



ALLEGATO D6
IDENTIFICAZIONE E QUANTIFICAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE
EMISSIONI IN ARIA E CONFRONTO CON GLI STANDARD DI QUALITÀ
DELL'ARIA



Raffineria
di Taranto

Pagina 1 di 25





SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	3
2. NORMATIVA SULLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	3
3. RETE DI MONITORAGGIO INQUINANTI IN ATMOSFERA.....	7
4. STIMA DEGLI IMPATTI	9
4.1 PREMESSA METODOLOGICA	9
4.2 DESCRIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE DELLA RAFFINERIA	10
4.3 RISULTATI.....	12
4.3.1 Ossidi di Zolfo	12
4.3.2 Biossido di Azoto	17
4.3.3 Polveri Totali Sospese (PTS).....	20
4.3.4 Monossido di Carbonio.....	23
5. CONCLUSIONI	25





1. INTRODUZIONE

Nel presente allegato vengono riportati e commentati i risultati delle simulazioni condotte per identificare e quantificare gli effetti sulla qualità dell'aria indotti dalle emissioni degli inquinanti emessi dalla *Raffineria di Taranto*.

2. NORMATIVA SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

La normativa relativa agli standard di qualità dell'aria in Italia nasce con il *DPCM 28/03/1983* relativamente ad alcuni parametri, modificati successivamente dal *DPR 203 del 24/05/1988* che, recependo alcune Direttive Europee, ha introdotto oltre a nuovi valori limite, i valori guida, intesi come 'obiettivi di qualità' cui le politiche di settore devono tendere.

A queste si sono susseguiti una serie di decreti che hanno definito livelli e limiti.

Decreto del Ministro dell'Ambiente del 15/04/1994 (aggiornato con il Decreto del Ministro dell'Ambiente del 25/11/1994)

Tale decreto ha introdotto i *livelli di attenzione* (situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme) ed i *livelli di allarme* (situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario), valido per gli inquinanti in aree urbane. Il decreto ha inoltre introdotto i valori obiettivo per alcuni nuovi inquinanti atmosferici non regolamentati con i precedenti decreti: PM₁₀ (frazione delle particelle sospese inalabile), Benzene e IPA (idrocarburi policiclici aromatici).

D.Lgs. 351 del 04/08/1999

Rappresenta il recepimento della *Direttiva 96/62/CEE* in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, rimandando a decreti attuativi l'introduzione dei nuovi standard di qualità.



Raffineria
di Taranto





D.M. 60 del 2 Aprile 2002

Il decreto recepisce rispettivamente la *Direttiva 1999/30/CE*, concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle ed il piombo; e la *Direttiva 2000/69/CE* relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

D.Lgs. 183 del 21/05/2004

Il Decreto ha recepito la *Direttiva 2002/3/CE* relativa all'ozono nell'aria; con tale decreto vengono abrogate tutte le precedenti disposizioni concernenti l'ozono e vengono fissati i nuovi limiti.

D.Lgs. 152 del 03/04/2006

La parte V (Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera) di tale Decreto, noto come Testo Unico Ambientale, abroga il *DPR 203 del 24/05/1988* precedentemente descritto.

D.Lgs. 152 del 03/08/2007

Per quanto riguarda i metalli pesanti e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) si fa riferimento al *D.Lgs. n° 152 del 3/8/2007: 'Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'ambiente'*.

Tale decreto legislativo ha l'obiettivo di migliorare lo stato di qualità dell'aria ambiente e di mantenerlo tale laddove buono, stabilendo:

a) i valori obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente dell'arsenico, del cadmio, del nichel e del benzo(a)pirene;

b) i metodi e criteri per la valutazione delle concentrazioni nell'aria ambiente dell'arsenico, del cadmio, del mercurio, del nichel e degli idrocarburi policiclici aromatici;



Raffineria
di Taranto





c) i metodi e criteri per la valutazione della deposizione dell'arsenico, del cadmio, del mercurio, del nichel e degli idrocarburi policiclici aromatici.

D.Lgs. 120 del 26/06/2008

Il decreto intitolato 'Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152,...', sostituisce l'allegato I al D.lgs. 152/2007 mantenendo gli stessi valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

D.Lgs. 155 del 13/8/2010

La recente emanazione del D.Lgs. 155/2010 di fatto armonizza la preesistente normativa in materia di qualità dell'aria riportando in un solo atto normativo i limiti di qualità dell'aria per tutti gli inquinanti.

Vengono riportati nelle successive *Tabella 2.1*, *Tabella 2.2* e *Tabella 2.3* i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria per gli inquinanti considerati nel presente studio; i valori limite sono espressi in termini di concentrazioni normalizzate ad una temperatura di 293 K e ad una pressione di 101,3 kPa.

Tabella 2.1 Limiti di Legge Relativi all'Esposizione Acuta

Sostanza	Tipologia	Valore	Riferimento Legislativo
SO ₂	Soglia di allarme*	500 µg/m ³	
SO ₂	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m ³	
SO ₂	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m ³	
NO ₂	Soglia di allarme*	400 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010
NO ₂	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³	
PM ₁₀	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³	
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m ³	

** Misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 km², oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estese*



Raffineria di Taranto





Tabella 2.2 Limiti di Legge Relativi all'Esposizione Cronica

Sostanza	Tipologia	Valore	Riferimento Legislativo
NO ₂	Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	40 µg/m ³	
PM ₁₀	Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	40 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010
PM _{2,5}	Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	25 µg/m ³	

Tabella 2.3 Limite di Legge Relativo alla Protezione della Vegetazione

Sostanza	Tipologia	Valore	Riferimento Legislativo
SO ₂	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	20 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010





3. RETE DI MONITORAGGIO INQUINANTI IN ATMOSFERA

Le centraline appartenenti alla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria, gestite da ARPA Puglia, più prossime alla Raffineria sono:

- ✓ Machiavelli;
- ✓ Archimede;
- ✓ Ponte Wind;
- ✓ Paolo VI;
- ✓ Via Alto Adige;
- ✓ San Vito;
- ✓ Via delle Sorgenti (località Statte);
- ✓ Talsano;
- ✓ Massafra.

L'ubicazione delle centraline sopra citate è riportata nella successiva *Figura 3.1*.



Raffineria
di Taranto





Figura 3.1 Ubicazione delle Centraline di Qualità dell'Aria



Nella successiva *Tabella 3.1* si riporta, per ogni centralina, il nome, la classificazione secondo il *D.Lgs. 155/2010*, e i principali macroinquinanti monitorati.

Tabella 3.1 Descrizione Centraline di Qualità dell'Aria

Centralina	Tipologia	Inquinanti monitorati
Machiavelli	Industriale	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , CO
Archimede	Industriale	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , CO
Ponte Wind	Industriale	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , CO
Paolo VI	Industriale	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , CO
Via Alto Adige	Traffico	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , CO
San Vito	Fondo	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , CO
Via delle Sorgenti	Industriale	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , CO
Talsano	Fondo	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀
Massafra	Industriale	SO ₂ , NO ₂

Fonte: *Relazione annuale sulla Qualità dell'Aria in Puglia anno 2015 – ARPA Puglia*





4. STIMA DEGLI IMPATTI

Nel capitolo sono presentati la struttura e i risultati dello studio modellistico condotto al fine di quantificare la ricaduta al suolo degli inquinanti (SO₂, NO₂, polveri e CO) rilasciati a seguito dell'attività della *Raffineria di Taranto*. Si precisa che nel presente studio modellistico sono state considerate le emissioni della Raffineria alla massima capacità produttiva.

Lo studio è stato realizzato mediante l'applicazione del sistema di modelli CALMET-CALPUFF, meglio descritto nell'Allegato D5. In particolare CALPUFF è un codice di calcolo lagrangiano a puff non stazionario multi specie e utilizzabile su domini di calcolo a meso-scala. Il sistema è sviluppato dalla Sigma Research Corporation, ora parte di Earth Tech Inc., con il contributo di California Air Resources Board (CARB); attualmente è inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di 'Guideline on Air Quality Models'.

4.1 PREMESSA METODOLOGICA

Come anticipato nell'introduzione, lo studio è stato realizzato al fine di valutare quali possano essere le ricadute al suolo degli inquinanti rilasciati dalle sorgenti emissive della *Raffineria di Taranto*.

Utilizzando le emissioni della Raffineria alla massima capacità produttiva riportate nella scheda B.7.2 ('Emissioni in atmosfera di tipo convogliato') dell'AIA, si è provveduto a simulare tale scenario emissivo considerandolo continuo durante tutto l'arco dell'anno (24 ore su 24 ore).

In particolare i risultati espressi come massime concentrazioni rispetto ai periodi di mediazione definiti dal *D.Lgs. 155/2010*, riportati in dettaglio di seguito, rappresentano, con modalità cautelative, le concentrazioni indotte al suolo dall'esercizio della Raffineria, per ogni recettore del dominio di calcolo.

Lo studio modellistico è stato quindi impostato come segue:

- ✓ ricostruzione della meteorologia dell'area in esame, con il preprocessore meteorologico CALMET, per l'intero anno 2015 sulla base



Raffineria
di Taranto





dei dati meteorologici sito specifici monitorati dalle centraline meteo di Taranto dell'ARPA Puglia e della stazione di Raffineria (si veda l'Allegato D5 per maggiori dettagli);

- ✓ costruzione dello scenario emissivo alla massima capacità produttiva della Raffineria;
- ✓ simulazione del suddetto scenario mediante il processore CALPUFF considerando le emissioni in atmosfera costanti per tutto l'anno;
- ✓ elaborazione dei risultati con il postprocessore CALPOST al fine di individuare le aree del dominio di calcolo maggiormente interessate dalle potenziali ricadute, mediante la redazione di mappe di isoconcentrazione degli inquinanti al suolo calcolate dal modello;
- ✓ confronto dei risultati con i rispettivi limiti di legge per gli inquinanti considerati che, nella fattispecie, sono stabiliti dal *D.Lgs. 155/2010*. Tali limiti fanno riferimento sia a condizioni di esposizione cronica, fissando concentrazioni medie annue massime, sia acuta prevedendo concentrazioni medie giornaliere e orarie da non superare per un numero definito di episodi (percentili delle concentrazioni medie giornaliere e orarie).

Si precisa inoltre che nel presente studio modellistico non sono state prese in considerazione le reazioni fotochimiche che invece hanno luogo in atmosfera e riducono la concentrazione d'inquinanti. Pertanto le immissioni simulate riflettono questa sovrastima del contributo effettivo delle sorgenti emmissive.

4.2 DESCRIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE DELLA RAFFINERIA

Le emissioni della Raffineria considerate sono di tipo convogliato ed in particolare dovute all'esercizio di 8 camini, la cui localizzazione è riportata in *Figura 4.1*.



Raffineria
di Taranto



Figura 4.1 Localizzazione delle Sorgenti Emissive della Raffineria



Le caratteristiche geometriche ed emissive di tali camini sono indicate nelle tabelle successive.

Tabella 4.1 Caratteristiche delle Sorgenti Emissive della Raffineria

Sorgente	X UTM	Y UTM	Alt.	Diam.	Temp. Fumi	Vel. Fumi	Portata
	33 N	33 N					
	[m]	[m]	[m]	[m]	[K]	[m/s]	[Nm ³ /h]
E1	685'976	4'484'608	100	3,83	493	7,46	171'315
E2	686'174	4'484'773	120	5	453	4,92	209'455
E3	685'989	4'484'453	100	4,08	453	32,78	929'568
E4	686'026	4'484'706	54,7	1,59	453	3,71	15'988
E7	686'016	4'484'738	20,1	0,38	583	9,88	1'890
E8	685'911	4'484'870	95	1,6	533	14,39	53'354
E9	686'184	4'484'042	40	2	453	8,15	55'582
E10	686'166	4'484'022	80	2	543	3,25	18'500



Tabella 4.2 Caratteristiche Emissive dei Camini considerati della Raffineria

Sorgente	SO ₂	NO _x	PTS	CO
	[g/s]			
E1	17,472	9,269	1,095	11,897
E2	78,744	14,503	1,338	14,546
E3	30,566	43,762	0,775	25,821
E4	0,317	1,264	0,022	0,444
E7	0,038	0,094	0,003	0,053
E8	1,059	2,334	0,074	1,482
E9	0,438	0,738	0,077	1,544
E10	5,179	0,467	0,026	0,514
Totale	133,811	72,430	3,409	56,300

4.3 RISULTATI

Nei seguenti paragrafi sono riportati i risultati dello studio modellistico in termini di concentrazioni a livello del suolo di SO₂, NO₂, polveri (PTS) e CO.

I risultati sono presentati coerentemente con i parametri statistici previsti dal *D.Lgs. 155/2010* in funzione dei periodi di mediazione normati.

Oltre alle concentrazioni massime all'interno del dominio di calcolo saranno anche indicate le concentrazioni calcolate dal modello in corrispondenza delle centraline della rete di monitoraggio di ARPA Puglia che ricadono all'interno del dominio di simulazione.

Gli output generati dal modello sotto forma di matrici di valori georeferenziati sono stati elaborati con il software ARCGIS (ESRI) specifico per operazioni di interpolazioni geostatistiche.

Il risultato di tale operazione è mostrato nelle successive *Figure* le quali riportano le mappe di isocentratura delle massime ricadute al suolo per i diversi inquinanti simulati.

4.3.1 Ossidi di Zolfo

In *Tabella 4.3* sono riportate rispettivamente le concentrazioni massime calcolate dal modello sull'intero dominio di calcolo ed in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria di ARPA Puglia presenti nell'area di simulazione per ciascun periodo di mediazione; la distribuzione spaziale delle



concentrazioni annue e dei percentili giornalieri ed orari è mappata rispettivamente in *Figura 4.2*, *Figura 4.3* e *Figura 4.4*.

Tabella 4.3 *SO₂ Concentrazioni Calcolate dal Modello nel Dominio di Calcolo*

Centraline	Concentrazione Media Annua	99,2°	99,7°
		Percentile giornaliero	Percentile orario
[µg/m ³]			
Archimede	1,32	14,85	72,62
San Vito	0,46	6,52	26,64
Via Alto Adige	0,54	4,06	20,40
Machiavelli	0,69	7,65	40,65
Via delle Sorgenti	0,97	6,98	24,85
Talsano	0,26	2,61	12,17
Paolo VI	1,39	10,25	41,77
Ponte Wind	0,52	3,39	21,09
Massafra	0,30	2,37	10,81
Massimo di dominio	4,38	41,35	140,33
<i>Limite di legge</i>	<i>20</i> ⁽¹⁾	<i>125</i> ⁽²⁾	<i>350</i> ⁽²⁾

⁽¹⁾ Limite per la protezione della vegetazione.

⁽²⁾ Limite per la protezione della salute umana.

Come si evince dalla tabella, le concentrazioni calcolate al suolo si attestano su valori molto inferiori rispetto ai relativi limiti normativi. Dall'analisi delle mappe di isoconcentrazione si osserva inoltre che le massime ricadute al suolo sono localizzate nelle immediate vicinanze della Raffineria in direzione Nord-Est e anche verso Sud (in mare). Si evidenzia che le concentrazioni più critiche in termini di percentile orario e giornaliero si registrano in mare.



Raffineria
di Taranto





Figura 4.2 Mappa di isoconcentrazione della Media Annua di SO₂

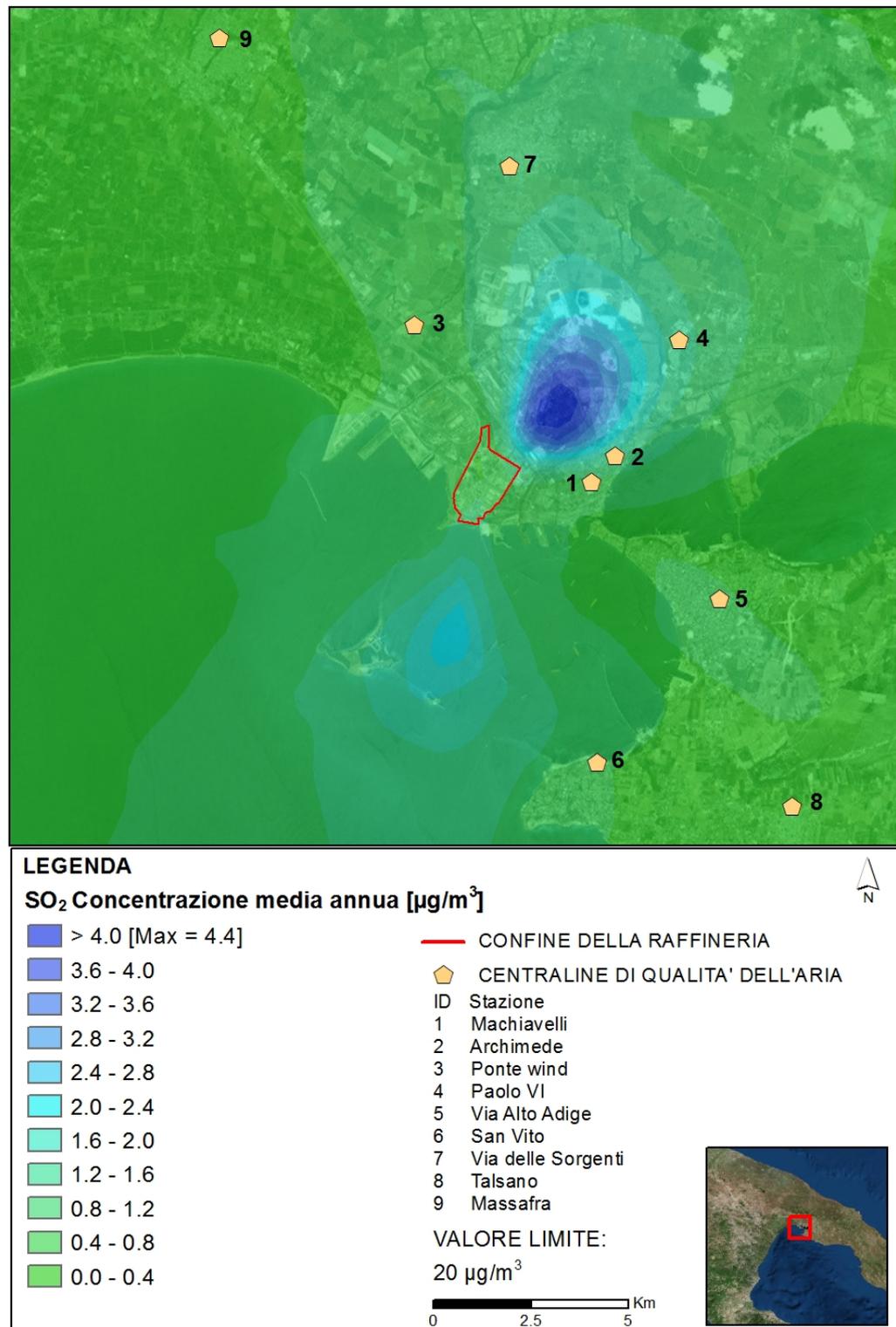




Figura 4.3 Mappa di isoconcentrazione del Percentile Giornaliero di SO₂

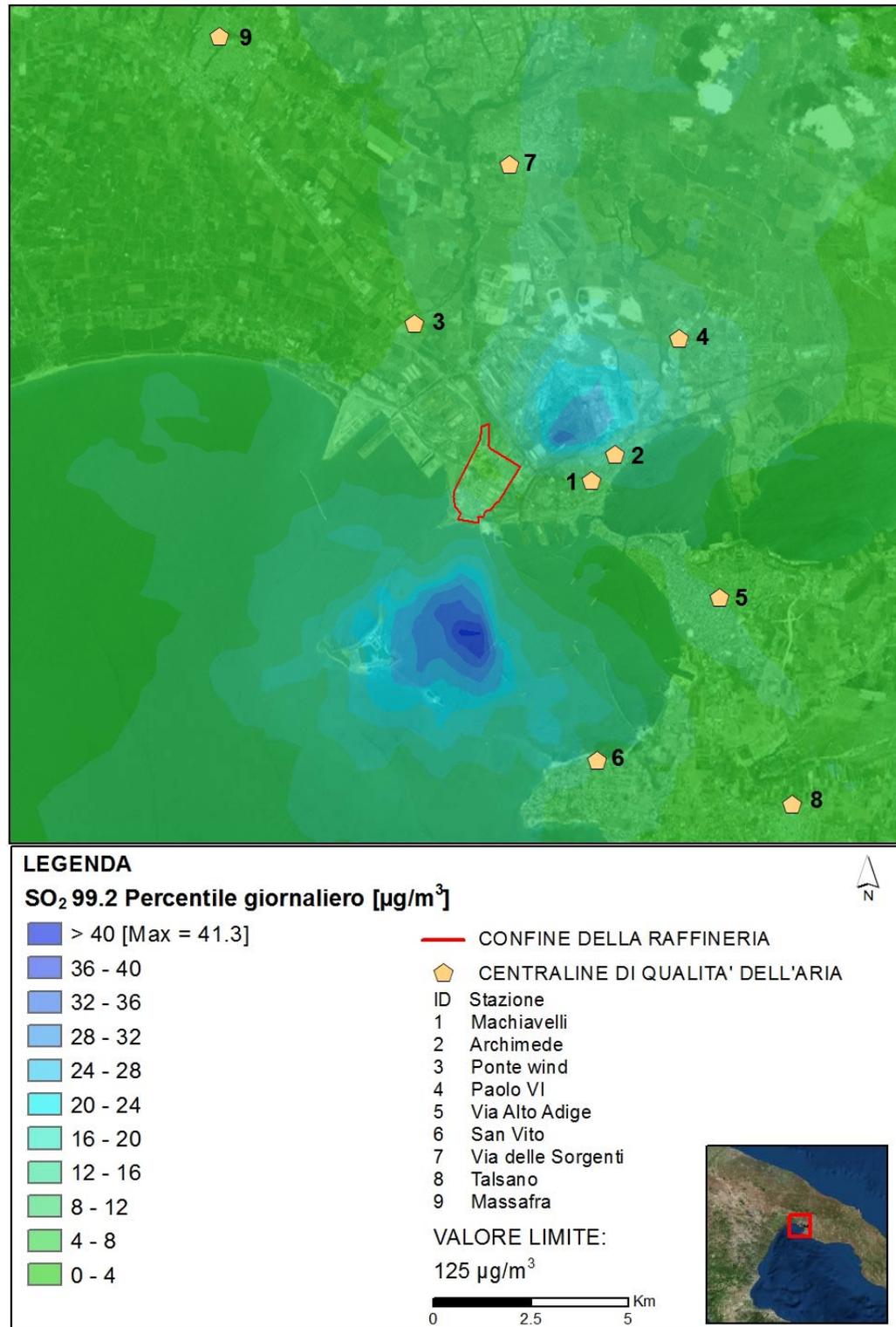
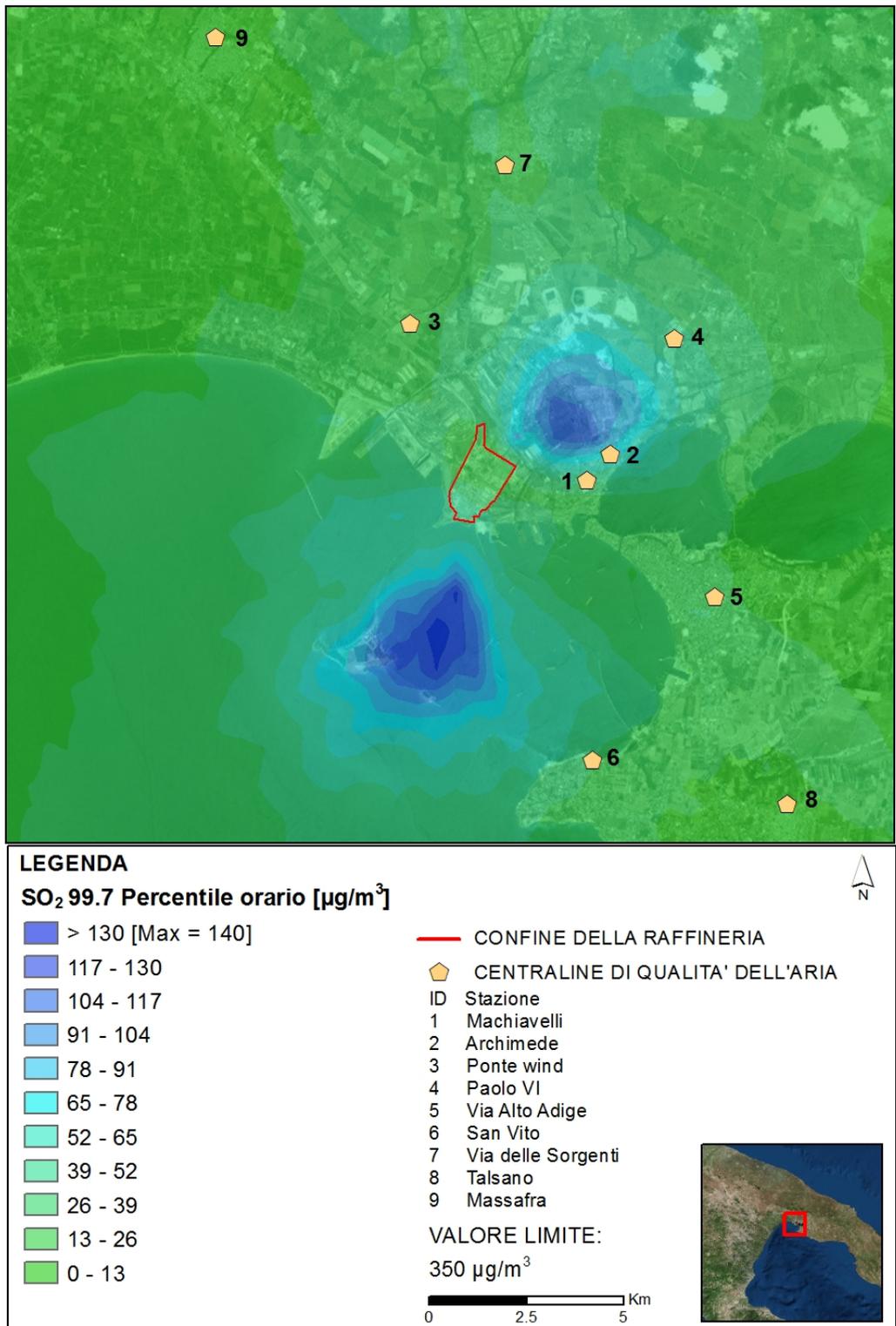




Figura 4.4 Mappa di isoconcentrazione del Percentile Orario di SO₂





4.3.2 Biossido di Azoto

In *Tabella 4.4* sono riportate le concentrazioni massime stimate dal modello sull'intero dominio di calcolo ed in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria che ricadono all'interno dell'area di calcolo; le mappe di isoconcentrazione relative al biossido di azoto sono riportate in *Figura 4.5* e *Figura 4.6*.

Tabella 4.4 NO₂ Concentrazioni Calcolate dal Modello nel Dominio di Calcolo

Centraline	Concentrazione Media	99,8° Percentile
	Annua	orario
[µg/m ³]		
Archimede	0,57	29,38
San Vito	0,19	11,14
Via Alto Adige	0,26	9,53
Machiavelli	0,30	15,65
Via delle Sorgenti	0,45	11,37
Talsano	0,12	5,16
Paolo VI	0,58	18,38
Ponte Wind	0,23	9,40
Massafra	0,14	4,74
Massimo di dominio	1,72	50,32
<i>Limite di legge</i>	<i>40⁽¹⁾</i>	<i>200⁽¹⁾</i>

⁽¹⁾ Limite per la protezione della salute umana.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, le massime concentrazioni calcolate al suolo risultano decisamente al di sotto del rispettivo limite normativo. Le mappe di isoconcentrazione mostrano che i valori massimi di ricaduta si verificano nell'area posta a Nord-Est dell'impianto e anche a Sud (in mare). Si evidenzia che le concentrazioni più critiche in termini di percentile orario si registrano in mare. Nel presente studio si è scelto di simulare la dispersione in atmosfera degli ossidi di azoto nella loro totalità, per poi confrontare gli output del modello con i limiti imposti dal *D.Lgs. 155/2010* per il biossido di azoto; tale approccio è conservativo poiché solo una parte degli NO_x emessi in atmosfera, principalmente in forma di monossido di azoto, si ossidano ulteriormente in NO₂. L'efficacia di tale conversione dipende, infatti, da numerosi fattori, l'intensità della radiazione solare, la temperatura e la presenza di altri inquinanti quali l'ozono e alcuni idrocarburi.



Raffineria
di Taranto





Figura 4.5 Mappa di isoconcentrazione della Media Annua di NO₂

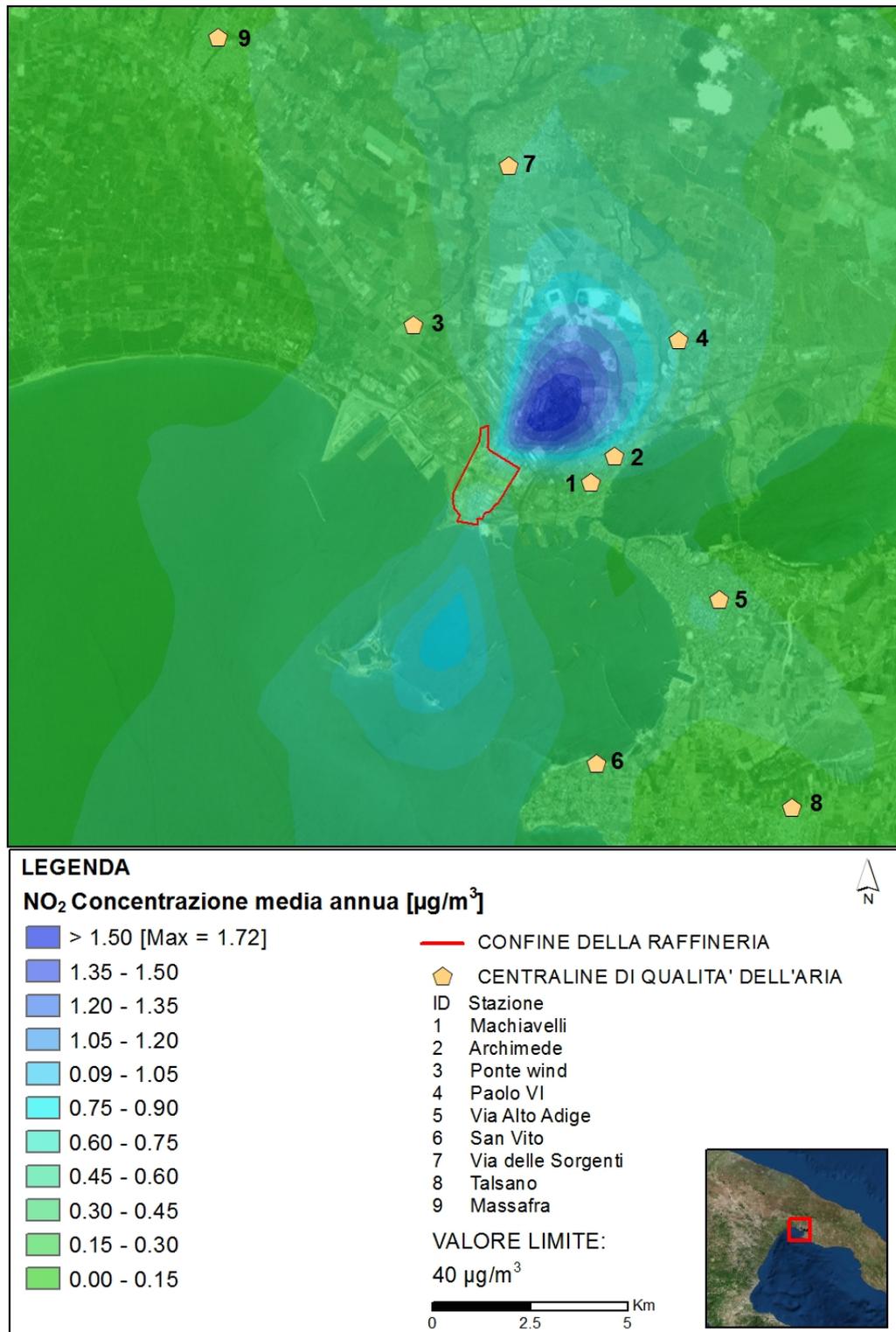
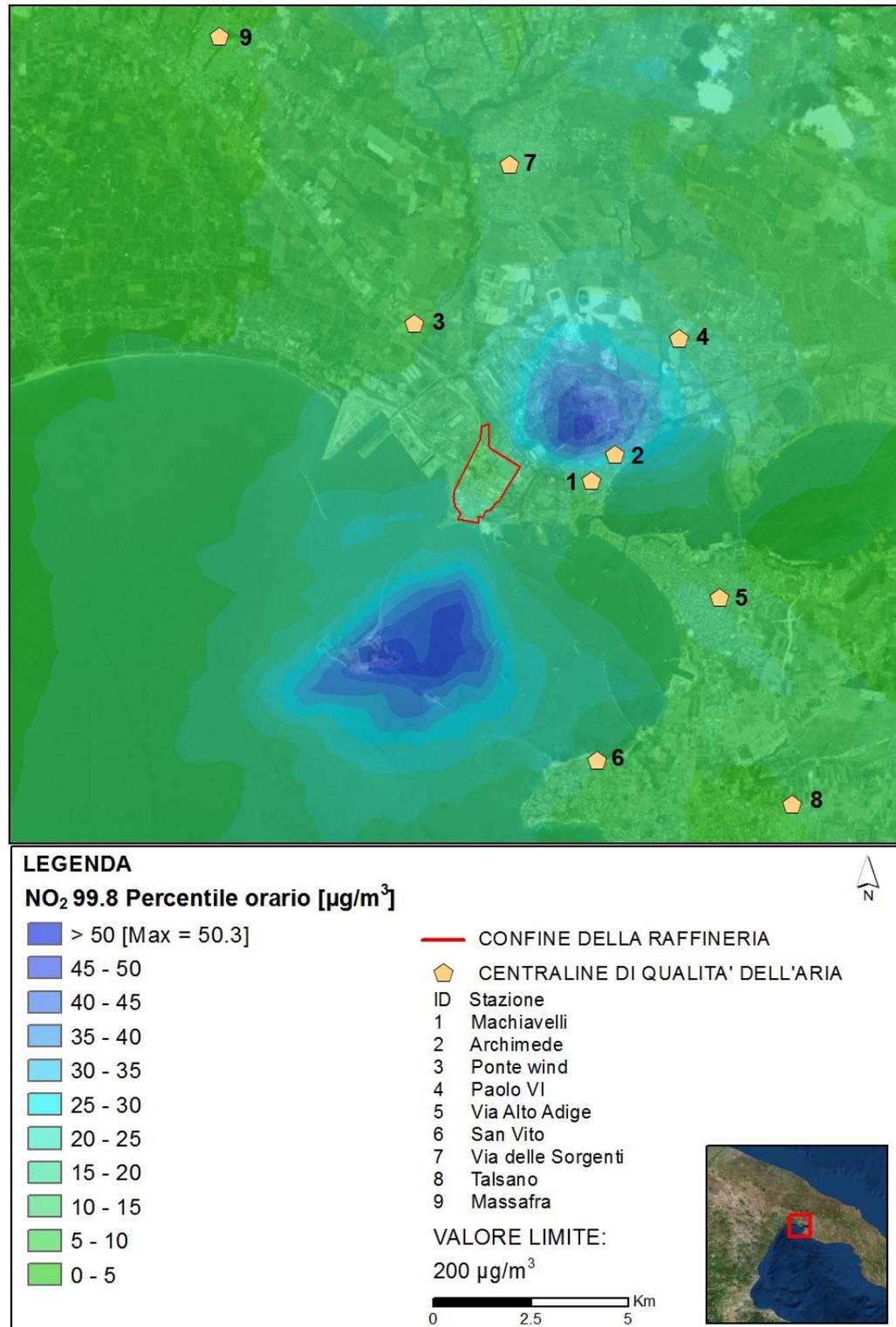




Figura 4.6 Mappa di isoconcentrazione del Percentile Orario di NO₂





4.3.3 Polveri Totali Sospese (PTS)

In *Tabella 4.5* sono riportate le concentrazioni massime di PTS calcolate da CALPUFF sull'intero dominio di calcolo ed in corrispondenza della rete di monitoraggio di qualità dell'aria dell'ARPA Puglia presente nell'area di simulazione; la distribuzione spaziale delle concentrazioni annue e del percentile giornaliero è rappresentata nelle *Figura 4.7* e *Figura 4.8*.

Si evidenzia come la scelta di simulare la dispersione in atmosfera delle Polveri nella loro totalità, per poi confrontare gli output del modello con i limiti imposti per il solo PM₁₀ e per il PM_{2,5} (che ne rappresentano solo una quota parte) sia ampiamente conservativa.

Tabella 4.5 PTS Concentrazioni Calcolate dal Modello nel Dominio di Calcolo

Centraline	Concentrazione Media	90,4° Percentile
	Annua	giornaliero
[µg/m ³]		
Archimede	0,03	0,13
San Vito	0,01	0,03
Via Alto Adige	0,01	0,05
Machiavelli	0,02	0,05
Via delle Sorgenti	0,03	0,08
Talsano	0,01	0,02
Paolo VI	0,04	0,11
Ponte Wind	0,01	0,05
Massafra	0,01	0,03
Massimo di dominio	0,11	0,35
<i>Limite di legge</i>	40 ⁽¹⁾	50 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ *Limite per la protezione della salute umana.*

Come si può osservare dalla precedente tabella, le concentrazioni di PTS relative alla Raffineria risultano due ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti normativi. Dall'analisi delle mappe di isoconcentrazione si evince che le massime ricadute al suolo sono localizzate nell'intorno dell'impianto, in direzione Nord-Est e in parte anche a sud (in mare).





Figura 4.7 *Mappa di isoconcentrazione della Media Annua delle PTS*

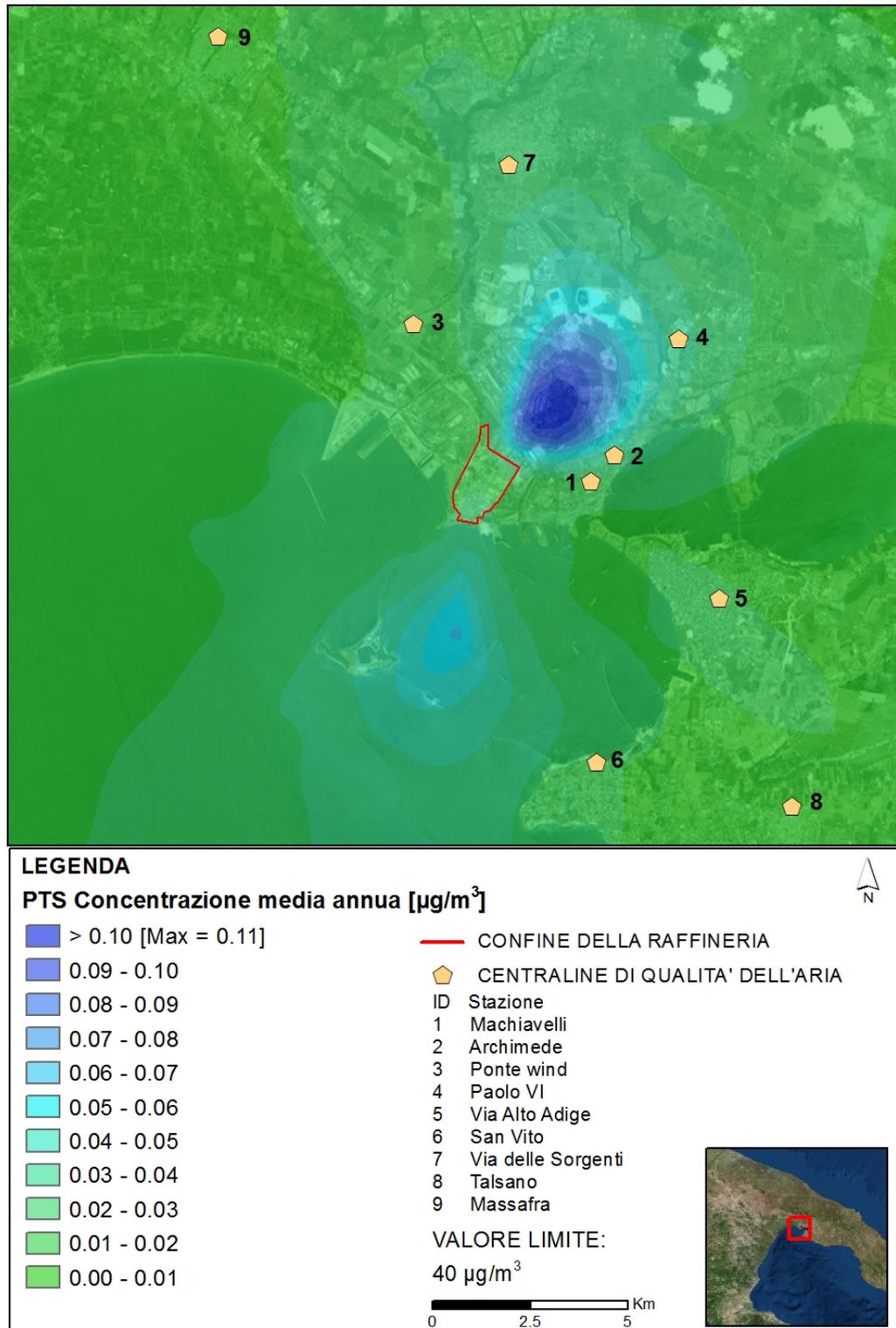
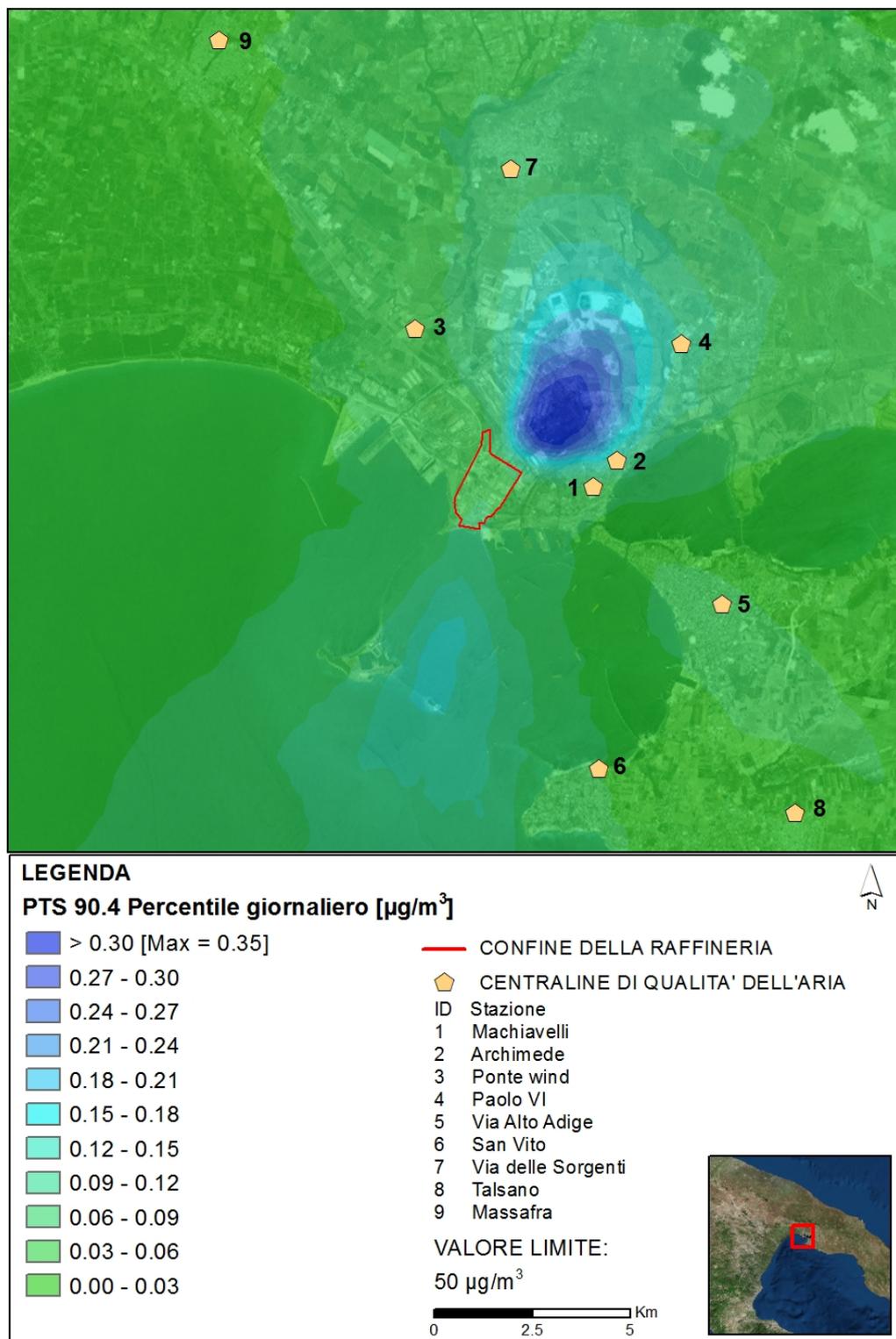




Figura 4.8 Mappa di isoconcentrazione del Percentile Giornaliero delle PTS





4.3.4 Monossido di Carbonio

In *Tabella 4.6* sono riportate rispettivamente le concentrazioni massime calcolate dal modello come media mobile sulle 8 ore nell'intero dominio di calcolo, ed in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria presenti. La mappa di isoconcentrazione relativa al monossido di carbonio è riportata in *Figura 4.9*.

Tabella 4.6 CO Concentrazioni Calcolate dal Modello nel Dominio di Calcolo

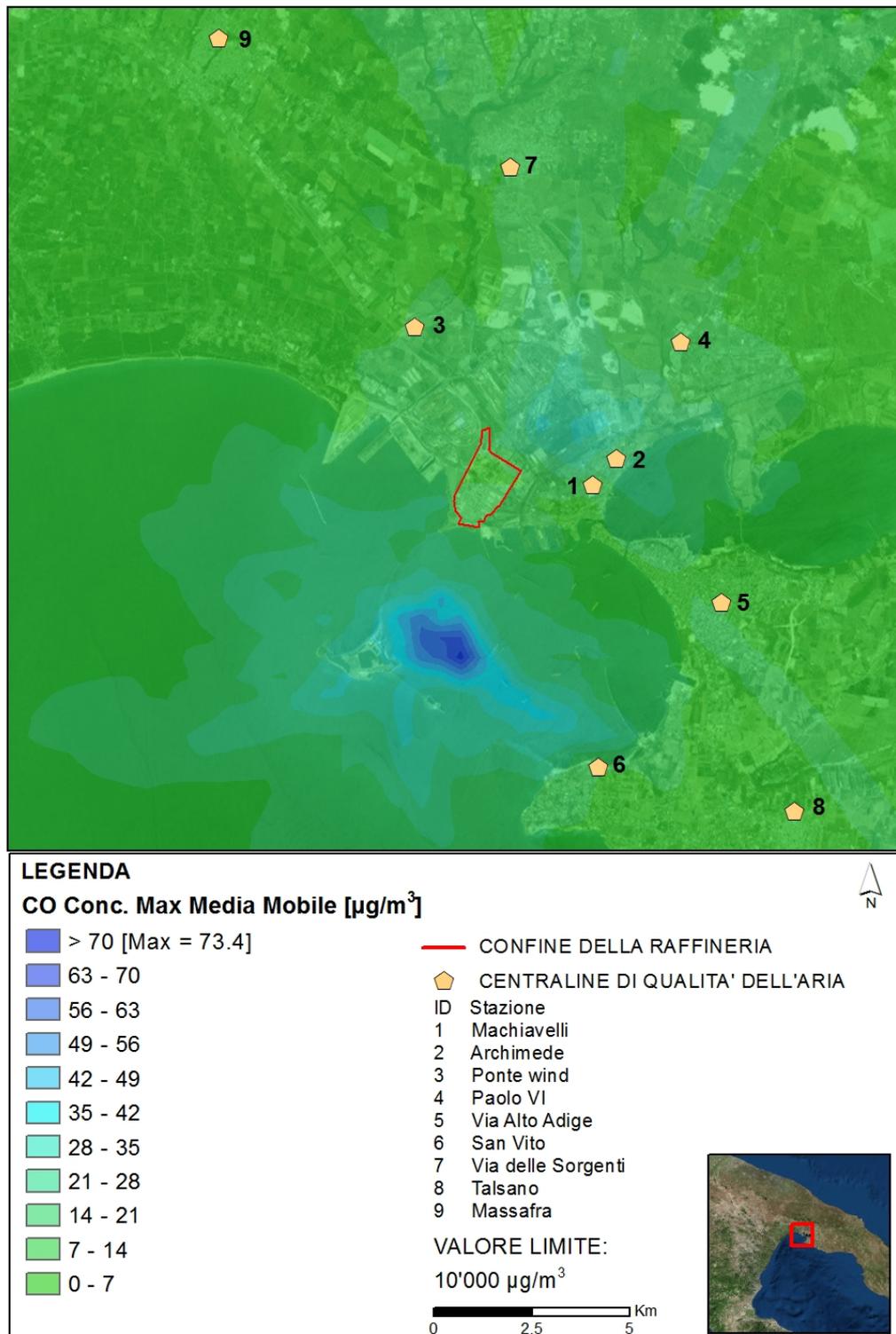
Centraline	Concentrazione Massima sulla Media delle
	8 ore [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Archimede	21,15
San Vito	7,63
Via Alto Adige	5,21
Machiavelli	8,76
Via delle Sorgenti	7,63
Talsano	2,78
Paolo VI	8,32
Ponte Wind	8,58
Massafra	2,39
Massimo di dominio	73,44
<i>Limite di legge</i>	<i>10000⁽¹⁾</i>

⁽¹⁾ *Limite per la protezione della salute umana.*

Anche in quest'ultimo caso le concentrazioni calcolate al suolo si attestano su valori oltre due ordini di grandezza inferiori rispetto al limite di legge. La mappa di isoconcentrazione evidenzia che i valori maggiori di ricaduta si verificano a sud della Raffineria (in mare).



Figura 4.9 *Mappa di isoconcentrazione del Massimo della Media Mobile su 8 Ore del CO*





5. CONCLUSIONI

Le simulazioni effettuate, nelle condizioni conservative in cui sono state eseguite, ovvero considerando tutti i camini della Raffineria alla massima capacità produttiva e funzionanti costantemente a pieno carico per tutto l'anno, hanno permesso di evidenziare che non si verifica alcun superamento dei limiti di legge stabiliti dal *D.Lgs. 155/2010* per tutti gli inquinanti considerati (SO_2 , NO_2 , polveri e CO) e sull'intero dominio di calcolo.

Il contributo aggiuntivo che la Raffineria determina al livello di inquinamento nell'area geografica interessata (C_A) risulta molto minore del corrispondente requisito di qualità ambientale (SQA) per tutti gli inquinanti.



Raffineria
di Taranto

