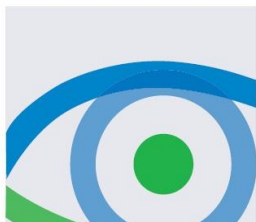


Interventi di adeguamento tecnico - funzionale del Porto commerciale di Salerno



Studio di impatto ambientale
Quadro di riferimento ambientale
Allegato QAMB.A5



In copertina:

Vue de la ville de Salerno, (1763) disegno di Claude Louis Chatelet incisione di Jacques Joseph Coyni (terminata da de Ghendt)



ISO 9001:2008 CERTIFICATO N. 2411

I.R.I.D.E. srl

Via Giacomo Trevis 88 – 00147 – Roma – tel – fax 06 51606033

admin@istituto-iride.com – www.istituto-iride.com

C F – P.IVA 08024671003 – Registro Imprese di Roma 89912/04 – R.E.A. n. RM-1068311

Indice

**DEFINIZIONE DEI FATTORI DI EMISSIONE E CALCOLO DELLE EMISSIONI DELLE SORGENTI DI TRAFFICO
MARITTIMO E VEICOLARE**

1	DEFINIZIONE DELLE EMISSIONI DEL TRAFFICO NAVALE.....	4
1.1	<i>Metodologia per la valutazione dei fattori di emissione</i>	4
1.2	<i>NO_x.....</i>	12
1.2.1	<i>Definizione delle emissioni</i>	12
1.2.2	<i>Definizione dei fattori di emissione.....</i>	16
1.3	<i>PM₁₀.....</i>	19
1.3.1	<i>Definizione delle emissioni</i>	19
1.3.2	<i>Definizione dei fattori di emissione.....</i>	21
1.4	<i>SO₂.....</i>	24
1.4.1	<i>Definizione delle emissioni</i>	24
1.4.2	<i>Definizione dei fattori di emissione.....</i>	29
2	DEFINIZIONE DELLE EMISSIONI DEL TRAFFICO STRADALE	32
2.1	<i>La metodologia per la valutazione dei fattori di emissione</i>	32
2.2	<i>Composizione del parco veicolare circolante.....</i>	34
2.3	<i>Entità del Traffico veicolare circolante</i>	38
2.4	<i>Definizione dei fattori di emissione</i>	41
2.4.1	<i>NO_x.....</i>	41
2.4.2	<i>Il processo di conversione da NO_x a NO₂.....</i>	46
2.4.3	<i>PM₁₀.....</i>	47

1 DEFINIZIONE DELLE EMISSIONI DEL TRAFFICO NAVALE

1.1 Metodologia per la valutazione dei fattori di emissione

Gli input progettuali del modello, come espresso nella premessa, si possono tradurre nell'identificazione dei fattori di emissioni associati alla principali sorgenti emissive presenti nell'area d'intervento in fase di esercizio. Nel caso specifico, le principali sorgenti sono rappresentate dal traffico navale e dal traffico veicolare indotto dalla nuova infrastruttura portuale. Pertanto è possibile distinguere in via preliminare due differenti approcci di analisi, i primi focalizzati a determinare il quantitativo di emissione causato in maniera diretta dall'infrastruttura portuale, il secondo volto a valutare tutti i fattori di incremento delle emissioni indiretti, ovvero riconducibili all'infrastruttura ma non generati direttamente da essa.

Per la prima parte di analisi si è fatto riferimento all'Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009¹, con particolare riferimento alla sezione 1.A.3d "Navigation GB2009 update March 2011". 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.

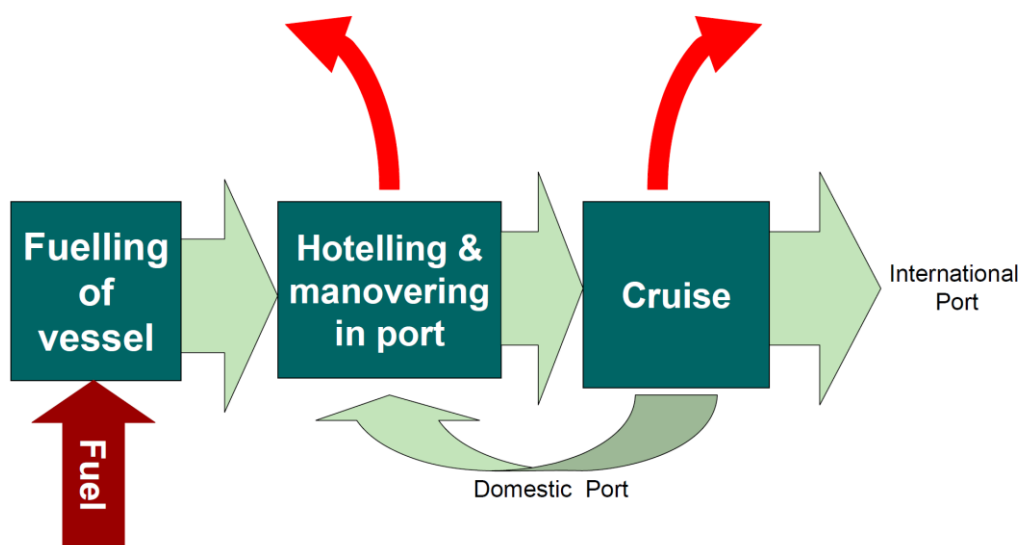


Figura 1-1 Diagramma di flusso per il contributo derivante dalle navi alle combustioni da sorgenti mobili fonte: *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook*

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

¹ Pubblicato dall'EEA il 19 Giu 2009 risulta attualmente la guida più aggiornata per la stima delle emissioni dalle diverse sorgenti.

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 1-2:

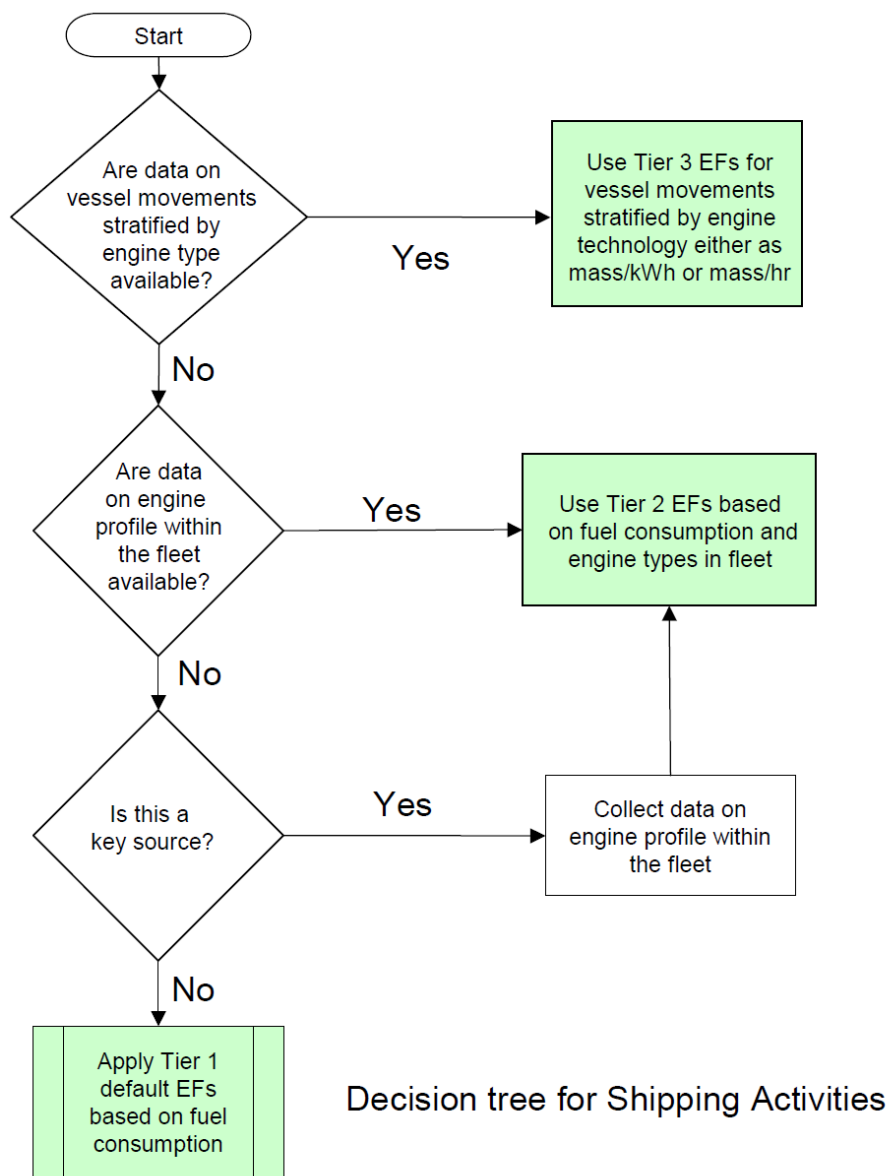


Figura 1-2 Albero decisionale per la valutazione delle emissioni dalle attività navali

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. Come già accennato nei paragrafi precedenti infatti, al fine di determinare i parametri progettuali utili alla corretta esecuzione del modello per la valutazione delle concentrazioni, risulta necessario valutare i fattori di emissione delle singole sorgenti.

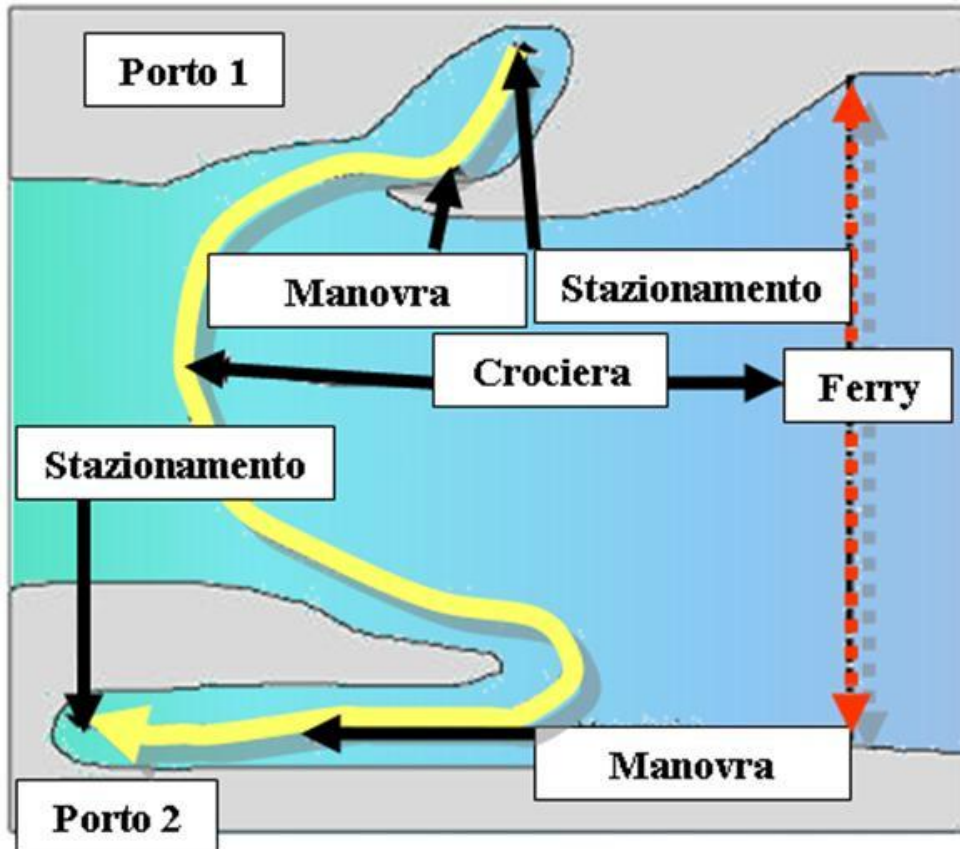


Figura 1-3 Tipologie di movimenti

Le manovre considerate dalla metodologia sono quelle espone in Figura 1-3. Nel caso in esame, risultano di particolare interesse per la valutazione delle azioni di progetto la fase di Manovra (Manoeuvring) e la fase di Stazionamento (Hotelling) fasi che risultano concentrate all'interno dell'area portuale e pertanto prossimi ai ricettori sensibili.

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

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

Equazione 1

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 1 diventa:

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

Equazione 2

Dove:

E_{trip} = emissione relativa ad un intero percorso (tonnellate);

FC = consumo di carburante (tonnellate);
EF = fattore di emissione (kg/tonnellata) da Tabella 1-1;
i = inquinante (NOx, 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 1 diventa:

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

Equazione 3

Dove:

E_{trip} = emissione relativa ad un intero percorso (tonnellate);
EF = fattore di emissione (g/kWh) da Tabella 1-2;
P = potenza nominale del motore (kW);
T = tempo in ore;
e = categoria di motore (principale o ausiliario)
i = inquinante (NOx, 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.

L'articolazione funzionale della metodologia consta di 6 passi operativi utili alla definizione delle emissioni totali, considerando sia gli spostamenti nazionali che internazionali, tuttavia, in funzione delle analisi specifiche e dell'obiettivo della presente relazione, tali step metodologici possono riassumersi nei seguenti punti :

1. Definizione dei dati di spostamento delle navi in termini sia spaziale che temporali. I movimenti devono essere rappresentativi rispetto al periodo di riferimento di cui si sta effettuando l'analisi;
2. Definizione delle categorie e delle tipologie delle navi in termini di motore –sia per potenza installata sia se ausiliare o principale – ed in termini tipologia di combustibile utilizzata. A tale scopo la metodologia propone alcuni valori di letteratura per la definizione delle potenze e della tipologia di motore e di combustibile installato a bordo delle navi, in funzione della tipologia della nave stessa.

3. Definizione dell'emissione derivante dalle diverse fasi e dagli spostamenti effettuati dalle navi.

Di seguito vengono riportate le tabelle utilizzate nella metodologia per il calcolo delle emissioni. L'utilizzo di tali tabelle verrà descritto nel paragrafo successivo in cui si determinerà l'emissione totale ed i corrispondenti fattori di emissione utilizzati nel processo di analisi diffusiva dell'inquinamento atmosferico generato dalla sorgente portuale.

Engine	Phase	Engine type	Fuel type	NO _x EF 2000 kg/ton	NO _x EF 2005 kg/ton	NMVOC EF kg/ton	TPS PM ₁₀ PM _{2.5} EF kg/ton
Main	Cruise	Gas Turbine	BFO	20.0	19.3	0.3	0.3
			MDO/MGO	19.7	19.0	0.3	0.0
		High-speed diesel	BFO	59.6	57.7	0.9	3.8
			MDO/MGO	59.1	57.1	1.0	1.5
		Medium-speed diesel	BFO	65.7	63.4	2.3	3.8
			MDO/MGO	65.0	63.1	2.4	1.5
		Slow-speed diesel	BFO	92.8	89.7	3.0	8.7
			MDO/MGO	91.9	88.6	3.2	1.6
	Steam turbine	BFO	6.9	6.6	0.3	2.6	
		MDO/MGO	6.9	6.6	0.3	1.0	
	Manoeuvring Hotelling	Gas Turbine	BFO	9.2	8.9	1.5	4.5
			MDO/MGO	9.1	8.8	1.5	1.6
		High-speed diesel	BFO	43.6	42.3	2.5	10.3
			MDO/MGO	43.0	41.7	2.6	4.0
Medium-speed diesel		BFO	47.9	46.2	6.3	10.3	
		MDO/MGO	47.5	45.7	6.6	4.0	
Slow-speed diesel		BFO	67.4	65.1	8.2	11.2	
		MDO/MGO	66.7	64.2	8.6	4.4	
Steam turbine	BFO	5.1	4.8	0.9	7.1		
	MDO/MGO	5.0	5.0	0.9	2.8		
Auxiliary	Cruise Manoeuvring Hotelling	High-speed diesel	BFO	51.1	49.4	1.7	3.5
			MDO/MGO	50.2	48.6	1.8	1.4
		Mediume speed diesel	BFO	64.8	62.5	1.7	3.5
			MDO/MGO	64.1	62.0	1.8	1.4

Tabella 1-1 Fattori di emissione per differenti tipologie di movimento, motore e carburante kg/ton
fonte: EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated Mar 2011

Engine	Phase	Engine type	Fuel type	NO _x EF 2000 kg/ton	NO _x EF 2005 kg/ton	NMVOC EF kg/ton	TPS PM ₁₀ PM _{2.5} EF kg/ton
Main	Cruise	Gas Turbine	BFO	6.1	5.9	0.1	0.1
			MDO/MGO	5.7	5.5	0.1	0.0
		High-speed diesel	BFO	12.7	12.3	0.2	0.8
			MDO/MGO	12.0	11.6	0.2	0.3
		Medium- speed diesel	BFO	14.0	13.5	0.5	0.8
			MDO/MGO	13.2	12.8	0.5	0.3
		Slow-speed diesel	BFO	18.1	17.5	0.6	1.7
	MDO/MGO		17.0	16.4	0.6	0.3	
	Steam turbine	BFO	2.1	2.0	0.1	0.8	
		MDO/MGO	2.0	1.9	0.1	0.3	
	Manoeuvring Hotelling	Gas Turbine	BFO	3.1	3.0	0.5	1.5
			MDO/MGO	2.9	2.8	0.5	0.5
		High-speed diesel	BFO	10.2	9.9	0.6	2.4
			MDO/MGO	9.6	9.3	0.6	0.9
Medium- speed diesel		BFO	11.2	10.8	1.5	2.4	
		MDO/MGO	10.6	10.2	1.5	0.9	
Slow-speed diesel		BFO	14.5	14.0	1.8	2.4	
		MDO/MGO	13.6	13.1	1.8	0.9	
Steam turbine	BFO	1.7	1.6	0.3	2.4		
	MDO/MGO	1.6	1.6	0.3	0.9		
Auxiliary	Cruise	High-speed diesel	BFO	11.6	11.2	0.4	0.8
			MDO/MGO	10.9	10.5	0.4	0.3
	Manoeuvring Hotelling	Mediume speed diesel	BFO	14.7	14.2	0.4	0.8
			MDO/MGO	13.9	13.5	0.4	0.3

Tabella 1-2 Fattori di emissione per differenti tipologie di movimento, motore e carburante g/kWh
fonte: EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated Mar 2011

Fuel Type	Vessel type	Engine type	Technology Layer	Nominal Power [kW]	NM VOC	NH3	NOx	TPS PM ₁₀	Fuel	
					[g/kWh]					
Gasoline	<u>Other boats (<20 ft)</u>	Out board	2S	2003/44	8	45.49	0.002	2	10	791
				CONV	8	254.69	0.002	2	10	791
		4S	2003/44	8	21.60	0.002	7	0.08	426	
			CONV	8	21.60	0.002	7	0.08	426	
	<u>Yawls and cabin boats</u>	Out board	2S	2003/44	20	36.17	0.002	3	10	791
				CONV	20	170.45	0.002	3	10	791
		4S	2003/44	20	12.60	0.002	10	0.08	426	
			CONV	20	12.60	0.002	10	0.08	426	
	<u>Sailing boats (<26 ft)</u>	Out board	2S	2003/44	10	42.61	0.002	2	10	791
				CONV	10	254.69	0.002	2	10	791
		4S	2003/44	10	21.60	0.002	7	0.08	426	
			CONV	10	21.60	0.002	7	0.08	426	
	<u>Speed boats</u>	In board	4S	2003/44	90	9.00	0.002	12	0.08	426
				CONV	90	9.00	0.002	12	0.08	426
		Out board	2S	2003/44	50	31.51	0.002	3	10	791
				CONV	50	170.45	0.002	3	10	791
4S	2003/44	50	12.60	0.002	10	0.08	426			
	CONV	50	12.60	0.002	10	0.08	426			
<u>Water scooters</u>	Out board	2S	2003/44	45	31.91	0.002	3	10	791	
			CONV	45	170.45	0.002	3	10	791	
	4S	2003/44	45	12.60	0.002	10	0.08	426		
		CONV	45	12.60	0.002	10	0.08	426		
Diesel	<u>Motor boats (27-34 ft)</u>	In board	2003/44	150	1.67	0.002	8.6	1	275	
			CONV	150	1.97	0.002	8.6	1.2	275	
	<u>Motor boats (>34 ft)</u>		2003/44	250	1.58	0.002	8.6	1	275	
			CONV	250	1.97	0.002	8.6	1.2	275	
	<u>Motor boats (<27 ft)</u>		2003/44	40	1.77	0.002	9.8	1	281	
			CONV	40	2.17	0.002	18	1.4	281	
	<u>Motor sailers</u>		2003/44	30	1.87	0.002	9.8	1	281	
			CONV	30	2.17	0.002	18	1.4	281	
	<u>Sailing boats (>26ft)</u>		2003/44	30	1.87	0.002	9.8	1	281	
			CONV	30	2.17	0.002	18	1.4	281	

Tabella 1-3 Fattori di emissione per navi da diporto g/kWh fonte: *EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated Mar 2011*

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

Tabella 1-4 Percentuale di tipologie di motori principali e tipologie di combustibili utilizzati dalle navi fonte: *EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated Mar 2011*

Ship categories	2010 world fleet	1997 world 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
Tugs	2,059	2,033

Tabella 1-5 Potenze medie motori principali installati per tipologia di nave fonte: *EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated Mar 2011*

Ship categories	2010 world fleet	Mediterranean Sea fleet 2006
Liquid bulk ships	0.30	0.35
Dry bulk carriers	0.30	0.39
Container	0.25	0.27
General Cargo	0.23	0.35
Ro Ro Cargo	0.24	0.39
Passenger	0.16	0.27
Fishing	0.39	0.47
Other	0.35	0.18
Tugs	0.10	

Tabella 1-6 Tasso percentuale di potenza motore ausiliario/ motore principale fonte: *EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated Mar 2011*

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

Tabella 1-7 % stimata di carico del MCR (Maximum Continuous Rating) per motori principali e secondari fonte: *EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated Mar 2011*

1.2 NO_x

1.2.1 Definizione delle emissioni

Definita la metodologia e definiti gli scenari di simulazione occorre valutare il quantitativo di emissioni totali riconducibili al traffico navale. In questo modo oltre a quantificare le emissioni è possibile stimare il fattore di emissione così come necessario per il corretto funzionamento del software di valutazione delle concentrazioni e conseguente stima e confronto dei valori di concentrazione previsti.

Il primo step per la definizione delle emissioni è definire dei tipologici di navi in maniera tale da poter determinare in via approssimativa i kW di potenza installati a bordo dei tipologici stessi in funzione della Tabella 1-5.

È pertanto possibile definire i kW installati per i motori principali:

Categorie Tab. 22	Tipologia di Nave	kW
CONTAINER	Container	14870
PASSENGER	Crociera	12000
RO RO CARGO	Ro – Pax	5000
RO RO CARGO	Ro – Ro	5000
RO RO CARGO	Car – Car	5000
GENERAL CARGO	General Cargo	2600

Tabella 1-8 kW Flotta navale tipologica considerata Ante e Post Operam

Sempre in coerenza alla metodologia è possibile valutare i kW suddivisi per tipologia di motore (principale ed ausiliario) utilizzati dalle navi:

Tipologia di Nave	kW Main	kW Aux
Container	14870	4015
Crociera	12000	3240
Ro – Pax	5000	1950
Ro – Ro	5000	1950
Car – Car	5000	1950
General Cargo	2600	910

Tabella 1-9 kW motori principali ed ausiliari per flotta tipologica scelta Ante e Post Operam

Per quanto riguarda la potenza media installata nello scenario futuro, nonostante la metodologia mostri un trend decrescente nelle potenze installate nell'arco temporale 1997 – 2010, si è scelto, in via cautelativa, di mantenere lo stesso livello di potenze installate a bordo.

Definite le potenze si può fare riferimento ai valori di distribuzione percentuale di Tabella 1-4 al fine di avere una suddivisione delle navi per tipologia di motore e per tipologia di carburante utilizzato. Pertanto, moltiplicando i kWh in tabella Tabella 1-6 per le percentuali di Tabella 1-4, per i corrispettivi fattori di emissione (suddivisi per fase, tipologia di nave e carburante utilizzato) di Tabella 1-2 e per il tempo di funzionamento determinato dagli scenari di riferimento, si ottengono i grammi totali emessi da ogni sorgente per i diversi scenari.

E' importante considerare come rispetto alla configurazione di tali figure è stato definito un tempo di funzionamento per i motori principali e per gli ausiliari seguendo alcuni criteri, in particolare è stata considerata l'intera ora di attracco e la prima e l'ultima ora come dedicate alla manovra di entrata e di uscita dal porto, pertanto, a tali ore, sono stati attribuiti i valori relativi all'uso dei motori principali. Nelle restanti ore di stazionamento sono stati considerati i valori relativi all'uso dei motori ausiliari. Uniche eccezioni a tali considerazioni sono per le navi RO – PAX e le navi Crociera, a cui, cautelativamente, sono state attribuiti i valori dei motori principali per l'intero arco temporale di riferimento.

L'ultimo passo definito dalla metodologia consiste nel moltiplicare i grammi totali precedentemente determinati per il fattore correttivo di Tabella 1-7, il quale consente di valutare la % di carico relativa al ciclo MCR dei motori principali ed ausiliari.

Il totale delle emissioni delle configurazioni Ante Operam – Stagione Invernale ed Estiva, configurazione Post Operam – Stagione Invernale ed Estiva sono riportati nelle due tabelle seguenti:

Orm.	Tipologia Nave	Tempo di funz. princ. [h]	kWh motore princ.	Emiss. motore princ. [g]	Tempo di funz. aus. [h]	kWh motore aus.	Emiss. motore aus. [g]
11	General Cargo	2	5,200	12,588	22	20,020	55,493
15	Container	2	29,740	82,093	15	60,225	168,581
16	Container	2	29,740	82,093	22	88,330	247,252
17	Container	2	29,740	82,093	14	56,210	157,342
20	RO - PAX	5	25,000	55,517	0	0	0
20	Container	2	29,740	82,093	7	28,105	78,671
22	RO-RO	2	10,000	22,207	2	3,900	10,576
22	CAR - CAR	2	10,000	22,207	6	11,700	31,727
22	RO-RO	2	10,000	22,207	6	11,700	31,727
25	RO - PAX	2	10,000	22,207	0	0	0
25	RO - PAX	7	35,000	77,724	0	0	0

Tabella 1-10 Emissioni NOx 24h e tempi di funzionamento configurazione Ante Operam-Stagione Invernale

Orm.	Tipologia Nave	Tempo di funz. princ. [h]	kWh motore princ.	Emiss. motore princ. [g]	Tempo di funz. aus. [h]	kWh motore aus.	Emiss. motore aus. [g]
8	Crociera	14	168,000	341,910	0	0	0
13	Container	2	29,740	82,093	7	28105	157342
15	Container	2	29,740	82,093	15	60225	337162
17	Container	2	29,740	82,093	14	56210	314684
20	RO - PAX	5	25,000	55,517	0	0	0
22	RO-RO	2	10,000	22,207	6	11700	63454
22	RO-RO	2	10,000	22,207	6	11700	63454
25	RO - PAX	2	10,000	22,207	0	0	0
25	RO - PAX	7	35,000	77,724	0	0	0

Tabella 1-11 Emissioni NOx 24h e tempi di funzionamento configurazione Ante Operam-Stagione Estiva

Orm.	Tipologia Nave	Tempo di funz. princ. [h]	kWh motore princ.	Emiss. motore princ. [g]	Tempo di funz. aus. [h]	kWh motore aus.	Emiss. motore aus. [g]
8	General Cargo	2	5,200	12,588	22	20,020	110,985
11	General Cargo	2	5,200	12,588	14	12,740	71,323
13	Container	2	29,740	82,093	10	40,150	224,775
15	Container	2	29,740	82,093	15	60,225	337,162
17	Container	2	29,740	82,093	14	56,210	314,684
19	Container	2	29,740	82,093	10	40,150	224,775
19	RO-RO	2	10,000	22,207	6	11,700	63,454
22	RO-RO	2	10,000	22,207	2	3,900	21,151
22	RO-RO	2	10,000	22,207	3	5,850	31,727
24	CAR - CAR	2	10,000	22,207	6	11,700	63,454
24	RO - PAX	4	20,000	44,414	0	0	0
26	RO - PAX	4	20,000	44,414	0	0	0
26	RO - PAX	4	20,000	44,414	0	0	0
26	RO - PAX	4	20,000	44,414	0	0	0

Tabella 1-12 Emissioni NOx 24h e tempi di funzionamento configurazione Post Operam-Stagione Invernale

Orm.	Tipologia Nave	Tempo di funz. princ. [h]	kWh motore princ.	Emiss. motore princ. [g]	Tempo di funz. aus. [h]	kWh motore aus.	Emiss. motore aus. [g]
manf	Crociera	14	168,000	341,910	0	0	0
13	Container	2	29,740	82,093	22	88,330	494,504
15	Container	2	29,740	82,093	15	60,225	337,162
17	Container	2	29,740	82,093	14	56,210	314,684
20	RO - PAX	5	25,000	55,517	0	0	0
20	Container	2	29,740	82,093	7	28,105	157,342
22	RO-RO	2	10,000	22,207	6	11,700	63,454
22	RO-RO	2	10,000	22,207	6	11,700	63,454
25	RO - PAX	2	10,000	22,207	0	0	0
25	RO - PAX	5	25,000	55,517	0	0	0
26	RO - PAX	5	25,000	55,517	0	0	0

Tabella 1-13 Emissioni NOx 24h e tempi di funzionamento configurazione Post Operam-Stagione Estiva

E' opportuno ricordare come nei valori riportati nelle tabelle soprastanti, con riferimento ai grammi totali di emissioni calcolati l'arco temporale di riferimento sono le 24h, e che il valore calcolato tiene conto del fattore correttivo MCR di Tabella 1-7.

Nel paragrafo 1.2 si riportano i fattori di emissioni utilizzati per gli scenari di simulazione nelle forme richieste dal software di calcolo AermodView.

1.2.2 Definizione dei fattori di emissione

In coerenza con quanto definito nella parte di metodologia, occorre definire un fattore di emissione compatibile con il modello di calcolo. Nel caso in esame il software AermodView per le sorgenti puntuali (quali i camini delle navi) necessita di un fattore di emissione in g/s.

Pertanto, partendo dalle emissioni giornaliere definite nel paragrafo precedente è stato possibile ottenere un valore per i fattori di emissione in grammi/secondi.

I valori dei fattori di emissione inseriti all'interno del Hourly Emissions Rate File sono specificati nelle tabelle seguenti per le 4 configurazioni inserite nella simulazione.

La tabella presenta una sorta di "time-table" in cui per ogni ora e per ogni sorgente sono stati definiti i valori di fattore di emissione in g/s.

Quadro di riferimento ambientale Allegato QAMB.A1

a

Orm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
11	1.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1.7
15	11.4	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	11.4	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	11.4
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0	11.4	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	11.4
22	3.1	1.5	1.5	3.1	0.0	3.1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3.1	0.0	0.0	3.1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3.1	0.0
25	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

h

Orm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	11.4
15	11.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	11.4
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3.1	3.1	0.0	0.0	3.1	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3.1	0.0
25	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figura 1-4 a, b, Fattori di emissione NOx orari Ante Operam Stagione Invernale ed Estiva

a

Orm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24		
8	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.7	
11	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.7										
13													11.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	11.4
15	11.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	11.4									
17									11.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	11.4	
19	11.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	11.4			3.1	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3.1			
22	3.1	2.9	2.9	3.1																						
25							3.1	2.9	2.9	2.9	3.1	3.1	3.1	3.1												
26																										

h

Orm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
Manf							6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8					
13	11.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	11.4
15	11.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	11.4								
17									11.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	11.4
20								3.1	3.1	3.1	3.1	3.1				11.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	11.4
22						3.1	2.9	2.9	2.9	2.9	3.1	3.1	3.1	3.1											
25	3.1	3.1								3.1	3.1	3.1	3.1	3.1											
26																									

Figura 1-5 a, b, Fattori di emissione NOx orari Post Operam Stagione Invernale ed Estiva

1.3 PM₁₀

1.3.1 Definizione delle emissioni

In coerenza per quanto visto con gli ossidi di azoto, anche per le polveri sottili, con particolare riferimento al PM₁₀, è stato possibile valutare la quantità totale emessa in condizione di Worst Case Scenario.

Mantenendo pertanto invariate le configurazioni operative nei quattro scenari di riferimento è stato possibile valutare le emissioni totali andando a considerare i fattori di emissioni secondo la metodologia adottata.

Ferme restando le ipotesi effettuate sulle potenze delle navi considerate, si riportano i valori di emissione totali nell'arco delle 24h delle configurazioni ante operam invernale-estiva e post operam invernale-estiva.

Orm.	Tipologia Nave	Tempo di funz. princ. [h]	kWh motore princ.	Emiss. motore princ. [g]	Tempo di funz. aus. [h]	kWh motore aus.	Emiss. motore aus. [g]
11	General Cargo	2	5,200	2,288	22	20,020	11,604
15	Container	2	29,740	14,153	15	60,225	55,123
16	Container	2	29,740	14,153	22	88,330	80,847
17	Container	2	29,740	14,153	14	56,210	51,448
20	RO - PAX	5	25,000	10,616	0	0	0
20	Container	2	29,740	14,153	7	28,105	25,724
22	RO-RO	2	10,000	4,246	2	3,900	1,619
22	CAR - CAR	2	10,000	4,246	6	11,700	4,857
22	RO-RO	2	10,000	4,246	6	11,700	4,857
25	RO - PAX	2	10,000	4,246	0	0	0
25	RO - PAX	7	35,000	14,862	0	0	0

Tabella 1-14 Emissioni PM₁₀ 24h e tempi di funzionamento configurazione Ante Operam-Stagione Invernale

Orm.	Tipologia Nave	Tempo di funz. princ. [h]	kWh motore princ.	Emiss. motore princ. [g]	Tempo di funz. aus. [h]	kWh motore aus.	Emiss. motore aus. [g]
8	Crociera	14	168000	71862	0	0	0
13	Container	2	29740	14153	7	28105	25724
15	Container	2	29740	14153	15	60225	55123
17	Container	2	29740	14153	14	56210	51448
20	RO - PAX	5	25000	10616	0	0	0
22	RO-RO	2	10000	4246	6	11700	4857
22	RO-RO	2	10000	4246	6	11700	4857
25	RO - PAX	2	10000	4246	0	0	0
25	RO - PAX	7	35000	14862	0	0	0

Tabella 1-15 Emissioni PM₁₀ 24h e tempi di funzionamento configurazione Ante Operam-Stagione Estiva

Orm.	Tipologia Nave	Tempo di funz. princ.[h]	kWh motore princ.	Emiss. motore princ. [g]	Tempo di funz. aus. [h]	kWh motore aus.	Emiss. motore aus. [g]
8	General Cargo	2	5,200	2,288	22	20,020	11,604
11	General Cargo	2	5,200	2,288	14	12,740	11,661
13	Container	2	29,740	14,153	10	40,150	36,749
15	Container	2	29,740	14,153	15	60,225	55,123
17	Container	2	29,740	14,153	14	56,210	51,448
19	Container	2	29,740	14,153	10	40,150	36,749
19	RO-RO	2	10,000	4,246	6	11,700	4,857
22	RO-RO	2	10,000	4,246	2	3,900	1,619
22	RO-RO	2	10,000	4,246	3	5,850	2,428
24	CAR - CAR	2	10,000	4,246	6	11,700	4,857
24	RO - PAX	4	20,000	8,492	0	0	0
26	RO - PAX	4	20,000	8,492	0	0	0
26	RO - PAX	4	20,000	8,492	0	0	0
26	RO - PAX	4	20,000	8,492	0	0	0

Tabella 1-16 Emissioni PM₁₀ 24h e tempi di funzionamento configurazione Post Operam-Stagione Invernale

Orm.	Tipologia Nave	Tempo di funz. princ. [h]	kWh motore princ.	Emiss. motore princ. [g]	Tempo di funz. aus. [h]	kWh motore aus.	Emiss. motore aus. [g]
manf	Crociera	14	168,000	71,862	0	0	0
13	Container	2	29,740	14,153	22	88,330	80,847
15	Container	2	29,740	14,153	15	60,225	55,123
17	Container	2	29,740	14,153	14	56,210	51,448
20	RO - PAX	5	25,000	10,616	0	0	0
20	Container	2	29,740	14,153	7	28,105	25,724
22	RO-RO	2	10,000	4,246	6	11,700	4,857
22	RO-RO	2	10,000	4,246	6	11,700	4,857
25	RO - PAX	2	10,000	4,246	0	0	0
25	RO - PAX	5	25,000	10,616	0	0	0
26	RO - PAX	5	25,000	10,616	0	0	0

Tabella 1-17 Emissioni PM₁₀ 24h e tempi di funzionamento configurazione Post Operam-Stagione Estiva

1.3.2 Definizione dei fattori di emissione

In coerenza a quanto visto per l'NOx si riportano i valori dei fattori di emissione in g/s così come imputati nel software di simulazione delle concentrazioni AermodView per le quattro configurazioni di scenario.

a

Orn	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
11	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	
15	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
22	0.6	0.2	0.2	0.6	0.0	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	0.6	0.0	0.0	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	0.0	
25	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

h

Orn	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
15	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	0.6	0.0	0.0	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	0.0
25	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figura 1-6 a, b, Fattori di emissione PM₁₀ orari Ante Operam Stagione Invernale ed Estiva

a

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
Ormi	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
8	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
13	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
15	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
17	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
19	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0			0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	
22	0.6	0.2	0.2	0.6																	0.6	0.2	0.2	0.2	0.6
25							0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6					0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		
26		0.6	0.6	0.6	0.6						0.6	0.6	0.6	0.6				0.6	0.6	0.6	0.6	0.6			

h

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
Ormi	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
Manif	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
13	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0								
15	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
17								2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
20								0.6	0.6	0.6	0.6	0.6				2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
22						0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6			0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	
25	0.6	0.6								0.6	0.6	0.6	0.6	0.6											
26												0.6	0.6	0.6	0.6	0.6									

Figura 1-7 a, b, Fattori di emissione PM₁₀ orari Post Operam Stagione Invernale ed Estiva

1.4 SO₂

1.4.1 Definizione delle emissioni

Per quanto riguarda il biossido di zolfo, la metodologia Tier3 dell'air pollutant emission inventory guidebook-2009, non fornisce fattori di emissioni utili ai calcoli effettuati per gli NO_x e per il PM₁₀, ed in mancanza di tali dati, esplicita la possibilità di fare riferimento alla metodologia TIER1 per la determinazione dei suddetti fattori. Le differenze principali tra i due approcci metodologici sono riassunti nella Figura 1-2.

In particolare il Tier1 per la determinazione dei fattori di emissione distingue le navi in funzione della tipologia di combustibile che utilizzano. In particolare per le navi che utilizzano BFO vale la seguente tabella:

	Code	Name			
NFR Source category	1.A.3.d.i	International navigation			
	1.A.3.d.ii	National navigation			
	1.A.4.c.iii	Off-road vehicles and other machineries			
	1.A.5.b	Other, mobile(including military, land based and recreational boats)			
Fuel	Bunker Fuel Oil				
Not estimated	NH3, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k) fluoranthene,Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
Not applicable					
Pollutant	Value	Unit	95% confidence interval		Refernce
			Lower	Upper	
NOx	79.3 ⁽²⁾	kg/tonne fuel	NA	NA	Entec (2007)
CO	7.4	kg/tonne fuel	NA	NA	Lloyd's Register (1995)
NMVOCC	2.7 ⁽²⁾	kg/tonne fuel	NA	NA	Entec (2007)
SOx	20*S ⁽¹⁾	kg/tonne fuel	NA	NA	Lloyd's Register (1995)
TSP	6.2	kg/tonne fuel	NA	NA	Entec (2007)
PM10	6.2	kg/tonne fuel	NA	NA	Entec (2007)
PM2.5	5.6	kg/tonne fuel	NA	NA	Entec (2007)
Pb	0.18	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Cd	0.02	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Hg	0.02	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
As	0.68	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Cr	0.72	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Cu	1.25	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Ni	32	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Se	0.21	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Zn	1.20	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
PCDD/F	0.47	TEQmg/tonne fuel	NA	NA	Cooper (2005)
HCB	0.14	mg/tonne fuel	NA	NA	Cooper (2005)

Quadro di riferimento ambientale Allegato QAMB.A1

	Code	Name			
NFR Source category	1.A.3.d.i	International navigation			
	1.A.3.d.ii	National navigation			
	1.A.4.c.iii	Off-road vehicles and other machineries			
	1.A.5.b	Other, mobile(including military, land based and recreational boats)			
Fuel	Bunker Fuel Oil				
Not estimated	NH3, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k) fluoranthene,Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
Not applicable					
Pollutant	Value	Unit	95% confidence interval		Refernce
PCB	0.57	mg/tonne fuel	NA	NA	Cooper (2005)

Tabella 1-18 Fattori di emissioni per navi che utilizzano BFO fonte: *EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated Mar 2011*

(1) S= percentuale di solfuri contenuti nel carburante: pre-2006:2.7% wt [fonte: Lloyd's Register, 1995]. Per l'Unione europea, così come specificato nella Direttiva 2005/33/EC:

- 1.5%wt. Dall'11 Agosto 2006 per il mar Baltico e dall'11 Agosto 2007 per il Mare del Nord per tutte le navi;
- 1.5%wt. Dall'11 Agosto 2006 nei mari territoriali dell'UE, zone economiche esclusive e zone di controllo dell'inquinamento da parte delle navi passeggeri che effettuano servizi di linea da o verso qualsiasi porto comunitario, almeno nei confronti delle navi battenti la loro bandiera e le navi battenti qualsiasi bandiera nei loro porti;
- 0.1%wt. Dal 1 Gennaio 2010 per navi adibite alla navigazione interna e per le navi in ormeggio nei porti comunitari.

Pertanto la determinazione del fattore di emissione per gli SO₂ dipende dal quantitativo di solfuri presenti nei carburanti. Per quanto riguarda il caso in esame, per le BFO, si è assunto un valore di S pari all'1.5%wt.

Per le navi che utilizzano gasolio MDO/MGO si utilizza la tabella sottostante:

	Code	Name			
NFR Source category	1.A.3.d.i	International navigation			
	1.A.3.d.ii	National navigation			
	1.A.4.c.iii	Off-road vehicles and other machineries			
	1.A.5.b	Other, mobile(including military, land based and recreational boats)			
Fuel	Bunker Fuel Oil				
Not estimated	NH3, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k) fluoranthene,Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
Not applicable					
Pollutant	Value	Unit	95% confidence interval		Refernce
			Lower	Upper	
NOx	78.5 ⁽²⁾	kg/tonne fuel	NA	NA	Entec (2007)
CO	7.4	kg/tonne fuel	NA	NA	Lloyd's Register (1995)
NMVOCC	2.8 ⁽²⁾	kg/tonne fuel	NA	NA	Entec (2007)

SOx	20*S ⁽¹⁾	kg/tonne fuel	NA	NA	Lloyd's Register (1995)
TSP	1.5	kg/tonne fuel	NA	NA	Entec (2007)
PM10	1.5	kg/tonne fuel	NA	NA	Entec (2007)
PM2.5	1.4	kg/tonne fuel	NA	NA	Entec (2007)
Pb	0.13	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Cd	0.0.	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Hg	0.03	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
As	0.04	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Cr	0.05	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Cu	0.88	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Ni	1	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Se	0.10	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
Zn	1.2	g/tonne fuel	NA	NA	Average value ⁽³⁾
PCDD/F	0.13	TEQmg/tonne fuel	NA	NA	Cooper (2005)
HCB	0.08	mg/tonne fuel	NA	NA	Cooper (2005)
PCB	0.38	mg/tonne fuel	NA	NA	Cooper (2005)

Tabella 1-19 Fattori di emissioni per navi che utilizzano MDO/MGO fonte: *EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated Mar 2011*

⁽¹⁾ S= percentuale di zolfo contenuti nel carburante: pre-2000 fuels:0.5% wt [fonte: Lloyd's Register, 1995]. Per l'Unione europea, così come specificato nella Direttiva 2005/33/EC:

- 0.2%wt. Dall'1 Luglio 2000 e 0.1%wt. Dal 1 Gennaio 2008 il mar Baltico e dall'11 Agosto 2007 per il Mare del Nord per MDO/MGO utilizzato dalle navi(tranne se utilizzato dalle navi che attraversano una frontiera tra un paese terzo ed uno Stato membro);
- 0.1%wt. Dal 1 Gennaio 2010 per navi adibite alla navigazione interna e per le navi in ormeggio nei porti comunitari;
-

Per quanto riguarda il caso in esame, per le MDO/MGO, si è assunto un valore di S pari allo 0.2%wt.

A differenza della metodologia del TIER3 in cui i fattori di emissione erano espressi in g/kWh, nel TIER1 i fattori di emissione sono espressi in kg/tonnellate di combustibile utilizzato.

Il primo punto, resta pertanto la stima dei consumi. Facendo riferimento alla Tabella 1-3 è possibile avere il fattore di consumo g di combustibile in funzione dei kWh consumati dalle navi.

Al fine di ottenere il fattore di emissione con le stesse grandezze dimensionali viste per NOx e PM10, e quindi utilizzare le stesse relazioni, è possibile fare riferimento al seguente bilanciamento:

$$E_F \left[\frac{\text{g}}{\text{kWh}} \right] = \frac{g_{\text{fuel}}}{\text{kWh}} \times \frac{\text{kg}_{\text{SO}_2}}{t_{\text{fuel}}} \times \frac{1000}{1000000}$$

Facendo riferimento alle categorie di navi e alle fasi prese in considerazione nella metodologia TIER 3 è possibile stimare i seguenti fattori di emissione per l'SO₂:

Engine	Phase	Engine type	Fuel type	Consumi [g _f /kWh]	SO2 [kg/ton _f]	SO2 [g/kWh]
Main	<u>Manoeuvring</u> <u>Hotelling</u>	Gas Turbine	BFO	336	30	10.08
			MDO/MGO	319	2	0.638
		High-speed diesel	BFO	234	30	7.02
			MDO/MGO	223	2	0.446
		Medium-speed diesel	BFO	234	30	7.02
			MDO/MGO	223	2	0.446
		Slow-speed diesel	BFO	215	30	6.45
			MDO/MGO	204	2	0.408
Steam turbine	BFO	336	30	10.08		
	MDO/MGO	319	2	0.638		
Auxiliary	<u>Cruise</u> <u>Manoeuvring</u> <u>Hotelling</u>	High-speed diesel	BFO	227	30	6.81
			MDO/MGO	217	2	0.434
		Mediume speed diesel	BFO	227	30	6.81
			MDO/MGO	217	2	0.434

Tabella 1-20 Fattori di emissione per SO2

Coerentemente a quanto visto nella metodologia TIER1 riportando nella stessa forma dimensionale i fattori di emissioni questi differiscono l'uno dall'altro unicamente in funzione del consumo della nave stessa.

A questo punto è stato possibile determinare le emissioni totali previste nelle 24h del Worst Case Scenario coerentemente a quanto fatto per gli altri inquinanti analizzati.

Orm.	Tipologia Nave	Tempo di funz. princ. [h]	kWh motore princ.	Emiss. motore princ. [g]	Tempo di funz. aus. [h]	kWh motore aus.	Emiss. motore aus. [g]
11	General Cargo	2	5,200	6,130	22	20,020	46,479
15	Container	2	29,740	38,064	15	60,225	153,877
16	Container	2	29,740	38,064	22	88,330	225,687
17	Container	2	29,740	38,064	14	56,210	143,619
20	RO - PAX	5	25,000	28,679	0	0	0
20	Container	2	29,740	38,064	7	28,105	71,809
22	RO-RO	2	10,000	11,471	2	3,900	8,742
22	CAR - CAR	2	10,000	11,471	6	11,700	26,225
22	RO-RO	2	10,000	11,471	6	11,700	26,225
25	RO - PAX	2	10,000	11,471	0	0	0
25	RO - PAX	7	35,000	40,150	0	0	0

Tabella 1-21 Emissioni SO₂ 24h e tempi di funzionamento configurazione Ante Operam-Stagione Invernale

Orm.	Tipologia Nave	Tempo di funz. princ. [h]	kWh motore princ.	Emiss. motore princ. [g]	Tempo di funz. aus. [h]	kWh motore aus.	Emiss. motore aus. [g]
8	Crociera	14	168,000	207,555	0	0	0
13	Container	2	29,740	38,064	7	28,105	71,809
15	Container	2	29,740	38,064	15	60,225	153,877
17	Container	2	29,740	38,064	14	56,210	143,619
20	RO - PAX	5	25,000	28,679	0	0	0
22	RO-RO	2	10,000	11,471	6	11,700	26,225
22	RO-RO	2	10,000	11,471	6	11,700	26,225
25	RO - PAX	2	10,000	11,471	0	0	0
25	RO - PAX	7	35,000	40,150	0	0	0

Tabella 1-22 Emissioni SO₂ 24h e tempi di funzionamento configurazione Ante Operam-Stagione Estiva

Orm.	Tipologia Nave	Tempo di funz. princ.[h]	kWh motore princ.	Emiss. motore princ. [g]	Tempo di funz. aus. [h]	kWh motore aus.	Emiss. motore aus. [g]
8	General Cargo	2	5,200	6,130	22	20,020	46,479
11	General Cargo	2	5,200	6,130	14	12,740	32,551
13	Container	2	29,740	38,064	10	40,150	102,585
15	Container	2	29,740	38,064	15	60,225	153,877
17	Container	2	29,740	38,064	14	56,210	143,619
19	Container	2	29,740	38,064	10	40,150	102,585
19	RO-RO	2	10,000	11,471	6	11,700	26,225
22	RO-RO	2	10,000	11,471	2	3,900	8,742
22	RO-RO	2	10,000	11,471	3	5,850	13,112
24	CAR - CAR	2	10,000	11,471	6	11,700	26,225
24	RO - PAX	4	20,000	22,943	0	0	0
26	RO - PAX	4	20,000	22,943	0	0	0
26	RO - PAX	4	20,000	22,943	0	0	0
26	RO - PAX	4	20,000	22,943	0	0	0

Tabella 1-23 Emissioni SO₂ 24h e tempi di funzionamento configurazione Post Operam-Stagione Invernale

Orm.	Tipologia Nave	Tempo di funz. princ. [h]	kWh motore princ.	Emiss. motore princ. [g]	Tempo di funz. aus. [h]	kWh motore aus.	Emiss. motore aus. [g]
manf	Crociera	14	168,000	207,555	0	0	0
13	Container	2	29,740	38,064	22	88,330	225,687
15	Container	2	29,740	38,064	15	60,225	153,877
17	Container	2	29,740	38,064	14	56,210	143,619
20	RO - PAX	5	25,000	28,679	0	0	0
20	Container	2	29,740	38,064	7	28,105	71,809
22	RO-RO	2	10,000	11,471	6	11,700	26,225
22	RO-RO	2	10,000	11,471	6	11,700	26,225
25	RO - PAX	2	10,000	11,471	0	0	0
25	RO - PAX	5	25,000	28,679	0	0	0
26	RO - PAX	5	25,000	28,679	0	0	0

Tabella 1-24 Emissioni SO₂ 24h e tempi di funzionamento configurazione Post Operam-Stagione Estiva

1.4.2 Definizione dei fattori di emissione

Anche per il biossido di zolfo è stato possibile stimare un fattore di emissione compatibile con il software AermodView, esprimendolo in g/s. Coerentemente a quanto visto per gli altri inquinanti, è stato possibile definire un valore per ogni ora delle 24 del "Worst Case Scenario" per ogni configurazione di simulazione realizzata.

Di seguito si riportano i valori imputati nel modello.

a

Ormi	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
11	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	
15	5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3
16	5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3
22	1.6	1.2	1.2	1.6	0.0	1.6	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.6	0.0	0.0	1.6	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.6	0.0
25	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

h

Ormi	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3
15	5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.6	0.0	0.0	1.6	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.6	0.0
25	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figura 1-8 a, b, Fattori di emissione SO2 orari Ante Operam Stagione Invernale ed Estiva

a

Orm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24		
8	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	
11	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9										
13													5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3
15	5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3									
17									5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3	
19	5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3			1.6	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.6	
22	1.6	1.2	1.2	1.6																1.6	1.2	1.2	1.2	1.2	1.6	
25							1.6	1.2	1.2	1.2	1.6	1.6	1.6	1.6						1.6	1.6	1.6	1.6	1.6		
26		1.6	1.6	1.6	1.6													1.6	1.6	1.6	1.6	1.6				

h

Orm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
Manf							4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1					
13	5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3
15	5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3								
17									5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3
20								1.6	1.6	1.6	1.6	1.6				5.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	5.3
22						1.6	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.6	1.6	1.6		1.6	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.6	
25	1.6	1.6							1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6											
26																1.6									

Figura 1-9 a, b, Fattori di emissione SO2 orari Post Operam Stagione Invernale

2 DEFINIZIONE DELLE EMISSIONI DEL TRAFFICO STRADALE

2.1 La metodologia per la valutazione dei fattori di emissione

Per la valutazione dei fattori di emissione derivanti da traffico stradale si è fatto riferimento al software di calcolo COPERT 4 Versione 10.0. Lo sviluppo del software COPERT è coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, all'interno delle attività del "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation". Responsabile dello sviluppo scientifico è il European Commission's Joint Research Centre. Il modello è stato realizzato ed è utilizzato per gli inventari delle emissioni stradali degli stati membri. E' comunque applicabile a tutte le ricerche e le applicazioni scientifiche.

La metodologia utilizzata da COPERT 4 è parte integrante del EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook per il calcolo dell'inquinamento atmosferico².

La fonte utilizzata, pur facendo riferimento ad uno specifico software di calcolo, è la stessa utilizzata per il calcolo delle emissioni da traffico navale, le basi ed i concetti logici sono pertanto analoghi.

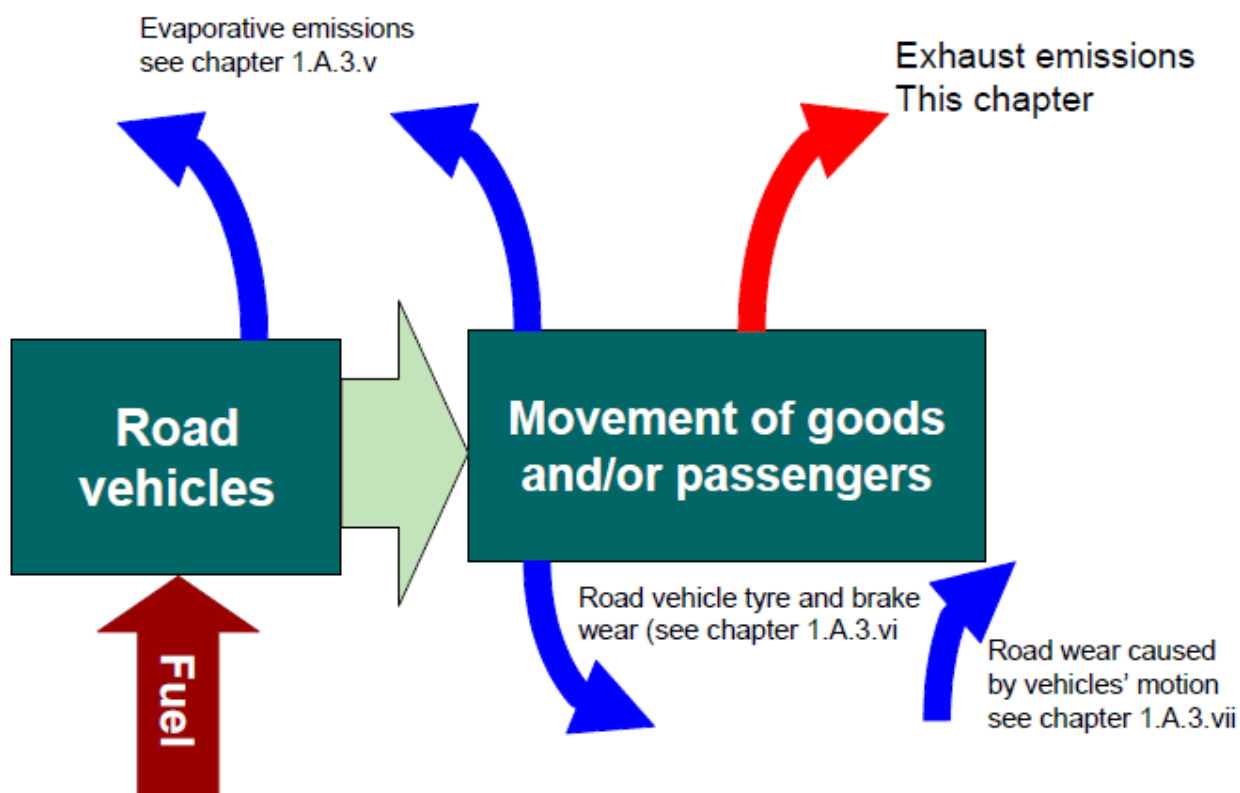


Figura 2-1 Diagramma di flusso per il contributo derivante dalle traffico stradale fonte: *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook*

² Informazioni tratte dal sito <http://www.emisia.com> (ultimo accesso in data 18/03/2013)

La metodologia prevista nell'Inventory Guidebook è analoga a quanto visto per le sorgenti navali, ed è la stessa che è ripresa nell'intera metodologia, suddivisa su tre livelli di dettaglio in funzione delle informazioni disponibili sulle sorgenti stessi.

In particolare il livello adottato è il "Tier 3 method" in cui le emissioni sono calcolate usando una combinazione di dati tecnici e di dati di "attività" intesi quali il numero di veicoli circolanti, i chilometri percorsi ecc.

L'algoritmo utilizzato nella metodologia descrive le emissioni totali (E_{TOTAL}) come la somma di due componenti:

- E_{HOT} sono le emissioni dovute al regime di funzionamento del motore così detto "a caldo"
- E_{COLD} sono le emissioni legate al transitorio termico legato al funzionamento del motore così detto "a freddo".

Inoltre le emissioni totali sono funzione anche delle diverse condizioni di moto. La metodologia distingue tre grandi famiglie:

- Urbana;
- Extraurbana;
- Autostradale;

Le emissioni totali sono calcolate come somma delle singole componenti, in funzione dei dati di circolazione desunti dalle differenti condizioni di circolazione, a cui corrispondono diversi fattori di emissione.

Occorre tuttavia fare alcune precisazioni in merito alla metodologia, al fine di poter meglio comprendere quanto esplicitato nei paragrafi successivi. In prima analisi occorre definire la tipologia di emissione in funzione del diverso funzionamento del regime del motore. Come già esposto in precedenza, le analisi relative alla componente atmosfera intendono definire il carico antropico derivante dal traffico indotto dalla nuova configurazione portuale. Essendo il porto di Salerno prettamente un "porto commerciale" la tipologia di traffico "su gomma" attratto e generato dal porto è quasi esclusivamente un traffico pesante, costituito cioè da autocarri e trattori stradali adibiti al trasporto merci (come meglio descritto nei paragrafi successivi la percentuale del traffico leggero considerata nelle simulazioni è inferiore al 10%). Tale importante distinzione fa sì che la componente di emissione a freddo possa non essere considerata (ovvero ragionevolmente considerata trascurabile) nel caso specifico, infatti come descritto nella metodologia stessa, i fattori di calcolo per le emissioni a freddo sono stimabili unicamente per i veicoli leggeri³.

Definito il regime di riferimento, ovvero quello "a caldo", occorre definire la tipologia di emissione legata alle diverse condizioni di guida. Nel caso in esame il porto di Salerno si trova in un ambito cittadino, in cui le condizioni di circolazioni e le velocità sono assimilabili alle condizioni del moto

³ Air pollutant emission inventory guidebook — 2009 1.A.3.b Road transport GB2009 update May 2012 pg38 [...] *The cold-start methodology included in this Guidebook is applicable only on passenger cars and light commercial vehicles.* [...] e pg. 49 Tab. 3-33

“urbano”. Pertanto si è fatto riferimento alla modalità “urbana” per il calcolo dei fattori di emissione.

Grazie all'utilizzo del già citato modello COPERT 4, è stato possibile inserire il parco veicolare circolante, in funzione di uno specifico parco veicolare circolante di riferimento, e desumere i fattori di emissione in funzione del ciclo di guida.

In coerenza a quanto visto per le emissioni navali, anche per il caso delle infrastrutture stradali, sarà necessario trasformare il fattore di emissione fornito dal modello COPERT 4, grammi per veicoli al chilometro, in un fattore di emissione compatibile con il modello AermodView per la stima della diffusione delle emissioni, ovvero in grammi secondo. Tale fattore viene calcolato determinando il complessivo di emissioni imputabili al traffico stradale di natura portuale (grammi totali) dividendolo per il tempo in cui tale emissione viene prodotta (secondi in un ora).

2.2 Composizione del parco veicolare circolante

Punto determinante nella definizione dei fattori di emissione risulta la stima della tipologia, ovvero della composizione in termini di caratteristiche meccaniche e normativa di riferimento, del parco veicolare circolante.

A tale scopo, i dati ufficiali a cui poter fare riferimento sono quelli forniti dall'Automobile Club d'Italia. Nello specifico si è fatto riferimento al documento “Autoritratto 2011” il quale risulta essere la rappresentazione del parco veicolare italiano.

Tale pubblicazione è una sintesi articolata dei dati tratti dagli archivi dell'ente sulle informazioni tecnico-giuridiche relative ai veicoli. E' possibile fare pertanto riferimento ai dati del traffico circolante suddivise in classi “copert” ovvero secondo le classi individuate secondo la metodologia dell'Air Pollutant Emission Inventory guide book.

Il documento è suddiviso in funzione dell'ambito territoriale di riferimento nelle seguente classi:

- Area territoriale (area vasta generalmente più regioni es. Centro, Meridione, Isole ecc);
- Regionale;
- Provinciale;

In questo caso l'ambito a cui fare riferimento è funzione dell'importanza dell'infrastruttura considerata, ovvero della capacità e della provenienza delle sorgenti che l'infrastruttura stessa “genera e attrae”.

Di seguito si riportano le suddivisioni percentuali delle diverse categorie analizzate, tali valori verranno ripresi nei paragrafi successivi al fine di stimare il valore del fattore di emissione medio.

Come definito nel Par 2.1 le classi veicolari di riferimento per la determinazione dei fattori di emissione fa riferimento unicamente ai veicoli pesanti in quanto i veicoli leggeri rappresentano una quota parte del traffico portuale in questione poco rilevante.

L'unica quota rilevante di traffico leggero, che rimane comunque all'interno dell'area portuale, sono le automobili trasportate dalle “CAR-CAR”, le quali provenendo dagli stabilimenti di produzione (auto di nuova realizzazione) sono state assunte come categoria EURO 5.

Al fine di assumere un dato sufficientemente significativo e allo stesso tempo cautelativo, si è scelto di fare riferimento alla suddivisione in Area Territoriale, prendendo a riferimento i dati relativi all'Italia Meridionale.

Categoria Veicoli industriali pesanti:

FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non ident.	TOTALE
BENZINA Oltre 3,5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
BENZINA Totale	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
GASOLIO 3,6 - 7,5	23.2	2.6	3.6	2.8	0.9	0.2	0.1	0.1	33.4
GASOLIO 7,6 - 12	14.4	1.8	2.3	1.8	0.2	0.4	0.0	0.0	21.0
GASOLIO 12,1 - 14	3.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
GASOLIO 14,1 - 20	6.6	1.0	1.8	1.6	0.2	0.6	0.0	0.0	11.8
GASOLIO 20,1 - 26	14.7	1.7	3.3	2.8	0.2	1.1	0.0	0.0	23.9
GASOLIO 26,1 - 28	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
GASOLIO 28,1 - 32	0.1	0.3	1.1	2.1	0.3	0.8	0.0	0.0	4.8
GASOLIO Oltre 32	0.4	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
GASOLIO Totale	62.8	7.6	12.3	11.3	1.9	3.2	0.1	0.2	99.3
DATO NON IDENTIFICATO 3,6 - 7,5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DATO NON IDENTIFICATO 20,1 - 26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DATO NON IDENTIFICATO 28,1 - 32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DATO NON IDENTIFICATO Totale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ITALIA MERIDIONALE Totale	63.4	7.6	12.3	11.3	1.9	3.2	0.1	0.2	100.0

Tabella 2-1 Suddivisione percentuale veicoli industriali pesanti area meridionale elaborazione da fonte ACI Autoritratto 2011

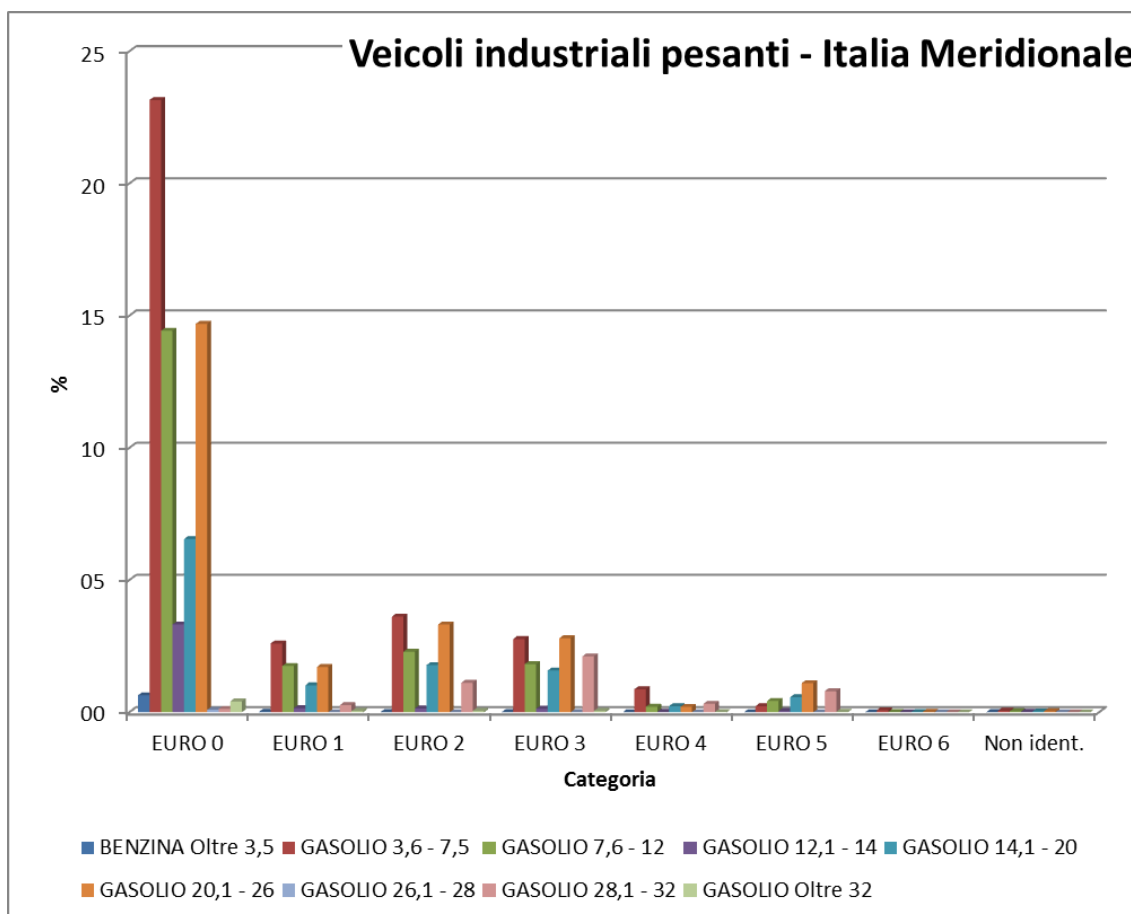


Figura 2-2 Suddivisione percentuale veicoli industriali pesanti area meridionale elaborazione da fonte ACI Autoritratto 2011

Per quanto riguarda i veicoli industriali pesanti si registra la maggior parte dei veicoli nelle categorie Gasolio tra le 3,6 e le 20 tonnellate. La tecnologia di tali veicoli è generalmente arretrata, per lo più di tipo Euro 0.

Trattori Stradali:

FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non ident.	TOTALE
BENZINA fino a 14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BENZINA 14,1 - 20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BENZINA Non identificato	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BENZINA Totale	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
BENZINA O GAS LIQUIDO fino a 14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BENZINA O GAS LIQUIDO 14,1 - 20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BENZINA O GAS LIQUIDO Non identificato	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BENZINA O GAS LIQUIDO Totale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BENZINA O METANO 14,1 - 20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BENZINA O METANO Totale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GASOLIO fino a 14	4.1	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9
GASOLIO 14,1 - 20	9.1	5.3	20.4	30.6	3.0	17.4	0.2	0.0	85.9
GASOLIO 20,1 - 28	0.9	0.1	0.4	0.5	0.1	0.3	0.0	0.0	2.4
GASOLIO 28,1 - 34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
GASOLIO 34,1 - 40	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
GASOLIO 40,1 - 50	0.0	0.1	0.3	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	1.0
GASOLIO 50,1 - 60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GASOLIO Oltre 60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GASOLIO Non identificato	4.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	5.0
GASOLIO Totale	19.1	5.8	21.5	31.9	3.2	18.1	0.2	0.1	99.8
ALTRE Non identificato	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALTRE Totale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DATO NON IDENTIFICATO fino a 14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DATO NON IDENTIFICATO 14,1 - 20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DATO NON IDENTIFICATO 34,1 - 40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DATO NON IDENTIFICATO Totale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ITALIA MERIDIONALE Totale	19.2	5.8	21.5	32.0	3.2	18.1	0.2	0.1	100.0

Tabella 2-2 Suddivisione percentuale veicoli industriali pesanti area meridionale elaborazione da fonte ACI Autoritratto 2011

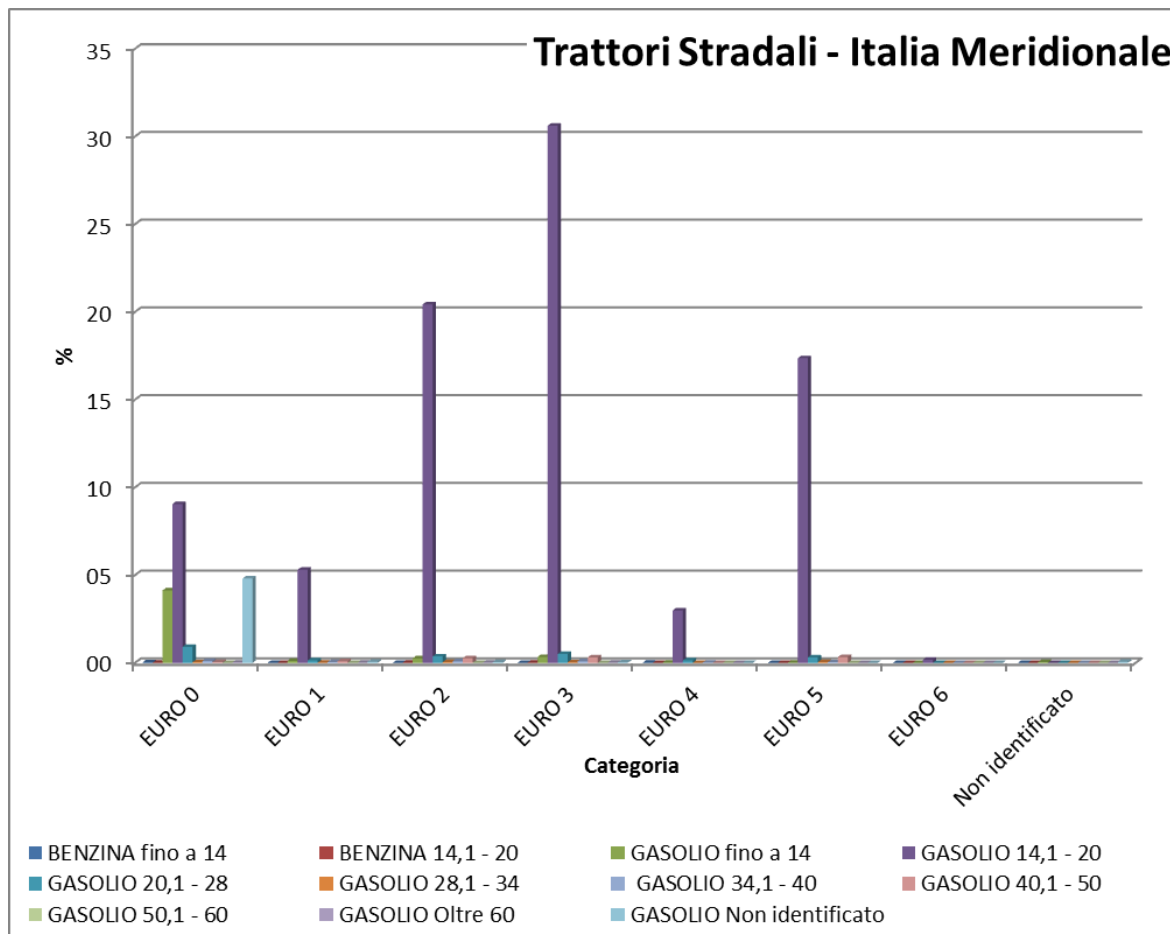


Figura 2-3 Suddivisione percentuale trattori stradali area meridionale elaborazione da fonte ACI Autoritratto 2011

Per i trattori stradali la tipologia principale è quella relativa ai trattori stradali a gasolio tra le 14 e le 20t, in cui si concentrano oltre 90% della totalità dei veicoli della categoria. La categoria di tecnologia più popolata è quella relativa all'euro 3 con oltre il 30% dei veicoli, inoltre nelle categorie Euro 2 ed Euro 5 si registrano valori tra il 15 e il 20%.

2.3 Entità del Traffico veicolare circolante

Definita la composizione, al fine di determinare i fattori di emissioni finali e le emissioni generate dal traffico stradale di origine portuale, occorre valutare l'entità del traffico stesso.

Facendo riferimento agli scenari di riferimento individuati nel Quadro Progettuale, si riportano i flussi orari suddivisi per ramo nelle quattro configurazioni.

Quadro di riferimento ambientale Allegato QAMB.A1

Ramo		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
1	P	75	21	21	21		54	53	124	75	129	96	171	117	96	96	150	75	75	70			21	21	
	L										14		14		14	14							0	0	
2	P	75	21	21	21		54						54	42	21	21	75						21	21	
	L										14		14	0	14	14									
3	P	40		21	21		54							42	21								21	21	
	L						88	88	88	88	88	88	88	88											
4	P						219	219	219	219	219	219	219												
	L																								
5	P						132	132	132	132	132	132	132												
	L																								
6	P	35	21										54			21	21								
	L										14		14		14	14									
7	P						53	124	75	129	96	117	75	75	75	75	75	75	75	70					
	L																								
8	P							54			21	42													
	L																								
9	P						53	70	70	124	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70					
	L																								
10	P						53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53					
	L																								
11	P							17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17					
	L																								
12	P							17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17					
	L																								
INT	P							6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6						
	L																								

Figura 2-4 Flussi di origine portuale stato Ante Operam – Stagione Invernale

Ramo		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
1	P	44	13	13	13		31	78	81	53	84	66	111	80	66	66	97	53	53	50	33			13	13
	L										240		240		240	240									
2	P	44	13	13	13		31				31	13	31	27	13	13	44							13	13
	L										120		120		120	120									
3	P						31					13		27			31							13	13
	L																								
4	P																								
	L																								
5	P																								
	L																								
6	P	44	13	13	13						31		31		13	13	13								
	L										120		120		120	120									
7	P						78	81	53	53	53	80	53	53	53	53	53	53	53	50	33				
	L																								
8	P							31				27													
	L																								
9	P						78	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	33				
	L																								
10	P						45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45					
	L																								
11	P						33	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	33				
	L																								
12	P							5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5					
	L																								
13	P						33															33			
	L																								
INT	P							6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6							
	L																								

Figura 2-5 Flussi di origine portuale stato Ante Operam – Stagione Estiva



Quadro di riferimento ambientale Allegato QAMB.A1

Ramo		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
1	P		61	61	64			178	134	173	173	202	141	204	204	202	141	141								
1	L										20		20		20	20										
2	P		61	61	64			61		32	32	61		63	63				61	61	93	95				
2	L										20		20		20	20										
3	P				32																	61	35			
3	L							100	100	100	100	100	100	100	100											
4	P									7	7	7	7	7	7	7	7	7	7							
4	L							250	250	250	250	250	250	250	250											
5	P							500	500	500	500	500	500	500												
5	L							61		32	32	61		63	63					61	61	32	60			
6	P		61	61	64																					
6	L										20		20		20	20										
6bis	P		61	61	64							61		63	63					61			32	30		
6bis	L										10		10		10	10										
6ter	P							61		32										61			30			
6ter	L										10		10		10	10										
7	P							117	134	141	141	141	141	141	141	202	141	141	141	134						63
7	L																									
8	P															61										63
8	L																									
9	P							117	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134					
9	L																									
10	P							117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117					
10	L																									
11	P								17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17					
11	L																									
12	P								9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9					
12	L																									
13	P								8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8					
13	L																									
14	P																									
14	L																									
1bis	P		61	61	64			178	134	173	173	202	141	204	204	202	141	141	202	195	93	95	63			
1bis	L										20		20		20	20										
INT	P								8	8	8	8	8	8	8	8	8	8								
INT	L																									

Figura 2-6 Flussi di origine portuale stato Post Operam – Stagione Invernale

Ramo		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
1	P		67	20	20	20		47	101	153	111	178	111	198	151	131	131	178	111	111	106			20	20	
1	L										156		156		156	156										
2	P		67	20	20	20		47			2	69	2	49	42	22	22	69	2	2				20	20	
2	L										156		156		156	156										
3	P							47			2	22	2	2	42	2	2	49	2	2				20	20	
3	L																									
4	P																									
4	L																									
5	P																									
5	L																									
6	P		67	20	20	20					47		47		20	20	20									
6	L										156		156		156	156										
6bis	P												47		20	20										
6bis	L												156		156											
6ter	P		67	20	20	20					47				20											
6ter	L										156				156											
7	P							101	153	109	109	109	149	109	109	109	109	109	109	109	106					
7	L																									
8	P								47	3	3	3	43	3	3	3	3	3	3							
8	L																									
9	P							101	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106					
9	L																									
10	P							101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101					
10	L																									
11	P								5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5					
11	L																									
12	P								5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5					
12	L																									
13	P																									
13	L																									
14	P								54														54			
14	L																									
1bis	P		67	20	20	20		47	155	153	111	178	111	198	151	131	131	178	111	111	106	54		20	20	
1bis	L										156		156		156	156										
int	P								8	8	8	8	8	8	8	8	8	8								
int	L																									

Figura 2-7 Flussi di origine portuale stato Post Operam – Stagione Estiva

2.4 Definizione dei fattori di emissione

2.4.1 NO_x

Come accennato nel Par. 2.1 il software per il calcolo delle emissioni stradali utilizzato è il COPERT 4 versione 10.0. Nel paragrafo precedente invece sono state descritte, in termini percentuali, le categorie di veicoli considerati nell'analisi. Nel presente paragrafo si intendono fornire i valori dei fattori di emissione per le categorie di veicoli considerate.

Per la stima di tali fattori è stato necessario impostare il ciclo di guida di riferimento e la velocità media tenuta. Considerando le diverse operazioni compiute dai mezzi nelle diverse condizioni di circolazione, si è scelto di fare riferimento ad un ciclo "Urbano".

Il processo per la valutazione dei fattori di emissione da traffico stradale da utilizzare per la valutazione diffusiva è schematizzato dai seguenti passaggi:

- i. Valutazione dei fattori di emissione COPERT in g/km per singolo veicolo per ogni categoria analizzata;
- ii. Determinazione della percentuale di veicoli per ogni classe definita al punto precedente;
- iii. Valutazione di un fattore di emissione globale rappresentativo del parco veicolare circolante;
- iv. Determinazione del numero di veicoli per ogni ramo e lunghezza di ogni ramo;
- v. Determinazione delle emissioni totali, moltiplicando il fattore di emissione globale per il numero dei veicoli e i km percorsi;
- vi. Determinazione del fattore emissivo in (g/s) per il software Aermod View.

Di seguito si riportano i valori dei fattori di emissione espressi in g/km con riferimento alle principali classi analizzate nel paragrafo precedente:

Fattori di emissione NO _x						
<i>Veicoli Industriali Pesanti</i>						
Tipologia	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5
GASOLIO 3,6 - 7,5	4.04	2.86	3.08	2.30	1.62	1.11
GASOLIO 7,6 - 12	7.32	4.36	4.69	3.62	2.55	1.87
GASOLIO 12,1 - 14	7.93	4.78	5.17	4.10	2.87	2.09
GASOLIO 14,1 - 20	9.90	5.86	6.47	5.21	3.59	3.44
GASOLIO 20,1 - 26	10.52	7.40	8.08	6.46	4.47	
Trattori Stradali						
Tipologia	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5
GASOLIO 14,1 - 20	9.57	5.66	6.20	4.95	3.44	2.92

Tabella 2-3 Fattori di emissione NO_x calcolati con COPERT 4 v. 10.0

Considerando le percentuali viste nel Par. 2.2 è stato possibile determinare il fattore di emissione globale:

<i>Fattore di emissione globale NO_x Veicoli pesanti [g/km * veic]</i>	5.7
<i>Fattore di emissione globale NO_x Veicoli leggeri [g/km * veic]</i>	0.5

Tabella 2-4 Fattori di emissione globali NO_x Scenario Ante Operam

Moltiplicando tali fattori per il numero di veicoli definiti nel paragrafo precedente per i metri di ogni ramo si ottengono le emissioni totali associate al traffico veicolare. Dividendo per il numero di secondi orari si ottengono i fattori di emissione in g/s compatibili con il software AermodView.

Come definito nei paragrafi precedenti è stata valutato il fattore di emissione medio per ogni ramo. I risultati di tale analisi è riportato nella tabella sottostante.

Ramo	EF Simulazione
Ramo 1	0.1764
Ramo 2	0.0019
Ramo 3	0.0013
Ramo 4	0.0009
Ramo 5	0.0005
Ramo 6	0.0071
Ramo 7	0.0233
Ramo 8	0.0009
Ramo 9	0.0137
Ramo 10	0.0071
Ramo 11	0.0025
Ramo 12	0.0033
Ramo 13	0.0008
Ramo INT	0.0055

Tabella 2-5 Fattori di emissione NO_x in g/s da traffico veicolare scenario Ante Operam

Per quanto riguarda lo scenario futuro, essendo l'orizzonte temporale al 2030, è stato previsto un miglioramento del parco veicolare circolante, in quanto nell'arco di circa venti anni è plausibile ipotizzare che alcuni veicoli giungano al termine della propria vita utile, e vengano pertanto sostituiti.

Al fine di garantire comunque un elevato coefficiente di sicurezza, si è ipotizzato un tasso di sostituzione unicamente per i veicoli più vecchi, ovvero gli Euro 0. Si è ipotizzato che parte del parco veicolare costituente la categoria Euro 0 venisse sostituito da veicoli usati (Euro 2) e parte da veicoli nuovi (Euro 4).

Confronto	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Ante Post Delta %	-100%	0%	+50%	0%	+50%	0%

Tabella 2-6 Differenze percentuali distribuzione dei veicoli scenario Ante - Post Operam

In analogia al caso Ante Operam si riportano i valori di fattori di emissione utilizzati.

<i>Fattore di emissione globale NO_x Veicoli pesanti [g/km * veic]</i>	3.6
<i>Fattore di emissione globale NO_x Veicoli leggeri [g/km * veic]</i>	0.5

Tabella 2-7 Fattori di emissione globali NO_x Scenario Post Operam

Ramo	EF Simulazione
Ramo 1	0.0405
Ramo 1 bis	0.0448
Ramo 2	0.0021
Ramo 3	0.0008
Ramo 4	0.0013
Ramo 5	0.0021
Ramo 6	0.0101
Ramo 6 bis	0.0033
Ramo 6 ter	0.0010
Ramo 7	0.0265
Ramo 8	0.0008
Ramo 9	0.0163
Ramo 10	0.0101
Ramo 11	0.0013
Ramo 12	0.0013
Ramo 13	0.0008
Ramo 14	0.0044
Ramo INT	0.0055

Tabella 2-8 Fattori di emissione NO_x in g/s da traffico veicolare scenario Post Operam

Di seguito si riportano i valori orari calcolati per le diverse configurazioni di simulazione.

Quadro di riferimento ambientale Allegato QAMB.A1

a

Ramo	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
1	0.23004	0.06441	0.06441	0.06441		0.16563	0.16256	0.38033	0.23004	0.39943	0.29445	0.52825	0.35886	0.29821	0.29821	0.46008	0.23004	0.23004	0.21470			0.06441	0.06441	
2	0.00855	0.00239	0.00239	0.00239		0.00615	0.00097	0.00097	0.00097	0.00014	0.00629	0.00479	0.00253	0.00253	0.00253	0.00855						0.00239	0.00239	
3	0.00506		0.00266	0.00266		0.00781	0.00097	0.00097	0.00097	0.00097	0.00097	0.00097	0.00629	0.00266		0.00684						0.00266	0.00266	
4						0.00547	0.00547	0.00547	0.00547	0.00547	0.00547	0.00547	0.00547	0.00547										
5						0.00328	0.00328	0.00328	0.00328	0.00328	0.00328	0.00328	0.00328	0.00328										
6	0.03130	0.01878								0.00110	0.04938	0.04938	0.00110	0.01987	0.01878									
7						0.03104	0.07261	0.04392	0.07554	0.05622	0.06851	0.04392	0.04392	0.04392	0.04392	0.04392	0.04392	0.04392	0.04099					
8							0.01333	0.02770	0.04906	0.02770	0.01037	0.01037												
9						0.02097	0.02770	0.02770	0.04906	0.02770	0.02770	0.02770	0.02770	0.02770	0.02770	0.02770	0.02770	0.02770	0.02770	0.02770				
10						0.01426	0.01426	0.01426	0.01426	0.01426	0.01426	0.01426	0.01426	0.01426	0.01426	0.01426	0.01426	0.01426	0.01426	0.01426				
11						0.00619	0.00619	0.00619	0.00619	0.00619	0.00619	0.00619	0.00619	0.00619	0.00619	0.00619	0.00619	0.00619	0.00619	0.00619				
12						0.01022	0.01022	0.01022	0.01022	0.01022	0.01022	0.01022	0.01022	0.01022	0.01022	0.01022	0.01022	0.01022	0.01022	0.01022				
INT							0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329					

h

Ramo	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
1	0.13496	0.03987	0.03987	0.03987		0.09508	0.23924	0.24844	0.16256	0.32211	0.20243	0.40493	0.24537	0.26690	0.26690	0.29752	0.16256	0.16256	0.15336	0.10122			0.03987	0.03987
2	0.00501	0.00148	0.00148	0.00148		0.00353			0.00473	0.00473	0.00148	0.00473	0.00308	0.00268	0.00268	0.00501						0.00148	0.00148	
3						0.00392					0.00165		0.00342			0.00392						0.00165	0.00165	
4																								
5																								
6	0.03924	0.01162	0.01162	0.01162						0.03712		0.03712		0.02102	0.02102	0.01162								
7						0.04568	0.04743	0.03104	0.03104	0.03104	0.03104	0.04685	0.03104	0.03104	0.03104	0.03104	0.03104	0.03104	0.03104	0.02928	0.01932			
8						0.00765	0.01978	0.01978	0.01978	0.01978	0.00667	0.00667												
9						0.03086	0.01978	0.01978	0.01978	0.01978	0.01978	0.01978	0.01978	0.01978	0.01978	0.01978	0.01978	0.01978	0.01978	0.01978	0.01306			
10						0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211	0.01211
11						0.01201	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182	0.00182
12						0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301	0.00301
13						0.01985																		
INT							0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329	0.01329

Figura 2-8 a, b, Fattori di emissione NO_x orari sorgente stradale Ante Operam Stagione Invernale ed Estiva

Quadro di riferimento ambientale Allegato QAMB.A1

a

Ramo	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
1	0.02464	0.02464	0.02585			0.07189	0.05412	0.06987	0.07098	0.08158	0.05805	0.08239	0.08350	0.08350	0.08269	0.05694	0.05694	0.08158	0.07875	0.03756	0.03837	0.02544		
2	0.00443	0.00443	0.00465			0.00443	0.00111	0.00233	0.00253	0.00443	0.00020	0.00458	0.00478	0.00020				0.00443	0.00443	0.00676	0.00691			
3			0.00258				0.00111	0.00111	0.00111	0.00111	0.00111	0.00111	0.00111	0.00111						0.00493	0.00283			
4						0.00624	0.00624	0.00751	0.00751	0.00751	0.00751	0.00751	0.00751	0.00751	0.00127	0.00127								
5						0.01248	0.01248	0.01248	0.01248	0.01248	0.01248	0.01248	0.01248	0.01248										
6						0.02772	0.02772	0.01454	0.01454	0.01579	0.02772	0.00125	0.02862	0.02987	0.00125						0.01454	0.02726		
6bis						0.01601	0.01601	0.00840												0.00840	0.00788			
6ter						0.00616	0.00616		0.00323	0.00337	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014					0.00616	0.00303			
7						0.04371	0.05006	0.05267	0.05267	0.05267	0.05267	0.05267	0.05267	0.05267	0.07546	0.05267								
8														0.00961										
9						0.02953	0.03382	0.03382	0.03382	0.03382	0.03382	0.03382	0.03382	0.03382	0.03382	0.03382								
10						0.02008	0.02008	0.02008	0.02008	0.02008	0.02008	0.02008	0.02008	0.02008	0.02008	0.02008								
11																								
12																								
13																								
14																								
1bis						0.07189	0.05412	0.06987	0.07098	0.08158	0.05805	0.08239	0.08350	0.08350	0.08269	0.05694	0.05694	0.08158	0.07875	0.03756	0.03837	0.02544		
INT						0.01131	0.01131	0.00848	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131		

b

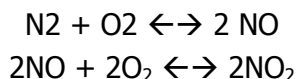
Ramo	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
1	0.02706	0.00808	0.00808	0.00808		0.01898	0.04079	0.06179	0.04483	0.08054	0.04483	0.08861	0.06098	0.06156	0.07189	0.04483	0.04483	0.04281						
2	0.00487	0.00145	0.00145	0.00145		0.00342			0.00015	0.00657	0.00015	0.00512	0.00305	0.00316	0.00316	0.00502	0.00015	0.00015						
3						0.00380			0.00016	0.00178	0.00016	0.00016	0.00339	0.00016	0.00016	0.00396	0.00016	0.00016						
4																								
5																								
6	0.03146	0.00939	0.00939	0.00939					0.03212			0.03212		0.01944	0.01944	0.00939								
6bis												0.01796		0.01087	0.00525									
6ter	0.00676	0.00202	0.00202	0.00202					0.00691					0.00418										
7						0.03773	0.05716	0.04072	0.04072	0.04072	0.04072	0.05566	0.04072	0.04072	0.04072	0.04072	0.04072	0.04072	0.03960					
8									0.00740	0.00047	0.00047	0.00677	0.00047	0.00047	0.00047	0.00047	0.00047	0.00047						
9						0.02549	0.02676	0.02676	0.02676	0.02676	0.02676	0.02676	0.02676	0.02676	0.02676	0.02676	0.02676	0.02676	0.02676					
10						0.01734	0.01734	0.01734	0.01734	0.01734	0.01734	0.01734	0.01734	0.01734	0.01734	0.01734	0.01734	0.01734	0.01734					
11									0.00116	0.00116	0.00116	0.00116	0.00116	0.00116	0.00116	0.00116	0.00116	0.00116	0.00116					
12									0.00192	0.00192	0.00192	0.00192	0.00192	0.00192	0.00192	0.00192	0.00192	0.00192	0.00192					
13																								
14						0.10495														0.10495				
1bis	0.02706	0.00808	0.00808	0.00808		0.01898	0.04574	0.06179	0.04483	0.08054	0.04483	0.08861	0.06098	0.06156	0.07189	0.04483	0.04483	0.04281	0.04483	0.04281	0.10495			
INT						0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131	0.01131		

Figura 2-9 a, b, Fattori di emissione NO_x orari sorgente stradale Post Operam Stagione Invernale ed Estiva

2.4.2 Il processo di conversione da NO_x a NO₂

Quanto descritto nei Paragrafi 1.2.2 e 2.4.1 fa riferimento a fattori di emissioni di ossidi di azoto, tuttavia, la normativa cogente impone di verificare i limiti secondo biossido di azoto.

In termini di inquinamento atmosferico gli ossidi di azoto che destano più preoccupazione sono l'NO e l'NO₂. Ad elevate temperature l'N₂ e l'O₂ reagiscono formando monossido di azoto che ossidandosi a sua volta forma biossido di azoto secondo le seguenti reazioni:



Altri quantitativi di NO si convertono in NO₂ una volta giunti nell'atmosfera per il verificarsi del ciclo fotolitico, conseguenza diretta della interazione tra la luce solare e l'NO₂.

Figura 2-10 Ciclo fotolitico degli ossidi di azoto fonte: *Finzi, Brusca, 1991*

Quanto sin qui riportato accadrebbe qualora il ciclo avvenisse effettivamente così, l'NO₂ si convertirebbe in NO per poi convertirsi nuovamente in NO₂ senza modifiche nelle concentrazioni dei due composti. Ma gli idrocarburi presenti nell'atmosfera interferiscono nel ciclo permettendo che l'NO si converta in NO₂ più rapidamente di quanto l'NO₂ venga dissociato in NO e O, con un conseguente accumulo di NO₂ e di ozono.⁴

Appare pertanto evidente come, si debba considerare all'interno del processo la quantità di ozono presente al fine di poter correttamente stimare l'NO₂ presente in atmosfera.

Il modello AermodView presenta uno specifico modulo in grado di convertire gli NO_x in NO₂ secondo due metodologie. La prima, utilizzata nel presente studio, fa riferimento alla tecnica denominata "Ozone Limiting Method for the conversion of NO_x to NO₂", la seconda è la "Plume Volume Molar Ratio Method for the conversion of NO_x to NO₂".

Al fine di stimare gli NO₂ il modello richiede la definizione del quantitativo di ozono presente sul territorio. In via esemplificativa, ed in considerazione del grado di approssimazione del dato, si è scelto di stimare il valore di ozono in forma di media mensile. I valori più aggiornati, disponibili sul territorio, fanno riferimento alla stazione SA22, i cui valori sono sinteticamente riportati nel grafico sottostante.

⁴ La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria, Roberto Sozzi APAT 2003

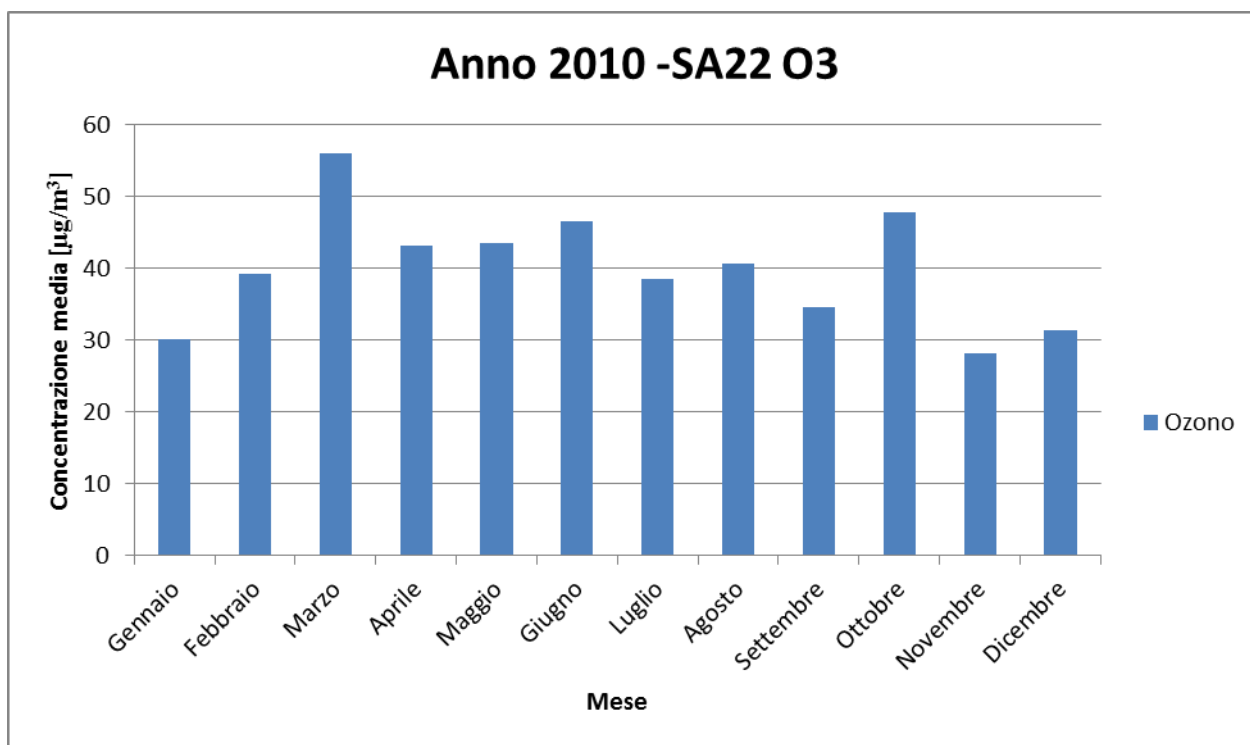


Figura 2-11 Ozono Anno 2010 centralina SA22 fonte: *Banca dati BRACE*

2.4.3 PM₁₀

Coerentemente a quanto visto per gli ossidi di azoto, anche per il PM₁₀ si riportano i valori dei fattori di emissione utilizzati nel modello.

Fattori di emissione PM ₁₀						
<i>Veicoli Industriali Pesanti</i>						
Tipologia	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5
GASOLIO 3,6 - 7,5	0.262	0.103	0.053	0.053	0.013	0.011
GASOLIO 7,6 - 12	0.262	0.158	0.080	0.082	0.020	0.019
GASOLIO 12,1 - 14	0.279	0.174	0.087	0.086	0.021	0.019
GASOLIO 14,1 - 20	0.379	0.233	0.106	0.119	0.026	0.024
GASOLIO 20,1 - 26	0.386	0.296	0.139	0.145	0.033	
<i>Trattori Stradali</i>						
Tipologia	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5
GASOLIO 14,1 - 20	0.357	0.216	0.105	0.11	0.025	0.024

Tabella 2-9 Fattori di emissione PM₁₀ calcolati con COPERT 4 v. 10.0

<i>Fattore di emissione globale PM₁₀ Veicoli pesanti [g/km * veic]</i>	0.205
<i>Fattore di emissione globale PM₁₀ Veicoli leggeri [g/km * veic]</i>	0.002

Tabella 2-10 Fattori di emissione globali PM₁₀ Scenario Ante Operam

Ramo	EF Simulazione
Ramo 1	0.0060392
Ramo 2	0.0000652
Ramo 3	0.0000408
Ramo 4	0.0000037
Ramo 5	0.0000022
Ramo 6	0.0002285
Ramo 7	0.0008390
Ramo 8	0.0000324
Ramo 9	0.0004913
Ramo 10	0.0002568
Ramo 11	0.0000898
Ramo 12	0.0001188
Ramo 13	0.0000297
Ramo INT	0.0060392

Tabella 2-11 Fattori di emissione PM₁₀ in g/s da traffico veicolare scenario Ante Operam

Anche per il PM₁₀, sono state considerate le stesse ipotesi viste per gli ossidi di azoto nello scenario futuro. Di seguito si riportano sinteticamente i valori imputati al modello nella configurazione Post Operam.

<i>Fattore di emissione globale PM₁₀ Veicoli pesanti [g/km * veic]</i>	0.068
<i>Fattore di emissione globale PM₁₀ Veicoli leggeri [g/km * veic]</i>	0.002

Tabella 2-12 Fattori di emissione globali PM₁₀ Scenario Post Operam

Ramo	EF Simulazione
Ramo 1	0.0007539
Ramo 1 bis	0.0000380
Ramo 2	0.0000116
Ramo 3	0.0000092
Ramo 4	0.0000083
Ramo 5	0.0001818
Ramo 6	0.0000963
Ramo 6 bis	0.0000173
Ramo 6 ter	0.0005024
Ramo 7	0.0000150
Ramo 8	0.0003085
Ramo 9	0.0001919
Ramo 10	0.0000242
Ramo 11	0.0000254
Ramo 12	0.0000145
Ramo 13	0.0000828
Ramo 14	0.0008367
Ramo INT	0.0000881

Tabella 2-13 Fattori di emissione PM₁₀ in g/s da traffico veicolare scenario Post Operam

Di seguito si riportano i valori orari calcolati per le diverse configurazioni di simulazione.

a

Ramo	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
1	0.008106	0.002270	0.002270	0.002270	0.005837	0.005837	0.013403	0.008106	0.013958	0.010376	0.002222	0.018497	0.012646	0.010391	0.010391	0.016213	0.008106	0.008106	0.007566			0.002270	0.002270	0.002270
2	0.000307	0.000086	0.000086	0.000086	0.000221	0.000221	0.000004	0.000004	0.000001	0.000001	0.000004	0.000004	0.000172	0.000087	0.000087	0.000307						0.000086	0.000086	0.000086
3	0.000182				0.000250	0.000250	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000185	0.000096	0.000096	0.000246						0.000096	0.000096	0.000096
4					0.000022	0.000022	0.000013	0.000013	0.000013	0.000013	0.000013	0.000022	0.000013											
5					0.000013	0.000013	0.000013	0.000013	0.000013	0.000013	0.000013	0.000013	0.000013	0.000013	0.000013	0.000013								
6	0.001125	0.000675					0.001116	0.002610	0.001579	0.002715	0.002021	0.002463	0.001579	0.001579	0.001579	0.000675	0.001579	0.001579	0.001473					
7							0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478				
8							0.000479	0.000479	0.000479	0.000479	0.000479	0.000479	0.000479	0.000479	0.000479	0.000479	0.000479	0.000479	0.000479	0.000479				
9							0.000754	0.000996	0.000996	0.001763	0.000996	0.000996	0.000996	0.000996	0.000996	0.000996	0.000996	0.000996	0.000996	0.000996				
10							0.000513	0.000513	0.000513	0.000513	0.000513	0.000513	0.000513	0.000513	0.000513	0.000513	0.000513	0.000513	0.000513	0.000513				
11							0.000222	0.000222	0.000222	0.000222	0.000222	0.000222	0.000222	0.000222	0.000222	0.000222	0.000222	0.000222	0.000222	0.000222				
12							0.000367	0.000367	0.000367	0.000367	0.000367	0.000367	0.000367	0.000367	0.000367	0.000367	0.000367	0.000367	0.000367	0.000367				
INT							0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478				

b

Ramo	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
1	0.004756	0.001405	0.001405	0.001405	0.003351	0.003351	0.008431	0.008755	0.005729	0.009333	0.007134	0.012251	0.008647	0.007387	0.007387	0.010484	0.005729	0.005729	0.005404			0.001405	0.001405	0.001405
2	0.000180	0.000053	0.000053	0.000053	0.000127	0.000127				0.000132	0.000053	0.000132	0.000111	0.000058	0.000058	0.000180						0.000053	0.000053	0.000053
3					0.000141	0.000141					0.000059	0.000123	0.000123			0.000141						0.000059	0.000059	0.000059
4																								
5										0.001034	0.001034	0.001034	0.001034	0.001034	0.001034	0.001034	0.001034	0.001034	0.001034	0.001034				
6	0.001414	0.000418	0.000418	0.000418			0.001642	0.001705	0.001116	0.001116	0.001116	0.001684	0.001116	0.001116	0.001116	0.000456	0.001116	0.001116	0.001052	0.000695				
7							0.000279	0.000279	0.000279	0.000279	0.000279	0.000279	0.000279	0.000279	0.000279	0.000279	0.000279	0.000279	0.000279	0.000279				
8							0.001109	0.000711	0.000711	0.000711	0.000711	0.000711	0.000711	0.000711	0.000711	0.000711	0.000711	0.000711	0.000711	0.000469				
9							0.000435	0.000435	0.000435	0.000435	0.000435	0.000435	0.000435	0.000435	0.000435	0.000435	0.000435	0.000435	0.000435	0.000435				
10							0.000432	0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000432				
11							0.000108	0.000108	0.000108	0.000108	0.000108	0.000108	0.000108	0.000108	0.000108	0.000108	0.000108	0.000108	0.000108	0.000108				
12							0.000713	0.000713	0.000713	0.000713	0.000713	0.000713	0.000713	0.000713	0.000713	0.000713	0.000713	0.000713	0.000713	0.000713				
13																								
INT							0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478	0.000478				

Figura 2-12a, b, Fattori di emissione PM₁₀ orari sorgente stradale Ante Operam Stagione Invernale - Estiva



Quadro di riferimento ambientale Allegato QAMB.A1

a

Ramo	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
1	0.000467	0.000467	0.000467	0.000489			0.001361	0.001025	0.001323	0.001327	0.001545	0.001083	0.001560	0.001564	0.001549	0.001078	0.001078	0.001545	0.001491	0.000711	0.000727	0.000482		
2	0.000084	0.000084	0.000084	0.000088			0.000084	0.000044	0.000044	0.000045	0.000084	0.000001	0.000087	0.000088	0.000001			0.000084	0.000084	0.000128	0.000131			
3				0.000049			0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004									
4							0.000025	0.000025	0.000049	0.000049	0.000049	0.000049	0.000049	0.000049	0.000024									
5							0.000050	0.000050	0.000050	0.000050	0.000050	0.000050	0.000050	0.000050	0.000024									
6				0.000542			0.000542	0.000285	0.000290	0.000290	0.000542	0.000005	0.000560	0.000565	0.000005			0.000542	0.000285	0.000159	0.000149			
6bis				0.000303			0.000117	0.000061	0.000062	0.000061	0.000062	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001			0.000303	0.000117	0.000057				
6ter							0.000828	0.000948	0.000997	0.000997	0.000997	0.000997	0.000997	0.000997	0.001429			0.000997	0.000948	0.000446				
7																								
8																								
9							0.000559	0.000640	0.000640	0.000640	0.000640	0.000640	0.000640	0.000640	0.000182									
10							0.000380	0.000380	0.000380	0.000380	0.000380	0.000380	0.000380	0.000380	0.000640									
11								0.000075	0.000075	0.000075	0.000075	0.000075	0.000075	0.000075	0.000380									
12								0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000065	0.000380									
13								0.000058	0.000058	0.000058	0.000058	0.000058	0.000058	0.000058	0.000058									
14																								
1bis																								
INT		0.000467	0.000467	0.000489			0.001361	0.001025	0.001323	0.001327	0.001545	0.001083	0.001560	0.001564	0.001549	0.001078	0.001078	0.001545	0.001491	0.000711	0.000727	0.000482		

h

Ramo	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
1	0.000512	0.000153	0.000153	0.000153			0.000359	0.000772	0.001170	0.000849	0.001396	0.001155	0.001036	0.001036	0.001036	0.001361	0.000849	0.000849	0.000811			0.000153	0.000153	
2	0.000092	0.000028	0.000028	0.000028			0.000065	0.000072	0.000003	0.000101	0.000003	0.000074	0.000058	0.000037	0.000037	0.000095	0.000003	0.000003	0.000003			0.000028	0.000028	
3									0.000003	0.000034	0.000003	0.000003	0.000064	0.000003	0.000003	0.000075	0.000003	0.000003	0.000003			0.000031	0.000031	
4																								
5																								
6	0.000596	0.000178	0.000178	0.000178						0.000458		0.000458		0.000218	0.000178									
6bis																								
6ter										0.000099				0.000047										
7							0.000714	0.001082	0.000771	0.000771	0.000771	0.001054	0.000771	0.000771	0.000771	0.000771	0.000771	0.000771	0.000771	0.000750				
8							0.000140	0.000089	0.000089	0.000089	0.000089	0.000089	0.000089	0.000089	0.000089	0.000089	0.000089	0.000089	0.000089	0.000089				
9							0.000483	0.000507	0.000507	0.000507	0.000507	0.000507	0.000507	0.000507	0.000507	0.000507	0.000507	0.000507	0.000507	0.000507				
10							0.000328	0.000328	0.000328	0.000328	0.000328	0.000328	0.000328	0.000328	0.000328	0.000328	0.000328	0.000328	0.000328	0.000328				
11								0.000022	0.000022	0.000022	0.000022	0.000022	0.000022	0.000022	0.000022	0.000022	0.000022	0.000022	0.000022	0.000022				
12								0.000036	0.000036	0.000036	0.000036	0.000036	0.000036	0.000036	0.000036	0.000036	0.000036	0.000036	0.000036	0.000036				
13																								
14							0.001987													0.001987				
1bis							0.000359	0.002760	0.001170	0.000849	0.001396	0.000849	0.001549	0.001155	0.001036	0.001361	0.000849	0.000849	0.000811	0.000811	0.000811	0.000153	0.000153	
INT							0.000467	0.000467	0.000489															

Figura 2-13 a, b, Fattori di emissione PM₁₀ orari sorgente stradale Post Operam Stagione Invernale – Estiva