminali telaio 3 RMGs (per le operazioni ferroviarie)
Area di accatastamento	Ground slots: 15.000 Reefer plugs: 1.700 IMO DG ground slots: 320 TEU
Rete ferroviaria	9 x 950 m di binary Linea ferroviaria adibita al trasporto di <i>high-cube</i> containers

3 INQUADRAMENTO PROGRAMMATICO

3.1 PIANO REGOLATORE PORTUALE

Il Decreto Legislativo 169/2016 ha apportato rilevanti novità in tema di pianificazione dei porti e dei sistemi portuali. A tale decreto è seguita l'emanazione in data 8.06.2017 da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti delle "Linee Guida per la redazione dei Piani Regolatori di Sistema Portuale (PRdSP)" previste dall'Art.6 del suddetto Decreto che costituiscono ulteriore importante riferimento per i criteri di pianificazione.

Il Piano Regolatore di Sistema Portuale individua la pianificazione strategica e territoriale su uno scenario di medio-lungo periodo, individuando disegni integrati di sviluppo degli scali quali gateway di distretti logistici complessi che comprendono i retroporti e gli inland terminal di riferimento e le relative reti di trasporto, in raccordo con le indicazioni della Conferenza Nazionale di Coordinamento delle Autorità di Sistema che identificherà le macro-vocazioni di ciascun sistema portuale, alla luce del fabbisogno del Paese.

Il Piano Regolatore Portuale nella sua forma attuale prende avvio dalla Legge dello Stato, di riforma in materia portuale, n. 84 del 1994. Di fatto essa dà il via ad un nuovo corso della pianificazione dei porti in Italia consentendo il passaggio dei piani portuali, intesi come strumenti di pianificazione tutti risolti in elenchi ordinati di opere, per lo più di iniziativa statale, a strumenti urbanistici nel senso più ampio del termine.

Non solo quindi un progetto di sviluppo del sistema logistico nel suo insieme ma anche risposte tecnicamente appropriate ai bisogni primari di riqualificazione urbana; fattori, questi, che richiedono il più forte coordinamento tra le politiche della città e quelle del porto.

Il vigente PRP, elaborato sul finire degli anni Novanta, anche grazie al prezioso contributo dell'Università e di consulenti esterni, è stato approvato nel novembre del 2001.

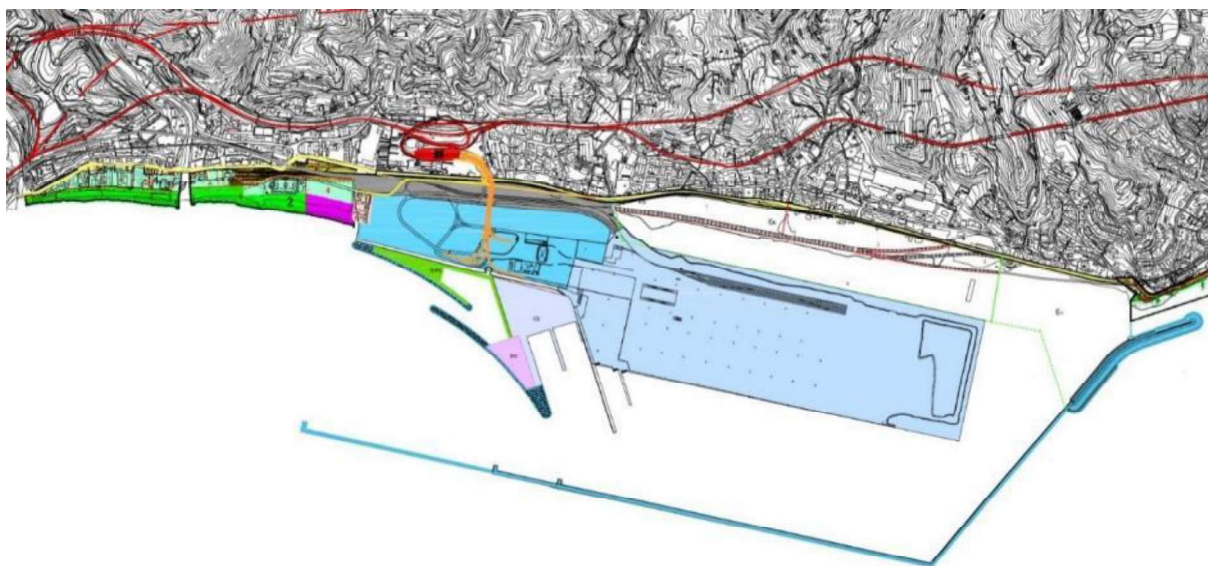


Figura 3.1: Stralcio del PRP del Porto di Genova

L'area di intervento di cui al presente elaborato ricade all'interno dell'area territoriale di Voltri - Pra' (VP).

Per le zone demaniali inserite all'interno delle previsioni di sviluppo del ponente cittadino, il Piano Regolatore Portuale esprime, infatti, una linea d'indirizzo coerente a quella del Piano Regolatore Generale. In particolare, si individua nel waterfront di quest'area territoriale uno dei luoghi di rilievo per le tematiche inerenti la connessione tra porto e città, sui quali sperimentare anche forme di progettazione congiunta, per contribuire al raggiungimento di una nuova qualità urbana.

Sotto altro profilo, il Piano Regolatore Portuale indica nell'espansione dell'attuale Terminal di Voltri, attraverso la realizzazione del VI Modulo e la definizione di un progetto d'espansione verso Ponente, gli interventi cardine per lo sviluppo del traffico containerizzato.

3.2 L'EVOLUZIONE NORMATIVA VERSO IL COLD IRONING

La Convenzione Internazionale per la Prevenzione dell'Inquinamento causato dalle Navi (MARPOL – Maritime Pollution), adottata il 2 novembre 1973, è la principale Convenzione Internazionale sulla prevenzione dell'inquinamento dell'ambiente marino causato dalle navi per cause operative o accidentali [3].

La Convenzione contiene norme volte a prevenire e ridurre al minimo l'inquinamento provocato dalle navi, sia l'inquinamento accidentale che quello derivante da operazioni di routine, e comprende attualmente sei Allegati tecnici, ognuno dei quali si occupa di una potenziale fonte di inquinamento causato da navi:

- ✓ Allegato I - Inquinamento da petrolio (petrolio greggio e olio combustibile);
- ✓ Allegato II - Inquinamento da sostanze liquide nocive trasportate alla rinfusa;
- ✓ Allegato III - Inquinamento da sostanze dannose trasportate in imballaggi;
- ✓ Allegato IV - Inquinamento da liquami;
- ✓ Allegato V - Inquinamento da rifiuti solidi;
- ✓ Allegato VI - Inquinamento atmosferico (sostanze che riducono lo strato di Ozono, ossidi di Azoto (NO_x), ossidi di Zolfo (SO_x), Composti Organici Volatili).

Nel caso specifico risulta di particolare importanza l'allegato VI, il quale, adottato nel 1997 ed entrato in vigore nel maggio 2005, fissa limiti alle emissioni di ossido di Zolfo e di ossido di Azoto dagli scarichi delle navi e vieta le emissioni deliberate di sostanze che riducono lo strato di ozono. Tale allegato, tuttavia, non fa menzione al cold ironing, risultando applicabile alle navi in corso di rotta.

La regolamentazione di settore ha quindi progressivamente ridotto i tetti massimi alle emissioni inquinanti delle imbarcazioni. L'obiettivo stabilito dalla Commissione Europea riguarda la riduzione del 90% delle emissioni legate al settore dei trasporti entro il 2050 e nell'ambito delle misure *Green Deal* la promozione dello sviluppo di alternative sostenibili ai combustibili fossili.

Sin dal novembre 2002, la Commissione ha adottato la comunicazione COM595(2002) 595 al Parlamento Europeo e al Consiglio dal titolo «Strategia dell'Unione europea per ridurre le emissioni atmosferiche delle navi marittime», nella quale invitava le autorità portuali a imporre, incentivare o favorire l'impiego di elettricità erogata dalle reti elettriche terrestri per le navi ormeggiate nei porti.

Il Parlamento Europeo, nella risoluzione sulla strategia del 4 Dicembre 2003, ha sottolineato che l'impiego di elettricità da terra nei porti potrebbe essere agevolato dalla presentazione di una relazione nella quale siano illustrati esempi positivi di misure in tal senso, con i relativi costi e benefici.

In linea con tale contesto normativo l'unione Europea ha richiesto, tramite la direttiva 2014/94 (DAFI) Directive on Alternative Fuels Infrastructure, di valutare all'interno dei quadri strategici nazionali la necessità di fornitura di elettricità lungo le coste per le navi adibite alla navigazione interna e le navi adibite alla navigazione marittima nei porti marittimi e nei porti della navigazione interna.

Tale Direttiva richiede la realizzazione di una rete di fornitura di energia elettrica lungo le coste con l'obiettivo di completarla entro il 31 Dicembre 2025, con preferenza per i porti della rete centrale TEN-T nonché per gli altri porti a meno che non ci sia domanda e/o i costi siano sproporzionati rispetto ai benefici, compresi i benefici ambientali.

Ciò comporta la realizzazione di infrastrutture atte ad aumentare l'uso di combustibili alternativi.

La Direttiva UE 2016/802 del Parlamento Europeo, inoltre, obbliga le navi ormeggiate per più di due ore nei porti dell'UE ad utilizzare combustibili con un contenuto di Zolfo non superiore allo 0,1% o a spegnere i motori, ricorrendo quindi a soluzioni come il cold ironing.

Tale Direttiva viene attuata dal D.Lgs. 257 del 16 Dicembre 2016, che ha introdotto il "Quadro Strategico Nazionale" finalizzato alla riduzione della dipendenza dal petrolio e all'attenuazione dell'impatto ambientale nel settore dei trasporti (Articoli 1 e 3).

In Italia, il D.Lgs. 4 Agosto 2016, n. 169, modificato dal D.Lgs. 13 Dicembre 2017, n.232, prevede che le Autorità di Sistema Portuale promuovano la redazione del Documento di Pianificazione Energetica e Ambientale del Sistema Portuale (DEASP) sulla base di Linee Guida adottate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (ora MiTE) di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (ora MIMS). Il documento definisce gli indirizzi strategici e identifica le misure volte a migliorare l'efficienza energetica e promuovere l'uso delle energie rinnovabili in ambito portuale.

In questo contesto normativo il cold ironing è un chiaro contributo tecnologico alle misure indicate, permettendo una forte mitigazione degli inquinanti locali e delle emissioni di gas serra.

La riduzione delle emissioni da parte delle navi è oggetto della Direttiva Europea 2005/33/EC che impone, in particolare, l'utilizzo di combustibili a basso contenuto di zolfo (<1,5%) per la navigazione nel Mare del Nord, la Manica ed il Mar Baltico. La Direttiva impone anche l'impiego di combustibili con contenuto di Zolfo < 0,1% per alimentare i motori delle navi nei porti europei. Si tratta di limiti inferiori a quelli imposti dalla Convenzione MARPOL 73/78 del 2004.

L'Unione Europea, con la Raccomandazione n. 2006/339/CE del Maggio 2006, promuove lo sviluppo del cold ironing per il miglioramento della qualità dell'aria e la riduzione dell'impatto acustico. All'interno viene descritta sinteticamente informazione sui costi e sui benefici dell'elettricità erogata tramite allacciamento alla rete terrestre.

Attualmente in Italia, a differenza di altri Paesi Europei, la presenza di banchine elettrificate è molto limitata, e quelle presenti non alimentano navi da crociera, traghetti o portacontainer, ma forniscono energia elettrica ai terminali di riparazione navale o alle gru destinate alla movimentazione delle merci.

Le principali barriere che finora hanno impedito la rapida e diffusa installazione di impianti di cold ironing riguardano principalmente il costo della realizzazione degli interventi infrastrutturali e la capacità di usufruire concretamente del servizio.

Infatti, se da una parte le Autorità Portuali e gli investitori mirano a realizzare sistemi di cold ironing, sia per interesse verso gli obiettivi di decarbonizzazione sia per la possibilità di fornire un servizio agli armatori, d'altra parte gli armatori hanno poca convenienza a richiedere tale servizio a causa della scarsità di porti che sono in grado di effettuare il servizio e degli elevati costi per adeguare le imbarcazioni.

La risoluzione di tale paradosso risulta attuabile tramite politiche ambientali ed energetiche incentivanti gli investimenti infrastrutturali di elettrificazione delle banchine incoraggiando così gli armatori alla conversione delle loro flotte e rendendo di conseguenza gli investimenti nelle infrastrutture a terra sostenibili nel lungo termine.

Un altro aspetto rilevante riguarda il costo dell'energia elettrica. Ad oggi, infatti, il costo dell'energia elettrica in Italia è superiore al costo di generazione tramite combustibili fossili sostenuto dai diversi armatori che, di fatto, sono scoraggiati dal ricorrere al cold ironing.

Relativamente all'elevato costo dell'energia elettrica la normativa italiana è intervenuta con il D.L. 30 Dicembre 2019, n. 162 "Milleproroghe" ed il successivo D.L. 16 Luglio 2020, n. 76 "Semplificazioni", che hanno previsto una riduzione delle accise e l'azzeramento di alcune componenti tariffarie per l'energia elettrica destinata alla fornitura elettrica delle navi ormeggiate in porto.

Lo sviluppo nei porti di soluzione sostenibili come quelle oggetto del presente documento, considerato il notevole sforzo finanziario richiesto da tutti gli stakeholder coinvolti, richiede quindi un approccio coordinato dei vari Enti coinvolti nei processi decisionali ed un quadro normativo omogeneo ed adeguato.

4 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

4.1 IL COLD IRONING DEL PORTO DI PRA'

4.1.1 Descrizione Generale

Il sistema di alimentazione delle navi in banchina, come riportato in Figura 4.1, necessita di un'infrastruttura adeguata e formata principalmente dai seguenti elementi:

- ✓ allacciamento alla rete elettrica nazionale a partire da una centralina locale, dove l'elettricità è trasformata da 20- 100 kV a 6-20 kV.;
- ✓ cavi per convogliare l'elettricità (6-20 kV) dalla centralina al terminale portuale;
- ✓ se necessario, conversione della corrente (in genere la corrente erogata nella Comunità ha una frequenza di 50 Hz, una nave progettata per utilizzare corrente a 60 Hz potrebbe utilizzare corrente a 50 Hz per alcune apparecchiature come i sistemi di illuminazione e riscaldamento, ma non per apparecchiature a motore come le pompe, i verricelli o le gru; per questo motivo per le navi che utilizzano corrente a 60 Hz è necessario convertire la corrente da 50 Hz a 60 Hz).
- ✓ cavi per distribuire l'elettricità al terminale; possono essere utilizzati anche cavi sotterranei da installare in condotte nuove o esistenti;
- ✓ sistema di avvolgimento dei cavi elettrici per evitare di manipolare cavi ad alta tensione; il sistema potrebbe essere costruito sull'ormeggio e sostenere un avvolgitore, una gru e la struttura. Queste ultime due potrebbero servire a sollevare e deporre i cavi sulla nave. L'avvolgitore e la struttura potrebbero essere alimentati e controllati da un sistema elettro-meccanico;
- ✓ presa a bordo per il cavo di allacciamento;
- ✓ trasformatore a bordo per trasformare la corrente ad alta tensione in corrente a 400 V;
- ✓ la corrente è distribuita in tutta la nave e i motori ausiliari vengono spenti.

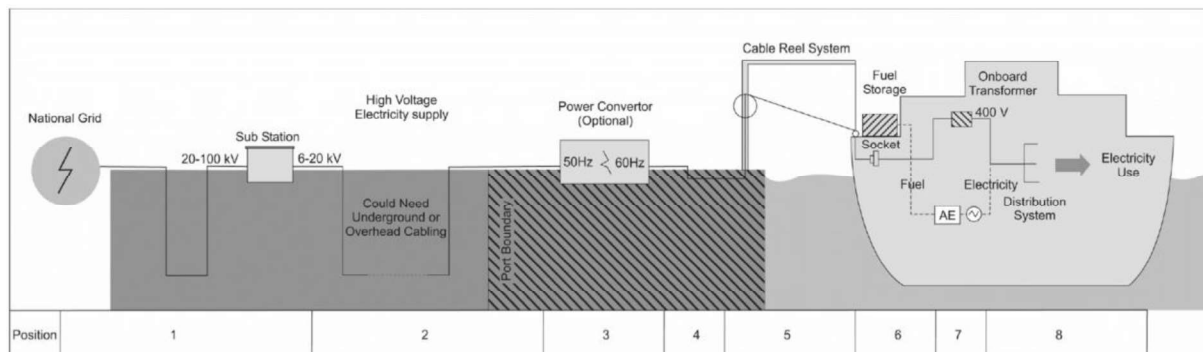


Figura 4.1: Cold Ironing: Sistema per l'alimentazione delle navi

L'interoperabilità tra banchina e bordo viene garantita tramite l'applicazione di una norma della *International Electrotechnical Commission*, la IEC 80005-1, recepita anche dalla *International Organization for Standardization* (ISO) e dal *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), che specifica nel dettaglio le caratteristiche del sistema elettrico di terra per l'alimentazione delle diverse tipologie di navi.

Le caratteristiche specifiche per l'alimentazione delle diverse tipologie di navi sono riportate negli allegati della norma, e sono riassunte nella tabella seguente:

All.	tipo di nave	connessione		argano	tensione [kV]	messa a terra	Potenza [MVA]	numero cavi		Iccmax [kA]
		terra	nave					potenza	segnale	
B	Roll-on Roll-off	spina	presa	a terra	11	335 Ω	6,5	1	no	16
	Traghetti locali				6,6	200 Ω				
C	Navi da crociera	spina	presa	a terra	11/6,6	540 Ω	16 (20)	4	2	25
D	Portacontainer	presa	spina	a bordo	6,6	200 Ω	7,5	2	no	16
E	Gasiere (LNGC)	spina	presa	a terra	6,6	isolato	10,7	3	1	25
F	Petroliere	spina	presa	a terra	6,6	non precisata	2 (3) x 3,6	2 (3)	no	16

Figura 4.2: Caratteristiche del cold ironing IEC 80005-1

4.1.1.1 Convertitore di frequenza

Il convertitore di frequenza è alimentato dalla rete in media tensione (in Italia a 15 o 20 kV a 50 Hz) e genera in uscita una tensione di 6,6 o 11 kV a 60 Hz. Le più moderne tecnologie per questo tipo di macchina prevedono l'impiego di:

- ✓ un trasformatore con "n" avvolgimenti secondari in ingresso per abbassare la tensione di rete a valori intorno a 3 kV;
- ✓ "n" inverter in parallelo;
- ✓ un trasformatore di uscita a più prese.

Il convertitore utilizzato per l'alimentazione dei bacini, costituito da quattro gruppi raddrizzatore/inverter in parallelo ($n = 4$). Gli inverter utilizzano la tecnologia con IGBT a tre livelli, con controllo digitale in PWM (*Pulse Wave Modulation*). Le maggiori criticità progettuali e realizzative per questo tipo di convertitore, legate per lo più alle grandi potenze in gioco, che sono riscontrate e risolte sono relative a:

- ✓ magnetizzazione del trasformatore di ingresso: la Norma CEI 0-16 che regola l'interfaccia degli impianti utente connessi alla rete di media tensione limita la potenza massima del singolo trasformatore connesso al fine di evitare correnti di magnetizzazione elevate che potrebbero disturbare la rete fino a causare l'intervento delle protezioni di massima corrente. Per evitare questo problema, il trasformatore è dotato di un avvolgimento aggiuntivo in bassa tensione utilizzato per pre-magnetizzarlo prima di chiudere l'interruttore lato media tensione;
- ✓ magnetizzazione dei trasformatori a 60 Hz: quasi tutte le navi hanno uno o più trasformatori di potenza per portare la tensione da 6,6 o 11 kV a 400 o 690 Volt. Si tratta di trasformatori di potenza rilevante, fino a 4-5 MVA. La corrente magnetizzante di questi trasformatori causa un sovraccarico istantaneo del convertitore che si mette in protezione, bloccandosi. La soluzione di questo problema richiede interventi in termini di:
 - procedure di magnetizzazione a rampa dei trasformatori utente,
 - inserimento di resistenze limitatrici alla magnetizzazione,
 - creazione di logiche di controllo che controllano durante il transitorio di inserzione la tensione in uscita del convertitore;
- ✓ correnti di cortocircuito: in caso di cortocircuito il convertitore va in limitazione di corrente per un tempo limitato (frazioni di secondo). È necessario che la corrente generata ed il tempo di iniezione siano coordinati con le protezioni di massima corrente del sistema di distribuzione a valle.

I convertitori danno oggi ottime prestazioni in termini di rendimento elettrico, intorno al 97% a funzionamento nominale, che scende di un altro paio di punti includendo i consumi del sistema di raffreddamento (ad acqua o in aria). A potenza ridotta, il rendimento scende.

4.1.1.2 Disponibilità di potenza

L'elettificazione delle banchine comporta un aumento sostanziale delle potenze in gioco.

L'energia elettrica per le navi proviene dalla rete nazionale. Le potenze in gioco sono già oggi molto rilevanti, si consideri ad esempio:

- ✓ Bacini di Carenaggio di Genova 10 MW;
- ✓ Porto di Pra' 2x10 MW;

✓ Piattaforma Maersk Vado Ligure 7.5 MW.

Per avere un termine di riferimento, la potenza media annua per tutte le utenze domestiche della Città di Genova è intorno ai 75 MW (i dati ISTAT indicano un consumo di energia per uso domestico pro capite a Genova di circa 1,100 kWh/anno). L'elettificazione delle banchine comporta quindi un rilevante aumento della potenza che deve essere resa disponibile su un territorio, quello di Genova e Savona, caratterizzato da una cronica difficoltà per realizzare nuove cabine di trasformazione. L'elettificazione dei Bacini di Carenaggio a Genova ha comportato da parte di ENEL la realizzazione di una nuova cabina primaria di trasformazione presso la Fiera di Genova dalla quale alimentare, a 15 kV, il cold ironing dei bacini. Per l'alimentazione della piattaforma Maersk di Vado Ligure, l'Autorità Portuale ha acquisito la sottostazione di alta tensione ex Vetrotex al fine di poter utilizzare l'esistente linea aerea a 132 kV. Per soddisfare agli aumenti di carico attesi nel Porto di Pra', Autorità Portuale ha richiesto a e-distribuzione un collegamento in alta tensione con potenza nominale di 40 MW.

L'energia elettrica per le navi proviene dalla rete nazionale.

4.1.2 Il Progetto di Elettificazione del Porto di Pra'

Il progetto per il Porto di Pra' è iniziato nel 2014 con la predisposizione del Progetto Definitivo da parte dell'Autorità Portuale di Genova, nel 2015 è stata vinta la gara per l'appalto integrato che, nel 2017, è stato affidato all'impresa Nidec. Nel 2018 si è visto il completamento del Progetto Esecutivo.

Il carico elettrico, prevalentemente legato ai consumi delle gru e del parco di alimentazione refeer, è di circa 8-10 MW, a cui si aggiungono fino a 10 MW per il cold ironing. L'alimentazione al Porto è garantita da due linee in cavo a 15 kV provenienti dalla sottostazione Enel di Pra'-Branega. All'interno del Porto sono posizionate diverse cabine MT/BT alimentate attraverso due anelli di cavi MT interrati. L'anello di Levante alimenta la cabina C2 dove sono installati i due convertitori di frequenza da 7,5 MVA ciascuno ed il quadro di distribuzione a 6,6 kV, 60 Hz.

Sono previsti 5 possibili punti di alimentazione navi (evidenziati in rosso nella figura sottostante) più uno futuro, posizionati in maniera da trovarsi in prossimità del quadro di interfaccia della nave. Ogni punto prevede un gruppo prese interrato nella banchina e dotato di coperchio mobile.

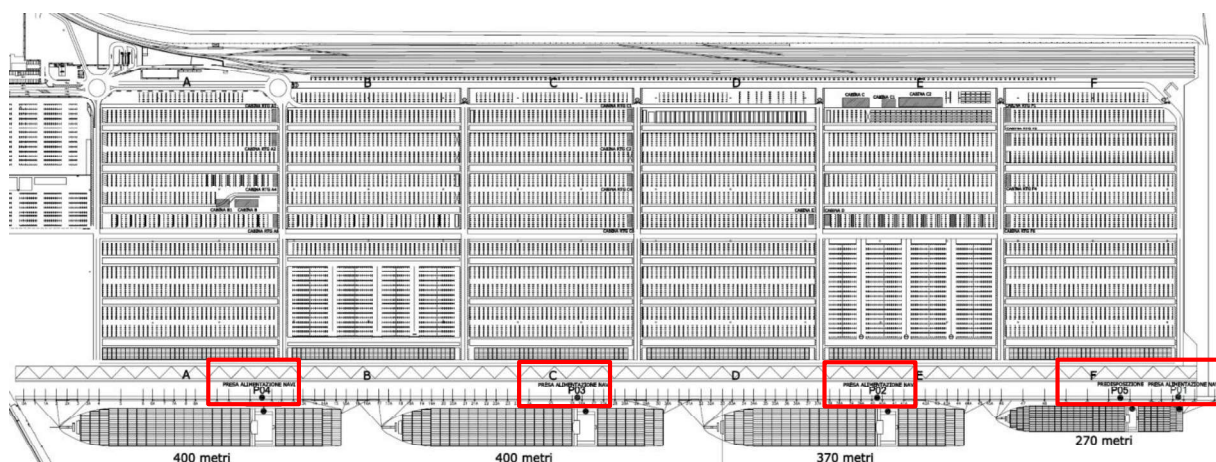


Figura 4.3: Schema Punti di Alimentazione delle Navi

La rete è dimensionata per alimentare due navi contemporaneamente (7,5 MVA ciascuna),

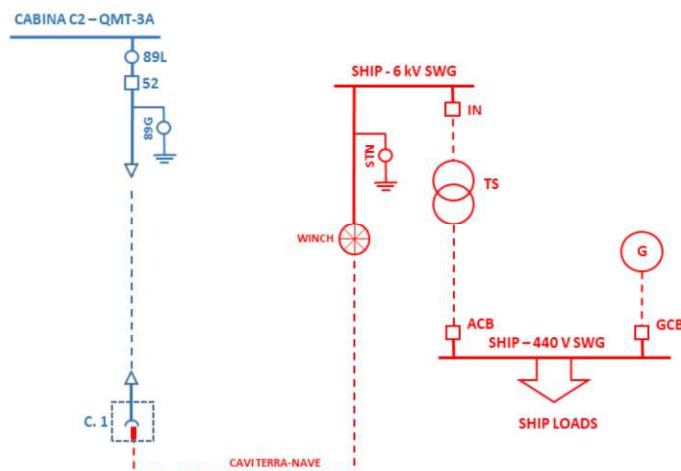


Figura 4.4: Schema semplificato del Circuito terra-nave

Il circuito terra-nave è schematizzato in Figura 4.4:

il sistema a 6,6 kV è de-energizzato e messo a terra; il generatore di bordo alimenta i carichi nave attraverso il quadro principale a 440 V;

- ✓ l'operatore da bordo nave cala le spine manovrando l'argano, e gli operatori di terra le connettono alle prese di banchina;
- ✓ gli operatori di banchina rimuovono le messe a terra e danno alimentazione alle prese;
- ✓ l'operatore di bordo chiude l'interruttore IN ed energizza il trasformatore di bordo TS;
- ✓ l'operatore di bordo sincronizza il sistema a 440 V con la rete di terra e fa il parallelo chiudendo l'interruttore ACB;
- ✓ l'operatore di bordo diminuisce progressivamente il carico prodotto dal generatore/i di bordo spostando il carico nave sotto l'alimentazione da terra;
- ✓ l'operatore di bordo sconnette il generatore/i di centrale aprendo l'interruttore GCB.

5 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SUL CLIMA

5.1 PREMESSA

Il presente studio è finalizzato a valutare gli impatti sul clima ("ex post climate change assessment") riconducibili all'intervento di elettificazione della banchina del porto di Pra'.

A tal fine, di concerto con AdSP, lo studio presenta i risultati delle seguenti attività:

- ✓ l'elaborazione di un modello per la valutazione ex post degli effetti sul clima,
- ✓ le attività di monitoraggio delle variabili utilizzate per la definizione del modello, con particolare riferimento al rumore.

Nella predisposizione dello Studio si è fatto riferimento a:

- ✓ Linee Guida della Direttiva EIA (come da ultimo emendata dalla direttiva 2014/52/UE che modifica la Direttiva 2011/92/UE);
- ✓ documento della Commissione Europea che riporta la Guida per l'elaborazione del cosiddetto "EIA report" - (https://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA_guidance_EIA_report_final.pdf),
- ✓ Linee Guida del Ministero dell'Ambiente relative alla elaborazione dei Progetti di Monitoraggio Ambientale - <https://va.minambiente.it/it-T/DatiEStrumenti/MetadatoRisorsaCondivisione/1da3d616-c0a3-4e65-8e48-f67bc355957a>) – relativamente alle variabili ambientali di interesse ed alla fase di Post Operam.

Il rapporto descrive, con particolare riferimento alla componente rumore:

- ✓ le finalità specifiche dell'attività di monitoraggio condotta in relazione alla componente/fattore ambientale,
- ✓ la descrizione e la localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- ✓ i parametri monitorati,
- ✓ l'articolazione temporale del monitoraggio in termini di frequenza e durata,
- ✓ il modello di calcolo e simulazione degli impatti,
- ✓ i risultati del monitoraggio e le relative elaborazioni e valutazioni, comprensive delle eventuali criticità riscontrate e delle relative azioni correttive possibili;

Il rapporto utilizza metodologie standard di restituzione dei dati, con l'obiettivo generale di:

- ✓ condividere le risultanze dello studio con il pubblico (anche attraverso servizi webGIS per l'interrogazione dinamica dei dati),
- ✓ riutilizzare le informazioni ambientali per accrescere le conoscenze sullo stato dell'ambiente e sulla sua evoluzione,
- ✓ riutilizzare i dati per la predisposizione degli studi ambientali.

Per quanto riguarda le componenti e fattori ambientali di interesse, lo studio comprende:

- ✓ atmosfera: qualità dell'aria e valutazione del risparmio in termini di emissioni di gas climalteranti;
- ✓ agenti fisici: rumore.

5.2 SCOPO DELLE ATTIVITÀ

Scopo delle attività è di quantificare la riduzione delle emissioni (acustiche e atmosferiche) conseguenti all'elettificazione delle banchine container del Porto di Pra' e al conseguente cold ironing tramite il quale verranno alimentate le navi portacontainer in attracco a dette banchine portuali.

Le stime di impatto acustico e ricaduta di inquinanti in atmosfera sono state eseguite attraverso l'implementazione di modelli di calcolo 3D basati su software commerciali.

Il presente documento illustra i risultati dei modelli unitamente a tutti i dati raccolti in campo e disponibili da banche dati e bibliografia che costituiscono un report sullo stato dell'ambiente (per le componenti ambientali monitorate) focalizzato sulla valutazione del decremento delle emissioni correlato al funzionamento delle opere di elettificazione sopra menzionate.

Tra i principali riferimenti per le componenti atmosfera e rumore si citano:

- ✓ ISPRA, 2014. Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.);
- ✓ Environmental Impact Assessment of Projects – Guidance on the preparation of the Environmental Impact Assessment Report, EU (2017) [15].
- ✓ D.Lgs. 152/2006;
- ✓ D.Lgs. 155/2010;
- ✓ Indicazioni relative all'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera – Settore Monitoraggi Ambientali, ARPA Lombardia (Ottobre 2018);
- ✓ EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook (EMEP/EEA, 2019).
- ✓ D.P.C.M. 01/03/1991 – Determinazione dei valori limite delle sorgenti rumorose;
- ✓ Legge 23/10/1995, n.447 – Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- ✓ D.P.C.M. 14/11/1997 – Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- ✓ D.M. 16/03/1998 – Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore;
- ✓ D.P.R. 30/03/2004, n.142 – Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare.

Si evidenzia che, come confermato da AdSP:

- ✓ assumendo la fornitura di e.e. in BT da rete nazionale con cavidotto interrato non si è ritenuto di interesse ai fini dello studio la valutazione sui campi elettromagnetici;
- ✓ le ulteriori componenti ambientali (es: acque marine, paesaggio, geologia, etc.) non sono state considerate nello studio;
- ✓ lo studio ha incluso la valutazione delle emissioni climalteranti evitate grazie alla realizzazione dell'intervento di elettificazione della banchina del porto di Genova Pra'.

5.3 RIDUZIONE EMISSIONI IN ATMOSFERA

5.3.1 Normativa di riferimento

La normativa nazionale vigente in materia di qualità dell'aria (D.lgs. n. 152/2006 e s.m.i., Parte Quinta) definisce l'inquinamento atmosferico come: *“Ogni modificazione dell'aria atmosferica dovuta all'introduzione nella stessa di uno o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente, oppure tali da ledere i beni materiali o gli usi legittimi dell'ambiente.”*

Gli inquinanti atmosferici sono appunto quelle sostanze che, per le quantità in cui sono introdotte nell'aria, ne alterano la qualità ledendo, talvolta, la salute umana. Tali inquinanti sono i prodotti della combustione che si possono rilevare in quantità apprezzabili nell'atmosfera e ne diventano i traccianti o indicatori della qualità dell'aria.

5.3.1.1 D.lgs. n. 155/2010 per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente

La normativa nazionale di riferimento è costituita dal D.lgs. n. 155 del 13 agosto 2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”. Al fine della valutazione della qualità dell'aria, tale decreto stabilisce i seguenti parametri:

- ✓ Valore limite - livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato;
- ✓ Valore obiettivo - livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire ove possibile, entro un data prestabilita;
- ✓ Periodo di mediazione: periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

Il D. Lgs n. 155/2010 contiene inoltre le definizioni di soglia di informazione e di allarme, livelli critici e obiettivi a lungo termine.

In particolare, il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 definisce (Allegato XI) i valori limite per il biossido di Zolfo, il biossido di Azoto, gli ossidi di Azoto, il particolato (PM10 e PM2.5), il Piombo, il Benzene e il monossido di Carbonio. Il decreto abroga di fatto tutto il corpo normativo previgente sulla qualità dell'aria pur non portando modifiche ai valori limite/obiettivo per gli inquinanti già normati da leggi precedenti.

Nella tabella seguente sono indicati, per gli inquinanti considerati, il periodo di mediazione, il valore limite di qualità dell'aria e la data entro il quale il limite deve essere raggiunto.

Tabella 5.1: Valori limite e obiettivo di qualità dell'aria previsti dal D. Lgs. 155/2010

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite *	Data entro la quale va conseguito il valore limite
SO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per l'anno civile (corrisponde al 99,726 percentile)	1° gennaio 2005
	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per l'anno civile (corrisponde al 99,178 percentile)	1° gennaio 2005
	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile e Inverno (1° ottobre – 31 marzo)	20 µg/m ³	-
NO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile (corrisponde al 99,794 percentile)	1° gennaio 2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	1° gennaio 2010
NO _x	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	-
PM10	Valore limite orario per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per l'anno civile (corrisponde al 90,410 percentile)	1° gennaio 2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	1° gennaio 2005
PM2.5	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m ³	1° gennaio 2015

5.3.2 Metodologia di calcolo utilizzata

Il presente capitolo è finalizzato alla descrizione della metodologia utilizzata per la quantificazione delle emissioni di inquinanti prodotti dalle navi portacontainer in ormeggio presso il terminal di Pra'/Voltri.

L'obiettivo del presente studio è la caratterizzazione delle emissioni generate dal traffico navale effettivo in transito presso i quattro moli del terminal Pra'/Voltri durante l'anno 2019, cioè prima della pandemia da COVID-19 che ha inficiato pesantemente tutte le attività economiche e di conseguenza anche quelle portuali; in questo modo si valutano le condizioni più cautelative dal punto di vista emissivo in quanto il porto funziona a pieno regime.

La caratterizzazione delle emissioni è stata effettuata per le tutte le navi ormeggiate presso i quattro moli del terminal, allo scopo di valutare e quantificare l'entità l'impatto atmosferico nella configurazione antecedente alla realizzazione del progetto di elettificazione (cold ironing) di due dei quattro moli presenti. Le informazioni per lo svolgimento dello studio sono state messe a disposizione da AdSP.

5.3.2.1 Analisi del traffico navale presso il terminal Pra'/Voltri

I dati di partenza del traffico navale in transito presso il terminal Pra'/Voltri per gli anni 2019 contengono:

- ✓ Nome della nave;
- ✓ Data e ora di partenza e arrivo;
- ✓ Stazza della nave (*Gross Tonnage*).

Le navi in transito presso il terminal di progetto sono di tipo portacontainer (Cellular vessel) con dimensioni variabili da meno di 3.000 fino a oltre 150.000 t.

Il terminal è capace di ospitare contemporaneamente una nave per ognuno dei quattro moli presenti. I moli 3 e 4 possono ospitare portacontainer di grandi dimensioni (fino a 400 m), il molo 2 navi con lunghezza massima fino a 370 m mentre il molo numero 1 consente l'attracco di imbarcazioni di dimensione più contenuta, fino a 270 m di lunghezza.

Considerando che due dei quattro moli saranno elettrificati, sono stati selezionati come oggetto di futura elettificazione (*cold ironing*) i moli 3 e 4.

La prima fase dello studio, propedeutica al calcolo delle emissioni, è consistita nella ricostruzione della sequenza temporale dei transiti di tutte le imbarcazioni passanti per il terminal con l'assegnazione ad ogni nave in arrivo di un molo di approdo sulla base degli orari di arrivo e partenza disponibili, al fine di ottenere una stima realistica dei quantitativi di inquinanti rilasciati in atmosfera in quanto, si ribadisce, è stata considerata la sequenza delle navi che hanno ormeggiato presso il Terminal Pra'.

5.3.2.2 Definizione dei fattori di emissione

La seconda fase dello studio ha riguardato tutte le operazioni di calcolo finalizzate alla quantificazione delle emissioni generate dal traffico navale in arrivo presso il terminal in oggetto.

Il documento assunto a riferimento è rappresentato da "Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019" [4], redatto dall'EMEP/EEA (*European Environment Agency*) e aggiornato ad Ottobre 2020. Per la corrente valutazione verrà applicata la terza metodologia di calcolo (Tier 3) che richiede i seguenti dati:

- ✓ consumi effettivi di carburante delle navi;
- ✓ tipologia di carburante utilizzato;
- ✓ tipologia di motori installati sulle navi, distinti tra motori principali e ausiliari;
- ✓ informazioni sui movimenti delle singole navi distinte nelle fasi di *cruise*, *manoeuvring*, e *hotelling* (nel nostro caso le emissioni verranno calcolate considerando la sola fase di ormeggio delle navi, definita come *hotelling*);
- ✓ tempistiche orarie, ossia orario di arrivo e di partenza delle navi.

I dati resi disponibili da AdSP e utilizzati ai fini del calcolo consistono negli orari di partenza e arrivo delle singole navi, la stazza delle navi (*Gross Tonnage*) e il tipo di carburante da esse utilizzato, che è l'MDO (*Marine Diesel Oil*). I dati riguardanti la potenza dei motori ausiliari installati sulle navi e il consumo medio di carburante, non essendo direttamente disponibili sono stati stimati utilizzando le informazioni e tabelle contenute nell'*Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019* [4].

In primo luogo, è stata stimata la potenza installata dei motori principali in funzione della stazza della nave (*Gross Tonnage*) impiegando la formula empirica per le navi portacontainer indicata in

Tabella 5.2 (per questa e per le successive stime sono stati utilizzati i dati che fanno riferimento a “2010 world fleet” in quanto più rappresentativi delle navi in arrivo presso il Porto di Genova):

Tabella 5.2: Potenza installata del motore principale come funzione della stazza della nave (GT).
Fonte: *Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019* – Estratto Tabella 3-12, pagina 29.

Ship categories	2010 world fleet	1997 world fleet	Mediterranean Sea fleet (2006)
Container	2,9165*GT^{0,8719}	1,3284*GT ^{0,9303}	1,0839*GT ^{0,9617}

Successivamente, si è stimata la potenza installata dei motori ausiliari, ossia i motori attivi durante tutta la fase di ormeggio della nave, a partire dal rapporto tra la potenza dei motori ausiliari e di quelli principali (Tabella 5.3).

Tabella 5.3: Rapporto medio stimato tra motori ausiliari/motori principali per tipo di nave. Fonte: *Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019* – Estratto Tabella 3-13, pagina 29.

Ship categories	2010 world fleet	Mediterranean Sea fleet (2006)
Container	0,25	0,27

Poiché i motori ausiliari non funzionano a pieno carico, è stato necessario stimarne la potenza effettivamente utilizzata secondo i dati riportati in Tabella 5.4:

Tabella 5.4: Stima della % di carico MCR (Maximum Continuous Rating) del motore principale e ausiliario per diverse attività della nave. Fonte: *Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019* – Estratto Tabella 3-15, pagina 30.

Phase	% load of MCR Main Engine	% time all Main Engine operating	% load of MCR Auxiliary Engine
Hotelling (except tankers)	20	5	40

Nota la potenza effettiva dei motori ausiliari e il carico % medio, è stato possibile stimare lo SFOC (*Specific fuel-oil consumption*) avvalendosi dei fattori riportati in Tabella 5.5 ed espressi in funzione del consumo di energia (g fuel/kWh). Il valore risultante (217 g fuel/kWh) è riferito ai consumi medi di un motore ausiliario del tipo *Medium-speed diesel* alimentato con MDO (Marine Diesel Oil) che corrisponde alla configurazione tipicamente utilizzata dalle navi portacontainer.

Tabella 5.5: Fattori di emissione per NO_x, NMVOC, PM e consumo specifico di carburante per diversi tipi di motore e carburante distinti per fasi di viaggio dell'imbarcazione in g/kWh. Fonte: *Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019* – Estratto Tabella 3-10, pagina 25.

Engine	Phase	Engine type	Fuel type	NO _x EF 2000 (g/kWh)	NO _x EF 2005 (g/kWh)	NO _x EF 2010 (g/kWh)	NMVOC EF (g/kWh)	TSP PM10 PM2,5 EF (g/kWh)	Specific fuel consumption (g fuel/kWh)
Auxiliary	Cruise Manoeuvring Hotelling	High-speed diesel	BFO	11,6	11,2	10,8	0,4	0,8	227
			MDO/MGO	10,9	10,5	10,2	0,4	0,3	217
		Medium-speed diesel	BFO	14,7	14,2	13,7	0,4	0,8	227
			MDO/MGO	13,9	13,5	13	0,4	0,3	217

Ottenuti i dati necessari per il calcolo delle emissioni, ossia:

- ✓ tempi di stazionamento delle navi nel porto;
- ✓ potenza effettiva dei motori ausiliari;
- ✓ consumo orario effettivo di carburante;

sono state calcolate le emissioni orarie dei seguenti inquinanti per singola nave per i seguenti inquinanti: NO_x, PM₁₀, CO, SO_x e COV. Le emissioni (E) sono state calcolate applicando la seguente formula, tratta dal documento *Shipping Emissions in Ports* [5] redatto dall'*International Transport Forum*:

$$E = P \times LF \times EF \times T$$

dove:

- ✓ P: potenza massimo del motore ausiliario in kW
- ✓ LF: fattore di carico per motori ausiliari, come frazione della potenza massima installata;
- ✓ EF: fattore di emissione (specifico per ogni inquinante) espresso come massa di inquinante emessa per tonnellata di carburante consumato;
- ✓ T: tempo di ormeggio della nave in ore.

Dall'energia consumata l'energia consumata dai motori ausiliari e dallo SFOC è stato calcolato il consumo orario di carburante, parametro a sua volta impiegato moltiplicato per i fattori di emissione (kg di inquinante emesso per tonnellata di combustibile consumato) riportati in Tabella 5.6 e in Tabella 5.7, per poter quantificare i flussi di massa di inquinanti delle singole navi durante la fase di ormeggio.

Si precisa che, secondo quanto suggerito nel documento *Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019* [4] dell'EMEP/EEA, per gli inquinanti CO e SO_x possono essere utilizzati i fattori di emissione definiti per la metodologia 1 (Tier 1) e riportati in Tabella 5.6. Secondo quanto specificato nella tabella sottostante, il fattore di emissione degli SO_x, pari a 20 kg inquinante/tonnellata carburante, è stato moltiplicato per 0,1 ottenendo perciò un valore di 2 kg inquinante/tonnellata carburante.

Tabella 5.6: Fattori di emissione per navi che utilizzano Marine Diesel Oil (MDO). Fonte: *Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019* – Estratto Tabella 3-2, pagina 15.

Pollutant	Value	Unit
CO ⁽¹⁾	7,4	kg/tonne fuel
SO _x ⁽²⁾	20	kg/tonne fuel
Note 1) Lloyd's Register (1995) 2) "Value of 20 should read 20*S". Lloyd's Register (1995): S è la percentuale di zolfo contenuta nel carburante; se realizzati prima del 2000 è pari allo 0,5% in peso. Per l'Unione Europea, come specificato nella Direttiva 2005/33/EC, il contenuto in Zolfo è limitato allo 0,2% in peso dall'1 Luglio e 0,1% dal 1 Gennaio 2008 per il Marine Diesel Oil (MDO) per le navi marittime; 0,1% in peso dal 1 Gennaio per la navigazione fluviale e gli ormeggi nei porti comunitari.		

Tabella 5.7: Fattori di emissione per NO_x, NMVOC, PM per diversi tipi di motore e carburante distinti per fasi di viaggio dell'imbarcazione in kg/tonne. Fonte: *Air Pollutant Mission Inventory Guidebook 2019* – Estratto Tabella 3-9, pagina 24.

Engine	Phase	Engine type	Fuel type	NO _x EF 2000 (kg/tonne)	NO _x EF 2005 (kg/tonne)	NO _x EF 2010 (kg/tonne)	NMVOC EF (kg/tonne)	TSP PM ₁₀ PM _{2,5} EF (kg/tonne)
Auxiliary	Cruise Manoeuvring Hotelling	High-speed diesel	BFO	51,1	49,4	47,6	1,7	3,5
			MDO/MGO	50,2	48,6	46,8	1,8	1,4
		Medium-speed diesel	BFO	64,8	62,5	60,4	1,7	3,5
			MDO/MGO	64,1	62	59,7	1,8	1,4

5.3.2.3 Stima degli altri parametri emissivi

Gli altri parametri emissivi necessari per il modello di simulazione quali diametro e altezza dei camini, temperatura dei fumi e loro velocità sono stati assunti sulla base dell'esperienza di RINA su attività di modellizzazione delle

emissioni di navi simili a quelle oggetto del presente studio e dalle indicazioni riportate nel report "Studio modellistico di ricaduta degli inquinanti emessi in fase di manovra e di ormeggio per le navi in attracco ai diversi ormeggi di Venezia insulare e Porto Marghera" [2], redatto da ARPAV.

Le altezze dei camini delle navi per la fase di ormeggio sono state stimate a partire dal dato di stazza della nave applicando le indicazioni di ARPAV che stabilisce i seguenti valori:

- ✓ 10 m per le navi con stazza lorda inferiore alle 40.000 tonnellate;
- ✓ 30 m per le navi con stazza lorda compresa tra 40.000 e 90.000 tonnellate;
- ✓ 55 m per le navi con stazza lorda compresa tra 90.000 e 115.000 tonnellate;
- ✓ 60 m per le navi con stazza lorda superiore a 115.000 tonnellate.

In funzione del numero di navi ricadenti nelle classi di tonnellaggio e dato il valore dell'altezza assegnato ad ognuna di esse, è stata calcolata la media pesata delle altezze dei camini delle navi ormeggiate presso i moli 3 e 4, ottenendo un'altezza pari di 41,5 metri, dato utilizzato in input al modello.

Per quanto riguarda il diametro dei camini, la velocità e la temperatura dei fumi in uscita sono stati utilizzati i seguenti valori:

- ✓ Diametro dei camini 1,5 metri fonte ARPAV [2];
- ✓ Velocità dei fumi 20 m/s – dato assunto sulla base dell'esperienza RINA per attività di modellizzazione delle emissioni navali;
- ✓ Temperatura dei fumi 400°C – assunto sulla base dell'esperienza RINA per attività di modellizzazione delle emissioni navali.

5.3.3 Risultati del modello di ricaduta atmosferica

Nel presente capitolo sono riepilogati i risultati delle simulazioni modellistiche eseguite con il modello CALPUFF [6] su un intervallo temporale di un anno.

Per entrambi gli scenari emissivi in oggetto sono state adottate le seguenti ipotesi cautelative:

- ✓ conservazione della massa dell'inquinante;
- ✓ polveri assimilate tutte a PM10;
- ✓ ossidi di Zolfo assimilati tutti a SO₂.

Tra gli inquinanti oggetto di simulazione modellistica vi sono anche gli ossidi di Azoto. In considerazione dei significativi valori dei flussi di massa quantificati emessi dalle navi, è stata adottata la procedura ARM2 (*Ambient Ratio Method 2*), elaborata dall'EPA sulla base di rilevazioni effettuate nel periodo 2001 – 2010 [7,8]. In tal modo, è possibile stimare molto realisticamente le concentrazioni di biossido di Azoto (NO₂) dovute alle emissioni navali, già presenti nel territorio portuale e indirettamente rilevate dalla rete ARPAL; infatti, un approccio eccessivamente conservativo (NO₂=NO_x) rischierebbe di fornire risultati eccessivamente elevati rispetto allo stato reale di qualità dell'aria del Porto e delle aree ad esso adiacenti.

Tra le condizioni che consentono l'applicazione di tale procedura vi è la concentrazione di fondo dell'ozono che deve essere inferiore a 180 µg/m³: nel corso del 2020 tale parametro è risultato pari a 142 µg/m³ presso la stazione di Genova – Via Ungaretti. Si precisa che delle due centraline adibite al monitoraggio dell'O₃, quella di Via Ungaretti è la più vicina al terminal di Genova; quindi la procedura ARM2 ben si adatta al caso in esame.

L'estrazione della concentrazione del biossido di Azoto è stata eseguita con il software di post-processamento dati *Runanalyzer*, fornito da Maind S.r.l., grazie al quale è possibile applicare la procedura ARM2, impostando i valori di default del rapporto NO₂/NO_x previsti dall'EPA e compresi tra 0,2 – 0,9 [7,8].

Le aree di ricaduta si distribuiscono nelle aree a Nord-Ovest e Sud-Est del Terminal Genova Pra', rispettivamente nell'area abitata posta ai piedi della zona collinare e in mare aperto.

In

Tabella 5.8 si riportano i valori massimi su base media annua, giornaliera e oraria e i percentili di concentrazione al suolo per i diversi inquinanti oggetto di studio; sono inoltre indicati le coordinate del punto di massima ricaduta (coordinate piane UTM WGS84, fuso 32N).

Tabella 5.8: Valori massimi della concentrazione al suolo da modello

Parametri	Periodo di mediazione	Concentrazione Stimata.
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	Massimo media 8 ore	39.2
	Media annuale	0.83
COV	Media annuale	0.2
NO ₂	99,8-esimo percentile orario	133
	Media annuale	5.76
PM10	90,4-esimo percentile 24 ore	0.47
	Media annuale	0.16
SO ₂	99,73° percentile orario	6.08
	99,18° percentile giornaliero	1.5
	Media annuale	0.22

5.3.3.1 Analisi stato di fatto

In Tabella 5.9 i valori massimi spaziali delle concentrazioni dei contaminanti al suolo sono confrontati con i valori di qualità dell'aria prescritti dal D. Lgs. 155/2010, al fine di fornire una indicazione sulla significatività del contributo .

Tabella 5.9: Confronto dei valori massimi simulati con i valori normativi nazionali

Parametri	Riferimento temporale	Ricaduta massima	Riferimento normativo DLgs 155/2021
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CO	Massimo media 8 ore	39.2	10,000
NO ₂	99,8-esimo percentile orario	133	200
	Media annuale	5.76	40
PM10	90.41-esimo percentile 24 ore	0.47	50
	Media annuale	0.16	40
SO ₂	99,73° percentile orario	6.08	350
	99,18° percentile 24 ore	1.5	125
	Media annuale	0.22	20

Per inquinanti come CO e PM10, il contributo può essere ritenuto trascurabile in quanto il rapporto della ricaduta con il rispettivo limite di qualità dell'aria è molto basso, inferiore alla soglia di significatività del 5% stabilita dalla Linea Guida ANPA del 2001 per la V.I.A. [9]. Per gli altri inquinanti si rilevano valori superiori alla soglia di significatività ma comunque sempre in conformità ai limiti di qualità dell'aria prescritti dal D.Lgs. 155/2010.

5.3.3.2 Mappe della Distribuzione delle Ricadute

Nell'Appendice A sono riportate le mappe recanti la distribuzione delle concentrazioni dei parametri più significativi in termini di impatti (NO₂, ed SO₂) rilasciati in atmosfera dal traffico navale in transito presso il terminal Prà/Voltri. Le aree di ricaduta si distribuiscono nelle aree a nord-est e sud-ovest del terminal Genova Pra', rispettivamente nell'area abitata posta ai piedi della zona collinare e in mare aperto

5.3.3.3 Analisi configurazione di progetto

La configurazione di progetto consisterà nell'intervento di elettificazione della banchina del terminal portacontainer di Pra'/Voltri. In condizioni di esercizio del sistema il *cold ironing* permette di alimentare contemporaneamente fino a 2 navi portacontainer di grandi dimensioni garantendo la piena operatività di tutti i sistemi di bordo senza l'impiego

di centrali di produzione di energia. Questa soluzione consente quindi di eliminare completamente il consumo di combustibile durante la fase di stazionamento delle navi, permettendo a sua volta di ridurre a zero le emissioni di CO₂ e di inquinanti atmosferici con conseguenti benefici per la città di Genova.

Tutto ciò consente l'eliminazione delle ricadute del suolo, che nel presente studio è stata stimata tramite modello CALPUFF.

5.3.4 Considerazioni sulla componente atmosfera e Proposta di Monitoraggio

Come noto anche a scala Nazionale, i Porti sono responsabili di un grande volume di emissioni di inquinanti (PM₁₀, NO_x ed SO₂) e in particolare di CO₂, le cui emissioni per i terminal VTE e Petroli del Porto di Genova sono quantificate pari a circa 160 kt CO₂/anno [1].

Con il presente lavoro si dimostra l'importanza della realizzazione del progetto di cold ironing sia in termini di riduzione dei gas climalteranti, sia per la riduzione di inquinanti atmosferici, fortemente nocivi per la salute come le polveri (PM₁₀, PM_{2.5}) che ne rappresentano una delle maggiori problematiche ambientali [1]. Tale situazione, altamente gravosa per la qualità dell'aria per la Genova, sarà migliorata grazie all'esercizio del sistema di *cold ironing*, grazie al quale sarà eliminato l'utilizzo di combustibili per l'alimentazione delle centrali di bordo di produzione di energia; di conseguenza non vi saranno più emissioni in atmosfera delle navi alimentate da tale sistema con un deciso miglioramento di qualità dell'aria.

Per osservare la variazione dello stato di qualità dell'aria dell'area portuale, si potrà prevedere un confronto delle concentrazioni degli inquinanti monitorate dalle centraline di ARPAL prima della realizzazione del *cold ironing* con quanto sarà rilevato dalle stesse centraline nel primo biennio di esercizio del sistema di elettificazione delle banchine.

5.4 RIDUZIONE EMISSIONI ACUSTICHE

Il problema del rumore è particolarmente sentito nei porti che, come quelli liguri, sono integrati nel tessuto urbano. A Carignano e a Pra'-Pegli il problema del rumore è particolarmente sentito, e sono sorti comitati civici per richiedere interventi di riduzione del disturbo.

Alcune navi container di tipo LO-LO che ormeggiano nel Porto di Pra' utilizzano i gruppi elettrogeni per l'alimentazione della nave ormeggiata. I gruppi si trovano nella parte alta della nave vicino alla ciminiera e sono uno per lato della nave. La posizione alta della fonte di emissione del rumore e la conformazione ad anfiteatro di Pra'-Voltri rendono udibile il gruppo a svariati chilometri di distanza. Un recente studio dell'Università di Genova (DINAV, ora DITEN) ha suggerito di mantenere in esercizio solamente il gruppo lato mare per ridurre l'effetto sulla cittadinanza limitrofa.¹

L'Unione Europea, con la raccomandazione n. 2006/339/CE del maggio 2006, incentiva lo sviluppo del cold ironing per il miglioramento della qualità dell'aria e la riduzione dell'impatto acustico nei porti europei.

A livello nazionale il Piano Strategico Nazionale della Portualità e della Logistica, adottato con D.P.C.M. del 26/08/2015 richiama espressamente l'elettificazione delle banchine cold ironing quale misura idonea a consentire la riduzione delle emissioni di gas serra e acustiche, favorendo il miglioramento delle prestazioni ambientali.

Il D.lgs. n. 257/2016, disciplinante l'attuazione della direttiva 2014/94/UE del 22/10/2014, sulla realizzazione di una infrastruttura per i combustibili alternativi, ha introdotto il cosiddetto "Quadro Strategico Nazionale" finalizzato alla riduzione della dipendenza dal petrolio e all'attenuazione dell'impatto ambientale nel settore dei trasporti, valutando fra l'altro, "la necessità di fornitura di energia elettrica alle infrastrutture di ormeggio nei porti marittimi e nei porti della navigazione interna".

L'utilità di provvedere alla elettificazione delle banchine è evidenziata infine anche nel documento "Linee guida per la redazione dei Piani Regolatori di Sistema Portuale" licenziato nel marzo 2017 dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, nel quale si sottolinea inoltre la possibilità di prevedere misure di incentivazione per gli armatori che intendano adeguare le proprie navi.

5.4.1 Normativa di riferimento

La normativa nazionale vigente in materia di rumore (Legge quadro 26/10/1995 n. 447) definisce l'inquinamento acustico come *l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o*

¹ Cold Ironing porti Italia Nord Ovest - analisi costi benefici - Master II Livello - dott. Davide Sciutto - 21/09/2021

disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento dell'ecosistema, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi" (art. 2, comma 1, lettera a).

Finalità principale della legge quadro è quella di stabilire *"i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 117 della Costituzione"* (art. 1, comma 1), e definire e delineare le competenze sia degli enti pubblici che esplicano le azioni di regolamentazione, pianificazione e controllo, sia dei soggetti pubblici e/o privati, che possono essere causa diretta o indiretta di inquinamento acustico.

5.4.1.1 Valori limite di emissione e assoluti di immissione

L'introduzione del sistema di elettificazione al posto dell'utilizzo dei motori delle navi in aggiunta alle sorgenti sonore esistenti che partecipano all'inquinamento acustico complessivo generato dal bacino portuale di Pra' è un aspetto meritevole di valutazione all'interno di una relazione di previsione di impatto acustico (ai sensi dell'art. 8 della suddetta Legge n. 447/1995) al fine di esplicitare gli effetti positivi di riduzione dell'emissione di rumore sempre in conformità ai limiti regolamentari previsti per la zona di influenza.

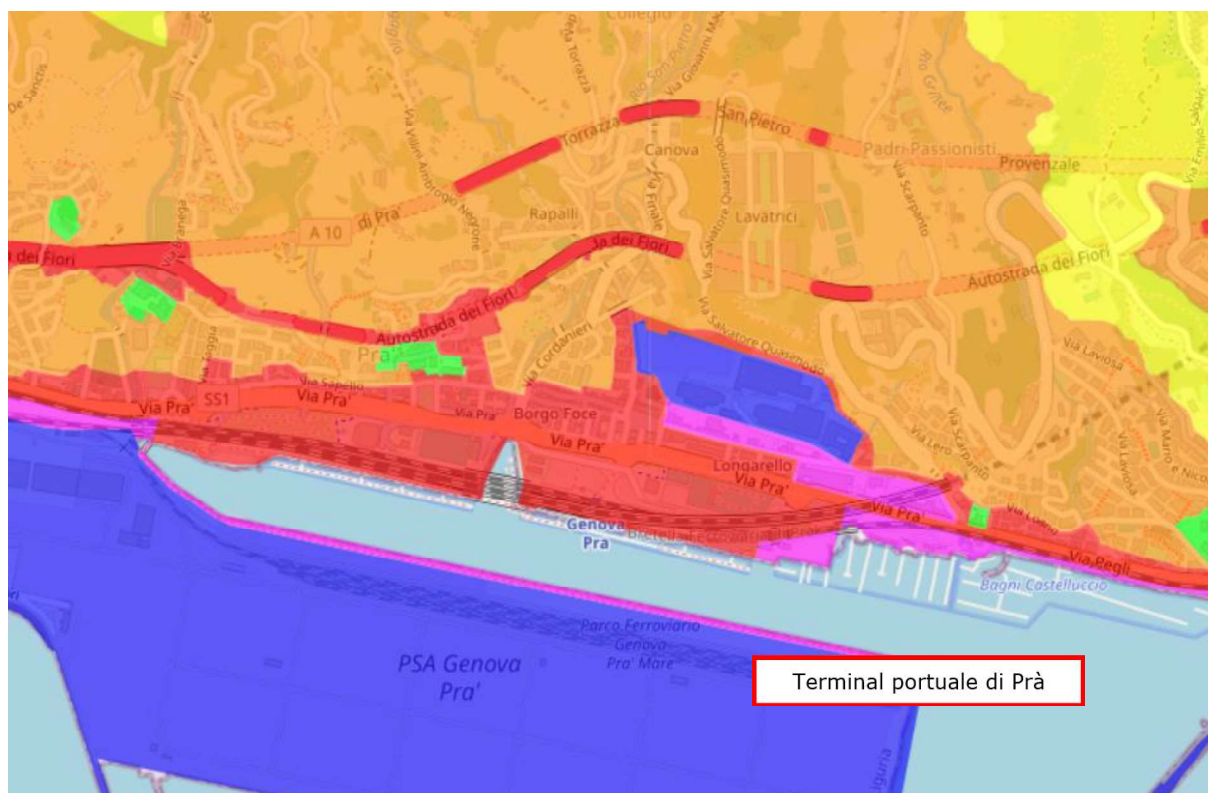
La stessa legge quadro indica tra le competenze dei comuni (art. 6) la predisposizione della classificazione acustica del territorio in conformità ai criteri previsti dai regolamenti regionali.

Nel caso di specie il Comune di Genova è dotato di un proprio piano di classificazione acustica, approvato con D.G.P. n. 234 del 24/04/2002, adottando classificazione e limiti contenuti nel D.P.C.M. 14/11/1997 e riportati nella successiva Tabella 5.10.

Tabella 5.10: Classificazione delle aree dove sono ubicati il porto di Pra' ed i ricettori

Classe	Definizione	TAB. B: Valori limite di emissione in dBA		TAB. C: Valori limite assoluti di immissione in dBA		TAB. D: Valori di qualità in dBA		Valori di attenzioni riferiti a 1 ora	
		Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
I	Aree particolarmente protette	45	35	50	40	47	37	60	45
II	Aree ad uso prevalentemente residenziale	50	40	55	45	52	42	65	50
III	Aree di tipo misto	55	45	60	50	57	47	70	55
IV	Aree di intensa attività umana	60	50	65	55	62	52	75	60
V	Aree prevalentemente industriali	65	55	70	60	67	57	80	65
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65	70	70	70	70	80	75

Dall'estratto della classificazione acustica riportato in Figura 5.1 si evince come le aree di lavoro del Porto di Pra' sono assegnate alla classe acustica VI; l'immediato intorno territoriale vede assegnata una fascia di rispetto di classe V, mentre le aree residenziali limitrofe ricadono principalmente in classe IV o III.



Classificazione acustica del territorio			Limiti di					
Classi di destinazione d'uso del territorio			immissione		emissione		qualità	
	Classe	Tipologia	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
VERDE	I	aree particolarmente protette	50	40	45	35	47	37
GIALLO	II	aree ad uso prevalentemente residenziale	55	45	50	40	52	42
ARANCIONE	III	aree di tipo misto	60	50	55	45	57	47
ROSSO	IV	aree di intensa attività umana	65	55	60	50	62	52
VIOLEA	V	aree prevalentemente industriali	70	60	65	55	67	57
BLU	VI	aree esclusivamente industriali	70	70	65	65	70	70

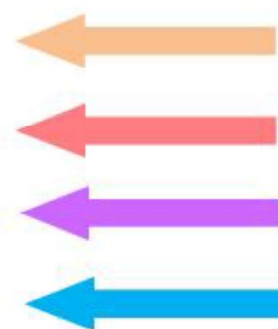


Figura 5.1: Estratto della classificazione acustica vigente (fonte: P.C.A. di Genova)

5.4.1.2 Valori limite differenziali di immissione

Fermo restando l'obbligo del rispetto dei limiti di zona fissati dalla zonizzazione acustica, le attività portuali devono rispettare le disposizioni di cui all'art. 4 comma 1, D.P.C.M. 14/11/1997 (cosiddetto "criterio differenziale") misurato presso i ricettori, specificando che i valori differenziali di immissione previsti sono:

- ✓ in periodo diurno: 5 dBA;
- ✓ in periodo notturno: 3 dBA.

Secondo l'art. 4, comma 2 del D.P.C.M. 14 novembre 1997 i valori differenziali di immissione non si applicano nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- ✓ se il rumore misurato a finestre aperte è inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e 40 dBA durante il periodo notturno;
- ✓ se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse è inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e 25 dBA durante il periodo notturno.

5.4.2 Metodologia di calcolo utilizzata

Per la valutazione della rumorosità ambientale si utilizza una metodologia basata sul metodo dell'attenuazione del rumore in campo aperto definito nella serie di norme UNI EN 11143:2005. I livelli di rumorosità indotta dall'attività vengono proiettati sull'area circostante e si valuta l'impatto acustico determinato secondo i modelli suggeriti dalla norma medesima:

- ✓ elaborazione del modello nel quale si determina la potenza sonora delle sorgenti di rumore come definito dalle norme ISO 3744, ISO 3746, ISO 8297 e UNI EN 12354-4;
- ✓ elaborazione del modello basato sul contributo delle sorgenti sonore specifiche basata sui metodi previsti dalla norma UNI 10855-9;
- ✓ elaborazione del modello basato sul metodo dell'attenuazione del rumore industriale in campo aperto definito nella norma ISO 9613-2;
- ✓ elaborazione del modello del rumore generato dal traffico circolante su infrastrutture stradali basato sul metodo francese NMPB-Routes-08.

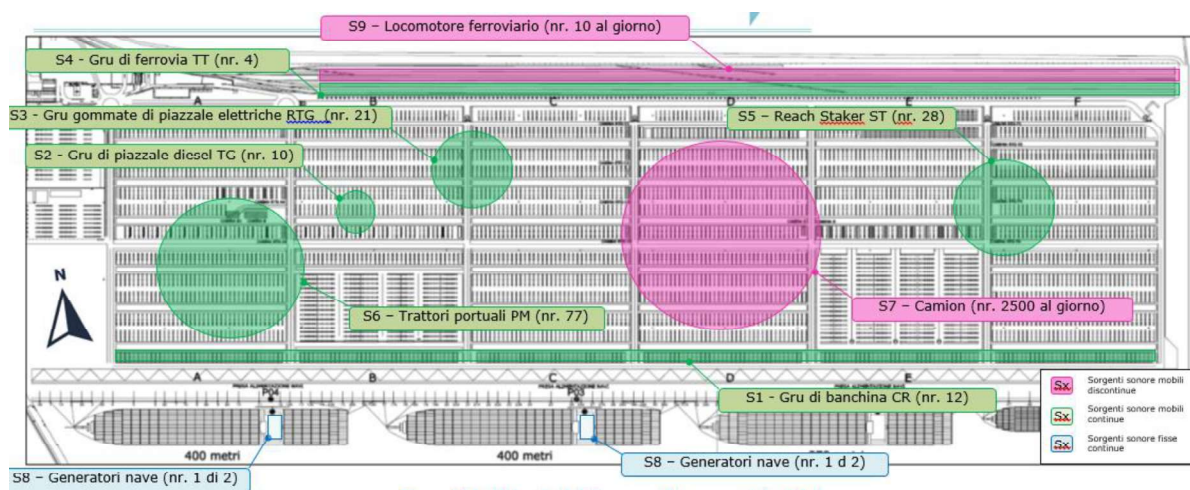
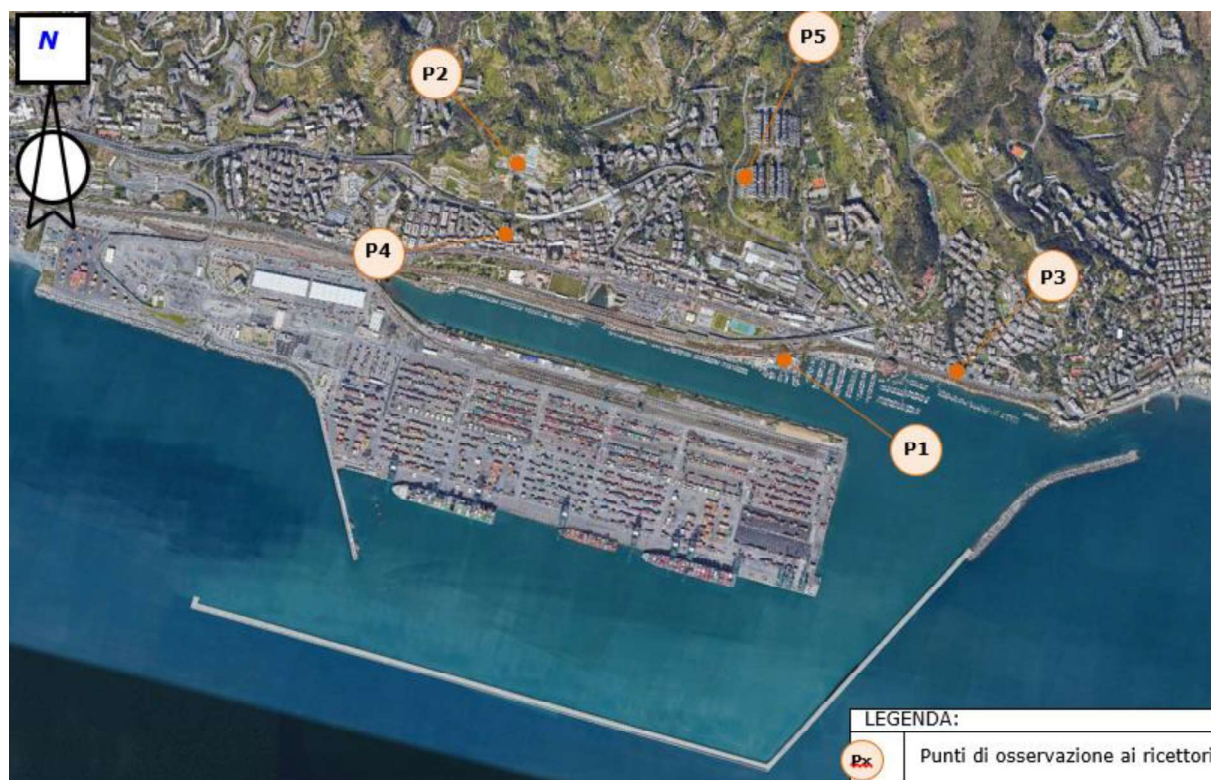
Il modello predittivo adottato per la valutazione è il Software Cadna-A vers. 187.5163 © DataKustik GmbH e l'impatto acustico determinato è evidenziato tramite rappresentazioni simulate, grafici e tabelle.

5.4.3 Rilievi eseguiti

La valutazione di livelli acustici attuali afferenti all'intorno territoriale del porto di Pra' è stata svolta secondo le seguenti fasi operative:

- ✓ analisi della problematica e verifica della documentazione disponibile;
- ✓ caratterizzazione acustica dell'area sede dell'analisi con effettuazione di rilievi fonometrici;
- ✓ caratterizzazione delle sorgenti sonore da rilievi fonometrici;
- ✓ individuazione dei ricettori;
- ✓ numero di navi ormeggiate in banchina;
- ✓ confronto dei livelli acustici riscontrati con i limiti previsti dalla normativa;
- ✓ elaborazione modellistica dei dati misurati.

I rilievi strumentali sono stati eseguiti nelle condizioni più gravose dal punto di vista acustico, ovvero durante l'esecuzione contemporanea di tutte le operazioni diurne e notturne svolte all'interno del bacino portuale sia in periodo diurno che notturno. Le misure sono state effettuate presso n. 5 punti di osservazione all'altezza dei ricettori posti a quote variabili con dislivelli poco pronunciati nella fascia costiera immediatamente a ridosso dell'area portuale al di là della Fascia di Rispetto di Pra', configurando così un campo più aperto mentre immediatamente a nord della stessa i dislivelli aumentano sino a caratterizzare un vero e proprio andamento collinare. I punti di rilevazione sono indicati in Figura 5.2 per la valutazione del clima acustico dell'area, mentre sono state misurate anche le sorgenti sonore dell'area portuale, indicate in Figura 5.3, per la taratura del modello di calcolo previsionale.



Le rilevazioni di rumore sono state eseguite il 10 e 11 Novembre 2021, di giorno e di notte dato che tutti i rilievi presso i ricettori sono stati della durata di 24 ore comprendendo interamente i periodi del tempo di riferimento (T_R) diurno e notturno. Tali rilievi eseguiti con metodica di integrazione continua ai sensi del D.M. 16/03/1998 e sono stati così eseguiti alla luce del fatto che le attività portuali vengono svolte in maniera pressoché continua presso il bacino portuale di Pra'. Per tutta la durata della misura sono risultate ormeggiate 2 navi in banchina.

Le attività di misurazione sono state condotte in condizioni meteorologiche compatibili con le specifiche richieste dal D.M. 16/03/1998, ovvero in presenza di vento inferiore a 5 m/s e in assenza di precipitazioni atmosferiche ed assenza di nebbia e/o neve.

Attraverso la successiva post-elaborazione dei fonogrammi diurni e notturni dei livelli ambientali L_A diurni e notturni rilevati è stato possibile acquisire informazioni specifiche sui livelli di pressione sonora correttamente contestualizzati alla sola rumorosità prodotto dall'insieme di tutte le sorgenti sonore della infrastruttura portuale nelle aree esterne al Porto e all'intorno dello stesso, discriminando il contributo dovuto alle altre sorgenti antropiche non correlabili alle lavorazioni del terminal portuale (principalmente il traffico stradale e ferroviario).

Nelle successive Tabella 5.11 e

Tabella 5.12 sono così sintetizzati i livelli sonori diurni e notturni suddivisi in due distinte colonne, l'una con livelli equivalenti ambientali comprensivi di tutte le matrici acustiche dell'area oggetto di valutazione e l'altra con livelli equivalenti ambientali che terranno conto del solo rumore portuale.

Tabella 5.11: Esito degli attuali livelli acustici misurati presso i punti ricettori in periodo diurno

Rif.	Coordinate geografiche	Descrizione	Sorgenti sonore diurne più significative	Distanza dalla sorgente	L _{Aeq, TM} comprensivo infrastrutture viarie (dBA) Diurno	L _{Aeq, TM} relativo sole sorgenti portuali (dBA) Diurno
P1	44°25'28.1" N 8°47'40.3" E	Cantiere navale di rimessaggio e manutenzione	S4 - Gru di ferrovia elettriche "TT"	300 m	72,7	60,8
		Via Pra', 11	Ferrovia Genova - Ventimiglia	30 m		
P2	44°25'44.9" N 8°47'02.9" E	Edifici dell'azienda "Il Pesto di Pra"	S8 - Generatore nave	1100 m	57,7	52,1
		Salita R. Ascherio, 3A	Autostrada A10	60 m		
P3	44°25'27.5" N 8°48'09.8" E	2° Piano condominiale	S4 - Gru di ferrovia elettriche "TT"	460 m	69,8	57,9
		Piazza Lido di Pegli, 4	S.P. n.1 e Ferrovia Genova - Ventimiglia	5 m - 20 m		
P4	44°25'40.7" N 8°46'57.1" E	5° Piano condominiale	S8 - Generatore nave	965 m	58,8	54,4
		Via Albenga, 14	S.P. n.1	60 m		
P5	44°25'45.5" N 8°47'33.2" E	3° Piano condominiale	S9 - Locomotore con vagoni ferroviari	690 m	62,5	53,3
		Via S. Quasimodo, 17	Autostrada A10	135 m		

Tabella 5.12: Esito degli attuali livelli acustici misurati presso i punti ricettori in periodo notturno

Rif.	Coordinate geografiche	Descrizione	Sorgenti sonore notturne più significative	Distanza dalla sorgente	L _{Aeq, TM} complessivo infrastrutture viarie (dBA) Notturno	L _{Aeq, TM} relativo sole sorgenti portuali (dBA) Notturno
P1	44°25'28.1" N 8°47'40.3" E	Cantiere navale di rimessaggio e manutenzione Via Pra', 11	S4 - Gru di ferrovia elettriche "TT"	300 m	64,6	54,0
			Ferrovia Genova - Ventimiglia	30 m		
P2	44°25'44.9" N 8°47'02.9" E	Edifici dell'azienda "Il Pesto di Pra"	S8 - Generatore nave	1100 m	51,8	46,1
		Salita R. Ascherio, 3A	Autostrada A10	60 m		
P3	44°25'27.5" N 8°48'09.8" E	2° Piano condominiale	S4 - Gru di ferrovia elettriche "TT"	460 m	66,4	51,6
		Piazza Lido di Pegli, 4	S.P. n.1 e Ferrovia Genova - Ventimiglia	5 m - 20 m		
P4	44°25'40.7" N 8°46'57.1" E	5° Piano condominiale	S8 - Generatore nave	965 m	54,5	46,6
		Via Albenga, 14	S.P. n.1	60 m		
P5	44°25'45.5" N 8°47'33.2" E	3° Piano condominiale	S9 - Locomotore con vagoni ferroviari	690 m	53,2	43,2
		Via S. Quasimodo, 17	Autostrada A10	135 m		

5.4.4 Risultati della Valutazione previsionale di impatto acustico

5.4.4.1 Analisi stato di fatto

Sulla base dei dati di emissione acustica rilevati e della caratterizzazione ambientale del sito, è stato implementato il modello predittivo in Cadna-A e elaborate le mappe di diffusione acustica a linee di isolivello a 15 m di altezza relative allo scenario di stato di fatto diurno e notturno, distinguendo il contributo acustico complessivo atteso da tutte le sorgenti (cfr. Figura 5.4 e Figura 5.6) da quello determinato unicamente dal sedime portuale (cfr. Figura 5.5 e Figura 5.7).

Nello specifico si è fatto uso dello standard della Norma UNI ISO 9613-2:2006 per la simulazione delle sorgenti facenti parte dell'area portuale: in particolare considerata la distanza delle sorgenti dai ricettori, esse sono state considerate per il periodo diurno come sorgenti fisse puntuali continue (generatori delle navi, gru di banchina e ferroviarie), sorgenti mobili lineari orizzontali discontinue (camion e locomotori) e sorgenti mobili lineari orizzontali continue (tutte le restanti gru di piazzale, staker e trattori). Nello scenario notturno non si ha invece la presenza della movimentazione merci con camion.

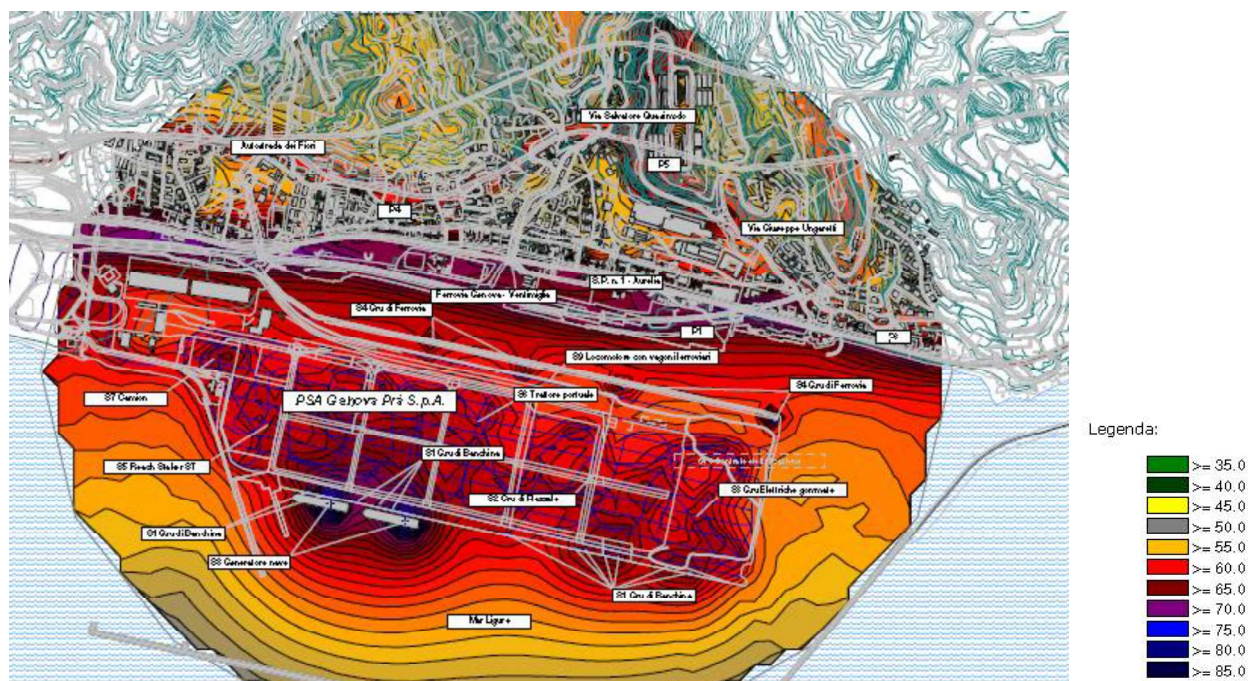


Figura 5.4: Mappa della rumorosità allo stato di fatto in periodo diurno – porto attivo comprensivo del traffico stradale e ferroviario

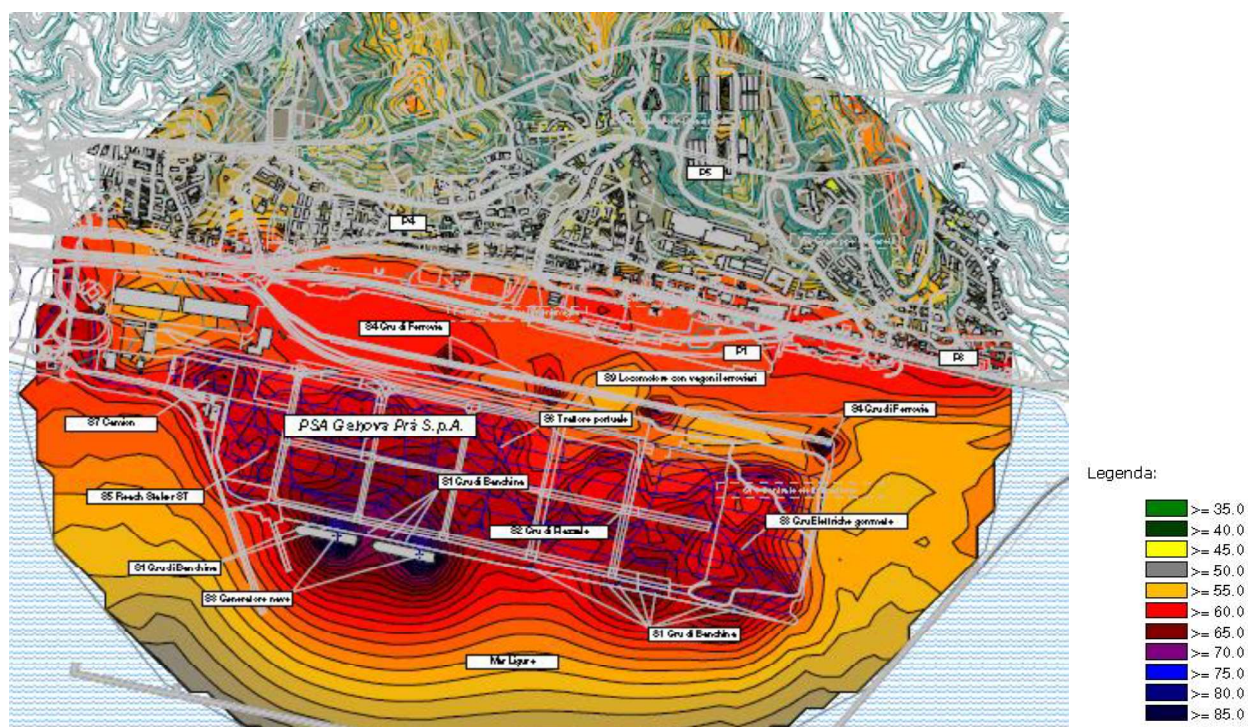


Figura 5.5: Mappa della rumorosità allo stato di fatto in periodo diurno – porto attivo escluso il traffico stradale e ferroviario

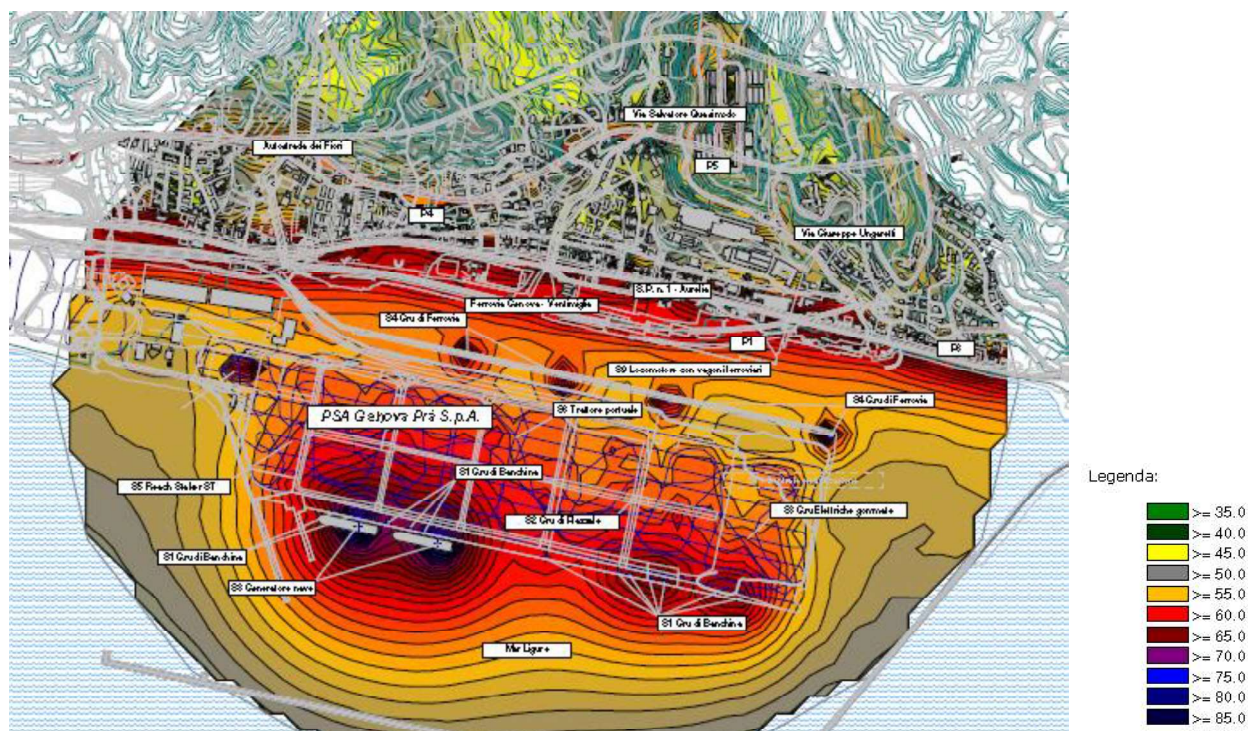


Figura 5.6: Mappa della rumorosità allo stato di fatto in periodo notturno – porto attivo comprensivo del traffico stradale e ferroviario

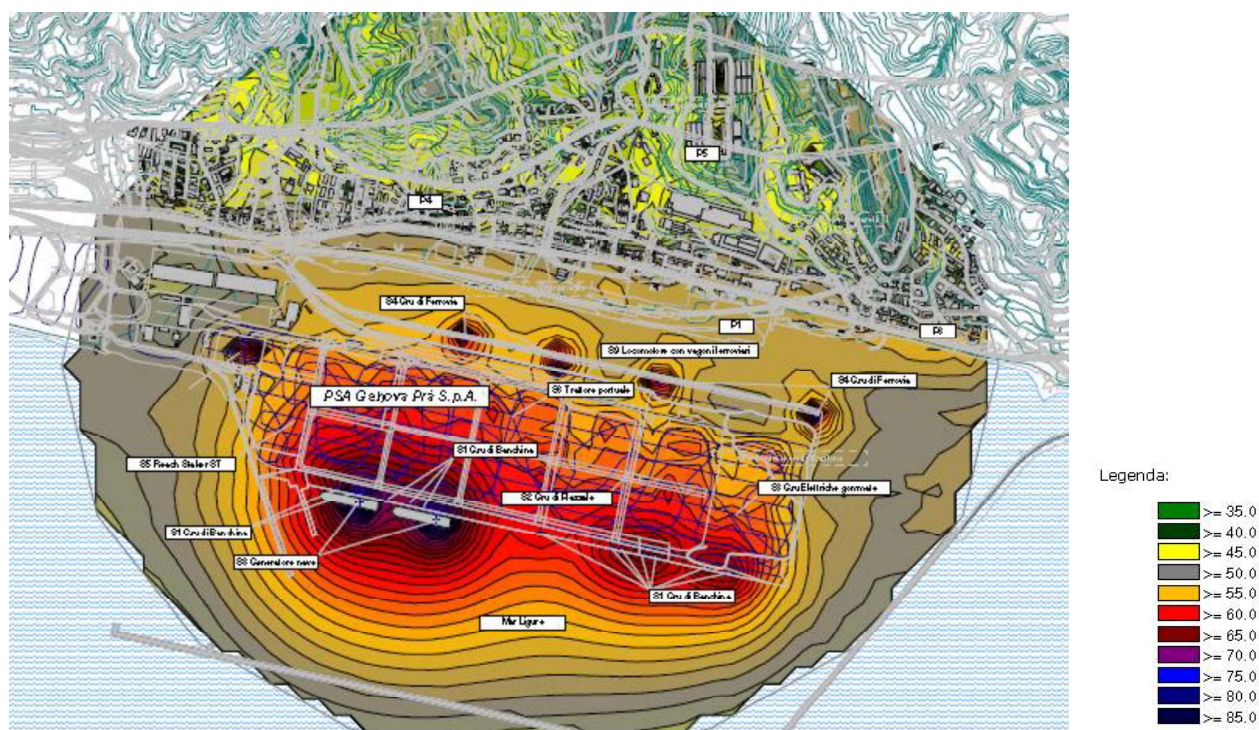


Figura 5.7: Mappa della rumorosità allo stato di fatto in periodo notturno – porto attivo escluso il traffico stradale e ferroviario

5.4.4.2 Analisi configurazione di progetto

Analogamente a quanto effettuato per lo stato di fatto si è provveduto a modellizzare all'interno del modello predittivo il layout portuale conseguente l'inserimento della centrale di elettrificazione (sorgente S10) che troverà spazio sul lato nord-est della placca portuale del terminal di Pra', come evidenziato nella successiva Figura 5.8.

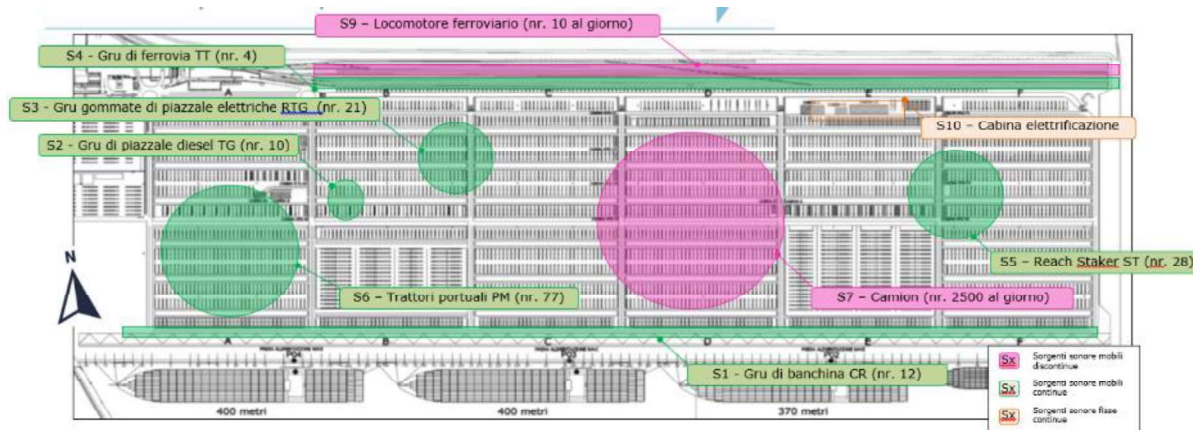


Figura 5.8: Localizzazione delle sorgenti sonore allo stato di progetto

Rispetto alla rappresentazione dello stato di fatto (cfr. precedente Figura 5.3) è possibile notare come le due sorgenti S8 afferenti ai nr. 2 generatori ausiliari delle navi (che in precedenza erano indicati nella parte a sud-est della planimetria) non sono più presenti nella configurazione futura in quanto essi cesseranno di funzionare grazie alla elettrificazione delle banchine.

La successiva Tabella 5.13 riporta le caratteristiche acustiche della nuova centrale di elettrificazione, che avrà un funzionamento continuo nell'arco delle 24 ore.

Tabella 5.13: Caratterizzazione acustica delle sorgenti sonore di progetto

Rif.	Sorgente sonora	Quota terreno	Quota da piano di campagna	Tipologia sorgente	Tempi di funzionamento	Livello acustico misurato
S10	Centrale elettrificazione	0 m	A terra	Puntuale con funzionamento fisso	24 ore su 24	66,8 dBA a 2 m

Sulla base dei dati di emissione acustica stimati dalla nuova installazione descritta in Tabella 5.13 e secondo la sua disposizione spaziale rappresentata in Figura 5.8, si è quindi provveduto ad aggiornare il modello e ad elaborare le nuove mappe di propagazione acustica a linee di isolivello con altezza di simulazione pari a 15 m analogamente a quanto effettuato per lo stato di fatto.

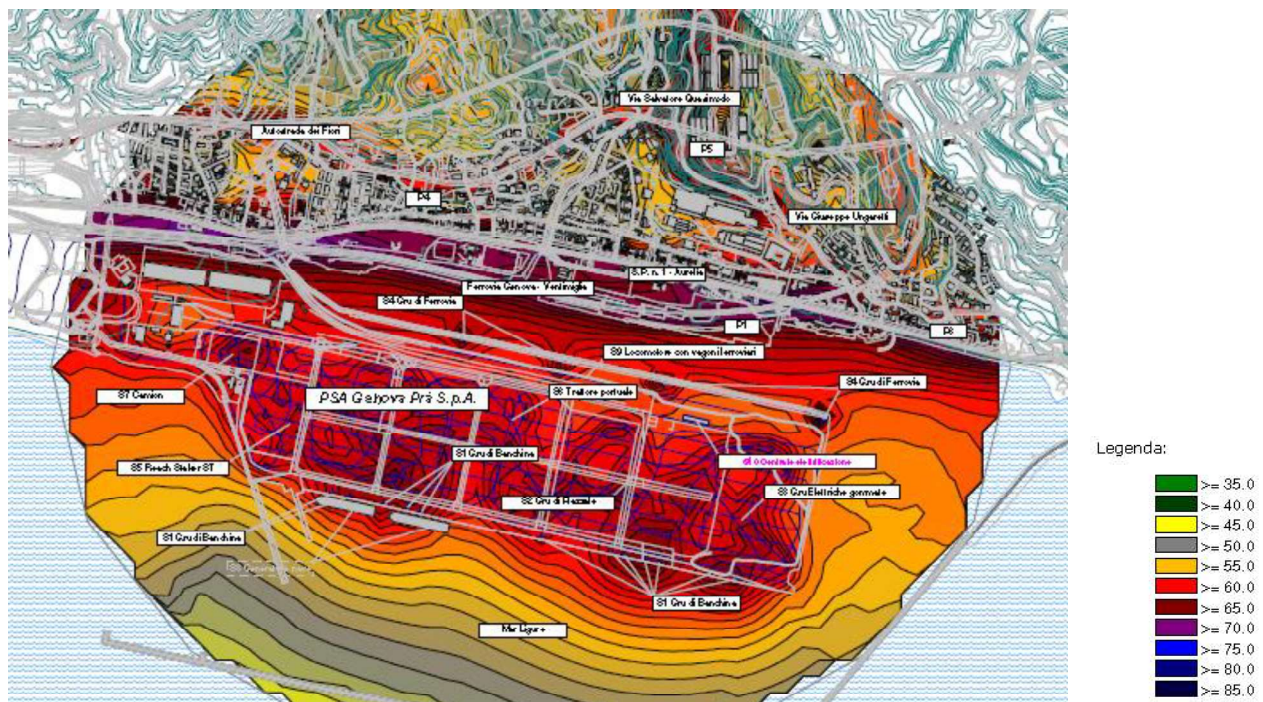


Figura 5.9: Mappa della rumorosità allo stato di progetto in periodo diurno – porto attivo comprensivo del traffico stradale e ferroviario

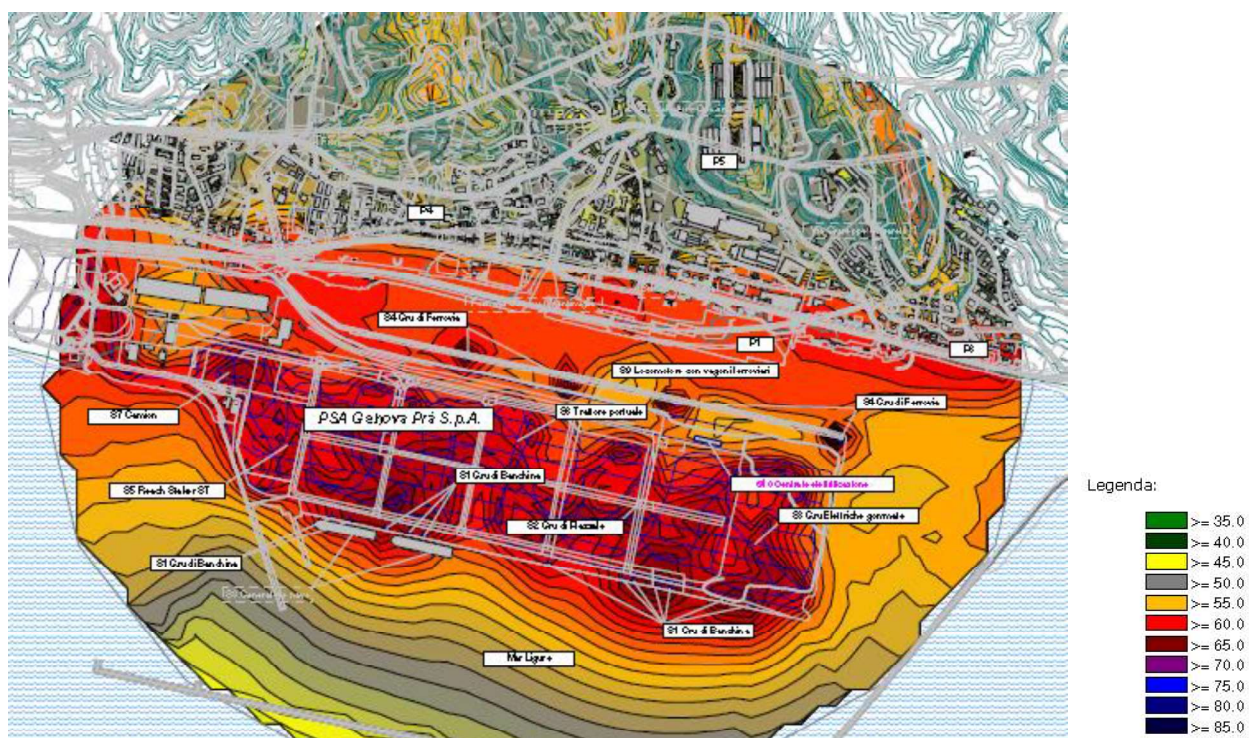


Figura 5.10: Mappa della rumorosità allo stato di progetto in periodo diurno – porto attivo escluso il traffico stradale e ferroviario

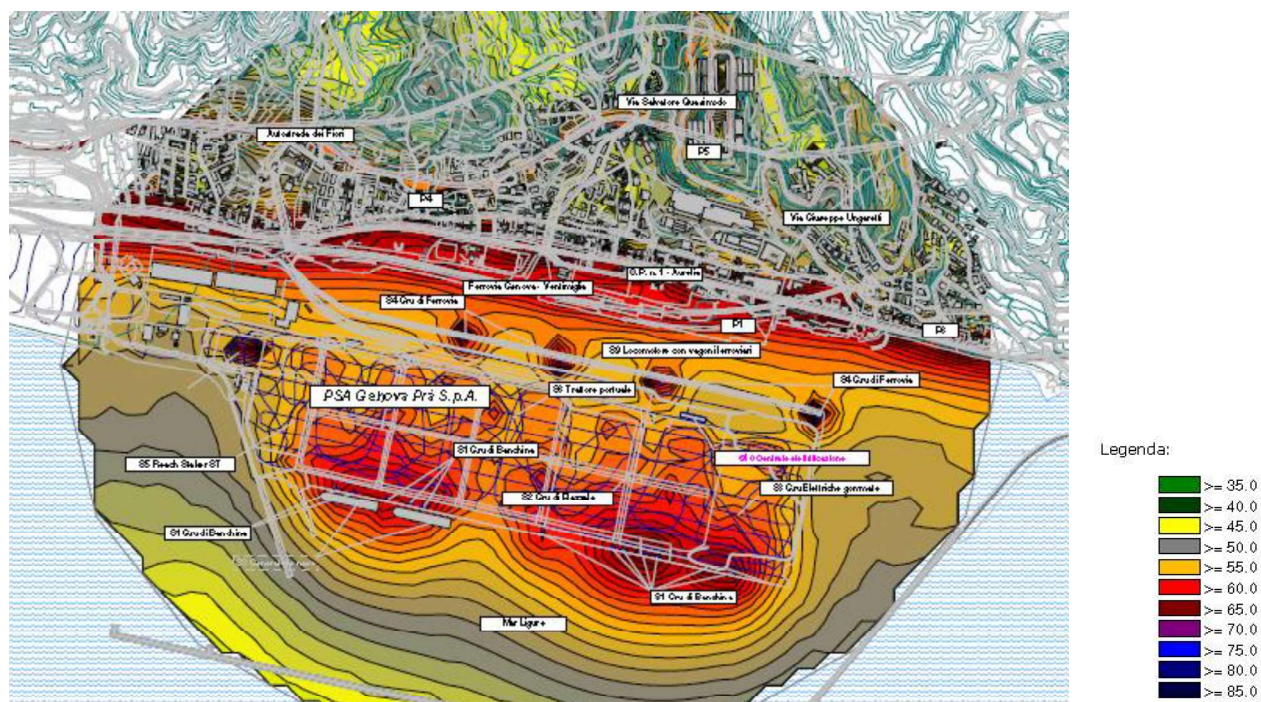


Figura 5.11: Mappa della rumorosità allo stato di progetto in periodo notturno – porto attivo comprensivo del traffico stradale e ferroviario

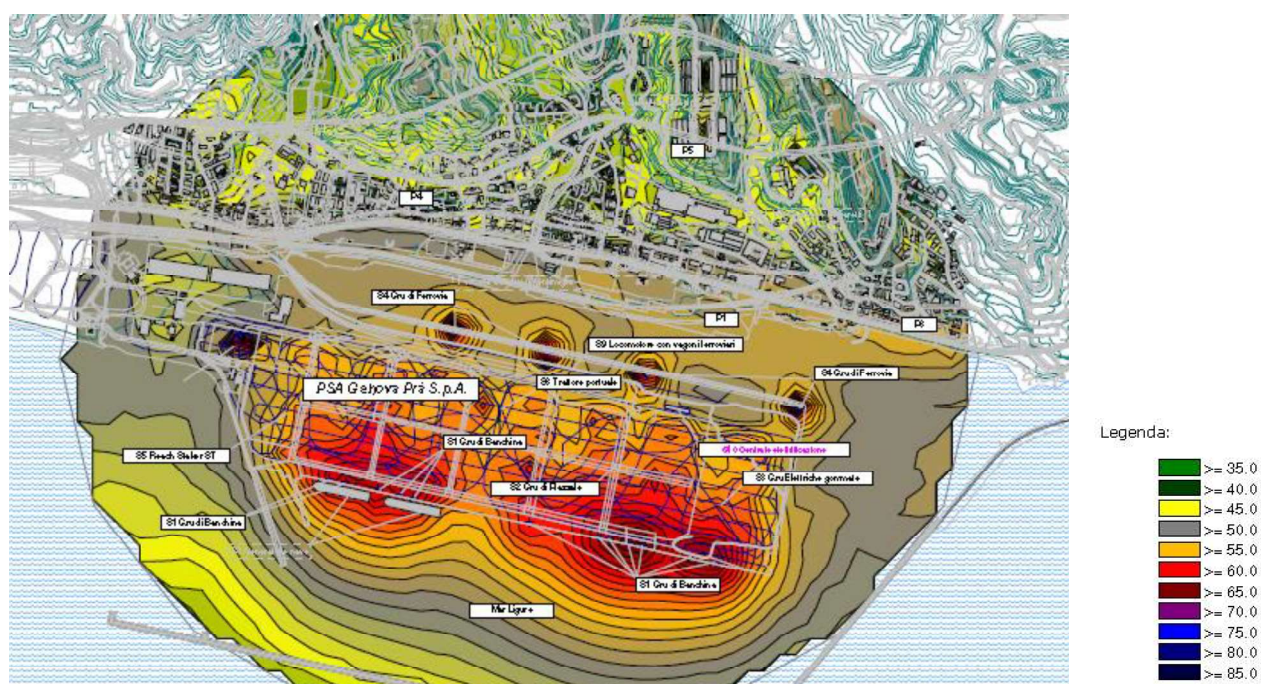


Figura 5.12: Mappa della rumorosità allo stato di progetto in periodo notturno - porto attivo escluso il traffico stradale e ferroviario

5.4.5 Considerazioni sulla componente Rumore e Proposta di Monitoraggio

Lo scopo dello studio di previsione di impatto acustico è consistito nella valutazione di situazioni di esposizione puntuale dei ricettori al rumore, per definire in termini strategici quale sia il miglioramento del "paesaggio" acustico dell'area rispetto alle diverse sorgenti di rumore presenti nell'ambito urbano del quartiere Pra'. Proprio in tale territorio, caratterizzato da edifici a diversi piani e con un pendice acclive delle colline su cui gli edifici sorgono, i livelli di rumore hanno avuto una variabilità significativa a seconda del ricettore analizzato, con livelli sonori con magnitudo superiori quando questi sono, come spesso accade, in vista della sorgente.

I livelli sonori generati a seguito del progetto di predisposizione all'elettificazione per l'alimentazione di nr. 2 navi presso la banchina del terminal portuale di Pra' nel Comune di Genova ed evidenziati con indagini fonometriche e stime di calcolo nella presente relazione, indicano una generale condizione di permanenza nei limiti di legge durante i tempi di riferimento diurno e notturno, con un consistente miglioramento dell'impatto acustico alla luce del fatto che la componente sonora dovuta ai generatori ausiliari delle navi, nello stato di progetto sarà totalmente eliminata.

Nei paragrafi successivi si sintetizzano le risultanze degli output modellistici con i confronti dei livelli attesi nella configurazione acustica attuale e futura e i limiti acustici vigenti.

Al fini della conferma dell'efficacia dell'intervento di elettificazione, si potrà prevedere lo svolgimento di campagne annuali di monitoraggio acustico *post operam* per la quantificazione dell'effettiva riduzione dei livelli di emissione.

5.4.5.1 Confronto coi livelli di emissione

I limiti di emissione stimati risulteranno rispettati nel periodo diurno e notturno all'altezza dei ricettori posti in prossimità del terminal portuale di Pra'.

Dalla lettura dei grafici sottostanti in Figura 5.13 appaiono evidenti i miglioramenti che si otterranno, dato che le emissioni di rumore dei motori delle navi saranno particolarmente ridotti (in pratica azzerati) grazie al processo di elettificazione delle banchine. A tale intervento è da affiancare anche la presenza della nuova cabina di elettificazione, con livelli sonori emessi che saranno piuttosto contenuti e quindi non percepibili in concomitanza dei punti esterni ricettori di osservazione.

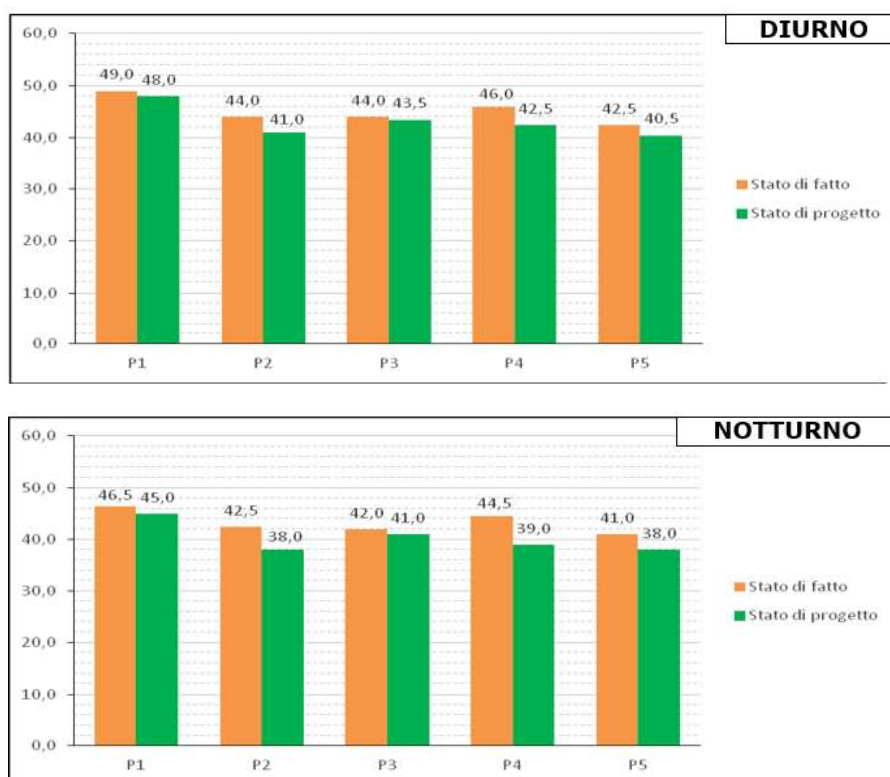


Figura 5.13: Confronto tra i livelli di emissione misurati nello stato di fatto con i livelli di emissione predetti nello stato di progetto nei tempi di riferimento diurno (sopra) e notturno (sotto)

5.4.5.2 Confronto coi livelli assoluti di immissione

I limiti assoluti di immissione attuali e stimati risultano rispettati nel periodo diurno e notturno all'altezza dei ricettori posti in prossimità del terminal portuale di Pra'.

La sottostante Figura 5.14, riporta il confronto tra i limiti assoluti di immissione dello stato di fatto ed i limiti di immissione dello stato di progetto.

La lettura dei grafici soprastanti permette di evidenziare, analogamente a quanto riportato nel paragrafo precedente, un miglioramento della situazione sonora di progetto rispetto a quella attuale, con benefici maggiori attesi presso i ricettori P2 e P4, in particolar modo nel periodo notturno.

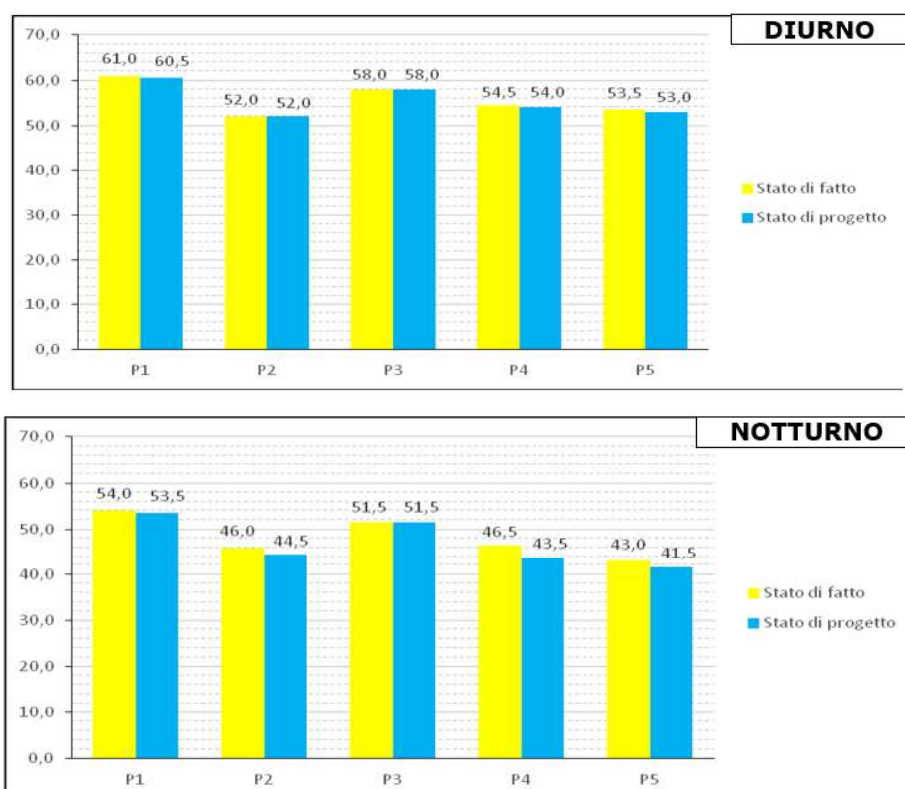


Figura 5.14. Confronto tra i livelli assoluti di immissione misurati nello stato di fatto con i livelli di emissione predetti nello stato di progetto nei tempi di riferimento diurno (sopra) e notturno (sotto)

5.4.5.3 Confronto coi livelli assoluti differenziali di immissione

I limiti differenziali di immissione attuali e stimati risultano rispettati presso i ricettori all'altezza dei ricettori posti in prossimità del terminal portuale di Pra'.

La sottostante Figura 5.15 riporta graficamente il già noto decremento numerico del livello differenziale di immissione stimato di giorno e di notte, dato dalle emissioni sonore delle attività portuali dove nel progetto decadrà la componente acustica dei generatori delle navi cui prenderà posto il contributo acustico irrisorio della centrale di elettificazione della banchina.

I decrementi numerici del criterio differenziale (ovvero del contributo delle sorgenti portuali rispetto al rumore di fondo determinato da strade e ferrovia), dovuti alla elettificazione delle banchine con contestuale azzeramento delle sonorità dei motori delle navi, risultano piuttosto significativi nel periodo notturno, come per esempio per i ricettori P2 e P4 (- 0,4 dBA nel periodo notturno).

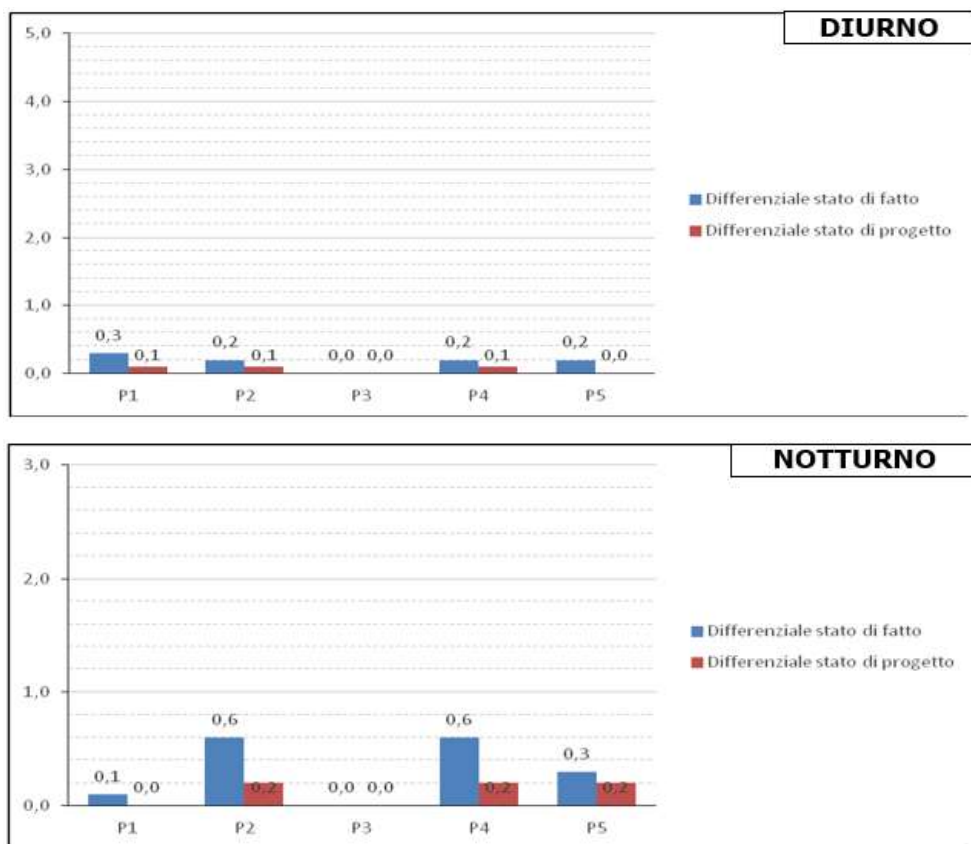


Figura 5.15: Confronto tra i livelli differenziali di immissione con indicazione del contributo percentuale e numerico in presenza dei generatori ausiliari delle navi (stato di fatto) ed in assenza degli stessi a seguito del processo di elettrificazione (stato di progetto) in periodo diurno (sopra) e notturno (sotto)

In sintesi, dallo studio di previsione di impatto acustico condotto il nuovo scenario acustico di progetto che prevede la elettrificazione della banchina portuale (con contestuale collegamento alla rete di alimentazione di nr. 2 navi) è attestata una netta riduzione della problematica generata dal rumore del motore delle navi ormeggiate presso il terminal portuale di Pra'.

5.5 RIDUZIONE EMISSIONE GAS CLIMALTERANTI

5.5.1 Premessa

Le emissioni climalteranti evitate sono calcolate come differenza tra le emissioni dirette prodotte nello scenario di baseline (in conseguenza dell'utilizzo di combustibili fossili nei generatori presenti a bordo nave) e quelle indirette prodotte nello scenario di progetto (in conseguenza del prelievo dalla rete elettrica nazionale di una quantità di energia pari a quella che nella baseline sarebbe stata prodotta tramite generatori con utilizzo di combustibili fossili).

Per lo svolgimento dell'attività richiesta si sono svolte le seguenti fasi principali:

- ✓ l'elaborazione di un modello per la valutazione ex post degli effetti sul clima in termini di emissioni di gas climalteranti evitate (esprese in tonnellate di CO₂-equivalente) grazie all'intervento di elettrificazione realizzato, in relazione alla quantità di energia elettrica fornita alle navi dalla rete nazionale;
- ✓ l'identificazione dei valori di riferimento da utilizzare nello studio; una lista preliminare, non esaustiva, include i fattori di emissione dell'energia elettrica prelevata dalla rete nazionale e la loro variazione attesa nel tempo, i fattori di emissione dei combustibili navali, le efficienze di produzione elettrica dei generatori presenti sulla tipologia di navi alimentate dalla rete nazionale, etc.;

- ✓ l'identificazione delle variabili da considerarsi come dati primari di input al modello elaborato, da monitorare e raccogliere a cura del Cliente; una lista preliminare, non esaustiva, include l'energia elettrica fornita dalla rete nazionale alle navi, le caratteristiche degli impianti di autoproduzione elettrica delle navi collegate alla rete, la loro efficienza, il combustibile utilizzato, etc.;
- ✓ l'elaborazione di una checklist di raccolta dei dati di input necessari per il modello, da utilizzarsi per la valutazione delle emissioni evitate nel primo periodo di funzionamento del sistema di cold ironing;
- ✓ la proposta di un piano per il successivo monitoraggio delle variabili del modello che consenta la valutazione delle emissioni climalteranti evitate anche nei prossimi anni;
- ✓ la presentazione nel presente rapporto tecnico del modello, delle ipotesi e dei valori di riferimento utilizzati, dei dati operativi raccolti e dei risultati ottenuti e del piano di monitoraggio proposto per gli anni futuri.

5.5.2 Metodologia

Per la raccolta dei dati necessari all'esecuzione della valutazione è stata sviluppata una checklist che è stata condivisa con l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale (nel seguito AdSP). La checklist prevedeva la raccolta di dati in merito alla fornitura ed alla domanda di energia, come descritto nel seguito.

Per quanto riguarda i dati relativi alla fornitura di energia, le richieste includevano:

- ✓ numero di punti di connessione con la rete elettrica nazionale e relativa capacità massima (MW) e tensione/frequenza di fornitura (kV/Hz);
- ✓ presenza di eventuali contratti di fornitura di energia elettrica da fonte rinnovabile (es. tramite specifici PPA – power purchase agreements con produttori da fonti rinnovabili o tramite acquisto sul mercato di GO – garanzie d'origine) e quantità annua di energia disponibile (es. *1.000 MWh/y tramite PPA con produttore di energia elettrica da impianti eolici*);
- ✓ eventuale presenza di impianti di autoproduzione energetica da fonti rinnovabili, con dettagli relativi a tipologia, fonte energetica utilizzata, potenza installata e produzione elettrica annua (es. *impianto solare fotovoltaico da 1.000 kWp, produzione elettrica 1.300 MWh/y*);
- ✓ eventuale presenza di impianti di autoproduzione energetica da fonti fossili, con dettagli relativi a tipologia, combustibile utilizzato, potenza installata, efficienza e produzione elettrica annua (es. *impianto di cogenerazione, motore alternativo a gas naturale da 1.000 kW, efficienza elettrica 40%, produzione elettrica 6.000 MWh/y*);
- ✓ numero di punti di fornitura di energia elettrica a navi e relativa capacità massima erogabile (MW) e tensione/frequenza di fornitura (kV/Hz);
- ✓ layout dell'area oggetto dell'intervento con identificazione dei punti di prelievo energia elettrica dalla rete, degli eventuali impianti di autoproduzione energetica (a fonti rinnovabili o fossili) e dei punti di fornitura di energia elettrica a navi;
- ✓ sistemi di monitoraggio dei consumi elettrici presenti nell'area oggetto dell'intervento, con specifica del grado di dettaglio funzionale e temporale del monitoraggio (es. *monitoraggio tramite portale fornitore energia elettrica, con risoluzione oraria della quantità di energia elettrica prelevata dalla rete nazionale; monitoraggio continuo con risoluzione fino a 1 s, tramite strumenti di proprietà, della quantità di energia elettrica fornita alla nave*).

Per quanto riguarda i dati relativi alla domanda di energia, le richieste includevano:

- ✓ numero annuo di navi alimentabili con energia elettrica fornita dalla banchina;
- ✓ numero medio di ore di sosta in porto per ciascuna nave con indicazione della percentuale di queste ore in cui la domanda elettrica della nave potrebbe essere coperta dalla fornitura dalla banchina, consentendo il completo spegnimento dei generatori di bordo;
- ✓ tipologia e taglia delle navi a cui sarà fornita energia elettrica (es. *container ship, capacità 15.000 TEU, LOA 350 m, GT 150.000 t*); se le tipologie di navi alimentabili sono molto differenti, indicare una ripartizione percentuale di massima del numero di navi annue tra le diverse tipologie;
- ✓ se disponibili, caratteristiche tecniche, efficienza e combustibile utilizzato dagli impianti di produzione elettrica presenti a bordo delle navi a cui sarà fornita energia elettrica; se non disponibili, questi valori saranno ipotizzati da RINA sulla base di letteratura tecnica, database ed esperienza nel settore, in funzione della tipologia e taglia delle navi, richiesta al punto precedente.

In seguito alla condivisione della checklist con l'AdSP si sono ricevuti documenti sufficienti per completare la valutazione, in particolare in merito a:

- ✓ layout dell'area, numero e caratteristiche dei punti di connessione elettrica;
- ✓ numero annuo di accosti navi, con relativa durata e potenza media;
- ✓ energia elettrica teoricamente fornibile in funzione di numero accosti, durata e potenza media, e quota praticamente erogabile in funzione di altri vincoli operativi;
- ✓ assenza di impianti di autoproduzione energetica da fonti rinnovabili o cogenerazione, assenza di contratti di fornitura energia elettrica da fonti rinnovabili, assenza di sistemi di monitoraggio dei consumi elettrici;
- ✓ caratteristiche tipiche degli impianti di produzione energia elettrica presenti a bordo delle navi alimentate.

5.5.3 Valutazione delle emissioni evitate

La valutazione delle emissioni climalteranti evitate grazie al progetto è effettuata secondo il modello descritto dalla seguente formula.

$$GHG_{evit} = \sum_i E_{el,nave,i} \cdot (SFOC_i \cdot EF_{fuel,i} - EF_{el,rete})$$

Dove:

- ✓ GHG_{evit} indica le emissioni climalteranti evitate grazie al progetto, espresse in tonnellate di CO₂-equivalente nel periodo a cui è estesa la sommatoria (un anno, se la valutazione è svolta come in questo caso considerando le navi a cui viene fornita energia elettrica da terra nell'arco di un anno);
- ✓ $E_{el,nave,i}$ indica la quantità di energia elettrica fornita da terra alla i-esima nave, espressa in MWh;
- ✓ $SFOC_i$ indica lo *Specific Fuel Oil Consumption*, ovvero il consumo medio di combustibile per la produzione di energia elettrica dei generatori della i-esima nave, espresso in tonnellate di combustibile per MWh elettrico prodotto;
- ✓ $EF_{fuel,i}$ è il fattore di emissione del combustibile utilizzato dai generatori della nave i-esima per la produzione di energia elettrica, tipicamente MDO – Marine Diesel Oil, per cui il valore è presentato nel seguito
- ✓ $EF_{el,rete}$ è il fattore di emissione della rete da cui viene fornita energia elettrica alle navi, presentato nel seguente paragrafo **Error! Reference source not found.**

5.5.4 Dati primari e Valori di Riferimento

Analizzando la formula che rappresenta il modello di calcolo delle emissioni climalteranti evitate si nota come essa contenga alcuni dati primari che devono essere raccolti da AdSP per garantire il calcolo accurato delle emissioni evitate, ed alcuni valori di riferimento che devono invece essere tratti da fonti affidabili di letteratura scientifica.

I dati primari, da raccogliere per ciascuna nave alimentata nell'arco dell'anno, sono quelli elencati di seguito:

- ✓ l'energia elettrica fornita $E_{el,nave,i}$;
- ✓ il combustibile utilizzato dai generatori presenti a bordo della nave;
- ✓ il consumo specifico di combustibile dei generatori $SFOC_i$.

I valori di riferimento da fornire al modello sono invece quelli riportati nell'elenco seguente, insieme al valore numerico utilizzato nella presente valutazione ed alla relativa fonte:

- ✓ per l'energia elettrica prelevata dalla rete nazionale:
 - un fattore di conversione in energia primaria pari a 2,17 kWh_p/kWh_e, tratto dalla Delibera AEEG [10] (ora ARERA) EEN 3/08,
 - un fattore di emissione gas serra pari a 0,258 kgCO₂e/kWh, calcolato per l'anno 2020 dal report ISPRA "Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico" [11];
- ✓ per il combustibile MDO – Marine Diesel Oil utilizzato dai generatori di tutte le navi a cui viene fornita energia elettrica:
 - una densità di 0,89 kg/l, tratta dalla norma ISO 8217 [12];
 - un potere calorifico inferiore di 11,87 kWh_p/kg, tratto dalla norma UNI TS 11300-2 [13];

- un fattore di emissione gas serra pari a 3,255 tCO₂e/t, tratto dal 4th IMO GHG Study del 2020 [14], risultante dall'applicazione ai fattori di emissione di 3,206 tCO₂/t, 0,05 tCH₄/t e 0,18 tN₂O/t dei fattori GWP – Global Warming Potential tratti dall'IPCC 5th Assessment Report [15], pari a 1 per CO₂, 28 per CH₄ e 265 per N₂O;
- ✓ per il consumo specifico di combustibile dei generatori, un valore di 217 g/kWh, tratto dall'Air Pollution Emission Inventory Guidebook 2019 pubblicato da EMEP/EEA, determinato con riferimento a "container ships" dotate di "medium speed diesel generators" come "auxiliary engines", operanti in porto con carico medio del 40%.

5.5.5 Valutazione delle emissioni evitate

Questo capitolo è dedicato alla quantificazione delle emissioni climalteranti evitate, effettuata tramite l'applicazione del modello presentato nel capitolo precedente ai dati forniti da AdSP, ed alla definizione di un piano di monitoraggio dei dati necessari all'aggiornamento annuale della valutazione delle emissioni climalteranti evitate.

Sulla base delle informazioni fornite da AdSP, il sistema di cold ironing installato presso le banchine del terminal container di Prà permetterà l'alimentazione di 1.168 navi/anno, con una potenza media di 1.000 kW ed una durata media dell'accosto di 24 h.

Sulla base di questi valori si ottiene una quantità teorica di energia elettrica fornibile alle navi pari a 28.032 MWh/anno. Tuttavia, nell'analisi costi-benefici effettuata in merito al progetto emerge come solo una parte pari al 26.3% di questa energia elettrica teoricamente erogabile sia effettivamente fornibile alle navi ormeggiate (a causa di vincoli operativi o tecnologici quali la non predisposizione della nave per l'alimentazione elettrica da terra, una durata dell'accosto troppo breve, etc.): l'energia elettrica effettivamente erogabile alle navi da terra risulta dunque pari a 7.377 MWh/anno.

Nei dati forniti da AdSP, il consumo medio specifico di combustibile MDO per le navi a cui viene fornita energia elettrica da terra è indicato in 0,350 l/kWh, corrispondenti a 0,3115 kg/kWh sulla base della densità; tuttavia, tale valore risulta sovrastimato rispetto alle caratteristiche medie delle navi portacontainer di tale stazza, come riportate nel citato report EMEP/EEA: nella presente valutazione è stato dunque considerato un consumo specifico di combustibile MDO pari a 0.217 kg/kWh.

Risulta quindi che i 7.377 MWh/anno di energia elettrica nello scenario di baseline sarebbero stati prodotti a partire da un consumo di MDO di 1.601 t/anno.

I risultati della valutazione, basati sull'applicazione del modello presentato nel paragrafo seguente, ai dati primari presentati sopra ed ai valori di riferimento, sono mostrati in Tabella 5.14. Si può notare che a fronte della riduzione a zero del consumo di combustibile MDO nel periodo di alimentazione delle navi con energia elettrica da terra, si ottiene una riduzione del 16% del fabbisogno di energia primaria e del 63% delle emissioni di gas serra.

Tabella 5.14: Risultati della Valutazione

Indicatore	Situazione Iniziale	Situazione Finale	Riduzione	Unità di Misura
Consumo di energia elettrica	7.377	7.377	0	MWh _e /anno
Consumo di MDO	1.601	0	1.601	t/anno
Fabbisogno di energia primaria	19.001	16.040	2.961	MWh _p /anno
Emissioni climalteranti	5.211	1.905	3.305	tCO ₂ e/anno

Gli stessi risultati sono mostrati graficamente nei diagrammi seguenti: la Figura 5.16 mostra il confronto tra situazione iniziale e finale in termini di consumo di combustibile MDO, fabbisogno di energia primaria ed emissioni climalteranti, mentre la Figura 5.17 mostra la variazione in termini relativi per le stesse grandezze.

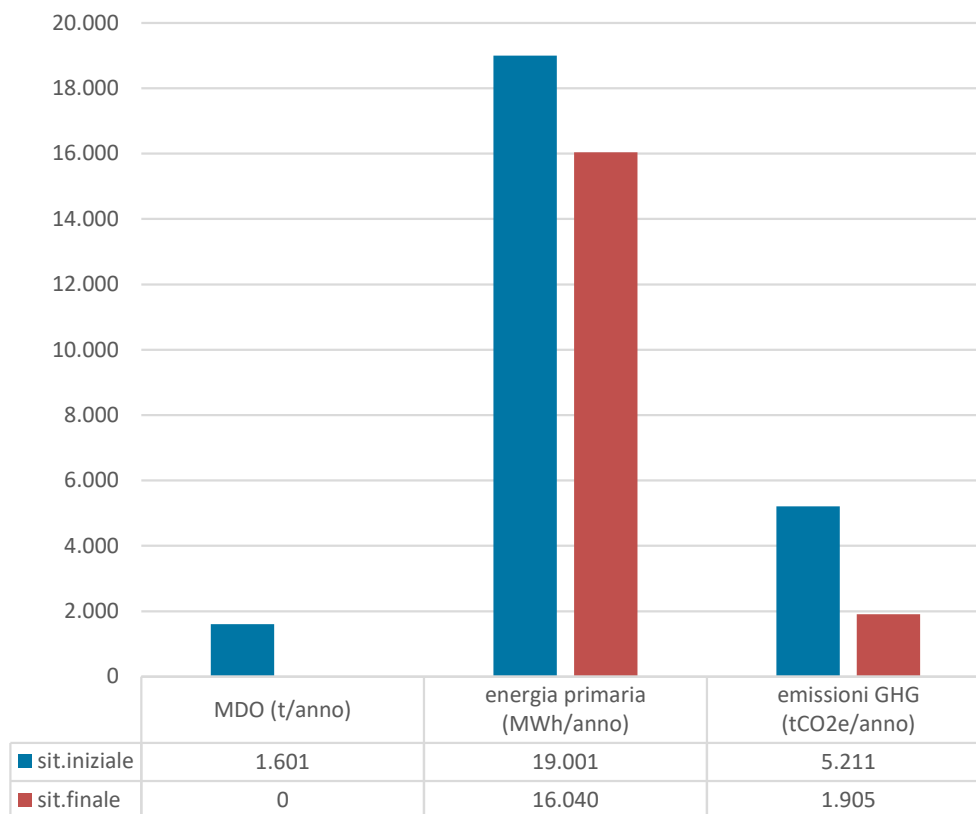


Figura 5.16: Confronto Situazione Iniziale – Situazione Finale

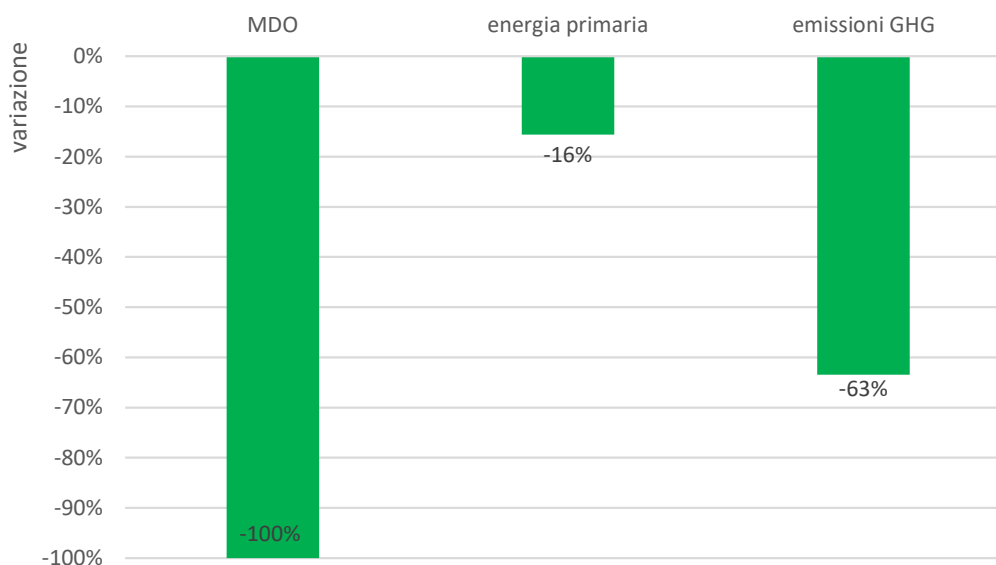


Figura 5.17: Variazioni Relative tra Situazione Iniziale e Finale

5.5.6 Considerazioni sulla componente GHG e Proposta di Monitoraggio

La valutazione è partita dall'elaborazione di un modello per il calcolo delle emissioni di gas di gas serra evitate grazie all'intervento realizzato, in relazione alla quantità di energia elettrica fornita alle navi dalla rete nazionale ed alle caratteristiche dei sistemi di generazione elettrica presenti a bordo delle navi alimentate, e si è basata sulla raccolta di dati da AdSP e la ricerca di valori di riferimento in letteratura.

Sulla base delle informazioni fornite, il sistema di cold ironing di Prà permetterà l'alimentazione di 1.168 navi/anno, con una potenza media di 1.000 kW ed una durata media dell'accosto di 24 h; il 26.3% dell'energia elettrica teoricamente erogabile, pari a 7.377 MWh/anno, sarà effettivamente fornibile alle navi ormeggiate, tenendo conti di tutti i vincoli operativi o tecnologici.

Questo consentirà la riduzione a zero del consumo di combustibile MDO nel periodo di alimentazione delle navi con energia elettrica da terra, e conseguentemente una riduzione del 16% del fabbisogno di energia primaria e del 63% delle emissioni di gas serra associati, pari a 3.305 tCO₂e/anno.

Al fine di consentire il monitoraggio annuale delle emissioni climalteranti evitate, si potrà prevedere l'acquisizione/elaborazione dei dati monitorati tramite i dispositivi di misura dell'energia elettrica presso ciascun punto di fornitura per determinare la quantità di energia elettrica fornita a ciascuna nave durante ciascun accosto, da confrontare con i valori di combustibile altrimenti utilizzato dai generatori presenti a bordo delle navi; considerando le caratteristiche delle navi registrate nel corso di ciascun anno.

La disponibilità di questi dati (sia primari da monitorare da parte di AdSP che valori di riferimento da trarre da fonti affidabili di letteratura) permetterà la verifica ex-post delle emissioni climalteranti evitate nel corso di ciascun anno successivo all'entrata in servizio del sistema di cold ironing.

Per quanto concerne i valori di riferimento, il principale dato da monitorare con frequenza annuale – a causa della costante variazione del mix energetico – è il fattore di emissione che indica le emissioni climalteranti generate per la produzione dell'energia elettrica fornita alle navi; tale valore risulta reperibile presso relazioni e rapporti annualmente pubblicati da ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Gli altri valori di riferimento possono essere considerati costanti per un numero significativo di anni, non essendo attese variazioni significative nelle caratteristiche dei combustibili utilizzati.

La disponibilità di dati puntuali per ciascuna nave ed accosto consentirà una accurata applicazione del modello elaborato nella presente analisi e conseguentemente la possibilità di determinare ex-post le emissioni climalteranti evitate nel corso di ciascun anno successivo all'entrata in servizio del sistema di cold ironing.

6 CONCLUSIONI

Il Grant Agreement n. INEA/CEF/TRAN/M2014/1037689 (e relativi emendamenti), sottoscritto da INEA ed Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale per il finanziamento nell'ambito di fondi CEF dell'intervento di elettificazione della banchina del Porto di Pra', prevede la realizzazione di uno studio di valutazione degli impatti sul clima ("ex post climate change assessment") riconducibili a tale intervento.

L'intervento di elettificazione, nell'ambito dell'azione INES-*Implementing New Environmental Solutions in the Port of Genoa*. 2014-IT-TM-0276-W, ha come oggetto la banchina presso il terminal container di Pra'/Voltri. Il progetto consente l'alimentazione contemporanea da terra di due navi portacontainer di grandi dimensioni alla tensione di 6,6 kV e frequenza di 60 Hz. L'obiettivo del nuovo sistema di alimentazione è quello di garantire la piena operatività della nave senza l'impiego delle centrali di produzione di energia di bordo.

Il presente elaborato costituisce lo studio di valutazione degli impatti sul clima relativamente all'intervento di elettificazione della banchina del porto di Pra' tramite cold ironing, con particolare riferimento alle componenti ambientali Atmosfera, Rumore e Gas climalteranti.

Le analisi condotte hanno permesso di evidenziare che:

- ✓ per la componente atmosfera:
 - i Porti sono responsabili di un grande volume di emissioni di inquinanti (PM10, NOx ed SO2) e in particolare di CO2, le cui emissioni per i terminal VTE e Petroli del Porto di Genova sono quantificati pari a circa 160 kt CO2/anno,
 - l'importanza della realizzazione del progetto di cold ironing è dimostrata sia in termini di riduzione dei gas climalteranti, sia per la riduzione di inquinanti atmosferici, fortemente nocivi per la salute, come le polveri (PM10 e PM2,5) che ne rappresentano una delle maggiori problematiche ambientali [1];
 - tale situazione, altamente gravosa per la qualità dell'aria per la Genova, sarà migliorata grazie all'esercizio del in funzione il sistema di cold ironing, grazie al quale sarà eliminato l'utilizzo di combustibili per l'alimentazione delle centrali di bordo di produzione di energia; di conseguenza non vi saranno più emissioni in atmosfera delle navi alimentate da tale sistema con un deciso miglioramento di qualità dell'aria;
- ✓ per la componente rumore:
 - nell'ambito urbano del quartiere Pra', caratterizzato da edifici a diversi piani e con un pendici acclive delle colline su cui gli edifici sorgono, i livelli di rumore hanno una variabilità significativa a seconda del ricettore analizzato, con livelli sonori con magnitudo superiori quando questi sono, come spesso accade, in vista della sorgente,
 - i livelli sonori generati a seguito del progetto di elettificazione presso la banchina del terminal portuale di Pra' nel Comune di Genova, valutati tramite l'ausilio di indagini fonometriche e stime di calcolo, indicano una generale condizione di permanenza nei limiti di legge durante i tempi di riferimento diurno e notturno, con un consistente miglioramento dell'impatto acustico alla luce del fatto che la componente sonora dovuta ai generatori ausiliari delle navi, nello stato di progetto sarà totalmente eliminata.
 - lo studio di previsione di impatto acustico mostra una netta riduzione della problematica generata dal rumore del motore delle navi ormeggiate presso il terminal portuale di Pra';
- ✓ per la componente gas climalteranti:
 - il sistema di cold ironing di Pra' consentirà la riduzione a zero del consumo di combustibile MDO nel periodo di alimentazione delle navi con energia elettrica da terra, e conseguentemente una riduzione del 16% del fabbisogno di energia primaria e del 63% delle emissioni di gas serra associati, pari a 3.305 tCO2e/anno.

PIEGU/ANGIO/MACOM:irepa

REFERENZE

- [1] *Linee guida per la redazione dei Documenti di Pianificazione Energetico Ambientale dei Sistemi Portuali DEASP* - Direzione Generale per il Clima e l'Energia, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2018
- [2] *Studio modellistico di ricaduta degli inquinanti emessi in fase di manovra e di ormeggio per le navi in attracco ai diversi ormeggi di Venezia insulare e Porto Marghera* – ARPAV, 2017
- [3] Davide Sciutto - *Cold Ironing porti Italia Nord Ovest – analisi costi benefici, tesi di Master di II livello in Innovazione nella Pubblica Amministrazione* - 2021
- [4] *Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019 (Update Oct. 2020)* - EMEP/EEA
- [5] *Shipping Emissions in Ports* – Discussion Paper 2014-20 - International Transport Forum
- [6] Scire J. S., Strimatis D. G., Yamartino R. J.i. - *CALPUFF Modeling System - Version 6 - User Instructions* - 2011
- [7] https://www.maind.it/contents/support_articoli.aspx?idf=445&sname=MMS%20Calpuff&ver=-
- [8] *Ambient Ratio Method Version 2 (ARM2) for use with AERMOD for 1-hr NO2 modeling* – RTP Environmental Associates, 2013
- [9] *Linee Guida V.I.A.* - A.N.P.A. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 2001
- [10] AEEG (ora ARERA), Delibera EEN 3/08
- [11] ISPRA, Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico
- [12] ISO, Technical Standard 8217
- [13] UNI, Norma Tecnica 11300-2
- [14] IMO, 4th GHG Study
- [15] IPCC, 5th Assessment Report



RINA Consulting S.p.A. | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA | P. +39 010 31961 | rinaconsulting@rina.org | www.rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.