

# COMUNE DI SIRACUSA

TITOLO PROGETTO:

RIELABORAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO DELL'APPRODO TURISTICO "MARINA DI SIRACUSA" SVILUPPATO SULLA BASE DEI CONTENUTI DEL PROGETTO PRESENTATO E DISCUSO IN CONFERENZA DEI SERVIZI IN DATA 15.02.2021

COMMITTENTE:

S.P.E.R.O. s.r.l.

Via Elorina 29 - 96100 Siracusa - Italy

PROGETTISTA GENERALE

TEAMNETWORK s.r.l. - Engineering & Management

Via Luigi Spagna 50/L-M, 96100 Siracusa - Italy



TITOLO ELABORATO:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Studio di Impatto Ambientale - Parte 4

Scala

Formato  
A4

FILE

Imm12-08\_MdS\_PD\_Rel\_Amb.04\_104\_R0

PROGETTISTA

Progettista architettonico:  
Arch. Mario Rizza

Progettista strutture ed impianti:  
Ing. Paolo Calafiore

Studi Ambientali:  
VAMIRGEOIND SRL  
Dott. ssa Marino Maria Antonietta  
(Direttore tecnico)

NUMERO DOCUMENTO

IMM12-08

MdS

PD

REL

AMB.04

104

R0

JOB N.

COD. 1

COD. 2

COD. 3

COD. 4

COD. 5

REV. n.

N. REV

DATA

DESCRIZIONE

DRW.

CHK.

APP.



**REGIONE SICILIA**  
**COMUNE DI SIRACUSA**

*Progetto Definitivo “Approdo e Facilities collegate per  
la qualificazione funzionale dello specchio di mare  
antistante l’ex area industriale S.P.E.R.O.”*

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**SIA.04 – ANALISI DEI POTENZIALI IMPATTI  
AMBIENTALI**

## **Indice**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. POPOLAZIONE E SALUTE UMANA.....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>Costruzione dell'opera .....</i>	4
2.1.1 <i>Inquinamento atmosferico e salute umana .....</i>	4
2.1.2 <i>Inquinamento acustico e salute umana.....</i>	7
2.2 <i>Presenza e funzionalità dell'opera .....</i>	8
2.2.1 <i>Inquinamento atmosferico e salute umana .....</i>	8
2.2.1 <i>Inquinamento acustico e salute umana.....</i>	12
<b>3. BIODIVERSITÀ.....</b>	<b>13</b>
3.1 <i>Costruzione dell'opera .....</i>	13
3.2 <i>Presenza e funzionalità dell'opera .....</i>	17
<b>4. SUOLO, USO SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE.....</b>	<b>19</b>
4.1 <i>Costruzione dell'opera .....</i>	19
4.2 <i>Presenza e funzionalità dell'opera .....</i>	21
<b>5. GEOLOGIA E ACQUE .....</b>	<b>24</b>
5.1 <i>Costruzione dell'opera .....</i>	24
5.2 <i>Presenza e funzionalità dell'opera .....</i>	28
<b>6. ATMOSFERA: ARIA E CLIMA.....</b>	<b>30</b>
6.1 <i>Costruzione dell'opera .....</i>	30
6.1.1 <i>Metodologia di analisi.....</i>	30
6.1.2 <i>Fattori di emissione .....</i>	45
6.1.3 <i>Risultati .....</i>	52
6.2 <i>Presenza e funzionalità dell'opera .....</i>	57
6.2.1 <i>Metodologia di analisi.....</i>	57
6.2.2 <i>Risultati .....</i>	84
<b>7. SISTEMA PAESAGGISTICO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI.....</b>	<b>93</b>
7.1 <i>Costruzione dell'opera .....</i>	94
7.2 <i>Presenza e funzionalità dell'opera .....</i>	102
<b>8. AGENTI FISICI .....</b>	<b>113</b>
8.1 <i>GI – RUMORE .....</i>	113
8.1.1 <i>Costruzione dell'opera .....</i>	113
8.1.2 <i>Presenza e funzionalità dell'opera.....</i>	121
<b>9. ANALISI DEGLI EFFETTI CUMULATI .....</b>	<b>134</b>
9.1 <i>Metodologia di lavoro .....</i>	134
9.2 <i>Disamina delle altre opere in progetto – VIA Nazionale .....</i>	141
9.3 <i>Disamina delle altre opere in progetto – VIA Regionale .....</i>	142
9.4 <i>Il progetto dell'area industriale ex S.P.E.R.O. ....</i>	144
9.5 <i>Conclusioni .....</i>	147

## **1. PREMESSA**

La presente relazione “SIA.04 – *Analisi dei potenziali impatti ambientali*” si configura come elemento conclusivo dello Studio di Impatto Ambientale, in quanto al suo interno si procederà all’analisi degli impatti potenziali generati dal progetto in esame sui diversi fattori ambientali secondo quanto previsto dall’art. 22 del D.Lgs 152/06 e smi e facendo riferimento anche alle indicazioni delle Linee Guida “*Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale*” a cura del Sistema Nazionale per la Protezione dell'ambiente (SNPA 28/2020); la pubblicazione delle Linee Guida SNPA ha infatti concretizzato quanto previsto dall’art. 25, co. 4 del D.Lgs. 104/2017, ed ha permesso l’uniformazione, la standardizzazione e la semplificazione dello svolgimento della valutazione di impatto ambientale.

Facendo nuovamente riferimento alle citate Linee Guida, la trattazione a seguire è finalizzata all’individuazione ed all’analisi dei *prevedibili impatti negativi significativi* correlati all’intervento. A tal fine sono stati analizzati gli effetti connessi all’opera, sia per quanto riguarda la fase di realizzazione della stessa, che in merito alla relativa presenza ed operatività nel contesto territoriale.

Tali elementi sono stati definiti a partire dall’analisi relativa al contesto territoriale specifico allo stato attuale presentato nella relazione “SIA.03 – *Lo scenario di base*” e, in coerenza con quanto già esposto, sono stati trattati per i fattori ambientali desunti a loro volta dalle indicazioni delle citate Linee Guida, nello specifico dal documento “*Allegato 1 – Tematiche ambientali*” ed elencati a seguire:

1. Popolazione e salute umana;
2. Biodiversità;
3. Suolo, uso suolo e patrimonio agroalimentare;
4. Geologia e acque;
5. Atmosfera: Aria e Clima;
6. Sistema paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali;
7. Agenti Fisici: Rumore.

## **2. POPOLAZIONE E SALUTE UMANA**

### **2.1 COSTRUZIONE DELL'OPERA**

#### **2.1.1 Inquinamento atmosferico e salute umana**

Al fine di comprendere come la nuova infrastruttura, durante la fase di cantiere, possa determinare modifiche sullo stato di salute della popolazione residente nel suo intorno, sono state condotte delle simulazioni atmosferiche modellistiche finalizzate alla valutazione delle concentrazioni di PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub> generate dalle attività di cantiere e dai mezzi circolanti sulla viabilità di cantiere. La metodologia utilizzata è quella del “Worst Case Scenario” (si rimanda alla componente atmosfera per una dettagliata descrizione). Per individuare gli scenari peggiori occorre non solo identificare l'attività più critica in termini di emissioni di inquinanti, ma anche tenere in considerazione la contemporaneità delle lavorazioni, la sovrapposizione spaziale degli effetti e la localizzazione degli elementi sensibili presenti al contorno dell'area.

Sulla base di ciò è stato individuato un unico scenario di simulazione in cui è stata considerata una sorgente emissiva areale, in cui sono previste le attività per la realizzazione della colmata. Oltre a tale area, allo scopo di considerare le emissioni dei mezzi navali utilizzati in fase di cantiere per le attività di dragaggio, sono state simulate due sorgenti emissive puntuali rappresentanti i mezzi non terrestri utilizzati per tali lavorazioni, ossia due draghe (cfr. Figura 2-1).

Allo scopo di poter effettuare la sovrapposizione degli effetti tra i valori di fondo di qualità dell'aria ed il contributo del cantiere, si è fatto riferimento a tre punti recettori residenziali rappresentativi degli edifici più vicini alle aree di cantiere simulate, mostrati nella seguente figura.



Figura 2-1 Localizzazione recettori residenziali e sorgenti emissive

I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni degli inquinanti in termini di PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>. In particolare, sono stati analizzati:

- ✓ le concentrazioni medie annue di PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>;
- ✓ il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10;
- ✓ il 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub>.

Le simulazioni modellistiche effettuate hanno evidenziato che:

- per il PM10:
  - il valore maggiore della concentrazione media annua, comprensivo del valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, è stato stimato in corrispondenza del recettore C3 pari a 26,0218 µg/m<sup>3</sup>, e risulta essere inferiore al limite annuo di 40 µg/m<sup>3</sup>;
  - il valore maggiore del 90,4° percentile della concentrazione giornaliera del PM10, comprensivo del valore di fondo, è stato stimato presso il recettore C3 pari a 26,151 µg/m<sup>3</sup> e risulta essere inferiore al limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> da non superarsi per più di 35 giorni all'anno;
- per il PM2,5:

- il valore maggiore della concentrazione media annua, comprensivo del valore di fondo, è stato stimato in corrispondenza del recettore C3 pari a  $12,0282 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e risulta essere ampiamente al di sotto del limite annuo di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- per l'NO<sub>2</sub>:
  - il valore maggiore della concentrazione media annua, comprensivo del valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, è stato stimato in corrispondenza del recettore C3 pari a  $19,438 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e risulta essere nettamente inferiore al limite annuo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
  - il valore maggiore del 99,8° percentile della concentrazione oraria dell'NO<sub>2</sub>, comprensivo del valore di fondo, è stato stimato presso il recettore C3 pari a  $28,122 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e risulta essere inferiore al limite orario di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superarsi per più di 18 volte all'anno.

Alla luce dei risultati sopra riportati, considerando che lo scenario individuato è rappresentativo della condizione più critica in fase di costruzione, le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sulla componente atmosfera, anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento, non hanno portato a superamenti dei limiti normativi per gli inquinanti studiati per la protezione della salute umana (PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>).

Saranno comunque previsti dei punti di monitoraggio in fase di cantiere per verificare i valori di concentrazione in atmosfera durante i lavori; per un approfondimento si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale.

Inoltre, si sottolinea comunque l'impiego di alcune best practice da adottare in fase di cantiere al fine di minimizzare la dispersione di inquinanti in atmosfera (per maggiori dettagli si rimanda al documento “SIA.02 – Le alternative e l'opera in progetto”).

### **2.1.2 Inquinamento acustico e salute umana**

Analogamente a quanto esposto fin ora in relazione alla correlazione fra concentrazioni atmosferiche ed il fattore salute umana, nel presente paragrafo si ripotano le risultanze dello studio condotto nell’ambito dell’agente fisico rumore al fine di valutare l’esposizione della popolazione all’inquinamento acustico prodotto durante la realizzazione dell’opera in progetto (per una dettagliata descrizione si rimanda alla componente rumore).

Anche in questo caso, per la definizione degli scenari di simulazione della fase di cantiere è stata applicata la metodologia del “Worst Case Scenario”, che ha permesso di valutare le condizioni di esposizione al rumore indotto dalle attività di cantiere e di verificare il rispetto dei limiti acustici territoriali nelle condizioni operative più gravose sul territorio, che, nel caso positivo, permettono di accertare una condizione di rispetto anche nelle situazioni meno critiche di quella rappresentata.

Nello specifico, al fine di considerare lo scenario più critico possibile dal punto di vista acustico, dall’analisi del cronoprogramma delle lavorazioni e dalla disamina degli elaborati progettuali, sono state individuate le seguenti sorgenti acustiche:

- una sorgente areale, in cui sono previste le attività per la realizzazione della colmata;
- per le attività di dragaggio è stato ipotizzato l’utilizzo di due draghe, che si è scelto di simulare come sorgenti emissive puntuali.

In riferimento allo scenario operativo considerato, per quanto riguarda l’orario di lavoro, si assume una operatività di un turno lavorativo pari a 8 ore, nel solo periodo diurno nell’arco temporale tra le 6:00 – 22:00.

Dai risultati ottenuti si evince come non sussistano condizioni di superamento dei limiti normativi per i ricettori.

Saranno comunque previsti dei punti di monitoraggio in fase di cantiere per cui si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale.

Inoltre, è previsto l'utilizzo di alcune best practice da adottare al fine di ridurre le emissioni sonore in fase di cantiere (per maggiori dettagli si rimanda al documento “SIA.02 – Le alternative e l'opera in progetto”).

## **2.2 PRESENZA E FUNZIONALITÀ DELL'OPERA**

### ***2.2.1 Inquinamento atmosferico e salute umana***

Relativamente alla fase di esercizio, con lo specifico obiettivo di valutare l'incidenza del progetto in esame sulla qualità dell'aria, sono state condotte delle apposite simulazioni modellistiche, grazie alle quali è stato possibile stimare le concentrazioni di PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>, in atmosfera prodotte dal traffico navale e veicolare indotte dall'opera di progetto, per i quali sono state rispettivamente considerate una sorgente areale e una sorgente lineare (cfr. Figura 2-2).

Nello specifico, attraverso l'uso del software Aermol sono stati implementati tutti gli input necessari, quali i dati meteorologici, orografici e gli input progettuali, e quindi sono stati stimati i valori di concentrazione degli inquinanti di interesse.

Al fine di poter stimare la modificazione della qualità dell'aria nelle vicinanze dell'opera di progetto sono stati considerati 8 recettori residenziali, mostrati nella seguente figura.



Figura 2-2 Localizzazione recettori e sorgenti emissive scenario di progetto

Le simulazioni modellistiche effettuate hanno evidenziato che:

- per il PM10:
  - il valore maggiore della concentrazione media annua, comprensivo del valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, è stato stimato in corrispondenza del recettore R3 pari a  $26,0262 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e risulta essere inferiore al limite annuo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
  - il valore maggiore del 90,4° percentile della concentrazione giornaliera del PM10, comprensivo del valore di fondo, è stato stimato presso il recettore R3 pari a  $26,0409 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e risulta essere inferiore al limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superarsi per più di 35 giorni all'anno;
- per il PM2,5:
  - il valore maggiore della concentrazione media annua, comprensivo del valore di fondo, è stato stimato in corrispondenza del recettore R3 pari a  $12,0157 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e risulta essere ampiamente al di sotto del limite annuo di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- per l'NO<sub>2</sub>:
  - il valore maggiore della concentrazione media annua, comprensivo del valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento, è stato stimato

in corrispondenza del recettore R3 pari a  $19,512 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e risulta essere nettamente inferiore al limite annuo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;

- il valore maggiore del 99,8° percentile della concentrazione oraria dell'NO<sub>2</sub>, comprensivo del valore di fondo, è stato stimato presso il recettore R3 pari a  $25,437 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e risulta essere inferiore al limite orario di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superarsi per più di 18 volte all'anno.

Al fine di fornire un'analisi più completa possibile delle potenziali interferenze su tale fattore ambientale, si è fatto riferimento alle analisi eseguite per “Atmosfera: aria e clima” (Cfr. 6.2 ) per lo scenario corso d'opera, nel quale sono stati considerati recettori residenziali, i quali possono dare indicazioni anche per l'eventuale contaminazione di suoli causata dall'aumento degli inquinanti emessi in fase di cantiere, ed in particolare dalle attività di dragaggio e di realizzazione della colmata.

Dalla visione del cronoprogramma è stato, in primo luogo, possibile selezionare quelle attività ritenute più critiche in termini di tempistiche di realizzazione e vicinanza di più lavorazioni contemporanee che potrebbero generare la sovrapposizione degli effetti di dispersione delle concentrazioni di inquinanti. È stata altresì individuata una sorgente emissiva simulata e sorgenti puntuali per le attività di dragaggio

Da tali analisi si evince come, i valori di tutti gli inquinanti di interesse considerati, ossia PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>, risultano nettamente inferiori ai limiti normativi presenti per ognuno di questi.

Nella seguente figura si presenta l'immagine aerea della zona in esame con localizzazione dei ricettori di cui sopra, da cui è possibile notare come essi siano più vicini all'area di progetto, rispetto le colture agrarie presenti sul territorio; alla luce di ciò risulta ragionevole dedurre che tali concentrazioni siano di minor entità in tali aree agricole.



Figura 2-3 Localizzazione recettori e sorgenti emissive per lo scenario corso d'opera

Dall'analisi delle risultanze modellistiche, si evidenzia che l'impatto generato dall'opera di progetto può essere ritenuto trascurabile in quanto le concentrazioni degli inquinanti analizzati per la protezione della salute umana (PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>) risultano inferiori ai limiti normativi in prossimità dei recettori individuati, anche con l'aggiunta del fondo di riferimento.

***Si può concludere, pertanto, che il progetto in esame non sulla salute umana durante la fase di esercizio.***

Saranno comunque previsti dei punti di monitoraggio in fase di esercizio per verificare i valori di concentrazione in atmosfera; per un approfondimento si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale.

### **2.2.1 Inquinamento acustico e salute umana**

Il lavoro svolto ha riguardato la definizione e la valutazione dei livelli di esposizione al rumore indotti dalla fase di esercizio del porto turistico in progetto nel comune di Siracusa.

Sono stati quindi calcolati i livelli acustici indotti dal traffico stradale, indotto dalle attività portuali, e dal traffico navale, in termini di mappatura del suolo e di valori ad 1 metro dalla facciata degli edifici ricadenti all'interno dell'ambito di studio acustico individuato nella configurazione di progetto.

Nel complesso i risultati del modello di simulazione hanno messo in evidenza una condizione di esposizione al rumore al disotto dei limiti normativi.

Stante quanto detto non si è reso necessario ricorrere a sistemi di mitigazione acustica né di tipo diretto né di tipo indiretto.

Saranno comunque previsti dei punti di monitoraggio in fase di cantiere per cui si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale.

### **2.2.2 Conclusioni**

***Stante le considerazioni fatte, per quanto riguarda l'impatto potenziale in fase di esercizio, la significatività di questo può essere ritenuta trascurabile, in merito alle analisi condotte per le componenti “Atmosfera” e “Rumore” alle quali si rimanda per un maggior approfondimento della tematica.***

### **3. BIODIVERSITÀ**

#### **3.1 COSTRUZIONE DELL'OPERA**

In generale, dato il contesto fortemente influenzato da pressioni antropiche in cui andrà ad inserirsi l'opera ed essendo le cause di possibile impatto temporanee e localizzate alla zona di intervento, si ritiene che la componente floro-faunistica possa subire impatti sia reversibili che irreversibili nulli o poco rilevanti.

Le modifiche al territorio indotte dalle operazioni di realizzazione del progetto e dal suo esercizio sono pertanto ammissibili e causanti un impatto basso dato che l'ambito di inserimento è poco sensibile.

Come evidenziato nello scenario di base (parte 3 del presente SIA), l'ambito del porto risulta già urbanizzato, di conseguenza non si riscontra la presenza di una flora e fauna ricche e diversificate, essendo limitate a specie sinantropiche.

La realizzazione dell'infrastruttura non si configura pertanto come intervento rilevante sul piano delle ricadute negative sull'assetto vegetazionale, anche se la trasformazione dell'area, dato l'elevato livello di antropizzazione del contesto, introduce, comunque, un'alterazione nel mosaico a scapito delle poche tessere non ancora antropizzate.

L'impatto diretto della realizzazione della banchina e delle infrastrutture portuali, relativamente a un tratto costiero decisamente limitato, è costituito dall'eliminazione di lembi di ridotte dimensioni di vegetazione erbacea-arbustiva ed habitat seminaturali residui (incolti, formazioni alofile e dunali) e di formazioni lineari di ridotte dimensioni (siepi, filari, esemplari).

Tale impatto è da considerare molto modesto se non proprio nullo anche in considerazione del fatto che la zona interessata è soggetta ad un trend evolutivo in forte arretramento. Infatti tra il 2000 ed il 2006 la costa si è arretrata di circa 20 mt, e la residua spiaggia tende, infatti, a scomparire velocemente.

Per quanto concerne gli effetti sulle **biocenosi marine**, facendo riferimento al survey condotto ed allegato al presente SIA, si specifica che il dragaggio dei fondali, necessario per consentire la realizzazione del porto turistico S.P.E.R.O., comporterà modifiche all'attuale popolamento biologico, con parziale distruzione dei radi prati a *Cymodocea nodosa* ma la parte più sana e più fitta verrà quasi integralmente salvata.

Il risultato prevedibile, alla fine dei lavori e dopo che i sedimenti mobilizzati si saranno ridepositati, è un fondale prevalentemente fangoso con patches residue di *Cymodocea nodosa*, che data la sua elevata resilienza, ovvero la capacità di un ecosistema di tornare ad uno stato simile a quello iniziale dopo avere subito uno stress o un danneggiamento, potrebbero dar vita nel tempo ad un nuovo prato, che, viste le opere di mitigazione in progetto, potrebbe anche crescere più rigoglioso di quanto non sia adesso.

Per agevolare il naturale processo di ripresa del cimodoceto il progetto prevede tutte le opere necessarie a migliorare le condizioni edafiche delle acque, allontanando i reflui inquinanti provenienti dai corsi d'acqua e consentendo un'adeguata circolazione delle acque all'interno delle opere portuali.

L'adozione di queste misure ottempera sia all'esigenza di utilizzo dell'area ai fini della nautica da diporto, sia all'altrettanto stringente esigenza di salvaguardare il più possibile ecosistemi marini di pregio.

L'assetto correntometrico dell'area del Porto Grande rivela come le caratteristiche sedimentologiche dei fondali derivino dalla combinazione di dinamiche locali, relazionate con la circolazione interna alla baia e l'apporto delle acque del sistema Anapo-Ciane-Mammaiabica.

La realizzazione del porto in progetto, sulla base delle indicazioni derivanti dalla modellistica, non risulta in contrasto con le dinamiche attualmente in atto, anche se lette in termini ecosistemici.

Le analisi tassonomiche hanno evidenziato che l'area interessata alle opere in progetto è caratterizzata principalmente da popolamenti ascrivibili alle “Sabbie Infangate di Moda Calma” e in misura più ridotta alle “Sabbie Fini Ben classate”, i popolamenti risultano dominati da Echinodermi, come le Oloturie e Molluschi dei generi *Hexaplex* e vari Bivalvi.

**Le analisi effettuate portano a concludere che tutti i potenziali fattori di impatto che possono ritenersi possibili hanno intensità e magnitudo relativamente modesta e sono, comunque, reversibili e compensabili, considerando che, per quanto riguarda l'ecosistema marino, le campagne di indagine eseguite (rilievo Side Scan Sonar) e rilievo ROV escludono la presenza di biocenosi di rilevante pregio e la perdita riguarda esclusivamente i prati radi di *Cymodocea nodosa*, nella facies più degradata a causa dei precedenti rimaneggiamenti.**

Sarebbe inoltre possibile, come ulteriore compensazione la riconnessione delle aree frammentate della medesima biocenosi che si trovano all'interno della baia, in prossimità dell'area studiata.

Il naturale processo di ripresa del cimodoceto sarà agevolato dal miglioramento delle condizioni edafiche delle acque, per l'allontanamento dei reflui inquinanti provenienti dai corsi d'acqua e dalla circolazione delle acque all'interno delle opere portuali.

Per quanto riguarda la **fauna**, le potenziali interazioni si evidenziano in fase di costruzione e sono essenzialmente dovute al temporaneo disturbo che può essere prodotto dalle attività di cantiere.

Si evidenzia inoltre che i livelli di rumore emessi in fase di cantierizzazione e gestione così come i livelli emissivi in atmosfera non sono tali da eccedere gli attuali livelli presenti nell'area, prossima ad altre strutture portuali ed alla zona industriale e commerciale e, quindi, non creano problemi ed impatti di alcun tipo sulla fauna.

Tali considerazioni possono essere estese anche alla fauna ornitica per le specie acquatiche marine, che pur non numerose frequentano il litorale per limitati periodi, trovando riparo nelle zone dove sono presenti barriere frangiflutti o altre strutture artificiali.

Le indicazioni sulle misure di mitigazione di carattere generale riguardano:

- ⇒ Iniziare i lavori preferibilmente nei mesi autunnali;
- ⇒ Le aree di stoccaggio temporaneo degli inerti dovranno essere realizzate in luoghi idonei e limitati per il tempo strettamente necessario all'esecuzione dei lavori;

- ⇒ Il materiale edile e di rifinitura come vernici, cemento, collante, resine ecc, dovranno essere stoccati in spazi appositamente creati e protetti in modo tale da evitare eventuali dispersioni nell'ambiente;
- ⇒ Usare sistemi per l'abbattimento delle polveri soprattutto durante le giornate ventose bagnando adeguatamente le piste utilizzate dai camion;
- ⇒ Particolare cura dovrà essere posta al termine dei lavori nell'effettuare una pulizia accurata del territorio, provvedendo a recuperare i materiali di risulta (contenitori per vernici, ferri per le armature, cavi elettrici, imballaggi ecc).

Infine per quanto riguarda l'eventuale contaminazione di habitat legata alla gestione delle acque di cantiere, si esclude in quanto la gestione delle acque di cantiere avverrà con l'installazione di vasche Imhoff e disoleatori per il trattamento delle acque di prima pioggia.

### **3.2 PRESENZA E FUNZIONALITÀ DELL'OPERA**

L'aumento del numero e delle dimensioni delle navi in transito può costituire un elemento di disturbo, anche se, in fase d'esercizio l'incremento non apporterà una crescita significativa degli attuali disturbi alle componenti.

*Sono da valutare positivamente tutte le azioni rivolte alla realizzazione delle sistemazioni a verde, che sarà effettuato con specie autoctone, per varie motivazioni: riordino paesaggistico, schermatura dal punto di vista acustico, tutela dall'impermeabilizzazione di suolo e dal consumo dello stesso.*

*Inoltre si specifica, come già fatto al paragrafo relativo agli impatti derivanti dalla costruzione dell'opera, che per agevolare il naturale processo di ripresa del cimodoceto il progetto prevede tutte le opere necessarie a migliorare le condizioni edafiche delle acque, allontanando i reflui inquinanti provenienti dai corsi d'acqua e consentendo un'adeguata circolazione delle acque all'interno delle opere portuali.*

*Il processo di ripresa del cimodoceto verrà altresì monitorato nel post operam, come illustrato nel Piano di Monitoraggio Ambientale.*

*Per quanto riguarda la componente vegetazionale, negli spazi comuni a raso sono state pensate delle ampie aree a verde nelle quali è prevista la piantumazione di specie mediterranee.*

*Infine, la realizzazione del porto in progetto, sulla base delle indicazioni derivanti dalla modellistica, non risulta in contrasto con le dinamiche attualmente in atto.*

In merito alle misure di mitigazione, nell'ambito del progetto sono stati previsti quindi alcuni interventi utili ad eliminare o mitigare gli effetti dei principali inquinamenti ambientali, e di conseguenza mitigare eventuali impatti sulla componente biodiversità. In particolare:

- ❖ *Sistema raccolta differenziata rifiuti solidi:* si prevede che gli utenti concentrino in appositi cassonetti i rifiuti solidi prodotti, differenziati per tipologia. Si prevede una capacità di 1,5 m3 ogni 50 imbarcazioni, posti a distanza massima dalle imbarcazioni di circa 200 m. Nella zona commerciale e pedonale si prevede l'installazione di cestini portarifiuti; deve inoltre essere assicurato lo

smaltimento giornaliero dei rifiuti umidi ed eventualmente dei rifiuti secchi non riciclabili.

- ❖ *Sistema trattamento rapido per sversamento accidentale carburanti:* previsto tramite la collocazione in apposito locale nell'edificio di servizio CT4 delle panne antinquinamento pronte all'uso in caso di necessità;
- ❖ *Sistema di scarico delle acque di sentina:* si prevede l'installazione di un sistema di prelievo sottovuoto (pump-out) integrato lungo i pontili ed avviamento agli impianti di depurazione cittadino o locale;
- ❖ *Sistema di rilevamento e monitoraggio della qualità dell'acqua all'interno del bacino protetto:* si prevede la predisposizione per un impianto che a mezzo di apposita sensoristica comunichi su apposito pannello sinottico lo stato di torbidità delle acque e di presenza di idrocarburi.
- ❖ *Impianto per la raccolta di acque oleose:* si prevede l'installazione di almeno un impianto per la raccolta delle acque oleose in prossimità delle aree tecniche e cantieristiche del porto. L'impianto di raccolta delle acque oleose sarà corredato da un impianto disoleatore per far rientrare la concentrazione di idrocarburi nei limiti tollerati dal consorzio o ente responsabile del depuratore fognario.
- ❖ *Impianto per la raccolta degli oli esausti:* è prevista:
  - l'adozione di almeno un impianto portatile per la raccolta degli oli esausti direttamente dal motore dell'imbarcazione;
  - l'individuazione di un punto stoccaggio di tali oli.

#### **4. SUOLO, USO SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE**

##### **4.1 COSTRUZIONE DELL'OPERA**

Per quanto riguarda la dimensione costruttiva dell'opera in esame, sono state individuate le macrofasi di realizzazione delle opere marittime – illustrate negli elaborati di progetto – dalle quali si evince che le rispettive aree necessarie alla realizzazione dell'opera marittima in esame non gravano su suoli di tipo agricolo.

Altresì le aree finalizzate alla realizzazione delle opere a terra, rappresentate dalle altre infrastrutture portuali e dagli edifici commerciali e dei servizi non graveranno su suoli di tipo agricolo.

Inoltre, neanche nelle vicinanze dell'area di realizzazione dell'opera sono presenti aree di superfici destinate al comparto agro/pastorale, dato che il progetto in esame si inserisce in un ambito quasi esclusivamente antropico, a parte lembi di vegetazione costiera. Come si osserva nella seguente figura, come anticipato, l'area direttamente interessata del progetto risulta ubicata nello spazio marittimo, e nelle immediate vicinanze sono presenti superfici artificiali di tessuto urbanizzato oltre ad una fascia rappresentata da vegetazione delle comunità erbacee delle paludi salmastre. Inoltre, la distanza minima che intercorre tra l'area di progetto e la superficie agricola più vicina, che da un'analisi delle immagini satellitari e dalla carta di uso del suolo risulta attualmente costituita da colture ortive in pieno campo, risulta essere ubicata a circa 350 metri dall'area di realizzazione del porto.

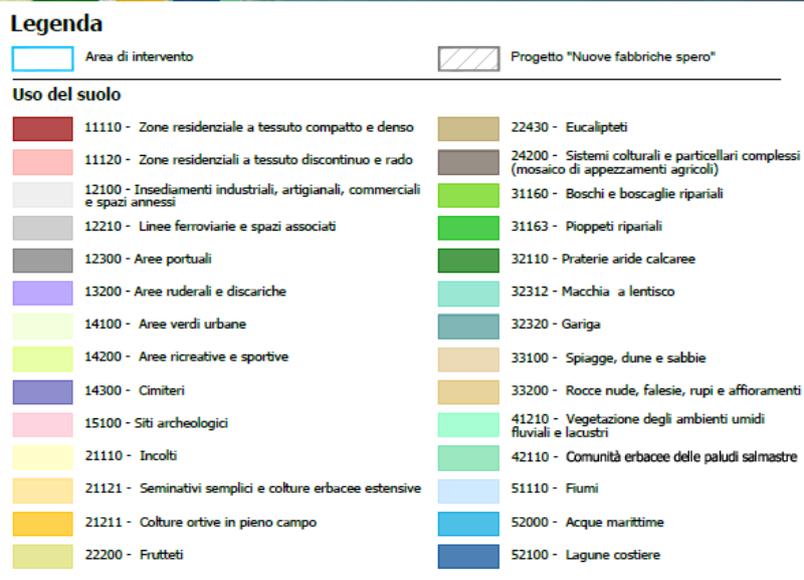


Figura 4-1 Uso ed utilizzo dei suoli nel contesto territoriale del Porto di Siracusa

Per quanto riguarda l'eventuale contaminazione di suoli legata alla gestione delle acque di cantiere, si esclude in quanto la gestione delle acque di cantiere avverrà con l'installazione di Fossa Imhoff e disoleatore per il trattamento delle acque di prima pioggia.

**In conclusione, si possono ritenere assenti le potenziali interferenze sul fattore ambientale uso del suolo e patrimonio agroalimentare, riguardanti le attività di cantierizzazione e realizzazione dell'opera.**

#### **4.2 PRESENZA E FUNZIONALITÀ DELL'OPERA**

Al fine di individuare le potenziali interferenze legate alla presenza dell'opera in progetto in esame, si è analizzato l'ingombro dell'opera con la carta dell'uso del suolo redatta nell'ambito dello SIA.

In particolare, l'area di progetto che non ricade nello spazio marino, occupa una modesta area su suoli non artificiali, i quali tuttavia non sono rappresentati da suoli agricoli, ma da vegetazione alto erbacea delle paludi salmastre.

Per quanto riguarda i potenziali effetti derivanti dagli inquinanti legati sia al traffico navale che a quello veicolare indotto dalla fase di esercizio del progetto in esame, si specifica che nei dintorni del progetto non sono presenti aree agricole; l'area verde più vicina, escludendo la fascia di vegetazione erbacea delle comunità salmastre a ridosso della costa, è relativa ad incolti.

Ad ogni modo si è fatto riferimento alle analisi condotte per il fattore ambientale atmosfera, per il quale tramite delle simulazioni si è stimato la concentrazione degli inquinanti legati sia al traffico navale che a quello veicolare indotto dalla fase di esercizio del progetto in esame.

Anche se sono stati considerati come recettori gli edifici residenziali più vicini, questi ultimi unitamente alle mappe di isoconcentrazione possono fornire indicazioni anche per l'eventuale contaminazione delle matrici ambientali quali acque e suoli.

Da tali analisi si evince come, i valori di tutti gli inquinanti di interesse considerati, ossia PM10, PM2,5 e NO2, risultano nettamente inferiori ai limiti normativi presenti per ognuno di questi.

Nella seguente figura si presenta l'immagine aerea della zona in esame con localizzazione dei ricettori di cui sopra, da cui è possibile notare come essi siano più vicini all'area di progetto, rispetto le colture agrarie presenti sul territorio; alla luce di ciò risulta ragionevole dedurre che le concentrazioni siano di minor entità in tali aree agricole e quindi trascurabili.



Figura 4-2 Localizzazione dei recettori residenziali nell'area di progetto

In merito alle misure di mitigazione, nell'ambito del progetto sono stati previsti quindi alcuni interventi utili ad eliminare o mitigare gli effetti dei principali inquinamenti ambientali, e di conseguenza mitigare eventuali impatti sulla componente suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare.

In particolare:

- ✓ *Sistema raccolta differenziata rifiuti solidi*: si prevede che gli utenti concentrino in appositi cassonetti i rifiuti solidi prodotti, differenziati per tipologia. Si prevede una capacità di 1,5 m3 ogni 50 imbarcazioni, posti a distanza massima dalle imbarcazioni di circa 200 m. Nella zona commerciale e pedonale si prevede l'installazione di cestini portarifiuti; deve inoltre essere assicurato lo smaltimento giornaliero dei rifiuti umidi ed eventualmente dei rifiuti secchi non riciclabili.

- ✓ *Sistema trattamento rapido per sversamento accidentale carburanti:* previsto tramite la collocazione in apposito locale nell'edificio di servizio CT4 delle panne antinquinamento pronte all'uso in caso di necessità;
- ✓ *Sistema di scarico delle acque di sentina:* si prevede l'installazione di un sistema di prelievo sottovuoto (pump-out) integrato lungo i pontili ed avviamento agli impianti di depurazione cittadino o locale;
- ✓ *Sistema di rilevamento e monitoraggio della qualità dell'acqua all'interno del bacino protetto:* si prevede la predisposizione per un impianto che a mezzo di apposita sensoristica comunichi su apposito pannello sinottico lo stato di torbidità delle acque e di presenza di idrocarburi.
- ✓ *Impianto per la raccolta di acque oleose:* si prevede l'installazione di almeno un impianto per la raccolta delle acque oleose in prossimità delle aree tecniche e cantieristiche del porto. L'impianto di raccolta delle acque oleose sarà corredato da un impianto disoleatore per far rientrare la concentrazione di idrocarburi nei limiti tollerati dal consorzio o ente responsabile del depuratore fognario.
- ✓ *Impianto per la raccolta degli oli esausti:* è prevista:
- ✓ l'adozione di almeno un impianto portatile per la raccolta degli oli esausti direttamente dal motore dell'imbarcazione;
- ✓ l'individuazione di un punto stoccaggio di tali oli.

**In conclusione, si possono ritenere assenti le potenziali interferenze sul fattore ambientale uso del suolo e patrimonio agroalimentare, riguardanti la presenza e la fase di esercizio dell'opera in progetto.**

## **5. GEOLOGIA E ACQUE**

### **5.1 COSTRUZIONE DELL'OPERA**

La realizzazione delle opere previste in progetto può comportare un'alterazione della circolazione delle acque e potenzialmente provocare cambiamenti nell'erosione costiera o nei flussi idrici sotterranei, oltre che comportare una modifica qualitativa delle acque interne e prospicienti al porto.

Inoltre, potrà verificarsi l'intorbidimento delle acque dovuto alle lavorazioni e la possibilità del verificarsi di sversamenti accidentali qualora si verificasse una perdita accidentale dei macchinari che potrebbe andare a modificare la qualità dello specchio d'acqua.

Per quanto riguarda l'intorbidimento delle acque l'impatto è inevitabile ma reversibile in quanto in breve tempo i sedimenti si depositano sul fondo nuovamente.

La gestione delle acque di cantiere avverrà tramite installazione di vasche Imhoff e disoleatori per il trattamento delle acque di prima pioggia in modo da prevenire la modifica qualitativa dello specchio d'acqua.

In fase di cantiere verranno attuate tutte le best practice per prevenire possibili incidenti che potrebbero causare perdite e sversamenti di sostanze contaminanti in mari e/o nel suolo.

Le attività di costruzione dell'intera opera comportano un approvvigionamento di materiali per tutte le fasi costruttive.

Al contempo il cantiere genererà volumi di materiali provenienti da scavi, dragaggi e demolizioni.

Nella tabella seguente sono sintetizzati per tipo di materiale le quantità necessarie stimate, e le quantità da smaltire (da dragaggi, demolizioni, etc.). Inoltre, è stato fatto un bilancio delle quantità effettivamente da approvvigionare per la realizzazione delle opere e le quantità di materiale non riutilizzabile e quindi da conferire a discarica o con altre modalità previste dalle normative vigenti.

I materiali di dragaggio, dei quali è stata effettuata la caratterizzazione, risultando gli stessi non inquinati, potranno essere in parte impiegati per rispondere alle esigenze dei rinterri necessari.

Riutilizzando una quantità di materiale proveniente dai dragaggi pari a circa 18.000 m<sup>3</sup> per riempimento di 1/3 del volume della colmata, per il rinfianco dell'opera di contenimento del ripascimento realizzata in geosacchi e per il riempimento dei geosacchi stessi, la quantità residua da portare a discarica risulta pari a circa 141.000 m<sup>3</sup>.

*VAMIRGEOIND. Ambiente, Geologia e Geofisica s.r.l.*  
*Studio di Impatto Ambientale relativo al Progetto Definitivo di "Approdo e Facilities collegate per la  
qualificazione funzionale dello specchio di mare antistante l'ex area industriale S.P.E.R.O"*

MATERIALI	Tipo di Opera	Quantità Necessarie Stimate	Quantità da Smaltire	Quantità da riutilizzare in situ	Quantità da portare a discarica	Quantità da Approvvigionare
Demolizioni (m³)	Manufatti in calcestruzzo semplice o armato		1.300			
	<b>TOTALE</b>	<b>0</b>	<b>1.300</b>	<b>0</b>	<b>1.300</b>	
Scavi di sbancamento (m³)	Aree prossime aeronautica		1.400			
	Spiaggia		4.566			
	Scavo di rimozione del rilevato		18.900			
	<b>TOTALE</b>	<b>0</b>	<b>24.866</b>	<b>0</b>	<b>24.866</b>	
Dragaggi (m³)	Escavo specchio acqueo cantieri (-5m)		6.406			
	Darsena polifunzionale (-3 m e -2 m)		5.990			
	Canale di vivificazione (-2m)		11.704			
	Scogliera antisedimentazione (-2m)		12.164			
	Bacino protetto (-5m)		97.430			
	<b>TOTALE</b>	<b>0</b>	<b>133.694</b>	<b>18.007</b>	<b>115.687</b>	
Rilevati, Rinterri e riempimenti (m³)	Costituzione del rilevato	33.381				
	Colmata banchina	48.897				
	Colmata di rinfianco scarpata ripascimento	320				
	Riempimento geosacchi	1.388				
	<b>TOTALE</b>	<b>83.986</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>65.979</b>
Tout-venant (m³)	Scogliera antisedimentazione	750				
	<b>TOTALE</b>	<b>750</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>750</b>
Pietrame (m³)	Scogliera antisedimentazione	5.351				
	Banchine di riva	11.273				
	<b>TOTALE</b>	<b>16.624</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16.624</b>
Scogli di 2ª categoria (m³)	Scogliera antisedimentazione	9.964				
	Riempimento cassoni antiriflettenti	4.568				
	<b>TOTALE</b>	<b>14.532</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14.532</b>
Inerte fine (sabbia) per calcestruzzi (m³)	Opere su pali	1.058				
	Banchinamenti e piazzali	305				
	Edifici	3.242				
	<b>TOTALE</b>	<b>4.606</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.606</b>
Inerte grosso (ghiaia) per calcestruzzi (m³)	Opere su pali	2.116				
	Banchinamenti e piazzali	611				
	Edifici	6.485				
	<b>TOTALE</b>	<b>9.212</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9.212</b>
		<b>TOTALE (m³)</b>		<b>18.007</b>	<b>141.853</b>	<b>111.703</b>
Volume totale da movimentare (in e out) per la realizzazione delle opere in progetto (m³)					<b>253.556</b>	

È opportuno considerare infine che le tipologie costruttive adottate per il molo e le banchine di riva minimizzano le quantità di materiale necessario da apportare in situ e quindi da cavare rispetto una scelta di tipo diga a gettata.

Il materiale di cava da approvvigionare come inerti per calcestruzzo, scogli per la scogliera anti-sedimentazione, pietrame per le banchine di riva, etc. risulta pari a circa 111.000m<sup>3</sup>.

La cava più vicina al sito d'intervento risulta essere quella di Siracusa e Noto “SPINAGALLO-CAVASECCA – SIPPED”; nella Figura 5-1 è visualizzata l'ubicazione ed il percorso sino al sito d'intervento (circa 15 km).

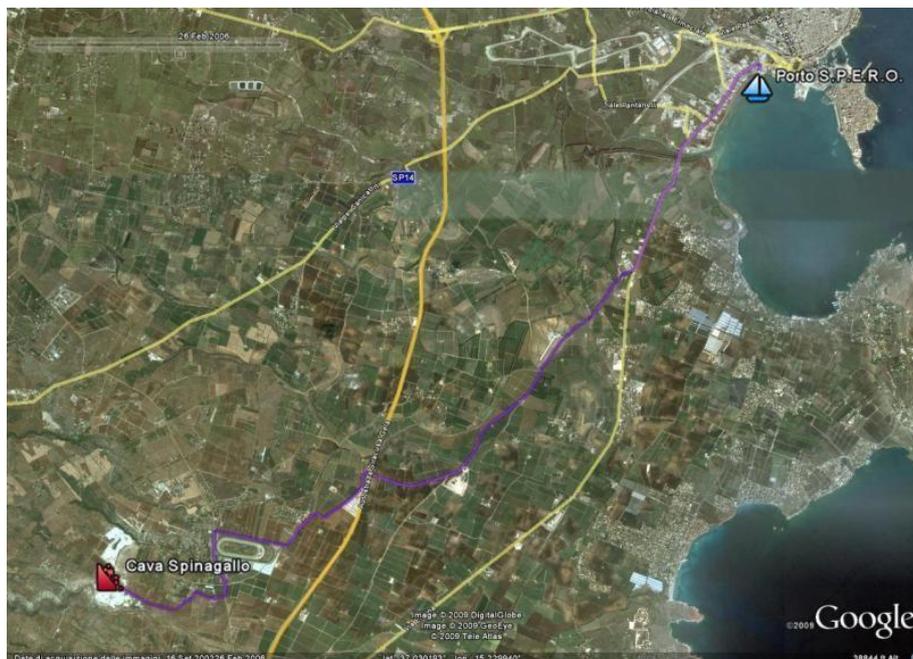


Figura 5-1 Ubicazione cava di prestito e percorso sino all'area d'intervento (in viola)

Visto quanto detto, le interferenze date dalle lavorazioni per la realizzazione del nuovo Porto sono da considerarsi trascurabili, in quanto in fase di cantierizzazione saranno adottate tutte le precauzioni per limitare le possibili interferenze come di seguito riportato:

- ⇒ per la gestione delle acque di piazzale del cantiere si andrà a proteggere il suolo/falda in corrispondenza dei punti ove sono previste lavorazioni (o stoccaggio materiali) più critiche dal punto di vista ambientale, attraverso l'utilizzo di un sistema di impermeabilizzazione del suolo con membrana impermeabilizzante e di un sistema di regimazione idraulica, che consenta la raccolta delle acque di qualsiasi origine (piovane o provenienti da processi produttivi) ed il loro trattamento;
- ⇒ le acque di officina, ricche di idrocarburi ed olii e di sedimenti terrigeni, provenienti dal lavaggio dei mezzi meccanici o dei piazzali dell'officina,

dovranno essere sottoposte ad un ciclo di disoleazione; i residui del processo di disoleazione dovranno essere smaltiti come rifiuti speciali in discarica autorizzata;

⇒ le acque provenienti dagli scarichi di tipo civile, connesse alla presenza del personale di cantiere, saranno trattate a norma di legge in impianti di depurazioni.

⇒ specifiche misure organizzative e gestionali per il corretto stoccaggio di rifiuti.

## 5.2 PRESENZA E FUNZIONALITÀ DELL'OPERA

La presenza delle opere di progetto e la loro funzione potranno comportare una serie di impatti sull'ambiente idrico, per mitigare questi impatti il progetto prevede la gestione delle acque in diverse modalità:

1. **Raccolta differenziata delle acque di sentina:** Si prevede l'installazione di un sistema di prelievo sottovuoto (pump-out) lungo i pontili. Questo sistema consente di raccogliere in modo specifico le acque di sentina prodotte dalle imbarcazioni e di trasferirle a un impianto di depurazione cittadino o locale. In questo modo, si evita il rilascio incontrollato delle acque di sentina nel mare, contribuendo a preservare la qualità dell'acqua.
2. **Sistema di raccolta delle acque oleose:** Verrà installato almeno un impianto per la raccolta delle acque oleose in prossimità delle aree tecniche e cantieristiche del porto. Questo impianto sarà corredato da un disoleatore che ridurrà la concentrazione di idrocarburi nelle acque oleose raccolte. Questa misura è finalizzata a prevenire la contaminazione dell'ambiente marino a causa di eventuali sversamenti accidentali di oli.
3. **Sistema di scarico delle acque meteoriche e pluviali:** il progetto prevede un sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche e pluviali generate all'interno dell'area portuale. Questo sistema può includere l'utilizzo di pozzi di raccolta, sistemi di drenaggio, canalizzazioni e scarichi controllati per evitare il ristagno delle acque e il rischio di allagamenti.
4. **Sistema di rilevamento e monitoraggio della qualità dell'acqua:** Si prevede la predisposizione di un impianto che, attraverso l'uso di sensori, comunichi su

un apposito pannello sinottico lo stato di torbidità delle acque e la presenza di idrocarburi. Questo sistema di monitoraggio consentirà di rilevare tempestivamente eventuali anomalie nella qualità dell'acqua e di adottare misure correttive se necessario.

*Per quanto riguarda la gestione dei rifiuti è previsto un sistema di raccolta differenziata dei rifiuti solidi prodotti dagli utenti, la possibilità di installare cestini portarifiuti nella zona commerciale e pedonale, e lo smaltimento giornaliero dei rifiuti umidi ed eventualmente dei rifiuti secchi non riciclabili.*

*Inoltre, è stata prevista la realizzazione di un impianto per la raccolta delle acque oleose e un impianto disoleatore per ridurre la concentrazione di idrocarburi nei rifiuti liquidi prima del loro conferimento al depuratore fognario.*

*Nel complesso l'impatto dato dalla presenza fisica dell'opera e dalla sua funzionalità può essere considerato trascurabile in quanto l'intervento mira ad efficientare il Porto di Siracusa già presente, inoltre è previsto un monitoraggio della qualità dell'acqua, della torbidità delle acque e della presenza di idrocarburi, al fine di rilevare eventuali impatti ambientali e adottare azioni correttive tempestive.*

## **6. ATMOSFERA: ARIA E CLIMA**

### **6.1 COSTRUZIONE DELL'OPERA**

#### **6.1.1 Metodologia di analisi**

L'obiettivo della presente analisi è stato quello di stimare le potenziali interferenze sulla qualità dell'aria legate alle attività di cantiere per la realizzazione delle opere previste nell'ambito del progetto oggetto di studio.

A tale scopo, è stata sviluppata una modellazione previsionale attraverso il software di Aermod che ha consentito di stimare le concentrazioni degli inquinanti considerati (PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>) legate alle attività di cantiere.

Il modello di simulazione matematico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera a cui si è fatto riferimento per le simulazioni del cantiere è il software AERMOD View, distribuito dalla Lakes Environmental, il quale, partendo dalle informazioni sulle sorgenti e sulle condizioni meteorologiche, fornisce la dispersione degli inquinanti in atmosfera e i relativi livelli di concentrazione al suolo.

AERMOD View incorpora i principali modelli di calcolo utilizzati dall'U.S. EPA attraverso un'interfaccia integrata. Si distinguono, in particolare, tre modelli:

- Aermod;
- ISCST3;
- ISC-PRIME.

In particolare, AERMOD è un modello di tipo Gaussiano (Steady-state Gaussian plume air dispersion model) basato su un modello di stabilità atmosferica di tipo “Planetary boundary layer theory”<sup>1</sup>, che consente di valutare, attraverso algoritmi di calcolo, i fattori di deflessione degli edifici, i parametri di deposizione al suolo degli

---

<sup>1</sup> AERMOD Tech Guide – Gaussian Plume Air Dispersion Model. Version 7.6

inquinanti, l'effetto locale dell'orografia del territorio ed in ultimo i calcoli relativi alle turbolenze meteorologiche.

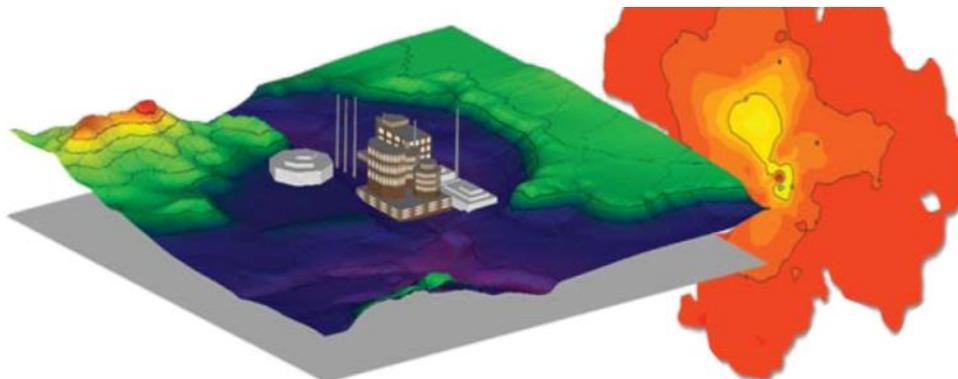


Figura 6-1 AERMOD View Esempio di modellazione grafica 3D delle curve di isoconcentrazione

Il codice AERMOD è stato sviluppato dall'American Meteorological Society – EPA, quale evoluzione del modello gaussiano ISC3. La dispersione in atmosfera della sostanza inquinante è funzione delle condizioni di stabilità atmosferica dell'area di riferimento stessa<sup>2</sup>:

- strato limite dell'atmosfera stabile: la distribuzione è di tipo gaussiano sia in direzione orizzontale che in direzione verticale;
- strato limite dell'atmosfera instabile: la distribuzione è di tipo gaussiano in direzione orizzontale e bi-gaussiano in direzione verticale.

Questa impostazione supera le tipologie di modelli precedenti (ISC3) permettendo di superare i limiti dei modelli gaussiani, i quali non erano in grado di simulare, in maniera sufficientemente rappresentativa, le condizioni di turbolenza dello strato limite atmosferico. Il codice prende in considerazione diversi tipi di sorgente:

- puntuali;
- lineari;

---

<sup>2</sup> US EPA, User Guide for the AMS EPA regulatory model AERMOD – USA (2004)

- areali;
- volumiche.

Per ognuna di queste sorgenti il modello fa corrispondere un diverso algoritmo di calcolo delle concentrazioni. Il modello, pertanto, calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza dei punti recettori, i quali possono essere punti singoli, o una maglia di punti con passo definito dall'utente.

Poiché il modello è di tipo stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione, tuttavia, è possibile fornire al modello stesso una differenziazione relativa ai fattori di emissioni calcolati nel giorno, ovvero definire per ogni ora del giorno un fattore di emissione relativo alla sorgente i-esima differente. Questa opzione di calcolo risulta particolarmente utile per la definizione delle concentrazioni derivanti da sorgenti che non utilizzano cicli di lavoro continui relativi alle 24h.

Infine, vengono considerati anche gli effetti derivanti dalla conformazione degli edifici. Grazie al modellatore 3D è possibile avere una rappresentazione grafica dell'area d'intervento sia in termini di terreno che in termini di edifici e sorgenti.

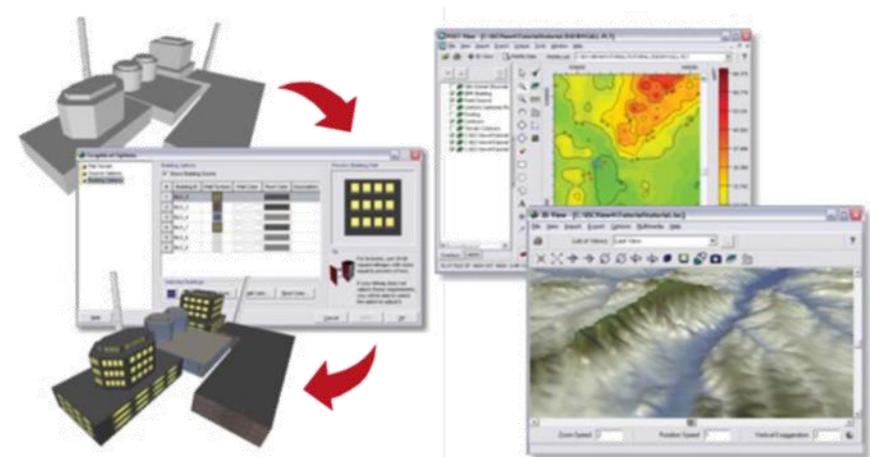


Figura 6-2 Esempio di modulo di visualizzazione 3D integrato nel modello di calcolo

In ultimo, il modello si avvale di due ulteriori modelli per la definizione degli input meteorologici e territoriali. Il primo modello, AERMET, consente di elaborare i dati meteorologici rappresentativi dell'area d'intervento, al fine di calcolare i parametri di diffusione dello strato limite atmosferico. Esso permette, pertanto, ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti. Il secondo modello, AERMAP, invece, consente di elaborare le caratteristiche orografiche del territorio in esame.

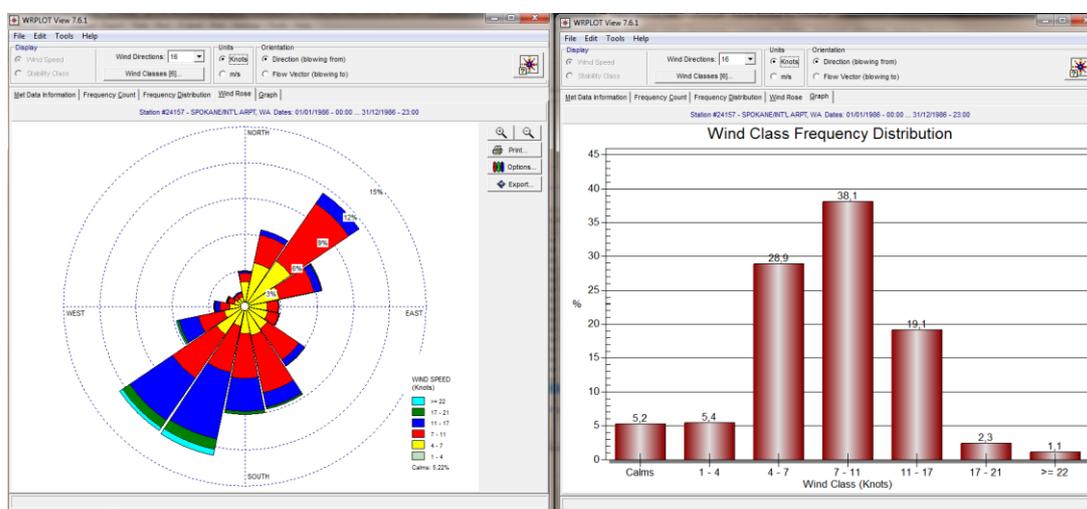


Figura 6-3 Esempio di applicazione del modulo AERMET

Come accennato, l'output del modello è rappresentato dalla stima delle concentrazioni di inquinanti in riferimento ai recettori scelti. Qualora si scelga di rappresentare i risultati attraverso una maglia, il software, grazie ad algoritmi di interpolazione è in grado di ricostruire le curve di isoconcentrazione, al fine di determinare una mappa di isoconcentrazione degli inquinanti.

Per maggiore chiarezza si può fare riferimento ad una struttura semplificata dell'intero processo di simulazione del software che può essere rimandata a due famiglie di parametri:

- parametri territoriali;
- parametri progettuali.

La prima famiglia di parametri è rappresentata da tutti i parametri propri del territorio ed in particolare i parametri meteorologici ed i parametri orografici. È evidente come i parametri appena citati possano essere assunti costanti nel tempo, per quello che riguarda la parte orografica, e come invece debbano essere considerati variabili nel tempo, anche se affetti da un andamento periodico, i parametri meteorologici.

Questi due parametri, computati in maniera contemporanea, determinano le modalità di diffusione, definendo, ad esempio, i diversi campi di vento a cui è sottoposta l'area in esame nei diversi periodi dell'anno.

La seconda famiglia di parametri, definisce, invece, il quadro “Emissivo” del progetto, ovvero definisce tutti i fattori di emissione relativi alle differenti attività effettuate all'interno del processo realizzativo dell'opera.

Una volta stimate le due famiglie di parametri, il modello di simulazione ne analizza le diverse correlazioni possibili, andando a valutare gli effetti relativi alla presenza della sorgente atmosferica i-esima situata in un'area territoriale e attiva in uno specifico arco temporale, considerando le condizioni meteorologiche relative alla stessa area e nello stesso arco temporale, definendo le curve di isoconcentrazione necessarie alle valutazioni degli impatti dell'opera sui recettori sensibili.

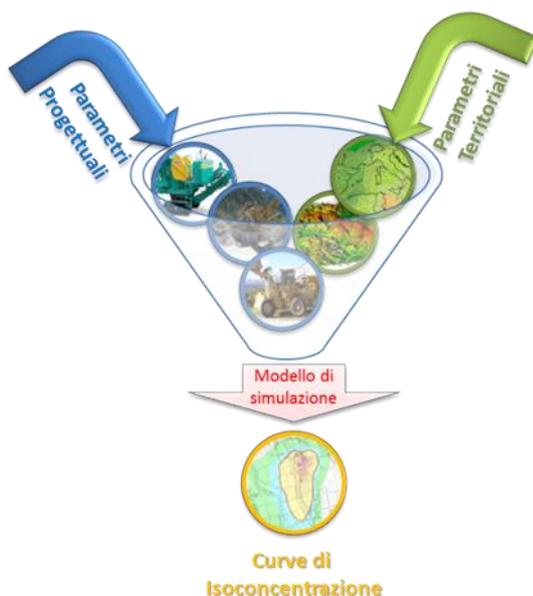


Figura 6-4 Definizione logica del modello adottato

#### 6.1.1.1 Input territoriali

##### *I dati meteorologici*

Uno degli input fondamentali per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera è il dato meteo. Per ricreare lo scenario diffusivo caratteristico del sito simulato, quindi, è stato necessario costruire adeguati file meteorologici in formati compatibili con il preprocessore meteorologico utilizzato dal modello di simulazione utilizzato, Aermot, denominato Aermot.

I file meteorologici necessari sono due, uno descrittivo delle condizioni meteorologiche registrate al suolo nel sito di studio, l'altro descrittivo dell'andamento verticale dei principali parametri meteorologici.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i dati registrati nel 2021 dalla stazione meteorologica di Napoli, descritta nel documento “SIA.02 – Le alternative e l'opera in progetto”, per la costruzione del primo file suddetto, mentre i dati profilometrici sono stati calcolati attraverso l'applicazione del “Upper Air Estimator” sviluppato dalla Lakes Environmental e citato quale metodo applicabile dalla stessa FAA.

Per descrivere la condizione meteorologica al suolo, il software Aermot richiede di inserire un file, con estensione “.dat”, contenente le informazioni caratterizzanti i giorni di cui si voglia studiare la dispersione.

Il formato con cui deve essere scritto tale file deve essere uno dei seguenti:

- TD 3280 Variable-Length Blocks,
- TD 3280 Fixed-Length Blocks,
- TD 3505-ISHD,
- CD-144,
- HUSWO,
- SCRAM,
- SAMSON.

I dati grezzi descritti e commentati precedentemente sono quindi stati riorganizzati nel formato “SCRAM”, che caratterizza le condizioni superficiali con intervalli di 60 minuti

1234520010100020340020410202
1234520010101040340020420202
1234520010102030290030390303

Tabella 6-1 Esempio di alcune righe di un file scritto in formato "SCRAM"

Per leggere il file, il software associa ad ogni posizione di un carattere all'interno della stringa di testo un preciso significato; di seguito viene indicato il significato di ogni cifra a secondo della casella che occupa:

- ❖ 1-5: indicano il codice della postazione meteorologica che ha registrato i dati; nell'esempio mostrato è stata denominata "12345";
- ❖ 6-7: indicano l'anno che si sta considerando; l'esempio riguarda l'anno 2020 che viene indicato con le ultime due cifre "20";
- ❖ 8-9: viene specificato il mese, nell'esempio siamo a gennaio: "01";
- ❖ 10-11: anche il giorno viene indicato con due cifre, nell'esempio siamo al primo giorno di gennaio: "01";
- ❖ 12-13: si specifica l'ora, lasciando vuota la prima casella nel caso di numeri ad una sola cifra;
- ❖ 14-16: viene indicata l'altezza a cui si trovano le nuvole, espressa in centinaia di piedi;
- ❖ 17-18: indicano la direzione del vento, espressa come decine di gradi (esempio  $130^\circ=13$ );
- ❖ 19-21: si indica la velocità del vento, espressa in nodi (001 Knot= 1853 m/h);
- ❖ 22-24: la temperatura espressa in questa tre caselle è indicata in gradi Fahrenheit (si ricorda la relazione:  $T^{\circ}f = 9/5 (T^{\circ}c + 32)$ );
- ❖ 25-28: si indica la quantità di nuvole: le prime due cifre, in una scala che va da zero a dieci, indicano la percentuale di nuvole presenti su tutta la zona, mentre le seconde due cifre, con la medesima scala, indicano la foschia presente sopra il sedime.

Il file così costruito è poi trattato mediante il preprocessore meteorologico Aermet, che analizza i dati e li riordina in modo da poter essere utilizzati dal software di simulazione.

Per inserire il file caratterizzante la situazione in quota, come definito in precedenza, si è scelto di utilizzare l'upper air estimator fornito dalla Lakes Environmental. Tale strumento consente di fornire, attraverso leggi di regressione, il profilo meteorologico in quota. Tale sistema è riconosciuto dalla FAA<sup>3</sup> ed alcune analisi sperimentali hanno dimostrato una buona approssimazione tra le concentrazioni stimate a partire dai dati in quota rispetto a quelle stimate attraverso l'uso dell'Upper Air Estimator<sup>4</sup>.

#### *I dati orografici*

Il secondo gruppo di parametri territoriali da definire è legato all'orografia del territorio in cui l'opera si innesta. Il software Aermod View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 6-5.

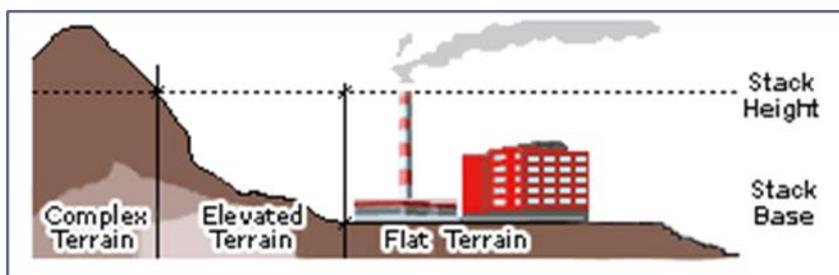


Figura 6-5 Tipologie di configurazioni territoriali

<sup>3</sup> [http://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/apl/research/models/edms\\_model/](http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/edms_model/)

<sup>4</sup> Worldwide Data Quality Effects on PBL Short-Range Regulatory Air Dispersion Models – Jesse L. Thé, Russell Lee, Roger W. Brode

Con riferimento all'area in esame interessata dall'opera in progetto, si è adottata una conformazione del territorio di tipo “flat” al fine di rendere la modellazione il più possibile fedele alla realtà.

### 6.1.1.2 Input progettuali

#### La metodologia del worst case scenario

La metodologia che è stata seguita per la definizione degli input di progetto e quindi delle sorgenti emissive presenti durante la fase di cantiere dell'opera in esame è quella del “Worst Case Scenario”. Tale metodologia, ormai consolidata ed ampiamente utilizzata in molti campi dell'ingegneria civile ed ambientale, consiste, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni “probabili”. Pertanto, il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo scenario, che nel caso in esame sono le variabili che influenzano il modello di simulazione.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più scenari, ritenuti maggiormente critici, nell'arco di una giornata.

A titolo esemplificativo, al fine di comprendere la logica del processo di simulazione si può fare riferimento allo schema di processo sottostante.

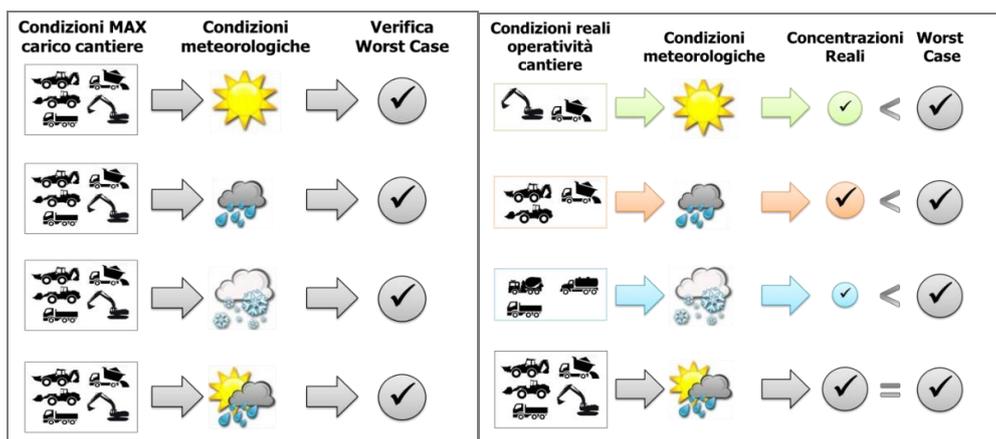


Figura 6-6 Logica delle verifiche con il worst case scenario

Volendo esplicitare la logica della Figura 6-6, dal punto di vista metodologico, occorre simulare lo scenario più critico dal punto di vista atmosferico. È infatti possibile definire le attività maggiormente critiche all'interno di un singolo cantiere,

analizzandone le emissioni, ed assumere che tale attività si svolga per tutta la durata del cantiere. Tale ipotesi risulta molto conservativa, permettendo di avere elevati margini di sicurezza rispetto anche ai possibili scarti temporali e variazioni meteorologiche che negli scenari futuri sono difficilmente valutabili.

Oltre all'aspetto relativo alla singola attività all'interno del cantiere occorre valutare anche la contemporaneità delle diverse attività in relazione al cronoprogramma del cantiere.

In ultimo, al fine di realizzare gli scenari di analisi occorre definire la tipologia di inquinante considerato. Tale aspetto influenza l'arco temporale di riferimento (ovvero l'intervallo di mediazione di riferimento) con il quale effettuare le verifiche normative e, al tempo stesso, l'operatività del cantiere che deve essere considerata all'interno della metodologia Worst Case implementata. Come meglio verrà esplicitato in seguito, gli inquinanti da tenere in considerazione sono funzione delle attività effettuate all'interno del cantiere.

Verificando, quindi, il rispetto di tutti i limiti normativi per il Worst Case Scenario, è possibile assumere in maniera analoga il rispetto dei limiti normativi per tutti gli scenari differenti dal peggiore, scenari nei quali, il margine di sicurezza sarà ancora maggiore.

#### 6.1.1.3 Definizione degli scenari di simulazione

Con riferimento alle attività di cantiere previste per il progetto in esame, il presente paragrafo è volto all'individuazione degli scenari più critici in termini di scarichi dei motori dei mezzi d'opera. Infatti, queste rappresentano le attività che maggiormente concorrono alle emissioni di inquinanti in atmosfera.

Dalla visione del cronoprogramma è stato, in primo luogo, possibile selezionare quelle attività ritenute più critiche in termini di tempistiche di realizzazione e vicinanza di più lavorazioni contemporanee che potrebbero generare la sovrapposizione degli effetti di dispersione delle concentrazioni di inquinanti.

Perciò, in considerazione di tali tematiche e della vicinanza dei recettori presenti, è stato individuato uno scenario di riferimento per le analisi modellistiche in fase di cantiere, in cui sono previste le attività di dragaggio e di realizzazione della colmata.

### **La definizione delle sorgenti emissive areali**

È stata considerata una sorgente emissiva areale, A1 (cfr. Figura 6-7), di superficie pari a circa 16.000 m<sup>2</sup>, in cui sono previste le attività per la realizzazione della colmata, all'interno della quale è stato ipotizzato l'utilizzo di un escavatore, due autocarri, una pala meccanica, due dumper e una trivella.



*Figura 6-7 Sorgente emissiva simulata*

In linea generale i dati richiesti dal software per la schematizzazione delle sorgenti areali sono quelli mostrati in Figura 6-8.

Figura 6-8 Tipologico input per sorgente areale nel software Aermid View

Nello specifico gli input inseriti sono:

- coordinate X, Y rispetto al baricentro della sorgente,
- altezza del terreno su cui è situata la sorgente,
- altezza della sorgente,
- fattore di emissione espresso in  $g/s\ m^2$ .

### **La definizione delle sorgenti puntuali**

Per le attività di dragaggio è stato ipotizzato l'utilizzo di mezzi navali, ossia due draghe.

Si è scelto di simulare tali mezzi come sorgenti emissive puntuali, che richiedono i seguenti dati di input:

- coordinate X, Y;
- altezza della base della sorgente;
- altezza del punto di rilascio degli inquinanti, ovvero la quota terminale del camino;
- tasso di emissione calcolato in  $g/s$ ;

- temperatura di fuoriuscita dei fumi dal camino;
- diametro del camino;
- velocità di fuoriuscita dei fumi in m/s;
- portata dei fumi in m<sup>3</sup>/s – parametro calcolato a partire dal diametro del camino e dalla velocità dei fumi.

Per quanto riguarda valori di temperatura e velocità dei fumi si è fatto riferimento alle caratteristiche costruttive dei motori generalmente installati a bordo delle navi. Date le caratteristiche dei motori, tali valori sono da considerarsi medi e rappresentativi di un ordine di grandezza attribuibile al fenomeno. I valori attribuiti alle due grandezze sono rispettivamente 493 K e 35 m/s così come definito dal K90MC Mk 6 Project Guide.<sup>5</sup>

Di seguito si riporta l’elenco delle sorgenti implementate nel software e la loro disposizione spaziale.

---

<sup>5</sup> MAN B&W Diesel A/S K90 MC Project Guide 5th Edition November 2000, Par 6.01.09 Calculation of Exhaust Gas Amount and Temperature e 6.10.4 Exhaust Gas System for Main Engine.



Figura 6-9 Localizzazione sorgenti puntuali

ID	Altezza del punto di rilascio degli inquinanti [m]	Diametro [m]	Velocità uscita [m/s]	Temperatura uscita [K]	Coordinata X [m]	Coordinata Y [m]
S1	5	0,3	35	473,15	524925	4102176
S2	5	0,3	35	473,15	524915	4102162

Tabella 6-2 Caratteristiche delle sorgenti puntuali inserite all'interno del software Aermod

View

### **La definizione dei punti di calcolo**

Per poter definire le curve di isoconcentrazione è necessaria la definizione di una maglia di punti di calcolo. A tale scopo occorre soddisfare la duplice necessità di avere una maglia di calcolo spazialmente idonea a poter descrivere una porzione di territorio sufficientemente ampia e dall'altro di fissarne un passo adeguato al fine di non incrementare inutilmente l'onerosità dei calcoli.

Seguendo tali principi è stata definita una maglia regolare, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella.

<b>Coordinate del centro della maglia Asse X</b>	524703,04
<b>Coordinate del centro della maglia Asse Y</b>	4102288,50
<b>Passo lungo l'asse X</b>	80
<b>Passo lungo l'asse Y</b>	80
<b>N° di punti lungo l'asse X</b>	50
<b>N° di punti lungo l'asse Y</b>	50
<b>N° di punti di calcolo totali</b>	2500

*Tabella 6-3 Coordinate maglia dei punti di calcolo*

Al fine di poter effettuare la sovrapposizione degli effetti tra i valori di fondo di qualità dell'aria ed il contributo del cantiere in esame, si è fatto riferimento a 3 punti recettori residenziali, rappresentativi degli edifici più vicini all'area di intervento, descritti in tabella e figura seguenti.

<b>Recettore</b>	<b>Coordinata X(m)</b>	<b>Coordinata Y(m)</b>
C1	525050	4102318
C2	525043	4102292
C3	525041	4102203

*Tabella 6-4 Coordinate recettori considerati*



Figura 6-10 Localizzazione recettori e sorgenti emissive

### 6.1.2 Fattori di emissione

Il fattore di emissione rappresenta la parte unitaria delle emissioni che, moltiplicata per l'unità di area e di tempo in cui la sorgente rimane in condizione “attive”, permette il calcolo delle emissioni di inquinanti totali “uscenti” dalla sorgente.

In particolare, per la presente analisi, sono stati presi in considerazione i fattori di emissione relativi a PM10, PM2,5 e NOx.

Per il calcolo delle emissioni dovute ai gas di scarico dei mezzi di cantiere, sono stati considerati i fattori di emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel) aggiornati al 2021.

Invece, per le emissioni correlate alle sorgenti navali si è fatto riferimento all'Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019, con particolare riferimento alla sezione 1.A.3d “Navigation (shipping) 2020”.

#### 6.1.2.1 I fattori di emissione relativi ai gas di scarico dei mezzi di cantiere

Per il calcolo dell'emissione dei gas di scarico relativa ai mezzi presenti in cantiere è stato fatto riferimento ai fattori di emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel, aggiornati al 2021) dei mezzi di cantiere (riportati nella seguente tabella) tenendo conto del numero dei mezzi impiegati e del numero di ore di lavoro giornaliera di ciascuno di essi.

Mezzi di cantiere	NOx (g/s)	PM10(g/s)	PM2,5 (g/s)(1)
Escavatore	0,0425	0,0021	0,0013
Autocarro	0,1105	0,0038	0,0023
Pala gommata	0,0528	0,0028	0,0017
Dumper	0,0147	0,0006	0,0003
Trivella	0,0393	0,0015	0,0009
<sup>(1)</sup> Calcolati pari al 60% del PM10			

Tabella 6-5 Fattori di emissione relativi ai gas di scarico dei mezzi di cantiere considerati

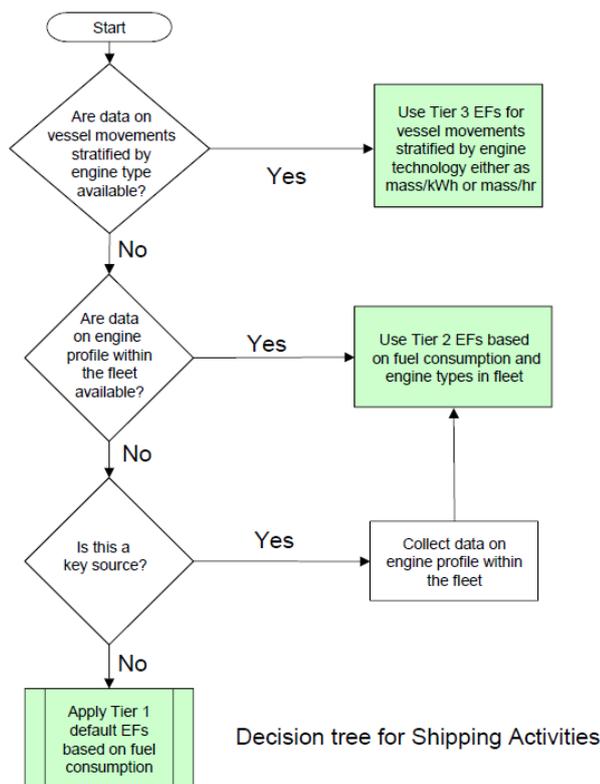
#### 6.1.2.2 I fattori di emissione delle sorgenti navali

Per il calcolo dell'emissione dei gas di scarico relativa ai mezzi navali si è fatto riferimento all'Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019, con particolare riferimento alla sezione 1.A.3d “Navigation (shipping) 2020”. Nella sezione specifica sono contenute tutte le sorgenti di trasporto legate alla navigazione, comprendenti sia quelle nazionali che quelle internazionali, sia quelle legate ad attività specifiche come la pesca ed il trasporto merci e combustibili.

I processi di emissione derivanti dalla navigazione sono prodotti da due fonti principali: i motori utilizzati per la propulsione, e i motori ausiliari utilizzati per l'energia e i servizi.

Nello specifico il metodo definisce tre livelli di approfondimento in funzione delle informazioni disponibili. In particolare, qualora siano disponibili i movimenti delle navi suddivisi per tipo di motore e per tipo di manovra è possibile utilizzare la metodologia definita TIER 3. Qualora siano disponibili solo i dati sulla tipologia del moto si utilizza

la tipologia TIER 2. In ultimo qualora siano disponibili unicamente dati per la tipologia di combustibile e la sorgente non sia considerata come sorgente principale è possibile utilizzare la metodologia TIER 1. Il diagramma di flusso della metodologia è riportato in Figura 6-38.



In generale l’algoritmo definito dalla metodologia è dato dall’equazione seguente:

$$E_{Trip} = E_{Hotelling} + E_{Manouvering} + E_{Cruising}$$

Per il calcolo delle emissioni nella metodologia TIER3 si propongono due approcci differenti a seconda delle informazioni conosciute. Qualora si conosca la quantità di carburante per viaggio effettuato, l’equazione precedente diventa:

$$E_{Trip,i,j,m} = \sum_p (FC_{j,m,p} \times EF_{i,j,m,p})$$

Dove:

- $E_{Trip}$  = emissione relativa ad un intero percorso (tonnellate);

- FC = consumo di carburante (tonnellate);
- EF = fattore di emissione (kg/tonnellata);
- i = inquinante (NO<sub>x</sub>, NMVOC, PM);
- m = tipologia di carburante;
- j = tipo di motore;
- p = fase del percorso (crociera, manovra, stazionamento).

La seconda tipologia di approccio è utilizzata qualora il quantitativo di carburante speso per il percorso non fosse noto. In quel caso la metodologia propone un approccio differente, basato sulla potenza installata a bordo delle navi e sul tempo speso nelle diverse fasi del percorso stesso. In questo caso l'equazione diventa:

$$E_{Trip,i,j,m} = \sum_p \left[ T_p \sum_e (P_e \times LF_e \times EF_{e,i,j,m,p}) \right]$$

Dove:

- E<sub>Trip</sub> = emissione relativa ad un intero percorso (tonnellate);
- EF = fattore di emissione (g/kWh);
- P = potenza nominale del motore (kW);
- T = tempo in ore;
- e = categoria di motore (principale o ausiliario);
- i = inquinante (NO<sub>x</sub>, NMVOC, PM);
- m = tipologia di carburante;
- j = tipo di motore;
- p = fase del percorso (crociera, manovra, stazionamento).

La tipologia di approccio scelta nella presente relazione fa riferimento a questa seconda tipologia di analisi, basata sulla definizione delle potenze e dei tempi di esecuzione delle diverse fasi.

Di seguito vengono riportate le tabelle utilizzate nella metodologia per il calcolo delle emissioni nel caso in esame. L'utilizzo di tali tabelle verrà descritto successivamente, quando si determinerà l'emissione totale ed i corrispondenti fattori di

emissione utilizzati nel processo di analisi diffusiva dell'inquinamento atmosferico generato dalle sorgenti navali.

Engine	Phase	Engine type	Fuel type	NO <sub>x</sub> EF 2000 (g/kWh)	NO <sub>x</sub> EF 2005 (g/kWh)	NO <sub>x</sub> EF 2010 (g/kWh)	NM VOC EF (g/kWh)	TSP PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub> EF (g/kWh)	Specific fuel consumption (g fuel/kWh)	
Main	Cruise	Gas turbine	BFO	6.1	5.9	5.7	0.1	0.1	305.0	
			MDO/MGO	5.7	5.5	5.3	0.1	0.0	290.0	
		High-speed diesel	BFO	12.7	12.3	11.8	0.2	0.8	213.0	
			MDO/MGO	12.0	11.6	11.2	0.2	0.3	203.0	
		Medium-speed diesel	BFO	14.0	13.5	13.0	0.5	0.8	213.0	
			MDO/MGO	13.2	12.8	12.3	0.5	0.3	203.0	
		Slow-speed diesel	BFO	18.1	17.5	16.9	0.6	1.7	195.0	
			MDO/MGO	17.0	16.4	15.8	0.6	0.3	185.0	
		Steam turbine	BFO	2.1	2.0	2.0	0.1	0.8	305.0	
			MDO/MGO	2.0	1.9	1.9	0.1	0.3	290.0	
		Manoeuv ring Hotelling	Gas turbine	BFO	3.1	3.0	2.9	0.5	1.5	336.0
				MDO/MGO	2.9	2.8	2.7	0.5	0.5	319.0
	High-speed diesel		BFO	10.2	9.9	9.5	0.6	2.4	234.0	
			MDO/MGO	9.6	9.3	8.9	0.6	0.9	223.0	
Medium-speed diesel	BFO		11.2	10.8	10.4	1.5	2.4	234.0		
	MDO/MGO		10.6	10.2	9.9	1.5	0.9	223.0		
Slow-speed diesel	BFO		14.5	14.0	13.5	1.8	2.4	215.0		
	MDO/MGO		13.6	13.1	12.7	1.8	0.9	204.0		
Steam turbine	BFO	1.7	1.6	1.6	0.3	2.4	336.0			
	MDO/MGO	1.6	1.6	1.5	0.3	0.9	319.0			
Auxi- liary	Cruise	High-speed diesel	BFO	11.6	11.2	10.8	0.4	0.8	227.0	
			MDO/MGO	10.9	10.5	10.2	0.4	0.3	217.0	
	Manoeuv ring Hotelling	Medium-speed diesel	BFO	14.7	14.2	13.7	0.4	0.8	227.0	
			MDO/MGO	13.9	13.5	13.0	0.4	0.3	217.0	

Figura 6-11 TIER 3 - Fattori di emissione di NO<sub>x</sub>, NMVOC, PM e consumo specifico di carburante, in g/kWh, per combinazioni di diverse tipologie di motore e carburante per ogni fase di viaggio (BFO: Bunker Fuel Oil, MDO: Marine Diesel Oil e MGO: Marine Gas Oil)  
 (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2020)

Ship category	Main engine power (kW)	
	1997 fleet	2010 fleet
Liquid bulk ships	6.695	6.543
Dry bulk carriers	8.032	4.397
Container	22.929	14.871
General cargo	2.657	2.555
Ro Ro Cargo	7.898	4.194
Passenger	3.885	10.196
Fishing	837	734
Other	2.778	2.469
Tug	2.059	2.033

Figura 6-12 Potenze medie motori principali installati per tipologia di nave (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2020)

Ship Category	SSD MDO /MG O	SSD BFO	MSD MDO /MGO	MSD BFO	HSD MDO/ MGO	HSD BFO	GT MDO /MGO	GT BFO	ST MDO /MG O	ST BFO
Liquid bulk ship	0.87	74.08	3.17	20.47	0.52	0.75	0.00	0.14	0.00	0.00
Dry bulk carriers	0.37	91.63	0.63	7.29	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Container	1.23	92.98	0.11	5.56	0.03	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
General Cargo	0.36	44.59	8.48	41.71	4.30	0.45	0.00	0.10	0.00	0.00
Ro Ro Cargo	0.17	20.09	9.86	59.82	5.57	2.23	2.27	0.00	0.00	0.00
Passenger	0.00	3.81	5.68	76.98	3.68	1.76	4.79	3.29	0.00	0.02
Fishing	0.00	0.00	84.42	3.82	11.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Others	0.48	30.14	29.54	19.63	16.67	2.96	0.38	0.20	0.00	0.00
Tugs	0.00	0.00	39.99	6.14	52.80	0.78	0.28	0.00	0.00	0.00

Figura 6-13 Percentuale di tipologie di motori principali (SSD: Slow Speed Diesel, MSD: Medium Speed Diesel, HSD: High Speed Diesel, GT: Gas Turbine, ST: Steam Turbine) e tipologie di combustibili utilizzati dalle navi (BFO, MDO e MGO) (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2020)

Phase	% load of MCR Main Engine	% time all Main Engine operating	% load of MCR Auxiliary Engine
Cruise	80	100	30
Manoeuvring	20	100	50
Hotelling (except tankers)	20	5	40
Hotelling (tankers)	20	100	60

Figura 6-14 Percentuali stimate di carico del MCR (Maximum Continuous Rating) per motori principali e secondari (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2020)

Nel presente caso di studio, in funzione della potenza dei mezzi navali utilizzati nelle simulazioni, pari a circa 300 kW, sono state prese in considerazione le navi di tipologia “Fishing” (cfr. Figura 6-12).

I fattori di emissione degli ossidi di azoto e del particolato, espressi in g/s, sono stati determinati pesando i fattori di emissione relativi alla tipologia di nave scelta, espressi in g/kWh (cfr. Figura 6-11), in funzione delle percentuali riportate in Figura 6 15. Inoltre, allo scopo di calcolare i fattori di emissione relativi alla sola fase di stazionamento (“hotelling”), tali valori sono stati moltiplicati per la percentuale mostrata in Figura 6-14.

Nella seguente tabella sono quindi riportati i fattori di emissione, relativi alla draga, che sono stati considerati nello studio per la stima delle concentrazioni degli inquinanti tramite l'utilizzo del software Aermod View.

Inquinante	Fattore emissione (g/s)
NOx	0,1563
PM10	0,0153
PM2,5	0,0092

Tabella 6-6 Fattori di emissione per le sorgenti navali

### **6.1.3 Risultati**

I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni degli inquinanti di interesse, ossia PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>. In particolare, sono stati analizzati:

- le concentrazioni medie annue di PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>;
- il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10;
- il 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub>.

Per le mappe delle isoconcentrazioni ottenute mediante le simulazioni modellistiche effettuate per la fase di cantiere, si può far riferimento agli elaborati grafici:

- “Concentrazioni medie annue di PM10 in fase di cantiere”;
- “90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10 in fase di cantiere”;
- “Concentrazioni medie annue di PM2,5 in fase di cantiere”;
- “Concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub> in fase di cantiere”;
- “99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> in fase di cantiere”.

#### 6.1.3.1 PM10

##### *Concentrazioni medie annue di PM10*

Per quanto riguarda i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali, in termini di media annua di PM10, questi sono riportati nella seguente tabella.

<b>Recettore</b>	<b>Concentrazione media annua di PM10 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Media annua di PM10 registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana – 2021 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Qualità dell’aria complessiva (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Limite normativo (µg/m<sup>3</sup>)</b>
C1	0,0167	26	26,0167	40
C2	0,0218		26,0218	
C3	0,0470		26,0470	

*Tabella 6-7 Concentrazione media annua di PM10*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di C3 ed è pari a 0,047  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

*90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10*

In considerazione del limite giornaliero del PM10, pari a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare per più di 35 giorni all'anno, di seguito sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali in termini di 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10.

<b>Recettore</b>	<b>90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Media annua di PM10 registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana – 2021 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Qualità dell'aria complessiva (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Limite normativo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>
C1	0,0447	26	26,0447	50
C2	0,0602		26,0602	
C3	0,1510		26,1510	

*Tabella 6-8 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di C3 ed è pari a 0,151  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

**6.1.3.2 PM2,5**

*Concentrazioni medie annue di PM2,5*

Di seguito sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali in termini di concentrazione media annua di PM2,5.

<b>Recettore</b>	<b>Concentrazione media annua di PM2,5 (µg/m³)</b>	<b>Media annua di PM2,5 registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana – 2021 (µg/m³)</b>	<b>Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)</b>	<b>Limite normativo (µg/m³)</b>
C1	0,0100	12	12,0100	25
C2	0,0131		12,0131	
C3	0,0282		12,0282	

*Tabella 6-9 Concentrazioni medie annue di PM2,5*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di C3 ed è pari a 0,0282 µg/m³, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 25 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

#### 6.1.3.3 NO<sub>2</sub>

Il limite normativo riguardante la salute umana è relativo all'NO<sub>2</sub>, per tale ragione nella seguente tabella sono riportati, presso i recettori residenziali, i valori dell'NO<sub>x</sub>, trasformati in NO<sub>2</sub>, considerando le equazioni descritte nel paragrafo 3.5.4 del documento “SIA.03 – Lo scenario di base”, di seguito riportate:

- per  $0 < \text{NO}_x \leq 252 \text{ µg/m}^3$ :  $y = -0,0014 x^2 + 0,7046 x$ ;
- per  $\text{NO}_x > 252 \text{ µg/m}^3$ :  $y = 0,1 x + 63,49$ .

#### *Concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub>*

Di seguito sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali in termini di concentrazione media annua di NO<sub>2</sub>.

<b>Recettore</b>	<b>Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> (µg/m³)</b>	<b>Media annua di NO<sub>2</sub> registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana – 2021 (µg/m³)</b>	<b>Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)</b>	<b>Limite normativo (µg/m³)</b>
C1	0,163	19	19,163	40
C2	0,211		19,211	

<b>Recettore</b>	<b>Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Media annua di NO<sub>2</sub> registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana – 2021 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Qualità dell'aria complessiva (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Limite normativo (µg/m<sup>3</sup>)</b>
C3	0,438		19,438	

*Tabella 6-10 Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub>*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di C3 ed è pari a 0,438 µg/m<sup>3</sup>, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 40 µg/m<sup>3</sup>, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

*99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub>*

In considerazione del limite orario dell'NO<sub>2</sub>, pari a 200 µg/m<sup>3</sup>, da non superare per più di 18 volte all'anno, nella seguente tabella sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori residenziali in termini di 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub>.

<b>Recettore</b>	<b>99,8° percentile della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Media annua di NO<sub>2</sub> registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana – 2021 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Qualità dell'aria complessiva (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Limite normativo (µg/m<sup>3</sup>)</b>
C1	4,914	19	23,914	200
C2	5,647		24,647	
C3	9,122		28,122	

*Tabella 6-11 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub>*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di C3 ed è pari a 9,122 µg/m<sup>3</sup>, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 200 µg/m<sup>3</sup>, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

#### 6.1.3.4 Conclusioni

*Dall'osservazione dei risultati ottenuti dalle simulazioni modellistiche effettuate nel presente studio si può affermare che le concentrazioni stimate per la fase di cantiere del progetto risultano sempre al di sotto dei limiti normativi, anche in considerazione dei valori registrati dalla centralina di riferimento.*

*Per quanto riguarda la verifica delle concentrazioni degli inquinanti in fase di cantiere si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale.*

*Inoltre, per le misure di prevenzione e mitigazione da adottare in fase di cantiere al fine di minimizzare la dispersione di inquinanti in atmosfera in fase di cantiere si può fare riferimento a quanto descritto nel documento “SIA.02 – Le alternative e l'opera in progetto”.*

## **6.2 PRESENZA E FUNZIONALITÀ DELL'OPERA**

### **6.2.1 Metodologia di analisi**

L'obiettivo della presente analisi è stato quello di stimare le concentrazioni degli inquinanti atmosferici prodotte dal traffico e dal traffico veicolare indotto dal progetto, in termini di PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>.

A tale scopo, attraverso il software di simulazione Aermid è stato possibile determinare i valori di concentrazione degli inquinanti di interesse (PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>) e quantificare le modificazioni sulla qualità dell'aria prodotte dal traffico veicolare allo stato attuale e dal traffico veicolare e navale indotto dal progetto in esame. Sono stati simulati due scenari:

- scenario attuale,
- scenario di progetto.

Per ogni scenario, sono stati calcolati i valori di concentrazione degli inquinanti in prossimità dei recettori puntuali e le curve di isoconcentrazione sull'intera maglia di calcolo, al fine di fornire una rappresentazione grafica delle concentrazioni per ogni inquinante e di confrontare i risultati relativi ai due scenari.

Prima di elaborare ed analizzare i risultati ottenuti dal modello di simulazione, nei paragrafi successivi vengono descritti i principali input relativi agli scenari considerati.

#### 6.2.1.1 Input territoriali

Per le simulazioni dello scenario di progetto sono stati utilizzati gli stessi dati meteorologici e orografici utilizzati nella fase di cantiere, riportati nel Par 6.1.1.1.

#### 6.2.1.2 Input progettuali

##### *1.1.1.1.1 Traffico veicolare*

##### *La composizione del parco veicolare circolante*

Uno degli elementi fondamentali per il calcolo dei fattori di emissione degli inquinanti, che rappresentano uno degli input del modello dispersivo, è la caratterizzazione del

parco veicolare in termini di tipologia di veicoli ed entità di traffico. I dati utili a tale scopo sono dati ufficiali forniti direttamente dall’Automobile Club d’Italia (ACI). Si è fatto riferimento nello specifico alla rappresentazione del parco veicolare italiano relativa al 2021 (“Autoritratto 2021”, ultimo anno disponibile).

Il documento che si è consultato, contenente tutti i dati relativi alle differenti tipologie veicolari, è una sintesi articolata dei dati tratti dagli archivi dell’ente sulle informazioni tecnico – giuridiche dei veicoli circolanti. L’analisi sul traffico veicolare viene fatta suddividendo questo in diverse classi “COPERT” ovvero secondo la classificazione individuata dall’Air Pollutant Emission Inventory guide book.

Il documento è, inoltre, suddiviso per ambito territoriale di riferimento:

- area territoriale (area vasta, generalmente più regioni);
- regionale;
- provinciale;
- comunale.

Nel caso specifico dell’area di interesse l’ambito a cui far riferimento è funzione del bacino di influenza dell’infrastruttura considerata, ovvero della capacità e della provenienza delle sorgenti che l’infrastruttura stessa “genera e attrae”.

Al fine di assumere un dato sufficientemente significativo e cautelativo si è scelto di far riferimento alla suddivisione provinciale del parco veicolare (Provincia di Siracusa), essendo questa maggiormente rappresentativa del traffico veicolare circolante sull’infrastruttura di analisi e sulla rete stradale di riferimento.

Le tipologie veicolari che sono state considerate riguardano:

- autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- motocicli, distinti per fascia di cilindrata.

Relativamente allo scenario attuale, sono stati assunti come dati per la rappresentazione del parco veicolare esattamente quelli riportati nell’ “Autoritratto 2021” fornito dall’ACI. Di seguito si riportano i dati in forma tabellare e grafica per ogni tipologia di

*VAMIRGEOIND. Ambiente, Geologia e Geofisica s.r.l.*  
*Studio di Impatto Ambientale relativo al Progetto Definitivo di "Approdo e Facilities collegate per la  
 qualificazione funzionale dello specchio di mare antistante l'ex area industriale S.P.E.R.O"*

veicolo.

Autoveicoli Provincia Siracusa - Scenario attuale											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
BENZINA	Fino a 1400	21.099	4.516	14.488	13.798	26.628	10.184	16.621		150	107.484
	1401 - 2000	4.072	1.779	3.194	1.403	1.707	376	721		15	13.267
	Oltre 2000	297	93	159	147	262	39	113		4	1.114
	Non definito	12									12
BENZINA Totale		25.480	6.388	17.841	15.348	28.597	10.599	17.455		169	121.877
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	488	75	176	103	2.243	1.233	1.648			5.966
	1401 - 2000	824	263	339	112	384	257	345		2	2.526
	Oltre 2000	49	13	16	11	41	2				132
	Non definito	1									1
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		1.362	351	531	226	2.668	1.492	1.993		2	8.625
BENZINA E METANO	Fino a 1400	16	3	8	17	423	556	261			1.284
	1401 - 2000	17	7	44	37	79	2	2			188
	Oltre 2000	1	1	3		2					7
BENZINA E METANO Totale		34	11	55	54	504	558	263			1.479
ELETTRICITA'	Non contemplato								325		325
ELETTRICITA' Totale									325		325
GASOLIO	Fino a 1400	1.050	58	40	4.897	16.925	7.114	3.027			33.111
	1401 - 2000	2.715	1.009	5.904	15.289	21.866	18.421	24.825		1	90.030
	Oltre 2000	1.693	627	2.077	3.280	3.193	1.841	1.816		1	14.528
	Non definito	1		1							2
GASOLIO Totale		5.459	1.694	8.022	23.466	41.984	27.376	29.668		2	137.671
IBRIDO BENZINA	Fino a 1400					1	20	1.537			1.558
	1401 - 2000					4	134	1.256			1.394
	Oltre 2000					6	5	207			218
IBRIDO BENZINA Totale						11	159	3.000			3.170
IBRIDO GASOLIO	1401 - 2000						8	240			248
	Oltre 2000						1	51			52
IBRIDO GASOLIO Totale							9	291			300
METANO	Fino a 1400	3		2			50	73			128
	1401 - 2000	5	1			12	4	25			47
	Oltre 2000					1					1
METANO Totale		8	1	2		13	54	98			176
ALTRE	Fino a 1400	1									1
ALTRE Totale		1									1
NON DEFINITO	Fino a 1400	6								1	7
	1401 - 2000	2									2
	Non definito	1									1
NON DEFINITO Totale		9								1	10
TOTALE Siracusa		32.353	8.445	26.451	39.094	73.777	40.247	52.768	325	174	273.634

*Figura 6-15 Suddivisione Autoveicoli, Provincia di Siracusa (Fonte: Elaborazione dati ACI  
 Autoritratto 2021)*

Veicoli industriali leggeri Provincia di Siracusa - Scenario attuale											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE	
BENZINA	Fino a 3,5	277	200	269	204	170	81	72	6	1279	
	Non definito	21	3							24	
BENZINA Totale		298	203	269	204	170	81	72	6	1303	
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 3,5	37	10	13	8	109	19	53		249	
	Non definito	2								2	
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		39	10	13	8	109	19	53		251	
BENZINA E METANO	Fino a 3,5	6		5	5	59	72	24		171	
BENZINA E METANO Totale		6		5	5	59	72	24		171	
GASOLIO	Fino a 3,5	4580	2087	3671	5997	5302	2503	2347	11	26498	
	Non definito	224	14	2	2	2	2	1		247	
GASOLIO Totale		4804	2101	3673	5999	5304	2505	2348	11	26745	
IBRIDO BENZINA	Fino a 3,5							21		21	
IBRIDO BENZINA Totale								21		21	
IBRIDO GASOLIO	Fino a 3,5							20		20	
IBRIDO GASOLIO Totale								20		20	
METANO	Fino a 3,5	1				6	7	13		27	
METANO Totale		1				6	7	13		27	
ALTRE	Fino a 3,5							1		1	
ALTRE Totale								1		1	
NON DEFINITO	Fino a 3,5								1	1	
NON DEFINITO Totale									1	1	
TOT Siracusa		5149	2314	3960	6216	5648	2684	2552	18	28541	

*Figura 6-16 Suddivisione Veicoli industriali leggeri, Provincia di Siracusa (Fonte:  
 Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)*

*VAMIRGEOIND. Ambiente, Geologia e Geofisica s.r.l.*  
*Studio di Impatto Ambientale relativo al Progetto Definitivo di "Approdo e Facilities collegate per la  
 qualificazione funzionale dello specchio di mare antistante l'ex area industriale S.P.E.R.O"*

Veicoli industriali pesanti Provincia di Siracusa - Scenario attuale											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
BENZINA	Oltre 3,5	30	1	1	1	1					34
BENZINA Totale		30	1	1	1	1					34
BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	1									1
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		1									1
ELETTRICITA	Non contemplato								22		22
ELETTRICITA Totale									22		22
GASOLIO	3,6 - 7,5	1526	101	166	147	48	52	46		8	2094
	7,6 - 12	780	82	107	97	19	29	22		9	1145
	12,1 - 14	187	7	4	11	8	8	2		4	231
	14,1 - 20	350	48	91	108	29	43	71		4	744
	20,1 - 26	491	45	93	166	6	85	94		2	982
	26,1 - 28	1						16			17
	28,1 - 32	8	5	49	64	8	32	28			194
	Oltre 32	24	2	1	5	4	2	9			47
GASOLIO Totale		3367	290	511	598	122	251	288		27	5454
IBRIDO GASOLIO	3,6 - 7,5							1			1
IBRIDO GASOLIO Totale								1			1
METANO	Oltre 3,5						5				5
METANO Totale							5				5
TOT Siracusa		3398	291	512	599	123	256	289	22	27	5517

Figura 6-17 Suddivisione Veicoli industriali pesanti, Provincia di Siracusa (Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)

Motocicli Provincia di Siracusa - Scenario attuale										
FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	Non contemplato	Non definito	TOTALE	
Fino a 125	6.063	3.091	2.298	7.492	2.168	612		26	21.750	
126 - 250	2.839	3.417	2.507	3.883	454	101		6	13.207	
251 - 750	4.102	2.211	2.685	6.769	2.740	707		2	19.216	
Oltre 750	997	1.400	732	2.174	910	237			6.450	
Non contemplato							43		43	
Non definito	11							2	13	
TOT Siracusa	14.012	10.119	8.222	20.318	6.272	1.657	43	36	60.679	

Figura 6-18 Suddivisione Motocicli, Provincia di Siracusa (Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)

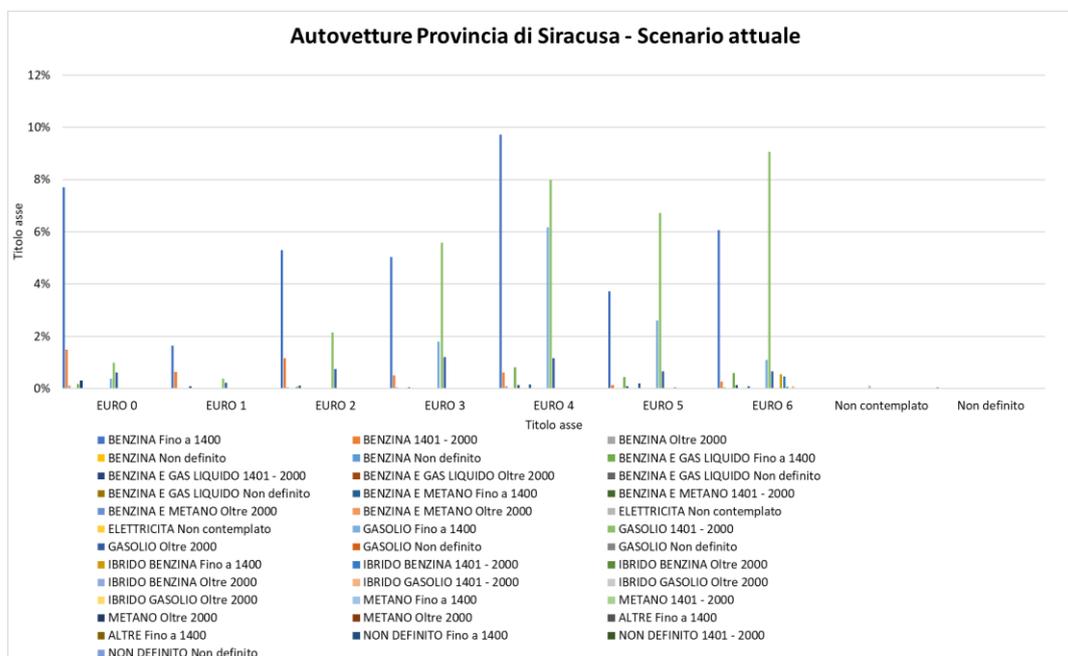


Figura 6-19 Suddivisione percentuale Autovetture, Provincia di Siracusa (Fonte: Elaborazione)

(dati ACI Autoritratto 2021)

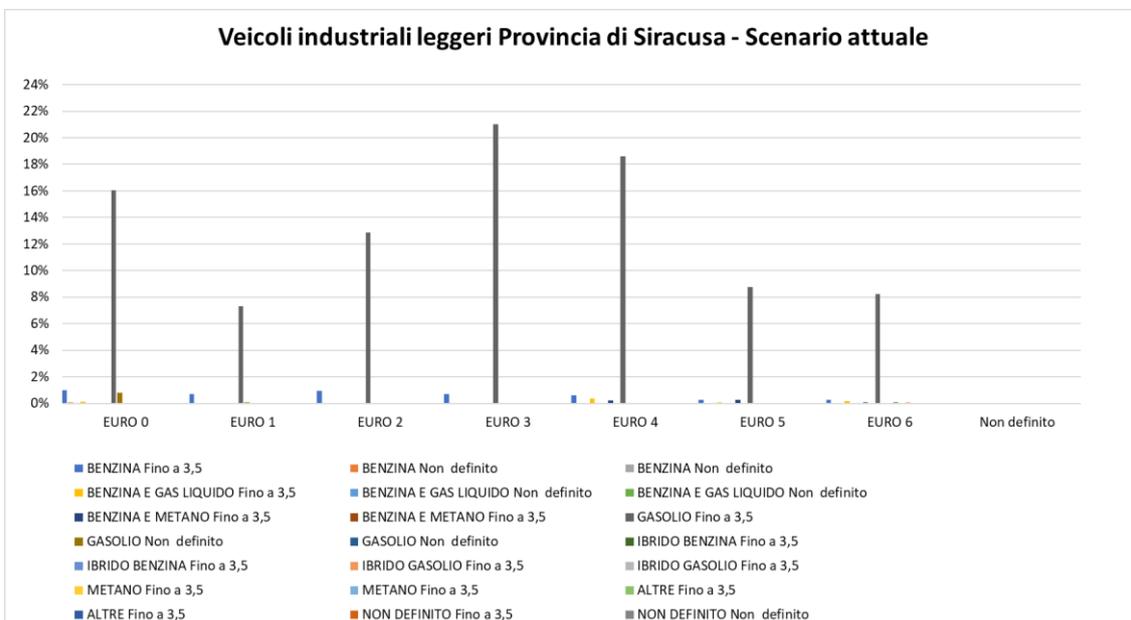


Figura 6-20 Suddivisione percentuale Veicoli industriali leggeri, Provincia di Siracusa (Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)

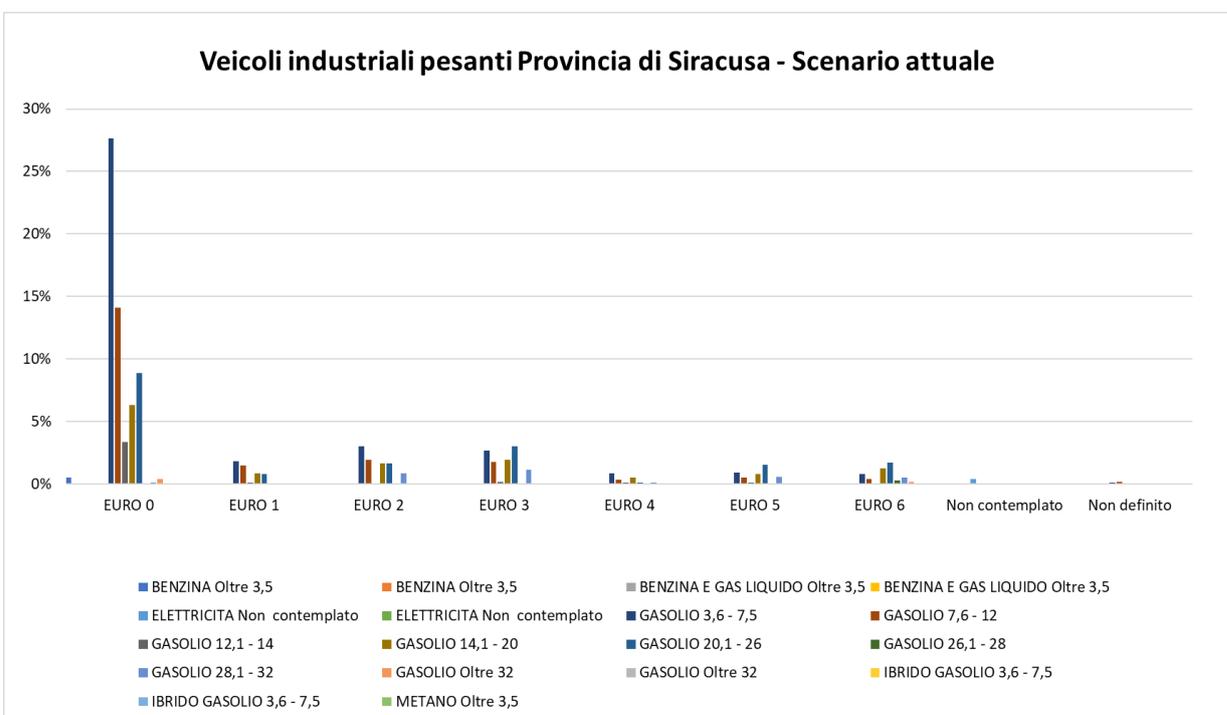


Figura 6-21 Suddivisione percentuale Veicoli industriali pesanti, Provincia di Siracusa (Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)

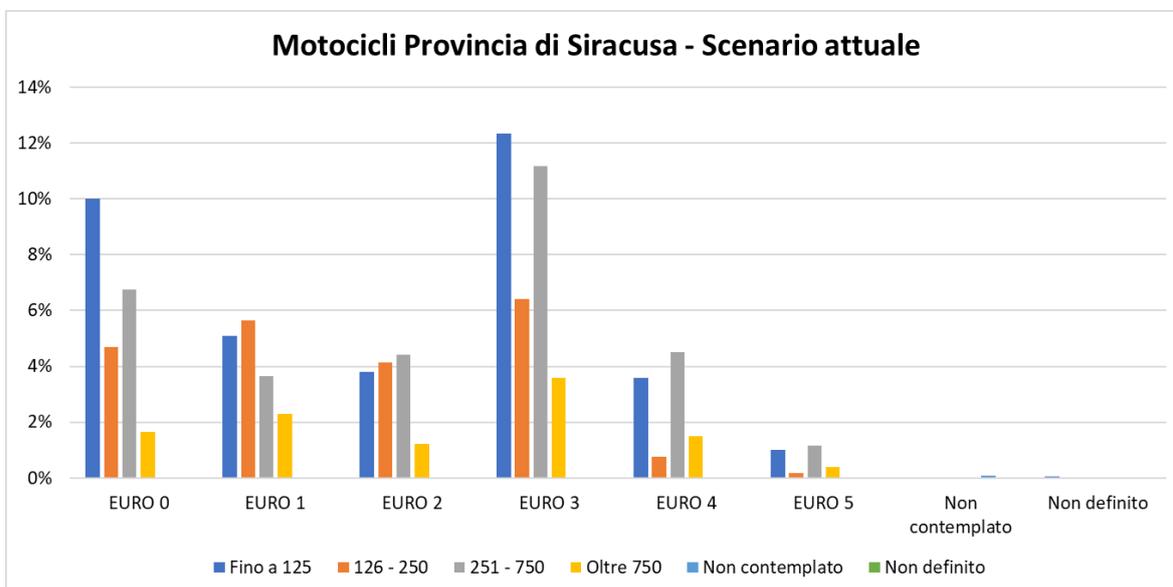


Figura 6-22 Suddivisione percentuale Motocicli, Provincia di Siracusa (Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)

Per quanto riguarda la definizione del parco veicolare futuro, rappresentativo dell'anno di riferimento dello scenario di progetto sono state effettuate delle ipotesi attendibili che tenessero in considerazione l'evoluzione e le nuove tecnologie che porteranno negli anni al rinnovamento del parco veicolare, in termini di emissioni generate. In particolare, si è assunto, in via cautelativa, che le sole classi Euro 0 ed Euro 1 venissero sostituite, aumentando la numerosità delle Euro 6; invece, per i motocicli è stato ipotizzato cautelativamente che le classi Euro 0 e Euro 1 venissero sostituite aumentando la numerosità degli Euro 5.

Suddividendo il parco veicolare nelle stesse tipologie viste sopra per lo scenario attuale, di seguito si riporta la composizione veicolare ipotizzata per lo scenario futuro, sotto forma tabellare e grafica.

*VAMIRGEOIND. Ambiente, Geologia e Geofisica s.r.l.*  
*Studio di Impatto Ambientale relativo al Progetto Definitivo di "Approdo e Facilities collegate per la  
qualificazione funzionale dello specchio di mare antistante l'ex area industriale S.P.E.R.O"*

<b>Autovetture Provincia di Siracusa - Scenario futuro</b>									
<b>ALIMENTAZIONE</b>	<b>FASCIA</b>	<b>EURO 2</b>	<b>EURO 3</b>	<b>EURO 4</b>	<b>EURO 5</b>	<b>EURO 6</b>	<b>Non contemplato</b>	<b>Non definito</b>	<b>TOTALE</b>
BENZINA	Fino a 1400	14.488	13.798	26.628	10.184	42.236	0	150	107.484
	1401 - 2000	3.194	1.403	1.707	376	6.572	0	15	13.267
	Oltre 2000	159	147	262	39	503	0	4	1.114
	Non definito	0	0	0	0	12	0	0	12
BENZINA Totale		17.841	15.348	28.597	10.599	49.323			
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	176	103	2.243	1.233	2.211	0	0	5.966
	1401 - 2000	339	112	384	257	1.432	0	2	2.526
	Oltre 2000	16	11	41	2	62	0	0	132
	Non definito	0	0	0	0	1	0	0	1
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		531	226	2.668	1.492	3.706			
BENZINA E METANO	Fino a 1400	8	17	423	556	280	0	0	1.284
	1401 - 2000	44	37	79	2	26	0	0	188
	Oltre 2000	3	0	2	0	2	0	0	7
BENZINA E METANO Totale		55	54	504	558	308			
ELETTRICITA	Non contemplato	0	0	0	0	0	325		325
ELETTRICITA Totale									0
GASOLIO	Fino a 1400	40	4.897	16.925	7.114	4.135	0	0	33.111
	1401 - 2000	5.904	15.289	21.866	18.421	28.549	0	1	90.030
	Oltre 2000	2.077	3.280	3.193	1.841	4.136	0	1	14.528
	Non definito	1	0	0	0	1	0	0	2
GASOLIO Totale				41.984	27.376	36.821			106.181
IBRIDO BENZINA	Fino a 1400			1	20	1.537			1.558
	1401 - 2000			4	134	1.256			1.394
	Oltre 2000			6	5	207			218
IBRIDO BENZINA Totale				11	159	3.000			3.170
IBRIDO GASOLIO	1401 - 2000	0	0	0	8	240			248
	Oltre 2000	0	0	0	1	51			52
IBRIDO GASOLIO Totale		0	0	0	9	291			300
METANO	Fino a 1400	2	0	0	50	76			128
	1401 - 2000	0	0	12	4	31			47
	Oltre 2000	0	0	1	0	0			1
METANO Totale		2	0	13	54	107			176
ALTRE	Fino a 1400	0	0	0	0	1			1
ALTRE Totale						1			1
NON DEFINITO	Fino a 1400	0	0	0	0	6	0	1	7
	1401 - 2000	0	0	0	0	2	0	0	2
	Non definito	0	0	0	0	1	0	0	1
NON DEFINITO Totale		0	0	0	0	9	0	1	10
TOT Siracusa		26.451	39.094	73.777	40.247	93.566	325	174	273.634

*Figura 6-23 Suddivisione Autovetture prevista per lo scenario futuro, Provincia di Siracusa*

*(Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)*

Veicoli industriali leggeri Provincia di Siracusa - Scenario futuro									
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	TOTALE	
BENZINA	Fino a 3,5	269	204	170	81	549	6	1279	
	Non definito	0	0	0	0	24	0	24	
BENZINA Totale		269	204	170	81	573	6	1303	
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 3,5	13	8	109	19	100	0	249	
	Non definito	0	0	0	0	2	0	2	
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		13	8	109	19	102	0	251	
BENZINA E METANO		Fino a 3,5	5	5	59	72	30	0	171
BENZINA E METANO Totale		5	5	59	72	30	0	171	
GASOLIO	Fino a 3,5	3671	5997	5302	2503	9014	11	26498	
	Non definito	2	2	2	2	239	0	247	
GASOLIO Totale		3673	5999	5304	2505	9253	11	26745	
IBRIDO BENZINA		Fino a 3,5	0	0	0	0	21	0	21
IBRIDO BENZINA Totale		0	0	0	0	21	0	21	
IBRIDO GASOLIO		Fino a 3,5	0	0	0	0	20	0	20
IBRIDO GASOLIO Totale		0	0	0	0	20	0	20	
METANO		Fino a 3,5	0	0	6	7	14	0	27
METANO Totale		0	0	6	7	14	0	27	
ALTRE		Fino a 3,5	0	0	0	0	1	0	1
ALTRE Totale		0	0	0	0	1	0	1	
NON DEFINITO	Fino a 3,5	0	0	0	0	0	1	1	
	Non definito	0	0	0	0	1	0	1	
NON DEFINITO Totale		0	0	0	0	1	1	2	
TOT Siracusa		3960	6216	5648	2684	10015	18	28541	

Figura 6-24 Suddivisione Veicoli industriali leggeri prevista per lo scenario futuro, Provincia di Siracusa (Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)

Veicoli industriali pesanti Provincia di Siracusa - Scenario futuro									
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
BENZINA		Oltre 3,5	1	1	1	0	31	0	34
BENZINA Totale		1	1	1	0	31	0	0	34
BENZINA E GAS LIQUIDO		Oltre 3,5	0	0	0	0	1	0	1
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		0	0	0	0	1	0	0	1
ELETTRICITA		Non contemplato	0	0	0	0	0	22	22
ELETTRICITA Totale		0	0	0	0	0	22	0	22
GASOLIO	3,6 - 7,5	166	147	48	52	1673	0	8	2094
	7,6 - 12	107	97	19	29	884	0	9	1145
	12,1 - 14	4	11	8	8	196	0	4	231
	14,1 - 20	91	108	29	43	469	0	4	744
	20,1 - 26	93	166	6	85	630	0	2	982
	26,1 - 28	0	0	0	0	17	0	0	17
	28,1 - 32	49	64	8	32	41	0	0	194
GASOLIO Totale		511	598	122	251	3945	0	27	5454
IBRIDO GASOLIO		3,6 - 7,5	0	0	0	0	1	0	1
IBRIDO GASOLIO Totale		0	0	0	0	1	0	0	1
METANO		Oltre 3,5	0	0	0	5	0	0	5
METANO Totale		0	0	0	5	0	0	0	5
TOT Siracusa		512	599	123	256	3978	22	27	5517

Figura 6-25 Suddivisione Veicoli industriali pesanti prevista per lo scenario futuro, Provincia di Siracusa (Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)

Motocicli Provincia di Siracusa - Scenario futuro							
FASCIA	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	Non	Non	TOTALE
Fino a 125	2.298	7.492	2.168	9766	0	26	21750
126 - 250	2.507	3.883	454	6357	0	6	13207
251 - 750	2.685	6.769	2.740	7020	0	2	19216
Oltre 750	732	2.174	910	2634	0	0	6450
Non contemplato	0	0	0	0	43	0	43
Non definito	0	0	0	11	0	2	13
TOT Siracusa	8.222	20.318	6.272	25788	43	36	60679

Figura 6-26 Suddivisione Autobus prevista per lo scenario futuro, Provincia di Siracusa

(Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)

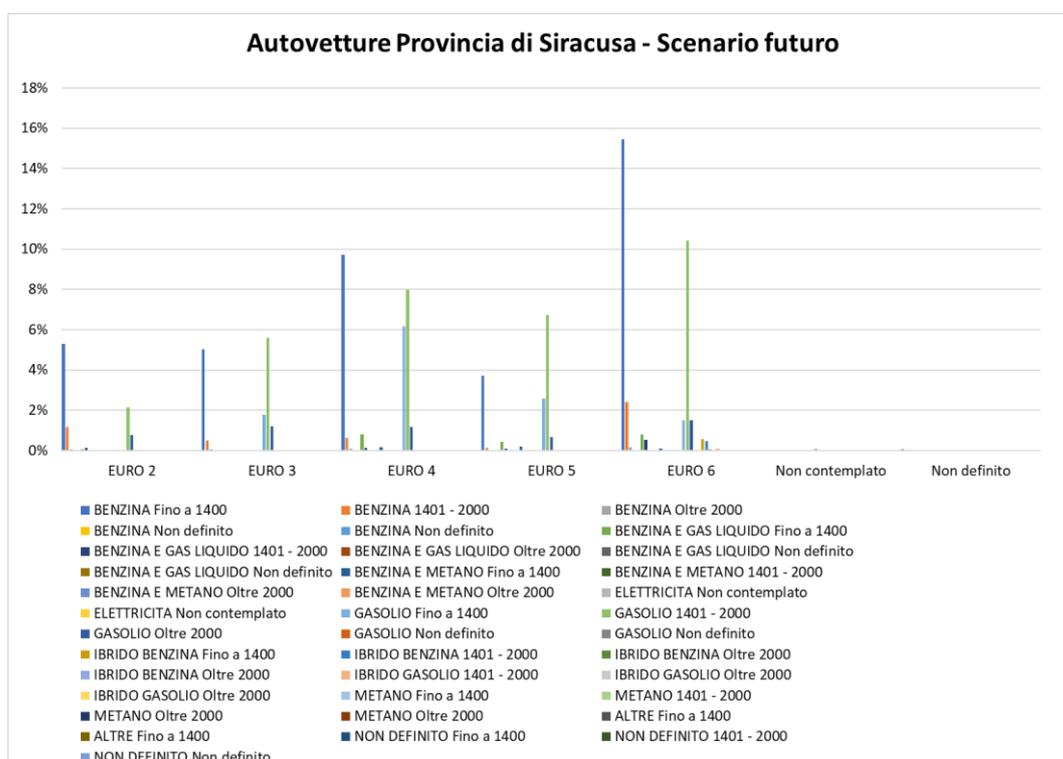


Figura 6-27 Suddivisione percentuale Autovetture prevista per lo scenario futuro, Provincia di

Siracusa (Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)

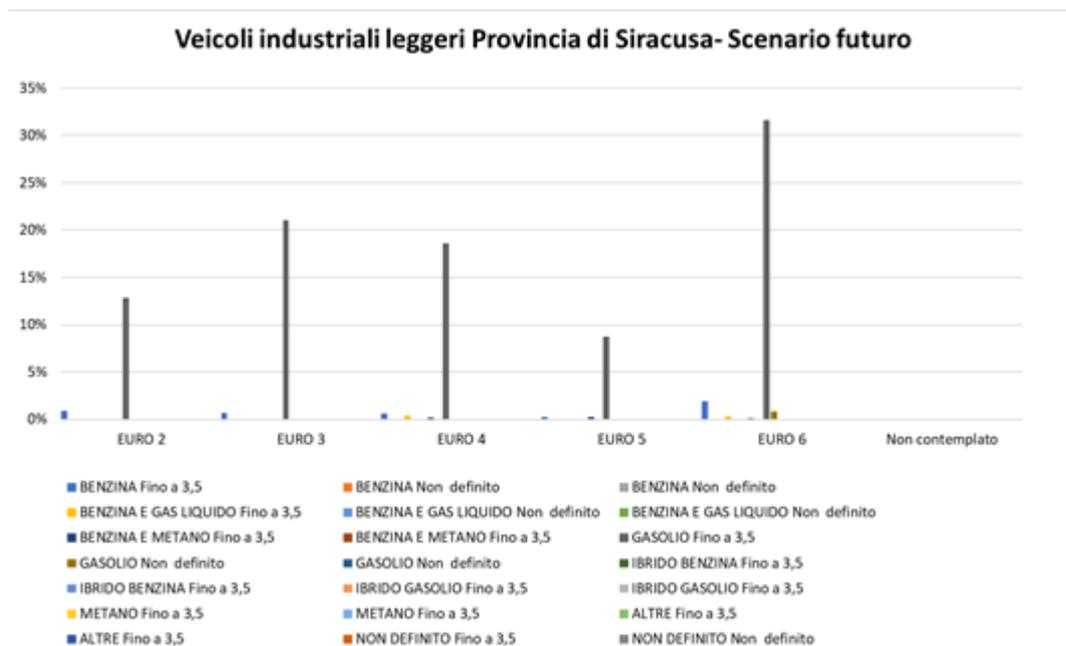


Figura 6-28 Suddivisione percentuale Veicoli industriali leggeri prevista per lo scenario futuro, Provincia di Siracusa (Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)

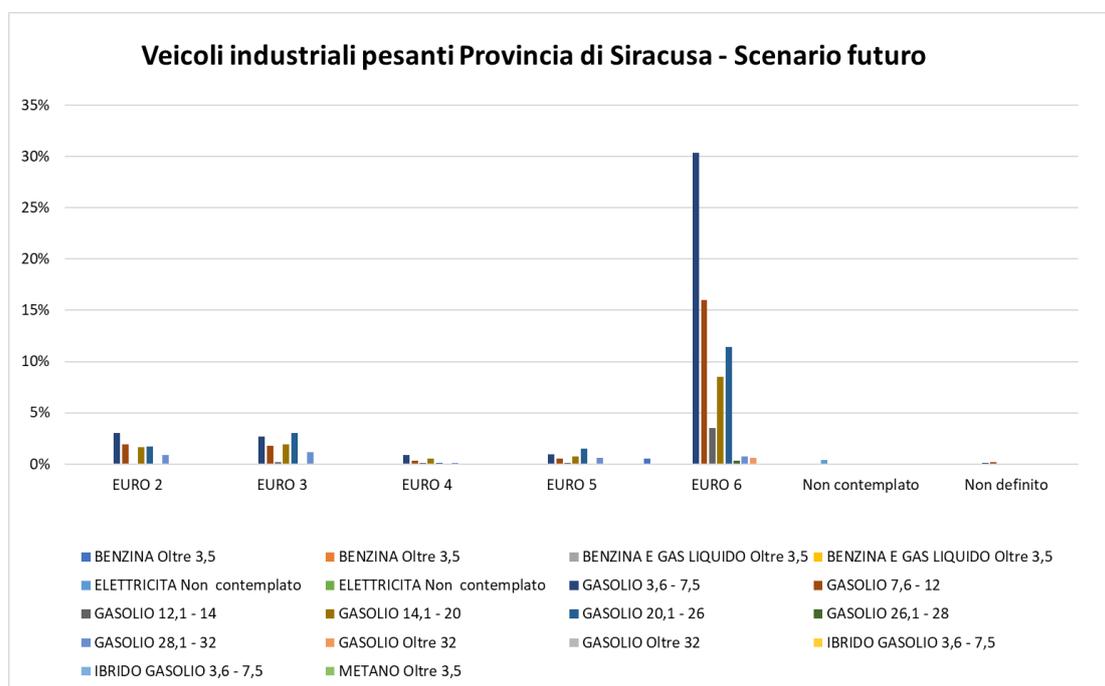


Figura 6-29 Suddivisione percentuale Veicoli industriali pesanti prevista per lo scenario futuro, Provincia di Siracusa (Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)

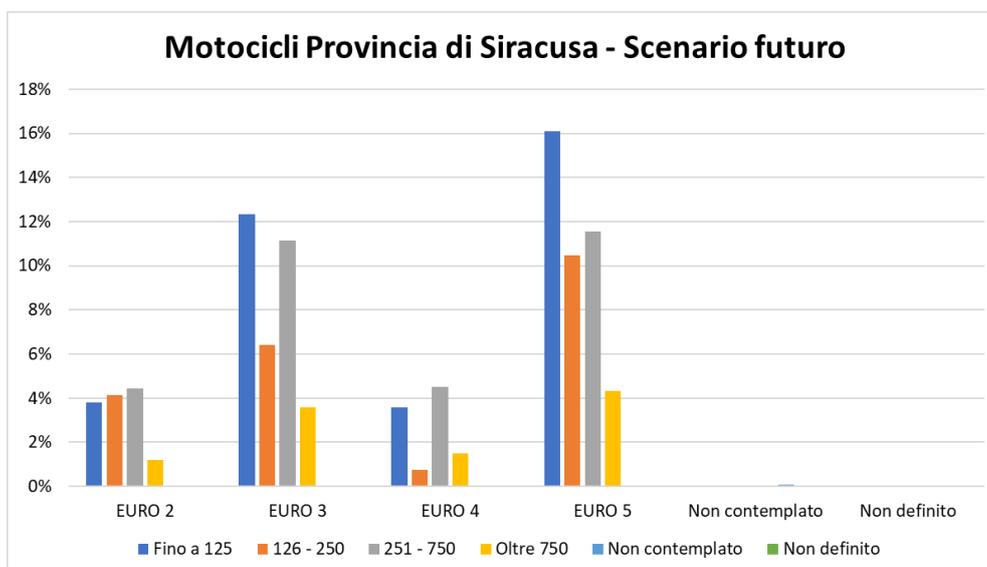


Figura 6-30 Suddivisione percentuale Motocicli prevista per lo scenario futuro, Provincia di Siracusa (Fonte: Elaborazione dati ACI Autoritratto 2021)

#### Volumi e velocità del traffico circolante

Tra gli input fondamentali del modello si sottolineano i flussi veicolari circolanti sul tratto di interesse con le relative velocità medie di esercizio associate.

Di seguito si riportano i valori di traffico orario e di velocità media relativi al tratto stradale di interesse e ad ogni scenario di riferimento.

In particolare, è stato assunto per lo scenario attuale il seguente traffico orario bidirezionale e le seguenti velocità medie associate al tratto attuale (cfr. Tabella 6-12).

Tratto simulato	Veicoli leggeri/h	Veicoli pesanti/h	Moto/h	Velocità veicoli leggeri (km/h)	Velocità veicoli pesanti (km/h)	Velocità moto (km/h)
SL.1	885	13	35	50	40	50
SL.2	1061	19	54	50	40	50

Tabella 6-12 Dati di traffico e velocità medie per lo scenario attuale

Nella seguente figura sono rappresentati i tratti stradali considerati nelle simulazioni modellistiche per lo scenario attuale.



Figura 6-31 Tratti attuali (in arancione SL.1 e in giallo SL.2)

Nella seguente tabella è invece riportato il traffico orario bidirezionale ipotizzato per lo scenario di progetto e le velocità medie associate ai tratti di progetto, mostrato in Figura 6-32. Tale traffico è stato stimato considerando le movimentazioni giornaliere delle imbarcazioni ipotizzate, come descritto successivamente.

Tratto simulato	Veicoli leggeri/h	Veicoli pesanti/h	Moto/h	Velocità veicoli leggeri (km/h)	Velocità veicoli pesanti (km/h)	Velocità moto (km/h)
SL.1	901	13	35	50	40	50
SL.2	1077	19	54	50	40	50
SL.3	32	0	0	30	-	-

Tabella 6-13 Dati di traffico e velocità medie per lo scenario di progetto

Nella seguente figura è rappresentato il tratto stradale di progetto considerato nelle simulazioni modellistiche per lo scenario di progetto.



Figura 6-32 Tratti di progetto (in arancione SL.1, in giallo SL.2 e in verde SL.3)

Si sottolinea che tali tratti sono stati modellati come sorgenti emissive lineari. Sul software Aermoc le sorgenti lineari richiedono alcuni dati di input:

- larghezza del lato della sorgente lineare, espresso in metri;
- dimensione verticale iniziale: meglio nota come Sigma Z, utilizzata al fine di identificare la quota iniziale verticale del “pennacchio” della sorgente verticale, espresso in metri;
- tasso di emissione espresso in g/s al metro quadrato;
- lunghezza totale.

Definiti tali parametri è possibile generare, in maniera automatica delle sorgenti areali, che il software definisce in funzione dei numeri di nodi assegnati alla sorgente lineare.

I nodi assegnati richiedono i seguenti dati di input :

- Coordinate X, Y;
- Altezza della base della sorgente;
- Altezza del punto di rilascio degli inquinanti.

Tali valori, una volta definiti i nodi spazialmente, è possibile definirli attraverso il processore di calcolo "Haul Road Area Source Calculator", il quale, impostando l'altezza media dei veicoli e la larghezza della strada consente di valutare la sigma z, ovvero l'altezza del "pennacchio", così come larghezza del "pennacchio" prodotto dalla sorgente.

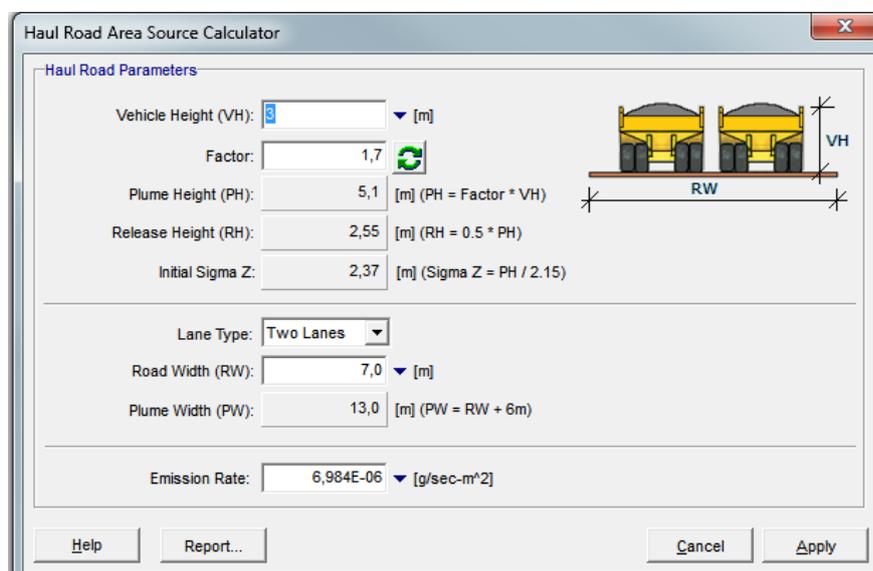


Figura 6-33 Haul Road Area Source Calculator contenuto all'interno del software Aermod  
View

### *I fattori di emissione*

Parte centrale del metodo di stima delle concentrazioni è la definizione dei fattori di emissione. La metodologia all'interno del modello Copert lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Queste equazioni dipendono dal veicolo considerato, in termini di legislazione emissiva e tipologia di veicolo (autoveicolo, veicolo commerciale, cilindrata o peso del mezzo ecc.).

Nel caso in esame, pertanto, una volta stimata la composizione del parco veicolare circolante è stato poi calcolato un fattore di emissione medio che aggregasse nei veicoli

leggeri gli autoveicoli ed i veicoli commerciali leggeri.

Alle diverse categorie veicolari sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di questi valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo. Il fattore di emissione rappresenta uno degli input di base del software Aermod, utilizzato per la stima delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera.

Dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile, quindi, determinare un fattore di emissione per ogni inquinante, per i veicoli leggeri, i veicoli pesanti e i motocicli.

Con riferimento allo stato attuale, nella tabella seguente sono riportati i fattori di emissione relativi a NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> ricavati a partire dagli output ottenuti da Copert 5.

<b>Inquinanti</b>	<b>Velocità (km/h)</b>	<b>Fattore di emissione veicoli leggeri (g/km*veicolo)</b>	<b>Fattore di emissione veicoli pesanti (g/km*veicolo)</b>	<b>Fattore di emissione moto (g/km*veicolo)</b>
NO <sub>x</sub>	40	0,543	6,019	0,109
	50	0,516	5,639	0,120
PM <sub>10</sub>	40	0,019	0,245	0,034
	50	0,018	0,214	0,034
PM <sub>2,5</sub>	40	0,012	0,147	0,021
	50	0,011	0,128	0,021

*Tabella 6-14 Fattore di emissione di NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> di veicoli leggeri, pesanti e moto -  
Scenario attuale*

Applicando lo stesso procedimento sopra indicato, per la definizione dei fattori di emissione degli inquinanti relativi allo scenario di progetto è possibile far riferimento alla tabella sottostante.

<b>Inquinanti</b>	<b>Velocità (km/h)</b>	<b>Fattore di emissione veicoli leggeri (g/km*veicolo)</b>	<b>Fattore di emissione veicoli pesanti (g/km*veicolo)</b>	<b>Fattore di emissione moto (g/km*veicolo)</b>
NOx	30	0,414	1,873	0,049
	40	0,366	1,563	0,048
	50	0,335	1,381	0,051
PM10	30	0,012	0,032	0,007
	40	0,010	0,028	0,007
	50	0,009	0,024	0,007
PM2,5	30	0,007	0,019	0,004
	40	0,006	0,017	0,004
	50	0,006	0,014	0,004

*Tabella 6-15 Fattori di emissione di NOx, PM10 e PM2,5 di veicoli leggeri, pesanti e moto -  
Scenario di progetto*

Sulla base dei traffici stimati per i due scenari (scenario attuale e scenario di progetto), conoscendo le percentuali di veicoli leggeri, di veicoli pesanti e di moto circolanti sui differenti rami della rete stradale, è stato possibile pesare i fattori di emissione sopra riportati, calcolando un fattore di emissione medio.

Si evidenzia come il modello Aermol, per poter effettuare la stima delle concentrazioni, necessita di un fattore di emissione espresso in g/s. Pertanto, al fine di ottenere un valore compatibile con il modello, il fattore di emissione medio, espresso in g/km\*veicoli, è stato moltiplicato per il numero dei mezzi considerati per ogni tratto e per la velocità ipotizzata.

#### *Definizione dei punti di calcolo*

Prima dell'applicazione del modello è necessario definire una maglia di punti di calcolo al fine di poter pervenire alla definizione di curve di isoconcentrazione.

A tale scopo occorre soddisfare la duplice necessità di avere una maglia di calcolo spazialmente idonea a poter descrivere una porzione di territorio sufficientemente ampia

e dall'altro di fissarne un passo adeguato al fine di non incrementare inutilmente l'onerosità dei calcoli.

Seguendo tali principi per entrambi gli scenari è stata definita una maglia di punti di calcolo le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella.

<b>Coordinate del centro della maglia Asse X</b>	524703,04
<b>Coordinate del centro della maglia Asse Y</b>	4102288,50
<b>Passo lungo l'asse X</b>	80
<b>Passo lungo l'asse Y</b>	80
<b>N° di punti lungo l'asse X</b>	50
<b>N° di punti lungo l'asse Y</b>	50
<b>N° di punti di calcolo totali</b>	2500

*Tabella 6-16 Coordinate maglia dei punti di calcolo*

Al fine di poter effettuare la sovrapposizione degli effetti tra i valori di fondo di qualità dell'aria ed il contributo del tratto stradale simulato per lo scenario attuale, si è fatto riferimento a 3 recettori, di cui 1 (R1) rappresenta un recettore sensibile in quanto è una scuola, e 3 sono residenziali rappresentativi degli edifici più vicini alle sorgenti emissive simulate, secondo quanto riportato in tabella e figura seguenti.

<b>Recettore</b>	<b>Coordinata X (m)</b>	<b>Coordinata Y (m)</b>
R1	524140	4101818
R2	525050	4102318
R3	525043	4102292

*Tabella 6-17 Coordinate recettori considerati per lo scenario attuale*



Figura 6-34 Localizzazione recettori scenario attuale

Per lo scenario di progetto, oltre ai recettori elencati nella tabella precedente sono stati considerati anche ai recettori residenziali riportati di seguito.

Recettore	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)
R4	525041	4102203
R5	525192	4102154
R6	525284	4102146
R7	525411	4102126
R8	525612	4102064

Tabella 6-18 Coordinate recettori considerati per lo scenario di progetto



Figura 6-35 Localizzazione recettori scenario di progetto

#### 1.1.1.1.2 Traffico navale

Il traffico navale che interessa il porto di progetto è stato ipotizzato sulla base del numero totale dei posti previsti per l'infrastruttura portuale, come mostrato nella seguente tabella.

Configurazione dei posti barca			
Classe	Dimensioni (m)	Numero Posti	Percentuale
II	8,5 x 3,0	44	16,5%
III	10 x 3,5	41	15,4%
IV	11,5 x 4,0	39	14,6%
V	13 x 4,5	42	15,7%
VI	15,5 x 5,0	14	5,2%
VII	18,0 x 5,5	21	7,9%
VIII	21,0 x 6,0	10	3,7%
IX	24,0 x 6,5	10	3,7%
X	28,0 x 7,0	10	3,7%

<b>Configurazione dei posti barca</b>			
<b>Classe</b>	<b>Dimensioni (m)</b>	<b>Numero Posti</b>	<b>Percentuale</b>
XI	32,0 x 7,5	10	3,7%
XII	36,0 x 8,0	9	3,4%
-	40,0 x 8,5	6	2,2%
-	50,0 x 9,5	6	2,2%
-	60,0 x 10,5	3	1,1%
-	80,0 x 12,5	1	0,4%
-	90,0 x 13,5	1	0,4%
<b>Totali</b>		<b>267</b>	<b>100%</b>

*Tabella 6-19 Configurazione dei posti barca – Scenario di progetto*

Considerando le tipologie di imbarcazioni presenti nell’area portuale oggetto di studio, si sono effettuate delle ipotesi semplificative relativamente alle tipologie di mezzi marittimi simulati.

Il layout di progetto consente di ospitare quindi 267 imbarcazioni, con una distribuzione che include anche una bassa percentuale di imbarcazioni di grandi dimensioni. Come si evince dalla tabella precedente, sono presenti principalmente imbarcazioni di medie dimensioni; infatti, circa il 60% dei posti è assegnato a barche inferiori a 13 m di lunghezza.

In considerazione del numero di posti barca previsti, per la stima del numero dei movimenti giornalieri delle imbarcazioni previste, sono stati definiti due coefficienti:

- il coefficiente di riempimento, ossia il numero di imbarcazioni presenti all’interno del porto rispetto al numero di stalli disponibili, ipotizzato pari all’80%;
- il coefficiente di movimentazione, ossia il numero di imbarcazioni in movimento durante il giorno di maggior traffico considerato rispetto a quelle presenti all’interno del porto, ipotizzato pari al 30%.

Sotto queste ipotesi sono state stimate 128 movimentazioni/giorno bidirezionali. Sulla base di ciò, è stato stimato il traffico veicolare indotto dalle attività portuali, pari a

128 autovetture bidirezionali al giorno da sommare al traffico considerato per lo scenario attuale, come mostrato in Tabella 6-13.

Pertanto, per lo scenario di progetto, oltre alle sorgenti lineari precedentemente descritte, è stata considerata una sorgente emissiva areale, di superficie pari a circa 35.000 m<sup>2</sup>, in cui sono state considerate le movimentazioni/giorno delle imbarcazioni.

In linea generale i dati richiesti dal software per la schematizzazione delle sorgenti areali sono quelli mostrati in Figura 6-36.

Figura 6-36 Tipologico input per sorgente areale nel software AERMOD View

Nello specifico gli input inseriti sono:

- ✓ coordinate X, Y rispetto al baricentro della sorgente,
- ✓ altezza del terreno su cui è situata la sorgente,
- ✓ altezza della sorgente,
- ✓ fattore di emissione espresso in g/s m<sup>2</sup>.

Nella seguente figura si riporta la rappresentazione delle sorgenti emissive considerate per lo scenario di progetto.



Figura 6-37 Sorgenti emissive (lineari e areale) considerate per lo scenario di progetto

### *I fattori di emissione*

Per il calcolo dell'emissione dei gas di scarico relativa ai mezzi navali si è fatto riferimento all'Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019, con particolare riferimento alla sezione 1.A.3d “Navigation (shipping) 2020”. Nella sezione specifica sono contenute tutte le sorgenti di trasporto legate alla navigazione, comprendenti sia quelle nazionali che quelle internazionali, sia quelle legate ad attività specifiche come la pesca ed il trasporto merci e combustibili.

I processi di emissione derivanti dalla navigazione sono prodotti da due fonti principali: i motori utilizzati per la propulsione, e i motori ausiliari utilizzati per l'energia e i servizi.

Nello specifico il metodo definisce tre livelli di approfondimento in funzione delle informazioni disponibili. In particolare, qualora siano disponibili i movimenti delle navi suddivisi per tipo di motore e per tipo di manovra è possibile utilizzare la metodologia definita TIER 3. Qualora siano disponibili solo i dati sulla tipologia del moto si utilizza la tipologia TIER 2. In ultimo qualora siano disponibili unicamente dati per la tipologia

di combustibile e la sorgente non sia considerata come sorgente principale è possibile utilizzare la metodologia TIER 1. Il diagramma di flusso della metodologia è riportato in Figura 6-38.

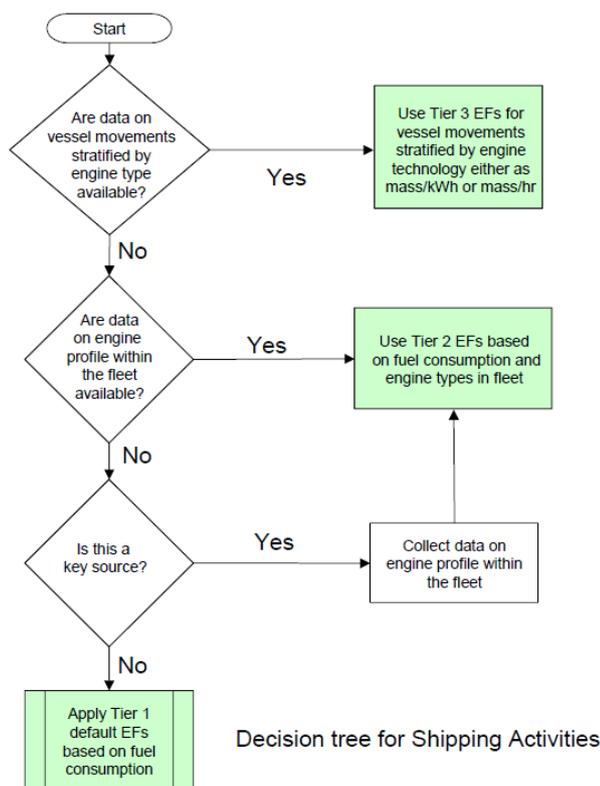


Figura 6-38 Albero decisionale per la valutazione delle emissioni dalle sorgenti navali

Attraverso l'uso della metodologia TIER 3, la quale si basa sulla circolazione delle singole navi e sulle loro caratteristiche in termini di motore e carburante, è stato possibile valutare le emissioni e nello specifico i fattori di emissione utili alla valutazione delle concentrazioni.

In generale l'algoritmo definito dalla metodologia è dato dall'equazione seguente:

$$E_{Trip} = E_{Hotelling} + E_{Manouvering} + E_{Cruising}$$

Per il calcolo delle emissioni nella metodologia TIER3 si propongono due approcci differenti a seconda delle informazioni conosciute. Qualora si conosca la quantità di carburante per viaggio effettuato, l'equazione precedente diventa:

$$E_{Trip,i,j,m} = \sum_p (FC_{j,m,p} \times EF_{i,j,m,p})$$

Dove:

- ⇒  $E_{Trip}$  = emissione relativa ad un intero percorso (tonnellate);
- ⇒ FC = consumo di carburante (tonnellate);
- ⇒ EF = fattore di emissione (kg/tonnellata);
- ⇒ i = inquinante (NO<sub>x</sub>, NMVOC, PM);
- ⇒ m = tipologia di carburante;
- ⇒ j = tipo di motore;
- ⇒ p = fase del percorso (crociera, manovra, stazionamento).

La seconda tipologia di approccio è utilizzata qualora il quantitativo di carburante speso per il percorso non fosse noto. In quel caso la metodologia propone un approccio differente, basato sulla potenza installata a bordo delle navi e sul tempo speso nelle diverse fasi del percorso stesso. In questo caso l'equazione diventa:

$$E_{Trip,i,j,m} = \sum_p \left[ T_p \sum_e (P_e \times LF_e \times EF_{e,i,j,m,p}) \right]$$

Dove:

- $E_{Trip}$  = emissione relativa ad un intero percorso (tonnellate);
- EF = fattore di emissione (g/kWh);
- P = potenza nominale del motore (kW);
- T = tempo in ore;
- e = categoria di motore (principale o ausiliario);
- i = inquinante (NO<sub>x</sub>, NMVOC, PM);
- m = tipologia di carburante;
- j = tipo di motore;
- p = fase del percorso (crociera, manovra, stazionamento).

La tipologia di approccio scelta nella presente relazione fa riferimento a questa seconda tipologia di analisi, basata sulla definizione delle potenze e dei tempi di esecuzione delle diverse fasi.

Di seguito vengono riportate le tabelle utilizzate nella metodologia per il calcolo delle emissioni nel caso in esame. L'utilizzo di tali tabelle verrà descritto

successivamente, quando si determinerà l'emissione totale ed i corrispondenti fattori di emissione utilizzati nel processo di analisi diffusiva dell'inquinamento atmosferico generato dalle sorgenti navali.

Engine	Phase	Engine type	Fuel type	NO <sub>x</sub> EF 2000 (g/kWh)	NO <sub>x</sub> EF 2005 (g/kWh)	NO <sub>x</sub> EF 2010 (g/kWh)	NM VOC EF (g/kWh)	TSP PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub> EF (g/kWh)	Specific fuel consumption (g fuel/kWh)	
Main	Cruise	Gas turbine	BFO	6.1	5.9	5.7	0.1	0.1	305.0	
			MDO/MGO	5.7	5.5	5.3	0.1	0.0	290.0	
		High-speed diesel	BFO	12.7	12.3	11.8	0.2	0.8	213.0	
			MDO/MGO	12.0	11.6	11.2	0.2	0.3	203.0	
		Medium-speed diesel	BFO	14.0	13.5	13.0	0.5	0.8	213.0	
			MDO/MGO	13.2	12.8	12.3	0.5	0.3	203.0	
		Slow-speed diesel	BFO	18.1	17.5	16.9	0.6	1.7	195.0	
			MDO/MGO	17.0	16.4	15.8	0.6	0.3	185.0	
		Steam turbine	BFO	2.1	2.0	2.0	0.1	0.8	305.0	
			MDO/MGO	2.0	1.9	1.9	0.1	0.3	290.0	
		Manoeuvring Hotelling	Gas turbine	BFO	3.1	3.0	2.9	0.5	1.5	336.0
				MDO/MGO	2.9	2.8	2.7	0.5	0.5	319.0
	High-speed diesel		BFO	10.2	9.9	9.5	0.6	2.4	234.0	
			MDO/MGO	9.6	9.3	8.9	0.6	0.9	223.0	
	Medium-speed diesel		BFO	11.2	10.8	10.4	1.5	2.4	234.0	
			MDO/MGO	10.6	10.2	9.9	1.5	0.9	223.0	
	Slow-speed diesel		BFO	14.5	14.0	13.5	1.8	2.4	215.0	
			MDO/MGO	13.6	13.1	12.7	1.8	0.9	204.0	
Steam turbine	BFO		1.7	1.6	1.6	0.3	2.4	336.0		
	MDO/MGO		1.6	1.6	1.5	0.3	0.9	319.0		
Auxiliary	Cruise Manoeuvring Hotelling	High-speed diesel	BFO	11.6	11.2	10.8	0.4	0.8	227.0	
			MDO/MGO	10.9	10.5	10.2	0.4	0.3	217.0	
	Medium-speed diesel	BFO	14.7	14.2	13.7	0.4	0.8	227.0		
		MDO/MGO	13.9	13.5	13.0	0.4	0.3	217.0		

Figura 6-39 TIER 3 - Fattori di emissione di NO<sub>x</sub>, NMVOC, PM e consumo specifico di carburante, in g/kWh, per combinazioni di diverse tipologie di motore e carburante per ogni fase di viaggio (BFO: Bunker Fuel Oil, MDO: Marine Diesel Oil e MGO: Marine Gas Oil)  
 (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2020)

Ship category	Main engine power (kW)	
	1997 fleet	2010 fleet
Liquid bulk ships	6.695	6.543
Dry bulk carriers	8.032	4.397
Container	22.929	14.871
General cargo	2.657	2.555
Ro Ro Cargo	7.898	4.194
Passenger	3.885	10.196
Fishing	837	734
Other	2.778	2.469
Tug	2.059	2.033

Figura 6-40 Potenze medie motori principali installati per tipologia di nave (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2020)

Ship Category	SSD MDO /MGO	SSD BFO	MSD MDO /MGO	MSD BFO	HSD MDO/ MGO	HSD BFO	GT MDO /MGO	GT BFO	ST MDO /MGO	ST BFO
Liquid bulk ship	0.87	74.08	3.17	20.47	0.52	0.75	0.00	0.14	0.00	0.00
Dry bulk carriers	0.37	91.63	0.63	7.29	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Container	1.23	92.98	0.11	5.56	0.03	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
General Cargo	0.36	44.59	8.48	41.71	4.30	0.45	0.00	0.10	0.00	0.00
Ro Ro Cargo	0.17	20.09	9.86	59.82	5.57	2.23	2.27	0.00	0.00	0.00
Passenger	0.00	3.81	5.68	76.98	3.68	1.76	4.79	3.29	0.00	0.02
Fishing	0.00	0.00	84.42	3.82	11.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Others	0.48	30.14	29.54	19.63	16.67	2.96	0.38	0.20	0.00	0.00
Tugs	0.00	0.00	39.99	6.14	52.80	0.78	0.28	0.00	0.00	0.00

Figura 6-41 Percentuale di tipologie di motori principali (SSD: Slow Speed Diesel, MSD: Medium Speed Diesel, HSD: High Speed Diesel, GT: Gas Turbine, ST: Steam Turbine) e tipologie di combustibili utilizzati dalle navi (BFO, MDO e MGO) (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2020)

Phase	% load of MCR Main Engine	% time all Main Engine operating	% load of MCR Auxiliary Engine
Cruise	80	100	30
Manoeuvring	20	100	50
Hotelling (except tankers)	20	5	40
Hotelling (tankers)	20	100	60

Figura 6-42 Percentuali stimate di carico del MCR (Maximum Continuous Rating) per motori principali e secondari (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2020)

Nel presente caso di studio, in funzione della potenza media ipotizzata per i mezzi navali utilizzati nelle simulazioni, pari a circa 560 kW, sono state prese in considerazione le navi di tipologia “Fishing” (cfr. Figura 6-12).

I fattori di emissione degli ossidi di azoto e del particolato, espressi in g/s, sono stati determinati pesando i fattori di emissione relativi alla tipologia di nave scelta, espressi in g/kWh (cfr. Figura 6-11), in funzione delle percentuali riportate in Figura 6-13.

Inoltre, allo scopo di calcolare i fattori di emissione relativi alla sola fase di movimentazione (“cruise”), tali valori sono stati moltiplicati per la percentuale mostrata in Figura 6-14.

Nella seguente tabella sono quindi riportati i fattori di emissione che sono stati considerati nello studio per la stima delle concentrazioni degli inquinanti tramite l'utilizzo del software Aermod View. Tali fattori sono stati quindi moltiplicati per la quantità di imbarcazioni giornaliere stimate, come descritto precedentemente.

Inquinante	Fattore emissione (g/s)
NOx	1,526
PM10	0,040
PM2,5	0,024

Tabella 6-20 Fattori di emissione per le sorgenti navali

## **6.2.2 Risultati**

### 6.2.2.1 Scenario attuale

I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni degli inquinanti di interesse, ossia PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>. In particolare, sono stati analizzati:

- le concentrazioni medie annue di PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>;
- il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10;
- il 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub>.

Per le mappe delle isoconcentrazioni ottenute mediante le simulazioni modellistiche, si può far riferimento agli elaborati grafici:

- ❖ “Concentrazioni medie annue di PM10 - Ante operam - Post operam”;
- ❖ “90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10 - Ante operam - Post operam”;
- ❖ “Concentrazioni medie annue di PM2,5 - Ante operam - Post operam”;
- ❖ “Concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub> - Ante operam - Post operam”;
- ❖ “99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> - Ante operam - Post operam”.

### PM10

#### *Concentrazioni medie annue di PM10*

Nella tabella di seguito si riportano i valori di concentrazione media annua di PM10 emersi dalle simulazioni in prossimità dei punti recettori considerati.

<b>Recettore</b>	<b>Concentrazione media annua di PM10 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Media annua di PM10 registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana – 2021 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Qualità dell’aria complessiva (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Limite normativo (µg/m<sup>3</sup>)</b>
R1	0,0019	26	26,0019	40
R2	0,0453		26,0453	
R3	0,0525		26,0525	

*Tabella 6-21 Concentrazione media annua di PM10 – Scenario attuale*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza del recettore R3, pari a 0,0525  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina SR - Pantheon.

*90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10*

Nella tabella di seguito si riportano i valori del 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10 emersi dalle simulazioni in prossimità dei punti recettori considerati.

<b>Recettore</b>	<b>90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Media annua di PM10 registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana – 2021 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Qualità dell’aria complessiva (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Limite normativo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>
R1	0,0050	26	26,0050	50
R2	0,0797		26,0797	
R3	0,0863		26,0863	

*Tabella 6-22 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 – Scenario attuale*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza del recettore R3, pari a 0,0863  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina della centralina di riferimento.

*PM2,5*

*Concentrazioni medie annue*

Nella tabella di seguito si riportano i valori di concentrazione media annua di PM2,5 emersi dalle simulazioni in prossimità dei punti recettori considerati.

Recettore	Concentrazione media annua di PM2,5 (µg/m <sup>3</sup> )	Media annua di PM2,5 registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana – 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Qualità dell'aria complessiva (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R1	0,0011	12	12,0011	25
R2	0,0272		12,0272	
R3	0,0315		12,0315	

Tabella 6-23 Concentrazione media annua di PM2,5 – Scenario attuale

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza del recettore R3, pari a 0,0315 µg/m<sup>3</sup>; quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 25 µg/m<sup>3</sup>, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

### NO<sub>2</sub>

#### *Concentrazioni medie annue*

Il limite normativo riguardante la salute umana è relativo all'NO<sub>2</sub>, per tale ragione nella seguente tabella sono riportati, presso i recettori considerati, i valori dell'NO<sub>x</sub> trasformati in NO<sub>2</sub> utilizzando le equazioni descritte precedentemente, di seguito riportate:

$$y = -0,0014 x^2 + 0,7046 x;$$

$$y = 0,1 x + 63,49.$$

La prima equazione è stata utilizzata nell'intervallo di valori dell'NO<sub>x</sub> compreso tra 0 e 252 µg/m<sup>3</sup>; la seconda per valori dell'NO<sub>x</sub> maggiori.

<b>Recettore</b>	<b>Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Media annua di NO<sub>2</sub> registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana - 2021 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Qualità dell'aria complessiva (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Limite normativo (µg/m<sup>3</sup>)</b>
R1	0,036	19	19,036	40
R2	0,867		19,867	
R3	1,005		20,005	

*Tabella 6-24 Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> – Scenario attuale*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza del recettore R3, pari a 1,005 µg/m<sup>3</sup>; quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 40 µg/m<sup>3</sup>, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

*99,8° percentile delle concentrazioni orarie dell'NO<sub>2</sub>*

Nella tabella di seguito si riportano i valori del 99,8° percentile delle concentrazioni orarie dell'NO<sub>2</sub> emersi dalle simulazioni in prossimità dei recettori considerati.

<b>Recettore</b>	<b>99,8° percentile della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Media annua di NO<sub>2</sub> registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana - 2021 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Qualità dell'aria complessiva (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Limite normativo (µg/m<sup>3</sup>)</b>
R1	2,269	19	21,269	200
R2	10,412		29,412	
R3	13,420		32,420	

*Tabella 6-25 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> – Scenario attuale*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza del recettore R3, pari a 104,957 µg/m<sup>3</sup>, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 200 µg/m<sup>3</sup>, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

### 6.2.2.2 Scenario di progetto

I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni degli inquinanti di interesse, ossia PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>. In particolare, sono stati analizzati:

- ✓ le concentrazioni medie annue di PM10, PM2,5 e NO<sub>2</sub>;
- ✓ il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10;
- ✓ il 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub>.

Per le mappe delle isoconcentrazioni ottenute mediante le simulazioni modellistiche, si può far riferimento agli elaborati grafici elencati nel precedente paragrafo.

#### PM10

##### *Concentrazioni medie annue di PM10*

Nella tabella di seguito si riportano i valori di concentrazione media annua di PM10 emersi dalle simulazioni in prossimità dei punti recettori considerati.

Recettore	Concentrazione media annua di PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Media annua di PM10 registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana - 2021 (µg/m <sup>3</sup> )	Qualità dell'aria complessiva (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R1	0,0014	26	26,0014	40
R2	0,0231		26,0231	
R3	0,0262		26,0262	
R4	0,0051		26,0051	
R5	0,0033		26,0033	
R6	0,0026		26,0026	
R7	0,0020		26,0020	
R8	0,0014		26,0014	

*Tabella 6-26 Concentrazione media annua di PM10 – Scenario di progetto*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza del recettore R3, pari a 0,0262  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina SR – Pantheon.

*90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10*

Nella tabella di seguito si riportano i valori del 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10 emersi dalle simulazioni in prossimità dei punti recettori residenziali considerati.

<b>Recettore</b>	<b>90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Media annua di PM10 registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana – 2021 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Qualità dell’aria complessiva (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Limite normativo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>
R1	0,0033	26	26,0033	50
R2	0,0399		26,0399	
R3	0,0409		26,0409	
R4	0,0087		26,0087	
R5	0,0058		26,0058	
R6	0,0048		26,0048	
R7	0,0038		26,0038	
R8	0,0028		26,0028	

*Tabella 6-27 90,4° percentile della concentrazione giornaliera di PM10 – Scenario di progetto*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza del recettore R3, pari a 0,0409  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

*PM2,5*

*Concentrazioni medie annue*

Nella tabella di seguito si riportano i valori di concentrazione media annua di PM2,5 emersi dalle simulazioni in prossimità dei punti recettori considerati.

Recettore	Concentrazione media annua di PM2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annua di PM2,5 registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana - 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Qualità dell'aria complessiva ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R1	0,0008	12	12,0008	25
R2	0,0138		12,0138	
R3	0,0157		12,0157	
R4	0,0030		12,0030	
R5	0,0020		12,0020	
R6	0,0016		12,0016	
R7	0,0012		12,0012	
R8	0,0008		12,0008	

Tabella 6-28 Concentrazione media annua di PM2,5 – Scenario di progetto

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza del recettore R3, pari a  $0,0157 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina SR – Pantheon.

### NO<sub>2</sub>

#### Concentrazioni medie annue

Si ricorda come i valori di concentrazione dell'NO<sub>2</sub> siano stati ottenuti dai valori dell'NO<sub>x</sub> tramite l'utilizzo delle seguenti equazioni:

$$y = -0,0014 x^2 + 0,7046 x;$$

$$y = 0,1 x + 63,49.$$

Nella Tabella 6-29 si riportano i valori di concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> emersi dalle simulazioni in prossimità dei recettori residenziali considerati.

<b>Recettore</b>	<b>Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Media annua di NO<sub>2</sub> registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana – 2021 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Qualità dell'aria complessiva (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Limite normativo (µg/m<sup>3</sup>)</b>
R1	0,033	19	19,033	40
R2	0,512		19,512	
R3	0,581		19,581	
R4	0,116		19,116	
R5	0,075		19,075	
R6	0,061		19,061	
R7	0,046		19,046	
R8	0,032		19,032	

*Tabella 6-29 Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> – Scenario di progetto*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza del recettore R3 pari a 0,581 µg/m<sup>3</sup>; quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 40 µg/m<sup>3</sup>, anche considerando il valore di fondo della centralina SR – Pantheon.

*99,8° percentile delle concentrazioni orarie dell'NO<sub>2</sub>*

Nella tabella di seguito si riportano i valori del 99,8° percentile delle concentrazioni orarie dell'NO<sub>2</sub> emersi dalle simulazioni in prossimità dei recettori residenziali considerati.

<b>Recettore</b>	<b>99,8° percentile della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Media annua di NO<sub>2</sub> registrata dalla centralina di SR - Pantheon di traffico urbana – 2021 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Qualità dell'aria complessiva (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Limite normativo (µg/m<sup>3</sup>)</b>
R1	2,159	19	21,159	200
R2	5,275		24,275	
R3	6,437		25,437	
R4	2,121		21,121	
R5	1,714		20,714	
R6	1,383		20,383	
R7	1,201		20,201	
R8	0,907		19,907	

*Tabella 6-30 99,8° percentile della concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> – Scenario di progetto*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza del recettore R3, pari a 6,437 µg/m<sup>3</sup>, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 200 µg/m<sup>3</sup>, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

### 6.2.2.3 Conclusioni

*Dall'osservazione dei risultati ottenuti dalle simulazioni modellistiche effettuate nel presente studio si può affermare che le concentrazioni stimate per la fase di esercizio del progetto risultano sempre al di sotto dei limiti normativi, anche in considerazione dei valori registrati dalla centralina di riferimento.*

*Per quanto riguarda la verifica delle concentrazioni degli inquinanti in fase di esercizio si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale.*

## **7. SISTEMA PAESAGGISTICO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI**

Potenziati effetti sul paesaggio fanno riferimento alla distinzione, di ordine teorico, tra le due diverse accezioni a fronte delle quali è possibile considerare il concetto stesso di paesaggio e segnatamente a quella intercorrente tra “strutturale” e “cognitiva”.

In breve, muovendo dalla definizione di paesaggio come «una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni» e dal conseguente superamento di quella sola dimensione estetica che aveva trovato espressione nell'emanazione delle leggi di tutela dei beni culturali e paesaggistici volute dal Ministero Giuseppe Bottai nel 1939, l'accezione strutturale centra la propria attenzione sugli aspetti fisici, formali e funzionali, mentre quella cognitiva è rivolta a quelli estetici, percettivi ed interpretativi.

Rispetto alla prima delle due accezioni, quella strutturale del paesaggio, l'effetto in esame, consiste nella modifica di un articolato insieme di trasformazioni relative alle matrici naturali ed antropiche che strutturano e caratterizzano il paesaggio.

Per quanto riguarda la seconda delle due accezioni di paesaggio, ovvero quella cognitiva, l'effetto in esame, che si riferisce alla modifica degli aspetti percettivi ed interpretativi che riguardano le relazioni intercorrenti tra “fruitore” e “paesaggio scenico”. Conseguentemente all'alterazione di tali rapporti, a seconda della specifica prospettiva di analisi, si può dar luogo ad un'intrusione visiva o ad una deconnotazione, rispettivamente intese come variazione dei rapporti visivi di tipo fisico e variazione dei rapporti di tipo concettuale.

Per quanto attiene al potenziale interessamento del patrimonio culturale e archeologico, l'oggetto delle analisi riportate risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le scelte di Piano, possono generare sul Patrimonio Culturale, inteso nella duplice accezione di alterazione del patrimonio culturale così come definito all'art. 2 co.1 del D.Lgs 42/2004, dei beni materiali.

## **7.1 COSTRUZIONE DELL'OPERA**

Sulla scorta dell'inquadramento concettuale effettuato in precedenza, per quanto specificatamente attiene alla dimensione Costruttiva, i principali parametri che concorrono alla significatività dell'effetto in esame possono essere identificati, sotto il profilo progettuale, nella localizzazione delle aree di cantiere, nonché nell'entità delle lavorazioni previste che, nel caso in specie attengono all'approntamento delle aree stesse.

Per quanto concerne il contesto di intervento, detti parametri possono essere identificati nella valenza che gli elementi interessati dalle attività di cantierizzazione rivestono in termini di fattori di sua strutturazione e caratterizzazione; a tale riguardo si specifica che, in tal caso, il riconoscimento di detta valenza, ossia della capacità di ciascuna componente del paesaggio di configurarsi come elemento di sua strutturazione o caratterizzazione, non deriva dal regime normativo al quale detto elemento è soggetto, quanto invece dalle risultanze delle analisi interpretative condotte.

Entrando nel merito del caso, l'analisi è rivolta ad una porzione del territorio comunale di Siracusa e, nello specifico, all'insediamento di tipo industriale – artigianale ad ovest del centro abitato ed alla costa su cui si affaccia.

Come già trattato nell'ambito dell'indagine conoscitiva, i territori costieri intorno a Siracusa formano un modello insediativo lineare e compatto senza sostanziali soluzioni di continuità ad esclusione delle rare aree naturali preservatesi dall'ampliamento dell'edificato per ragioni di varia natura; si tratta di un territorio in cui si alternano le frange di espansione dei confini urbani dei centri maggiori, gli insediamenti industriali e le aree portuali: proprio sulla costa si evidenziano le modifiche più evidenti del territorio, avvenute, a ridosso del secondo dopoguerra, in maniera disordinata e su scala vasta.

L'area costiera in cui si colloca il progetto, infatti, rappresenta, per la concentrazione di problematiche di varia natura e per la necessità di recupero territoriale, il campo di sperimentazione più complesso e interessante, in ciò comprendendo anche la legittimazione di un'estetica del paesaggio industriale che costituisce ormai di fatto, insieme alla miriade di componenti storiche, archeologiche, paesaggistiche ed ambientali presenti, un ulteriore elemento cardine su cui incentrare

una pianificazione paesistica consapevole e volta alla riqualificazione proprio di quelle aree in disuso o in stato di abbandono individuabili a margine dei tessuti produttivi e dei centri abitati costieri.



### Progetto

— Perimetro delle aree di progetto

1 Progetto per il Marina di Siracusa su aree demaniali marittime

2 Area industriale EX SPERO

— Aree di cantiere temporanee Marina di Siracusa

*Figura 7-1 Localizzazione delle aree di cantiere del Progetto per il Marina di Siracusa, nella costa di fronte all'area industriale EX SPERO, su cui è previsto un progetto di riqualificazione.*

Come si evince dalla Figura 7-1 le aree di cantiere temporanee del Marina di Siracusa sono due e sono localizzate dinanzi al vecchio idroscalo del DAS (Distaccamento Aeronautico Siracusa) e nell'area demaniale tra la linea di costa del Bacino di Porto Grande e l'area industriale EX SPERO.

### Modificazioni della Struttura del Paesaggio

Per quanto attiene le potenziali modifiche che la costruzione dell'opera possa apportare in relazione agli elementi strutturanti il paesaggio è possibile affermare che, scendendo nel dettaglio, le aree di cantiere al servizio del progetto per il Marina di Siracusa, ricadono integralmente nell'area di progetto designata.



#### CANTIERI

— Aree temporanee di cantiere Marina di Siracusa

Figura 7-2 Localizzazione delle aree di cantiere temporanee del Marina di Siracusa

Come si evince dalla Figura 7-2, le aree di cantiere del Marina di Siracusa ricadono rispettivamente nel tratto di costa antistante il perimetro dell'area industriale

EX SPERO e sullo specchio d'acqua in prossimità dell'idroscalo del DAS (Distaccamento Aeronautico di Siracusa).

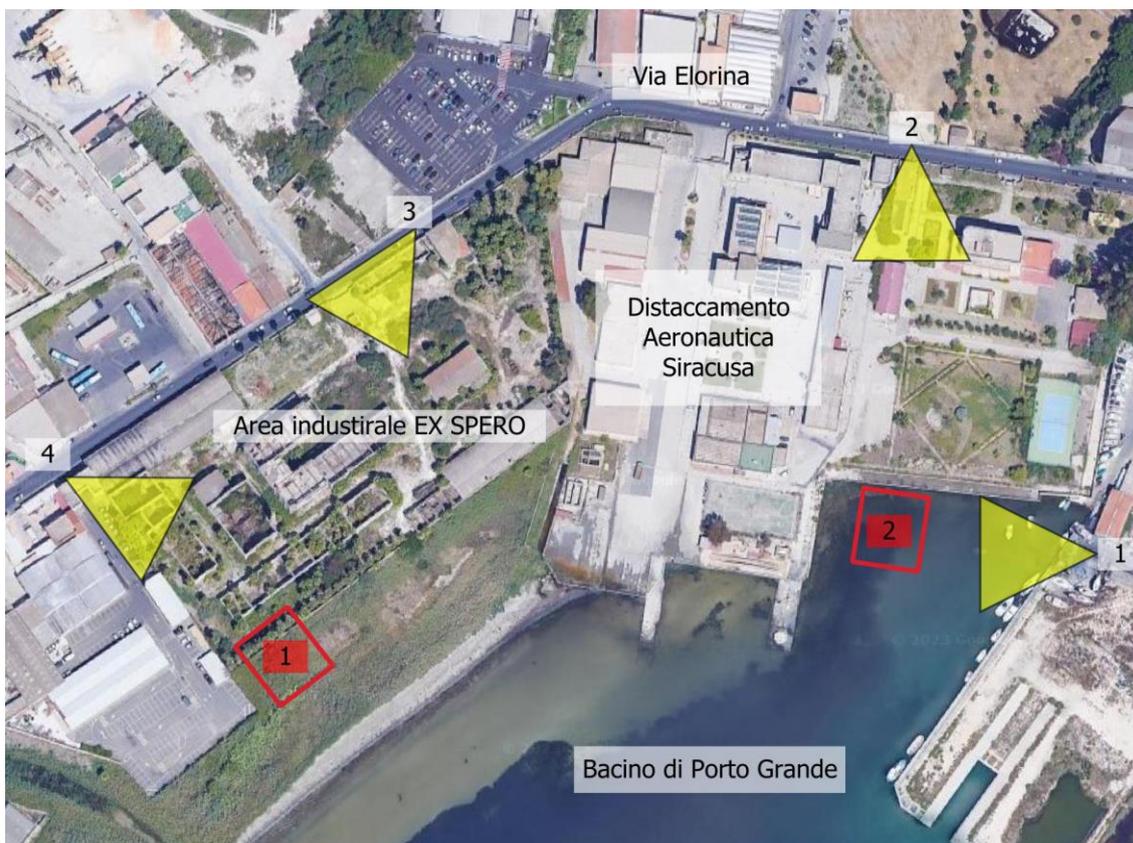
Dal punto di vista della struttura del paesaggio, la presenza di due cantieri, risulta essere un elemento di modificazione soprattutto per la compagine della struttura costiera: è necessario, tuttavia, rimarcare il carattere di temporaneità dei cantieri stessi e la modificazione strutturale positiva cui il territorio va incontro a cagione dei progetti previsti; pertanto, è improbabile che la presenza delle aree di cantiere alteri in modo sostanziale gli elementi che compongono la struttura del paesaggio del territorio in esame.

### **Modificazioni delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo**

Per quanto attiene le potenziali modifiche che la presenza dell'opera possa apportare in relazione al paesaggio percepito è necessario considerare il quadro scenico dell'area in esame che è quello della zona industriale ad ovest di Siracusa e le strutture portuali del Bacino di Porto Grande.

Come si evince dalla Figura 7-3 e come già trattato nel capitolo precedente le aree di cantiere relative al Marina di Siracusa si trovano una dinanzi al Distaccamento Aeronautica Siracusa e l'altra tra l'area industriale EX SPERO e la linea di costa.

Si tratta di una zona in cui le viste esperibili dai luoghi di normale accessibilità risultano estremamente ridotte a causa dell'edificato quasi continuo o delle barriere e dei muri che si innalzano dai possibili punti dove sarebbe possibile vedere le aree di cantiere in esame.



#### CANTIERI

— Aree temporanee di cantiere Marina di Siracusa

Visuali verso le aree di cantiere

▲ Cono visuale

Figura 7-3 Localizzazione delle aree di cantiere rispetto alle visuali esperibili dai luoghi di normale accessibilità

Come si evince dalla Figura 7-4, l'area di cantiere temporaneo numero 2, pur presentando dei punti accessibili nei dintorni, non è comunque visibile da nessuna delle aree da dove sono state effettuate le riprese per stabilire i coni visuale adeguati: la presenza di barriere visive risulta essere particolarmente incisiva nell'area.

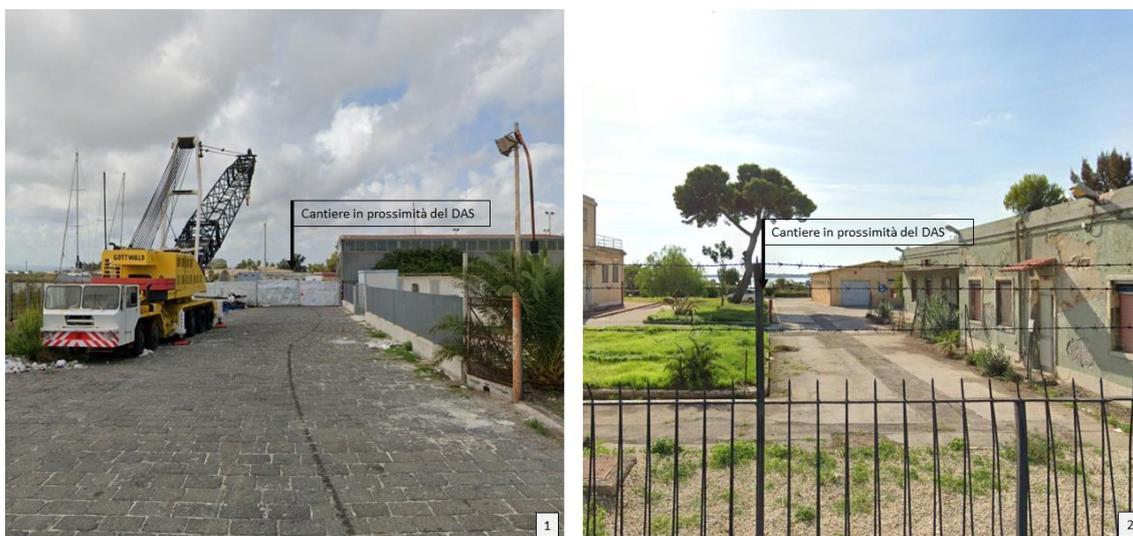


Figura 7-4 Localizzazione dei punti visuali 1 e 2, rispettivamente da Largo Gaetano Arezzo della Targia presso il Cantiere Navale Siracusa e da Via Elorina in prossimità del Distaccamento Aeronautica Siracusa

L'area di cantiere 1 relativa al Marina di Siracusa, come evidenziato in Figura 7-5, non è mai visibile da luoghi normalmente accessibili al fruitore; questa peculiarità è generata dalla localizzazione di detta area in un punto della costa non collegato con la viabilità del territorio e attornata da aree industriali spesso cinte da muri piuttosto alti come il perimetro dei capannoni industriali EX SPERO.



Figura 7-5 Localizzazione dei punti visuali 3 e 4 che rappresentano il perimetro dell'area industriale SPERO, su via Elorina

Per quanto dichiarato in precedenza si ritiene che le aree di cantiere riguardanti il progetto in esame, in ragione della loro peculiare localizzazione e perché attorniate da una serie di quinte sceniche che non ne consentono una visuale chiara, non possano verosimilmente comportare alterazioni significative delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo.

### **Alterazione dei Beni del Patrimonio Culturale e Beni Materiali**

Il contesto territoriale in cui si inseriscono le aree di cantiere del progetto relativo all'Approdo e facilities collegate per la qualificazione funzionale dell'affaccio a mare dell'area industriale EX SPERO, è connotato dalla presenza di beni inclusi nel patrimonio culturale e storico testimoniale, secondo l'accezione datane; in particolare tutte le aree di cantiere individuate ricadono, come si evince dalla Figura 7-6, nell'area denominata “Porto Grande e Fascia costiera dal Castello Maniace al Plemmirio”, dichiarata di notevole interesse pubblico con Decreto Assessoriale del 30/09/1998 perché rappresenta un unico contesto di incomparabile bellezza, d'altronde dimostrato dal fatto che storicamente esso è luogo di ispirazione di artisti e poeti come dimostrano innumerevoli prodotti della creatività artistica, quali stampe, opere pittoriche e letterarie.



## CANTIERI

— Aree temporanee di cantiere Marina di Siracusa

## BENI PAESAGGISTICI

Porto Grande e Fascia costiera del Castello Maniace al Plemmirio

Figura 7-6 Localizzazione delle aree di cantiere rispetto all'area di notevole interesse pubblico  
“Porto Grande e Fascia costiera dal Castello Maniace al Plemmirio”

Le aree di cantiere analizzate, per la loro peculiare localizzazione in prossimità o dentro aree densamente edificate, in una rete infrastrutturale portuale sviluppata e per il loro carattere di temporaneità, non dovrebbero generare un'alterazione sostanziale del bene del patrimonio culturale in cui si collocano.

## **7.2 PRESENZA E FUNZIONALITÀ DELL’OPERA**

Entrando nel merito del caso, l’analisi è rivolta, come già trattato nel capitolo 7.1, ad un limitata porzione del territorio comunale di Siracusa e, in particolare, all’insediamento industriale e ovest della città. Come evidenziato nell’ambito dell’indagine conoscitiva, i territori costieri intorno a Siracusa sono impegnati secondo un modello insediativo lineare senza sostanziali soluzioni di continuità, escludendo le rare aree naturali risparmiate dall’ampliamento dell’edificato, in cui si alternano le frange di espansione dei confini urbani dei centri maggiori, gli insediamenti industriali e le aree portuali: proprio sulla costa si evidenziano le modifiche più evidenti del territorio, avvenute, a ridosso del secondo dopoguerra, in maniera rapida e disorganica.

L’area costiera in cui si colloca il progetto, come specificato in precedenza, rappresenta, per la concentrazione di problematiche di varia natura e per la necessità di recupero territoriale, il campo di sperimentazione più complesso e interessante, in ciò comprendendo anche la legittimazione di un’estetica del paesaggio industriale che costituisce ormai di fatto, insieme alla miriade di componenti storiche, archeologiche, paesaggistiche ed ambientali presenti, un ulteriore elemento cardine su cui incentrare una pianificazione paesistica consapevole e volta alla riqualificazione proprio di quelle aree in disuso o in stato di abbandono individuabili nei tessuti produttivi a margine dei centri abitati costieri.

Per quanto attiene il progetto del Marina di Siracusa è necessario per prima cosa comprendere la localizzazione dello stesso nel sistema portuale di Siracusa, in particolare nel bacino di Porto Grande, e il rapporto intercorrente tra l’opera e la costa da cui si sviluppa verso il mare.



## Progetto

— Perimetro delle aree di progetto

**1** Progetto per il Marina di Siracusa su aree demaniali marittime

*Figura 7-7 Localizzazione delle aree di intervento del Progetto di recupero in EX area industriale SPERO e del Progetto per il Marina di Siracusa in rapporto alla trama portuale del Bacino di Porto Grande.*

Come si evince dalla Figura 7-7, l'area di progetto del Marina di Siracusa si colloca nell'area nord del Bacino di Porto Grande, in un'area in cui le infrastrutture portuali sono storicamente presenti sia come porti turistici, mercantili o ittici; tra Porto Grande e l'area di progetto, infatti, è prevista la realizzazione di un'ulteriore porto turistico, il Marina di Archimede che sorgerà alla base della storica isola di Ortigia, tra la banchina ovest del molo Sant'Antonio e la banchina di riva del porto pescherecci.

La struttura portuale prevede la realizzazione di una colmata, antistante la struttura della ex S.P.E.R.O e distante poche decine di metri dalla terraferma e legata a questa da due bracci stradali che collegano la stessa alla Via Elorina, alla quale è radicato il molo di ponente lungo circa 520 m che definisce lo specchio acqueo protetto per l'attracco dei natanti.

Su tale colmata trovano posto tutta una serie di servizi distinguibili in tre macrogruppi:

- Servizi urbani la cui area è aperta agli utenti e gli avventori, che comprendono parcheggi, attrezzature ricreative, servizi di ristoro e servizi commerciali.
- Servizi diportistici che comprendono club nautico con club house, scuola avviamento sport nautici, foresterie per equipaggi diportisti e attrezzature di intrattenimento: è un'area destinata ai diportisti, agli armatori ed alle imbarcazioni, in cui verrà fornito ogni servizio utile alla persona ed alla barca
- Servizi cantieristici ovvero piazzali per la manutenzione e il rimessaggio, officine, magazzini ricambio e depositi nonché uffici amministrativi; è un'area destinata anche ai servizi manutentivi per la completa cura dell'imbarcazione ed al rimessaggio coperto (dry stack storage) e scoperto.

Nella successiva Figura 7-8 viene riportato stralcio della planimetria generale della nuova struttura portuale con la lunga banchina a est e i servizi concentrati nella colmata a nord ovest dinanzi al Distaccamento Aeronautica Siracusa e all'area EX SPERO.

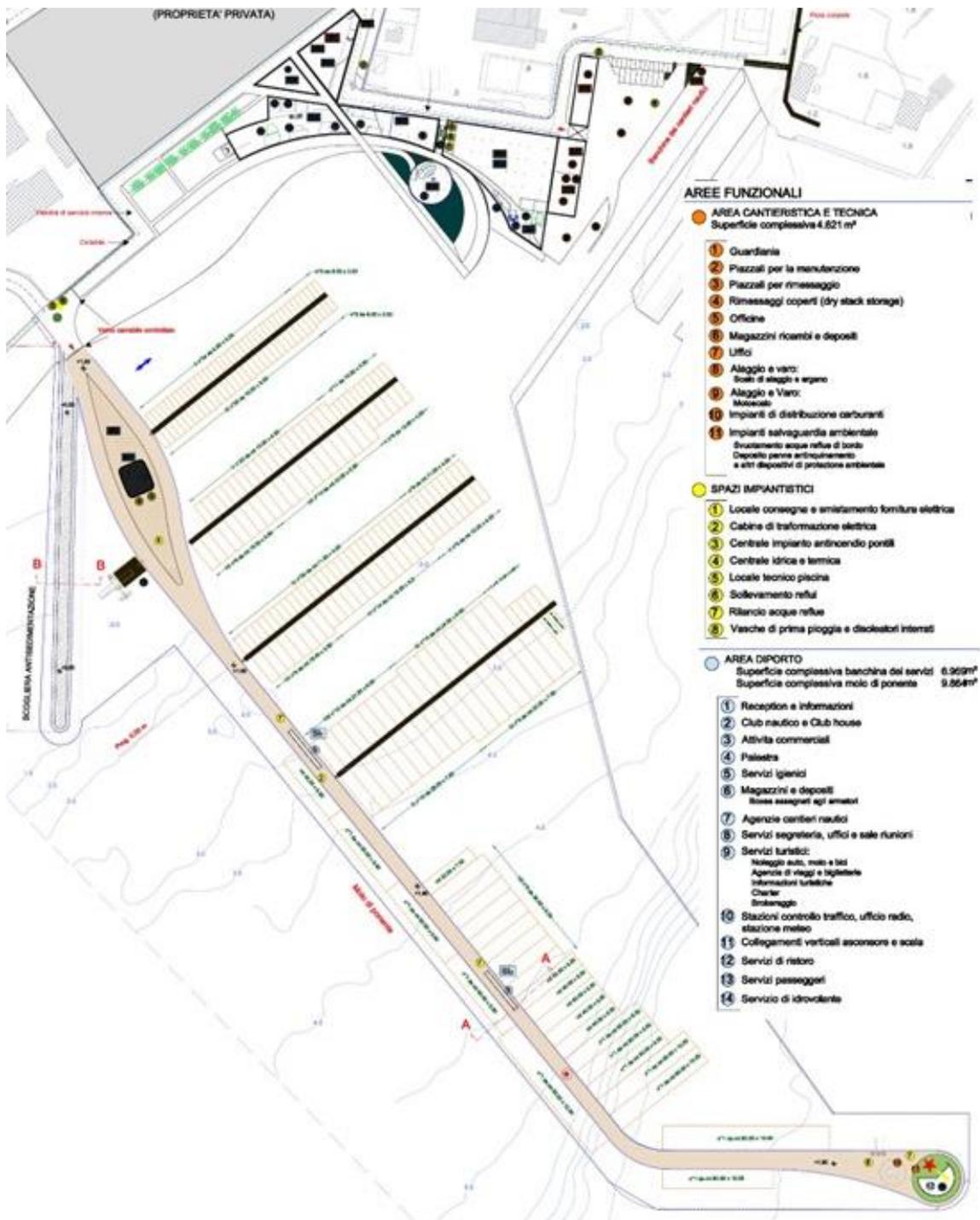


Figura 7-8 Stralcio dell'elaborato "Planimetria Generale" del Marina di Siracusa

### **Modificazioni della Struttura del Paesaggio**

Per quanto attiene le potenziali modifiche che la presenza dell'opera possa apportare in relazione agli elementi strutturanti il paesaggio è necessario analizzare il tessuto in cui si colloca.

Scendendo nel dettaglio la parte di progetto a ridosso dell'area industriale EX SPERO presenta caratteri tipici del tessuto produttivo con la presenza di un fronte di capannoni e strutture al servizio dell'artigianato e dell'industria; nello specifico l'area risulta essere in profondo stato di degrado in cui lo stato di abbandono degli edifici ha contribuito a creare una zona di spaccatura tra il centro abitato e la sua costa.

Come si evince dalla sottostante Figura 7-9, il complesso risulta certamente fare parte dell'area industriale di Siracusa, ma, a causa del suo stato di abbandono, risulta essere relegato ad una sorta di limbo, è un'area in divenire.



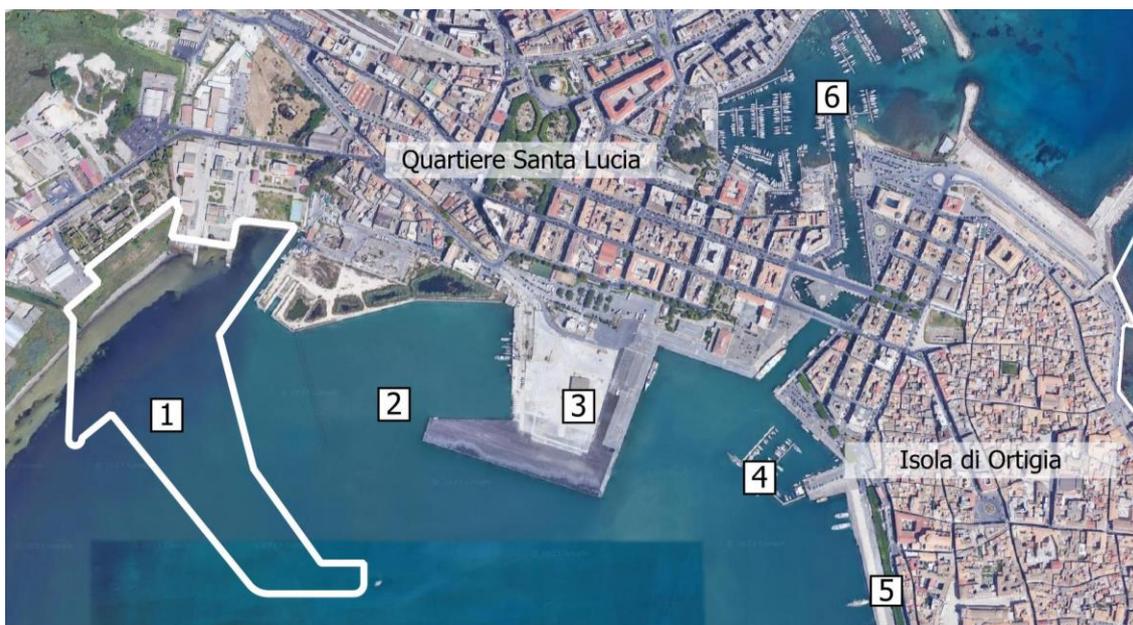
*Figura 7-9 L'area di costa antistante al complesso industriale EX SPERO*

Esiste effettivamente una modificazione profonda dell'elemento della struttura del paesaggio ricadente negli insediamenti industriali, una modificazione insita negli obiettivi progettuali, e si tratta di un cambiamento potenzialmente positivo: il valore intrinseco del complesso SPERO e delle aree limitrofe su cui si colloca il Progetto del Marina di Siracusa risiede proprio nel suo rapporto con l'adiacente insediamento abitativo e con il fronte del mare, un fronte che fino a questo momento l'area industriale stessa, che ricordiamo essere anch'essa oggetto di un progetto di riqualificazione, ha precluso fisicamente e visivamente.

Il progetto di qualificazione funzionale è strutturato, come già espresso in precedenza, in modo da sviluppare una nuova connessione tra mare ed abitato favorendo la fruizione e rimodulando l'attitudine del luogo verso la sua vocazione più efficace, ovvero quella di nuovo polo attrattivo al servizio della cittadinanza.

Il progetto riguardante il Marina di Siracusa si localizza, per la parte terrestre, lungo un tratto di costa la cui fruizione risulta preclusa alla cittadinanza, sia per ragioni di accessibilità, poiché non vi sono percorsi agevoli verso il luogo, sia per ragioni di tipo pratico, trattandosi di una zona con terreno limaccioso e tendente al ristagno a causa del canale limitrofo e quindi non attrattiva.

Da un punto di vista strutturale del paesaggio, pur trattandosi di un nuovo intervento di infrastrutturazione portuale, quindi per forza di cose generatore di modificazioni degli elementi strutturali che caratterizzano l'area, esso si colloca, effettivamente, in linea con il tessuto portuale del Bacino di Porto Grande ad ovest di Siracusa.



## Progetto

— Perimetro dell'area di progetto

- 1 Progetto Marina di Siracusa
- 2 Progetto in fase di realizzazione Marina di Archimede
- 3 Porto Grande di Siracusa
- 4 Marina Yachting Siracusa - Ortigia
- 5 Marina di Ortigia
- 6 Porto Piccolo di Siracusa

Figura 7-10 Il sistema delle infrastrutture portuali di Siracusa

Come si evince dalla Figura 7-10, il progetto del Marina di Siracusa, si colloca come naturale continuazione dello sviluppo portuale del Capoluogo siciliano; analizzando la sua localizzazione si ritiene, oltretutto, che un polo turistico ed attrattivo, peraltro progettato in modo da non entrare in contrasto con la struttura del centro abitato limitrofo o il paesaggio all'intorno, non possa che generare una modificazione potenzialmente virtuosa di quelli che sono gli elementi strutturanti il paesaggio.

## Modificazioni delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo

Per quanto attiene le potenziali modifiche che la presenza dell'opera possa apportare in relazione al paesaggio percepito è necessario, nuovamente, considerare le tipologie di visuali esperibili in direzione delle aree stesse.

Per quanto concerne le potenziali modifiche che la presenza dell’opera possa apportare in relazione al paesaggio percepito, l’area di progetto presenta, come già trattato nella parte conoscitiva di questo documento, contesti visivi tipici del tessuto produttivo in cui si colloca con la presenza di capannoni e strutture di tipo industriale; l’area adiacente al progetto, ovvero quella della EX SPERO, è circondata da un alto muro di cinta pressoché continuo che impedisce la vista verso la costa dove, come evidenziato in Figura 7-11.



*Figura 7-11 Vista dell’area Ex S.P.E.R.O. con le sue strutture in abbandono, nell’area industriale di Siracusa, ripresa effettuata da via Elorina*

Come si evince dalla Figura 7-12 l’area EX SPERO, in ragione della sua conformazione costruttiva e del suo perimetro formato da una parte dell’edificato e da alte mura, occlude totalmente la vista del mare.



*Figura 7-12 Il perimetro dell’area EX SPERO, visto da via Elorina in direzione di Siracusa*

Ad una scala più ampia, considerazioni di merito vanno alla localizzazione lungo la costa del Marina di Siracusa, l’arco del Bacino di Porto Grande in ragione dell’affaccio a mare è percepibile da notevoli distanze percorrendo il litorale del golfo; analogamente dall’area di progetto le visuali sono ampie e libere sull’arco costiero.



*Figura 7-13 Localizzazione dell'area di progetto del Marina di Siracusa da Foro Vittorio Emanuele II, dall'Isola di Ortigia*

Come si evince dalla Figura 7-13, sarebbe teoricamente possibile, anche a grande distanza, percepire i tratti generali del progetto in esame dalla costa del Bacino di Porto Grande, proprio per la caratteristica intrinseca del mare di non avere elementi occlusivi della vista tra due punti ad esclusione della curvatura terrestre.

Per quanto definito precedentemente è possibile effettuare due considerazioni riguardanti la percezione del progetto e le probabili modifiche che esso apporterebbe, in linea teorica, al paesaggio percettivo. La prima riguarda la tipologia di vista in cui si colloca, ovvero un quadro scenico in cui le strutture portuali sono presenti in grande concentrazione e completamente sedimentate nel paesaggio percettivo; la seconda considerazione riguarda i caratteri dell'opera in esame che dal punto di vista scenico sono in completa analogia con il panorama circostante, connotato financo da strutture portuali più imponenti.



Figura 7-14 Fotosimulazione del tratto est del Marina di Siracusa, sulla sinistra dell'immagine i nuovi edifici SPERO e sulla destra lo Yacht Club

Per quanto fino ad ora riportato e come riscontrabile dalle fotosimulazioni in Figura 7-14, è possibile concludere che, dal punto di vista del paesaggio percettivo, le modifiche apportate dalla porzione di progetto Marina di Siracusa, siano sostanzialmente positive in ragione delle considerazioni effettuate precedentemente e riguardanti la reciprocità dei punti di vista all'intorno della Baia di Porto Grande: si vengono infatti a creare dei luoghi di fruizione visiva nuovi ed inediti che permettono di godere della vista di Ortigia e del resto del bacino a sud di Siracusa, area di notevole interesse pubblico per la sua incommensurabile bellezza scenica.

## **8. AGENTI FISICI**

### **8.1 G1 – RUMORE**

#### **8.1.1 Costruzione dell'opera**

##### **Metodologia di lavoro utilizzata**

Lo studio acustico (Cfr. Elaborato Studio Acustico), finalizzato sia alla valutazione dei livelli di immissione indotti dalle attività di cantiere previste per la realizzazione delle opere in progetto, è esteso a tutti i ricettori compresi nell'area di studio definita secondo quanto prescritto dal quadro normativo di riferimento.

Lo studio è articolato in tre macro-sezioni.

La prima sezione dello studio acustico definita nella parte terza del presente documento è finalizzata ad una descrizione generale del quadro conoscitivo, in termini di classificazione acustica del territorio, censimento dei ricettori ed indagine fonometrica per la caratterizzazione del rumore ambientale allo stato attuale.

La seconda sezione è dedicata alla verifica del clima acustico indotto dal traffico navale e veicolare, e sarà analizzata al Par.8.1.2.

La terza ed ultima sezione è finalizzata alla verifica del rumore indotto dalle attività di cantiere connesse alla realizzazione del porto. In tale fase di lavoro è stata sviluppata un'analisi qualitativa e quantitativa dei potenziali impatti acustici indotti dalle attività di cantiere necessarie alla realizzazione delle opere previste dal progetto. L'analisi degli impatti acustici in fase di corso d'opera è stata effettuata attraverso la metodologia del “Worst Case Scenario”, ovvero individuando uno scenario operativo rappresentativo delle condizioni peggiori determinato al variare dell'operatività delle diverse sorgenti presenti all'interno dell'area di studio in funzione della tipologia di lavorazioni da eseguire.

### **Identificazione delle aree di cantiere e degli scenari di riferimento**

Al fine di prendere in considerazione tutti i possibili fattori legati alla cantierizzazione, sia in termini ambientali che in termini progettuali, la metodologia seguita per la definizione degli scenari di simulazione è stata quella del “Worst Case Scenario”. Tale metodologia, ormai consolidata ed ampiamente utilizzata in molti campi dell'ingegneria civile ed ambientale consiste, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni “probabili”. Pertanto, il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo scenario, che nel caso in esame sono le variabili che influenzano il modello di simulazione.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad una o più configurazioni, ritenute maggiormente critiche, nell'arco di una giornata. Verificando, quindi, il rispetto di tutti i limiti normativi per il Worst Case Scenario, è possibile assumere in maniera analoga il rispetto dei limiti normativi per tutti gli scenari differenti dal peggiore, scenari nei quali il margine di sicurezza sarà ancora maggiore.

Nello specifico, al fine di considerare lo scenario più critico possibile dal punto di vista acustico, dall'analisi del cronoprogramma delle lavorazioni e dalla disamina degli elaborati progettuali, sono state individuate le seguenti sorgenti acustiche:

- una sorgente areale di superficie di circa 16.000 mq, in cui sono previste le attività per la realizzazione della colmata, all'interno della quale è stato ipotizzato l'utilizzo di un escavatore, due autocarri, una pala meccanica, due dumper e una trivella;
- per le attività di dragaggio è stato ipotizzato l'utilizzo di mezzi navali, ossia due draghe. Si è scelto di simulare tali mezzi come sorgenti emissive puntuali.

In riferimento allo scenario operativo considerato, per quanto riguarda l'orario di lavoro, si assume una operatività di un turno lavorativo pari a 8 ore, nel solo periodo diurno nell'arco temporale tra le 6:00 – 22:00.

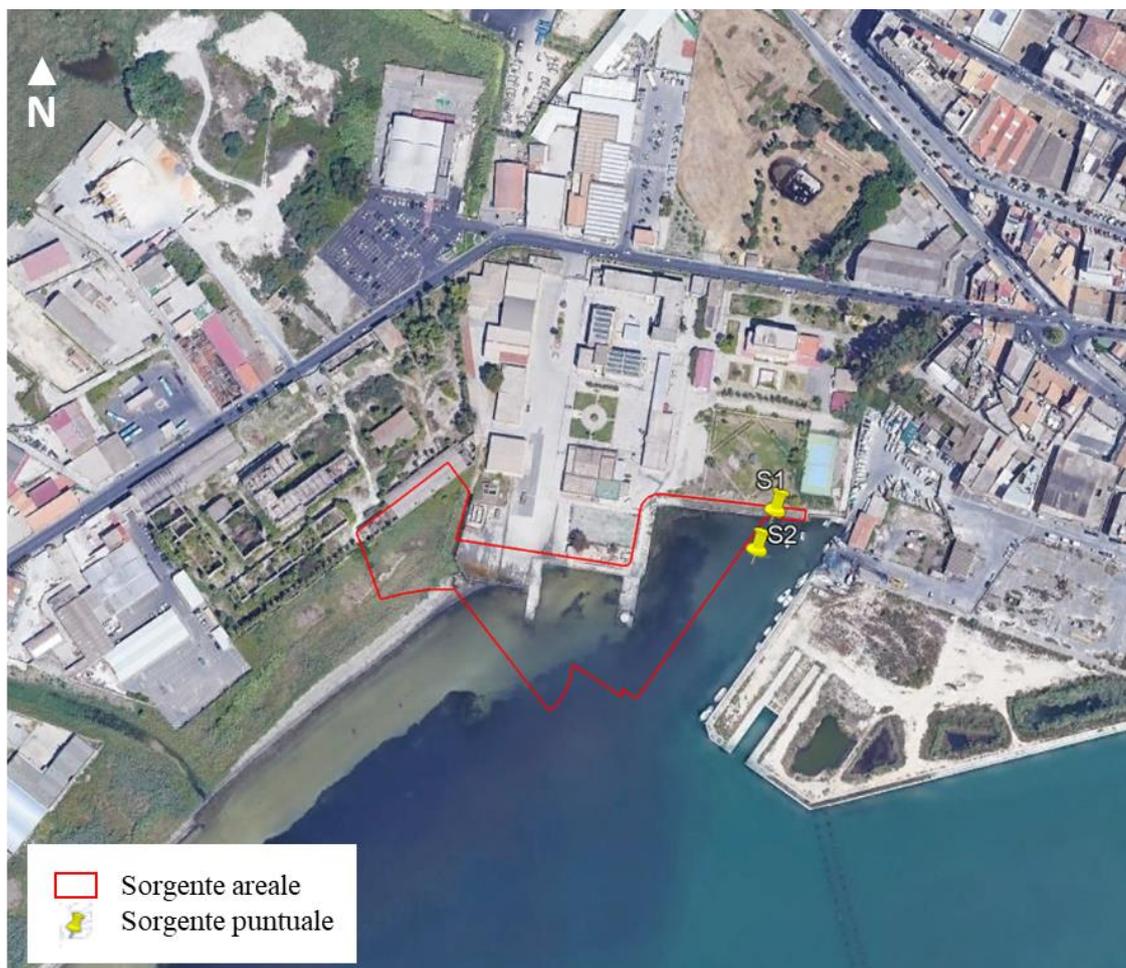


Figura 8-1 Localizzazione delle sorgenti di cantiere

### **Caratterizzazione acustica dello scenario di riferimento**

In ragione della tipologia delle attività di cantiere previste per il progetto di studio è stato individuato uno scenario di simulazione inerente all'area di cantiere operativo fisso.

Nello specifico lo scenario selezionato riguarda l'area di cantiere per il quale si sono ritenuti non trascurabili gli effetti indotti dalle lavorazioni e per i quali si è ritenuto necessario verificare le condizioni di esposizione al rumore dei ricettori ad essa limitrofi. Per lo scenario individuato è stata considerata la contemporaneità delle seguenti attività di cantiere:

- Scenario di simulazione:
  - Dragaggio
  - Realizzazione dei pali relativi a pontili e moli.

Per lo scenario di simulazione identificato sono state considerate le lavorazioni elementari ritenute più rilevanti in termini acustici. Per ogni lavorazione è stato individuato il numero, la tipologia di macchinari presenti con la rispettiva percentuale di impiego in un'ora e il livello di potenza sonora.

In Tabella 8-1 sono riportate le caratteristiche emissive e l'operatività associate ai mezzi d'opera presenti nelle aree di cantiere.

Numero	Macchinari	Sorgente	Lw [dB(A)]	% impiego	% attività effettiva	Lw [dB(A)] effettivo
2	Draga con aspiratore	Puntuale	106,0	100	60	103,8

*Tabella 8-1 Macchinari e relativi dati considerati per il cantiere*

Le macchine, all'interno del modello di simulazione, sono poste ad un'altezza pari a 1,5 metri di altezza s.l.m. I valori di potenza sonora vengono posizionati all'interno dell'area di cantiere, ipotizzandoli come una sorgente puntuale. Si ricorda che il cantiere risulterà attivo per un periodo di 8 ore al giorno. Per la sorgente areale sono stati inseriti i seguenti macchinari:

Numero	Macchinari	Lw [dB(A)]	% impiego	% attività effettiva	Lw [dB(A)] effettivo
1	Escavatore	107,0	100	60	101,8
2	Autocarri	101,9	100	100	101,9
1	Pala meccanica	102,6	100	50	96,6
2	Dumper	115,9	100	80	114,9
1	Trivella	109,8	100	50	103,8
<b>Tot.</b>					<b>115,7</b>

*Tabella 8-2 Macchinari e relativi dati considerati per il cantiere (sorgente areale)*

Oltre alle sorgenti acustiche inserite nel modello di simulazione come sopradescritto, è stata considerata l'orografia del territorio secondo l'assetto naturale ed antropico dell'area di studio. La modellazione tiene conto, pertanto, anche dell'attuale

assetto geomorfologico e della presenza degli edifici secondo quanto già sviluppato per lo studio relativo allo scenario di esercizio.

### **Risultati delle simulazioni acustiche**

Il modello di simulazione restituisce i livelli acustici in  $Leq(A)$  mediante mappature acustiche, calcolate ad un'altezza di 4 metri dal suolo. La griglia di calcolo è stata impostata con passo pari a 10 metri, mentre l'ordine di riflessione è stato assunto pari a 3.

Le curve di isolivello acustico sono rappresentate nella tavola “Carta dei livelli acustici in fase di cantiere”.

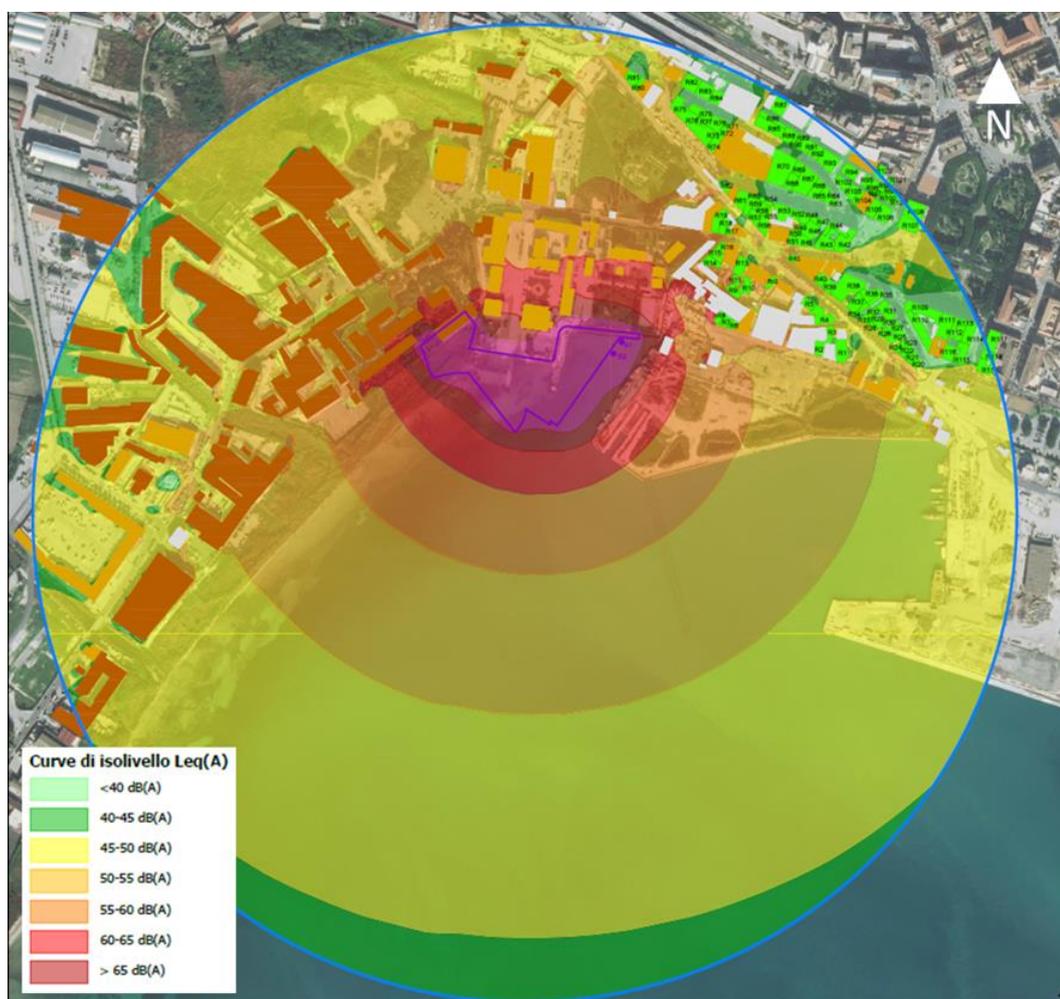


Figura 8-2 Carta dei livelli acustici in fase di cantiere

Per ogni edificio situato nei pressi delle aree di lavorazione è stato calcolato il livello acustico ad 1 metro dalla facciata per ciascun piano e facciata. Il calcolo è stato limitato ai soli edifici residenziali. I valori massimi determinati in corrispondenza della facciata più esposta sono riportati per ciascun ricettore considerato.

I valori calcolati, limitatamente a quelli relativi alla sola facciata più esposta, sono riportati nella Relazione Acustica allegata al presente documento. I risultati ottenuti non hanno evidenziato superamenti dei valori limite previsti dalla norma.

### **Considerazioni conclusive**

Per la fase di “Corso D’Opera” è stata applicata la metodologia del Worst Case Scenario. Questo permette di valutare le condizioni di esposizione al rumore indotte dalle attività di cantiere e di verificare il rispetto dei limiti acustici territoriali nelle condizioni operative più gravose sul territorio, che nel caso positivo, permettono di accertare una condizione di rispetto anche nelle situazioni meno critiche.

Nello specifico, al fine di considerare lo scenario più critico possibile dal punto di vista acustico, dall’analisi del cronoprogramma delle lavorazioni e dalla disamina degli elaborati progettuali, sono state individuate le seguenti sorgenti acustiche:

- una sorgente areale di superficie di circa 16.000 mq, in cui sono previste le attività per la realizzazione della colmata, all’interno della quale è stato ipotizzato l’utilizzo di un escavatore, due autocarri, una pala meccanica, due dumper e una trivella;
- per le attività di dragaggio è stato ipotizzato l’utilizzo di mezzi navali, ossia due draghe. Si è scelto di simulare tali mezzi come sorgenti emissive puntuali.

In riferimento allo scenario operativo considerato, per quanto riguarda l’orario di lavoro, si assume una operatività di un turno lavorativo pari a 8 ore, nel solo periodo diurno nell’arco temporale tra le 6:00 – 22:00.

Per quanto concerne i cantieri in ragione della tipologia dello studio è stato individuato uno scenario di simulazione.

Nello specifico lo scenario selezionato riguarda le aree di cantiere per le quali si sono ritenuti non trascurabili gli effetti indotto dalle lavorazioni e per i quali si è ritenuto necessario verificare le condizioni di esposizione al rumore dei ricettori limitrofi ad esse. Per lo scenario individuato è stata considerata la contemporaneità delle seguenti attività di cantiere:

- Scenario di simulazione:
  - Dragaggio
  - Realizzazione dei pali relativi a pontili e moli.

Per ciascun tipo di cantiere sono state considerate le lavorazioni elementari ritenute più rilevanti in termini acustici. Per ogni lavorazione è stato individuato il numero, la tipologia di macchinari presenti con la rispettiva percentuale di impiego in un'ora e il livello di potenza sonora.

Le macchine, all'interno del modello di simulazione, sono poste ad un'altezza pari a 1,5 metri s.l.m. I valori di potenza sonora vengono posizionati all'interno dell'area di cantiere, ipotizzandoli come una sorgente puntuale. Si ricorda che il cantiere risulterà attivo per un periodo di 8 ore al giorno.

Oltre alle sorgenti acustiche inserite nel modello di simulazione come sopradescritto, è stata considerata l'orografia del territorio secondo l'assetto naturale ed antropico dell'area di studio. La modellazione tiene conto, pertanto, anche dell'attuale assetto infrastrutturale e della presenza degli edifici secondo quanto già sviluppato per lo studio relativo allo scenario di esercizio.

***Dai risultati ottenuti e per i quali si rimanda all'elaborato grafico “Carta dei livelli acustici in fase di cantiere” e al documento “Studio Acustico”, si evince come non sussistano condizioni di superamento dei limiti normativi per i ricettori.***

Ciononostante, nel Piano di Monitoraggio Ambientale, è prevista la verifica dei livelli acustici in corrispondenza della postazione di monitoraggio, posta in prossimità del ricettore R8.

Tali misure permetteranno di verificare l'effettivo contributo emissivo ed eventuali condizioni di criticità dei livelli di rumore sul territorio e, più nello specifico, sui ricettori più prossimi.

Ad ogni modo, in fase di esecuzione delle opere in progetto si prevede l'adozione delle seguenti misure per la salvaguardia del clima acustico:

- ❖ scelta idonea delle macchine e delle attrezzature da utilizzare, attraverso:
  - ⇒ la selezione di macchinari omologati, in conformità alle direttive comunitarie e nazionali;
  - ⇒ l'impiego di macchine per il movimento di terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate;
  - ⇒ l'uso di gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati di recente fabbricazione.
- ❖ manutenzione dei mezzi e delle attrezzature, nell'ambito delle quali provvedere:
  - ⇒ alla sostituzione dei pezzi usurati;
  - ⇒ al controllo ed al serraggio delle giunzioni, ecc.
- ❖ corrette modalità operative e di predisposizione del cantiere, quali ad esempio:
  - ⇒ l'orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale (quali i ventilatori) in posizione di minima interferenza;
  - ⇒ la localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici;
  - ⇒ l'utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione delle vibrazioni;
  - ⇒ l'installazione di barriere acustiche provvisorie ove necessario;
  - ⇒ l'imposizione all'operatore di evitare comportamenti inutilmente rumorosi e l'uso eccessivo degli avvisatori acustici, sostituendoli ove possibile con quelli luminosi;
  - ⇒ la limitazione, allo stretto necessario, delle attività più rumorose nelle prime/ultime ore del pe-rispetto di riferimento diurno indicato dalla normativa (vale a dire tra le ore 6 e le ore 8 e tra le 20 e le 22).

### **8.1.2 Presenza e funzionalità dell'opera**

#### **Metodologia di lavoro utilizzata**

Lo studio acustico (Cfr. Elaborato Studio Acustico), finalizzato alla valutazione dei livelli di immissione indotti dal traffico navale e veicolare indotto dalle attività portuali lungo l'infrastruttura in progetto, è esteso a tutti i ricettori compresi nell'area di studio definita secondo quanto prescritto dal quadro normativo di riferimento.

Lo studio è articolato in tre macro-sezioni.

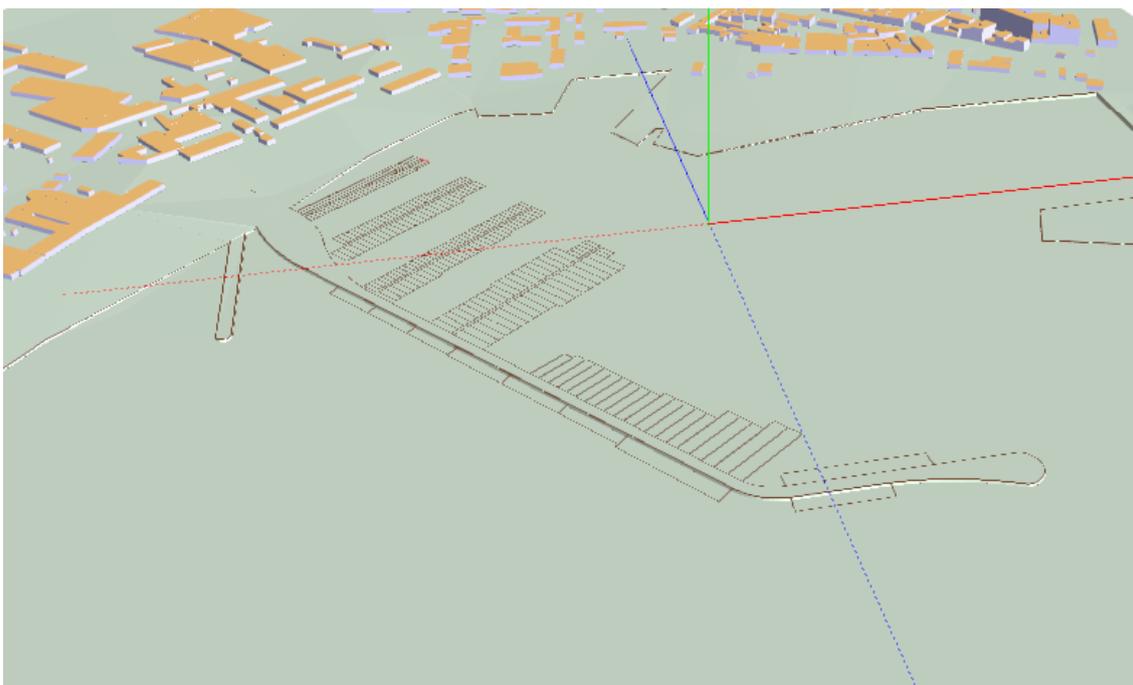
La prima sezione dello studio acustico definita nella parte terza del presente documento è finalizzata ad una descrizione generale del quadro conoscitivo, in termini di classificazione acustica del territorio, censimento dei ricettori ed indagine fonometrica per la caratterizzazione del rumore ambientale allo stato attuale.

La seconda sezione è dedicata alla verifica del clima acustico indotto dal traffico navale e veicolare indotto dalle attività portuali, e quindi relativa alla fase di esercizio dell'infrastruttura portuale di progetto. In questo caso si fa riferimento alle disposizioni definite dalla Legge 26/10/1995 n.447, sia per la definizione dell'ambito di studio sia per i relativi limiti acustici da assumere.

La terza ed ultima sezione è finalizzata alla verifica del rumore indotto dalle attività di cantiere e descritto al Par.8.1.1.

### **Dati di input**

Il primo step della modellazione acustica consiste nella ricostruzione all'interno del modello previsionale delle condizioni territoriali, ovvero l'orografia del territorio e gli elementi di antropizzazione del territorio ovvero edifici, strade, etc. che contribuiscono alla morfologia stessa dell'area di studio e quindi alla propagazione acustica del rumore indotto dall'esercizio dell'infrastruttura. Attraverso i dati cartografici territoriali è stato costruito il DGM, ovvero una modellazione digitale del terreno mediante interpolazione dei dati orografici inseriti in termini di linee di elevazione, punti quota, infrastrutture esistenti, edifici rilevati in fase di censimento e il profilo e la planimetria di tracciato dell'infrastruttura principale e secondarie secondo il progetto definitivo.



*Figura 8-3 Modellazione tridimensionale in soundplan dello scenario post operam, esempio di costruzione del dgm*

Il traffico navale che interessa il porto di progetto è stato ipotizzato sulla base del numero totale dei posti previsti per l'infrastruttura portuale in funzione della categoria acustica associata ai natanti.

In considerazione del numero di posti barca previsti, per la stima del numero dei movimenti giornalieri delle imbarcazioni previste, sono stati definiti due coefficienti:

- ✓ il coefficiente di riempimento, ossia il numero di imbarcazioni presenti all'interno del porto rispetto al numero di stalli disponibili, ipotizzato pari all'80%;
- ✓ il coefficiente di movimentazione, ossia il numero di imbarcazioni in movimento durante il giorno di maggior traffico considerato rispetto a quelle presenti all'interno del porto, ipotizzato pari al 30%.

<b>Configurazione dei posti barca</b>			
<b>Classe</b>	<b>Dimensioni (m)</b>	<b>Numero Posti</b>	<b>Navi/Giorno</b>
II	8,5 x 3,0	44	10,6
III	10 x 3,5	41	9,8
IV	11,5 x 4,0	39	9,4
V	13 x 4,5	42	10,1
VI	15,5 x 5,0	14	3,4
VII	18,0 x 5,5	21	5,0
VIII	21,0 x 6,0	10	2,4
IX	24,0 x 6,5	10	2,4
X	28,0 x 7,0	10	2,4
XI	32,0 x 7,5	10	2,4
XII	36,0 x 8,0	9	2,2
-	40,0 x 8,5	6	1,4
-	50,0 x 9,5	6	1,4
-	60,0 x 10,5	3	0,7
-	80,0 x 12,5	1	0,2

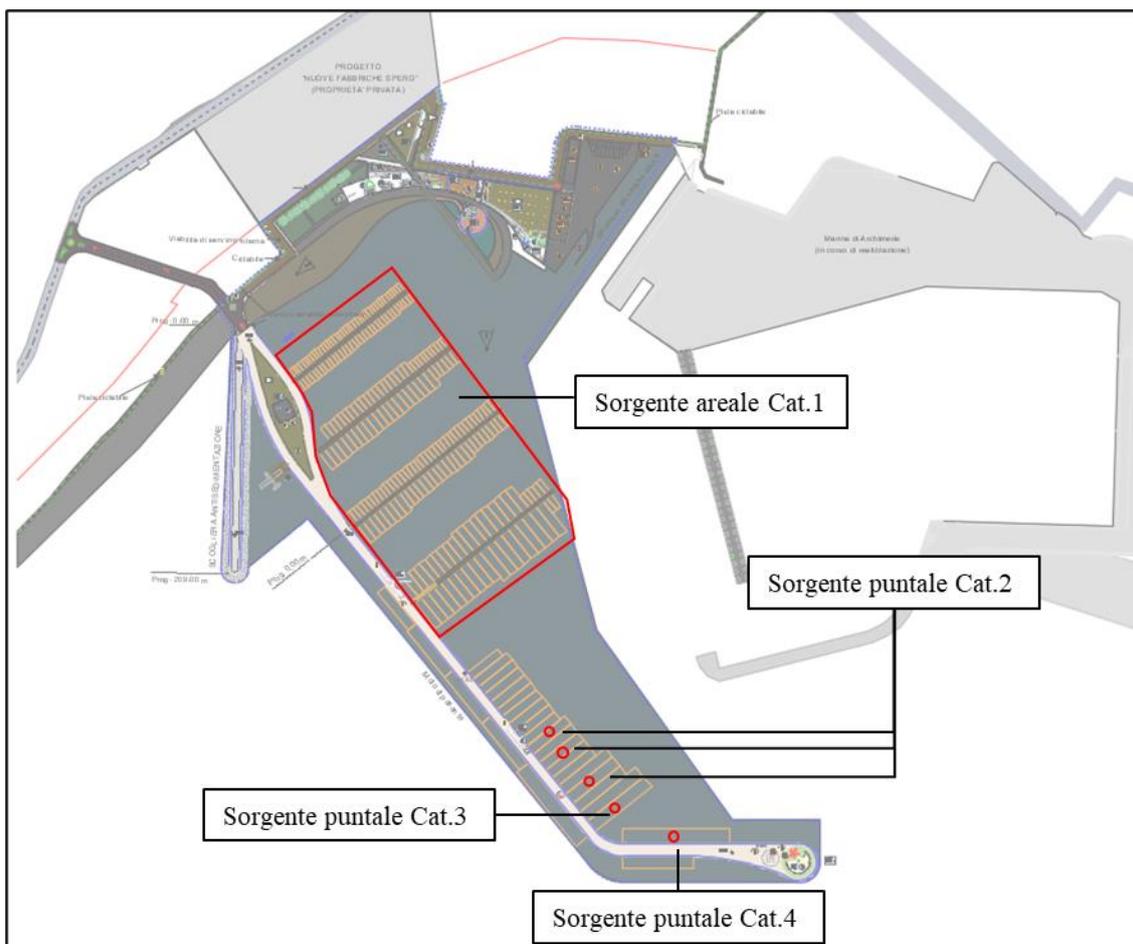
<b>Configurazione dei posti barca</b>			
<b>Classe</b>	<b>Dimensioni (m)</b>	<b>Numero Posti</b>	<b>Navi/Giorno</b>
-	90,0 x 13,5	1	0,2
<b>Totali</b>		<b>267</b>	<b>64</b>

Per quanto concerne gli scenari di simulazione, considerato il modesto numero di transiti previsti per l'orario notturno, non è stato considerato uno scenario notturno di esercizio, ritenendo pertanto i potenziali effetti sul clima acustico notturno trascurabili. La totalità dei transiti ipotizzati è stata considerata perciò solo per il periodo diurno.

Dal punto di vista emissivo delle imbarcazioni al fine di fornire un quadro il più realistico possibile dell'attività navale interna al porto, a partire dai dati riportati nella tabella precedente è stata associata alle imbarcazioni dalla classe II alla VIII una sorgente areale mentre alle imbarcazioni di classe superiore una sorgente di tipo puntuale secondo i dati emissivi dedotti dalla letteratura di settori e di seguito riportati.

<b>Categoria</b>	<b>Cat acusti ca</b>	<b>Tipo sorgente</b>	<b>Potenza sonora totale [dB(A)]</b>	<b>Altez za [m]</b>
Categoria dalla I alla XI	1	Areale	76,3	0,1
Navi di dimensioni comprese tra 40 m e 50 m	2	Puntuale	81,2	0,1
Navi di dimensioni comprese tra 60 m e 80 m	3	Puntuale	86,7	0,1
Navi di dimensioni 90 m	4	Puntuale	91,7	1

*Tabella 8-3 Categorie acustiche, potenza sonora e altezza associate a ciascuna categoria di imbarcazione prevista per il porto di progetto*



Si è definito quindi per ciascuna tipologia di imbarcazione il livello di potenza sonora e lo spettro di emissione all'interno del modello di calcolo, come illustrato in Tabella 8-4 e nelle figure Figura 8-4, Figura 8-5, Figura 8-6 e Figura 8-7.

Frequenza (Hz)	Potenza [dB(A)]			
	Cat1*	Cat2*	Cat.3 Ships < 1000 ton**	Cat.4 Ships 1000 - 2000 ton**
20	28,3	32,2	-	-
25	35,7	39,9	5,3	10,3
31,5	41	50,1	10,6	15,6
40	48,4	53,2	15,6	20,6
50	59,4	60,7	33,8	38,8
63	58,2	58,6	37,9	42,9
80	56,2	63,3	41,7	46,7
100	63,7	66,2	53,6	58,6

Frequenza (Hz)	Potenza [dB(A)]			
	Cat1*	Cat2*	Cat.3 Ships < 1000 ton**	Cat.4 Ships 1000 - 2000 ton**
125	62,6	65,6	56,5	61,5
160	62,1	63	59,5	64,5
200	61,8	63,5	63,8	68,8
250	62,6	66,1	65,9	70,9
315	62,2	65	68	73
400	63,5	66,1	70,4	75,4
500	64,4	67,6	72	77
630	64,6	70,2	73,3	78,3
800	65,7	72,1	75,8	80,8
1000	65,3	73,1	76,6	81,6
1250	65,3	71,7	77,2	82,2
1600	64,7	69,7	74,6	79,6
2000	63,9	68,8	74,8	79,8
2500	62,9	67,6	74,9	79,9
3150	61,5	66,8	68,2	73,2
4000	59,8	65,8	68	73
5000	58	63,8	67,6	72,6
6300	55,2	61,5	58,3	63,3
8000	53	60,6	57,3	62,3
10000	52,3	59,6	55,9	60,9
12500	49,6	57	-	-
16000	43,9	51,3	-	-
20000	38,6	43,6	-	-
*Fonte: Bernardini, M.; Fredianelli, L.; Fidecaro, F.; Gagliardi, P.; Nastasi, M.; Licitra, G. Noise Assessment of Small Vessels for Action Planning in Canal Cities planning in canal cities. Environments 2019, 6, 31. <a href="https://doi.org/10.3390/environments6030031">https://doi.org/10.3390/environments6030031</a> .				
**Fonte: SourceDB+				

Tabella 8-4 Valori degli spettri acustici in frequenza in bande di 1/3 di ottava per le categorie di imbarcazione considerate

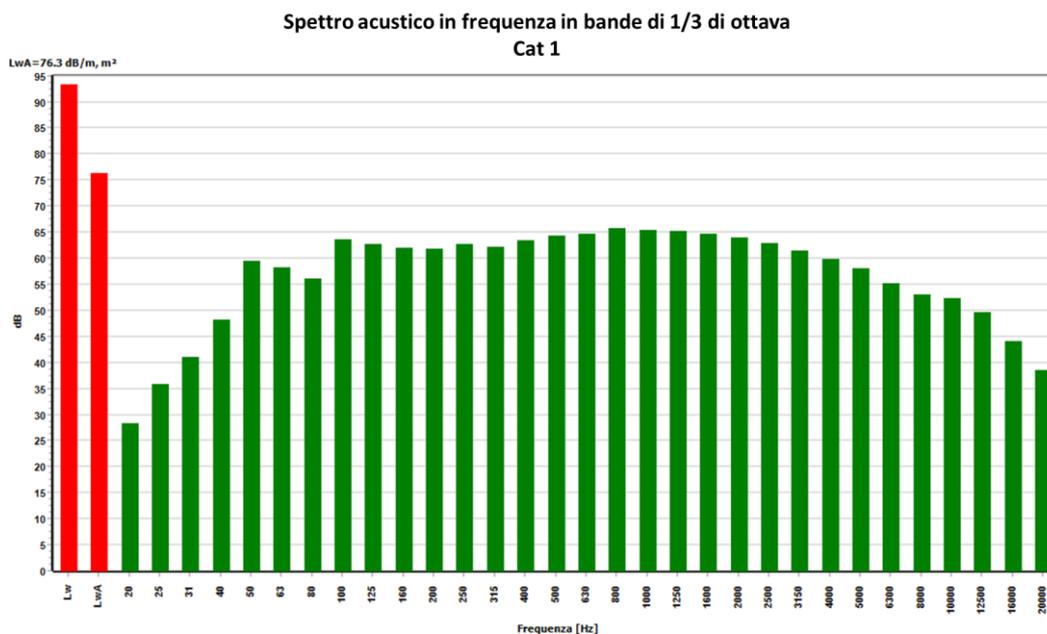


Figura 8-4 Spettro acustico in frequenza in bande di 1/3 di ottava implementate in SoundPLAN  
 – Cat 1

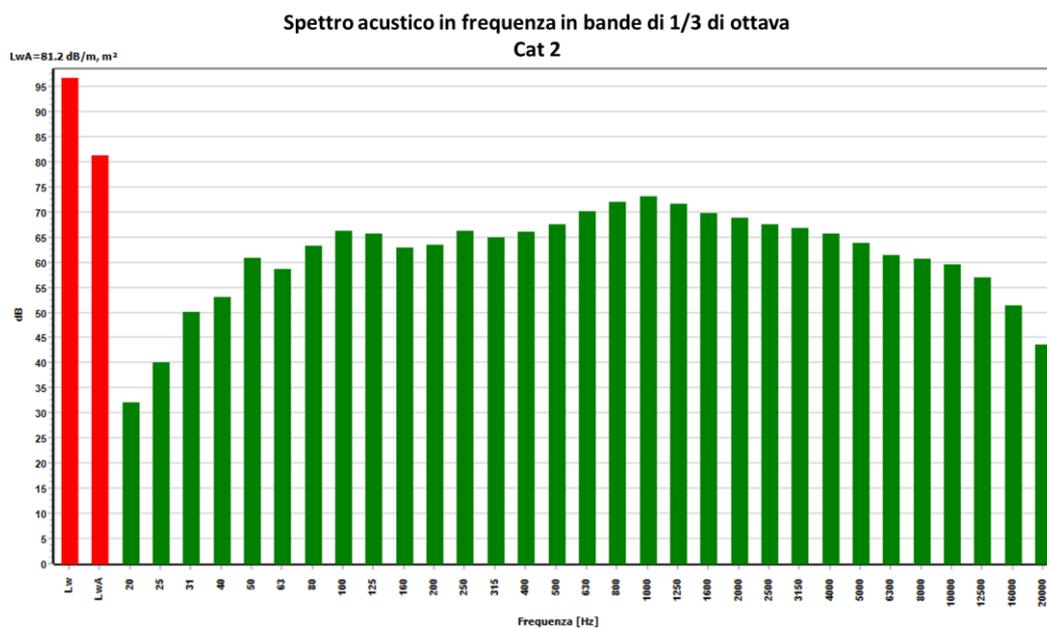


Figura 8-5 Spettro acustico in frequenza in bande di 1/3 di ottava implementate in SoundPLAN  
 – Cat 2

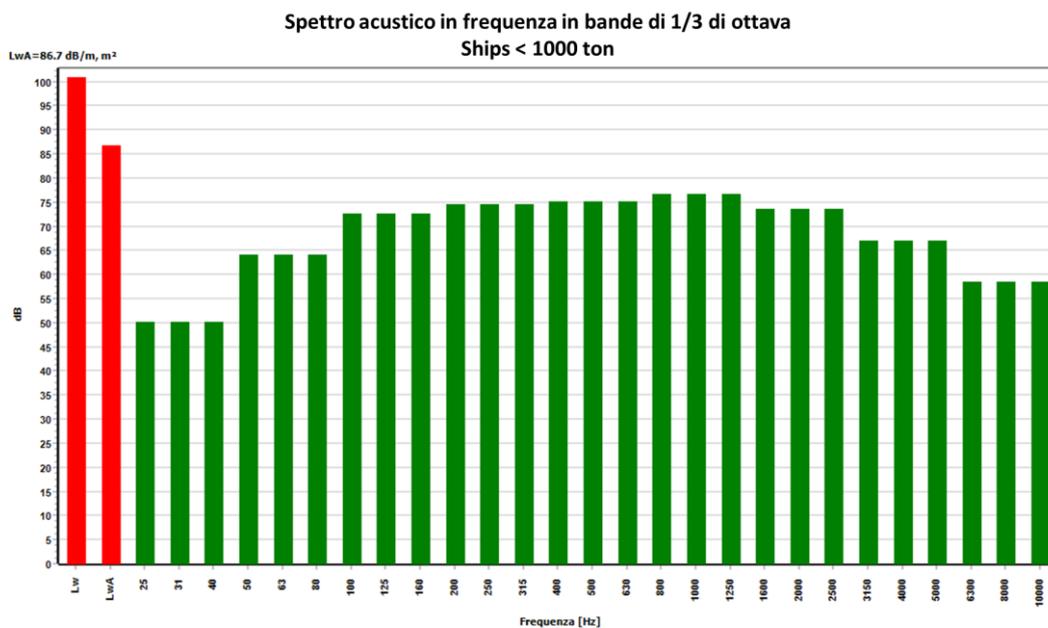


Figura 8-6 Spettro acustico in frequenza in bande di 1/3 di ottava implementate in SoundPLAN  
 – Cat.3

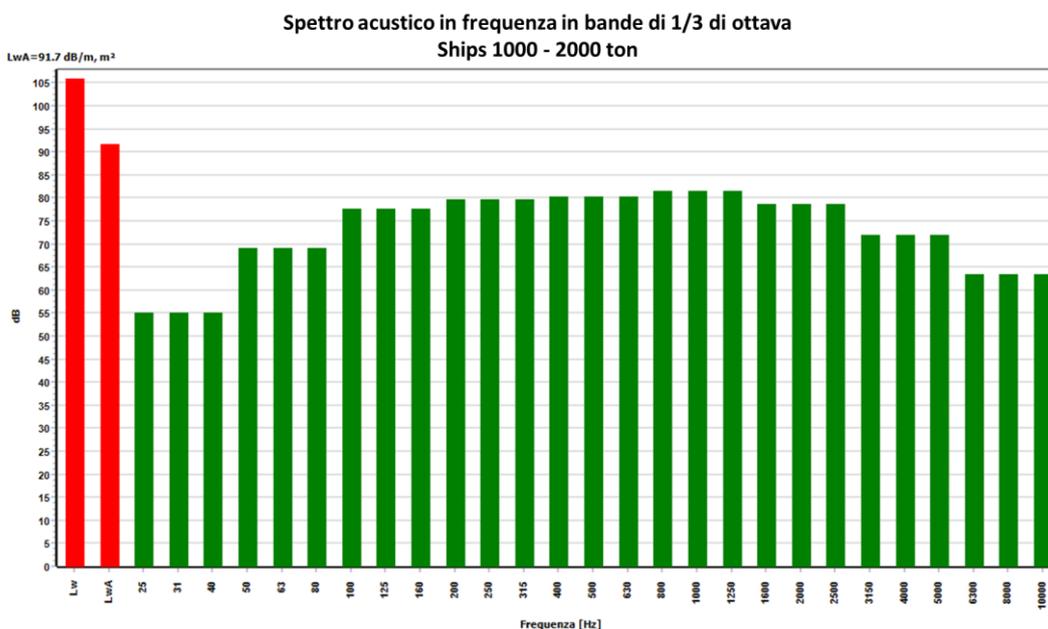


Figura 8-7 Spettro acustico in frequenza in bande di 1/3 di ottava implementate in SoundPLAN  
 – Cat.4

Basandosi sulle ipotesi avanzate al paragrafo precedente circa il traffico navale è stato desunto il traffico stradale generato dall'attività portuale e quantificati in 128 veicoli leggeri giorno bidirezionali e riportato in Tabella 8-5.

In Figura 8-8 è riportato il grafo considerato in entrata e uscita dal porto.

<b>Tratto simulato</b>	<b>Veicoli leggeri/h</b>	<b>Veicoli pesanti/h</b>	<b>Moto/h</b>	<b>Velocità a veicoli leggeri (km/h)</b>	<b>Velocità veicoli pesanti (km/h)</b>	<b>Velocità a moto (km/h)</b>
<b>SL.1</b>	901	13	35	50	40	50
<b>SL.2</b>	1077	19	54	50	40	50
<b>SL.3</b>	32	0	0	30	-	-

*Tabella 8-5 Dati di traffico e velocità medie per lo scenario di progetto*



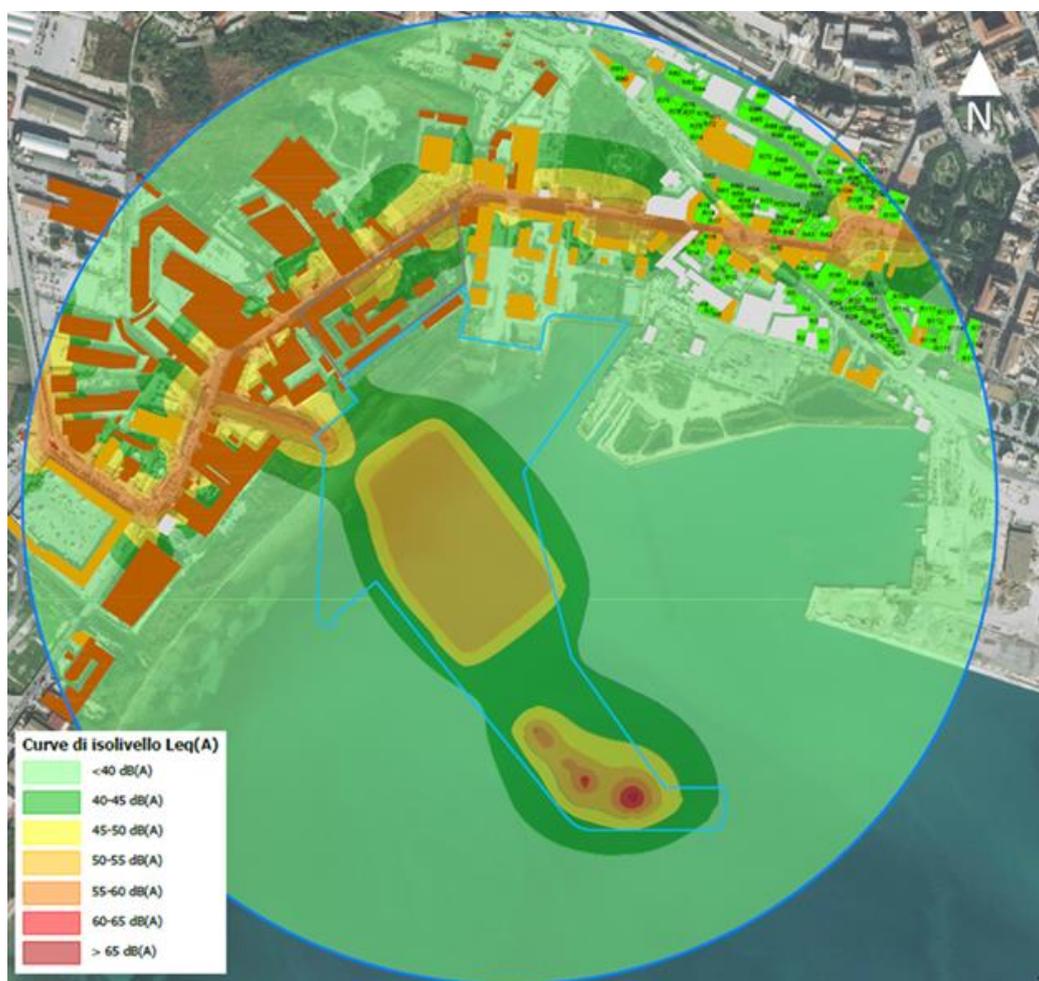
Figura 8-8 Tratti di progetto (in arancione SL.1, in giallo SL.2 e in verde SL.3)

In riferimento ai dati riportati in Tabella 6-13, i dati riferiti agli archi SL1 e SL2 saranno utilizzati per verificare l'affidabilità del modello mentre i dati relativi all'arco SL3 relativi al traffico indotto verranno implementati all'interno del modello per verificare l'idoneità acustica del progetto allo stato di progetto.

### **Dati di output**

Il modello di simulazione restituisce i livelli acustici in Leq (A) mediante mappature acustiche, calcolate ad un'altezza di 4 metri dal suolo. La griglia di calcolo è stata impostata con passo pari a 10 metri, mentre l'ordine di riflessione è stato assunto pari a 3.

Le curve di isolivello acustico sono rappresentate nella tavola “Carta dei livelli acustici in fase di esercizio” di cui di seguito se ne riporta uno stralcio.



*Figura 8-9 Mappatura acustica in fase di esercizio*

Per ogni edificio situato all'interno dell'ambito di studio è stato calcolato il livello acustico ad 1 metro dalla facciata per ciascun piano e facciata. Il calcolo è stato limitato ai soli edifici residenziali. I valori massimi determinati in corrispondenza della facciata più esposta sono riportati per ciascun ricettore considerato.

I valori calcolati, limitatamente a quelli relativi alla sola facciata più esposta, sono riportati nella Relazione Acustica allegata al presente documento. I risultati ottenuti non hanno evidenziato superamenti dei valori limite previsti dalla norma.

### **Considerazioni conclusive**

Il lavoro svolto ha riguardato la definizione e la valutazione dei livelli di esposizione al rumore indotti dalla fase di esercizio del porto turistico in progetto nel comune di Siracusa.

In particolare è stato effettuato il censimento dei ricettori presenti nell'area di studio e condotta una campagna fonometrica nei giorni 27 e 28 febbraio 2023, al fine di definire le caratteristiche del rumore ambientale allo stato attuale e di verificare l'affidabilità del modello (SoundPlan 8.2) utilizzato per la simulazione acustica: affidabilità che è stata dimostrata confrontando i livelli acustici calcolati dal software e i valori registrati, durante le indagini fonometriche, dalle postazioni RUM\_01 e RUM\_02 ubicate nel comune di Siracusa.

Successivamente sono stati calcolati i livelli acustici, indotti dal traffico stradale indotto dalle attività portuali e dal traffico navale, in termini di mappatura del suolo e di valori ad 1 metro dalla facciata degli edifici ricadenti all'interno dell'ambito di studio acustico individuato nella configurazione di progetto.

Il calcolo è stato effettuato sia in termini di mappatura acustica che di livelli puntuali calcolati ad 1 metro dalla facciata per ciascun ricettore a destinazione.

***Dai risultati ottenuti e per i quali si rimanda all'elaborato grafico “Carta dei livelli acustici in fase di esercizio” e al documento “Studio Acustico” si evince una condizione di esposizione al rumore ben al disotto dei limiti normativi.***

***Stante quanto detto non si è reso necessario ricorrere a sistemi di mitigazione acustica né di tipo diretto né di tipo indiretto.***

Ciò nonostante, è previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale, la verifica dei livelli acustici in corrispondenza di una postazione di monitoraggio, poste in prossimità del ricevitore R8 da eseguire nel periodo estivo nei giorni di maggior traffico navale.

Tali misure permetteranno di verificare l'effettivo contributo emissivo ed eventuali condizioni di criticità dei livelli di rumore sul territorio e, più nello specifico, sui ricettori più prossimi.

## 9. ANALISI DEGLI EFFETTI CUMULATI

### 9.1 METODOLOGIA DI LAVORO

Secondo quanto disposto alla lettera b del comma 1 dell'Allegato V del D.Lgs. 152/2006, così come modificato dal DLgs 104/2017, la procedura di VIA nel documentare le caratteristiche dei progetti deve tenere conto “*del cumulo con altri progetti esistenti e/o approvati*”.

L'obiettivo della norma risiede, quindi, nel far sì che la valutazione degli effetti ambientali determinati dall'opera in progetto non sia limitata solo agli effetti prodotti dalla stessa, quanto anche tenga conto di quelli generati dalle possibili interazioni con altri progetti.

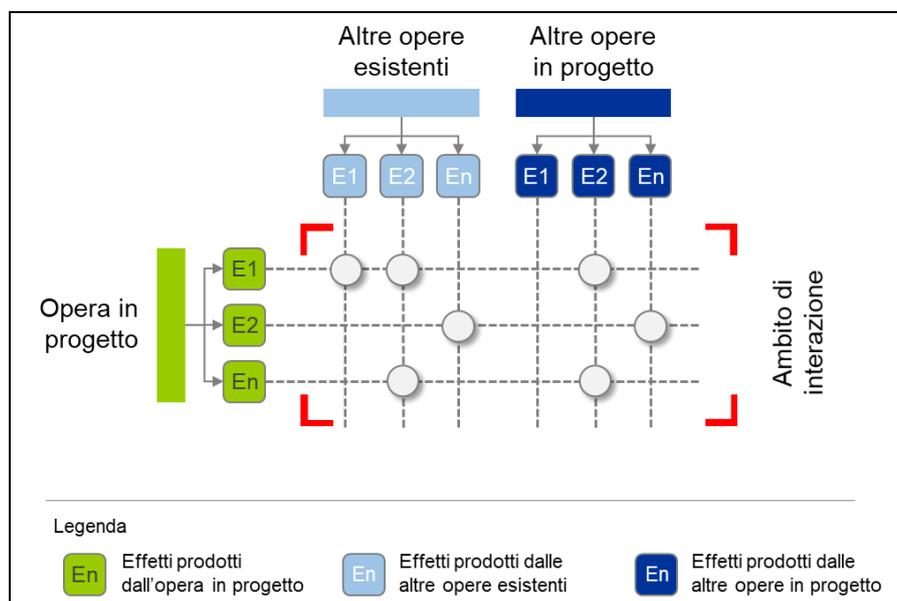


Figura 9-1 Schematizzazione concettuale degli effetti cumulati

Appare pertanto necessario fare un primo distinguo derivante dallo status dell'opera, se in esercizio ovvero autorizzata ma ancora non esercita. Nella prima casistica gli effetti cumulati sono di fatto intrinsecamente considerati nella condizione

“ante operam”, la quale fotografa lo stato ambientale delle diverse componenti prima delle modifiche progettuali introdotte dal progetto stesso.

Tale aspetto, pertanto, comporta che tutte le infrastrutture che attualmente sono attive sul territorio, autorizzate ed in esercizio, sono di fatto ricomprese nello stato di qualità locale dell'ambiente.

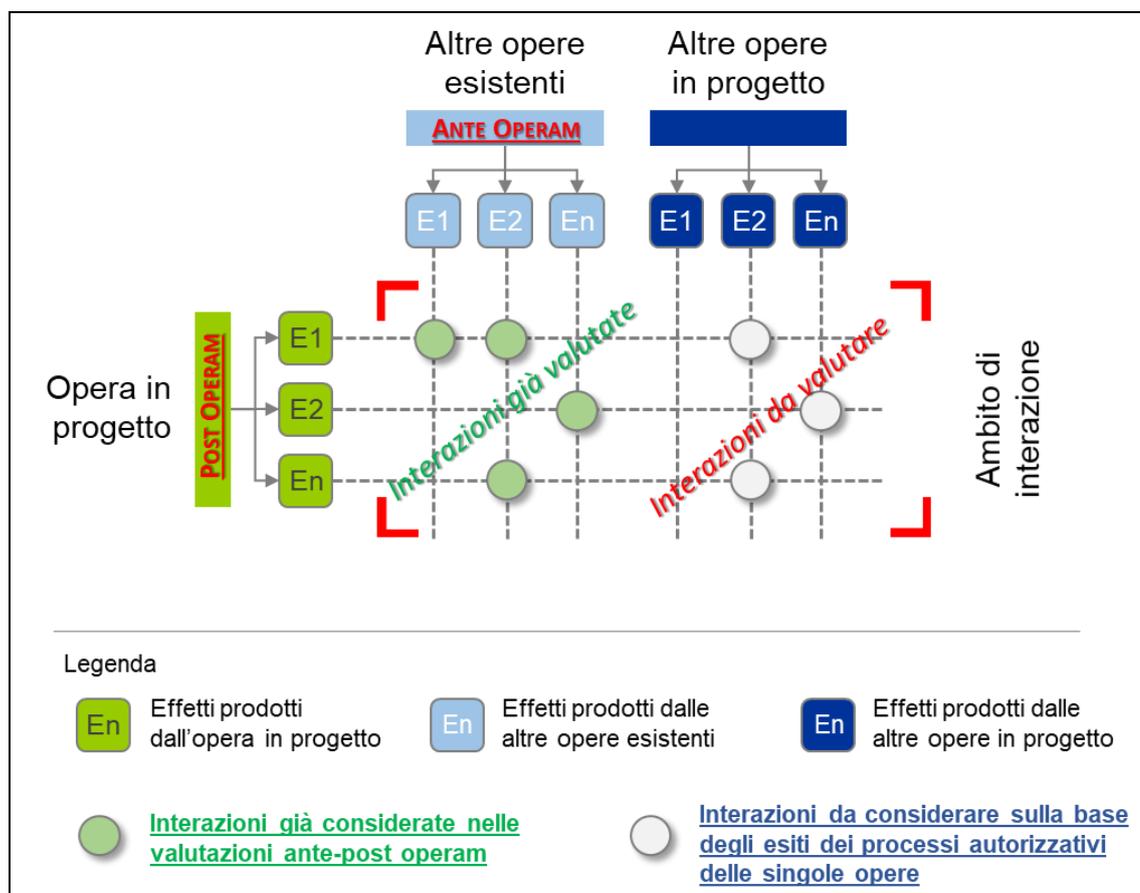


Figura 9-2 Metodologia per l'analisi degli effetti cumulati

Per soddisfare l'obiettivo di definizione degli impatti cumulati in fase di progetto, la metodologia utilizzata vede l'identificazione di un "ambito di interazione", intendendo con ciò il campo all'interno del quale sono compresenti quegli specifici effetti ambientali potenzialmente determinati dall'Opera in progetto e dalle Altre opere in progetto, per i quali è possibile determinarsi una loro sovrapposizione.

La definizione dell’ambito di interazione degli effetti costituisce un’operazione processuale, ossia un’attività di progressiva delimitazione del campo, che, nel caso in specie, è stata articolata rispetto a tre criteri di perimetrazione, teorica ed operativa. Nello specifico, muovendo dalla considerazione che le Altre opere in progetto a cui riferirsi sono quelle assoggettate a procedure di valutazione ambientale di livello nazionale e regionale, i criteri adottati ai fini della delimitazione dell’ambito di interazione sono i seguenti:

- 1) Delimitazione spaziale, concernente l’ambito territoriale all’interno del quale sviluppare l’analisi e, operativamente, entro il quale operare la selezione delle Altre opere in progetto;
- 2) Delimitazione temporale, riguardante il lasso temporale all’interno del quale estendere la ricerca e la selezione delle Altre opere in progetto;
- 3) Delimitazione fenomenologica, afferente cioè ai modi in cui si realizzano i rapporti tra le opere e tra gli effetti ambientali da queste determinati.

Il primo criterio di delimitazione dell’ambito di interazione, ossia quello spaziale, risulta quello più intuitivo e di più semplice applicazione.

Al fine di rispondere alla domanda relativa al dove delimitare l’analisi, nel caso in specie si è assunto quale criterio quello di individuare l’ambito spaziale di ricognizione in funzione delle analisi condotte nello SIA. A tale proposito, in relazione soprattutto alle analisi condotte per le componenti atmosfera e rumore, e le relative ricadute per le componenti biodiversità e patrimonio agroalimentare, si è ritenuto sufficientemente cautelativo considerare un interno di circa 15 km dall’area di intervento.

Il secondo criterio di delimitazione dell’ambito di interazione, come detto, corrisponde alla necessità di fissare un limite temporale entro il quale circoscrivere la ricerca.

Il criterio in tale ottica adottato è stato quello di riconoscere detto requisito in tutte quelle opere che sono state sottoposte a procedure di valutazione ambientale nell’arco

degli ultimi cinque anni, escludendo così le opere già esistenti, le quali saranno considerate eventualmente nello scenario di base, essendo parte dello stato attuale.

Il terzo criterio di delimitazione dell’ambito di interazione, come premesso, attiene ai modi con i quali le opere in progetto e gli effetti da queste determinati entrano in relazione.

All’interno di tale prospettiva di analisi, appare evidente come detti modi siano strettamente connessi alle Azioni di progetto proprie del complesso di opere in progetto considerate ed ai relativi Fattori causali.

A tal riguardo si specifica che, secondo l’approccio metodologico assunto alla base dello studio, con Azione di progetto si è inteso definire un’attività o un elemento fisico dell’opera che presenta una potenziale rilevanza ai fini ambientali, mentre con Fattori causali si è indicato l’aspetto dell’Azione di progetto che rappresenta il determinante di potenziali effetti sull’ambiente.

Sempre con riferimento alla metodologia di lavoro adottata per la valutazione degli impatti potenziali, le Azioni di progetto sono state articolate con riferimento alle tre distinte “opere” che è possibile riconoscere nell’opera in progetto in ragione delle altrettanti dimensioni di analisi, con ciò distinguendo tra “Opera come realizzazione”, “Opera come manufatto” ed “Opera come esercizio”. Alla luce di tale articolazione, lo schema concettuale prima delineato si articola esso stesso in tre ambiti di interazione specifici, ciascuno dei quali relativo ad una delle tre dimensioni dell’opera, denominati pertanto “Ambito di interazione costruttiva”, “Ambito di interazione fisica” ed “Ambito di interazione operativa”.

Entrando nel merito dei singoli ambiti, per quanto riguarda l’Ambito di interazione costruttiva, questo considera la somma degli effetti prodotti nel corso della fase realizzativa dall’opera in progetto e dalle Altre opere in progetto.

Se dal punto di vista temporale appare ovvia la condizione di temporaneità intercorrente tra le fasi realizzative dell’opera in progetto e delle Altre opere in progetto, per quanto concerne gli aspetti spaziali occorre considerare che, a prescindere da situazioni molto particolari e precise, gli effetti che possono derivare sui fattori

ambientali sono per la totalità di essi di scala locale, circostanza quest’ultima che impone una prossimità tra le aree di cantiere di entrambe le opere.

Operativamente, ai fini delle analisi successive, si è fatto riferimento alle condizioni riportate nella seguente Tabella 9-1, precisando che queste sono da intendersi come concomitanti dovendo verificarsi entrambe.

<b>Fattori discriminanti</b>	<b>Condizioni</b>	<b>Specifiche</b>
Tempo	Contemporaneità	Nel caso in cui la documentazione progettuale disponibile non contenga una precisa indicazione delle tempistiche di realizzazione, in termini cautelativi sono stati presi in considerazione tutti i progetti con datazione posteriore al 2018 (a partire dal 2019).
Spazio	Prossimità	In considerazione delle principali tipologie di effetti ambientali determinati dalla realizzazione di un’opera, per prossimità si è intesa una distanza intercorrente tra opera in progetto ed altre opere in progetto pari a 500 metri. Come dimostrato dagli studi modellistici e da riscontri teorici, è difatti possibile ritenere che entro tale raggio di distanza si risolva la maggior parte dei possibili effetti ambientali indotti dalle attività di cantierizzazione ed in particolare quelli derivanti dalla produzione di emissioni atmosferiche ed acustiche.

*Tabella 9-1 Ambito di interazione costruttiva: Fattori discriminanti e condizioni di interazione*

Relativamente all’Ambito di interazione fisica, sempre con riferimento all’approccio metodologico prima descritto, posto che in ragione della dimensione di analisi alla quale si fa riferimento la totalità degli effetti ambientali che possono determinarsi sono ascrivibili alla presenza delle opere in progetto, si ritiene che quelli che possano dare luogo ad un effetto cumulativo riguardano principalmente gli aspetti paesaggistici.

A fronte di tale prospettazione, sotto il profilo operativo il fattore discriminante ai fini del verificarsi delle condizioni di interazione è stato individuato nella prossimità tra opera in progetto ed altre opere in progetto (cfr. Tabella 9-2).

<b>Fattori discriminanti</b>	<b>Condizioni</b>	<b>Specifiche</b>
Spazio	Prossimità	A prescindere dall’esistenza o meno di assi e luoghi di fruizione visiva effettiva, nonché dalla quota del punto di osservazione e dall’ampiezza del cono visivo, aspetti che sono stati indagati nella fase di analisi, l’aspetto che incide in modo significativo sulla possibilità di percepire e leggere un quadro scenico è rappresentata dalla profondità visiva, ossia della distanza intercorrente tra il punto di osservazione e l’oggetto osservato. Come risulta dalla letteratura di settore, la profondità visiva può essere articolata in più livelli, ciascuno dei quali corrispondente a determinate condizioni di intelligibilità della scena osservata. Considerato che entro una distanza di 500 metri (primo piano) è associata la possibilità di distinguere i singoli componenti della scena osservata e che, già tra i 500 ed i 1.200 metri (Piano intermedio) corrisponde la possibilità di avvertire solo i cambiamenti di struttura, a favore di sicurezza è stata assunta detta ultima soglia dimensionale come valore limite entro il quale possano determinarsi condizioni di interazione tra le opere in progetto.

*Tabella 9-2 Ambito di interazione fisica: Fattori discriminanti e condizioni di interazione*

Per quanto in ultimo riguarda l’Ambito di interazione operativa, in tal caso l’individuazione degli effetti ambientali che possono cumularsi è strettamente legata a quelli generati dall’opera in progetto.

Nel caso in specie di un’infrastruttura portuale, risulta evidente come gli effetti ambientali da questa prodotti in fase di esercizio interessano principalmente le tematiche relative all’inquinamento atmosferico ed al rumore, soprattutto in considerazione della maggiore estensione degli effetti potenziali di tali componenti. A tal fine, nell’individuazione dei progetti di altre opere andranno esaminati quelli che potrebbero contribuire alla sovrapposizione degli effetti riferiti a queste tematiche.

Sulla base dell’impostazione metodologica sin qui descritta, sotto il profilo operativo l’analisi è stata condotta secondo la seguente sequenza di attività, di seguito descritte, con riferimento alle finalità ed alle modalità di lavoro specifiche:

*A. Disamina delle Altre opere in progetto*

Obiettivo di detta prima fase di lavoro risiede nel ricostruire il quadro delle

Altre opere in progetto i cui effetti possono cumularsi a quelli potenzialmente

indotti dall’Opera in progetto, in ragione del duplice requisito di essere localizzate nel medesimo contesto territoriale di riferimento (delimitazione spaziale) e dell’essere state sottoposte a procedure di valutazione ambientale nell’arco degli ultimi cinque anni (delimitazione temporale).

Il quadro della progettualità così ricostruito è rappresentativo dell’“Ambito di interazione teorico” in quanto formato dell’insieme delle Altre opere in progetto che, per il solo fatto di avere in comune con l’Opera in progetto i due suddetti requisiti, possono dare luogo, per l’appunto teoricamente, al cumulo degli effetti.

Operativamente, ai fini della ricostruzione del quadro della progettualità si è fatto riferimento ai portali web delle Autorità competenti alle valutazioni ambientali di livello nazionale e regionale, considerando così tutte le diverse categorie e scale dimensionali di opere.

*B. Analisi preliminare delle Altre opere in progetto*

Una volta aver individuato le Altre opere in progetto secondo la delimitazione spaziale e temporale, si passa a verificare la sussistenza delle condizioni di interazione prima enunciate, ossia ad operare una preventiva delimitazione dell’ambito di interazione sulla base dei modi in cui entrano in relazione le diverse opere in progetto (delimitazione fenomenologica).

L’esito di questa verifica risiede nella costruzione della lista di progetti rispetto ai quali si ritiene possibile che possano determinarsi condizioni di cumulo degli effetti con quelli potenzialmente determinati dall’Opera in progetto e che, in quanto tali, definiscono l’“Ambito di interazione effettivo”.

*C. Analisi degli effetti cumulati*

Tale ultima fase è dedicata alla verifica di effetti cumulati su un determinato fattore ambientale, come somma di quelli generati dall’Opera in progetto e dalle Altre opere in progetto desunte in esito alle analisi di cui al punto precedente.

La stima degli effetti cumulati è condotta sulla base delle analisi effettuate nel presente studio e con riferimento alle informazioni contenute negli Studi ambientali relativi alle altre opere in progetto.

## 9.2 DISAMINA DELLE ALTRE OPERE IN PROGETTO – VIA NAZIONALE

Il primo step è stato quello di analizzare le altre opere sottoposte a procedura di Valutazione Ambientale Nazionale, partendo dall'analisi del portale VIA – VAS del MASE (<https://va.mite.gov.it>).



Da tale analisi è emersa la seguente opere:

### 1) **Procedura:** Valutazione preliminare

**Proponente:** ENEL Produzione S.p.A.

**Titolo:** Progetto di installazione sistema di accumulo energia a batterie (BESS) nell'impianto termoelettrico a ciclo combinato "Archimede" sito nel Comune di Priolo Gargallo (SR)

**Avvio procedimento:** 02/10/2020

**Distanza dal progetto in esame:** 10 km

Stante la tipologia di intervento e la distanza del progetto dall'area di intervento del nuovo porto di Siracusa, gli effetti prodotti si possano considerare trascurabili, in termini di impatti cumulativi, con gli effetti prodotti dall'infrastruttura portuale oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale.

### **9.3 DISAMINA DELLE ALTRE OPERE IN PROGETTO – VIA REGIONALE**

Successivamente si è quindi passati ad effettuare le disamine dei progetti a competenza Regionale, Provinciale e Comunale. A tale scopo si è fatto riferimento al Portale Valutazioni Ambientali della Regione Sicilia (<https://si-vvi.regione.sicilia.it/viavas/index.php/it/>).

Con riferimento alle VIA Regionali nell'ambito di intervento, applicando il criterio temporale e spaziale così come effettuato per le procedure nazionali risultano presenti le seguenti procedure:

1) **Cod. Proc:** 2495

**Procedura:** VIA-Valutazione Preliminare

**Proponente:** G.M.S DI. G. GIARDINA S.R.L.

**Settore:** Rifiuti

**Titolo:** “*Centro di raccolta per la messa in sicurezza, la demolizione, il recupero dei materiali e la rottamazione dei veicoli a motore, rimorchi, simili e le loro parti, nonché stoccaggio di rifiuti non pericolosi*”

**Avvio procedimento:** -

**Distanza dal progetto in esame:** circa 2,5 km

2) **Cod. Proc:** 258

**Procedura:** PAUR-VIA (art.23 - 27bis)

**Proponente:** ECODEP SRL

**Settore:** Rifiuti

**Titolo:** Realizzazione/gestione impianto IPPC "piattaforma per l'eliminazione o il recupero di rifiuti pericolosi e non pericolosi" sito nell'agglomerato industriale ex ASI di Modica-Pozzallo, territorio comunale di Modica (RG)"

**Avvio procedimento:** 06/03/2019

**Distanza dal progetto in esame:** circa 1 km

3) **Cod. Proc:** 230

**Procedura:** VIA-Verifica di Assoggettabilità (art.19)

**Proponente:** ECOMAC SMALTIMENTI S.R.L.

**Settore:** Rifiuti

**Titolo:** Progetto di ampliamento dell'impianto di messa in riserva, trattamento e recupero di rifiuti non pericolosi nelle fasi lavorative R3-R4-R12-R13-R15 nel comune di Siracusa

**Avvio procedimento:** -

**Distanza dal progetto in esame:** circa 1 km

4) **Cod. Proc:** 1781

**Procedura:** PAUR-VIA (art.23 - 27bis)

**Proponente:** REN 158 S.R.L.

**Settore:** Attività Produttive

**Titolo:** Impianto fotovoltaico "La rosa"

**Avvio procedimento:** -

**Distanza dal progetto in esame:** circa 11 km

5) **Cod. Proc:** 1188

**Procedura:** VIA-Verifica di Assoggettabilità (art.19)

**Proponente:** REN 158 S.R.L.

**Settore:** Attività Produttive

**Titolo:** Impianto fotovoltaico "La rosa"

**Avvio procedimento:** -

**Distanza dal progetto in esame:** circa 11 km

6) Cod. Proc: 2309

Procedura: VIA-Valutazione Preliminare

Proponente: F.LLI GERVASI CARMELO & PAOLO S.N.C.,

Settore: Rifiuti

**Titolo:** Progetto di revisione del layout funzionale del centro di raccolta di veicoli a motore, rimorchi, simili e loro parti, nonché di stoccaggio di rifiuti pericolosi e non, sito in c.da Macchiotta nel comune di Solarino

**Avvio procedimento:** -

**Distanza dal progetto in esame:** circa 12 km

*Appare evidente come, dalle procedure ambientali sopra riportate, trattandosi di progetti inerenti rifiuti ed attività produttive, gli effetti prodotti si possano considerare trascurabili, in termini di impatti cumulativi, con gli effetti prodotti dall'infrastruttura portuale oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale.*

#### 9.4 IL PROGETTO DELL'AREA INDUSTRIALE EX S.P.E.R.O.

La S.P.E.R.O. S.r.l. con istanza del 04.08.2009, prot. n. 10217, ha presentato nel 2009 un piano particolareggiato esecutivo (P.P.E.), di iniziativa privata, per il recupero della area di proprietà in oggetto, che si colloca nel tratto di costa a sud del Porto Grande di Siracusa. Il piano atteneva al recupero dei 10 edifici esistenti, per i quali proponeva la ristrutturazione edilizia, con demolizione e ricostruzione, nei limiti delle volumetrie esistenti, e l'aggiunta di volumi tecnici, atti a garantire i collegamenti e gli accessi.

Il P.P.E., che si configura quale Piano Attuativo, così come definito dagli articoli 52, 53, 54, 55, 56 e 57 del Regolamento Edilizio Comunale, relativi agli “Interventi Urbanistici” è stato, così come previsto al punto 2 dell'art. 44 delle N.T.A. del Comune di Siracusa, approvato con deliberazione di Consiglio Comunale n. 85 del 03.07.2012, pubblicata sul sito telematico del Comune di Siracusa dal 03.10.2012 al 17.10.2012, con il seguente oggetto: “Approvazione del piano per la riqualificazione urbana dell'area S.P.E.R.O. di via Elorina, compresa nella z.t.o. “R2” (art. 44 n.t.a.)”.

A distanza di diversi anni dall’approvazione, i mutati scenari economici e normativi, hanno reso necessaria la revisione del Piano Particolareggiato Esecutivo.

Le modifiche proposte prevedono, in linea generale, una diversa area di sedime per alcuni fabbricati e una migliore distribuzione della viabilità interna rispetto al disegno del P.P.E. già approvato, mantenendo inalterati gli elementi e le caratteristiche fondamentali originari, che di seguito si elencano:

1. Le opere di urbanizzazione ricadono all’interno delle aree private, di proprietà della Proponente, e non necessitano espropriazioni.
2. Il PPE rimane un piano in ambito chiuso, interamente su proprietà della Proponente.
3. Vengono rispettati i limiti posti dalle NTA del PRG: volumetria totale e altezza degli edifici alla gronda, inferiore o uguale a quella esistente.
4. Le norme edilizie richiamate nel provvedimento di approvazione definisco come intervento edilizio quello della Ristrutturazione edilizia di tipo b. Questo intervento è quello riproposto nel presente progetto in variante ed il R.E.C., all’art. 17, consente, per questa tipologia di intervento, la diversa collocazione degli edifici demoliti e ricostruiti.
5. le modifiche proposte non comportano alcuna variazione alle previgenti destinazioni d’uso delle aree, agli indici e parametri quantitativi delle Norme tecniche d’attuazione del Piano, alla distribuzione dei carichi insediativi ed alla dotazione degli standard urbanistici.
6. Le modifiche mantengono le destinazioni d’uso autorizzate, nel rispetto dei limiti posti dalle NTA e non determinano, in alcun modo, un aumento del carico urbanistico, ai sensi dell’art. 24 della L.R. 10 agosto 2016, n. 16 e s.m.i.
7. La superficie destinata a parcheggio, viene modificata in aumento, con il contestuale riassetto della viabilità interna al lotto, finalizzato al miglioramento ed ottimizzazione degli accessi carrabili, e della penetrazione pedonale, da via Elorina.

L'area oggetto del P.P.E. è localizzata lungo la costa sud-ovest della Città di Siracusa, in prossimità dell'arteria principale di accesso meridionale alla città. L'area S.P.E.R.O. occupa una zona delimitata a nord-ovest dalla via Elorina, a sud-ovest da depositi precedentemente utilizzati dall'Azienda Siciliana Trasporti (zona “R2”) e recentemente da un supermercato, a nord-est dalla base della aeronautica militare e a sud-est dal mare.

L'area ricade in zona “R2” del P.R.G., definita, del vigente strumento urbanistico, come “area di riqualificazione urbana” (N.T.A. art. 44).



Figura 9-3 Localizzazione area SPERO

*L'area è adiacente al progetto in esame ma si escludono potenziali effetti cumulati significativi stante la tipologia di intervento prevista che non comporta significative variazioni dell'inquinamento acustico ed atmosferico ed altri significativi impatti sull'ambiente circostante.*

## 9.5 CONCLUSIONI

*In relazione a quanto riportato nella parte di analisi gli effetti cumulati presenti sul territorio con altre opere sono stati valutati nell'ambito delle analisi dello stato attuale delle componenti ambientali.*

*Ad oggi, in relazione alle principali procedure di VIA Nazionali e Regionali e di ulteriori progetti previsti sul territorio circostante il progetto non si rilevano progetti che comportano significativi effetti ambientali da potersi considerare cumulativi con gli effetti analizzati e prodotti dal progetto del nuovo porto di Siracusa.*

*Le analisi condotte nel presente documento fino al capitolo 8 possono quindi ritenersi esaustive.*