

ELETTRA PRODUZIONE Srl

CENTRALE DI TRIESTE

Allegato D6

**Quantificazione degli effetti delle
emissioni in aria**

1. PREMESSA

La presente relazione riporta lo stralcio delle elaborazioni svolte per la Valutazione delle ricadute delle emissioni in atmosfera predisposto nel 1998 nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale della Centrale (cfr Allegato 3 al SIA)..

2. INQUADRAMENTO

2.1 Validazione metodo

La disponibilità di una serie di misure sperimentali della concentrazione media oraria di SO₂ (C_{SO2}) nella stazione di Via del Carpineto, con associate misure di direzione del vento [1], relative ai primi cinque mesi del 1998, unitamente ad una sufficiente caratterizzazione delle sorgenti di emissione di SO₂ dello Stabilimento "Servola SpA" hanno consentito una sia pure parziale validazione del modello di simulazione della dispersione atmosferica degli inquinanti nella zona di Servola, utilizzato nel presente studio.

La limitatezza statistica del campione dei dati disponibili, la mancanza di rilevazioni sperimentali sulla categoria meteorologica e dell'intensità del vento in atto al momento delle misure e l'incertezza derivante dall'imperfetta conoscenza del relativo termine di sorgente (si sono ammessi validi i dati rilevanti nel corso dell'indagine DISIA) rendono ovviamente approssimati i risultati dei calcoli, peraltro certamente di interesse per il presente studio. Ne possono infatti derivare anche indicazioni utili per l'eventuale pianificazione ed esecuzione del monitoraggio ambientale, da attuare per confermare le previsioni del SIA.

2.2 Definizione dell'ambito territoriale e delle componenti ambientali interessate

Il sito della centrale termoelettrica si trova all'interno dell'area industriale del porto di Trieste, nella zona ad est della città, non a diretto contatto con il centro urbano, in un'area attigua a quella attualmente occupata dalla centrale termoelettrica esistente. Il sito è delimitato a sud dal piazzale dello stabilimento siderurgico della Lucchini SpA (lato mare); lo stabilimento occupa tutta l'area in direzione Est; ad ovest inizia a svilupparsi il tessuto urbano della città, mentre in direzione Nord la nuova circonvallazione sopraelevata separa la zona industriale, di cui il sito fa parte, dalle pendici del Carso.

L'area vasta intorno al sito, compresa entro un raggio di circa 10 Km, è caratterizzata dall'altopiano Carsico, che incombe con le propaggini delle colline del Carso sulla piccola striscia prospiciente il mare su cui sorge parte dell'abitato di Trieste e la zona industriale di Muggia. L'area in esame comprende cioè in massima parte il "Carso triestino", delimitata a S-SE dal confine con la Slovenia, a N da una linea ideale che collega Grignano e il castello di Miramare, sulla costa, a Rupingrande fino al confine, e ad O dal mare. Dal punto di vista amministrativo l'area ricade interamente nella provincia di Trieste.

Per quanto riguarda *l'atmosfera*, l'analisi è stata estesa all'intera area vasta; essa è stata pertanto oggetto di indagini di dettaglio sia per la caratterizzazione meteoroclimatica e dello stato attuale di qualità dell'aria, sia per la previsione della distribuzione delle concentrazioni al suolo dei prodotti della combustione.

2.3 Localizzazione e caratterizzazione delle fonti inquinanti

L'area triestina, come molte altre zone costiere del nostro Paese, è caratterizzata oltre che da una rilevante concentrazione industriale, dalla grande infrastruttura portuale e dall'insieme dei servizi ad essa funzionali nella città capoluogo, nata a completamento del suo porto e sempre legata alle vicende di questa grande struttura operativa, nonché alla sua privilegiata posizione di nodo fondamentale di scambi con i Paesi dell'Europa Centrale ed Orientale.

Nell'area oggetto di studio si trovano pertanto diverse tipologie di fonti inquinanti: insediamenti industriali, traffico marittimo associato ad una intensa attività portuale, traffico veicolare ed infine, nel periodo invernale, il riscaldamento domestico.

Gli insediamenti industriali principali comprendono lo stabilimento siderurgico della Lucchini SpA, con la relativa centrale termoelettrica esistente, depositi di prodotti petroliferi, gas e idrocarburi, industrie chimiche e petrolchimiche, alimentari, meccaniche, della stampa, ecc. I principali insediamenti sono localizzati nel settore Est della città, la maggior parte all'interno della così detta "Zona Industriale", che interessa anche i comuni di Muggia e S. Dorlingo della Valle oltre, ovviamente, a Trieste.

I trasporti marittimi rappresentano una consistente fonte di inquinamento. Il traffico navale nel porto di Trieste è piuttosto intenso e, come è noto, i combustibili impiegati per la propulsione navale sono caratterizzati da bassa qualità ed elevato tenore di zolfo. Per dare un'idea dell'importanza di questa struttura, il movimento nel 1994 è risultato di oltre 2100 navi, delle quali circa l'85% in navigazione internazionale. E' stata registrata una movimentazione complessiva di merci intorno a 34-35 milioni di tonnellate (il 90% in ingresso), oltre a ~ 128.000 passeggeri. La stragrande maggioranza delle merci (quasi 27 Mton) è costituita da prodotti petroliferi.

Il traffico veicolare risulta molto intenso, come rilevabile anche dalle vendite di combustibile nella zona, ed è di tipo sia urbano che di transito, legato alle attività industriali, con importanti scambi transfrontalieri dovuti alla vicinanza del confine con la Slovenia.

Il riscaldamento domestico è fonte di emissioni (concentrate nella stagione fredda), derivanti dalla combustione di gasolio e, anche se in misura non particolarmente significative nell'area considerata di gas naturale.

In merito ai contributi più significativi alle emissioni delle principali sostanze inquinanti, nel seguito sono riportate alcune considerazioni ricavate dal recente censimento delle emissioni in atmosfera nell'area metropolitana di Trieste, eseguito per il progetto DISIA [1]. I risultati di tale studio in termini di emissioni dei principali inquinanti, peraltro non comprendenti le emissioni legate al trasporto marittimo, sono riportati in Tab. 3; in Fig. 6 sono invece evidenziate le percentuali degli apporti alle emissioni da parte dei diversi settori in cui le sorgenti sono state suddivise.

Il **monossido di carbonio** proviene essenzialmente dal traffico veicolare e navale. Il contributo delle emissioni industriali è quasi trascurabile rispetto a quello da traffico, per il fatto che concentrazioni elevate di CO ai camini industriali sarebbero indice di cattiva combustione e quindi di bassi rendimenti.

Le emissioni di **composti organici volatili** (COV) sono la componente in massa più rilevante delle emissioni industriali. Derivano essenzialmente dall'evaporazione di idrocarburi nello stoccaggio e movimentazione di combustibili e carburanti liquidi, operate principalmente nel comune di S. Dorlingo della Valle. Peraltro la Tab. 1 e la Figura 1 mostrano che un contributo non trascurabile (~ 15%) a tale tipo di inquinamento deriva anche dal traffico (principalmente privato).

SORGENTI CIVILI	CO	COV	NO_x	PSO	SO_x
DIFFUSE	247,31	714,47	215,33	48,93	405,64
RILEVANTI	16,62	5,94	159,52	29,24	1312,37
totale	263,9	720,41	374,85	78,17	1718,01
ENTITA' PRODUTTIVE	CO	COV	NO_x	PSO	SO_x
PUNTI DI EMISSIONE	1048,92	705,86	1715,52	67,92	2250,65
SERBATOI STOCCAGGIO	0,00	20293,74	0,00	0,00	0,00
NON CENSITE	2,78	19,11	3,11	0,69	4,9
totale	1051,70	21018,72	1718,63	68,61	2255,62
TRAFFICO/TRASPORTI	CO	COV	NO_x	PSO	SO_x
PRIVATO	39114,20	3643,91	5000,34	475,95	159,28
PUBBLICO	251,10	105,50	197,60	88,00	31,40
totale	39365,30	3749,41	5197,94	563,95	190,68
Totale complessivo	40680,93	25488,53	7291,42	710,73	4164,31

Tabella 1. Stima delle emissioni complessive (ton) delle principali tipologie di inquinanti atmosferici nell'area triestina.

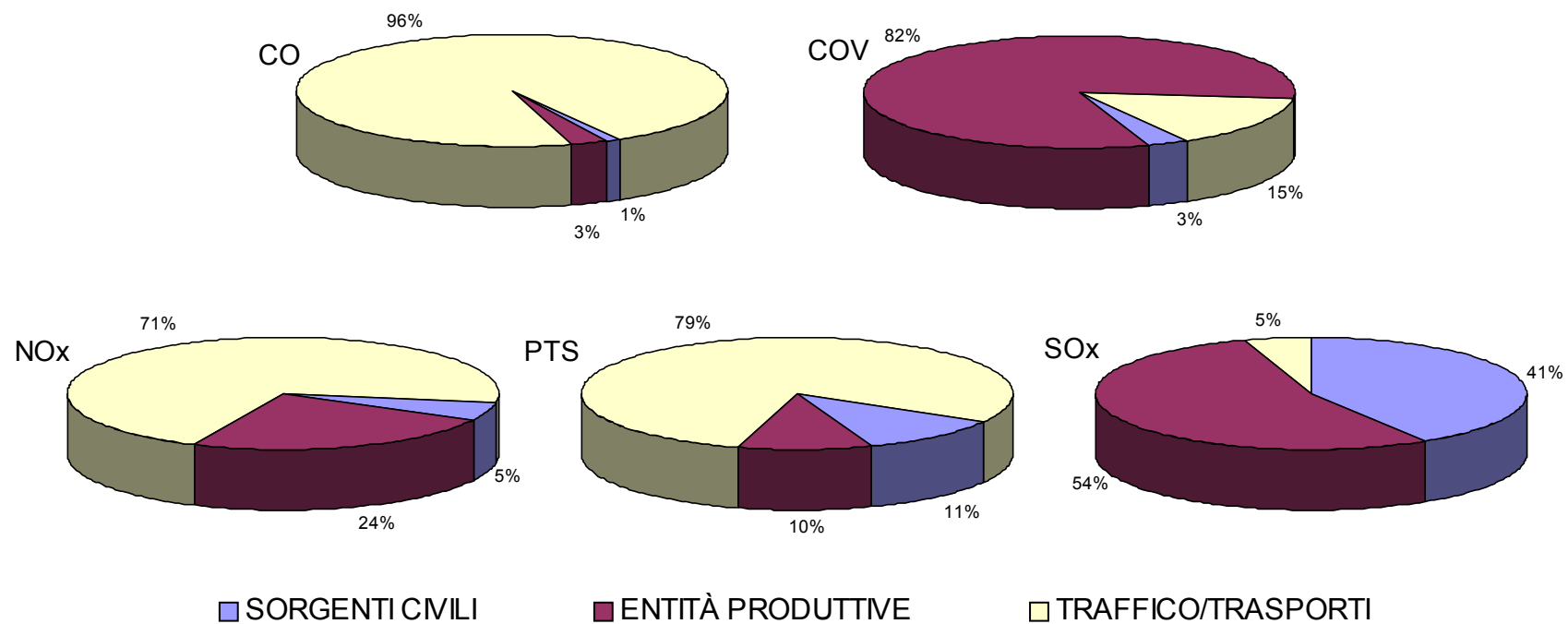
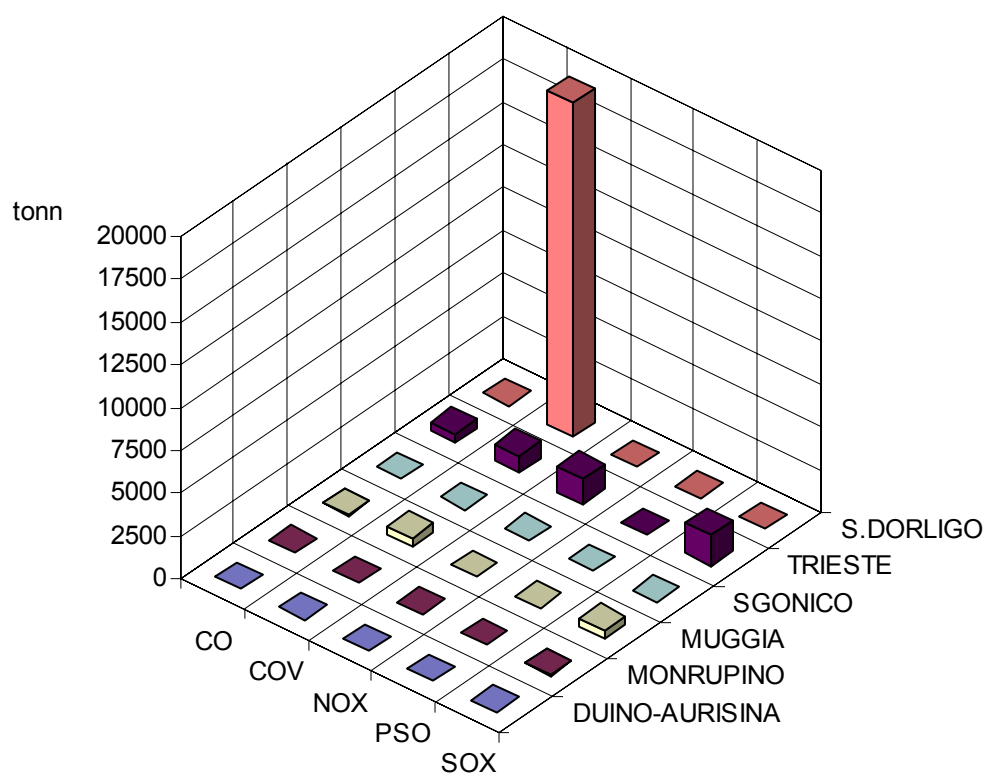


Figura 1. Suddivisione delle emissioni dei 5 tipi di inquinanti ubiquitari fra i diversi settori di attività antropiche.

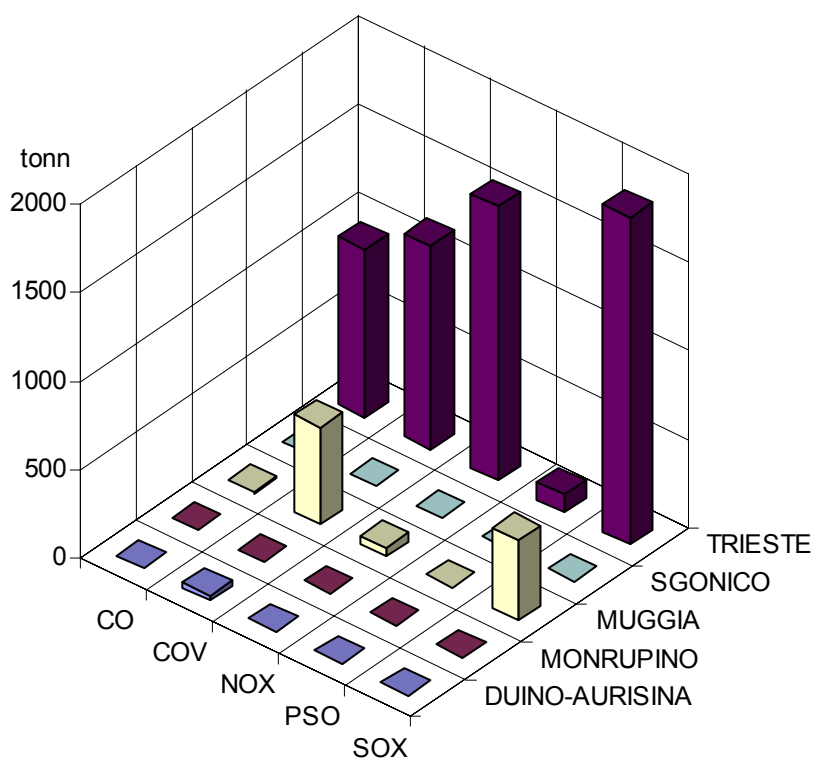
Anche per gli **ossidi di azoto** il traffico veicolare rappresenta la sorgente più consistente delle emissioni totali di inquinante nell'area considerata, con le emissioni industriali che rappresentano circa 1/4 del totale. Tenuto conto di questa circostanza ed in relazione alle condizioni di dispersione nell'atmosfera, si può peraltro affermare che le concentrazioni di ossidi di azoto nell'aria ambiente dei centri urbani risentono quasi esclusivamente delle emissioni da traffico (alle quali in inverno si aggiunge il contributo, sia pure di molto inferiore, del riscaldamento). Le emissioni industriali, pur rappresentando una quota delle emissioni totali tutt'altro che trascurabile, incidono in modo apprezzabile sui valori misurati al suolo solamente nelle aree di massima ricaduta, in prossimità dell'area industriale.

Le emissioni di **particolato** sono di più modesta entità rispetto a quelle associate con altre tipologie di inquinanti; in particolare le emissioni da insediamenti industriali rappresentano una frazione piuttosto bassa (<10%) del particolato totale che si ritrova nell'aria ambiente, mentre i contributi più importanti derivano dal settore trasporti, a cui sono da aggiungere quelli da attività agricole e da fenomeni quali l'erosione eolica dei suoli. Per il traffico, le emissioni sono quelle derivanti dal processo di combustione interna dei motori, ma naturalmente un fattore di non secondaria importanza è costituito dalla risospensione di pulviscolo stradale da parte dei veicoli in movimento. Valgono, a questo proposito, le considerazioni già fatte per gli ossidi di azoto circa il carattere estremamente locale del relativo inquinamento dell'aria.

Per quanto riguarda il **biossido di zolfo**, la quota parte più importante proviene dal settore industriale, il resto proviene quasi integralmente dalle sorgenti civili, cioè dal riscaldamento, osservando a questo proposito che tale tipo di sorgente è concentrata nei mesi invernali e nei centri abitati (Fig. 2), indice di una ancora insufficiente penetrazione del metano in tale settore, specialmente negli impianti di taglia maggiore. Anche se le emissioni da traffico e da riscaldamento rappresentano complessivamente una quota minoritaria del totale, esse incidono sensibilmente sulle concentrazioni dell'inquinante nell'aria ambiente in zona urbana; infatti le modalità con cui avviene l'emissione (tramite sorgenti diffuse e soprattutto a bassa quota) è generalmente poco favorevole ad una buona dispersione e diluizione degli inquinanti, contrariamente a quanto avviene invece nel caso di sorgenti puntiformi elevate (camini), quali possono considerarsi quelle industriali; valgono cioè le considerazioni già svolte per gli ossidi di azoto circa l'estensione dell'inquinamento da parte di tali sorgenti.

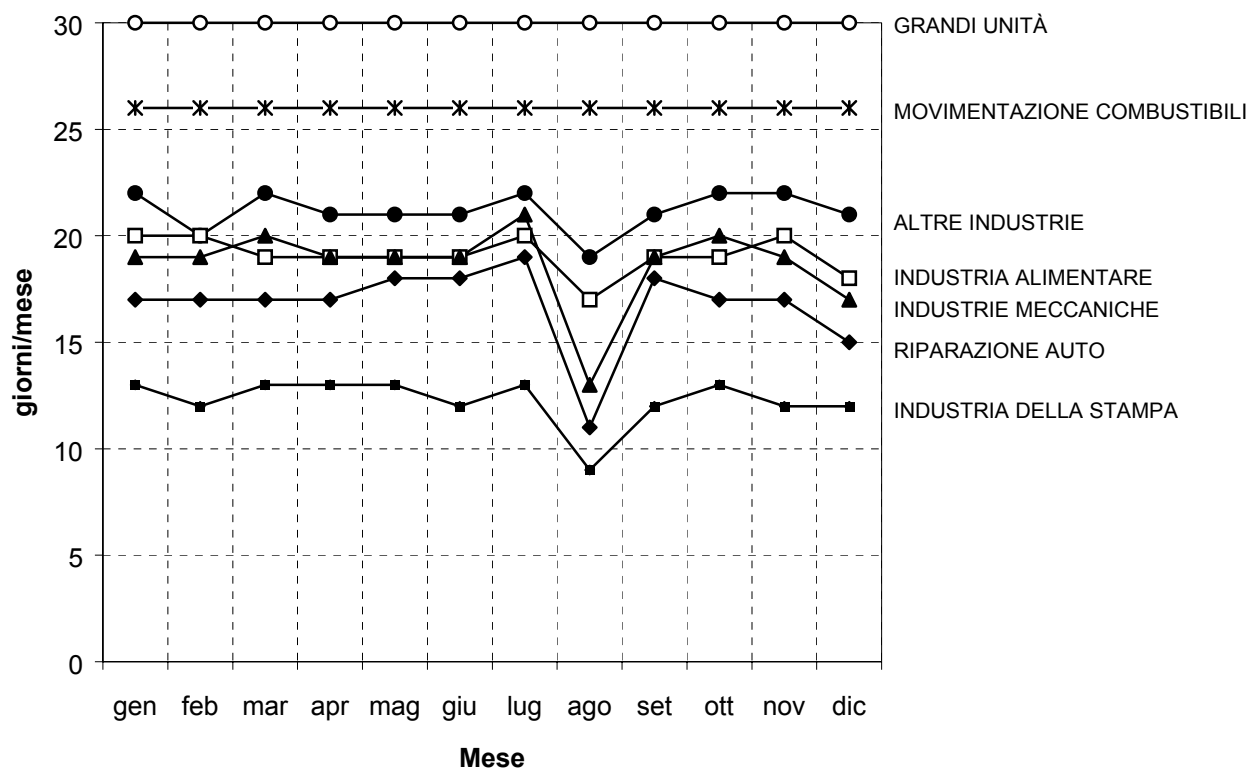


a) Emissioni industriali/artigianali

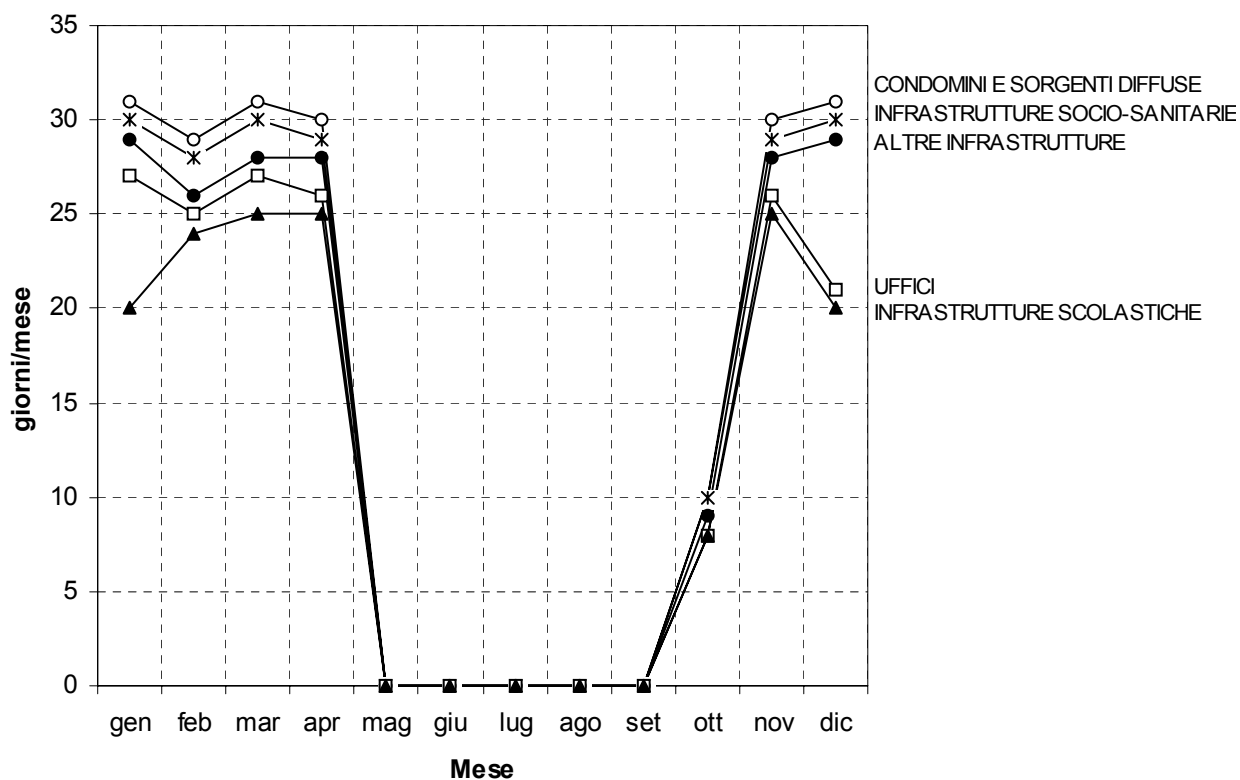


b) idem, con esclusione del comune prevalente (San Dorligo)

Figura 2. Emissioni complessive delle fonti da attività produttive, riferite a vari comuni della provincia di Trieste.



a) Entità produttive: andamento annuale effettivo delle emissioni



b) Sorgenti civili rilevanti: andamento annuale effettivo delle emissioni

Andamento annuale delle emissioni di SO₂ da entità produttive e sorgenti civili rilevanti

Figura 3.
rilevanti

2.4 Andamento delle concentrazioni al suolo

Un primo criterio di analisi deriva dal confronto dei rilevamenti della rete con gli indici statistici previsti dalla normativa vigente. Ciò consente di esprimere un giudizio sullo stato della qualità dell'aria con particolare riferimento alla igiene ed alla salute pubblica, ma non permette di mettere in luce cause e processi che, in diversa misura, possono governare l'andamento delle concentrazioni di inquinanti a livello del suolo. Per questo è necessario ricorrere solitamente ad ulteriori elaborazioni dei dati in modo da offrire una più completa informazione, quantitativa e qualitativa.

Gli andamenti delle concentrazioni al suolo sono infatti il risultato dell'interazione di fenomeni diversi, che possono dar luogo ad effetti sinergici, oppure antagonisti, e dipendono essenzialmente dalle caratteristiche delle fonti di emissione (caratteristiche fisiche, tipo e quantità degli inquinanti emessi, ecc.) e dalle caratteristiche dispersive dell'atmosfera in cui gli inquinanti si diffondono. Ad esempio, si può osservare che gli inquinanti emessi ad alta quota (intendendo per quota di emissione l'altezza fisica del punto di emissione rispetto al suolo, più l'innalzamento derivante dalla spinta ascensionale dei fumi, a sua volta dominata dalla spinta entalpica nelle emissioni calde), in condizioni di instabilità atmosferica, quando i moti convettivi trascinano verso il basso le masse d'aria sovrastanti, raggiungono il suolo a distanza dalla sorgente minore rispetto ai casi in cui l'atmosfera sia neutrale o stabile. Condizioni di instabilità si verificano tipicamente nelle ore più calde della giornata (o comunque in presenza di forte irraggiamento solare). Nelle restanti ore, specialmente in aree caratterizzate da fenomeni di stagnazione nei bassi strati dell'atmosfera, associati alla presenza di inversioni termiche notturne con base al suolo, gli inquinanti emessi a quote elevate raggiungono il suolo solo a grande distanza. Nel caso di rilascio a livello del suolo, il comportamento è opposto al precedente; infatti nelle situazioni con più elevata turbolenza atmosferica si ha una migliore diluizione e quindi una diminuzione delle concentrazioni dovute al contributo delle sorgenti basse, mentre in situazione di neutralità o stabilità si ha progressivo accumulo con progressivo aumento delle concentrazioni di inquinanti da sorgenti a bassa quota.

Le precedenti considerazioni valgono in caso di terreno pianeggiante. Se invece l'orografia del territorio, come nel caso in esame, è complessa, il pennacchio emesso dal camino, particolarmente con vento forte, può andare ad impattare il fianco della collina prospiciente, con concentrazioni che possono assumere valori particolarmente elevati rispetto a quelli attesi nel caso di terreno pianeggiante. Un altro caso in cui si possono verificare concentrazioni al suolo più elevate è quello della fumigazione, caratterizzato dalla presenza di inversione termica a quota di poco superiore all'altezza dell'asse del pennacchio, bassa velocità del vento e forte insolazione. Lo strato di inversione impedisce la dispersione degli inquinanti verso l'alto e le concentrazioni al suolo possono essere particolarmente elevate, per l'effetto dei moti convettivi dell'atmosfera nello strato di miscelamento.

Un ruolo notevole sugli andamenti delle concentrazioni al suolo è giocato anche dalla posizione relativa delle varie sorgenti inquinanti (in particolare, nell'ambito del presente studio, di quelle basse e diffuse rispetto a quelle emesse da camini industriali di altezza rilevante) e dalla direzione dei venti prevalenti. Quest'ultimo aspetto fa sì che, nel territorio triestino, la situazione sia significativamente semplificata, essendo l'inquinamento urbano determinato principalmente dal traffico e, nei mesi invernali, dal riscaldamento domestico. Le ricadute dai camini industriali, data la direzione dei venti prevalenti, sono massime nell'entroterra (sull'altopiano del Carso) e sul mare; contributi significativi all'inquinamento nelle zone urbane si hanno soltanto in condizioni particolari, che si verificano con frequenza relativamente piccola.

Infine un altro fattore importante, che può incidere in diversa misura sugli andamenti descritti è quello delle variazioni temporali delle emissioni, legati alle diverse attività che possono assumere

carattere ciclico. Nel caso di rilasci ciclici, se il ciclo si chiude anche a livello giornaliero, è necessario tenerne conto nella valutazione dei suddetti andamenti. A questo proposito è da considerare un ulteriore aspetto: le trasformazioni chimico-fisiche degli inquinanti nell'atmosfera, come nel caso del biossido di azoto (NO_2) che, contenuto in quantitativi limitati rispetto agli ossidi di azoto totali nelle emissioni da processi di combustione, rappresenta il risultato di reazioni di ossidazione del monossido di azoto (NO) ad opera prevalentemente dell'ozono (O_3) presente nell'atmosfera. L'elaborazione degli andamenti tipici giornalieri delle concentrazioni misurate (medie delle concentrazioni per ogni ora del giorno) annuali e/o stagionali, fornisce un valido strumento di giudizio e di interpretazione dell'insieme dei richiamati fenomeni.

3. STUDIO DELLA DIFFUSIONE DEGLI INQUINANTI

3.1 Modello utilizzato

Per lo studio della diffusione e deposizione dei principali inquinanti d'interesse emessi dalla centrale Elettra si è utilizzato il modello matematico Valley della United States Environmental Protection Agency (US-EPA), nelle versioni "long term" (per il calcolo delle concentrazioni medie) e "short term" (per la valutazione delle concentrazioni massime in particolari condizioni meteo, quali la fumigazione con altezze dello strato di miscelamento di 200 o 300 metri e l'inversione termica, entrambe con velocità del vento di 1 m/s). La scelta di tale modello, relativamente datato, è dovuta alla notevole esperienza acquisita nell'uso dello stesso da parte sia del Dipartimento di Costruzioni Meccaniche e Nucleari dell'Università di Pisa che della Società responsabile dell'esecuzione del presente studio. In particolare, Valley nella versione "short term" si è dimostrato in grado di localizzare e valutare abbastanza bene situazioni critiche nel caso di terreno ad orografia complessa, al contrario di codici di calcolo teoricamente molto più avanzati.

Peraltro le valutazioni ottenute con tale modello sono state sostanzialmente confermate per lo "short term" attraverso il calcolo dell'inquinamento da SO₂ proveniente dall'intero stabilimento "Lucchini SpA", rilevato dalla centralina di Via del Carpineto.

Il modello è sostanzialmente di tipo gaussiano, con parametri di dispersione di Pasquill - Gifford e modellistica di valutazione dell'innalzamento del pennacchio con le funzioni di Briggs.

3.2 Dati di input

I dati meteorologici necessari all'esecuzione delle simulazioni comprendono:

- direzione del vento
- velocità del vento
- classi di stabilità
- temperatura dell'ambiente
- altezza dello strato di miscelamento
- gradiente termico verticale
- esponente del profilo verticale del vento.

I dati meteoroclimatici impiegati sono quelli relativi alla decade 1987 – 1997 e sono riportati nella relazione sui dati meteoroclimatici.

Come quadro emissivo si è considerata la situazione con centrale in assetto di marcia nominale e concentrazioni degli inquinanti al camino assunte pari ai valori limite che si prevede di rispettare in relazione alle tecnologie adottate per prevenire l'inquinamento atmosferico.

Nella seguente Tabella 2 è riportata la sintesi dei parametri assunti nell'analisi condotta.

Potenza termica entrante	387 MWt circa
Portata fumi	1.460.000 Nmc/h
Temperatura fumi	125 °C
Altezza camino	60 m
Diametro camino	5 m
Concentrazioni e portate massiche di inquinanti nei fumi:	
NO _x	70 mg/Nmc → 28,4 g/s
CO	30 mg/Nmc → 12,2 g/s
SO ₂	50 mg/Nmc → 20,3 g/s
Particelle	6 mg/Nmc → 2,43 g/s

Tabella 2. Sintesi dei parametri di funzionamento della CET assunti nell'analisi della dispersione.

Il calcolo delle concentrazioni al suolo è stato condotto per l'anidride solforosa (SO₂), gli ossidi di azoto (NO_x), l'ossido di carbonio (CO) e le particelle sospese (PTS). Peraltro poichè i modelli utilizzati trascurano le reazioni chimiche che potrebbero subire gli inquinanti in atmosfera, le concentrazioni dei vari inquinanti risultano proporzionali le une e le altre, in base agli analoghi rapporti caratteristici delle emissioni.

Nell'analisi dei risultati, tutti gli ossidi di azoto emessi sono considerati come NO₂. Tale ipotesi è cautelativa, dato che in realtà meno del 10% delle emissioni di NO_x è in forma di NO₂; l'ipotesi assume in buona sostanza una cinetica chimica rapida e nessuna limitazione (per penuria di O₃) alla trasformazione da NO ad NO₂, trascurando inoltre la fotodissociazione del NO₂ nelle giornate di cielo aperto. L'assunzione è giustificata da motivi di semplicità, anche in relazione alla modesta entità delle concentrazioni al suolo. Sarebbe comunque possibile una trattazione più realistica, se necessario, secondo la modellistica classica per tali reazioni.

Peraltro, nell'ottica di una valutazione più realistica dell'impatto occorrerebbe considerare che, in relazione ai diversi assetti di marcia previsti per la CET (funzionamento a piena potenza per almeno 7776 ore/anno in ciclo combinato cogenerativo e per restanti 984 ore all'anno in ciclo semplice cogenerativo) le sorgenti di input al modello andrebbero combinate secondo lo schema di cui alla seguente tabella 3.

1)	Configurazione PRINCIPALE in assetto di marcia nominale per circa il 97% del tempo;			
	Potenza termica	387 MWt circa		
	Portata fumi	1.460.000 Nm ³ /h		
	Temperatura fumi	125 °C		
	Concentrazioni inquinanti			
	NO _x	55 mg/Nmc	→	22.3 g/s
	CO	24 mg/Nmc	→	9.7 g/s
	SO ₂	39,4 mg/Nmc	→	16.0 g/s
	Particelle	4,8 mg/Nmc	→	1.9 g/s
2)	Configurazione in ASSETTO AFO DIMEZZATO, per circa il 3% del tempo,			
	Potenza termica	370 MWt circa		
	Portata fumi	1.261.000 Nm ³ /h		
	Temperatura fumi	126 °C		
	Concentrazioni inquinanti			
	NO _x	55 mg/Nmc	→	19.3 g/s
	CO	24 mg/Nmc	→	8.4 g/s
	SO ₂	43,9 mg/Nmc	→	15,4 g/s
	Particelle	4.8 mg/Nmc	→	1.6 g/s

Tabella 3. Sintesi dei parametri di funzionamento della CET negli assetti di marcia attesi.

In definitiva il termine di sorgente realistico è circa l'80% di quello nominale; pertanto tutte le concentrazioni calcolate vanno ridotte di un fattore 0,80 per una stima più realistica della realtà.

3.3 Griglia di calcolo

La zona interessata dal calcolo è quella indicata all'inizio del presente capitolo individuata in funzione dei ricettori di maggior interesse; essa comprende, oltre all'intero territorio comunale di Trieste, i comuni di Muggia e S. Dorlingo e le frazioni di tali comuni (Aquilino, S. Giuseppe della Chiusa, ecc.).

La zona si sviluppa per 12 Km nella direzione Ovest - Est ed altrettanti nella direzione Sud - Nord; la griglia di calcolo ha una risoluzione di 1000 metri.

In base ai risultati della simulazione, e particolarmente per i calcoli "short-term", è stata anche utilizzata una zona ristretta di circa 5x5 km², con un grigliato di passo 400 m, per una migliore individuazione dei massimi valori di deposizione. In tal modo si ha una più dettagliata descrizione delle situazioni in cui si hanno le più elevate concentrazioni in aria, al livello del suolo.

3.4 Analisi dei risultati

La simulazione con il modello matematico descritto nel paragrafo precedente è stata condotta considerando l'impianto funzionante tutto l'anno nella configurazione principale in assetto di marcia nominale in modo da avere previsioni cautelative circa l'entità delle concentrazioni al suolo di inquinanti.

Le curve di isoconcentrazione medie annue al suolo stimate per i principali inquinanti (calcolo "long term") sono riportate nelle Figg. 4 - 7, che consentono una immediata percezione della distribuzione di inquinanti nel dominio considerato.

La prima considerazione da fare riguarda l'adeguatezza delle dimensioni del dominio come area vasta oggetto dello studio di impatto. Gli apporti alle concentrazioni medie annue al bordo del grigliato risultano, per tutti gli inquinanti, pari a frazioni di $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (addirittura $<0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel caso delle PTS), assolutamente trascurabili e comunque non rilevabili sperimentalmente, anche se si trattasse di apporti aggiuntivi rispetto alla situazione esistente. In realtà, le emissioni oggetto dello studio sono sostitutive di sorgenti esistenti, peraltro con modalità di rilascio (altezza del camino e portata) più favorevoli alla dispersione in aria rispetto alla situazione esistente. Questo fatto consente di prevedere una situazione complessiva dell'inquinamento atmosferico migliore di quella attualmente in essere. Ciò è confermato, con valori quantitativamente più consistenti, anche dai calcoli "short-term" (vedasi oltre).

Altre osservazioni, ricavate dalle analisi dalla Fig. 4, riguardano:

- l'apporto più elevato alla concentrazione massima oraria di NO_x è di $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a distanza superiore a 3,5 km dalla centrale, in direzione N-E; il ricettore è nella zona del "Boschetto" più vicina alla centrale, in collina ad una quota di quasi 200 m s.l.m.;
- il modello prevede una serie di picchi secondari, di entità circa metà del massimo, in una fascia di territorio quasi parallelo alle linee di costa; le concentrazioni, a partire da tale fascia, diminuiscono gradatamente nell'entroterra dell'Altopiano Carsico e più repentinamente in direzione opposta, verso il mare;
- gli apporti alle concentrazioni medie calcolate sull'intero periodo risultano trascurabili sia nell'area urbana di Trieste che nell'area industriale; solo l'abitato di Muggia è interessato da una linea di isoconcentrazione più apprezzabile ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_x), con un picco nel retroterra comunque dell'ordine di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_x e corrispondenti valori per gli altri inquinanti.

I risultati dei calcoli "short-term" per l' NO_x per le direzioni significative, con velocità del vento 1m/s e categoria meteorologica F, erano stati riportati per l'area vasta nell'Appendice 3 dell'All 3 al SIA.

Nell'Appendice 4 dell'All 3 al SIA, per comodità, si riportano gli analoghi risultati per le altre tipologie di inquinanti, nella stessa situazione, per le direzioni di provenienza del vento più significative. Avendo trascurato reazioni chimiche in atmosfera ed altri "pozzi" per gli inquinanti (quali ad es. la deposizione al suolo a secco e ad umido), come già detto, i valori risultano proporzionali gli uni agli altri, negli stessi rapporti dei rispettivi termini di sorgente.

Avendo trascurato reazioni chimiche in atmosfera ed altri "pozzi" per gli inquinanti (quali ad es. la deposizione al suolo a secco e ad umido), come già detto, i valori risultano proporzionali gli uni agli altri, negli stessi rapporti dei rispettivi termini di sorgente.

La situazione considerata è quella di minima dispersione degli inquinanti, che peraltro si presenta con frequenza molto piccola ($< 1\%$) in ciascuna direzione, salvo quella con vento proveniente da E in cui in qualche anno si può arrivare a frequenze dell'ordine del 5% o anche più; peraltro in tale situazione il carico inquinante si va a scaricare sul mare prospiciente la CET.

Nella situazione esaminata il massimo apporto alla concentrazione locale di NO_x è di $111 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e si verifica nella zona di Montebello, a circa 3,5 km dalla CET in direzione O-SO, ad una quota di oltre 200 m s.l.m. I corrispondenti massimi di concentrazione per gli altri inquinanti considerati, sono rispettivamente di $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l' SO_2 , quasi $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il CO e $9,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le polveri.

L'esecuzione dei calcoli con passo minore (400 m) porta a piccole modifiche nei risultati. Le massime concentrazioni si hanno sempre con direzione di provenienza del vento O-SO, a distanza un po' superiore ($\sim 4,3$ km dalla CTE); nel caso del NO_x l'apporto massimo della CET previsto in tali condizioni è di $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre quello del SO_2 si riduce a $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Quanto sopra costituisce una conferma indiretta dell'adeguatezza del livello di discretizzazione adottato nell'analisi.

Infine, sempre per lo "short-term", sono state analizzate anche condizioni di fumigazione, con velocità del vento 1 m/s ed altezza dello strato di miscelamento H_m rispettivamente di 200 e 300 m. I risultati dei calcoli per le emissioni di SO_2 sono riportati in Appendice 6, per tutte le direzioni di provenienza del vento nel caso $H_m = 200$ m e soltanto per quelle più significative nel caso $H_m = 300$ m. In quest'ultimo caso le concentrazioni massime sono praticamente $2/3$ del caso precedente, essendo indice di una situazione in cui, alle distanze di interesse, il miscelamento interessa l'intero strato di atmosfera considerato. Il massimo apporto alla concentrazione di SO_2 si ha con vento proveniente da S-SE, a circa 1 km dalla CTE ed è di poco inferiore a $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tali apporti, anche se inferiori a quelli calcolati in situazione meteorologica F, interessano però direttamente l'area urbana di Trieste.

Nelle tabelle seguenti si riporta il confronto con i valori limite dei valori ottenuti dalle simulazioni.

Ossidi di azoto				
	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
1. Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile	50% del valore limite, pari a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂	50% del valore limite, pari a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
3. Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO _x	Nessuno	19 luglio 2001
Valori ottenuti dalla simulazione: la concentrazione massima oraria di NO_x è di 4,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (raggiunta a distanza superiore a 3,5 km dalla centrale, in direzione N-E) e pertanto rispetta i valori limite. L'apporto massimo ipotizzabile nelle condizioni più gravose di emissione e più sfavorevoli per la dispersione degli inquinanti è stimabile in 111 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e si verifica nella zona di Montebello, a circa 3,5 km dalla CET in direzione O-SO. Tale valore si potrebbe riscontrare solo in condizioni particolarmente sfavorevoli che di fatto però incidono in modo irrilevante sulle ricadute su scala annuale; viene pertanto rispettato sia il limite orario che quello annuale				

Tabella 4. Sintesi dei valori ottenuti con i valori limite per gli ossidi di azoto ed i biossidi di azoto ai sensi dell'Allegato 2 del D.M. 02.04.2002, n. 60.

Anidride solforosa				
	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
1. Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile	42,9% del valore limite, pari a 150 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005
2. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile	nessuno	1° gennaio 2005
3. Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Anno civile e inverno (1 ottobre - 31 marzo)	20 µg/m ³	nessuno	19 luglio 2001
Valori ottenuti dalla simulazione: la concentrazione massima oraria di SO₂ è di 3,0 µg/m³ (raggiunta a distanza superiore a 3,5 km dalla centrale, in direzione N-E) e pertanto rispetta i valori limite. L'apporto massimo ipotizzabile nelle condizioni più gravose di emissione e più sfavorevoli per la dispersione degli inquinanti è stimabile in 79 µg /m³ e si verifica nella zona di Montebello, a circa 3,5 km dalla CET in direzione O-SO. Tale valore si potrebbe riscontrare solo in condizioni puntuali particolarmente sfavorevoli che di fatto però incidono in modo irrilevante sulle ricadute su un arco temporale esteso a un'intera giornata; viene pertanto rispettato sia il limite orario che quello giornaliero				

Tabella 5. Sintesi dei valori ottenuti con i valori limite per SO₂ ai sensi dell'Allegato 2 del D.M. 02.04.2002, n. 60.

Monossido di carbonio				
	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	6 mg/m ³ all'entrata in vigore della direttiva 2000/69 (13/12/2000). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2003, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005
Valori ottenuti dalla simulazione: la concentrazione massima oraria di CO è di 1,8 µg/m³ (raggiunta a distanza superiore a 3,5 km dalla centrale, in direzione N-E) e pertanto rispetta i valori limite. L'apporto massimo ipotizzabile nelle condizioni più gravose di emissione e più sfavorevoli per la dispersione degli inquinanti è stimabile in 48 µg /m³ e si verifica nella zona di Montebello, a circa 3,5 km dalla CET in direzione O-SO. Resta da approfondire l'effettiva incidenza della ricaduta del CO sulla base dei dati acquisiti dalla rete comunale di monitoraggio della qualità dell'aria				

Tabella 6. Sintesi dei valori ottenuti con i valori limite per CO ai sensi dell'Allegato 2 del D.M. 02.04.2002, n. 60.

Polveri PM10				
	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile	50% del valore limite, pari a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10	20% del valore limite, pari a 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005
1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 da non superare più di 7 volte l'anno	Da stabilire in base ai dati, in modo che sia equivalente al valore limite della fase 1	1° gennaio 2010
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al 1° gennaio 2005 con riduzione ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Valori ottenuti dalla simulazione: la simulazione è stata condotta per le polveri totali PTS e la concentrazione massima oraria di PTS è di 0,36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (raggiunta a distanza superiore a 3,5 km dalla centrale, in direzione N-E). Si ritiene tale concentrazione assai modesta. L'apporto massimo ipotizzabile nelle condizioni più gravose di emissione e più sfavorevoli per la dispersione degli inquinanti è stimabile in 9,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e si verifica nella zona di Montebello, a circa 3,5 km dalla CET in direzione O-SO.				

Tabella 7. Sintesi dei valori ottenuti con i valori limite per PM10 ai sensi dell'Allegato 2 del D.M. 02.04.2002, n. 60.

Area vasta, sorgente di NOx = 28.4 g/s, calcolo long-term.
Concentrazioni in ug/m3.

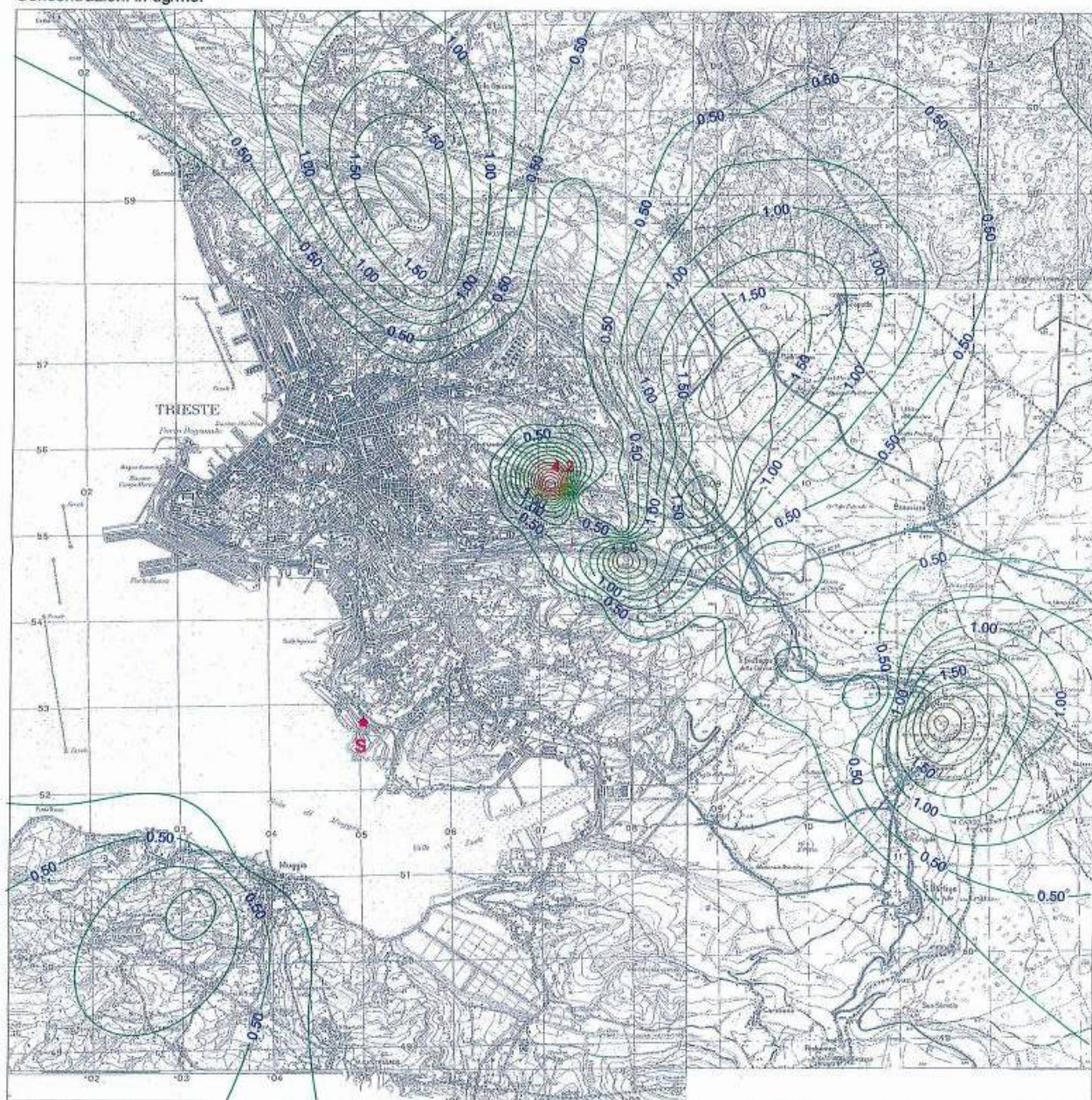


Figura 4. curve di isoconcentrazione medie orarie al suolo stimate per NOx

Area vasta, sorgente di SO₂ = 20.3 g/s, calcolo long-term.
Concentrazioni in ug/m³.

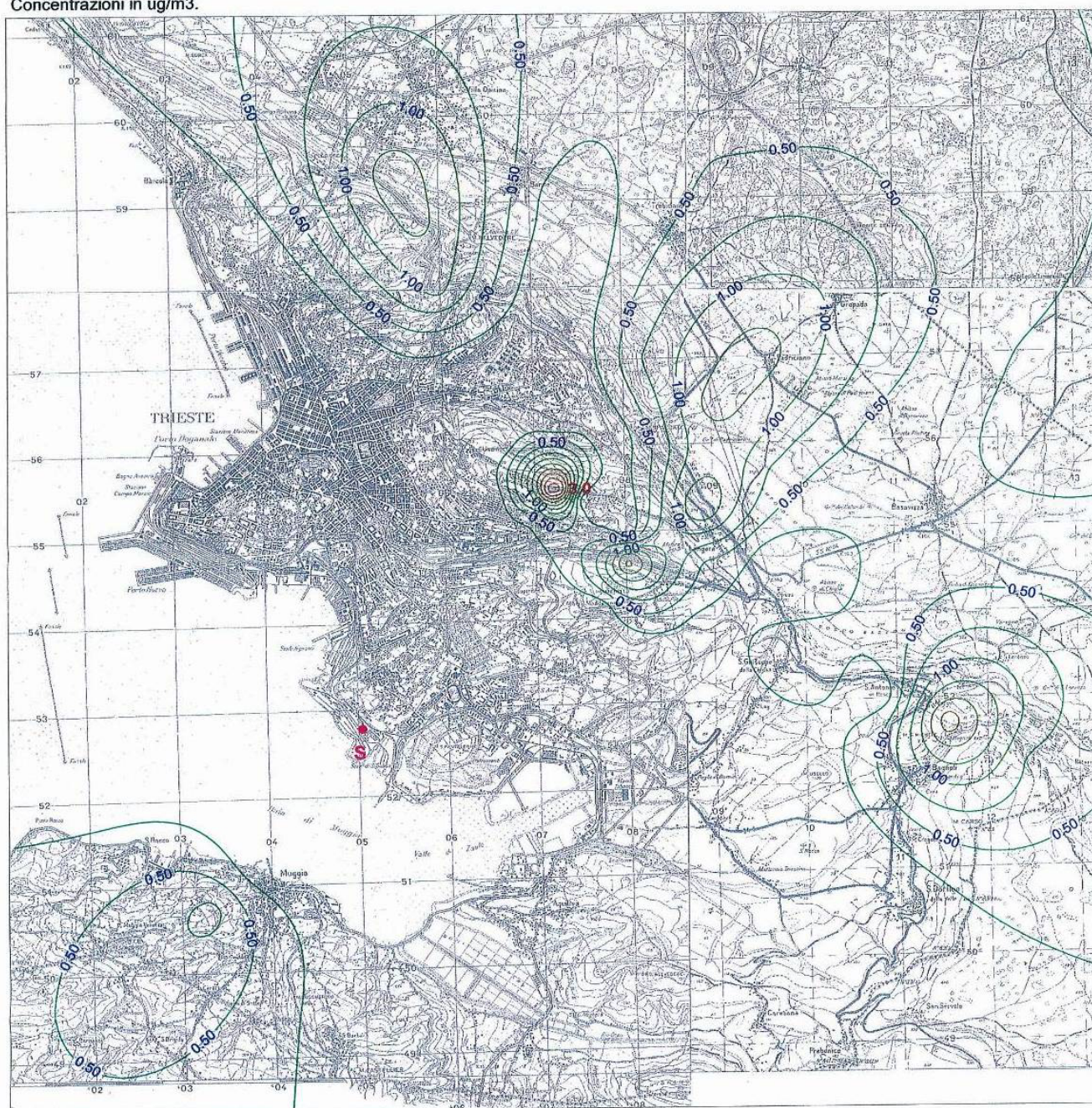


Figura 5. curve di isoconcentrazione medie orarie al suolo stimate per SO₂

Area vasta, sorgente di CO = 12.2 g/s, calcolo long-term.
Concentrazioni in ug/m3.

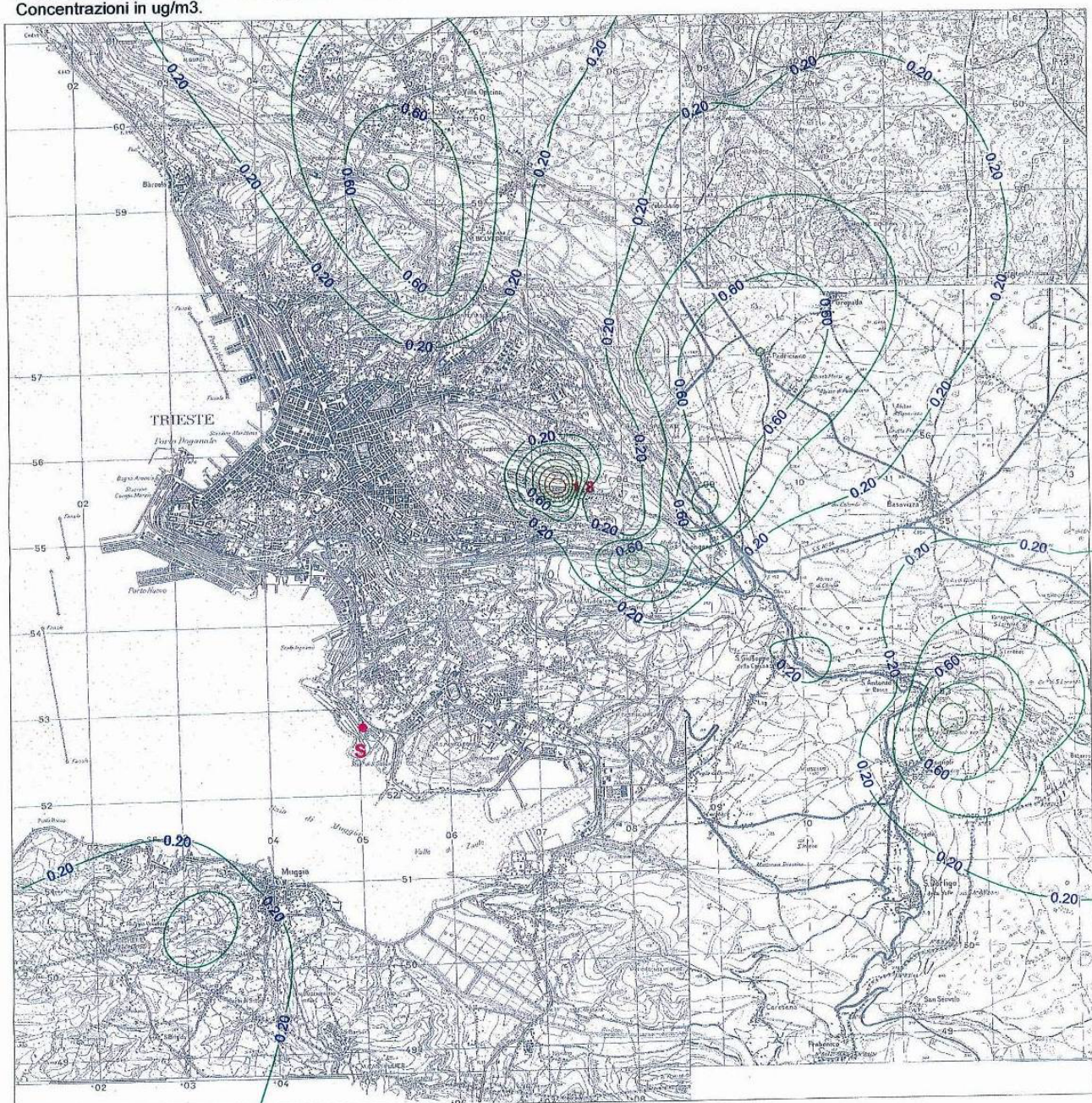


Figura 6. curve di isoconcentrazione medie orarie al suolo stimate per CO

Area vasta, sorgente di polveri = 2.4 g/s, calcolo long-term.
Concentrazioni in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

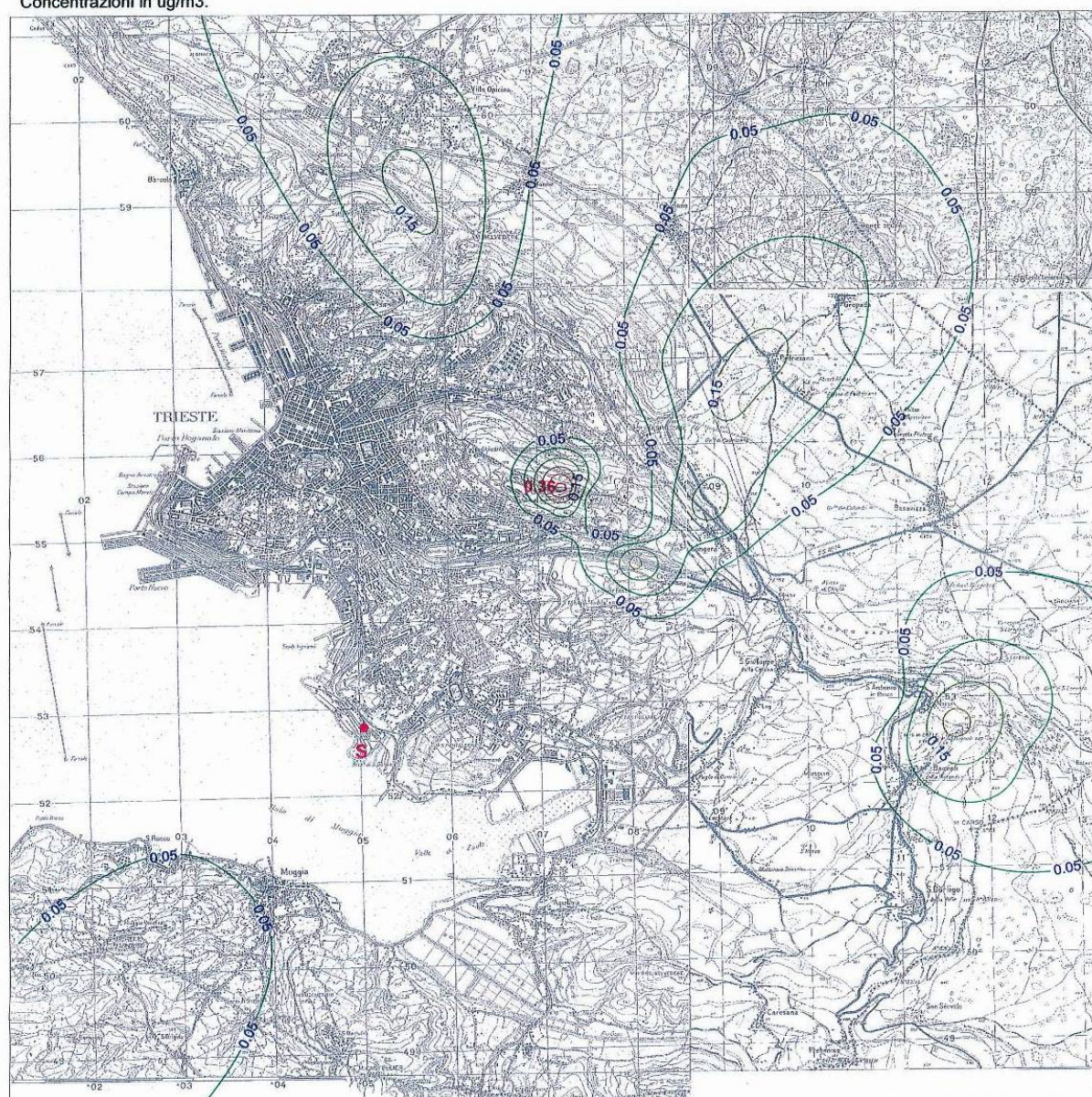


Figura 7. curve di isoconcentrazione medie orarie al suolo stimate per PTS