

EXPERT PANEL FOR POLLUTING EMISSIONS REDUCTION EXPAPER 2026

Emissioni navali nelle aree portuali

Marco Cordella (ISPRA), Laura Bennati (ARPA Lazio), Antonella Bernetti (ISPRA),
Silvia Pillon (ARPA Veneto), Laura Susanetti (ARPA Veneto)

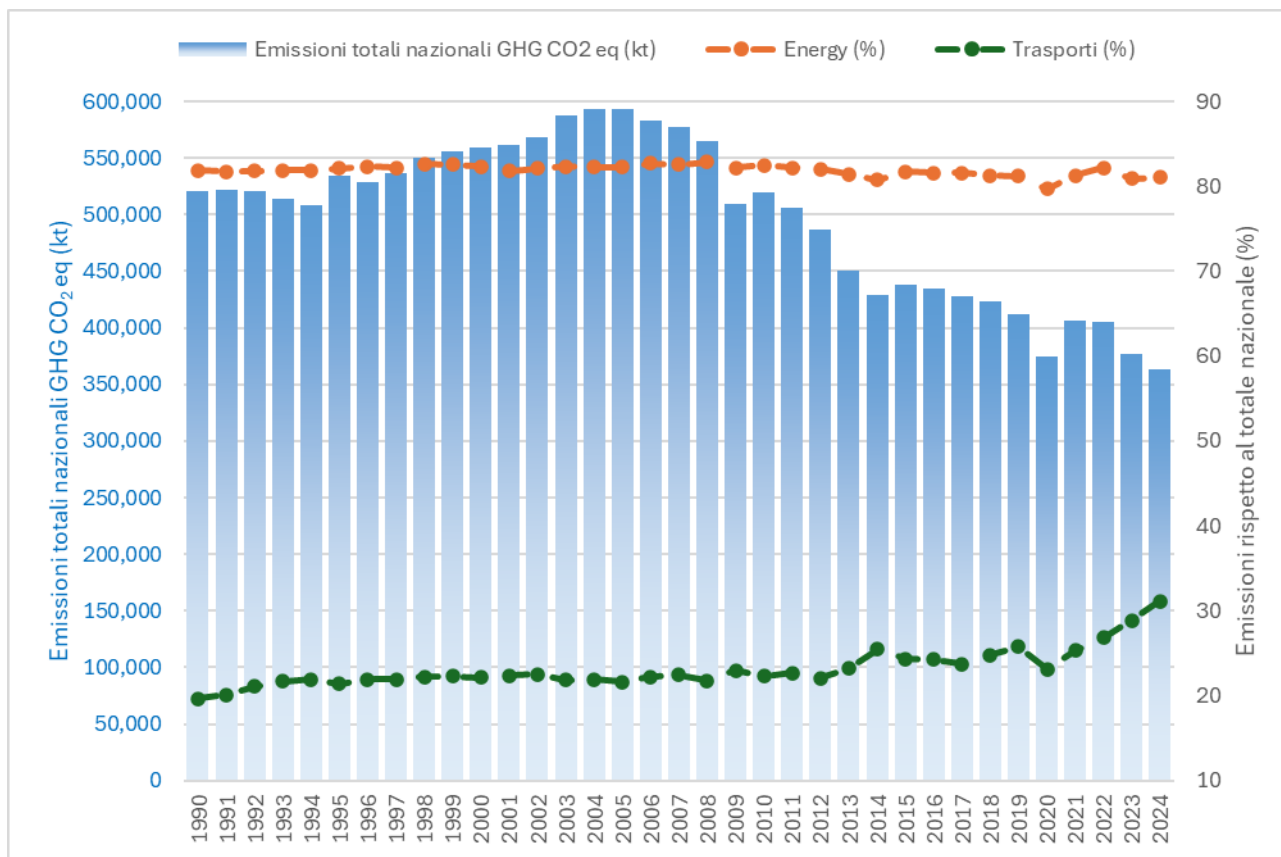
Agenda

- Le emissioni nazionali: il contesto
- Stima delle emissioni: la metodologia
- Rilevazione e stima delle emissioni dal traffico navale nei porti
- Criticità e spunti di approfondimento: la classificazione delle navi per tipologia
- Esempio di applicazione: stime tier 2 - porto di Civitavecchia
- Discussione e riferimenti utili

Le emissioni nazionali

Il contesto

Emissioni totali nazionali e Settore Energia



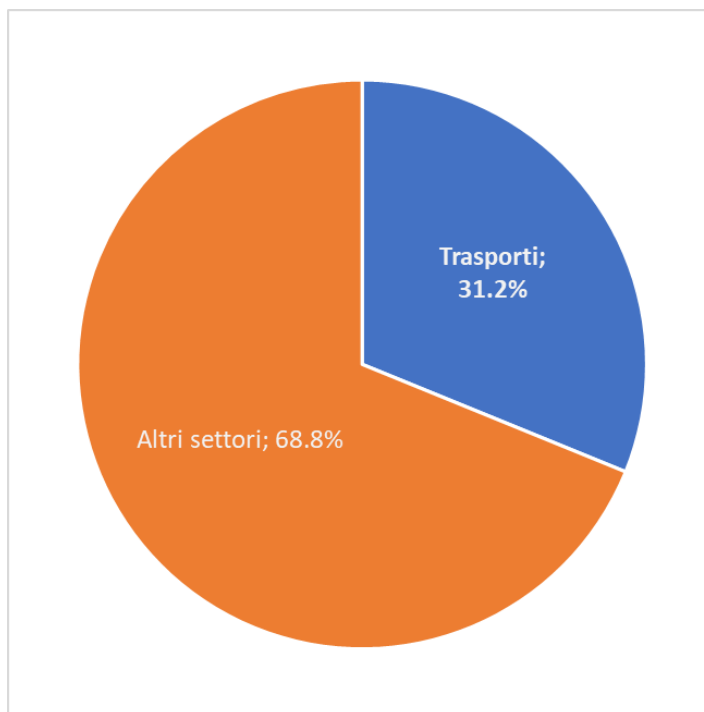
Emissioni nazionali totali di gas serra GHG CO₂ equivalente, contributo del settore energetico e del sottosettore dei trasporti (1990-2024)

Le emissioni totali di gas ad effetto serra (senza considerare il contributo dell'utilizzo del suolo, dei cambiamenti dell'uso del suolo e delle foreste) hanno raggiunto il picco negli anni 2004-2005, per poi diminuire progressivamente fondamentalmente a causa della crisi economica. Si notano le diminuzioni più marcate in corrispondenza degli anni 2009 e 2013-2014, e in occasione della crisi pandemica globale del 2020. L'anno 2024 rappresenta il valore minimo della serie storica.

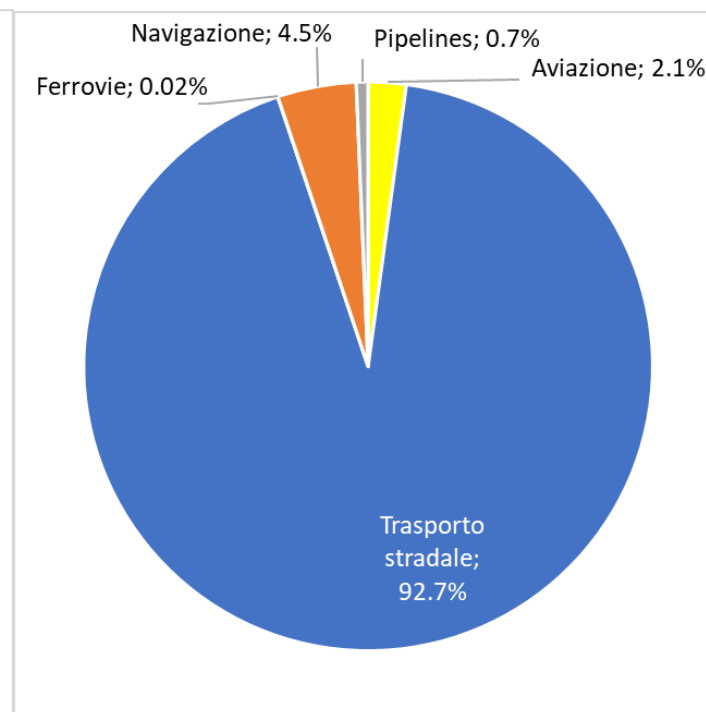
Il **settore energetico** è responsabile della quota maggioritaria delle emissioni, in media l'82% nel periodo 1990-2024. Il peso sul totale delle emissioni del settore è sostanzialmente stabile.

Il **sottosettore dei trasporti** rappresenta una quota rilevante delle emissioni totali di gas serra: è passato dal 19.6% nel 1990 al 31.2% nell'anno 2024.

Emissioni: il contributo del settore dei trasporti



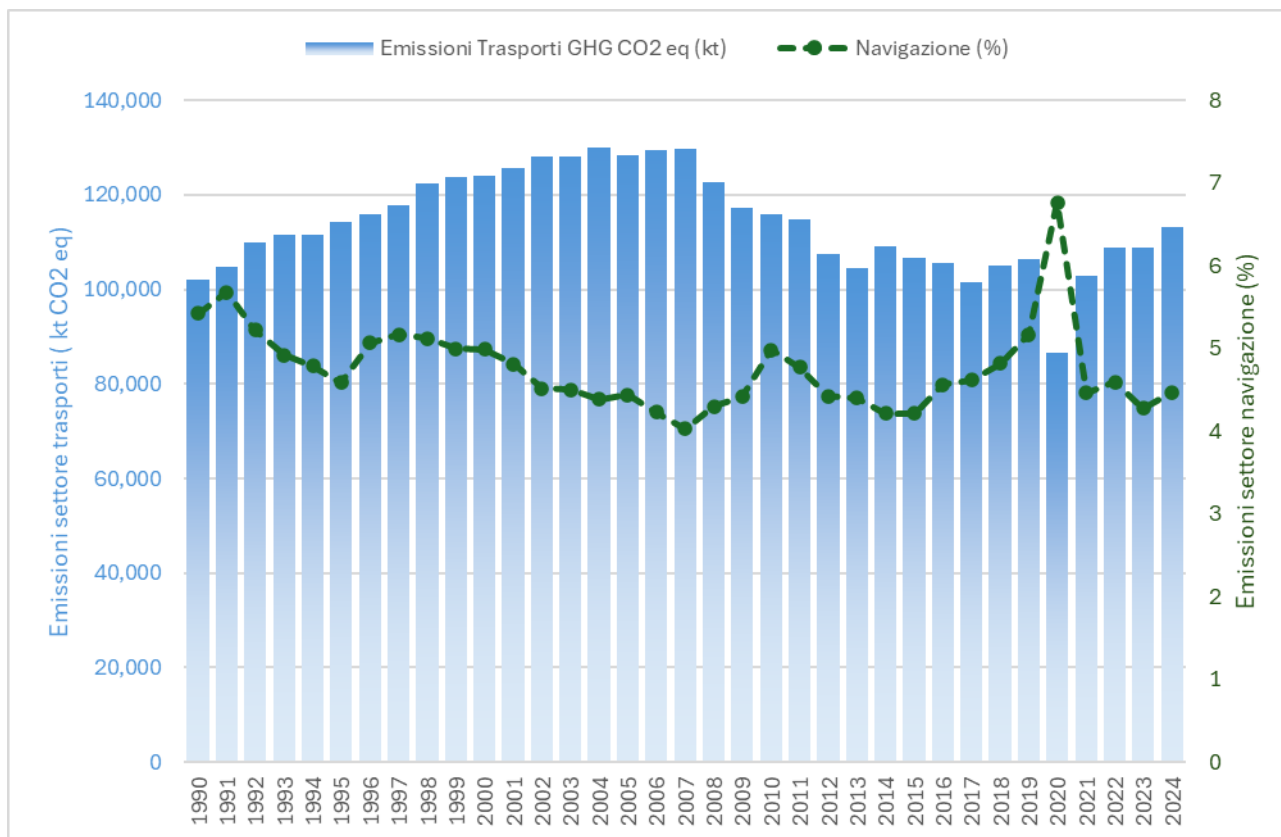
Emissioni di gas serra nel 2024



Emissioni dal settore dei trasporti nel 2024

Il settore dei trasporti contribuisce in maniera importante alle emissioni nazionali di gas serra: nel 2024 il settore ha contribuito complessivamente per il 31.2% rispetto al totale nazionale. La scomposizione del settore dei trasporti per modalità è articolata nel **trasporto su strada**, che costituisce la fonte maggioritaria di emissioni (92.7% del settore dei trasporti, considerato complessivamente), seguito dalla **navigazione** nazionale (4.5% del totale), dall'**aviazione** domestica (2.1% del totale), dall'**altro trasporto** (0.7%) e dalle **ferrovie** (0.02%). Nella voce «altro trasporto» vengono considerate le pipelines per il trasporto gas, mentre, per quanto riguarda le ferrovie, in questa sezione vengono contabilizzate unicamente le emissioni dovute alla trazione a gasolio.

Emissioni di gas serra dal settore della navigazione

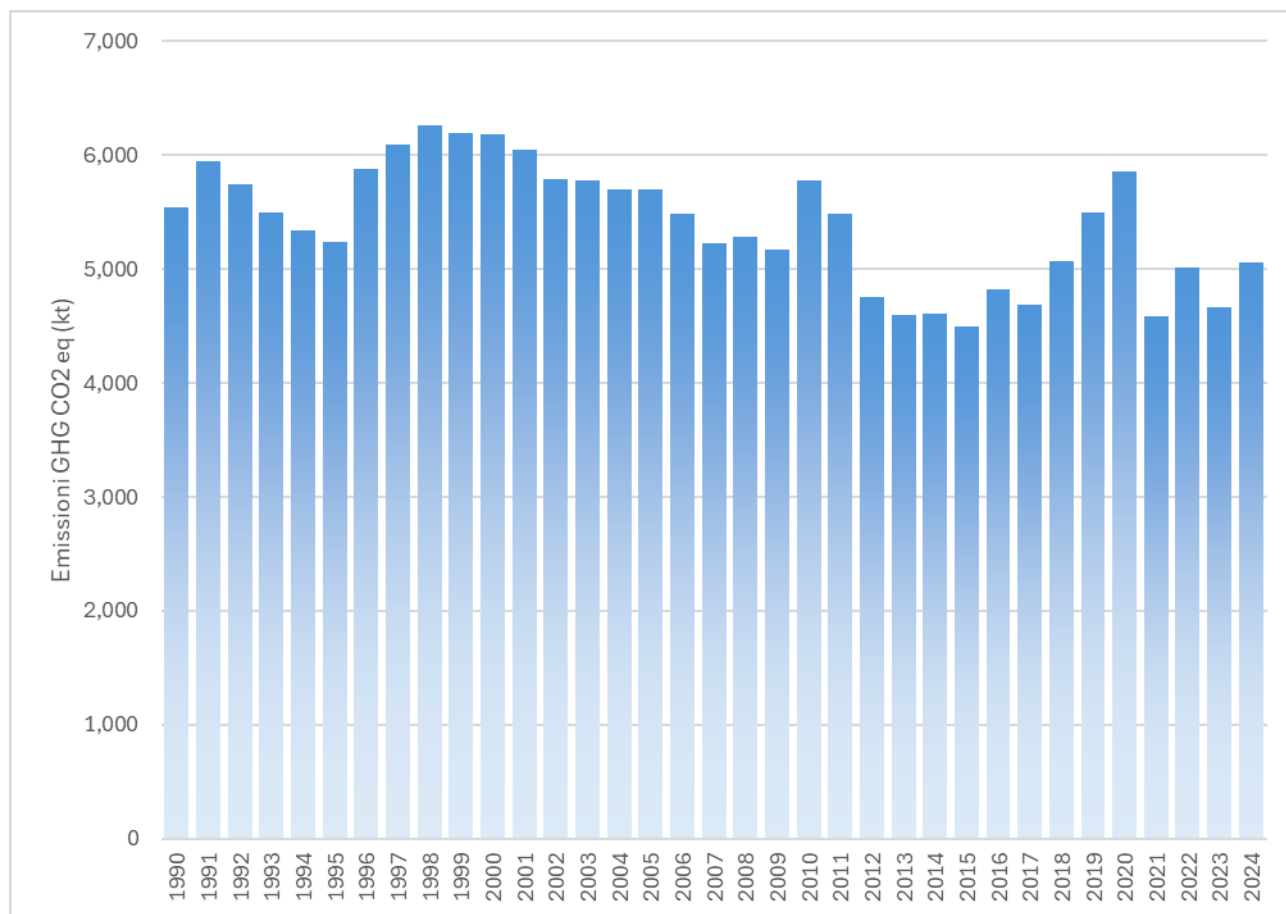


Emissioni di gas serra dal settore dei trasporti e contributo percentuale del settore della navigazione (1990-2024)

Il settore della navigazione rappresenta il 4.8% delle emissioni complessive dal settore dei trasporti, considerando l'intero periodo 1990 – 2024.

Nel periodo 1990-2007 la quota rappresentata dalla navigazione diminuisce lentamente rispetto al totale dei trasporti, mentre dal 2008 in poi si assesta attorno al 4.7%, con le notevoli eccezioni degli anni 2010-2011 (pesa di più a seguito della crisi economica che ha impattato maggiormente su altri settori) e soprattutto nell'anno 2020, dove ha raggiunto il 6.8% delle emissioni dai trasporti, considerando le misure anti pandemiche di blocco della mobilità che hanno influenzato pesantemente gli altri settori del trasporto.

Emissioni di gas serra: il settore della navigazione



Emissioni di gas serra dal settore della navigazione (1990-2024)

Per quanto riguarda le emissioni di gas serra, il settore della navigazione ha avuto un andamento oscillante negli anni Novanta, raggiungendo il massimo della serie storica nel 1998. Nel 2012-2013 si assiste ad una diminuzione brusca delle emissioni a cui segue una fase di stabilità, che si interrompe dal 2018, quando le emissioni riprendono a crescere. Il 2020, contrariamente ad altri mezzi di trasporto, vede un aumento del traffico navale, probabilmente legato ai traffici commerciali. Il 2021, vede una diminuzione delle emissioni, anche per gli effetti di medio termine della pandemia. Nel 2024 le emissioni dal settore della navigazione risultano in crescita rispetto l'anno precedente, ma in linea con il 2022.

Stima delle emissioni

La metodologia

Stima delle emissioni - i metodi

Tier 1

Dati di attività

- Consumo carburante
- Tipo carburante

Stima emissioni:

Tipo di carburante (t) * Fattore di emissione (kg/t)
per inquinante

Tier 2

Dati di attività

- Consumo carburante per tipo nave
- Tipo carburante per tipo nave

Stima emissioni:

Tipo di Carburante (t) * Fattore di emissione (kg/t)
per tipo motore e inquinante

Carburanti considerati:

- Bunker fuel oil
- Marine diesel/gas oil
- LNG
- Gasoline



Tier 3

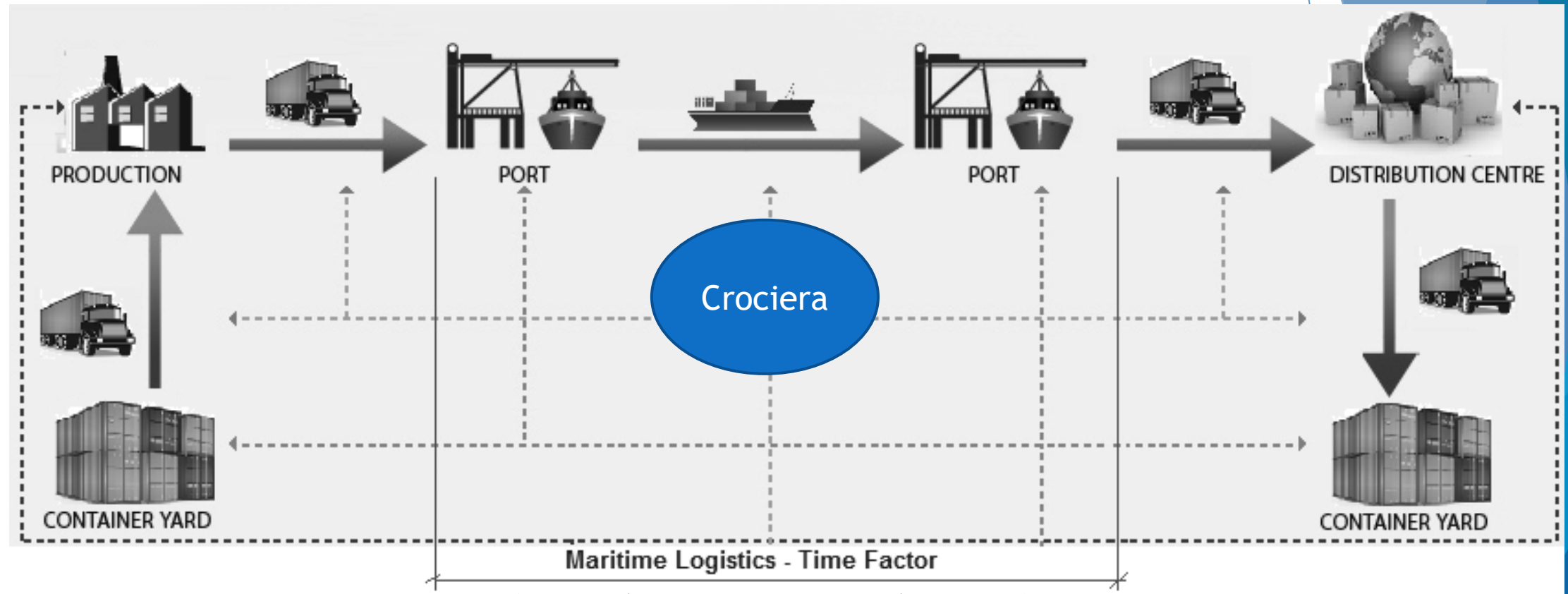
Dati di attività

- Consumo carburante per tipo nave e fase di navigazione
- Tipo carburante per tipo nave e fase di navigazione
- Tempi delle fasi di navigazione

Stima emissioni:

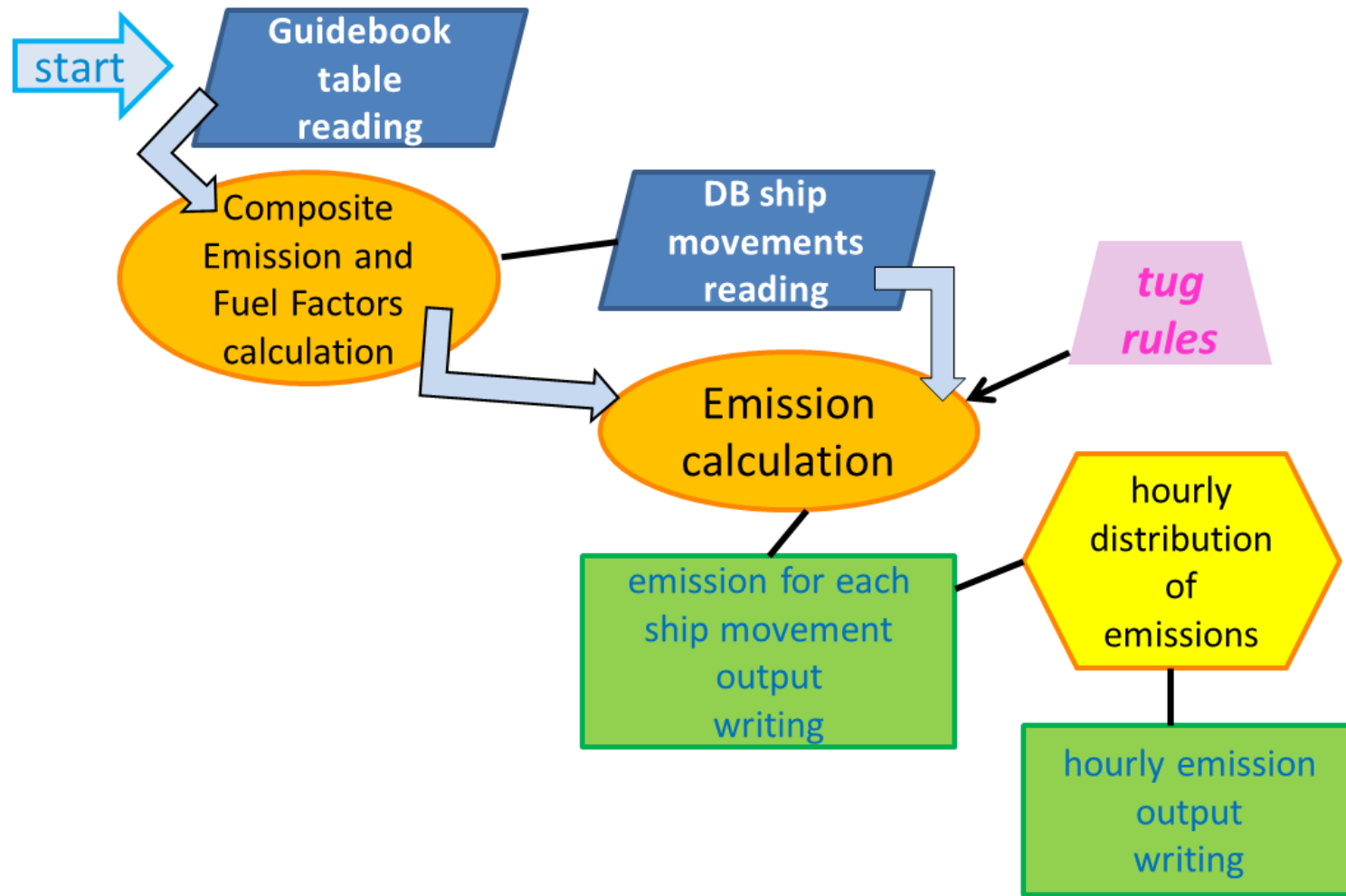
Tipo di Carburante (t) * Fattore di emissione (kg/t)
per tipo motore, fase di navigazione e inquinante

Flussi logistici e fasi di navigazione



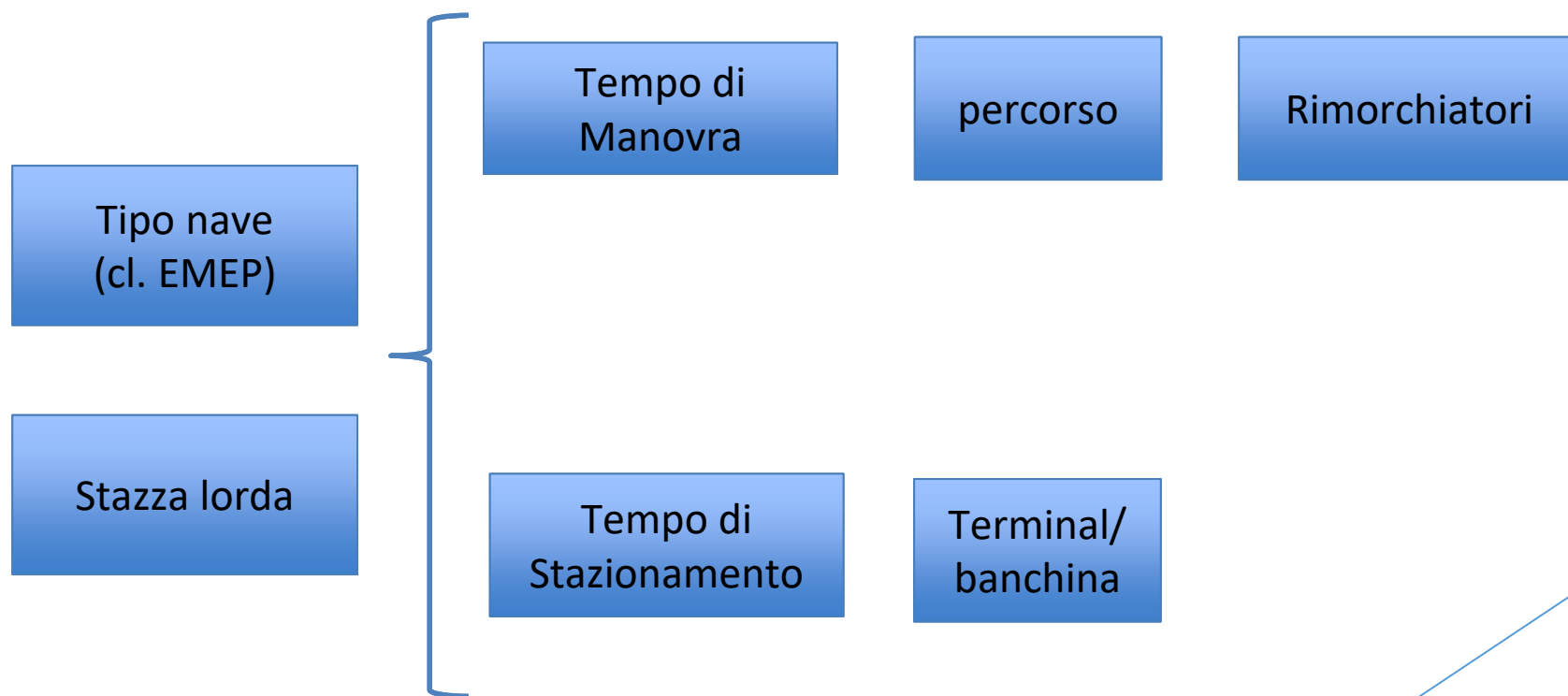
Manovra
Stazionamento

Metodologia di stima - Guidebook EMEP/EEA tier 3



Rilevazione - tier 3

Ambito: tutte le navi che fanno una «toccata» in porto e vengono registrate dalla Capitaneria



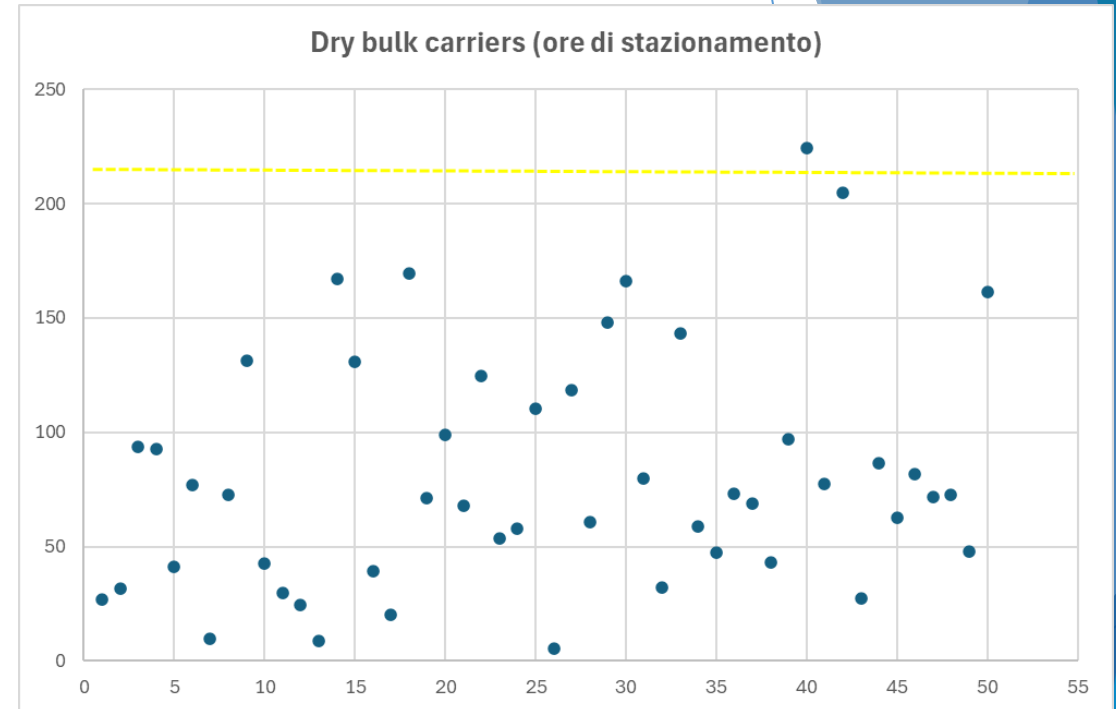
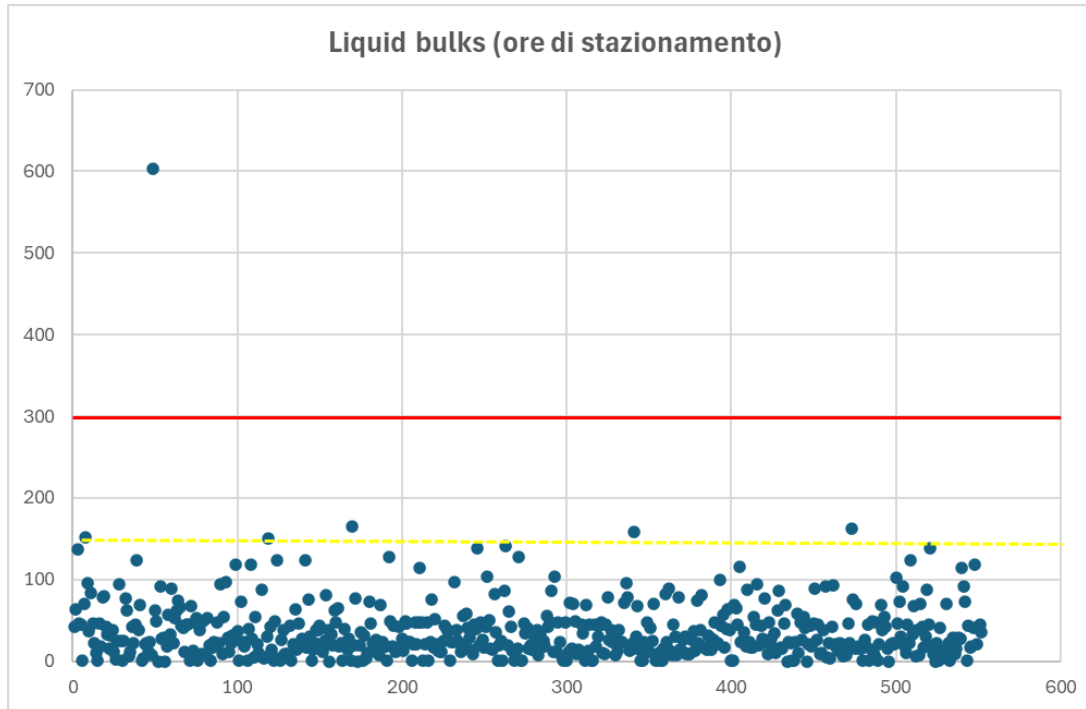
Input: i controlli sui dati

La qualità dei dati di input è un requisito fondamentale per assicurare la bontà delle stime di emissione.

Esempi - database dei movimenti delle navi:

- Data di arrivo in porto della nave deve essere precedente la data di partenza dal porto
- La banchina di arrivo e quella di partenza devono coincidere (copertura di tutti i movimenti in porto)
- La tipologia della nave deve essere coerente nell'intero database (problema di codifica chiara della registrazione della tipologia di nave)

Input: distribuzione dei tempi di stazionamento



Correzione

Un valore estremo può influire molto sui risultati finali

Nessuna correzione

Criticità su tabelle Guidebook EEA/EMEP

- La tabella che associa la potenza del motore alla stazza lorda della nave soffre di limiti di **rappresentatività**, specialmente per quanto riguarda le navi passeggeri
- Le tabelle riguardanti i **motori** sono datate e il rischio di perdere le caratteristiche delle navi degli ultimi 15/20 anni è consistente.
- L'applicabilità della stima delle **navi alimentate a GNL** è limitato per insufficienti informazioni contenute nel Guidebook 2023 (abbiamo i FE in tabella 3.13 ma mancano le informazioni per distribuirli in tab 3.10).
- Sostanzialmente, la possibilità di applicare a livello tier 3 la stima emissiva legate alle nuove tecnologie e carburanti basso emissivi è vincolata dai **tempi di aggiornamento delle linee guida**.

La Task Force on Emission Inventories and Projections (TFEIP) raccoglie le osservazioni e coordina gli aggiornamenti del Guidebook

Prossimo incontro TFEIP: 12-13 maggio Copenhagen

Rilevazione e stima delle emissioni dal traffico navale nei porti

Convenzione Porti SNPA - Progetto PNC SALPIAM

I porti

Progetto Porti SNPA

- Ancona
- Bari
- Catania
- Civitavecchia
- Gioia Tauro
- Livorno
- Messina
- Monfalcone
- Napoli
- Ravenna
- Taranto
- Trieste
- Venezia

Anno 2019

Progetto SALPIAM

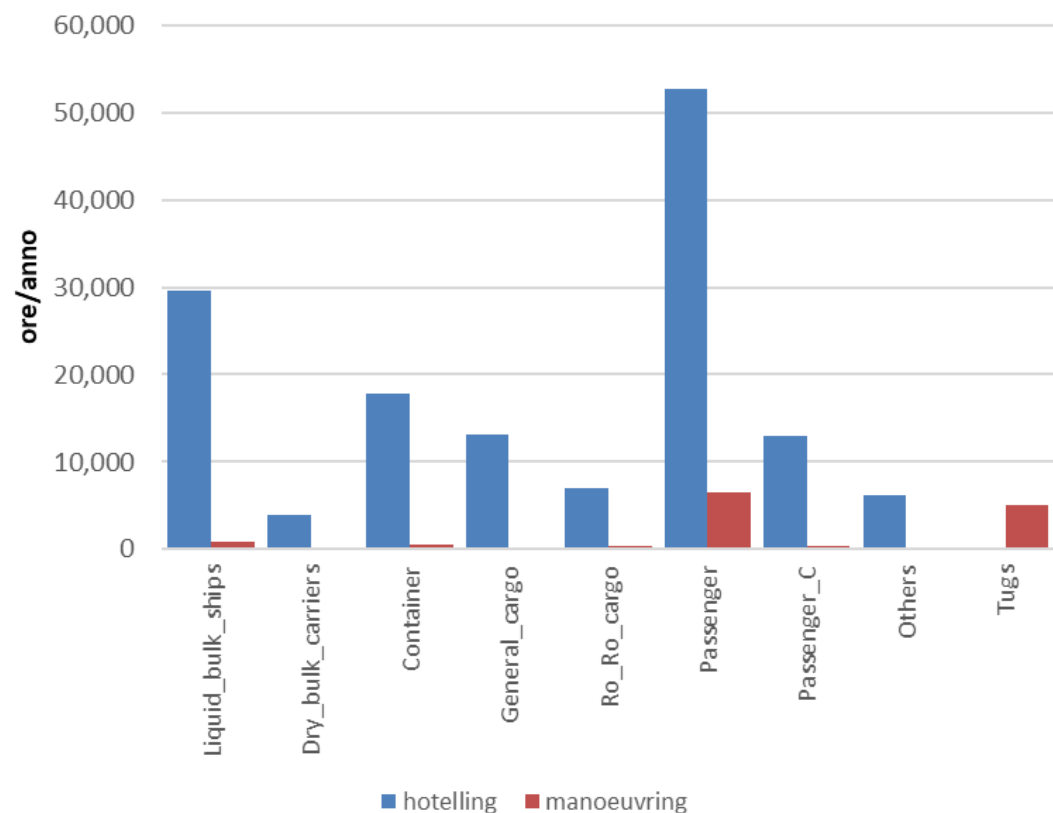
- Ancona
- Bari
- Brindisi
- Civitavecchia
- Genova

Anno 2021

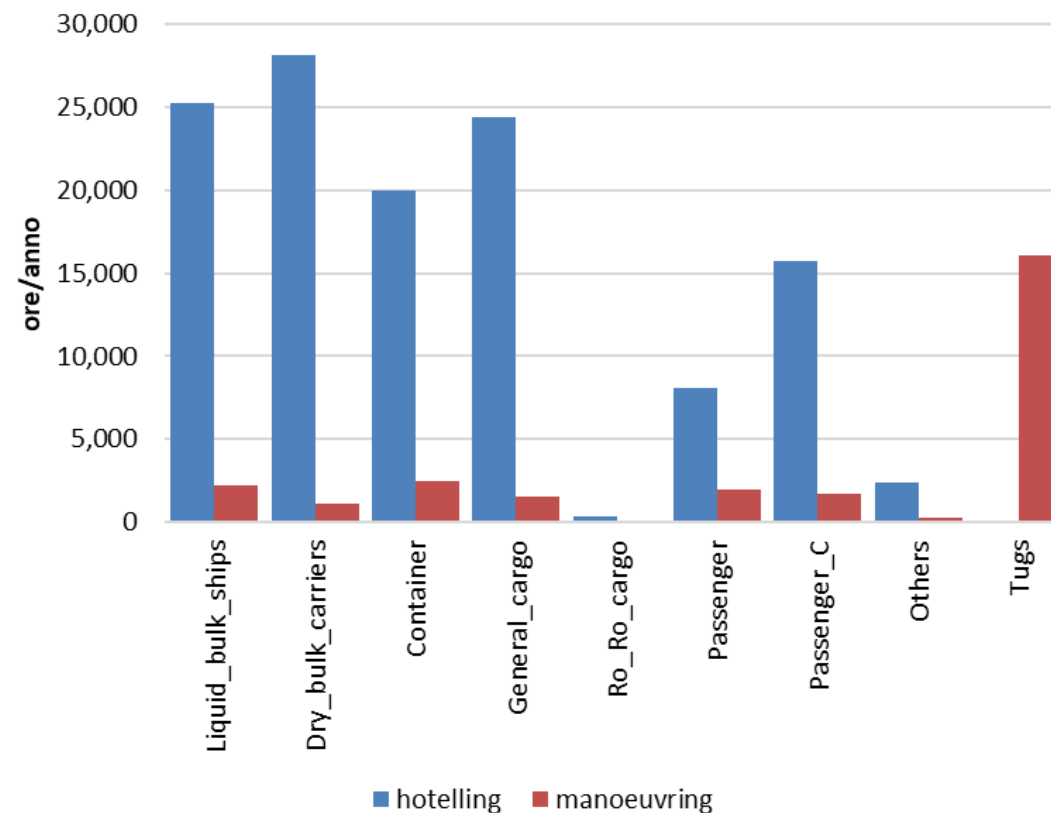


I tempi di navigazione in porto

Tempi totali (ore) - NAPOLI 2019



Tempi totali (ore) - VENEZIA 2019



Stima delle emissioni per inquinante

CLASSIFICAZIONE NAVI EEA/EMEP	Manovra	Stazionamento
Portarinfuse liquide	22 macro/micro inquinanti	22 macro/micro inquinanti
Portarinfuse solide		
Portacontainer		
Navi cargo		
Ro-Ro Cargo		
Passeggeri		
Crociera		
Pescherecci		
Altro		
Rimorchiatori		

Le emissioni si differenziano per **fase di navigazione e tipo di nave**.

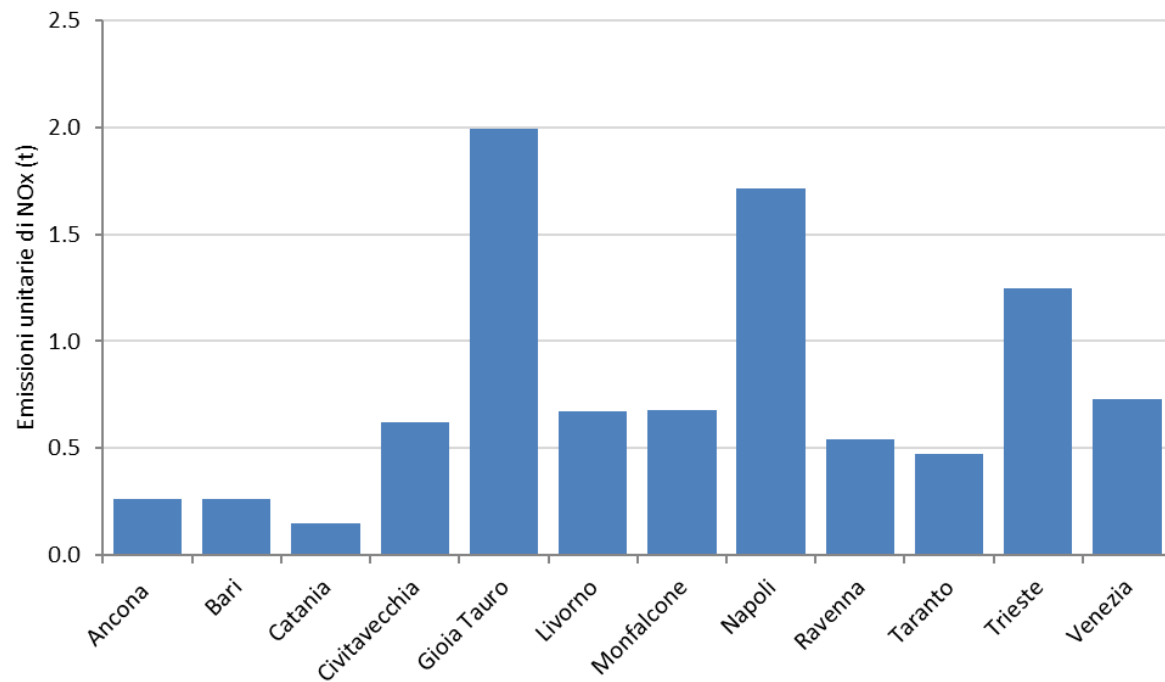
Nel caso di canali di porto estesi, le emissioni prodotte nella fase di manovra possono essere particolarmente significative (ad es. Ravenna, Venezia).

Per quanto riguarda i **rimorchiatori**, il loro contributo è assegnato alla fase di manovra, in quanto assistenza alle navi in ingresso e uscita dal porto. Nel caso non siano disponibili i dati per singola manovra, si sono desunti dalle regole di sicurezza specifiche per ciascun porto (numero di rimorchiatori in assistenza per ciascuna manovra e tipo di nave) o si sono richiesti i dati dei consumi totali annui.

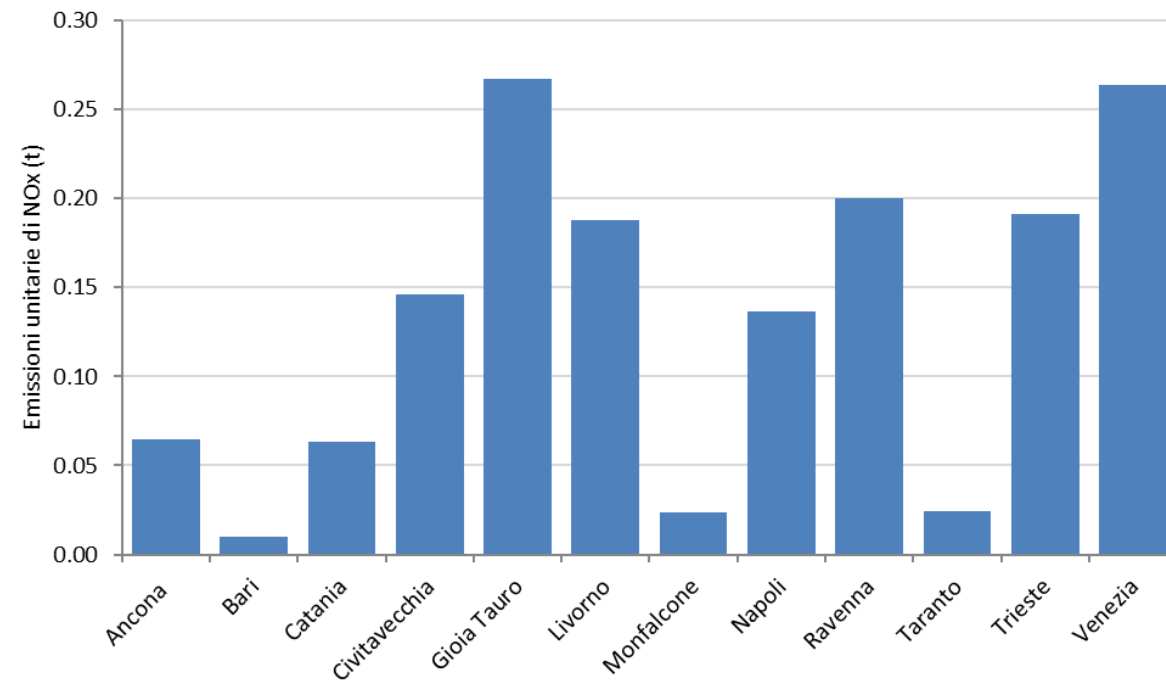
NO_x, NMVOC, PM, SO₂, CO, CO₂, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, PCB, PCDD, HCB, BaP, BbF, BkF, IcdP

Emissioni in atmosfera per fase di navigazione

Emissioni in fase di stazionamento - Container ship



Emissioni in fase di manovra - Container ship



Emissioni medie per singola nave

Fattori di emissione impliciti per tipologia di nave - 2019

Tabella 7.1 – Fattori di emissione per tipologia di nave e inquinante, fase di stazionamento in porto

Tipologia nave	SO ₂ (kg/Mg)	NO _x (kg/Mg)	CO (kg/Mg)	NMVOC (kg/Mg)	PM (kg/Mg)
Liquid bulk ships	2.0	58.3	7.4	5.1	2.9
Dry bulk carriers	2.0	59.8	7.4	2.3	1.6
Container	2.0	59.8	7.4	2.4	1.6
General cargo	2.0	58.1	7.4	2.4	1.7
Ro-Ro cargo	2.0	57.4	7.4	2.3	1.6
Passenger	2.0	56.5	7.4	2.4	1.7
Passenger Cruise	2.0	56.5	7.4	2.4	1.7
Others	2.0	55.6	7.4	2.2	1.6
Tugs	2.0	50.7	7.4	2.4	1.9
Total	2.0	57.8	7.4	2.8	1.8

Fonte: elaborazioni ISPRA

Fattori di emissione «Italia»
calcolati sulla base dei dati
dei porti pilota

Tabella 7.2 – Fattori di emissione per tipologia di nave e inquinante, fase di manovra

Tipologia nave	SO ₂ (kg/Mg)	NO _x (kg/Mg)	CO (kg/Mg)	NMVOC (kg/Mg)	PM (kg/Mg)
Liquid bulk ships	48.3	58.5	7.4	5.3	7.1
Dry bulk carriers	49.6	60.7	7.4	5.5	7.3
Container	50.7	61.0	7.4	5.8	7.7
General cargo	46.4	54.5	7.4	5.3	7.1
Ro-Ro cargo	45.8	50.9	7.4	4.8	6.7
Passenger	25.5	45.7	7.4	4.8	6.7
Cruise	2.0	45.8	7.4	4.9	3.1
Others	33.1	52.0	7.4	4.3	4.9
Tugs	2.0	43.1	7.4	4.3	3.7
Total	25.4	49.2	7.4	4.9	5.8

Fonte: elaborazioni ISPRA

Rapporto ISPRA 382/2023



Liberamente scaricabile:

<https://emissioni.sina.isprambiente.it/aggiornamenti-emissioni-porti/>

Contiene la descrizione della metodologia e i principali risultati ottenuti nel contesto del Progetto Porti SNPA

Criticità e spunti di approfondimento

La classificazione delle navi per tipologia

Tramar - Rilevazione ISTAT sul trasporto marittimo

- ▶ La **rilevazione sul trasporto marittimo** fornisce statistiche relative al trasporto di merci e di passeggeri effettuato a fini commerciali. La **rilevazione** ha carattere **censuario**, riferendosi all'insieme degli **arrivi** e delle **partenze** effettuate nei porti italiani da **navi con una stazza lorda di almeno 100 tonnellate** per motivazioni commerciali. I pescherecci, le navi militari e le imbarcazioni a vela sono esclusi dal dominio di osservazione. Le stime fornite sono necessarie all'adempimento degli obblighi comunitari. I trasporti in acque interne, laghi e fiumi, sono esclusi da tale rilevazione.

I registri delle movimentazioni utilizzati sono PMIS (Port Management Information System) e NMSW-PMIS (National Maritime Single Window - Port Management Information System) del Comando generale delle capitanerie di porto.

- ▶ <https://www.istat.it/informazioni-sulla-rilevazione/trasporto-marittimo/>

Rilevazione
censuaria annuale

Input: la classificazione delle navi

ISTAT/EUROSTAT

Liquid bulk tanker
Dry bulk carrier
Container ship
Specialised carrier
General cargo, non-specialised
Dry cargo barge
Cruise ship
Passenger ship (excluding cruise ship)
Fishing vessel
Offshore activities vessel
Tug and pusher craft
Other type of vessel (dredger, research vessel, other)
Unknown

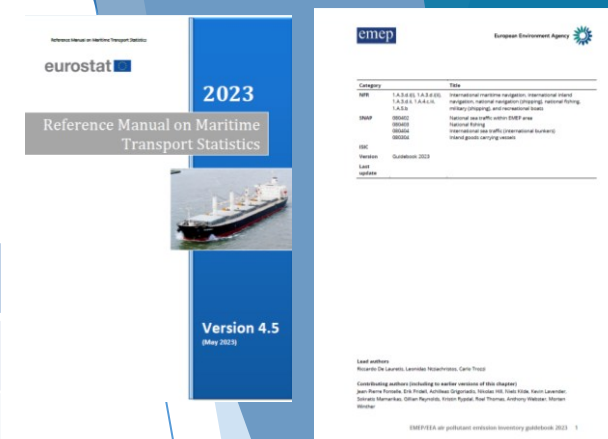
EEA/EMEP

Liquid bulk ships
Dry bulk carriers
Container
General cargo
Ro Ro Cargo
Passenger
Fishing
Other
Tug

Source:

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-d-navigation/>

https://ec.europa.eu/eurostat/documents/29567/3217334/Reference_Manual_Maritime_May_2023.pdf



Classificazioni diverse non consentono un utilizzo agevole dei dati raccolti nell'ambito delle rilevazioni ISTAT/EUROSTAT

Stima emissioni TIER 2

Fattori di emissione

Fattori di emissione Porto
(rilevazioni specifiche)

Fattori di emissione Italia
(tabb. 7.1 – 7.2
Rapp. ISPRA 382/2023)

Dato d'attività

Numero di navi per tipologia e
disaggregazione
(ISTAT)

I dati ISTAT disaggregati per
tipo di navi permettono le
stime a partire dal 2023



Stima emissioni
dal traffico in
porto

Esempio di applicazione

Stime tier 2 - porto di Civitavecchia

Arrivi in porto

Numero di accosti				
Fonte	AP	AP	ISTAT	AP
tipologia	2019	2021	2023	2023
Liquid_bulk_ships	35	68	82	35
Dry_bulk_carriers	65	58	45	7
Container	170	151	164	108
General_cargo	83	116	102	252
Ro_Ro_cargo	386	190	158	59
Passenger	1,667	1,573	1,509	1,492
Passenger_C	801	507	878	829
Fishing	3	0	0	5
Others	7	8	95	33
Tugs	-	3	-	-
TOTALE	3,217	2,674	3,033	2,820

AP = Autorità di Sistema Portuale
 ISTAT = Istat - rilevazione Tramar

Anno di
indagine: 2023

Le rilevazioni
ISTAT e AP sono
indipendenti

Caratteristiche della flotta

Caratteristiche delle flotte in arrivo nel porto di Civitavecchia per anno di rilevazione									
	navi 2019	navi 2021	navi 2023	stazza 2019	stazza 2021	stazza 2023	hotelling 2019	hotelling 2021	hotelling 2023
unità	<i>numero</i>	<i>numero</i>	<i>numero</i>	<i>tonnellate</i>	<i>tonnellate</i>	<i>tonnellate</i>	<i>ore</i>	<i>ore</i>	<i>ore</i>
Liquid_bulk_ships	35	68	35	18,229	15,327	4,834	14	42	42
Dry_bulk_carriers	65	58	7	27,788	31,622	19,380	12	115	117
Container	170	151	108	46,580	39,821	57,310	12	19	24
General_cargo	83	116	252	5,511	9,317	25,897	11	59	37
Ro_Ro_cargo	386	190	59	35,462	36,308	47,008	8	9	24
Passenger	1,667	1,573	1,492	35,496	37,152	38,178	9	16	10
Passenger_C	801	507	829	94,243	119,317	112,766	13	118	15
Others	7	8	33	577	2,665	1,577	6	131	77
Fishing	3	0	5	394	-	520	17	-	32
Tugs	0	3	-	-	232	-	-	13	-
Totale	3,217	2,674	2,820	49,479	50,794	58,969	10	40	16
Fonte: elaborazioni ISPRA - ARPA Lazio su dati AdSP									

Tempo di manovra
non rilevato -
assegnato valore di
default da Guidebook

Numero e stazza navi

Tempo di stazionamento per
tipologia di nave

Il procedimento

Rilevazione toccate in
porto - AP

Qualità del database di
input

RUN BUH 2019

Emissioni totali TIER 3
anno 2019

Implied emission
factors
Tipo nave e fase
navigazione

Aggiornamento con FE SOx post 2020

Rilevazione toccate in
porto - AP

Qualità del database di
input

RUN BUH 2019
(FE post 2020)

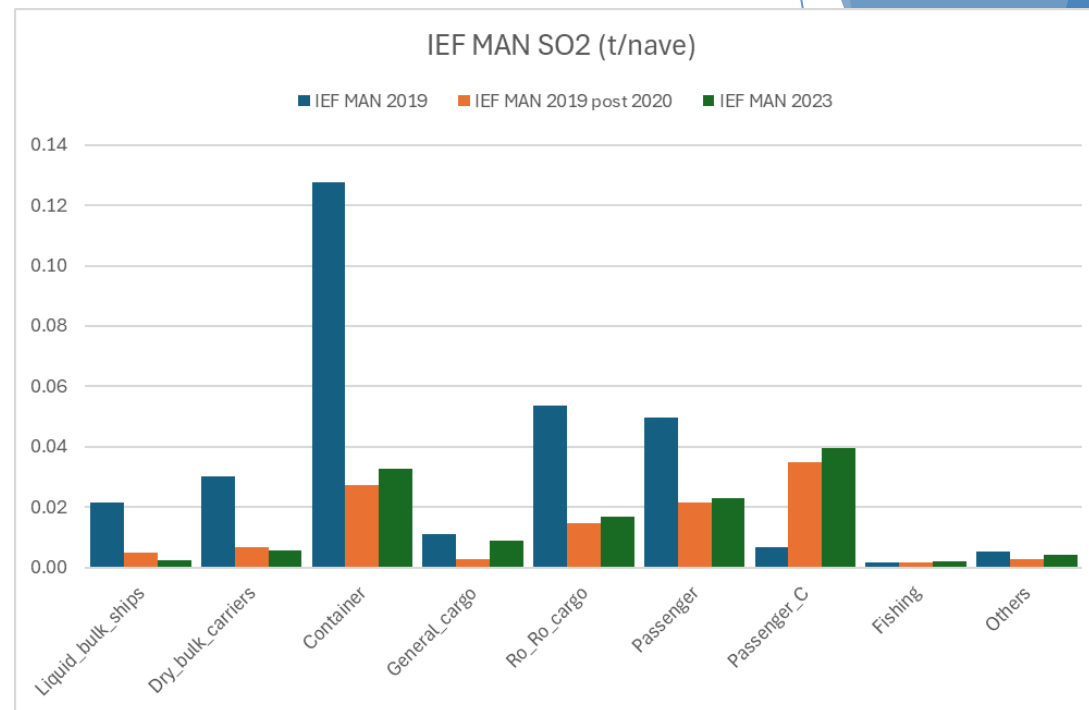
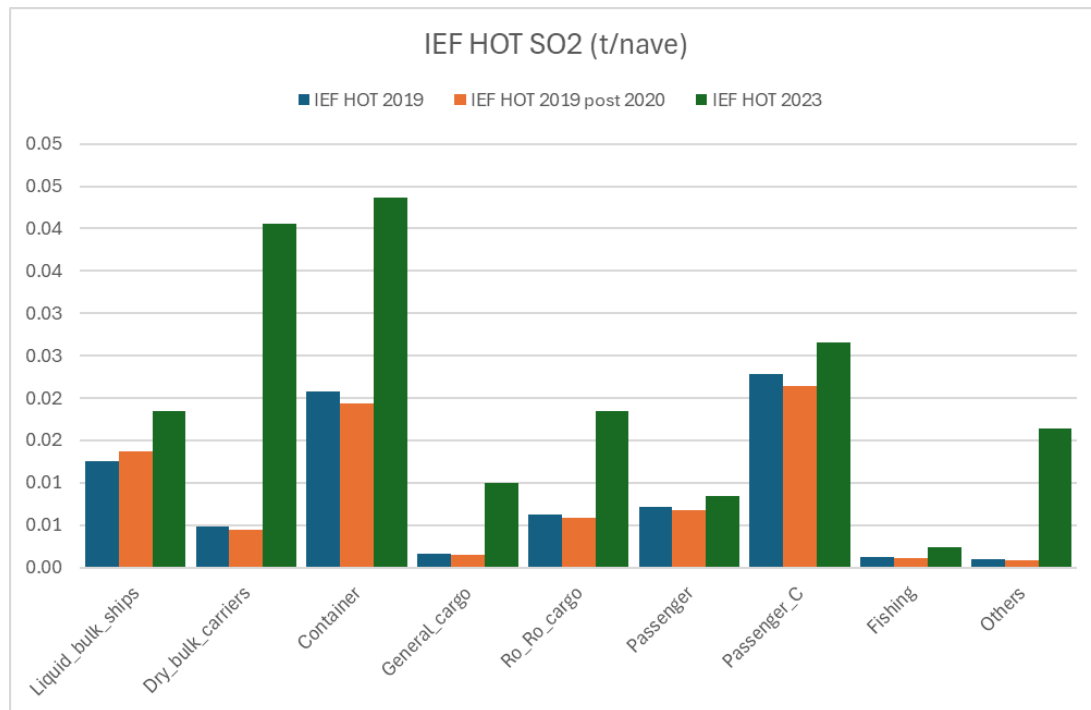
Emissioni totali TIER 3
anno 2019 (post 2020)

Implied emission factors
Tipo nave e fase
navigazione

Dati ISTAT 2023
(TRAMAR)

Emissioni totali TIER 2
Anno 2023

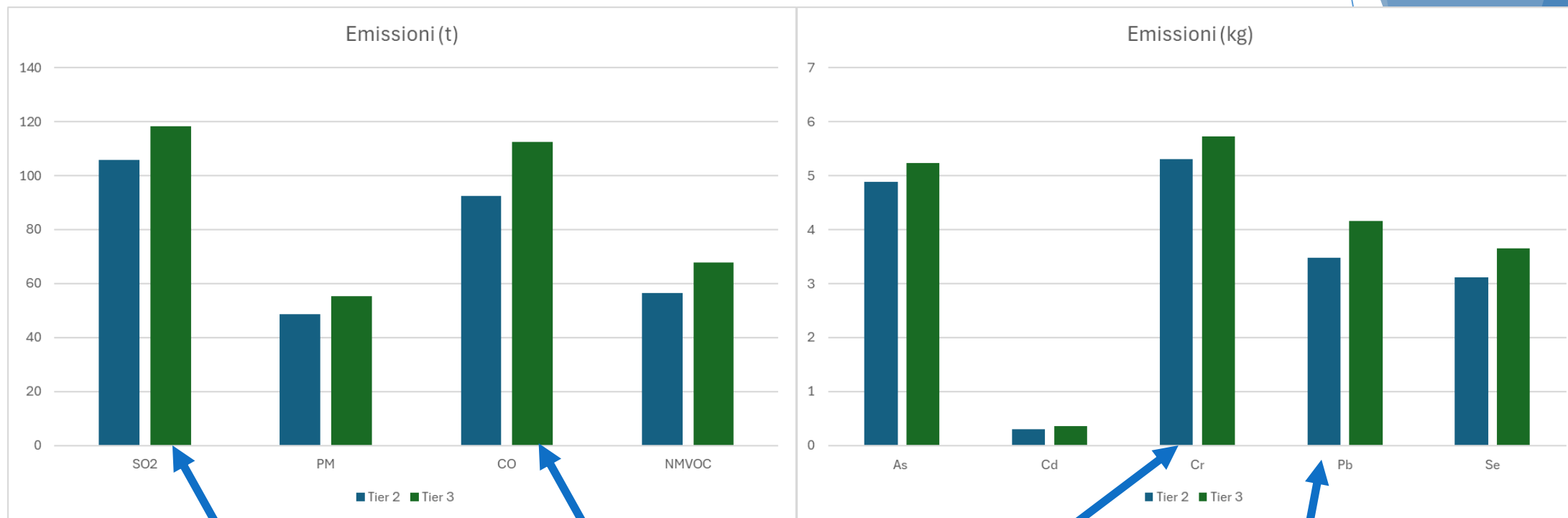
Esempi confronto Implied Emission Factors



stazionamento

manovra

Stime tier 2 e tier 3 a confronto - anno 2023



$$\frac{SOx (Tier 2)}{SOx (Tier 3)} = 0.89$$

$$\frac{CO (Tier 2)}{CO (Tier 3)} = 0.82$$

$$\frac{Cr (Tier 2)}{Cr (Tier 3)} = 0.93$$

$$\frac{Pb (Tier 2)}{Pb (Tier 3)} = 0.84$$

Discussione e Riferimenti utili

Tema	link
Emissioni gas serra	https://emissioni.sina.isprambiente.it/
Progetto SALPIAM	https://salpiam.it/



Per chiarimenti:
marco.cordella@isprambiente.it

Grazie!!