



Quadro Ambientale

4.2 ATMOSFERA

INDICE

4.2	ATMOSFERA	2
4.2.1	Premessa	2
4.2.2	Riferimenti normativi in materia di qualità dell'aria	5
4.2.3	Caratteristiche meteorologiche dell'area.....	8
4.2.4	Emissioni in atmosfera – Fase di esercizio	15
4.2.5	Emissioni in atmosfera – Fase di costruzione	33
4.2.6	Stato di qualità attuale della componente	41
4.2.7	Stato di qualità previsto della componente.....	51
4.2.8	Opere e misure di mitigazione	71
4.2.9	Sistemi di monitoraggio delle emissioni e delle concentrazioni	73

4.2 ATMOSFERA

4.2.1 PREMESSA

Il presente capitolo è finalizzato alla preliminare valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria determinati dalla realizzazione ed esercizio degli impianti di teleriscaldamento della Città di Alessandria in progetto nell'assetto complessivo a regime, di cui una parte relativa alla Centrale Sud, come indicato nei capitoli 1 e 3, già autorizzati ed in via di realizzazione.

Con riferimento alla fase di esercizio, tenuto conto della natura e caratteristiche degli interventi previsti, le emissioni in atmosfera oggetto di studio sono rappresentate dai prodotti della combustione effluenti dai camini delle centrali di cogenerazione in progetto (nello specifico di preminente interesse risultano gli ossidi di azoto NOx). Le due centrali previste sono localizzate al margine esterno dell'abitato cittadino come di seguito illustrato.

Con riferimento alla fase di costruzione le emissioni in atmosfera di maggiore interesse sono costituite invece dalle polveri generate dalle diverse attività di cantiere.

Si ricorda in premessa che ai fini della valutazione degli impatti occorre considerare che all'entrata in esercizio del servizio di teleriscaldamento verranno dismessi gli impianti termici degli edifici via via che siano allacciati alla rete.

Figura 4.2.1-1 Localizzazione delle due centrali su cartografia

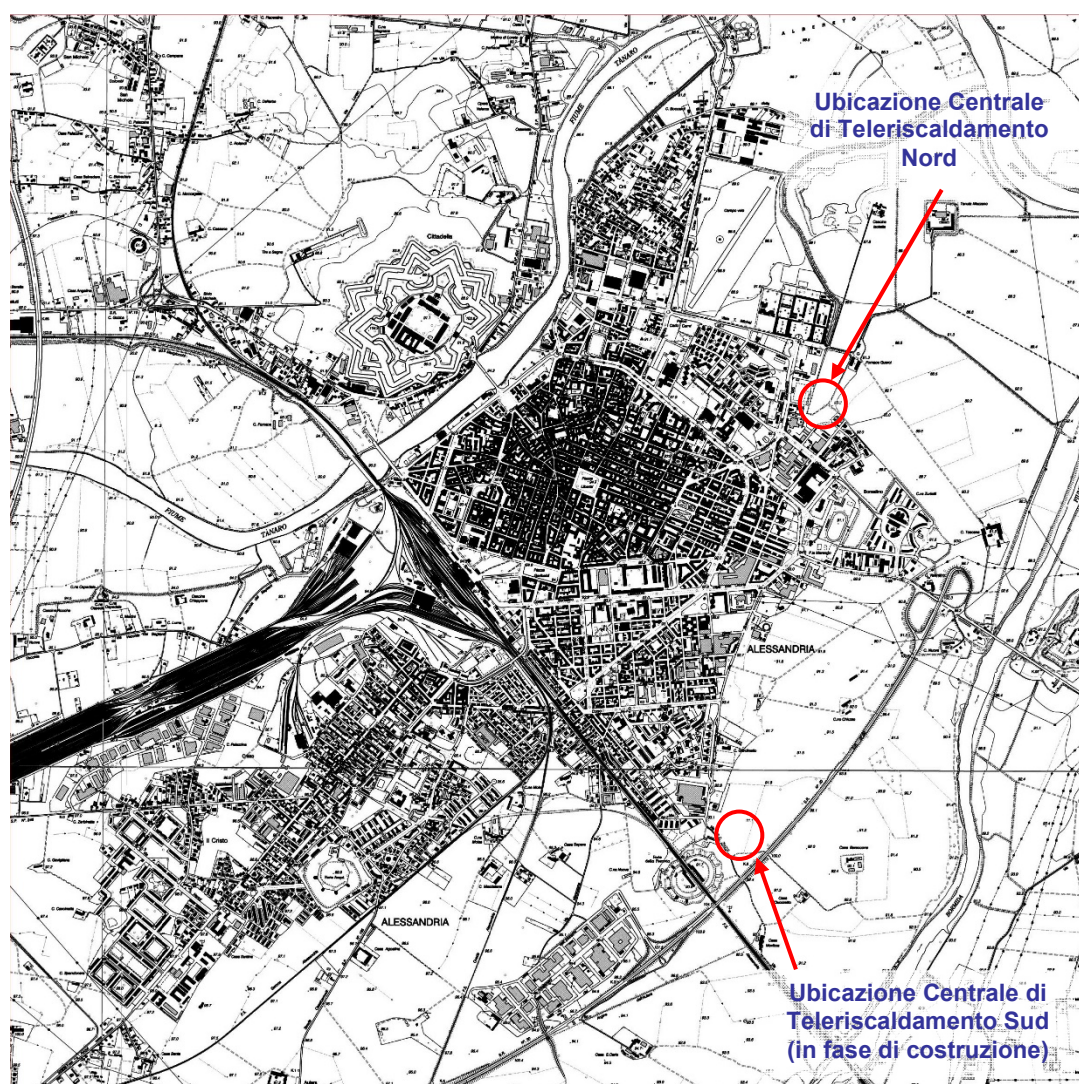
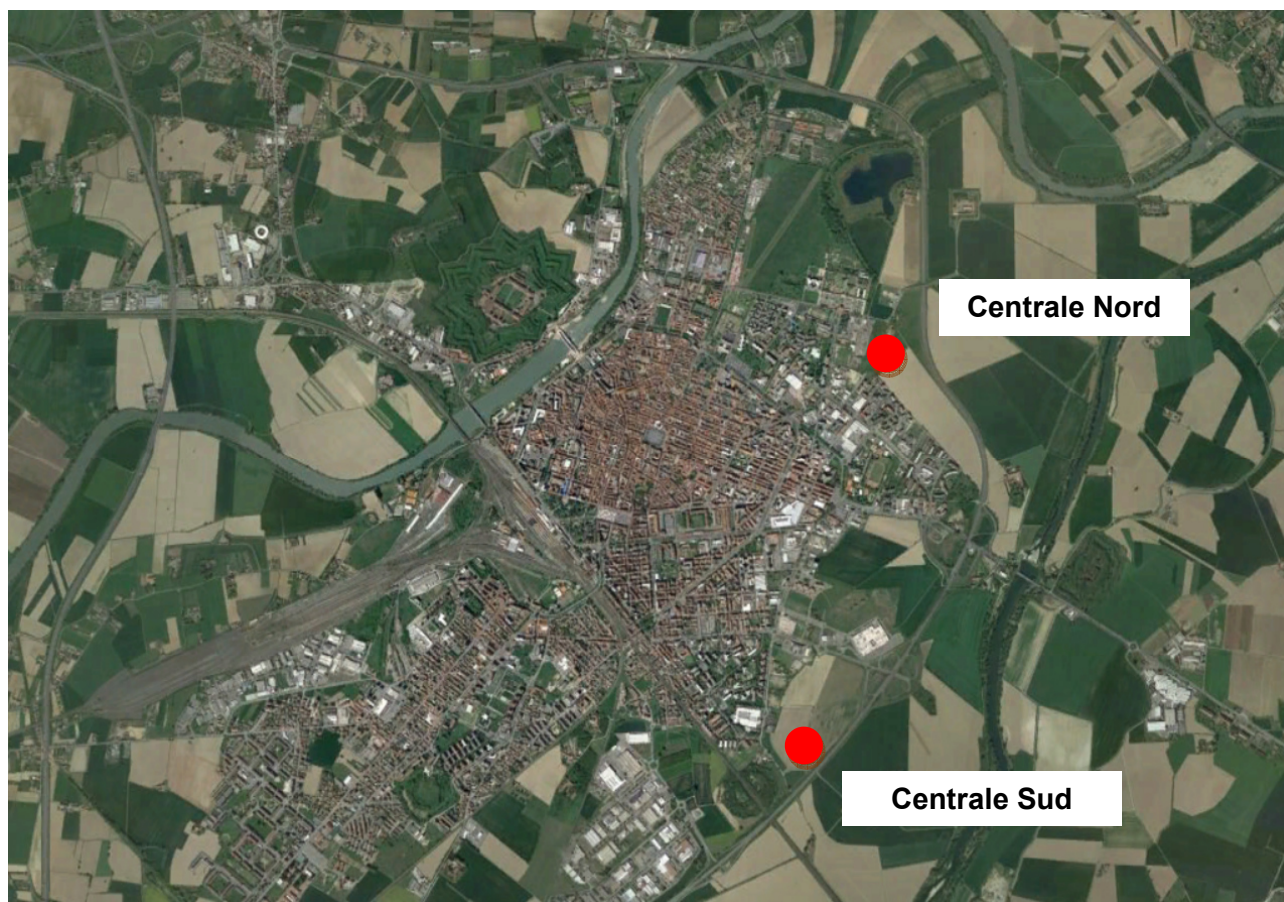


Figura 4.2.1-2 Vista aerea della localizzazione delle due centrali



Nelle due centrali Sud e Nord in progetto è prevista, nell'assetto finale complessivo a regime (che include sia gli impianti già autorizzati, sia quelli oggetto del presente completamento), l'installazione degli impianti sintetizzati in tabella.

Tabella 4.2.1-1 Componenti impiantistiche e caratteristiche tecniche principali – Assetto complessivo a regime

IMPIANTO	TIPOLOGIA	POTENZIALITÀ'	Q.TÀ
CENTRALE SUD	cogeneratore	ca. 1.200 kWe ca. 1.200 kWt	1
	cogeneratore	ca. 4.400 kWe ca. 4.300 kWt	2
	caldaia	ca. 8.000 kWt	1
	caldaia	ca. 18.000 kWt	4
	pompa di calore ad acqua di falda	ca. 1.150 kWt	2
	pompa di calore per recuperi termici	ca. 600 kWt	8
	solare termico	ca. 400 kW	530 m ²
	stoccaggio termico	ca. 500 m ³	2
CENTRALE NORD	cogeneratore	ca. 9.500 kWe ca. 8.900 kWt	1
	caldaia	ca.20.000 kWt	2
	stoccaggio termico	ca.500 m ³	2
	solare fotovoltaico	ca.32 kWp	1

Si evidenzia che la seconda caldaia da 20.000 kW della Centrale Nord avrà funzione di solo back up e non sarà normalmente attiva.

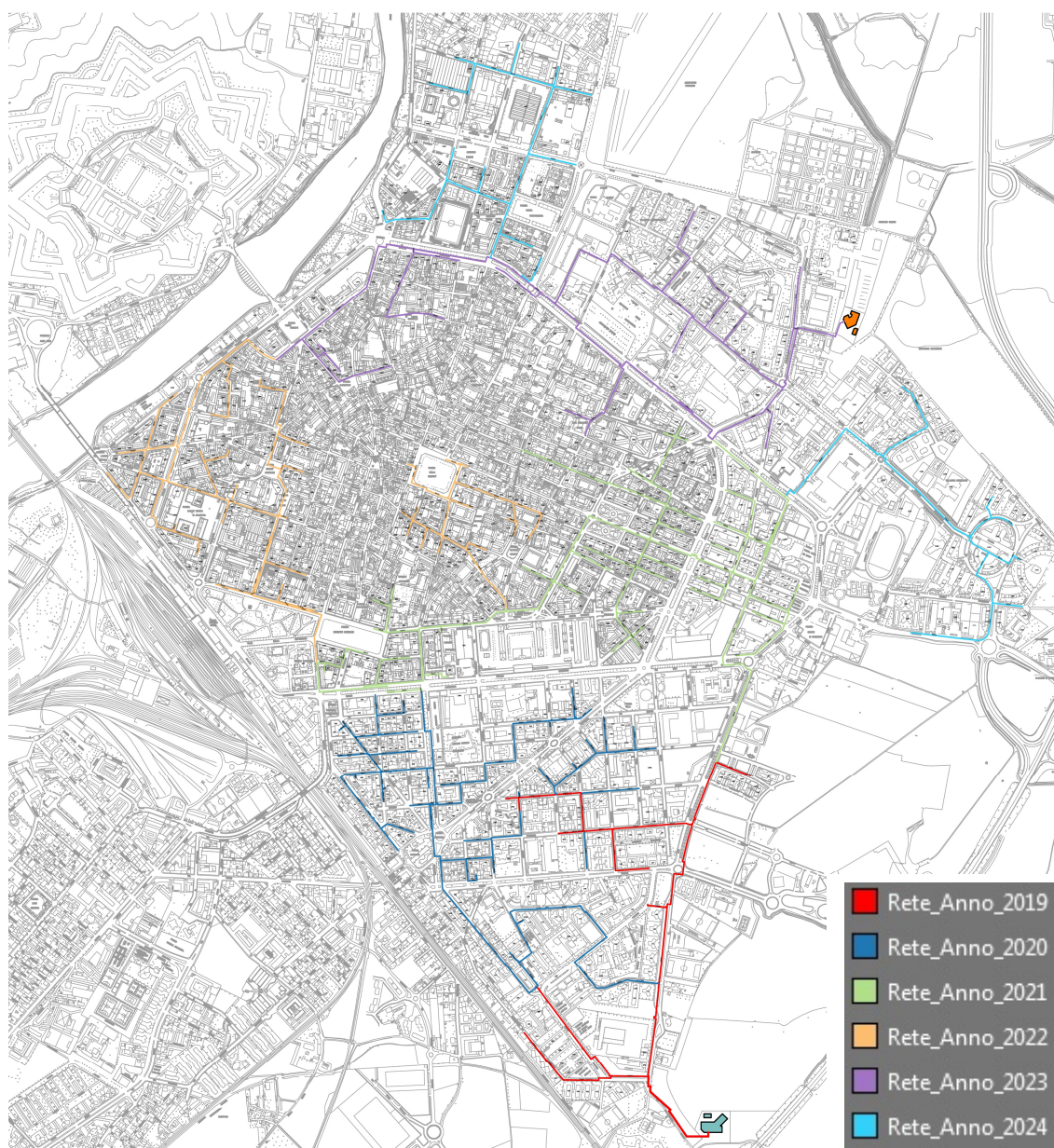
Di tutti gli impianti sopra indicati, una parte di quelli previsti nella Centrale Sud, come dettagliato nel *Capitolo 3 Quadro progettuale*, sono già stati autorizzati ed attualmente in fase di costruzione.

Volendo analizzare l'impatto complessivo delle opere, durante l'esercizio nell'assetto complessivo a regime in un anno tipo di tutti gli impianti in progetto presso le due centrali, le previste produzioni energetiche (termiche ed elettriche rispettivamente) risultano essere:

- 190.821 MWht/a
- 84.909 MWhe/a.

Per quanto concerne la produzione di energia termica, gli impianti in progetto si prevede sostituiranno via via gli impianti termici civili distribuiti lungo le direttrici illustrate in figura.

Figura 4.2.1-3 Tracciato di progetto a regime della rete di teleriscaldamento per la città di Alessandria



Nello specifico la presente analisi dei potenziali effetti sulla componente si articola in:

- definizione dei limiti di concentrazione degli inquinanti indicati dalla normativa in vigore,
- raccolta ed elaborazione dei dati meteorologici disponibili con riferimento all'area interessata dal progetto,
- analisi del progetto negli scenari: ante operam, complessivo finale a regime, ed autorizzato (intermedio), al fine di stimare in termini qualitativi e quantitativi le possibili sostanze emesse in atmosfera,
- definizione dello stato di qualità ante operam della componente,
- studio della dispersione degli inquinanti emessi dall'impianto e valutazione dei risultati ottenuti dalle simulazioni modellistiche,
- indicazione delle opere/misure di mitigazione di prevista adozione,
- descrizione delle attività di monitoraggio della qualità dell'aria.

Lo stato di qualità della componente a seguito della realizzazione degli impianti è stato definito attraverso la comparazione dei livelli di concentrazione degli inquinanti previsti a seguito delle diverse fasi di realizzazione dell'impianto (le parti già in fase di costruzione e quelle ancora da autorizzare), con i limiti normativi vigenti e di futura entrata in vigore, nonché con i livelli di concentrazione nella situazione ante-operam. A tal fine sono state condotte specifiche simulazioni modellistiche mediante il modello matematico AERMOD, sviluppato dall'ente per la protezione dell'ambiente statunitense (US-EPA), utilizzando i dati di emissione dell'impianto in progetto ed i dati orari meteorologici ARPA Piemonte. I risultati ottenuti sono stati inoltre confrontati, per l'inquinante più critico (NOx), anche con un altro modello raccomandato dalla US-EPA, appartenente ai modelli non stazionari a puff: CALPUFF, al fine di validare i risultati ottenuti e di confermarne le considerazioni tratte.

4.2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI IN MATERIA DI QUALITÀ DELL'ARIA

La normativa in materia di qualità dell'aria ed inquinamento atmosferico agisce parallelamente su due fronti: da una parte mira a controllare le fonti inquinanti, stabilendo dei limiti di legge sulle emissioni, dall'altra individua gli standard e gli obiettivi di qualità dell'aria da raggiungere o preservare, prevedendone il monitoraggio.

Per quanto concerne la qualità dell'aria, la prima normativa a livello europeo è stata la Direttiva 96/62/CE, recepita in Italia dal D. Lgs. 351/99, dal quale sono state emanate altre norme, in risposta allo sviluppo delle direttive europee.

Il Decreto Legislativo 13/08/2010, n. 155 ha aggiornato il quadro normativo nazionale in materia di qualità dell'aria ed inquinamento atmosferico, recependo la Direttiva europea. In particolare, il Decreto stabilisce:

- *i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM₁₀;*
- *i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto;*
- *le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto;*
- *il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM_{2,5};*
- *i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene;*
- *i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono.*

La zonizzazione e la classificazione del territorio, i sistemi di valutazione della qualità dell'aria e i piani per la riduzione dei livelli di inquinamento, per il mantenimento e per la

gestione dei eventi acuti sono gli strumenti con i quali il Decreto si propone di operare al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati.

Di seguito si riassumono i livelli normativi per i contaminanti atmosferici di interesse, stabiliti da tale decreto.

Monossido di Azoto e biossido di azoto (D.Lgs. 13 agosto 2010, n.155 – All. XI e All. XII)

	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 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1/01/ 2010	1° gennaio 2010
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1/01/ 2010	1° gennaio 2010
3. Livello critico annuale per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	Nessuno	Nessuno
Soglia di allarme per il biossido di azoto		400 µg/m ³ misurate su tre ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km ² oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi.		

Nota: Per le zone e gli agglomerati per i quali è concessa la deroga prevista dall' articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro la data prevista dalla decisione di deroga, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.

Monossido di carbonio (D.Lgs. 13 agosto 2010, n.155 - Allegato XI)

	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	Nessuno	Già in vigore dal 1° gennaio 2005.

Nota: la massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17 del giorno precedente e le ore 01 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16 e le ore 24 del giorno stesso.

Come si può osservare, i limiti volti alla protezione della salute umana relativamente al biossido di sono espressi con un valore di concentrazione più elevato che non può essere superato se non per periodi limitati di tempo, ed un secondo valore di concentrazione minore da non superarsi con riferimento a periodi temporali prolungati. Relativamente al monossido di carbonio è stabilito un valore massimo riferito alla media delle concentrazioni su 8 ore.

A livello regionale, la Regione Piemonte ha emanato la legge regionale 7 aprile 2000 n. 43 che costituisce l'atto normativo regionale di riferimento per la gestione ed il controllo della qualità dell'aria.

In essa sono contenuti gli obiettivi e le procedure per l'approvazione del Piano per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria (il D.Lgs. 155/2010 l'ha in seguito rinominato Piano Regionale di Qualità dell'Aria), nonché le modalità per la realizzazione e la gestione degli strumenti della pianificazione.

Il Consiglio regionale ha recentemente approvato il Piano Regionale di Qualità dell'Aria con DCR 25 marzo 2019, n. 364-6854 in esito alla procedura di Valutazione ambientale strategica.

In particolare, la documentazione relativa al PRQA illustra:

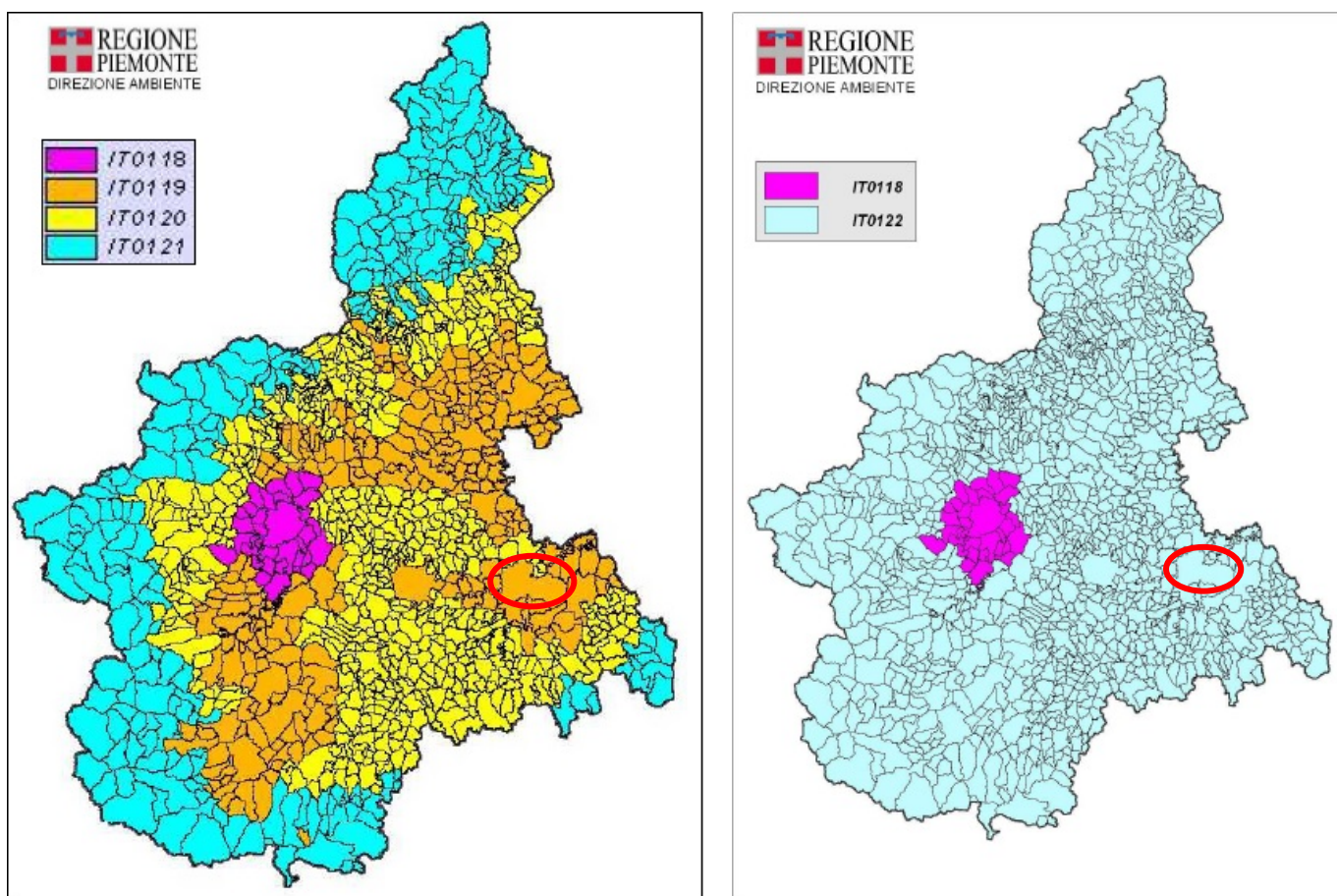
- lo stato di qualità dell'aria e l'individuazione degli ambiti che hanno maggior peso sulla qualità dell'aria (Agricoltura, Energia, Trasporti, Industria);
- approfondimenti tecnici che validano da un punto di vista scientifico i contenuti del PRQA (Source Apportionment Modellistico ed Analitico, Analisi dei consumi energetici e delle riduzioni emissive ottenibili, Valutazione degli effetti ambientali del PRQA in riferimento ai Cambiamenti Climatici, Dichiarazione di Sintesi del percorso di VAS);

- le misure afferenti a ciascun ambito e relativa quantificazione in termini di riduzione emissiva;
- i risultati delle simulazioni modellistiche relative all'attuazione delle misure di qualità dell'aria, che indicano il 2030 quale anno di rientro nei limiti di qualità dell'aria, definiti nella direttiva 2008/50/CE.

Con D.G.R. n.14-7623 dell'11 novembre 2002 è stata approvata la prima zonizzazione del territorio piemontese in termini di qualità dell'aria: essa identificava Zone di Piano e di Mantenimento alle quali sarebbero state applicate le indicazioni dei Piani d'Azione predisposti.

In seguito all'entrata in vigore del D.Lgs. 155/2010, la zonizzazione del territorio è stata aggiornata.

Figura 4.2.2/4 Zonizzazione della regione Piemonte per la qualità dell'aria per tutti gli inquinanti ad eccezione dell'ozono (fig. a sinistra), e per l'ozono (fig. a destra)



Sulla base degli obiettivi di protezione per la salute umana per gli inquinanti NO₂, SO₂, C₆H₆, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P, nonché obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione relativamente all'ozono, il territorio regionale è stato ripartito nelle seguenti zone ed agglomerati:

- Agglomerato di Torino - codice zona IT0118
- Zona denominata Pianura - codice zona IT0119
- Zona denominata Collina - codice zona IT0120
- Zona denominata di Montagna - codice zona IT0121
- Zona denominata Piemonte - codice zona IT0122

La nuova zonizzazione è stata approvata con deliberazione della Giunta regionale 29 dicembre 2014 n. 41-855.

All'interno di tale zonizzazione, il comune di Alessandria, come illustrato nelle figure riportate, è classificato nella zona Pianura per quanto riguarda tutti gli inquinanti ad eccezione dell'ozono (fig. a sinistra), e Piemonte per quanto riguarda l'ozono (fig. a destra).

Al suddetto riferimento normativo si aggiunge la D.G.R. Piemonte 4 agosto 2009, n. 46-11968, *Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria - Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento e disposizioni attuative in materia di rendimento energetico nell'edilizia ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere a) b) e q) della legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia"*, successivamente aggiornato con:

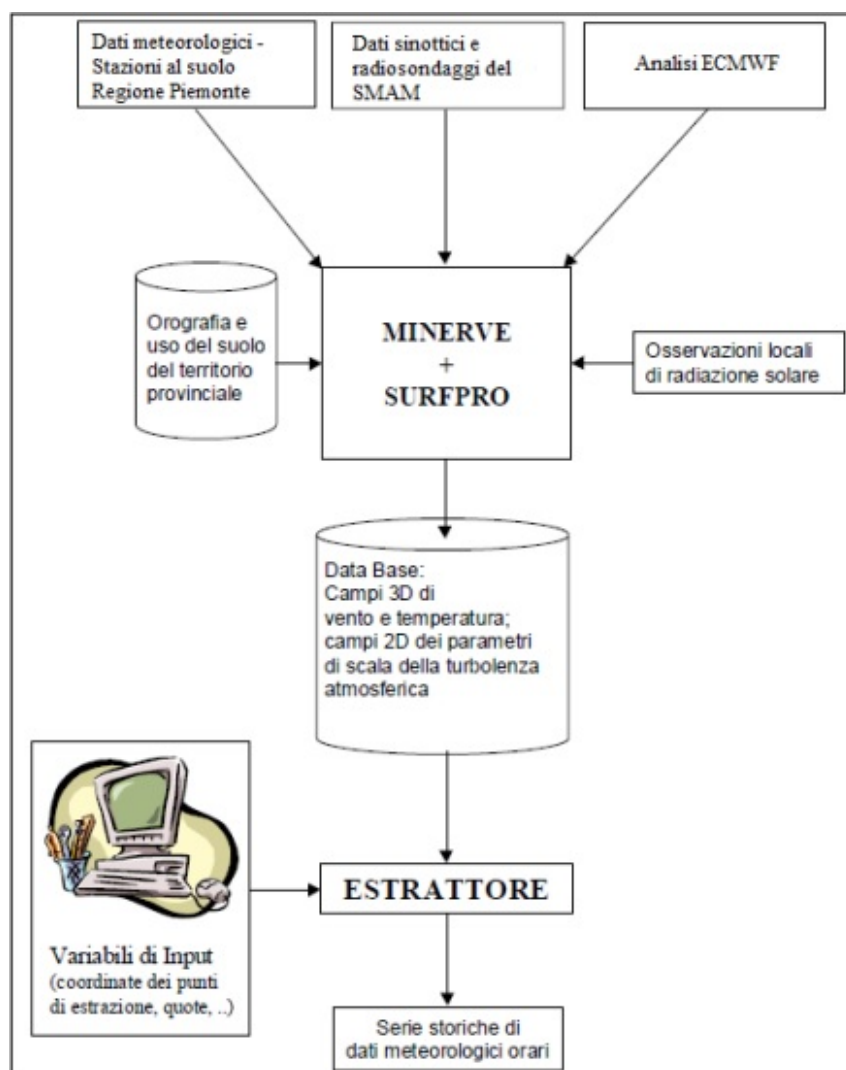
- D.G.R. 3 agosto 2011, n. 18-2509 *"Modifiche alla d.g.r. 4 agosto 2009, n.46-11968 relativa allo stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento"*,
- D.G.R. 6 agosto 2012, n. 16-4488 *"Modifica alla deliberazione della Giunta regionale 4 agosto 2009, n. 46-11968 contenente l'aggiornamento dello Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento"*,
- D.G.R. 2 agosto 2013, n. 78-6280, *"Modifiche al par. 1.5 dell'All.to alla d.g.r. 4.08.2009, n. 46-11968, come modificato dalla d.g.r. 3.08.2011 n. 18-2509, recante l'aggiornamento dello Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento, nonché le disposizioni attuative dell'articolo 21, comma 1, lettere a) b) e q) della legge regionale 28/05/2007, n. 13"*
- D.G.R. 4 agosto 2014, n. 41-231, *"Modifiche al paragrafo 1.4.17 della d.g.r. 4 agosto 2009, n. 46-11968 recante l'aggiornamento dello Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento, nonché le disposizioni attuative dell'art. 21, comma 1, lettere a) b) e q) della legge regionale 28 maggio 2007, n.13."*
- D.G.R. 29 dicembre 2014, n. 60-871, *"Modifiche al par. 1.5 dell'Allegato alla d.g.r. 4.08.2009, n. 46-11968, come modificato dalla d.g.r. 2.08.2013 n. 78-6280, recante l'aggiornamento dello Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento, nonché le disposizioni attuative dell'articolo 21, comma 1, lettere a) b) e q) della legge regionale 28 maggio 2007, n. 13."*
- D.G.R. 30 maggio 2016, n. 29-3386, *"Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Armonizzazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria con gli aggiornamenti del quadro normativo comunitario e nazionale."*

4.2.3 CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE DELL'AREA

Al fine di valutare le caratteristiche meteo climatiche dell'area in esame sono stati utilizzati dati meteorologici tratti dal *database* meteorologico realizzato da ARPA Piemonte.

I dati si riferiscono all'anno 2015 e sono costituiti da una successione di dati orari dei differenti parametri, riferiti sia al livello della superficie, sia a diversi livelli in quota, come di seguito esposto in dettaglio. Il *database* meteorologico dell'ARPA Piemonte è realizzato mediante i successivi *step*, sintetizzati nella successiva figura e di seguito descritti.

Figura 4.2.3-1 Schema descrittivo del procedimento di costruzione della base dati meteorologici (adattamento da Finardi S. - Arianet, "Costruzione di una base dati meteorologici sulla Provincia di Torino con l'ausilio di modellistica numerica," giugno 2003)



1. Raccolta ed analisi delle osservazioni meteorologiche disponibili sul territorio di studio:
 - analisi meteorologiche dell'ECMWF (*European Centre for Medium range Weather Forecast*);
 - dati sinottici (osservati e misurati simultaneamente su vasta scala) e radiosondaggi del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (SMAM);
 - dati delle stazioni di rilevamento al suolo presenti nella Regione Piemonte, integrati con quelli delle Regioni limitrofe.
2. Costruzione di un database di campi di vento e temperatura e dei parametri di scala della turbolenza atmosferica sul territorio della Regione. Ciò viene eseguito con l'ausilio di una catena modellistica: i modelli utilizzati sono il modello meteorologico MINERVE ed il pre-processore meteorologico SURFPRO. MINERVE è un modello meteorologico diagnostico mass-consistent (ovvero che utilizza la relazione di conservazione della massa); esso riceve in ingresso le informazioni meteorologiche sopra descritte al suolo e in quota, le caratteristiche orografiche e di rugosità superficiale, e ricostruisce in output, tramite interpolazione delle osservazioni disponibili, i campi 3D di vento e temperatura, più altre informazioni accessorie; il campo di vento 3D ottenuto dall'interpolazione, viene successivamente aggiustato per consentire il rispetto del principio di conservazione della massa. Il pre-processore meteorologico diagnostico SURFPRO utilizza quindi in ingresso gli output di MINERVE, la mappatura dell'uso del suolo e i dati di radiazione solare, e

ricostruisce in uscita i parametri di scala della turbolenza atmosferica, le classi di stabilità e l'altezza di rimescolamento.

3. Costruzione di un software per l'estrazione dei dati dal database e verifica della qualità dell'archivio stesso tramite tecniche di tipo statistico e fisico.

Tabella 4.2.3-1 Coordinate geografiche del punto di estrazione dei dati meteorologici

E – WGS84 [m]	N – WGS84 [m]
469000	4971000

Figura 4.2.3-2 Localizzazione del punto di estrazione dei dati meteorologici

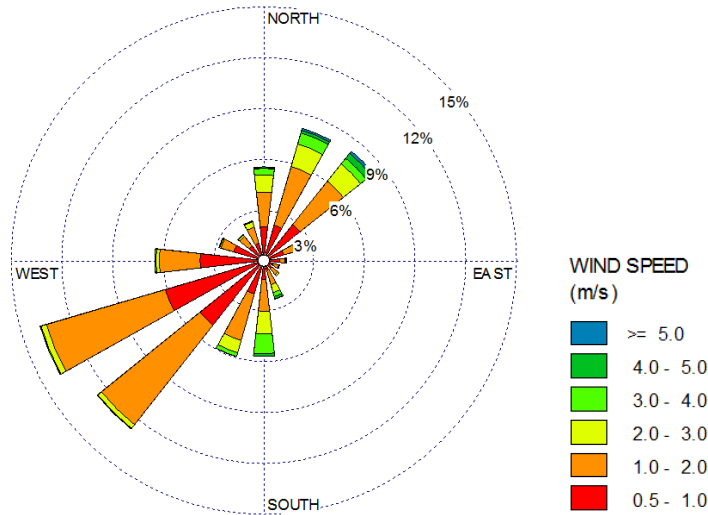


A valle della catena modellistica, dal file prodotto da SURFPRO si ottengono le variabili di interesse in un grigliato di punti di calcolo a maglia quadrata di lato pari a 4 km, su 16 livelli verticali di quota compresa tra 10 m e 7500 m. Tali dati meteorologici sono archiviati in formato netCDF (*network Common Data Form*), e possono essere estratti per il singolo nodo della griglia di interesse. Nel caso di studio, il punto del grigliato di calcolo che descrive le condizioni meteorologiche dell'area urbana di Alessandria è riportato nella precedente figura. Di seguito si illustrano i dati di sintesi dei principali parametri considerati per le analisi.

4.2.3.1 Dati anemometrici

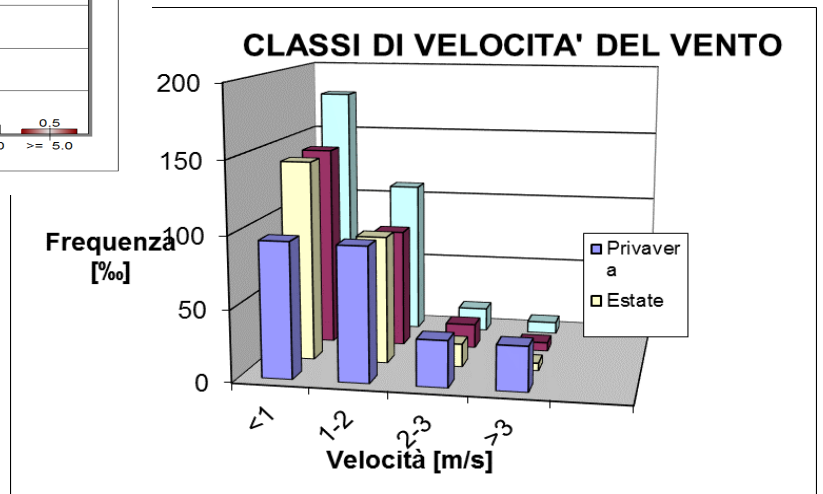
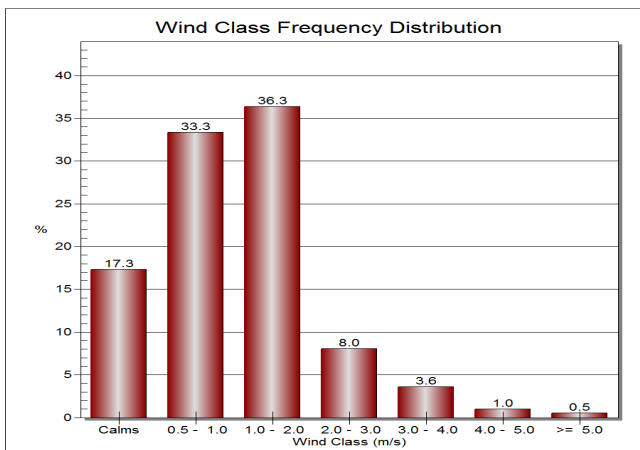
I dati relativi ad una quota di 10 metri rispetto al livello del suolo hanno evidenziato un regime di venti provenienti prevalentemente dal settore sud-occidentale e secondariamente da quello nord-orientale, come visualizzato di seguito.

Figura 4.2.3-3 Settori di provenienza del vento nell'anno 2015 e corrispondenti velocità presso Alessandria [frequenze %] – Dati ARPA Piemonte



Le velocità dei venti sono prevalentemente di bassa intensità, come illustrato nel grafico successivo, infatti si assestano intorno ad un valore medio di 1.2 m/s. La presenza di calme con frequenza significativa si assesta intorno al 17%, e la presenza complessiva di venti con velocità inferiore a 1 m/s risulta intorno al 51%. Maggiori velocità sono riscontrabili prevalentemente con i venti provenienti dal quadrante meridionale e nord-orientale, raggiungendo valori massimi intorno a 7.6 m/s. I venti a velocità inferiore sono distribuiti in tutte le stagioni dell'anno, mentre quelli ad intensità maggiore di 2 m/s si manifestano soprattutto in primavera.

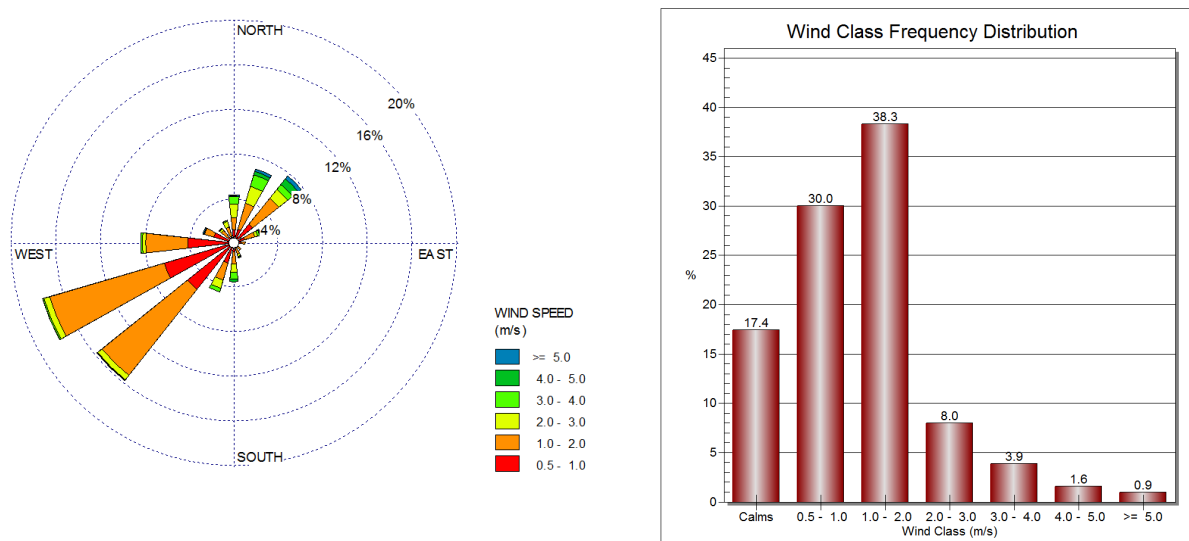
Figura 4.2.3-4 Distribuzione delle classi di velocità del vento a 10 metri di quota nell'anno 2015 presso Alessandria [frequenze %] – Dati ARPA Piemonte



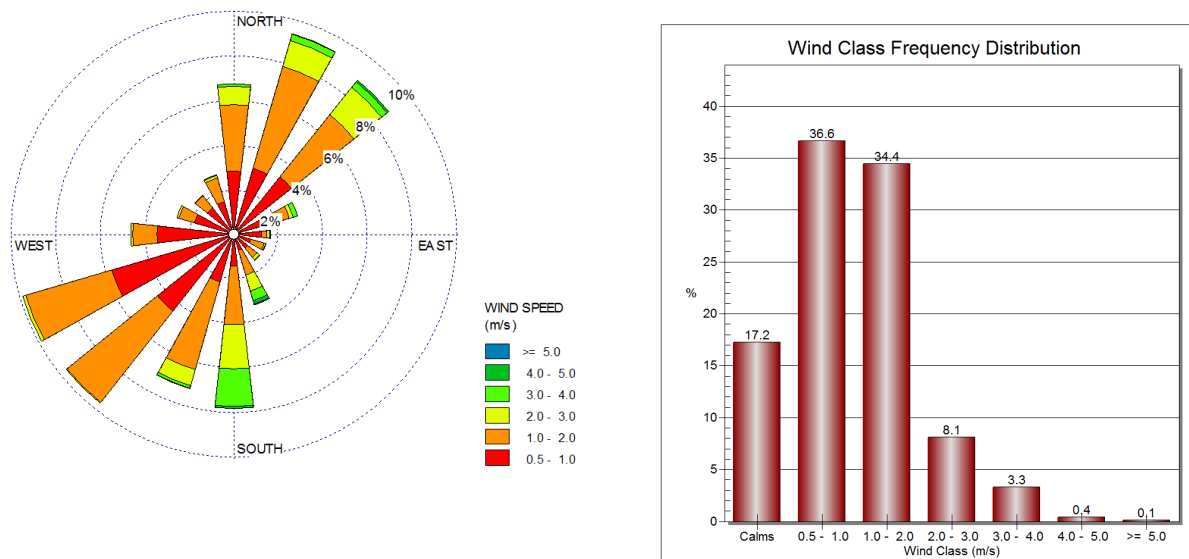
Le figure seguenti riportano l'andamento dei venti nei mesi invernali (considerati da novembre ad aprile), durante i quali il riscaldamento è attivo, e durante gli altri mesi (da maggio ad ottobre) e le rispettive distribuzioni. Durante i mesi estivi sono più marcate le direzioni di provenienza dei venti del quadrante nord-est.

Figura 4.2.3-5 Rose dei venti e distribuzione stagionale delle classi di velocità del vento nell'anno 2015 presso Alessandria [frequenze %] – Dati ARPA Piemonte

Rosa dei venti e distribuzione delle frequenze di velocità del vento nei mesi invernali (da novembre ad aprile)



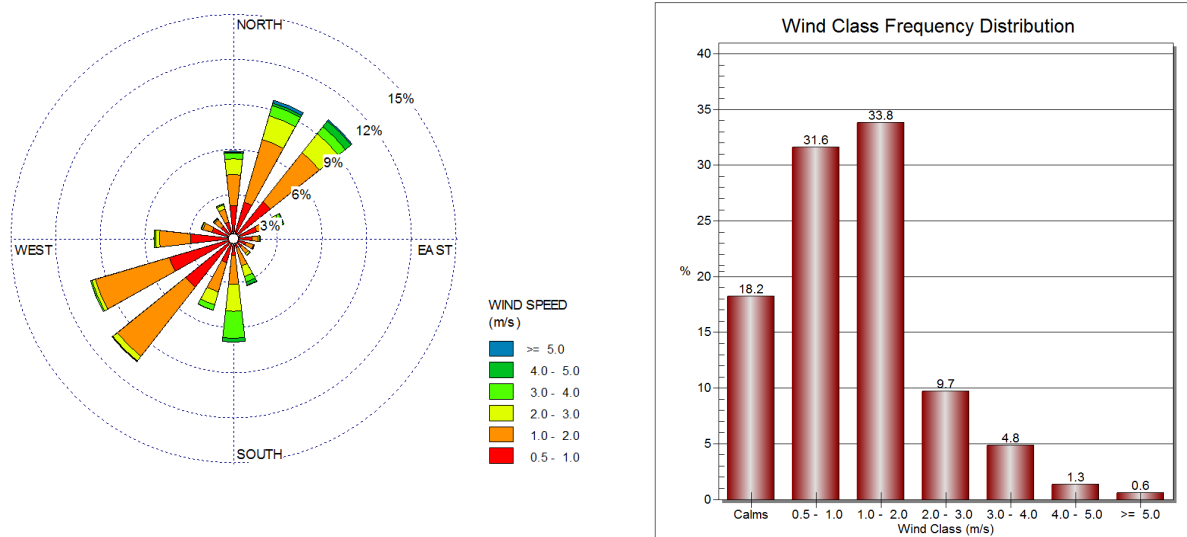
Rosa dei venti e distribuzione delle frequenze di velocità del vento nei mesi estivi (da maggio ad ottobre)



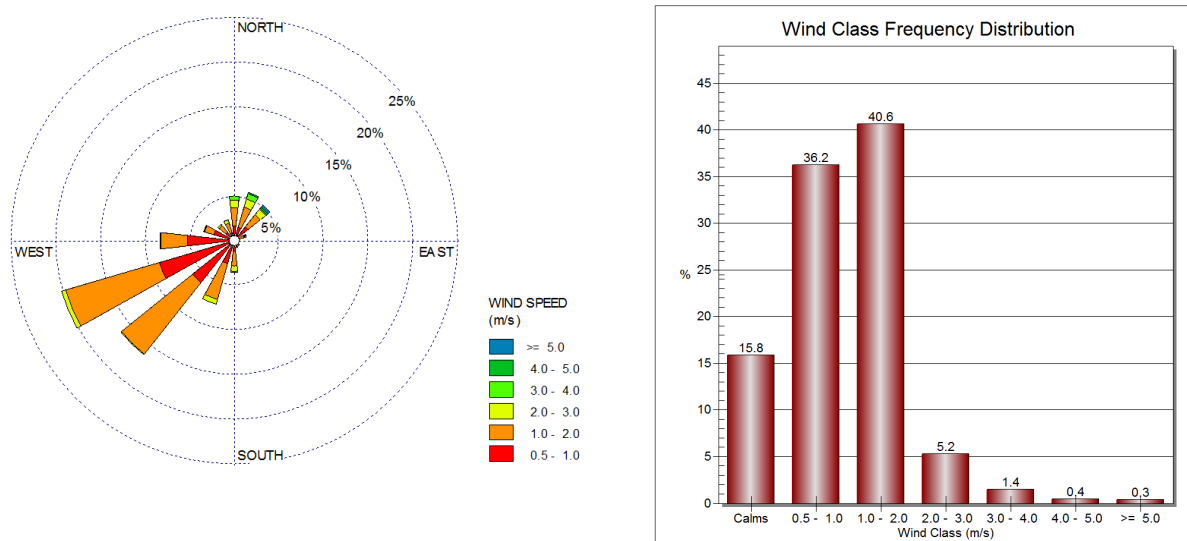
Le figure seguenti riportano le rose dei venti e le distribuzioni delle classi di velocità riferite ai periodi diurno (dalle 7 alle 22) e notturno (dalle 22 alle 7). Come si può notare dai grafici durante la notte i venti sono caratterizzati da velocità più basse e la provenienza è prevalentemente quella da sud-ovest, mentre durante il giorno le direzioni di provenienza dei venti sono distribuite tra le due prevalente, sud-ovest e nord-est.

Figura 4.2.3-6 Rose dei venti e distribuzione delle classi di velocità del vento nell'anno 2015 nelle ore diurne e notturne presso Alessandria [frequenze %] – Dati ARPA Piemonte

Rosa dei venti e distribuzione delle frequenze di velocità del vento nelle ore diurne (dalle 7 alle 22)

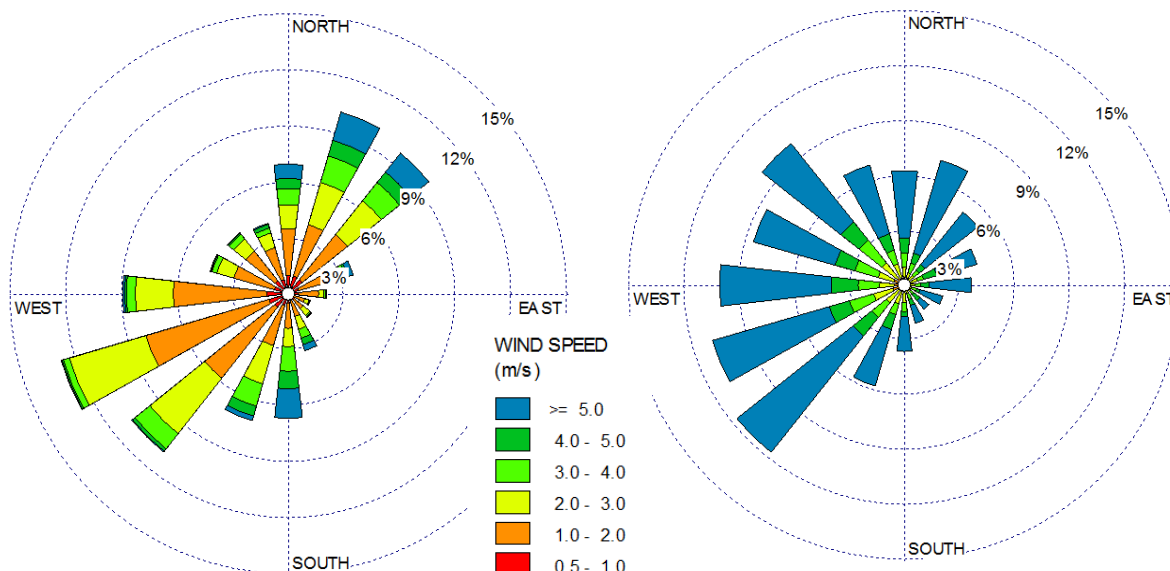


Rosa dei venti e distribuzione delle frequenze di velocità del vento nelle ore notturne (dalle 22 alle 7)



Le figure seguenti illustrano le direzioni di provenienza dei venti e le relative velocità a quote superiori, ai fini di mostrare l'evoluzione di questi parametri con la quota.

Figura 4.2.3-7-a-b Rose dei settori di provenienza del vento nell'anno 2015 e corrispondenti velocità a circa 130 metri di quota (sinistra) e 2600 metri di quota (destra) presso Alessandria – dati ARPA Piemonte [freq. %]



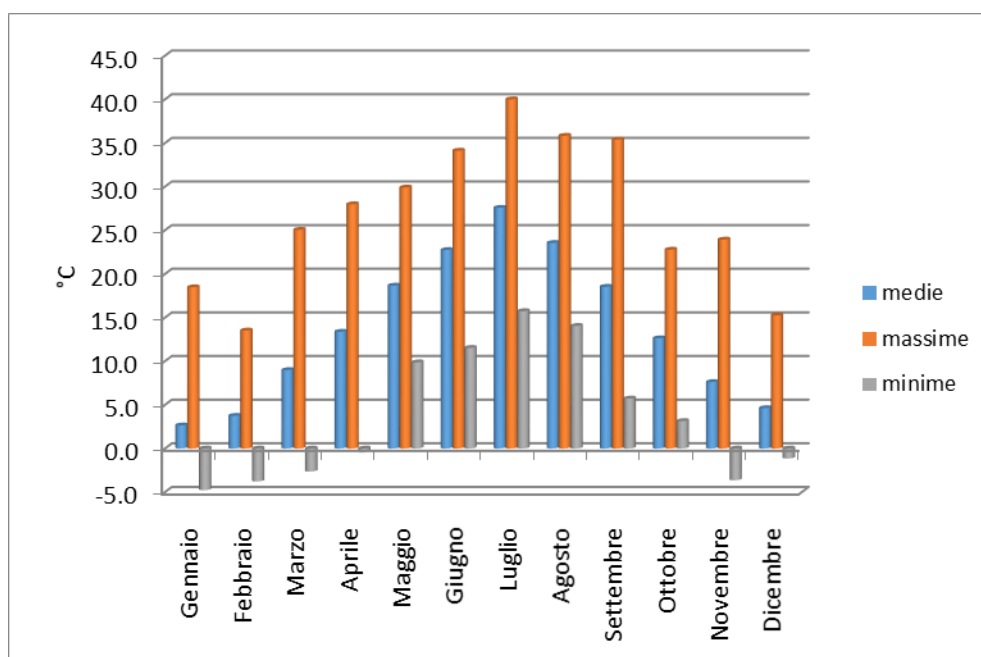
4.2.3.2 Dati termometrici

I valori di temperatura relativi all'area in esame indicano un valore medio annuale di 13.7°C, con massimi nel mese di luglio e minimi nel mese di gennaio. In tabella e nel grafico seguenti si sintetizzano i dati mensili.

Tabella 4.2.3-2 Andamento della temperatura presso Alessandria nell'anno 2015 – Dati ARPA Piemonte

Periodo	Valore medio di temperatura [°C]	Valore massimo di temperatura [°C]	Valore minimo di temperatura [°C]
Gennaio	2.6	18.5	-4.8
Febbraio	3.7	13.5	-3.8
Marzo	9.0	25.1	-2.6
Aprile	13.4	28.0	-0.5
Maggio	18.7	29.9	9.9
Giugno	22.7	34.1	11.5
Luglio	27.6	40.0	15.7
Agosto	23.6	35.8	14.0
Settembre	18.5	35.4	5.7
Ottobre	12.6	22.8	3.1
Novembre	7.6	23.9	-3.6
Dicembre	4.6	15.3	-1.1
Anno	13.7	40.0	-4.8

Figura 4.2.3-8 Andamento della temperatura presso Alessandria nell'anno 2015 – Dati ARPA Piemonte



4.2.4 EMISSIONI IN ATMOSFERA – FASE DI ESERCIZIO

Il sistema di teleriscaldamento in progetto permetterà di sostituire le emissioni degli impianti di riscaldamento degli edifici di Alessandria raggiunti dalla rete. Il servizio verrà erogato con successivi ampliamenti fino alla configurazione a regime, prevista per i prossimi anni come precedentemente illustrato.

Per un'analisi esaustiva dei potenziali impatti sulla qualità dell'aria dovuti alla realizzazione del progetto, sono state calcolate le emissioni in atmosfera nei seguenti scenari:

- Scenario Ante operam: sono state valutate le emissioni indotte dagli impianti per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria attualmente in uso e di prevista sostituzione via via che gli edifici si allacceranno alla rete del teleriscaldamento;
- Scenario Post operam a regime: sono calcolate le emissioni in atmosfera relative alle centrali in progetto in un anno medio della configurazione finale a regime a seguito del completamento delle opere in progetto;
- Scenario già autorizzato: sono state calcolate le emissioni generate dalla parte di impianti già autorizzata ed attualmente in via di costruzione presso la Centrale Sud, che rappresentano una fase intermedia della realizzazione del teleriscaldamento.

Per il calcolo delle emissioni sono stati utilizzati i dati di progetto forniti dal committente e i citati riferimenti normativi (si veda il capitolo 2) costituiti dalla D.G.R. Piemonte 4 agosto 2009, n. 46-11968 ed i successivi aggiornamenti.

4.2.4.1 Emissioni nello scenario ante operam

Le emissioni in atmosfera allo stato ante operam sono costituite dai gas di scarico generati dalla quota degli impianti di riscaldamento degli edifici della città di Alessandria di cui si prevede l'allacciamento alla rete del teleriscaldamento e, per quanto riguarda il bilancio su scala globale, dalla produzione di energia elettrica fornita da rete nazionale.

Considerando il tipo di impianti attualmente utilizzati ed i relativi combustibili (metano), gli inquinanti di preminente interesse sono rappresentati anche in questo caso dal monossido di

carbonio (CO) e dagli ossidi di azoto (NOx).

Al fine di effettuare un significativo confronto con la normativa (che prevede per il biossido di azoto valori limite alle concentrazioni medie annuali ed al numero di superamenti di una soglia oraria, mentre per monossido di carbonio il limite viene fissato con riferimento alla concentrazione media su otto ore consecutive), per ogni sorgente emissiva sono state calcolate le emissioni medie annuali.

Per la determinazione del fattore emissivo per gli NOx degli impianti termici civili di futura dismissione, sono state valutate due distinte fonti di letteratura:

- la nota (1) dell'Allegato 1 della D.G.R. Piemonte 4 agosto 2009, n. 46-11968 ed i successivi aggiornamenti,
- il documento "Air pollutant emission inventory guidebook – 2019" dell' EMEP/EEA, in particolare la sezione dedicata alle small combustion (sezione 1.A.4).

I fattori emissivi proposti dai due documenti sono riportati di seguito:

Tabella 4.2.4-1 Fattori di emissione per gli NOx secondo diverse fonti

Documento di riferimento	Fattore di emissione per gli NOx	
	mg/kWh	g/Gj
D.G.R. Piemonte 4 agosto 2009, n. 46-11968	120	33.3
Air pollutant emission inventory guidebook – 2019 (tab. 3.16)	151.2	42

Al fine di effettuare stime cautelative degli impatti sulla qualità dell'aria dovuti al funzionamento degli impianti in progetto, si è scelto in fattore emissivo più basso, pari a 120 mg/kWh, proposto dalla DGR della Regione Piemonte.

Per quanto concerne il fattore emissivo relativo al CO, esso è tratto dal EMEP-EEA "Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019", a cura della EEA, per la categoria "1.A.4.b.i, residential plants, boilers burning natural gas", tab. 3-16.

I fattori emissivi utilizzati sono riassunti nella tabella seguente:

Tabella 4.2.4-2 Fattori di emissione degli impianti termici civili di prevista dismissione

Inquinante	Fattore di emissione
NOx	120 mg/kWh
CO	79.1 mg/kWh (22 g/Gj)

Il rendimento considerato per le caldaie di prevista sostituzione è pari all'80%.

I dati previsionali di esercizio dell'impianto a pieno regime riportano un valore di energia prodotta in centrale pari a 213'184'904 kWh annui con dispersione termica in centrale e nella rete di distribuzione pari a 22'364'203 kWh annui. All'utenza sono previsti 190'820'701 kWh annui netti.

L'energia termica fornita alle utenze è in parte finalizzata al riscaldamento (solamente nei mesi invernali) e in parte alla fornitura di acqua calda sanitaria (durante tutto l'anno). Quest'ultima fornitura è dell'ordine del 10% rispetto al fabbisogno per il riscaldamento.

I fattori emissivi calcolati sulla base dei dati precedenti, per i periodi invernale ed estivo, riferiti alle 14 ore di funzionamento per l'intera area di previsto allacciamento alla rete di teleriscaldamento nell'assetto complessivo di progetto a regime, sono riportati di seguito:

Inquinante	Fattore di emissione Inverno	Fattore di emissione Estate
NOx	2,96 g/s	0,14
CO	1,97 g/s	0,09

Per la determinazione delle emissioni generate per la **produzione di energia elettrica presso altri impianti** si è considerato un rendimento di caldaie di grandi dimensioni alimentate a metano del 50%. Per quanto riguarda le emissioni dalle centrali termoelettriche per la produzione di energia elettrica:

- per gli ossidi di azoto si è fatto riferimento al rapporto annuale dell'ENEL 2013 prendendo in considerazione il totale delle emissioni da produzione termoelettrica semplice e combinata con calore;
- per il CO si è tratto dal EMEP-EEA "Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019", relativamente alla categoria "1.A.1.a Energy Industries, Public electricity and heat production, using gaseous fuels";
- per il CO₂ si considera il fattore di emissione di riferimento per nuovi impianti o per energia elettrica acquistata dalla rete, fornito dalla Regione Piemonte, pari a 0,47 t/MWh.

L'unità di misura dei fattori di emissione è g/GJ oppure g/kWh. L'energia presente al denominatore corrisponde all'energia prodotta nei dati presenti nel rapporto annuale dell'Enel, e al combustibile nei dati relativi *EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook*.

Tabella 4.2.4-3 Fattore di emissione NO_x relativo al totale della produzione termoelettrica semplice e combinata con calore (Rapporto Enel)

Emissioni in atmosfera								
EN20 SO ₂ (produzione termoelettrica semplice)	g/kWh termoelettrico netto	1,12	0,929	0,950	0,985	0,969	-13,40	-1,62
EN20 NO _x (produzione termoelettrica semplice)	g/kWh termoelettrico netto	1,38	1,14	1,21	1,24	1,22	-11,44	-1,29
EN20 Polveri (produzione termoelettrica semplice)	g/kWh termoelettrico netto	0,072	0,060	0,051	0,044	0,045	-37,50	2,27
EN16 CO ₂ (produzione termoelettrica semplice)	g/kWh termoelettrico netto	741	711	708	733	744	0,45	1,52
EN20 SO ₂ (produzione combinata di energia termoelettrica e calore)	g/kWh termoelettrico netto	3,10	3,43	3,03	3,24	3,17	2,32	-1,98
EN20 NO _x (produzione combinata di energia termoelettrica e calore)	g/kWh termoelettrico netto	1,96	2,32	2,01	1,77	1,80	-8,32	1,30
EN20 Polveri (produzione combinata di energia termoelettrica e calore)	g/kWh termoelettrico netto	2,38	2,75	1,92	1,73	2,08	-12,72	20,10
EN16 CO ₂ (produzione combinata di energia termoelettrica e calore)	g/kWh termoelettrico netto	690	690	660	659	652	-5,48	-1,12
EN20 SO ₂ (totale da produzione termoelettrica semplice e combinata con calore)	g/kWh totale netto	0,975	0,964	0,937	0,992	0,923	-5,33	-6,96
EN20 NO _x (totale da produzione termoelettrica semplice e combinata con calore)	g/kWh totale netto	0,884	0,843	0,862	0,827	0,771	-12,78	-6,77
EN20 Polveri (totale da produzione termoelettrica semplice e combinata con calore)	g/kWh totale netto	0,435	0,519	0,367	0,335	0,387	-11,03	15,52
EN16 CO ₂ (totale da produzione termoelettrica semplice e combinata con calore)	g/kWh totale netto	413	389	411	418	391	-5,38	-6,56
EN16 SF ₆ (attività elettrica)	% consistenza	0,555	0,820	0,940	0,768	0,698	25,77	-9,11
EN20 H ₂ S (fluido geotermico)	g/kWh geotermoelettrico netto	1,98	1,97	1,65	1,63	1,14	-42,46	-30,09

Tabella 4.2.4-4 Fattori di emissione per CO (produzione elettrica)

IMPIANTI		CO	CO ₂
Impianti per la produzione di energia elettrica	g/GJ	39	55858

4.2.4.2 Emissioni delle centrali di cogenerazione nello scenario finale a regime

Le emissioni in atmosfera in fase di esercizio dell'impianto nell'assetto a regime sono costituite dai gas di scarico generati dalla combustione del metano nei motori e nelle caldaie

indicati nel precedente §4.2.1. Considerando il tipo di impianto previsto e l'utilizzo del gas naturale come combustibile, come detto, gli inquinanti di interesse sono rappresentati dagli ossidi di azoto (NOx) e dal monossido di carbonio (CO). Il calcolo è stato condotto a partire dai dati relativi alle produzioni energetiche, e dai dati dei singoli macchinari.

Volendo analizzare l'impatto complessivo delle opere, durante l'esercizio nell'assetto complessivo a regime in un anno tipo di tutti gli impianti in progetto presso le due centrali, un anno medio sotto il profilo dell'andamento climatico e dunque di fabbisogni termici da parte dell'utenza, le previste produzioni energetiche sono descritte nelle tabelle e schemi seguenti.

Tabella 4.2.4-5 Produzioni energetiche complessive previste in un anno tipo

Mese (anno tipo)	Produzione termica per utenza [kWht]	Produzione elettrica per utenza [kWhe]
Gennaio	35.161.137	9.935.751
Febbraio	31.734.706	10.091.663
Marzo	27.840.839	10.454.844
Aprile 1-15	7.496.170	4.367.760
Aprile 16-30	3.006.652	3.276.931
Maggio	2.058.199	3.313.115
Giugno	2.763.169	4.233.070
Luglio	2.688.170	3.529.271
Agosto	2.725.687	3.919.904
Settembre	2.763.169	3.946.767
Ottobre 1-15	4.136.138	3.601.195
Ottobre 16-31	8.861.327	4.972.215
Novembre	25.408.167	9.533.219
Dicembre	34.177.169	9.733.456
TOTALE	190.820.701	84.909.160

Ai fini del confronto con i limiti imposti dalla normativa vigente in tema di qualità dell'aria per gli inquinanti indagati, ossia gli ossidi di azoto e il monossido di carbonio, sono state calcolate le emissioni dell'impianto:

- nelle condizioni medie annuali per il confronto con il valore limite annuale del biossido di azoto e con il valore medio calcolato sulle 8 ore consecutive per il monossido di carbonio;
- nelle condizioni che si verificano alla diciottesima ora di esercizio più intenso per gli impianti per il confronto con il valore limite orario del biossido di azoto.

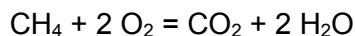
Come anticipato nel quadro progettuale, i fattori di emissione garantiti dai produttori degli impianti di previsto utilizzo sono richiamati nella tabella seguente.

Tabella 4.2.4-6 Fattori di emissione garantiti

Motori	Concentrazione <i>Riferita a fumi anidri, tenore O₂ pari al 5%</i>
NOx	≤ 30 mg/Nm ³
CO	≤ 30 mg/Nm ³
Caldaie	Concentrazione <i>Riferita a fumi anidri, tenore O₂ pari al 3%</i>
NOx	≤ 50 mg/Nm ³
CO	≤ 50 mg/Nm ³

Si riportano quindi di seguito i calcoli svolti per la determinazione delle emissioni delle caldaie e dei motori.

Si è innanzitutto considerata in prima approssimazione la combustione di gas metano puro (CH₄), trascurando gli effetti legati alla presenza di altri idrocarburi. Si è cioè utilizzata la relazione:



All'interno delle caldaie e dei motori si è adottato un rapporto molare tra l'ossigeno e gli altri gas che compongono l'atmosfera di 1:3,7735, corrispondente ad una percentuale di ossigeno pari al 20,95%; indicando con Q_{gas} la portata di gas naturale, per esprimere la portata di aria teorica di combustione si può applicare la seguente relazione:

$$\begin{aligned} \text{Portata aria teorica di combustione} &= Q_{\text{aria teorica}} = \\ Q_{\text{gas}} \times (\text{consumo unitario stechiometrico O}_2 + \text{altri gas atm}) &= \\ Q_{\text{gas}} \times (2 + 2 \times 3,7735) & \end{aligned}$$

Considerando una percentuale molare di ossigeno nei fumi secchi pari al 3% per le caldaie e al 5% per i motori ed una temperatura dei fumi in uscita di 100°C per le prime e 140°C per le seconde (dati forniti dai progettisti per questo range di portata di gas), si sono espressi il corrispondente eccesso di aria, la portata di fumi secchi (al netto del vapore acqueo) e di fumi umidi in base alla relazione:

$$\begin{aligned} \text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 + \text{altri gas atm (correlati O}_2 \text{ stechiometrico)} + \text{eccesso aria} &= \\ \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{altri gas atm (correlati O}_2 \text{ stechiometrico)} + \text{eccesso aria} & \end{aligned}$$

La portata dei fumi secchi prodotta dalla combustione del gas naturale a pieno carico è stata dedotta con la seguente espressione:

$$\begin{aligned} \text{Portata fumi secchi} &= Q_{\text{fumi secchi a pieno carico}} = \\ Q_{\text{gas}} \times (\text{CO}_2 + \text{altri gas atm (correlati O}_2 \text{ stechiometrico)}) + \text{eccesso aria} &= \\ Q_{\text{gas}} \times (1 + 2 \times 3,7735) + \text{eccesso aria} & \end{aligned}$$

La portata dei fumi umidi a pieno carico è data da:

$$\text{Portata fumi umidi} = Q_{\text{fumi umidi}} = Q_{\text{fumi secchi}} + Q_{\text{vapore acqueo}} = Q_{\text{fumi secchi}} + Q_{\text{gas}} \times 2$$

I valori di portata delle caldaie e dei motori sono poi stati trasformati dalle condizioni normali alle effettive condizioni di temperatura esistenti al momento dell'emissione in atmosfera (100°C per le caldaie e 140°C per i motori), in base alla formula:

$$\begin{aligned} \text{Portata fumi al camino} &= Q_{\text{fumi(camino)}} = \\ Q_{\text{fumi (cond. Norm.)}} \times T_{\text{camino}} [\text{K}] / T_{\text{Norm.}} [\text{K}] &= \\ Q_{\text{fumi (cond. Norm.)}} \times (T_{\text{camino}} [^\circ\text{C}] + 273) / (T_{\text{Norm.}} [^\circ\text{C}] + 273) & \end{aligned}$$

Dalla portata di fumi umidi e dal diametro interno dei camini di caldaie e motori (pari a 1 m) è stato quindi possibile risalire alla velocità di fuoriuscita dei fumi a pieno carico, pari a:

$$\text{Velocità fumi a pieno carico} = Q_{\text{fumi umidi(camino)}} / \text{Area}_{\text{camino}}$$

L'utilizzo della velocità di uscita dei fumi a pieno carico all'interno del modello di dispersione come dato valido durante tutto il funzionamento delle macchine non sarebbe, però, conservativo: tale velocità, essendo associata ad una condizione di funzionamento a pieno carico rappresenta il valore massimo raggiungibile. All'aumentare della portata di effluenti caldi al camino e conseguentemente della velocità di uscita dei fumi ne consegue una maggiore risalita del pennacchio oltre l'altezza geometrica di rilascio, con una conseguente sottostima delle concentrazioni al suolo. Più cautelativamente, al solo fine di attribuire il dato di velocità degli effluenti (e, per chiarezza, non del flusso di massa dell'inquinante rilasciato) si è deciso di attribuire una velocità di uscita corrispondente proporzionale al reale utilizzo della macchina, calcolato per ciascuna.

Le emissioni a pieno carico sono state calcolate come segue:

$$\begin{aligned} \text{Emissioni a pieno carico CO} &= E_{\text{pc}} = Q_{\text{fumi secchi}} \times FE_{\text{CO}} \\ \text{Emissioni a pieno carico NOx} &= E_{\text{pc}} = Q_{\text{fumi secchi}} \times FE_{\text{NOx}} \end{aligned}$$

Per stimare le emissioni totali medie nell'arco dell'anno, le emissioni totali nei periodi di punta sono state ridotte in funzione del numero di ore di funzionamento dell'impianto nell'arco dell'anno, fornite come dato di progetto.

I risultati ottenuti nei calcoli appena illustrati per le condizioni di punta e quelli concernenti le emissioni di inquinanti medie annuali, sono riportati nella seguente tabella.

Si ricorda che tutti i camini hanno altezza di 25 metri e che la caldaia 7 (20 MW) non sarà attiva.

Tabella 4.2.4-7 Portata e velocità dei fumi ed emissione di inquinanti generati dalle caldaie e dai motori nello scenario complessivo a regime, a pieno carico e medio annuale.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	M1	M2	M3	M4
	SUD	SUD	SUD	SUD	NORD	SUD	SUD	SUD	NORD	SUD
Fattore emissivo CO	50	50	50	50	50	50	30	30	30	30
Fattore emissivo NO2	50	50	50	50	50	50	30	30	30	30
Temperatura e emissione fumi	105	105	105	105	105	105	110	110	110	110
Ore di funzionamento simulate all'anno	3139	2425	1258	554	212	23	8760	8760	8760	8760
% ossigeno nei fumi secchi	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Portata gas naturale p.c.	837	1884	1884	1884	2093	1884	989	989	2043	276
Portata fumi secchi p.c.	8353	18795	18795	18795	20883	18795	11105	11105	22934	3099
Portata fumi umidi p.c.	10028	22563	22563	22563	25070	22563	13083	13083	27019	3651
Portata fumi umidi al camino p.c.	15719	35367	35367	35367	39297	35367	20507	20507	42352	5723
Massa CO emessa p.c.	0,12	0,26	0,26	0,26	0,29	0,26	0,09	0,09	0,19	0,03
Massa CO emessa media	0,11	0,23	0,22	0,20	0,16	0,17	0,08	0,05	0,10	0,01
Massa NO2 emessa p.c.	0,12	0,26	0,26	0,26	0,29	0,26	0,09	0,09	0,19	0,03
Massa NO2 emessa media	0,11	0,23	0,22	0,2	0,16	0,17	0,08	0,05	0,10	0,01
Velocità uscita fumi media	4,4	9	8,8	7,9	6,6	7,0	2,4	1,7	3,0	0,3

4.2.4.3 Emissioni nello scenario autorizzato (intermedio)

Lo scenario intermedio è relativo all'entrata in funzione della parte di impianti già autorizzati ed in via di costruzione presso la Centrale Sud.

I criteri utilizzati per il calcolo delle emissioni di tale scenario sono i medesimi illustrati nei paragrafi precedenti.

Nella tabella seguente sono indicate le componenti impiantistiche relative allo scenario autorizzato e attualmente in fase di realizzazione presso la Centrale Sud.

Tabella 4.2.4-8 Componenti impiantistiche e caratteristiche tecniche principali degli impianti relativi all'assetto già autorizzato presso la Centrale Sud (intermedio)

TIPOLOGIA	POTENZIALITÀ	Q.TÀ
cogeneratore	ca. 1.200 kW _e - ca. 1.200 kW _t	1
cogeneratore	ca. 4.400 kW _e - ca. 4.300 kW _t	1
caldaia	ca. 8.000 kW _t	2
caldaia	ca. 18.000 kW _t	1
pompa di calore per recuperi termici	ca. 600 kW _t	3
solare termico	ca. 400 kW	530 m ²
stoccaggio termico	ca. 1000 m ³	1

Si nota che la seconda caldaia da 8.000 kW è prevista con funzione di back-up, in soccorso nel caso di fuori servizio degli altri generatori o cogeneratori.

Durante l'esercizio in un anno tipo degli impianti autorizzati, le previste produzioni energetiche sono descritte nelle tabelle e schemi seguenti.

Tabella 4.2.4-9 Produzioni energetiche previste in un anno tipo nello scenario già autorizzato (intermedio)

Mese (anno tipo)	Produzione termica [kW _{ht}]	Produzione elettrica [kW _{he}]
Gennaio	9.053.607	3.279.109
Febbraio	8.186.156	3.127.844
Marzo	7.278.272	3.499.027
Aprile 1-15	2.069.073	1.365.062
Aprile 16-30	987.613	860.262
Maggio	937.918	903.927
Giugno	1.145.379	1.064.882
Luglio	1.134.111	1.008.865
Agosto	1.145.321	1.072.722
Settembre	1.145.682	1.073.791
Ottobre 1-15	1.265.943	996.966
Ottobre 16-31	2.479.897	1.527.518
Novembre	6.620.946	3.030.518
Dicembre	8.765.060	3.116.268
TOTALE	52.214.978	25.926.760

Anche in questo caso la produzione di acqua calda sanitaria è stata stimata nell'ordine del 10% dell'energia termica totale. Per stimare le emissioni totali medie nell'arco dell'anno, le emissioni totali nei periodi di punta sono state ridotte in funzione del numero di ore di funzionamento dell'impianto nell'arco dell'anno, fornite come dato di progetto.

I risultati ottenuti nei calcoli appena illustrati per le condizioni di punta e quelli concernenti le emissioni di inquinanti medie annuali, sono riportati nelle seguenti tabelle.

Si ricorda che la caldaia 3 ha funzione di back-up, in soccorso nel caso di fuori servizio degli altri generatori o cogeneratori, e che l'altezza di tutti i camini, sia delle caldaie, sia dei cogeneratori, sono previsti con altezza di 25 metri.

Tabella 4.2.4-10 Portata e velocità dei fumi ed emissione di inquinanti generati dalle caldaie e dai motori, a pieno carico e medio annuale, nello scenario autorizzato (intermedio).

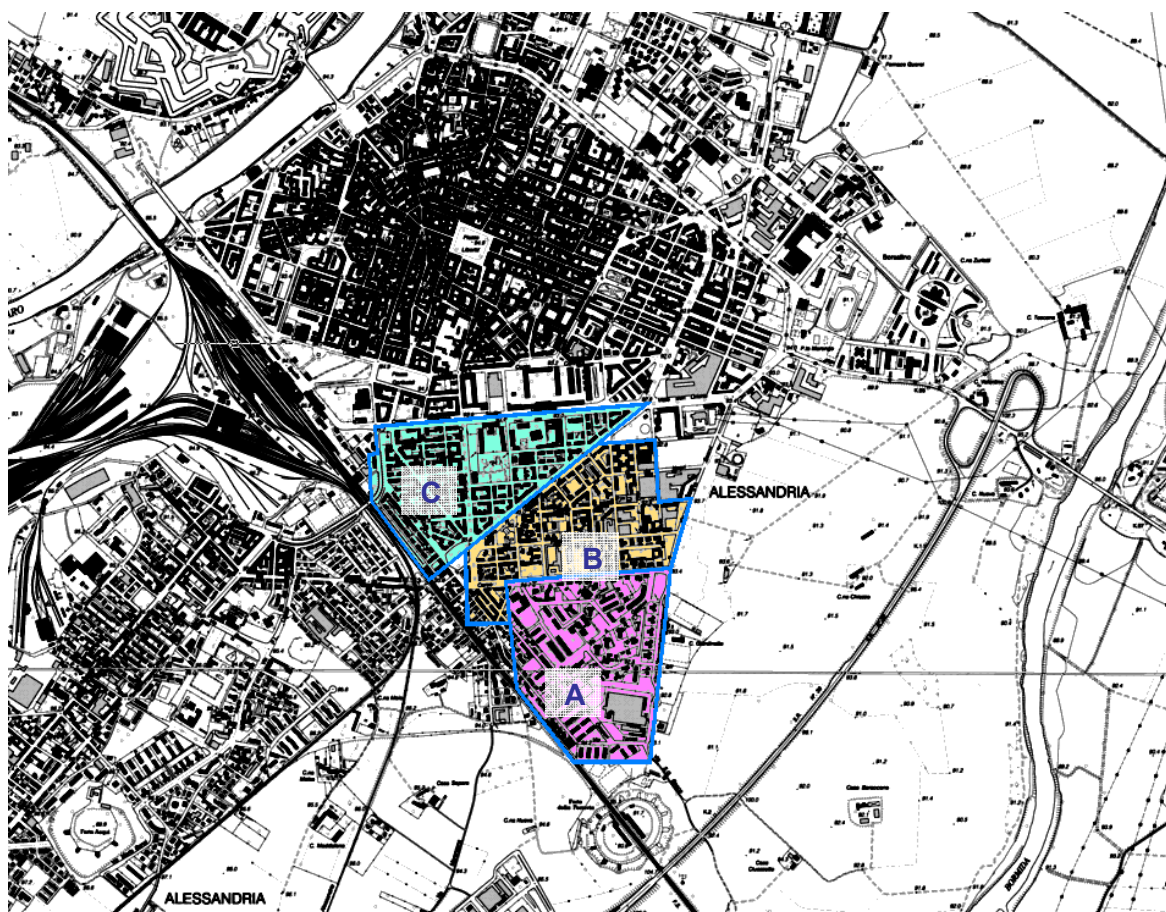
		C1		C2		M1		M2	
		SUD	SUD	SUD	SUD	SUD	SUD	SUD	SUD
Fattore emissivo CO	mg/Nm3	50	50	50	30	30	30	30	30
Fattore emissivo NO2	mg/Nm3	50	50	50	30	30	30	30	30
Temperatura emissione fumi	°C	105	105	105	110	110	110	110	110
Ore di funzionamento simulate all'anno	h/a	2674	404	404	8760	8760	8760	8760	8760
% ossigeno nei fumi secchi	%	3,0%	3,0%	3,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Portata gas naturale p.c.	Nm3/h p.c.	837	1884	1884	276	276	276	989	989
Portata fumi secchi p.c.	Nm3/h p.c.	8353	18795	18795	3099	3099	3099	11105	11105
Portata fumi umidi p.c.	Nm3/h p.c.	10028	22563	22563	3651	3651	3651	13083	13083
Portata fumi umidi al camino p.c.	m3/s p.c.	15719	35367	35367	5723	5723	5723	20507	20507
Massa CO emessa p.c.	g/s	0,12	0,26	0,26	0,03	0,03	0,03	0,09	0,09
Massa CO emessa media	g/s	0,08	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05
Massa NO2 emessa p.c.	g/s	0,12	0,26	0,26	0,03	0,03	0,03	0,09	0,09
Massa NO2 emessa media	g/s	0,08	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05
Velocità uscita fumi media	m/s	3,4	3,9	3,9	2,3	2,3	2,3	2,5	2,5

Tabella 4.2.4-11 Emissioni annue nello scenario autorizzato (intermedio).

Impianto		NOx	CO	CO2
MOTORE 1	t/anno	0.57	0.57	3468
MOTORE 2	t/anno	1.62	1.62	9772
CALDAIA 1	t/anno	0.81	0.81	3302
CALDAIA 2	t/anno	0.14	0.14	578
CALDAIA 3	t/anno	0	0	0
TOTALE IMPIANTO IN PROGETTO GIA' AUTORIZZATO	t/anno	3.1	3.1	17120.4

Per quanto concerne la produzione di energia termica, gli impianti già autorizzati presso la Centrale Sud si prevede sostituiranno la parte di impianti termici civili distribuiti lungo le direttrici illustrate in figura (essi costituiscono una prima parte, rispetto a quanto illustrato nella precedente figura 4.2.1-3).

Figura 4.2.4-1 Aree urbane di previsto allacciamento alla prima porzione di rete di teleriscaldamento per la città di Alessandria nello scenario già autorizzato (intermedio)



I dati previsionali di esercizio dell'impianto nello scenario già autorizzato (intermedio) riportano un valore di energia prodotta in centrale pari a 52'214'978 kWh annui con dispersione termica in centrale e nella rete di distribuzione pari a 5'623'963 kWh annui. All'utenza sono previsti i 46'591'015 kWh annui netti necessari per servire 1580000 m³ circa di volumetria di previsto allacciamento.

L'energia termica fornita alle utenze è in parte finalizzata al riscaldamento (solamente nei mesi invernali) e in parte alla fornitura di acqua calda sanitaria (durante tutto l'anno). Quest'ultima fornitura è dell'ordine del 10% rispetto al fabbisogno per il riscaldamento.

Utilizzando pertanto i medesimi fattori emissivi calcolati sulla base dei dati precedenti alle sole aree interessate da questa prima porzione di edifici di previsto allacciamento alla rete di teleriscaldamento, si ottengono per i periodi invernale ed estivo, riferiti alle 14 ore di funzionamento, i fattori di emissione riportati di seguito:

Inquinante	Fattore di emissione Inverno	Fattore di emissione Estate
NOx	0.72 g/s	0,03
CO	0.48 g/s	0,02

4.2.4.4 Confronto tra le emissioni nello scenario ante operam e post operam a regime con il completamento delle opere in progetto

I bilanci di emissioni dei diversi inquinanti, con riferimento allo scenario ante operam, e con l'opera in progetto nell'assetto finale a regime, sono riassunti nelle successive tabelle, distinguendo fra:

- Bilancio a scala globale;
- Bilancio a scala locale – area urbana.

Lo scopo del bilancio emissivo è quello di valutare se a livello globale e a livello locale l'intervento in progetto possa o meno portare un miglioramento in termini di inquinanti emessi in atmosfera, considerando un periodo di mediazione pari ad un anno, quindi su una situazione media e non di picco.

Nella situazione ante operam sono state considerate le emissioni dagli impianti per il riscaldamento civile degli edifici e, per quanto riguarda il bilancio su scala globale, anche la produzione di energia elettrica fornita da rete nazionale. Sempre ai fini di una valutazione a livello globale, inoltre, per tenere in considerazione gli effetti sui cambiamenti climatici si è ritenuto utile analizzare la riduzione di emissioni dell'inquinante CO₂.

Nel determinare le emissioni relative allo scenario post operam complessivo a regime è stato considerato il contributo di tutti gli impianti previsti per le due centrali di cogenerazione.

Di seguito si riportano i dati di emissione annuale per ciascuna sorgente emissiva e i bilanci a scala globale e locale per lo scenario ante operam e post operam complessivo a regime. Come illustrato il bilancio post operam risulta migliorativo rispetto alla situazione ante operam, sia su scala globale, considerando quindi anche la produzione di energia elettrica, sia su scala locale, per la quale si tiene conto della sola produzione termica.

Tabella 4.2.4-12 Bilancio emissivo annuale per i diversi inquinanti – Confronto scenario Ante operam – Post operam complessivo a regime

BILANCIO EMISSIONI				
SCENARIO ANTE OPERAM – SCENARIO POST OPERAM A REGIME		NOx	CO	CO2
(Contributo complessivo energia termica ed elettrica)				
Impianti per il riscaldamento civile degli edifici	t/anno	27.3	18.1	45841
Produzione energia elettrica rete nazionale	t/anno	65.5	23.8	39907
TOTALE SCENARIO ANTE OPERAM	t/anno	92.8	42.0	85749
Impianti in progetto per il TLR a regime:				
Centrale "Sud": MOTORE 1	t/anno	2.36	2.36	14229
Centrale "Sud": MOTORE 2	t/anno	1.69	1.69	10181
Centrale "Sud": MOTORE 4	t/anno	0.33	0.33	2018
Centrale "Sud": CALDAIA 1	t/anno	1.23	1.23	5019
Centrale "Sud": CALDAIA 2	t/anno	1.96	1.96	8001
Centrale "Sud": CALDAIA 3	t/anno	0.99	0.99	4028
Centrale "Sud": CALDAIA 4	t/anno	0.39	0.39	1599
Centrale "Sud": CALDAIA 6	t/anno	0.01	0.01	59
Centrale "Nord": MOTORE 3	t/anno	3.06	3.06	18477
Centrale "Nord": CALDAIA 5	t/anno	0.13	0.13	510
Centrale "Nord": CALDAIA 7	t/anno	0.00	0.00	0
TOTALE IMPIANTO IN PROGETTO A REGIME	t/anno	12.2	12.2	64120
DIFFERENZA (scala globale)	t/anno	-80.6	-29.8	-21628
	Variazione	-86.9%	-71.0%	-25.2%
DIFFERENZA (scala locale)	t/anno	-15.2	-6.0	
	Variazione	-55.5%	-33.0%	

Figura 4.2.4-2 Confronto tra le emissioni di NOx negli scenari attuale e futuro a regime

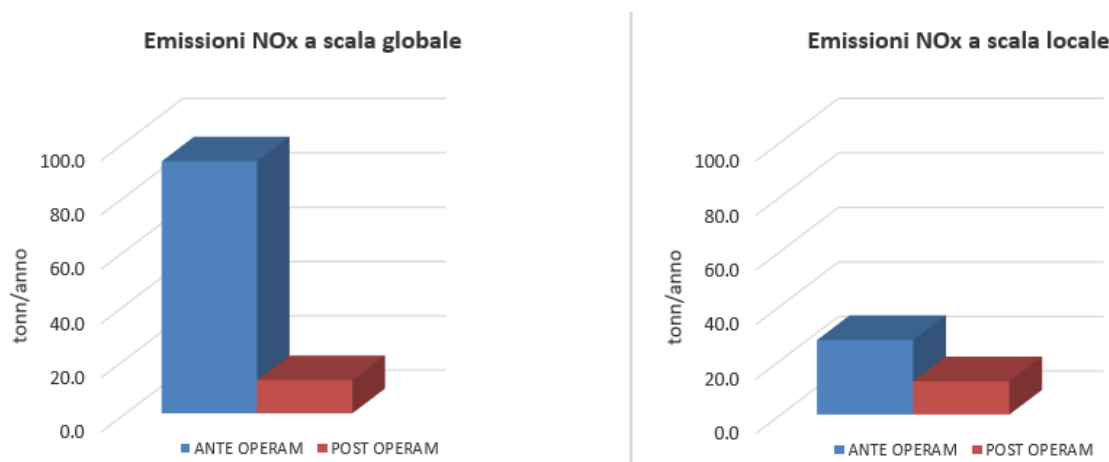


Figura 4.2.4-3 Confronto tra le emissioni di CO negli scenari attuale e futuro a regime

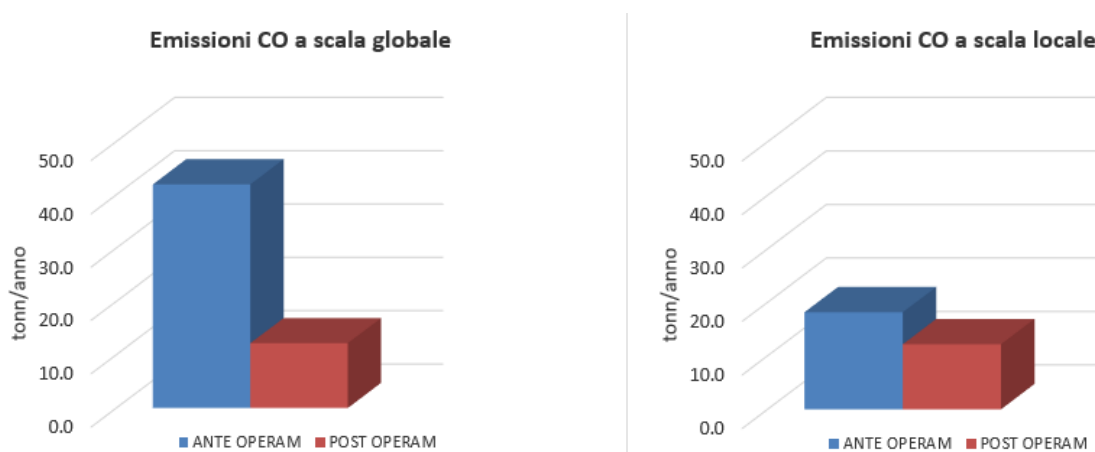


Figura 4.2.4-4 Confronto tra le emissioni di CO2 negli scenari attuale e futuro a regime

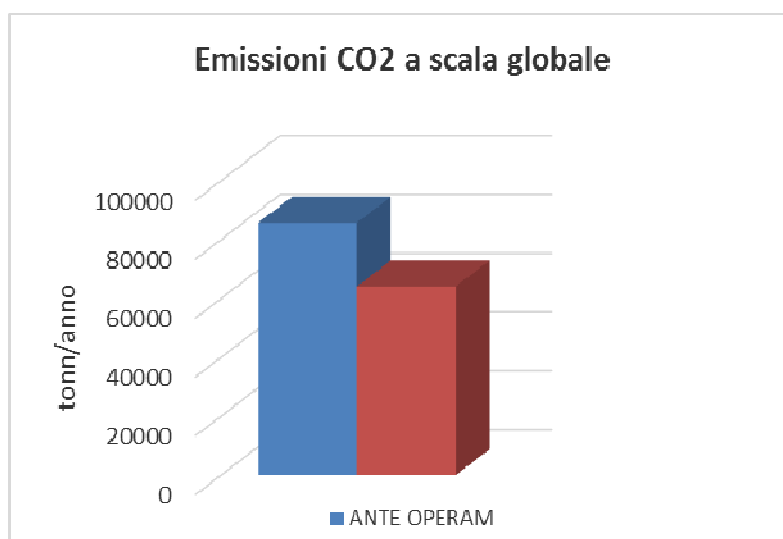


Figura 4.2.4-5 Confronto tra le emissioni di ossidi di azoto negli scenari ante e post operam a regime – scala globale e scala locale

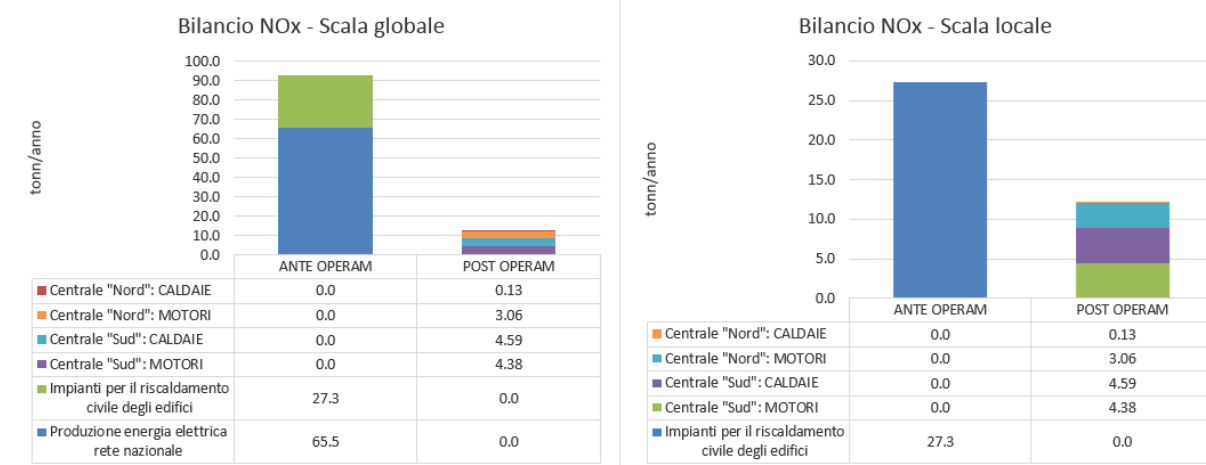


Figura 4.2.4-6 Confronto tra le emissioni di monossido di azoto negli scenari ante e post operam a regime – scala globale e scala locale

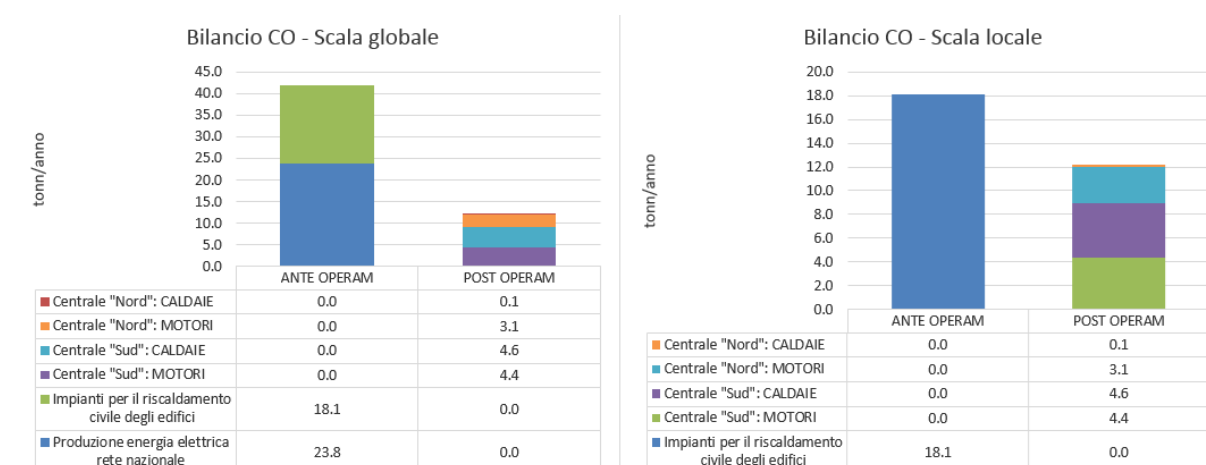
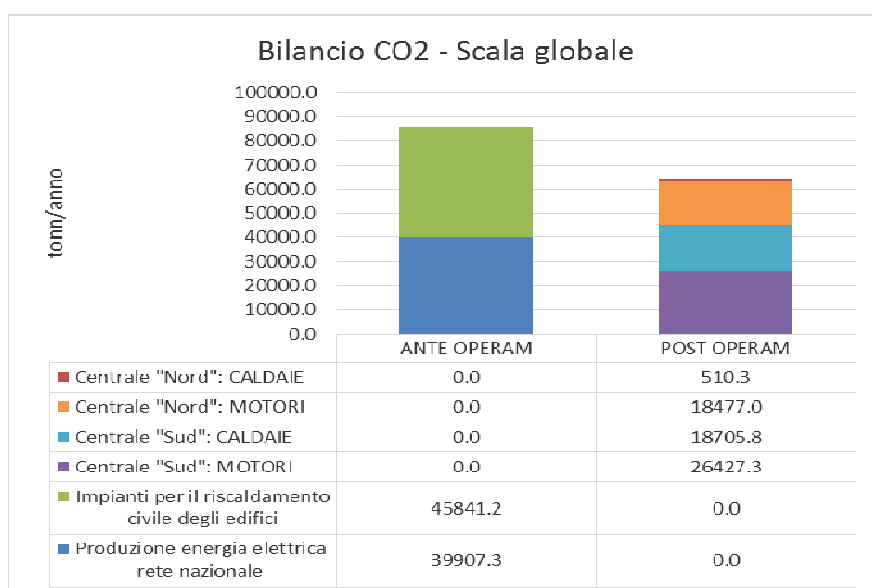


Figura 4.2.4-7 Confronto tra le emissioni di anidride carbonica negli scenari ante e post operam a regime – scala globale



La realizzazione degli interventi determinerebbe quindi, come sopra indicato, un miglioramento rispetto alla situazione emissiva ante operam.

A scala globale si ha la riduzione di emissioni più significativa (pari all'86,9% per quanto riguarda l'NOx, al 71% per il CO e al 25,2% per il CO2). Anche a scala locale, a livello urbano lo scenario post operam determina un significativo miglioramento dal punto di vista delle emissioni complessive: l'NOx è ridotto di oltre il 55% e il CO del 33%. Tali valori sono riferiti all'assetto finale a regime in cui si considera il completamento delle opere relative al teleriscaldamento e l'allacciamento della volumetria di edifici sopra indicata.

4.2.4.5 Confronto tra le emissioni nello scenario già autorizzato (intermedio) e lo scenario ante operam intermedio (relativo alla sola prima porzione di edifici di previsto allacciamento alla rete di teleriscaldamento)

Al fine di avere una indicazione della riduzione nella emissioni di inquinanti relativamente al primo step di realizzazione delle opere per il teleriscaldamento, corrispondente all'assetto già autorizzato ed in fase di costruzione, si riportano nel seguito i bilanci di emissioni dei diversi inquinanti, mediante il confronto con lo scenario ante operam intermedio (relativo alla sola prima porzione di edifici di previsto allacciamento alla rete di teleriscaldamento), distinguendo anche in questo caso fra:

- Bilancio a scala globale;
- Bilancio a scala locale – area urbana.

Anche in questo caso il bilancio risulta migliorativo rispetto alla situazione ante operam, sia su scala globale, considerando quindi anche la produzione di energia elettrica, sia su scala locale, per la quale si tiene conto della sola produzione termica.

Tabella 4.2.4-13 Bilancio emissivo annuale per i diversi inquinanti – Confronto scenario Ante operam intermedio (prima porzione edifici di previsto allacciamento a rete TLR) – Post operam già autorizzato (intermedio)

BILANCIO EMISSIONI SCENARIO ANTE OPERAM INTERMEDIO – SCENARIO POST OPERAM GIA' AUTORIZZATO (INTERMEDIO) (Contributo complessivo energia termica ed elettrica)		NOx	CO	CO2
Impianti per il riscaldamento civile degli edifici	t/anno	6.7	4.4	11193
Produzione energia elettrica rete nazionale	t/anno	20.0	7.3	12186
TOTALE SCENARIO ANTE OPERAM INTERMEDIO (1^ porzione)	t/anno	26.7	11.7	23378

Impianti per il TLR già autorizzati:

MOTORE 1	t/anno	0.57	0.57	3468
MOTORE 2	t/anno	1.62	1.62	9772
CALDAIA 1	t/anno	0.81	0.81	3302
CALDAIA 2	t/anno	0.14	0.14	578
CALDAIA 3	t/anno	0	0	0
TOTALE IMPIANTO IN PROGETTO GIA' AUTORIZZATO (intermedio)	t/anno	3.1	3.1	17120.4
DIFFERENZA (scala globale)	t/anno	-23.5	-8.6	-6258

Variazione -88.2% -73.1% -26.8%

DIFFERENZA (scala locale)	t/anno	-3.5	-1.3	5928
----------------------------------	---------------	-------------	-------------	-------------

Variazione -52.8% -28.9%

Figura 4.2.4-8 Confronto tra le emissioni di NOx negli scenari ante operam (prima porzione di previsto allacciamento a rete TLR) e già autorizzato (intermedio)

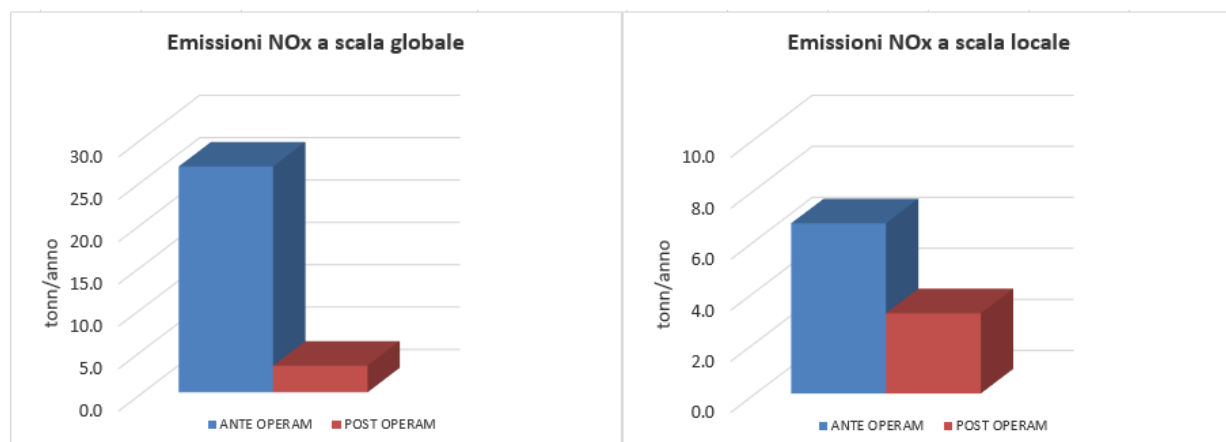


Figura 4.2.4-9 Confronto tra le emissioni di CO negli scenari ante operam (prima porzione di previsto allacciamento a rete TLR) e già autorizzato (intermedio)

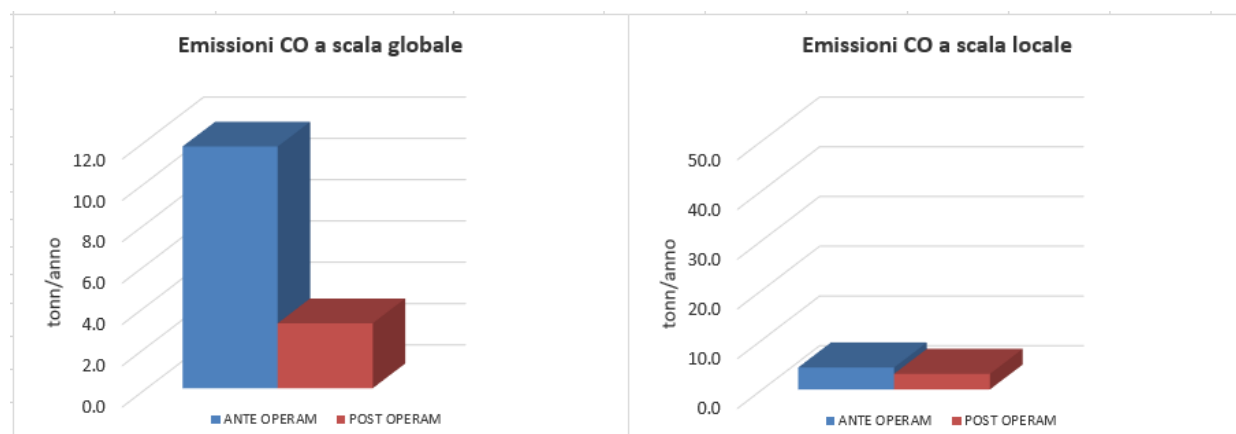
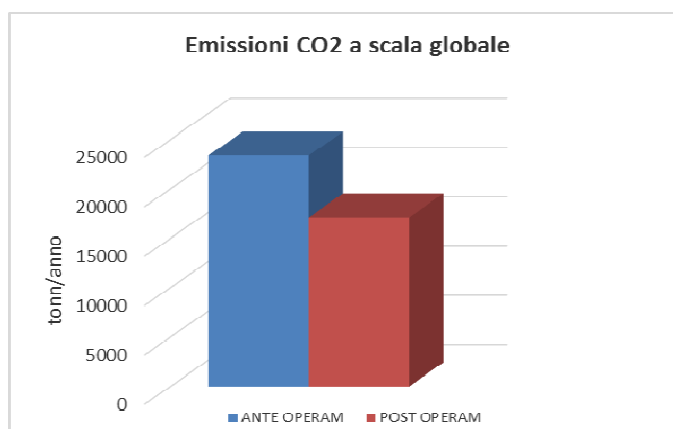


Figura 4.2.4-10 Confronto tra le emissioni di CO2 negli scenari ante operam (prima porzione di previsto allacciamento a rete TLR) e già autorizzato (intermedio)



La realizzazione degli interventi determinerebbe, anche per questo confronto un miglioramento rispetto alla situazione emissiva ante operam.

A scala globale si ha la riduzione di emissioni più significativa (pari all'88,2% per quanto riguarda l'NOx, al 73,1% per il CO e al 26,8% per il CO2). Anche a scala locale, a livello urbano lo scenario post operam determina un significativo miglioramento dal punto di vista delle emissioni complessive: l'NOx è ridotto di oltre il 52% e il CO del 29%.

Figura 4.2.4-11 Confronto tra le emissioni di ossidi di azoto negli scenari ante operam (prima porzione di previsto allacciamento a rete TLR) e già autorizzato (intermedio) – scala globale e scala locale

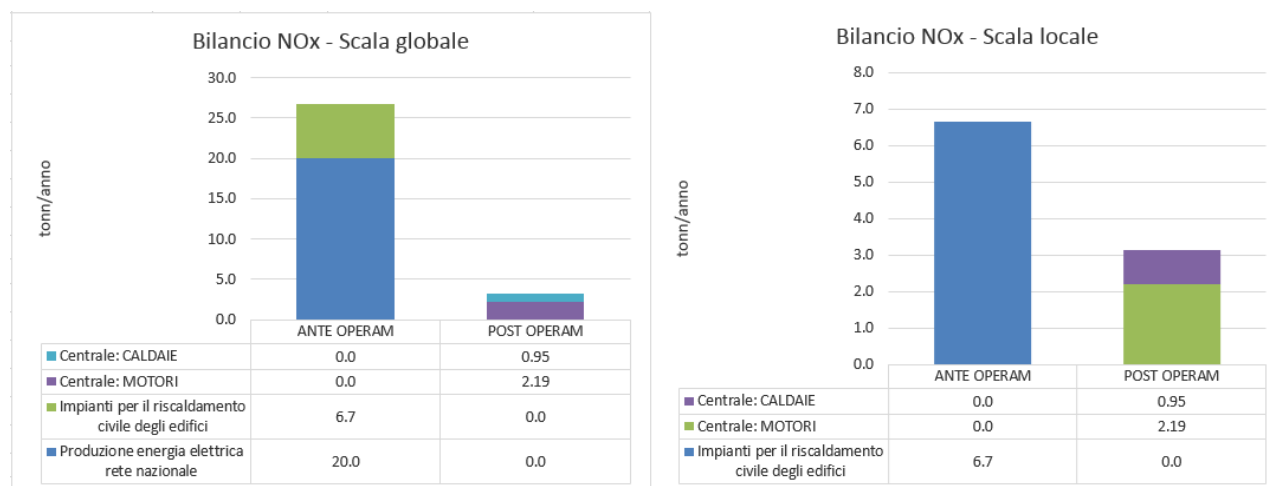


Figura 4.2.4-12 Confronto tra le emissioni di monossido di azoto negli scenari ante operam (prima porzione di previsto allacciamento a rete TLR) e già autorizzato (intermedio) – scala globale e scala locale

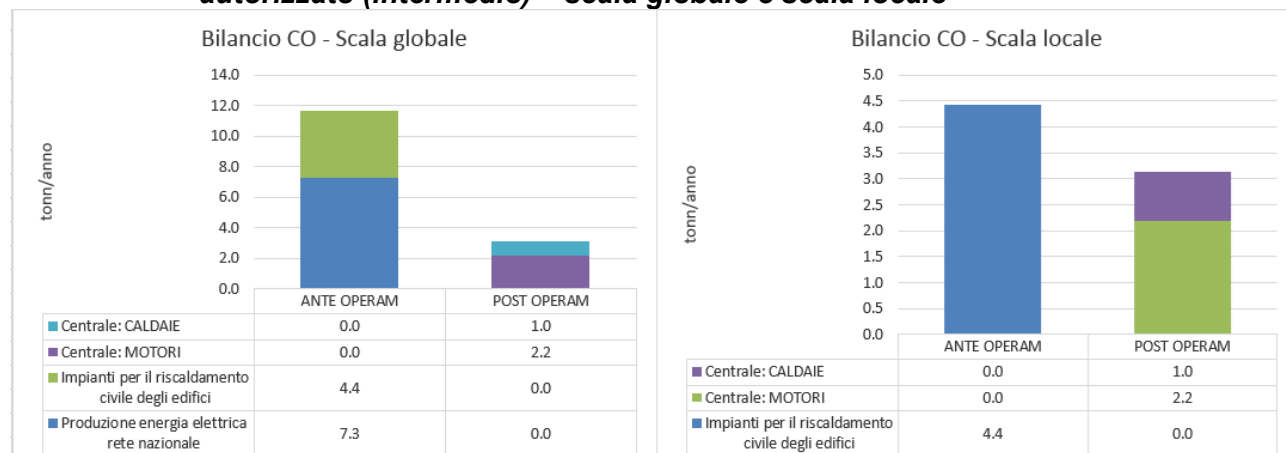
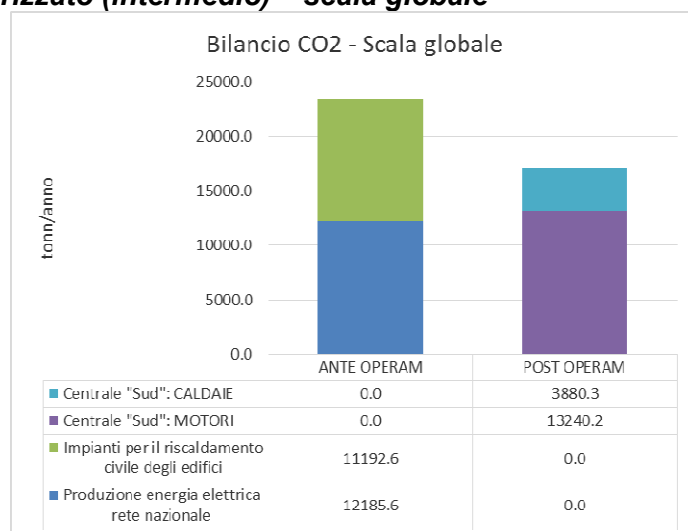


Figura 4.2.4-13 Confronto tra le emissioni di anidride carbonica negli scenari ante operam (prima porzione di previsto allacciamento a rete TLR) e già autorizzato (intermedio) – scala globale



4.2.4.6 Confronto tra le emissioni nello scenario già autorizzato (intermedio) e lo scenario Post operam finale a regime

Di seguito si riportano i dati di emissione annuale per ciascuna sorgente emissiva e i bilanci a scala globale e locale per gli scenari post operam intermedio (già autorizzato) e a regime (complessivo a seguito del completamento delle opere per il teleriscaldamento). Esso è volto a fornire una indicazione in merito all'ulteriore contributo al miglioramento delle condizioni emissive relativo alle sole opere di completamento in oggetto. Anche in questo caso il bilancio risulta infatti migliorativo, sia su scala globale, considerando quindi anche la produzione di energia elettrica, sia su scala locale, per la quale si tiene conto della sola produzione termica.

Tabella 4.2.4-14 Bilancio emissivo annuale per i diversi inquinanti – Confronto scenario INTERMEDIO (Post operam già autorizzato + edifici NON allacciati a TLR + prod. en. elettr. NON sostituita da cogenerazione impianti TLR) e scenario Post operam A REGIME

BILANCIO EMISSIONI <i>(Contributo complessivo energia termica ed elettrica)</i>		NOx	CO	CO2
Produzione energia elettrica rete nazionale NON sostituita da cogenerazione impianti TLR	t/anno	45,48	16,5	27722
Impianti per il riscaldamento civile degli edifici NON allacciati al teleriscaldamento	t/anno	20,65	13,7	34649
Impianti in progetto per il TLR nello scenario intermedio:				
MOTORE 1	t/anno	0,57	0,6	3468
MOTORE 2	t/anno	1,62	1,6	9772
CALDAIA 1	t/anno	0,81	0,8	3302
CALDAIA 2	t/anno	0,14	0,1	578
CALDAIA 3	t/anno	0,00	0,0	0
TOTALE SCENARIO INTERMEDIO	t/anno	69,3	33,4	79491
Impianti in progetto per il TLR a regime:				
Centrale "Sud": MOTORE 1	t/anno	2,36	2,4	14229
Centrale "Sud": MOTORE 2	t/anno	1,69	1,7	10181
Centrale "Sud": MOTORE 4	t/anno	0,33	0,3	2018
Centrale "Sud": CALDAIA 1	t/anno	1,23	1,2	5019
Centrale "Sud": CALDAIA 2	t/anno	1,96	2,0	8001
Centrale "Sud": CALDAIA 3	t/anno	0,99	1,0	4028
Centrale "Sud": CALDAIA 4	t/anno	0,39	0,4	1599
Centrale "Sud": CALDAIA 6	t/anno	0,01	0,0	59
Centrale "Nord": MOTORE 3	t/anno	3,06	3,1	18477
Centrale "Nord": CALDAIA 5	t/anno	0,13	0,1	510
Centrale "Nord": CALDAIA 7	t/anno	0,00	0,0	0
TOTALE SCENARIO A REGIME	t/anno	12,2	12,2	64120,4
DIFFERENZA	t/anno	-57,1	-21,2	-15370,3
	Variazione	-82,5%	-63,6%	-19,3%
DIFFERENZA - solo termico	t/anno	-11,6	-4,7	
		-48,9%	-27,9%	

Figura 4.2.4-14 Confronto tra le emissioni di NOx negli scenari post operam intermedio (già autorizzato) e a regime

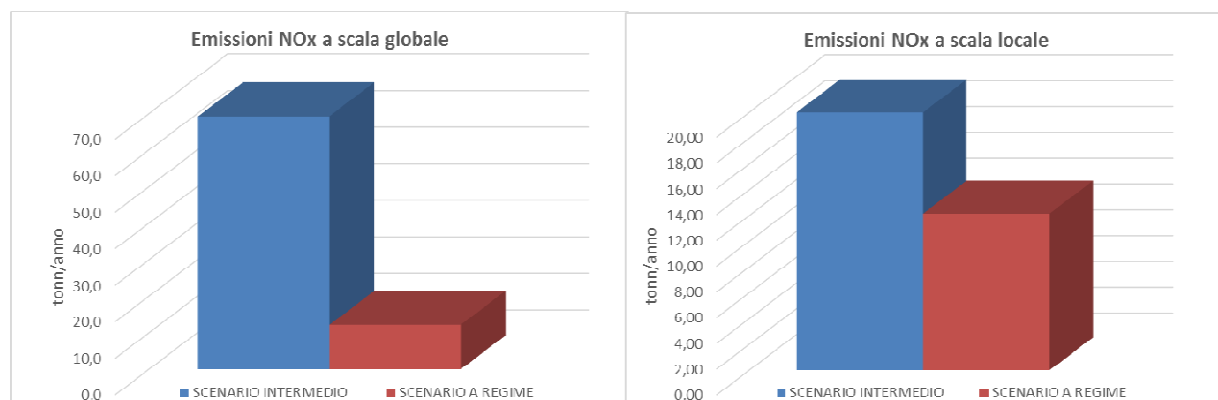


Figura 4.2.4-15 Confronto tra le emissioni di CO negli scenari post operam intermedio (già autorizzato) e a regime

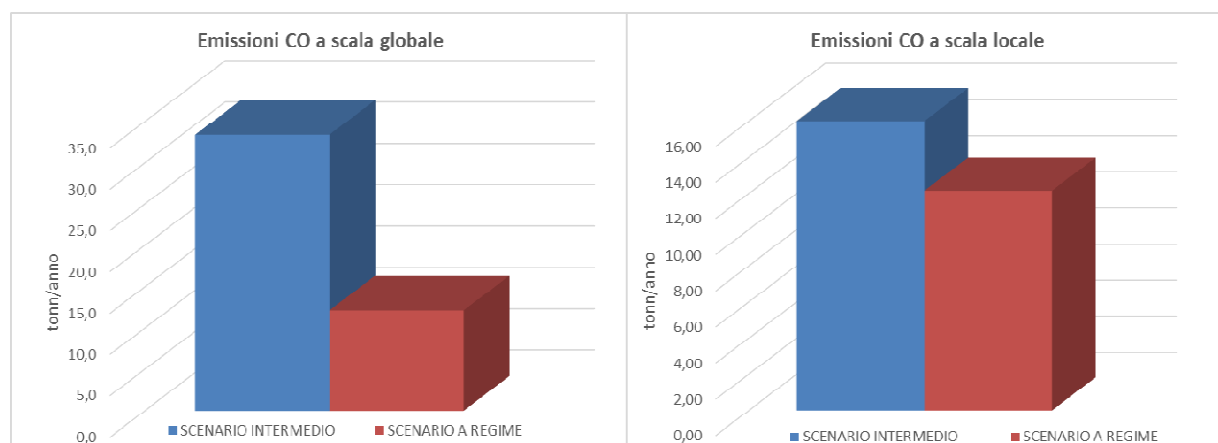


Figura 4.2.4-16 Confronto tra le emissioni di CO2 negli scenari post operam intermedio (già autorizzato) e a regime

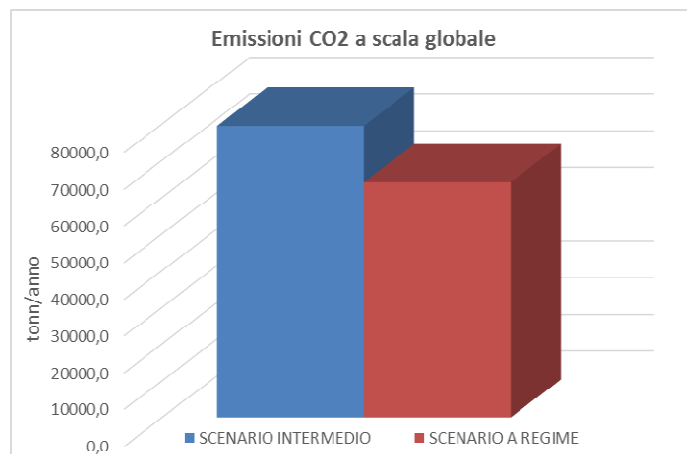


Figura 4.2.4-17 Confronto tra le emissioni di ossidi di azoto negli scenari post operam intermedio (già autorizzato) e a regime – scala globale e scala locale

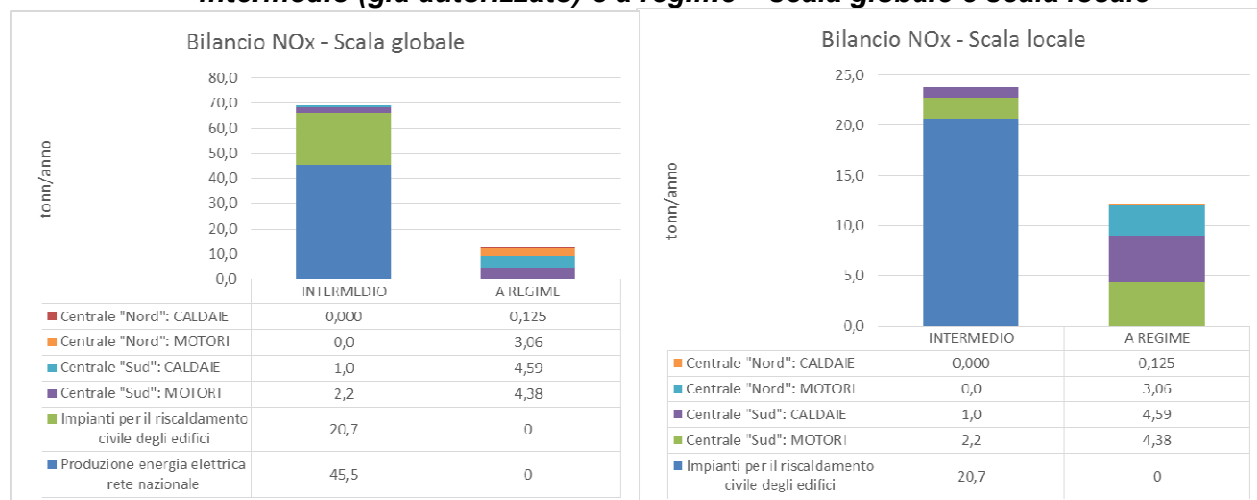


Figura 4.2.4-18 Confronto tra le emissioni di monossido di azoto negli scenari post operam intermedio (già autorizzato) e a regime – scala globale e scala locale

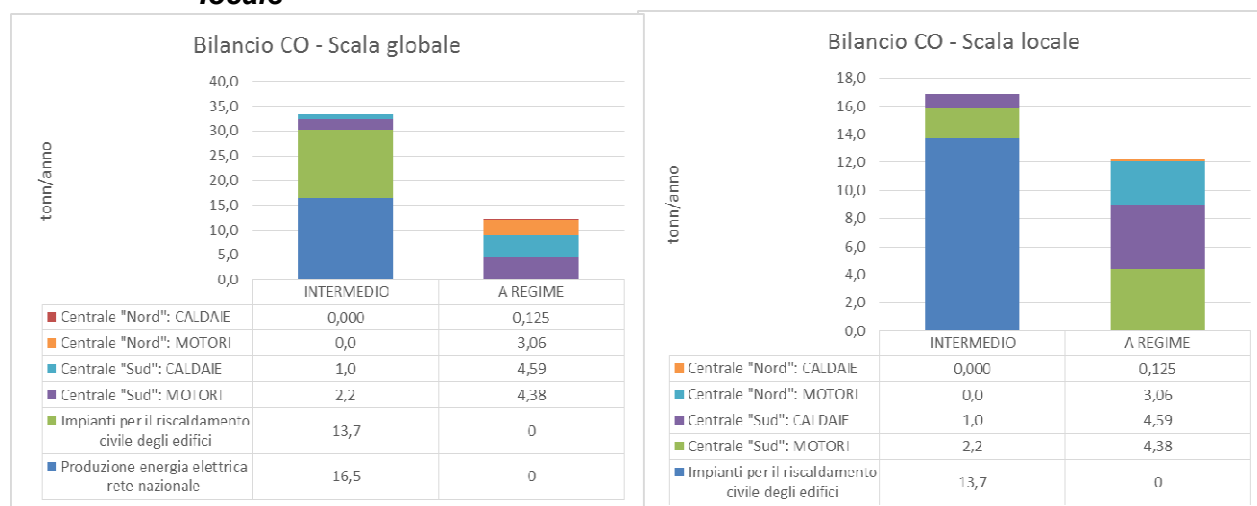
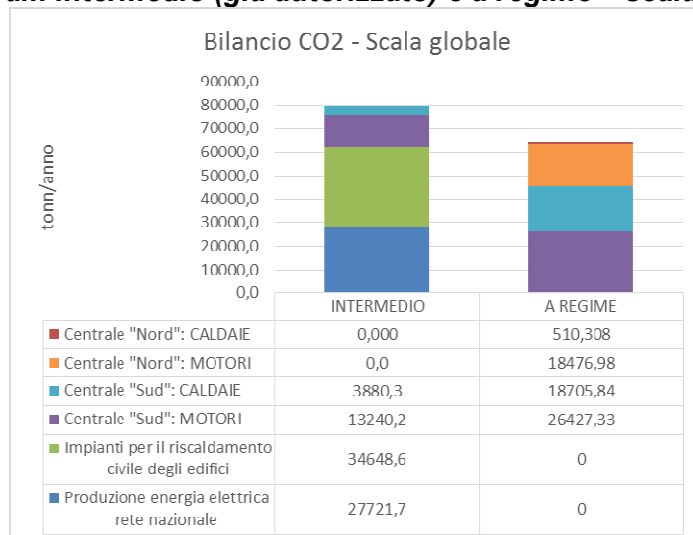


Figura 4.2.4-19 Confronto tra le emissioni di anidride carbonica negli scenari post operam intermedio (già autorizzato) e a regime – scala globale



Come anticipato, lo scenario post operam a regime garantisce un ulteriore miglioramento della situazione rispetto allo scenario intermedio già autorizzato in termini di emissioni annuali, sia su scala globale che su scala locale.

A scala globale, rispetto allo scenario intermedio già autorizzato, che a sua volta era già migliorativo rispetto alla situazione ante operam, si ha una riduzione di emissioni pari circa 57 t/anno per quanto riguarda l'NOx, 21 t/anno per il CO e 15.370 t/anno per il CO2. Anche a scala locale, a livello urbano lo scenario post operam a regime determina un ulteriore significativo miglioramento dal punto di vista delle emissioni complessive: l'NOx è ridotto di ulteriori 11,6 t/anno e il CO di 4,7 t/anno (che corrispondono a riduzioni di circa il 49% ed il 28% rispettivamente).

Nel seguito si procede pertanto a stimare per via modellistica come le variazioni delle emissioni qui descritte si traducano in concentrazioni di NOx e CO nell'aria "respirata" dalla popolazione cittadina.

Quale considerazione preliminare in proposito, si osserva che lo stato attuale della qualità dell'aria nella città di Alessandria, per quanto riguarda il monossido di carbonio, è più che favorevole: come illustrato nel paragrafo dedicato, infatti, il valore di concentrazione media sulle 8 ore risulta stabilmente ampiamente inferiore al limite normativo di 10 mg/Nm³, con valori prossimi alla soglia di rilevamento strumentale. Tale inquinante, nella situazione derivante dai dati di misura non appare critico con riferimento agli obiettivi della tutela della salute della popolazione. Per quanto concerne, invece, il bilancio a scala locale dell'NOx, dove per tale inquinante è viceversa potenzialmente più critico, si riscontra una riduzione delle emissioni su base annua pari al 55,5% considerando lo scenario finale a regime.

4.2.5 EMISSIONI IN ATMOSFERA – FASE DI COSTRUZIONE

Nel seguito viene condotta una stima delle emissioni previste durante la fase di costruzione delle centrali di teleriscaldamento in progetto e di posa delle tubazioni per la realizzazione della rete di teleriscaldamento ad esse connesse. Le analisi si riferiscono in particolare alle polveri che rappresentano in questa fase l'inquinante di interesse preminente.

4.2.5.1 Costruzione delle Centrali

La realizzazione delle varie opere civili previste dal progetto delle centrali per il teleriscaldamento di Alessandria avverrà nell'arco di circa 18 mesi per ciascuna centrale (per la Centrale Sud sono già iniziate da tempo le attività di costruzione).

Con riferimento in particolare alla Centrale Nord ancora da realizzare, si evidenzia che durante la fase di costruzione si genereranno emissioni di inquinanti in atmosfera dovute all'attività del cantiere, rappresentate dai prodotti di combustione dovuti ai motori dei mezzi impegnati nel cantiere ed emissioni di polveri dovute alle movimentazioni di terra e calcestruzzo, ad operazioni di scavo e riporto ed alla circolazione dei mezzi stessi.

Le attività svolte nelle diverse fasi realizzative, che si susseguiranno sovrapponendosi parzialmente sono le seguenti:

- preparazione dell'area – palificate
- fondazioni - getto calcestruzzi
 - scavi
 - trivellazioni per pali
 - rullatura
 - getto calcestruzzi
- posa prefabbricati
- movimenti terra reinterri - viabilità
- installazione impianti

- sistemazione finale dell'area

Le operazioni coinvolgeranno diverse tipologie di mezzi di cantiere. Nella tabella seguente viene riportato un impegno temporale dei macchinari in funzione delle fasi di lavorazione, per la singola centrale.

Tabella 4.2.5-1 Mezzi di cantiere presenti durante le fasi realizzative di una centrale

FASE	MESE																		Macchine mov. Terra	Autocarro	Pali	Trivella	Autopompa cis	Betoniera	Rullo	Asfaltatrice										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																		
Fasi di cantiere	1	2																																		
Preparazione dell'area - palificate	1	2																	2	4	2															
Fondazioni - scavi			1	1	1														2	1		2														
Fondazioni - getto calcestruzzi				1	1	1																	2	2	1											
Posa prefabbricati						1														2				1												
Movimenti terra reinterri - viabilità							1												1	2					1	1										
Installazione impianti								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		0																
Sistemazione finale dell'area																	1	1	1	1																
N. mezzi tot.	8	8	5	10	5	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4																		

Il cantiere si assume sia attivo 8 ore/giorno e, per quanto riguarda le macchine si ipotizza cautelativamente siano attive 6 ore al giorno. Si ipotizzano 5 giorni lavorativi alla settimana.

Il momento più gravoso dal punto di vista dell'emissione di polveri è costituito dalla fase di preparazione dell'area e dalla realizzazione delle palificate. In questo lasso temporale, della durata prevedibile di due mesi, sulla base delle assunzioni adottate, risulterebbero presenti simultaneamente:

- 2 macchine per il movimento terra,
- 4 autocarri
- 2 pali

Si valutano:

- le emissioni di polveri dai motori dei mezzi di cantiere
- le emissioni di polveri relativa alle attività di cantiere:
 - scavo, movimentazione e compattazione del terreno
 - movimento dei mezzi all'interno del cantiere

Le valutazioni seguenti sono riferite ad una singola centrale, con particolare riferimento a quella Nord ancora da costruire.

Emissioni dai motori dei mezzi da cantiere

Per la stima delle emissioni di polveri (in particolare PM10) dai motori dei mezzi coinvolti nella realizzazione delle Centrali si fa riferimento al fattore di emissione proposto dalla banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia di SINAnet (Sistema Informativo Nazionale Ambientale, disponibile al seguente link: <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>.

Il database di SINAnet si basa sulle stime effettuate ai fini della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, realizzato annualmente da Ispra.

Gli elementi di partenza per la stima dei fattori di emissione sono i dati di input italiani riguardanti il parco e la circolazione dei veicoli (numerosità del parco, percorrenze e consumi medi, velocità per categoria veicolare con riferimento ai cicli di guida urbano, extraurbano ed autostradale, altri specifici parametri nazionali). SINAnet ha poi applicato il modello Copert 2 v. 10.0. I dati sono riferiti al 2012.

I fattori di emissione sono calcolati:

- rispetto ai km percorsi,
- rispetto ai consumi

e sono riferiti:

- al settore (automobili, veicoli leggeri, veicoli pesanti e autobus, ciclomotori e motocicli),
- alla tecnologia (da Euro 0 a Euro VI),
- all'alimentazione (Diesel, benzina, GPL),
- all'ambito (urbano, extraurbano, autostradale e totale).

Al fine di valutare l'emissione prodotta dai motori dei mezzi di cantiere durante le lavorazioni si è fatto ricorso al fattore emissivo di PM10 espresso in funzione del consumo di carburante, cioè, ad esempio, tonnellate di PM10 emesso/tonnellata di combustibile utilizzato:

Settore	Alimentazione	Ambito	Fattore emissivo PM ₁₀	
Heavy Duty Track	Diesel	Urbano	t/t	0.0009917

Si ipotizza un consumo specifico di gasolio da parte dei mezzi pari a 0,22 l/(CV*h) e una potenza media dei mezzi pari a 120 CV. Cautelativamente si ipotizza un coefficiente di utilizzo reale medio dei mezzi pari al 100% del tempo di permanenza in cantiere: ciò significa che durante le 6 ore di attività prevista per ciascuna macchina durante una giornata lavorativa, questa sarà accesa e funzionante tutto il tempo.

In funzione delle ipotesi sopra descritte sono stati calcolati i fattori emissivi connessi all'utilizzo dei mezzi e le emissioni totali di polveri, sia durante l'intero periodo di cantiere, che durante il mese di attività più impattanti.

Tabella 4.2.5-2 Emissioni dai motori dei mezzi di cantiere – Cantiere Centrale

PARAMETRI		VALORE	
Consumo specifico di gasolio [l/(CV*h)]	c =		0,22
Peso specifico gasolio [kg/l]	ps =		0,825
Potenza media dei mezzi [CV]	CV =		120
Coefficiente di utilizzo	cu =		1
emissione particolato [g/kg gasolio]	g =		0,99
Fattore di emissione per veicoli pesanti [g/h*veic]	e =		21,600
EMISSIONE COMPLESSIVA			
Numero di veicoli coinvolti nella realizzazione della centrale [veic]	V =		52
Numero di mesi lavorati	m =		18
Giorni lavorati medi in 1 mese	gg =		22
Numero ore lavorate nella giornata	h =		6
Emissione totale per la realizzazione della centrale [kg]	Etot =		148,262
Fattore di Emissione medio [g/s]	E =		0,017
EMISSIONE NEL PERIODO DI MAGGIOR IMPATTO			
Durata del periodo di maggior impatto [mesi]	m =		2
Numero di veicoli coinvolti nella fase più gravosa [veic/periodo]	V =		16
Giorni lavorati medi nel periodo di maggior impatto	gg =		44
Numero ore lavorate nella giornata	h =		6
Emissione totale nel periodo più gravoso [kg]	Etot =		91,238
Fattore di Emissione medio [g/s]	E =		0,096

Emissioni di polveri dovute alle attività di cantiere

I fattori di emissione più elevati sono quelli relativi alle attività che comportano la movimentazione degli inerti ed alla movimentazione dei mezzi all'interno del cantiere (ovvero su una superficie non pavimentata). In tal senso si evidenziano le prime fasi nelle quali è prevista la preparazione del sito, gli scavi e le opere di fondazione.

- *Emissioni durante lo scavo, movimentazione e compattazione del terreno*

Le emissioni legate alle attività di scavo, movimentazione e compattazione del terreno sono state calcolate applicando le seguenti relazioni elaborate dall'EPA (AP-42, *Compilation of air pollutant emission factors*, §11.9), concernenti le emissioni orarie medie di particolato relative all'attività di un singolo mezzo da cantiere:

$$\text{Particolato PM10 (kg/h)} = 0.75 \times 0.45 \times s^{1.5} / M^{1.4}$$

con: s = contenuto % silt nel terreno

M = contenuto % umidità nel terreno

I mezzi coinvolti nelle operazioni di scavo, movimentazione e compattazione del terreno sono i mezzi movimento terra, gli autocarri e i rulli compressori.

Tabella 4.2.5-3 Emissioni dalle operazioni di scavo, movimentazione e compattazione del terreno

PARAMETRI	VALORE	
Contenuto in silt del terreno %	s =	10
Contenuto in umidità del terreno %	M =	10
Fattore di Emissione in kg/h*veic	e =	0,42
EMISSIONE COMPLESSIVA		
Numero di veicoli per lo scavo e la movimentazione coinvolti [veic]	V =	27
Numero di mesi lavorati	m=	18
Giorni lavorati medi in 1 mese	gg=	22
Numero ore lavorate nella giornata	h =	6
Emissione totale per la realizzazione della centrale [kg]	Etot =	1514,30
Fattore di Emissione medio [g/s]	E =	0,177
EMISSIONE NEL PERIODO DI MAGGIOR IMPATTO		
Durata del periodo di maggior impatto [mesi]	m=	2
Numero di veicoli coinvolti nella fase più gravosa [veic/periodo]	V =	12
Giorni lavorati medi nel periodo di maggior impatto	gg=	44
Numero ore lavorate nella giornata	h =	6
Emissione totale nel periodo più gravoso [kg]	Etot =	1346,04
Fattore di Emissione medio [g/s]	E =	1,416

- *Emissioni dovute al movimento dei mezzi all'interno del cantiere*

Le emissioni dovute al movimento dei mezzi da cantiere sono state calcolate utilizzando le seguenti relazioni elaborate dall'EPA (AP-42 Infobases, *Compilation of air pollutant emission factors*, §13.2.2) relative al transito di veicoli su strade non pavimentate:

$$\text{Particolato PM10 (g/VTK)} = 281.9 \times k \times (s/12)^a \times (W/3)^b$$

con: s = contenuto % di silt del terreno

W = peso medio (t) veicoli

VTK = chilometri/veicolo percorsi

k = 1.5 (per i PM10)

a = 0.9 (per i PM10)

b = 0.45 (per i PM10)

Si ipotizza che ogni veicolo percorra mediamente 0.1 km/h nella giornata lavorativa (ipotesi cautelativa tenendo conto dei tempi di fermo macchina e della non contemporanea attività dei mezzi).

In base ai fattori sopra individuati si sono calcolati i seguenti valori di emissione:

Tabella 4.2.5-4 Emissioni dal movimento di mezzi sulle piste di cantiere non pavimentate

PARAMETRI	VALORE	
Coefficiente per dimensione particolato	k =	1,5
Coefficiente per dimensione particolato	a =	0,9
Coefficiente per dimensione particolato	b =	0,45
Giorni piovosi/anno	p =	0
Conversione [lb/VMT] - [g/VKT]		281,9
Peso medio mezzi	W =	15
Contenuto in silt della superficie stradale %	s =	10
Fattore di Emissione in kg/(veic/km)	e =	0,740
EMISSIONE COMPLESSIVA		
km medi percorsi da ciascun veicolo all'ora [km/veic*h]	l =	0.1
Numero di veicoli coinvolti nella realizzazione della centrale [veic]	V =	52
Numero di mesi lavorati	m =	18
Giorni lavorati medi in 1 mese	gg =	22
Numero ore lavorate nella giornata	h =	6
Emissione totale per la realizzazione della centrale [kg]	Etot =	508.203
Fattore di Emissione medio [g/s]	E =	0.05941
EMISSIONE NEL MESE DI MAGGIOR IMPATTO		
Durata del periodo di maggior impatto [mesi]	m =	2
km medi percorsi da ciascun veicolo all'ora [km/veic*h]	l =	0,1
Numero di veicoli coinvolti nella fase più gravosa [veic/periodo]	V =	16
Giorni lavorati medi nel periodo di maggior impatto	gg =	44
Numero ore lavorate nella giornata	h =	6
Emissione totale nel periodo più gravoso [kg]	Etot =	312,74
Fattore di Emissione medio [g/s]	E =	0,3291

Emissioni complessive dal cantiere della centrale

Considerando tutti i fattori emissivi sopra esaminati, si ottengono i seguenti valori di emissione.

Tabella 4.2.5-5 Emissioni complessive per la realizzazione di ciascuna centrale di teleriscaldamento

EMISSIONI TOTALI	
Emissione dai motori [kg]	148.26
Emissione per operazioni di scavo, movimentazione e compattazione del terreno [kg]	1514.30
Emissione per transito dei mezzi su piste di cantiere non povimentate [kg]	508.20
EMISSIONE TOTALI PER LA REALIZZAZIONE DELLA CENTRALE [kg]	2170.76
FATTORE EMISSIVO MEDIO [kg/h]	1.10

Tenendo conto che i valori di emissioni relativi alla costruzione della centrale sono stati determinati con riferimento alla fase più gravosa, si può affermare che la variazione della qualità dell'aria durante la fase di costruzione sia di entità non rilevante.

4.2.5.2 Rete di trasporto del calore

La rete di teleriscaldamento è composta da una trama principale di tubazioni di grande diametro, interrato generalmente lungo la viabilità di maggiore ampiezza, e da diramazioni con tubazioni di piccolo diametro in corrispondenza delle utenze.

Le tubazioni avranno diametro compreso tra DN 50 e DN 500 e l'estensione della rete sarà pari a circa 60 km.

La realizzazione della rete avverrà presumibilmente per lotti la cui estensione si assume pari

a 150 m lineari, per ognuno dei quali si prevedono circa 30 giorni lavorativi di attività.

Le attività di cantiere comprendono la deviazione del traffico nel tratto di viabilità interessato dai lavori di interrimento, il taglio e la rimozione del manto stradale, la realizzazione di uno scavo di dimensioni adeguate, il posizionamento vero e proprio delle tubazioni, il reinterro (con terreni di scavo) ed il ripristino del manto stradale. Durante le varie fasi è previsto l'utilizzo di attrezzature quali:

- autocarri
- tagliASFALTO
- escavatori
- gruppo elettrogeno e compressore
- saldatrici, smerigliatrici e altre attrezzature per la lavorazione di ferri e lamiere
- rullo compressore e vibrofinitrice

Occorre comunque evidenziare che le lavorazioni previste sono assimilabili ad attività usualmente condotte per altre tipologie di servizi (si cita quale esempio la posa/rifacimento di tratti fognari) e che la posa delle tubazioni verrà realizzata per lotti successivi di limitata estensione e durata.

Nel seguito del paragrafo vengono analizzate le varie fonti di inquinanti atmosferico, riguardo sia alle emissioni dei motori delle varie attrezzature sia al sollevamento di polveri durante le attività di cantiere.

In particolare l'emissione di polveri in tale fase realizzativa è dovuta alla seguenti attività:

- Emissione di polveri dai motori dei mezzi di cantiere
- Emissione di polveri relativa alle attività di cantiere:
 - scavo, movimentazione, stoccaggio e compattazione del terreno
 - movimento dei mezzi all'interno del cantiere

In base all'analisi delle attività di cantiere relative alla realizzazione di un singolo lotto, si sono stimate le quantità totali immesse in atmosfera al fine di calcolare le emissioni medie.

Emissioni di polveri dai motori dei mezzi di cantiere

Per la stima delle emissioni dai motori dei mezzi si fa riferimento al fattore emissivo già illustrato ed utilizzato per la stima delle emissioni del cantiere della centrale.

Si sono stimate le emissioni massime, considerate corrispondenti all'impiego contemporaneo di 5 autocarri, 3 escavatori e un rullo compressore (condizione che si prevede possa verificarsi solo per poche ore nell'arco dei 30 giorni lavorativi).

Cautelativamente si ipotizza che i mezzi siano attivi e operativi mediamente 6 ore durante la giornata lavorativa del cantiere (con turni totali di 8 ore al giorno).

Si confermano le ipotesi relative alle caratteristiche dei mezzi già fatte in precedenza.

Tabella 4.2.5-6 Emissioni dai motori dei mezzi di cantiere – Cantiere tipo Rete

PARAMETRI	VALORE	
Consumo specifico di gasolio [l/(CV*h)]	c =	0,22
Peso specifico gasolio [kg/l]	ps =	0,825
Potenza media dei mezzi [CV]	CV =	120
Coefficiente di utilizzo	cu =	1
emissione particolato [g/kg gasolio]	g =	0,99
Fattore di emissione per veicoli pesanti [g/h*veic]	e =	21,600
EMISSIONE COMPLESSIVA		
Numero di veicoli coinvolti nella realizzazione di un lotto della rete [veic]	V =	9
Giorni lavorati medi in 1 mese	gg=	22
Numero ore lavorate nella giornata	h =	6
Emissione totale per la realizzazione di un cantiere tipo della rete [kg]	Etot =	25,661
Fattore di Emissione medio [g/s]	E =	0,054

Emissioni di polveri relative alle attività di cantiere

Le attività di cantiere che determinano l'emissione e il sollevamento di polveri sono quelle di scavo, movimentazione e compattazione del terreno, nonché lo stoccaggio di materiali pulverulenti e il transito dei mezzi stessi all'interno del cantiere.

Per la stima di tali emissioni si fa riferimento alle stesse indicazioni fornite da EPA già impiegate per il cantiere della centrale.

- *Emissioni durante lo scavo e la movimentazione del terreno*

Le emissioni legate alle attività di scavo, movimentazione e compattazione del terreno sono state calcolate applicando le seguenti relazioni elaborate dall'EPA (AP-42, *Compilation of air pollutant emission factors*, §11.9), concernenti le emissioni orarie medie di particolato relative all'attività di un singolo mezzo da cantiere:

$$\text{Particolato PM10 (kg/h)} = 0.75 \times 0.45 \times s^{1.5} / M^{1.4}$$

con: s = contenuto % silt nel terreno

M = contenuto % umidità nel terreno

I mezzi coinvolti nelle operazioni di scavo, movimentazione e compattazione del terreno sono i mezzi movimento terra (3 escavatori).

Tabella 4.2.5-7 Emissioni dalle operazioni di scavo, movimentazione e compattazione del terreno – Cantiere tipo Rete

PARAMETRI	VALORE	
Contenuto in silt del terreno %	s =	10
Contenuto in umidità del terreno %	M =	10
Fattore di Emissione in kg/h*veic	e =	0,42
EMISSIONE COMPLESSIVA		
Numero di veicoli per lo scavo e la movimentazione coinvolti [veic]	V =	3
Giorni lavorati medi in 1 mese	gg=	22
Numero ore lavorate nella giornata	h =	6
Emissione totale per la realizzazione di un cantiere tipo della rete [kg]	Etot =	168,26
Fattore di Emissione medio [g/s]	E =	0,354

- *Emissioni dovute allo stoccaggio del materiale scavato*

Per quanto riguarda lo stoccaggio temporaneo del terreno all'interno dell'area di cantiere e la successiva fase di ricopertura degli scavi si sono applicate le relazioni EPA (AP-42 Infobases, *Compilation of air pollutant emission factors*, §13.2.4) di seguito illustrate:

$$\text{Particolato PM10 (kg/t)} = 0.35 \times 0.0016 \times (U/2.2)^{1.3} / (M/2)^{1.4}$$

con: U = velocità (m/s) media del vento

M = contenuto % umidità nel terreno

La velocità del vento media nell'area, calcolata in base ai dati orari annuali (2015) è pari a 1.2 m/s.

Durante la realizzazione di un lotto della rete si è prevista la movimentazione e lo stoccaggio di circa 1000 m³ di terreno.

In base a tali ipotesi sono state calcolate le seguenti emissioni:

Tabella 4.2.5-8 Emissioni dovute allo stoccaggio del terreno – Cantiere tipo Rete

PARAMETRI	VALORE	
Velocità media del vento	U =	1,2
Contenuto in umidità del terreno %	M =	10
Fattore di Emissione in kg/tonn	e =	2,68E-05
EMISSIONE COMPLESSIVA		
Volume di materiale scavato per cantiere tipo [mc]	V =	1000
Densità media del materiale scavato [tonn/mc]	d =	2
Quantità di materiale scavato [tonn]	Q =	1870
Giorni lavorati medi in 1 mese	gg=	22
Numero ore lavorate nella giornata	h =	6
Emissione totale per la realizzazione di un cantiere tipo della rete [kg]	Etot =	0,05
Fattore di Emissione medio [g/s]	E =	1,05E-04

Le emissioni di polveri legate allo stoccaggio temporaneo del terreno scavato all'interno dell'area di cantiere appaiono in generale trascurabili.

- *Emissioni dovute al movimento dei mezzi all'interno del cantiere*

Le emissioni dovute al movimento dei mezzi da cantiere sono state calcolate utilizzando le seguenti relazioni elaborate dall'EPA (AP-42 Infobases, *Compilation of air pollutant emission factors*, §13.2.2) relative al transito di veicoli su strade non pavimentate:

$$\text{Particolato PM10 (g/VTK)} = 281.9 \times k \times (s/12)^a \times (W/3)^b$$

- con: s = contenuto % di silt del terreno
W = peso medio (t) veicoli
VTK = chilometri/veicolo percorsi
k = 1.5 (per i PM10)
a = 0.9 (per i PM10)
b = 0.45 (per i PM10)

Si ipotizza che ogni veicolo percorra mediamente 0.1 km/h nella giornata lavorativa (ipotesi cautelativa tenendo conto della lunghezza di un cantiere tipo della rete, pari a 150 m, dei tempi di fermo macchina e della non contemporanea attività dei mezzi).

In base ai fattori sopra individuati si sono calcolati i seguenti valori di emissione:

Tabella 4.2.5-9 Emissioni dal movimento di mezzi sulle piste di cantiere non pavimentate – Cantiere tipo Rete

PARAMETRI	VALORE	
Coefficiente per dimensione particolato	k =	1,5
Coefficiente per dimensione particolato	a =	0,9
Coefficiente per dimensione particolato	b =	0,45
Giorni piovosi/anno	p =	0
Conversione [lb/VMT] - [g/VKT]		281,9
Peso medio mezzi	W =	15
Contenuto in silt della superficie stradale %	s =	10
Fattore di Emissione in kg/(veic/km)	e =	0,740
EMISSIONE COMPLESSIVA		
km medi percorsi da ciascun veicolo all'ora [km/veic*h]	l =	0,1
Numero di veicoli coinvolti nella realizzazione del lotto [veic]	V =	9
Giorni lavorati medi in 1 mese	gg=	22
Numero ore lavorate nella giornata	h =	6
Emissione totale per la realizzazione di un cantiere tipo della rete [kg]	Etot =	87,958
Fattore di Emissione medio [g/s]	E =	0,18510

Emissioni complessive dal cantiere della centrale

Considerando tutti i fattori emissivi sopra esaminati, si ottengono i seguenti valori di emissione.

Tabella 4.2.5-10 Emissioni complessive per la realizzazione di un cantiere tipo della rete del teleriscaldamento

EMISSIONI TOTALI	
Emissione dai motori [kg]	25,66
Emissione per operazioni di scavo, movimentazione e compattazione del terreno [kg]	168,26
Emissioni dovute allo stoccaggio del materiale scavato	0,05
Emissione per transito dei mezzi su piste di cantiere non pavimentate [kg]	87,96
EMISSIONE TOTALI PER LA REALIZZAZIONE DI UN CANTIERE TIPO DELLA RETE [kg]	281,92
FATTORE EMISSIVO MEDIO [kg/h]	1,17

Si ricorda che i valori di emissione relativi alla costruzione di un lotto della rete di teleriscaldamento sono stati determinati con riferimento alla fase più gravosa. I valori di emissione così calcolati sono stati confrontati con il valore globale di emissione indicato dall'EPA per i cantieri edili, pari a 2.69 t/ettaro per ogni mese di attività (AP-42, *Compilation of air pollutant emission factors*, §13.2.3). Considerando per il cantiere di realizzazione di un lotto della rete di teleriscaldamento ha un'estensione pari a circa 1500 m² e 30 giorni lavorativi di durata si ottiene un'emissione complessiva di particolato pari a 2.29 kg/h.

Sulla base delle analisi condotte si può pertanto ritenere che le emissioni determinate dalle attività di costruzione della rete di teleriscaldamento siano inferiori a quelle di un cantiere edile. Tenendo conto della limitata estensione dell'area di lavoro di volta in volta interessata e della ridotta durata delle lavorazioni, si ritiene trascurabile la potenziale variazione della qualità dell'aria durante le attività costruttive della rete di teleriscaldamento.

Si segnala infine che il capitolato per la costruzione delle centrali prevede comunque le indicazioni per il contenimento delle emissioni in atmosfera e che, come più avanti descritto, sono previste attività di monitoraggio della qualità dell'aria anche con riferimento alla fase di costruzione.

4.2.5.3 Gestione delle terre e rocce da scavo

Per quanto concerne la gestione delle terre e rocce da scavo si rimanda ai documenti di progetto inerenti e al paragrafo dedicato nel Quadro di riferimento progettuale per presente Studio di Impatto Ambientale.

Le quantità di materiale scavato inerente la Centrale Nord sono pari a circa 4.000 m³. Ipotizzando una capienza a carico pari a 10 m³ si può supporre che nei momenti di punta saranno effettuati 0,5 - 1 viaggi all'ora per il trasporto del materiale al sito di destinazione.

Il quantitativo di materiale scavato per la realizzazione della rete invece è pari a 134.200 m³. La realizzazione della rete di teleriscaldamento è prevista in 6 anni. Considerati i tempi e i quantitativi in gioco si prevedono anche in questo caso, nei momenti di punta, 2-3 viaggi all'ora. Questi incrementi del traffico non sono tali da destare preoccupazione dal punto di vista della qualità dell'aria.

4.2.6 STATO DI QUALITÀ ATTUALE DELLA COMPONENTE

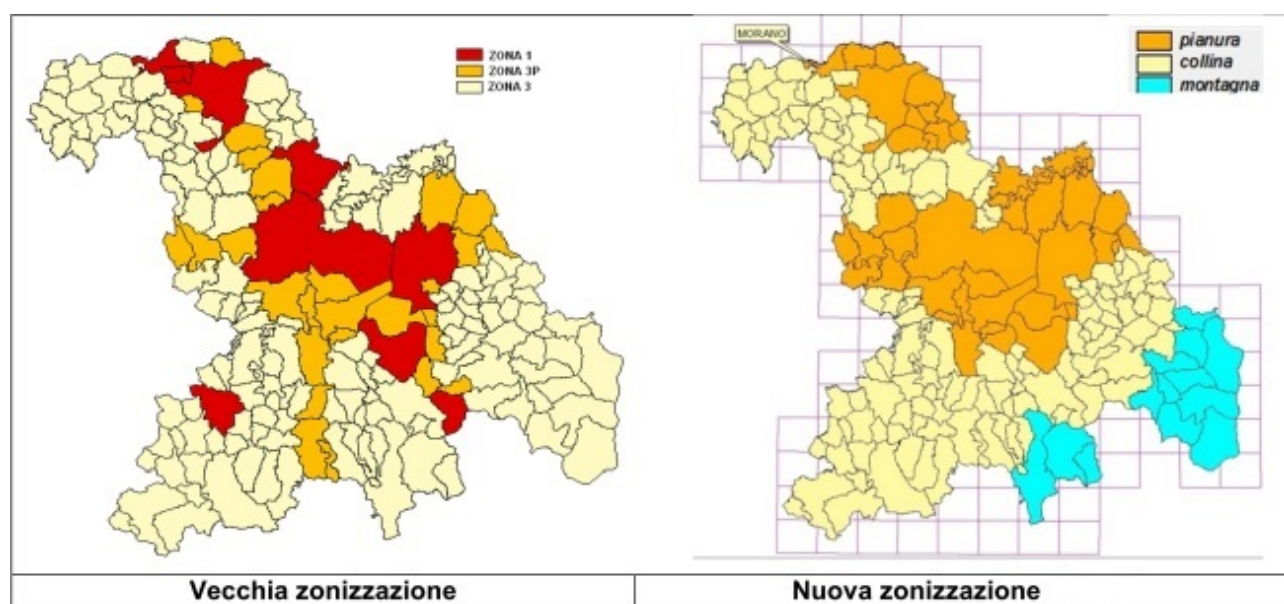
Come detto nel §4.2.1, ai sensi della DGR Piemonte 29 dicembre 2014 n.41-855 "Aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale piemontese relativa alla qualità

dell'aria ambiente e individuazione degli strumenti utili alla sua valutazione, in attuazione degli articoli 3, 4 e 5 del d.lgs. 155/2010 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE)", il Comune di Alessandria, precedentemente inserito nelle Zone di Piano della Provincia di Alessandria con classificazione 1, ovvero a maggiore criticità dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico, per via del tessuto produttivo e delle infrastrutture ad esso collegate, risulta ora inserito in *area di pianura* che si estende dall'astigiano al tortonese fino alle aree lombarde confinanti. Tale area è considerata omogenea dal punto di vista dell'inquinamento dell'aria. Per le aree di pianura in cui è inserita Alessandria si stima una cattiva qualità dell'aria con superamenti ripetuti dei limiti annuali/giornalieri di PM10, dei limiti annuali per gli ossidi di azoto e dei livelli di ozono estivo.

I dati relativi allo stato attuale di qualità dell'aria nella zona di interesse sono stati tratti dalla relazione redatta a cura di ARPA Piemonte documento "Relazione sulla qualità dell'aria anno 2018 - Provincia di Alessandria".

Per quanto riguarda i dati ottenuti da monitoraggio, si fa riferimento ai dati rilevati dalla rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria, di cui le centraline più prossime e più rappresentative della zona oggetto di intervento sono situate nel comune di Alessandria; le caratteristiche principali di tali centraline sono sintetizzate di seguito.

Figura 4.2.6-1 Zone di piano previste per la provincia di Alessandria



Si riportano nel seguito i dati relativi ai due inquinanti di interesse per lo studio in esame, costituiti dagli ossidi di azoto (NOx) e dal monossido di carbonio (CO).

I dati rilevati sul territorio dalle centraline confluiscono ad un centro informatico di raccolta denominato Centro Operativo Provinciale (C.O.P.). Sottoposti a procedure di validazione di diverso livello, vengono quindi inseriti nella base dati regionale dove confluiscono i risultati ottenuti da tutte le centraline fisse del Piemonte.

Le tabelle seguenti riportano i dati riassuntivi del monitoraggio svolto dalle due centraline per gli anni 2016, 2017 e 2018. In questo modo è possibile valutare il trend degli ultimi 3 anni e trarre le dovute conclusioni. Per l'inquinante più critico ai fini di questo studio, gli ossidi di azoto, sono stati analizzati anche i dati rilevati nell'anno 2019 presso la stazione D'Annunzio. Per quanto riguarda il biossido di azoto e il monossido di carbonio si rimanda ai paragrafi seguenti, nei quali saranno approfonditi i dati a disposizione.

Figura 4.2.6-2 Localizzazione delle centraline di monitoraggio di Alessandria



Circa gli inquinanti sui quali non si prevede un impatto diretto dovuto alla realizzazione e all'esercizio delle centrali, si riporta di seguito una breve sintesi della situazione ritratta dal documento ARPA citato:

- Particolato atmosferico:** i dati dal 2016 al 2018 mostrano una situazione di sostanziale rispetto del limite normativo su base annuale. È stato registrato un superamento del limite nel 2016 nella stazione D'Annunzio, pari a $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (il limite è pari a 40). Per quanto riguarda invece il rispetto del limite di 35 superamenti del valore di concentrazione giornaliera da non superare nell'anno, la situazione è più critica: in tutti e tre gli anni considerati, in entrambe le stazioni, si è registrato un numero di superamenti abbondantemente superiore a quanto consentito dalla normativa. Nella maggior parte dei casi, inoltre, i superamenti del limite sono avvenuti nei mesi invernali, tra fine settembre e marzo. Le condizioni atmosferiche unitamente la periodo freddo determinano un'elevata frequenza di superamenti soprattutto nei mesi di gennaio e febbraio, dove quasi ovunque più della metà delle giornate fa registrare valori superiori al limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nel 2018 il numero di superamenti invernali del limite giornaliero è stato decisamente contenuto rispetto agli anni passati a causa delle precipitazioni più abbondanti. Per Alessandria si nota in particolare la differenza tra la stazione di fondo di Volta e quella da traffico urbano di d'Annunzio con una differenza di circa il 15% tra le due a conferma che le aree trafficate presentano un surplus di polveri e altri inquinanti all'interno di un contesto urbano con inquinamento già elevato ovunque. Per quanto concerne il particolato PM2.5, il limite annuo fissato a livello europeo sulle PM2.5 è di 25microgrammi/m3. Il dato annuo, disponibile dal 2011, mostra per Alessandria valori superiori al limite in 4 anni su 8, la media del 2018 è stata di $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I dati mostrano andamenti molto simili tra le due frazioni con valori invernali particolarmente

elevati e drasticamente ridotti in estate; mediamente la frazione di PM2.5 presente nel PM10 varia dal 60% in estate all'80% in inverno.

- Le concentrazioni di **benzene** registrate alla stazione Alessandria D'Annunzio dal 2016 al 2018 e presso le altre stazioni da traffico in area omogenea, mostrano livelli ampiamente inferiori al limite di legge di 5 µg/m³ come media sull'anno.
- Alessandria presenta condizioni critiche per quanto riguarda l'**ozono**, con parecchi superamenti del livello di protezione della salute come media su 8 ore e con livelli massimi raggiunti sulle 8 ore attorno a 200 µg/m³. Si riscontrano anche superamenti del limite orario di 180 µg/m³. La situazione persiste nei tre anni dal 2016 al 2018.

Di seguito si riportano in sintesi le caratteristiche delle due centraline di Alessandria e i dati da esse rilevati negli ultimi anni.

Tabella 4.2.6-1 Caratteristiche delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria

Stazione di rilevamento di AL Volta

Codice 6003-805

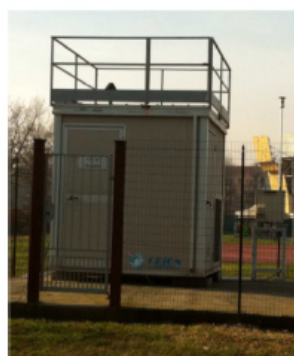
Indirizzo: Alessandria – Via Scassi

COP di riferimento: ARPA di ALESSANDRIA

UTM_X: 470167
UTM_Y: 4974174
Altitudine: 91m s.l.m

Data inizio attività: 07-12-2005
spostamento da Ist. Volta a Via Scassi (17/12/2010)

TIPO DI STAZIONE secondo la classificazione UE:
URBANA DI FONDO (Decisione 2001/752/CE del 17/10/2001)



Strumentazione

PARAMETRO	STRUMENTO	METODO	TEMPO DI MEDIA	INCERTEZZA ESTESA
NO/NO ₂	API200	chemiluminescenza	1 ora	15.1%
O ₃	API400	assorbimento UV	1 ora	5.1%
PM2.5	Charlie Sentinel	gravimetrico BV	1 giorno	%
PM10	Tecora Skypost	gravimetrico BV	1 giorno	13.0%
PM10_PM2.5	SWAM 5Dual	sorgente beta	1 ora	25%max

Stazione di rilevamento di AL D'Annunzio

Codice 6003-801

Indirizzo Alessandria - Piazza D'Annunzio

COP di riferimento: ARPA di ALESSANDRIA

UTM_X: 469452
UTM_Y: 4972848
Altitudine: 95m s.l.m.

Data inizio attività: 01-06-1984

TIPO DI STAZIONE secondo la classificazione UE:
URBANA DA TRAFFICO (Decisione 2001/752/CE del 17/10/2001)



Strumentazione

PARAMETRO	STRUMENTO	METODO	TEMPO DI MEDIA	INCERTEZZA ESTESA
NO/NO ₂	API200	chemiluminescenza	1 ora	15.1%
BTX	SYNTEC GC855	gascromatografia	1 ora	25%max
CO	M 9841	assorbimento IR	1 ora	8.2%
PM10	Charlie Sentinel	gravimetrico BV	1 giorno	13.0%

Tabella 4.2.6-2 Tabella riassuntiva del monitoraggio per gli anni 2016, 2017 e 2018 – Stazione Volta

Stazione di monitoraggio: Alessandria VOLTA	2016	2017	2018
		NO₂ (µg/m³)	
Media dei massimi giornalieri	37	62	44
Media dei valori orari (limite =40 µg/m ³)	23	35	24
Percentuale ore valide	96%	92%	97%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0	0
		PM₁₀ (µg/m³)	
Massima media giornaliera	118	151	104
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m ³)	27	37	32
Percentuale giorni validi	100%	99%	97%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	37	90	40
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	29-dic	29-set	15-dic
		PM_{2.5} (µg/m³)	
Massima media giornaliera	101	117	88
Media delle medie giornaliere (limite =25 µg/m ³)	21	26	22
Percentuale giorni validi	99%	99%	100%
		Ozono (µg/m³)	
Media delle medie 8 ore	53	45	50
Massimo medie 8 ore	199	179	175
Percentuale ore valide	98%	92%	93%
N° superamenti livello protezione della salute su medie 8h (120)	637	337	469
N° di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)	87	57	77
N° di superamenti livello informazione (180)	64	14	5
N° di superamenti livello allarme (240 per 3 ore consecutive)	0	0	0
		Benzo(a)pirene nel PM10 (ng/m³)	
Massima Media mensile	2.3	1.7	1.4
Media annua (limite =1 ng/m ³)	0.5	0.5	0.3
Percentuale giorni validi	100%	99%	100%
		Arsenico nel PM10 (ng/m³)	
Massima Media mensile	0.8	0.8	0.8
Media annua (limite =6 ng/m ³)	0.7	0.7	0.7
Percentuale giorni validi	100%	99%	100%
		Cadmio nel PM10 (ng/m³)	
Massima Media mensile	0.77	0.35	0.21
Media annua (limite =5 ng/m ³)	0.14	0.14	0.1
Percentuale giorni validi	100%	99%	100%
		Nichel nel PM10 (ng/m³)	
Massima Media mensile	6.7	5.8	2.8
Media annua (limite =20 ng/m ³)	2.5	2.8	2.0
Percentuale giorni validi	100%	99%	100%
		Piombo nel PM10 (ng/m³)	
Massima Media mensile	14	12	11
Media annua (limite =500 ng/m ³)	6	6	5.0

Tabella 4.2.6-3 Tabella riassuntiva del monitoraggio per gli anni 2016, 2017 e 2018 – Stazione D'Annunzio

Stazione di monitoraggio: Alessandria D'ANNUNZIO	2016	2017	2018
Benzene (µg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	1.7	2.1	1.7
Media dei valori orari (limite =5 µg/m ³)	1.0	1.2	1.0
Percentuale ore valide	79%	94%	95%
CO (mg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	1.0	0.9	
Media dei valori orari	0.7	0.6	Strumento disattivato
Percentuale ore valide	97%	91%	
Minimo delle medie 8 ore	0.1	0.2	
Media delle medie 8 ore	0.7	0.6	
Massimo delle medie 8 ore	2.2	1.8	
N° di superamenti livello protezione della salute (10)	0	0	
NO₂ (µg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	79	71	58
Media dei valori orari	43	38	31
Percentuale ore valide	99%	99%	95%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	3	0	0
PM₁₀ (µg/m³)			
Massima media giornaliera	140	152	103
Media delle medie giornaliere (limite =40 µg/m ³)	36	42	37
Percentuale giorni validi	97%	98%	99%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	69	102	59
Benzo(a)pirene nel PM10 (ng/m³)			
Massima Media mensile	2.8	2.5	1.5
Media annua (limite =1 ng/m ³)	0.6	0.6	0.4
Percentuale giorni validi	97%	98%	99%
Arsenico nel PM10 (ng/m³)			
Massima Media mensile	0.8	0.8	0.8
Media annua (limite =6 ng/m ³)	0.7	0.7	0.7
Percentuale giorni validi	97%	98%	99%
Cadmio nel PM10 (ng/m³)			
Massima Media mensile	0.35	0.24	0.21
Media annua (limite =5 ng/m ³)	0.12	0.13	0.09
Percentuale giorni validi	97%	98%	99%
Nichel nel PM10 (ng/m³)			
Massima Media mensile	4.9	10.0	4.8
Media annua (limite =20 ng/m ³)	3.0	4.3	3.0
Percentuale giorni validi	97%	98%	99%
Piombo nel PM10 (ng/m³)			
Massima Media mensile	15	17	11
Media annua (limite =500 ng/m ³)	6.0	7.0	5.0
Percentuale giorni validi	97%	98%	95%
Stazione di monitoraggio: CASALE M.TO			
Benzene (µg/m³)			
Media dei massimi giornalieri	1.8	1.8	1.5
Media dei valori orari (limite =5 µg/m ³)	1.0	0.9	0.8
Percentuale ore valide	87%	95%	96%

Tabella 4.2.6-4 Legenda dei valori di range

VALORI DI RANGE							
PARAMETRO	Tipo di media	Unità di misura	Molto buona	Buona	Moderatamente Buona	Moderatamente Insalubre	Insalubre
BENZENE	annuale oraria	microgrammi / m ³	<2.0	2.0-3.5	3.5-5.0	5.0-10.0	>10.0
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	8 ore	milligrammi / m ³	<5	5-7	7-10	10-16	>16
BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂)	annuale oraria	microgrammi / m ³	<26	26-32	32-40	40-60	>60
PM10	annuale giornaliera	microgrammi / m ³	<10	10-20	20-40	40-48	>48
OZONO (O ₃)	oraria	microgrammi / m ³	<90	90-180	180-210	210-240	>240
OZONO (O ₃)	8 ore	microgrammi / m ³	<60	60-120	120-180	180-240	>240
PM2.5	annuale giornaliera	microgrammi / m ³					

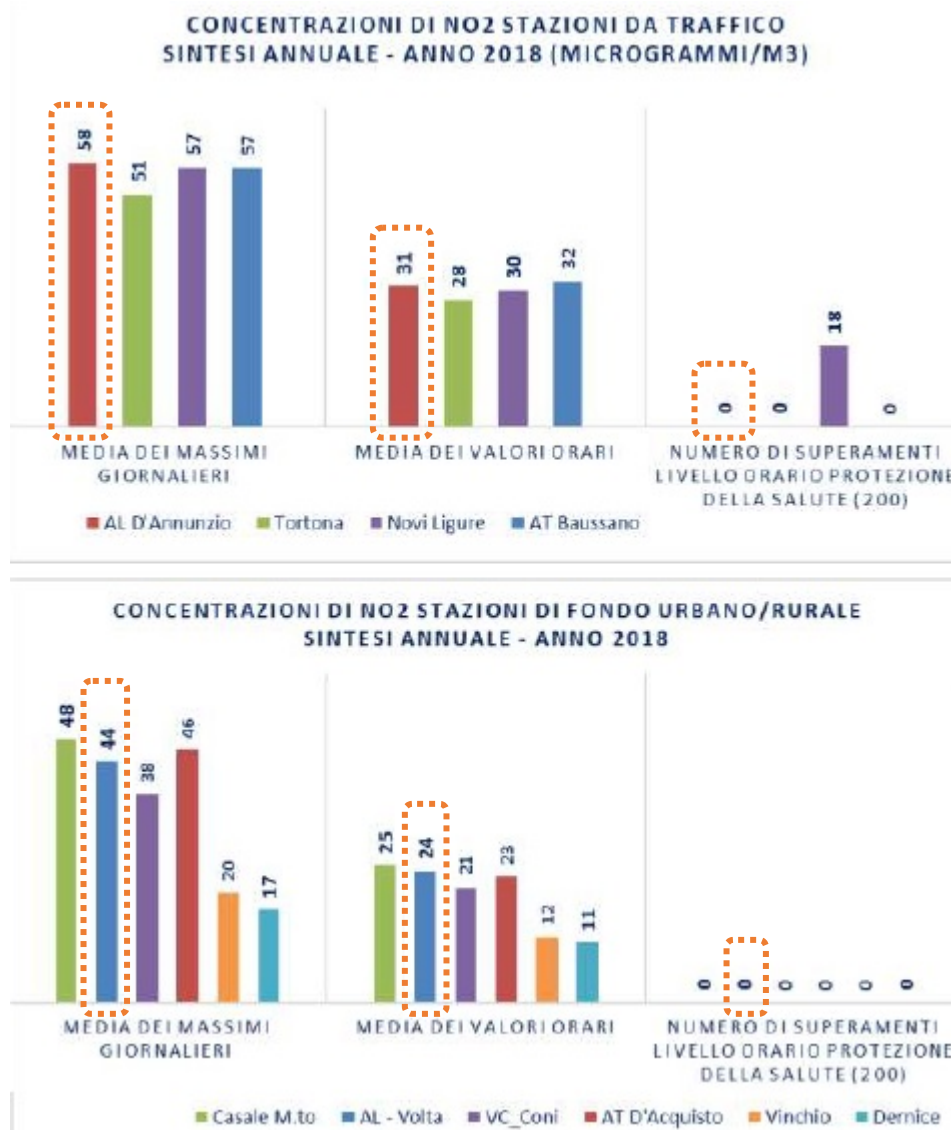
4.2.6.1 Ossidi di Azoto

Gli ossidi di azoto (N₂O, NO, NO₂ ed altri) sono generati in tutti i processi di combustione (veicoli, centrali termiche, riscaldamento domestico) quando viene utilizzata aria come comburente (in relazione alla reazione tra ossigeno e azoto ad alta temperatura) e quando i combustibili contengono azoto. Il biossido di azoto (NO₂) è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche che portano alla formazione di sostanze inquinanti (ad esempio l'ozono), complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico". Un contributo fondamentale all'inquinamento da biossido di azoto e derivati fotochimici è dovuto, nelle città, ai fumi di scarico degli autoveicoli ed agli impianti di riscaldamento. Per via dell'importanza di tale inquinante sia per i suoi effetti diretti sia come precursore di inquinanti secondari quali polveri fini e ozono, il monitoraggio è effettuato in molte stazioni della provincia sia urbane che rurali.

Le medie giornaliere e mensili registrate nel 2018 evidenziano il pieno rispetto del limite annuale di 40 µg/m³ sia per la stazione di fondo urbano di Volta che per la stazione da traffico di D'Annunzio. In entrambe inoltre non si è verificato nessun superamento del limite orario di 200 µg/m³.

Per le stazioni da traffico si ha un contributo aggiuntivo di emissioni di ossidi di azoto rispetto alle stazioni di fondo. Questo contributo è tanto maggiore quanto più il traffico è congestionato. Ad esempio ad Alessandria presso la stazione da traffico di D'Annunzio l'aggiunta della rotonda circolatoria sulla piazza ha determinato un decremento degli NO_x, per cui i valori dal 2016 si sono avvicinati a quelli della stazione di fondo urbano di Volta. Gli andamenti di NO₂ nelle ore del giorno e sui giorni della settimana messi a confronto tra stazione di fondo urbano e stazione da traffico, mostrano sensibili riduzioni per entrambe la domenica e nei mesi estivi. I picchi mattutini e serali legati al traffico sono sensibilmente più elevati presso la stazione da traffico rispetto a quella di fondo (rispettivamente +6 e +15 µg/m³) mentre lo scostamento medio si attesta sui 6 µg/m³ in più legati alle emissioni dirette del traffico rispetto alla stazione di fondo, ovvero un 20% in più rispetto ai valori medi registrati nelle due stazioni.

Figura 4.2.6-3 Concentrazioni di NO₂ nelle stazioni da traffico e di fondo urbano della provincia di Alessandria (Anno 2018)



E' evidente la variabilità stagionale di tale parametro che è massimo nella stagione invernale dove la concomitanza di maggiori fonti emissive (riscaldamento + traffico) e di condizioni meteorologiche avverse alla diluizione degli inquinanti nei bassi strati atmosferici (estrema stabilità atmosferica con inversione termica, schiacciamento dello strato di rimescolamento e conseguente formazione di nebbie e smog) ne favoriscono l'accumulo. Livelli maggiori si segnalano nei mesi di gennaio e febbraio. D'estate, al contrario, la presenza di forte irraggiamento solare ne determina sia la dispersione sia la distruzione a favore di altri composti inquinanti di carattere secondario (ozono).

Tali andamenti tipici sia stagionali, sia giornalieri, sono confermati anche dalle analisi dei dati relativi alla Stazione D'Annunzio nell'anno 2019, tratti dal database disponibile su sistemapiemonte.it, illustrato nei grafici seguenti.

Nel 2019 presso questa stazione si è riscontrato un valore medio annuale di 32 µg/m³ ed un massimo orario di 177 µg/m³, con assenza dunque di superamenti del valore limite orario di 200 µg/m³.

Figura 4.2.6-4 Confronto tra le concentrazioni di NO₂ nelle stazioni da traffico e di fondo urbano della città di Alessandria (Anno 2018)

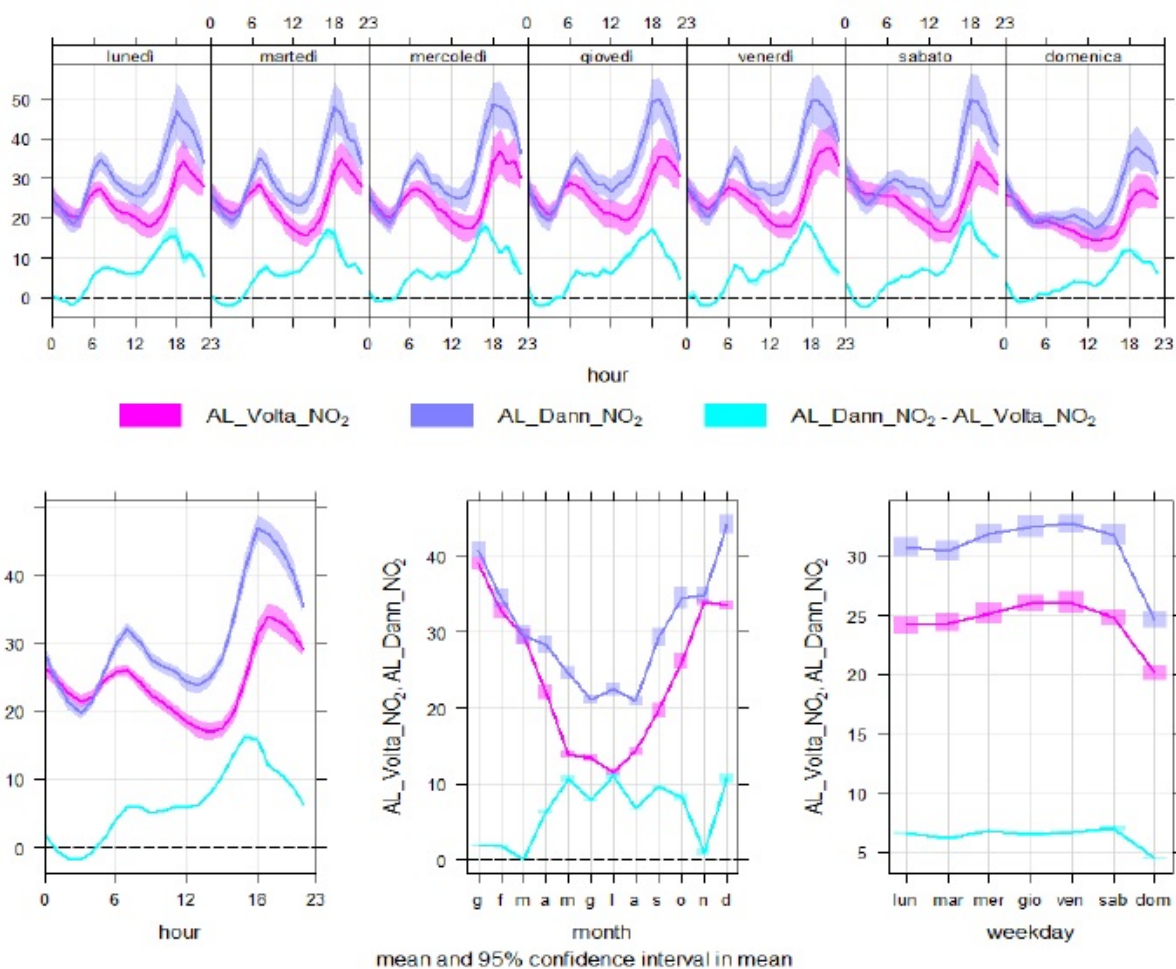


Figura 4.2.6-5 Andamento medio mensile delle concentrazioni di NO₂ nella stazione di Alessandria-D'Annunzio (Anno 2019)

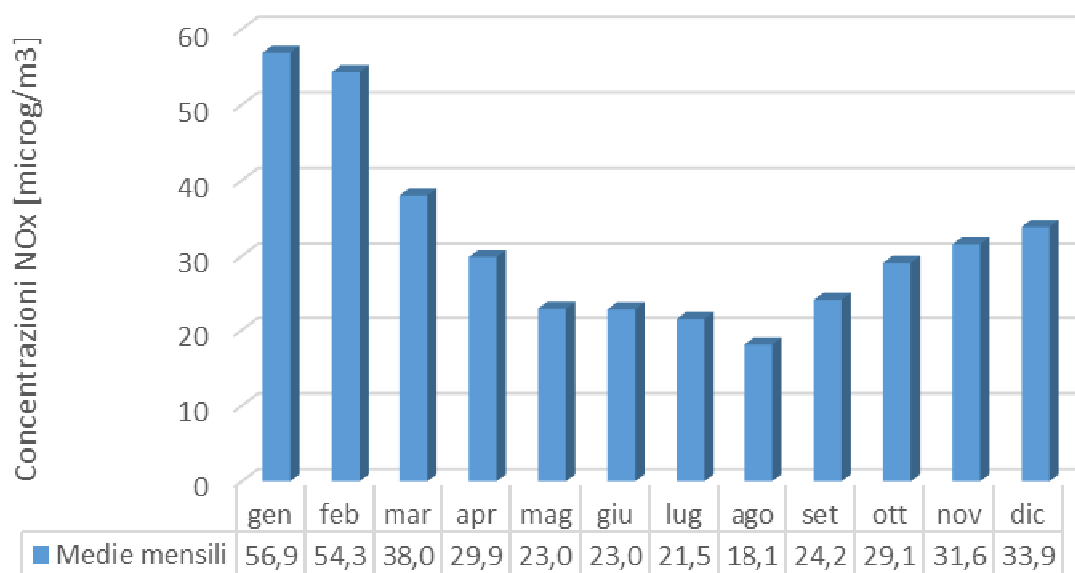
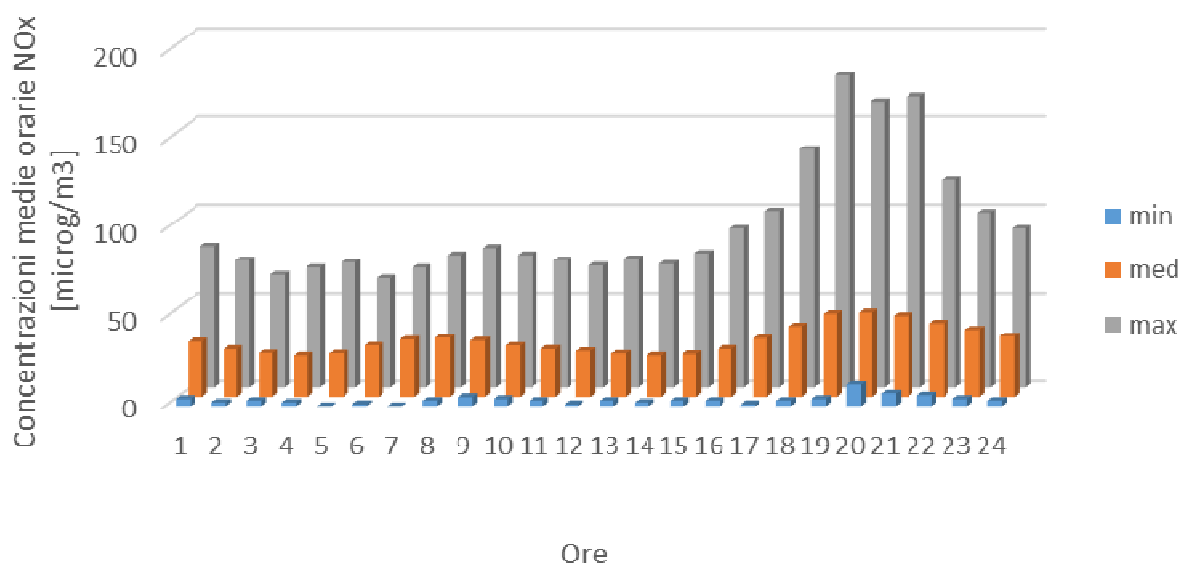


Figura 4.2.6-6 Andamento medio nell'arco della giornata delle concentrazioni di NO₂ nella stazione di Alessandria-D'Annunzio (Anno 2019)



4.2.6.2 Monossido di Carbonio

Il monossido di carbonio (CO) è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, l'unico per il quale l'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m³). È un gas inodore ed incolore e viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente.

La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% delle emissioni a livello mondiale), in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore; si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo ed in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato. In relazione ai dati rilevati su tutta la rete regionale, si può ragionevolmente sostenere che il CO in atmosfera non rappresenti più una criticità ambientale per il territorio in esame. In considerazione del fatto che il CO in contesti urbani è emesso per la maggior parte dal traffico veicolare, la stazione preposta alla misura di tale inquinante è stata fino al 2017 la stazione da traffico di Alessandria D'Annunzio.

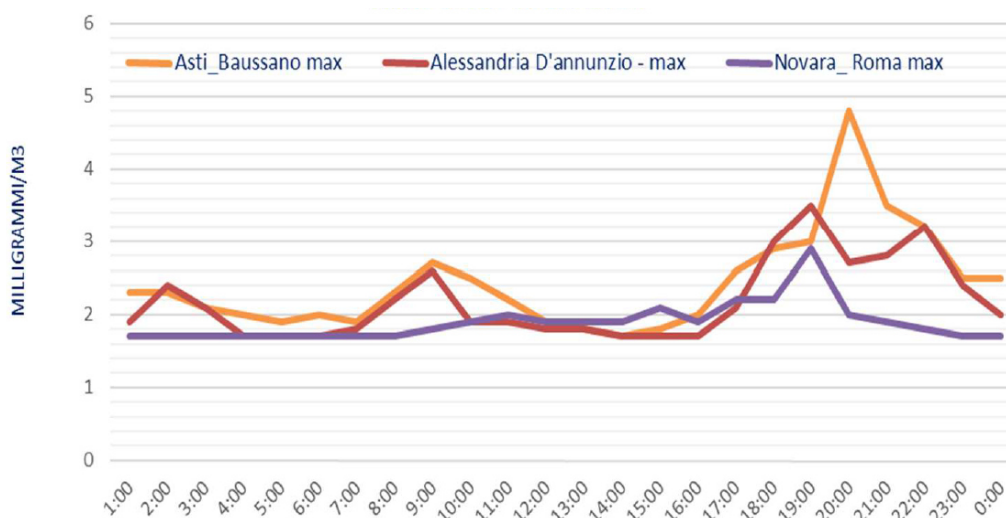
I valori misurati negli ultimi anni si mantengono ampiamente al di sotto dei limiti di legge di 10 mg/m³ come massima media su 8 ore consecutive (2,2 µg/m³ nel 2016 e 1,8 µg/m³ nel 2017).

Gli andamenti delle medie mensili mostrano come tale inquinante sia presente in misura maggiore nei mesi invernali a causa del maggior numero di fonti emissive e delle ridotte capacità di diluizione dell'atmosfera.

È da sottolineare che le concentrazioni di CO sono, presso tutte le stazioni di monitoraggio, ormai prossime al limite di rilevabilità degli analizzatori con le caratteristiche indicate dalla normativa, soprattutto grazie al progressivo miglioramento della tecnologia dei motori a combustione.

Gli andamenti del giorno tipo relativamente ai valori medi e massimi di CO delle ultime elaborazioni disponibili a cura dell'ARPA, ovvero la media dei valori medi e massimi registrati per ciascuna ora del giorno, mostrano livelli bassi con picchi massimi nelle ore serali e notturne, dove al picco di traffico si somma l'effetto dell'inversione termica con schiacciamento degli inquinanti al suolo.

Figura 4.2.6-7 Andamento delle concentrazioni medie di CO nel giorno tipo per la stazione Alessandria - D'Annunzio (in rosso) – Anno 2016



4.2.7 STATO DI QUALITÀ PREVISTO DELLA COMPONENTE

Obiettivo del presente capitolo è la definizione dello stato di qualità dell'aria a seguito della realizzazione degli impianti in esame.

A questo fine si è proceduto ad una valutazione circa la dispersione degli inquinanti confrontando gli scenari emissivi:

- Ante operam
- In presenza delle sole opere già autorizzate ed attualmente in fase di realizzazione presso la centrale sud
- Nell'assetto finale complessivo includente tutte le opere dell'intervento in progetto.

Per le valutazioni sulla dispersione degli inquinanti ed un confronto con i limiti normativi dei livelli di concentrazione, sono state condotte simulazioni della dispersione con il modello gaussiano *AERMOD*, sviluppato dall'ente per la protezione dell'ambiente statunitense (US-EPA). Le simulazioni sono state effettuate prendendo in considerazione i due inquinanti più significativi nell'ambito di studio, il biossido di azoto e il monossido di carbonio.

Cautelativamente, tutte le emissioni riferite agli ossidi di azoto in generale (NO_x) sono state considerate come NO₂, per il confronto con la normativa.

Come già illustrato nel paragrafo 4.2.2, i limiti normativi per quanto riguarda il biossido di azoto sono relativi al valore limite annuale per la protezione della salute umana, pari a 40 µg/m³, e al limite orario per la protezione della salute umana, pari a 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte per anno civile.

Per quanto concerne il CO, il limite normativo fa riferimento alla media mobile di 8 ore ed è pari a 10 mg/m³.

Ai fini del confronto con detti limiti, sono stati considerati i fattori di emissione come esposto nei paragrafi precedenti, valutando i risultati ottenuti nei 3 scenari analizzati.

La stima delle concentrazioni di inquinanti presenti in atmosfera a seguito delle immissioni di NO_x e di CO è stata condotta nei tre scenari analizzati, al fine di confrontare gli effetti prodotti sulla componente atmosfera nei diversi casi, e i diversi contributi che concorrono a definire la qualità dell'aria, anche rispetto ai limiti normativi. Con le simulazioni nell'assetto relativo ai soli impianti già autorizzati ed in fase di costruzione presso la Centrale Sud, in

particolare, è stato possibile avere, oltre ai due scenari ante operam e ad ultimazione delle opere, anche una indicazione degli effetti sulla qualità dell'aria indotti in uno scenario intermedio.

Per una maggior comprensione delle dinamiche in atto, sono state inoltre effettuate simulazioni specifiche nei periodi invernale ed estivo, al fine di evidenziare gli impatti nei due periodi dell'anno caratterizzati dall'accensione o meno del riscaldamento.

Di seguito sono esposte le considerazioni effettuate ed il modello utilizzato per valutare la stima delle concentrazioni, nonché i risultati ottenuti.

▪ Modello di calcolo AERMOD

Come anticipato, nell'ambito del presente studio è stato utilizzato il codice di calcolo AERMOD, modello ibrido indicato tra i modelli di riferimento della U.S. EPA. AERMOD è un modello ibrido, nato dall'esigenza di unire la semplicità del modello gaussiano con l'utilizzo dei parametri di turbolenza del PBL, in particolare per simulare più realisticamente le situazioni convettive. È stato sviluppato da una collaborazione tra l'American Meteorological Society (AMS) e la stessa EPA, che sono confluiti in un unico gruppo di lavoro, l'AERMIC (AMS/EPA Regulatory Model Improvement Committee). Il codice AERMOD rappresenta un'evoluzione del modello ISC3, ed è costituito da tre moduli, di cui due di pre-processamento dei dati d'ingresso, che a loro volta sono dei veri e propri modelli; quindi, si può correttamente parlare di una catena modellistica formata da:

- il modulo di dispersione atmosferica, chiamato esso stesso AERMOD;
- il pre-processore del terreno, AERMAP, il quale prepara i dati orografici per il loro utilizzo all'interno del modello di dispersione;
- il pre-processore meteorologico, AERMET, che è utilizzato per preparare l'input meteorologico del modulo di dispersione.

Alcune particolarità del codice sono di seguito elencate:

- il modello utilizza dati meteorologici orari per stimare le concentrazioni d'inquinanti, restituendo medie da un'ora ad un anno;
- utilizza il concetto di *streamline* (linea di flusso intermedia), l'altezza al di sopra della quale il pennacchio segue il terreno, mentre al di sotto rimane su un piano orizzontale (aggirando o impattando contro un ostacolo, a seconda dei casi) che divide il pennacchio in due parti sulla verticale; al di sotto il pennacchio contribuisce alle concentrazioni secondo le equazioni valide per terreni piani, al di sopra per il calcolo delle concentrazioni si tiene conto dell'andamento delle quote stabilito da AERMAP;
- a differenza di ISC non bisogna differenziare il dominio in semplice, complesso o intermedio, ma si considera unicamente la posizione della massa d'inquinante rispetto alla linea di flusso intermedia (Snyder, 1985);
- la dispersione verticale in caso di atmosfera instabile è simulata da AERMOD, attraverso l'uso di una funzione densità di probabilità bi-gaussiana;
- alle ultime versioni di AERMOD è associato il modulo Prime. Quest'ultimo è l'aggiornamento dell'algoritmo utilizzato per simulare i fenomeni turbolenti legati all'effetto *downwash*; Prime modifica, sia la risalita del pennacchio, sia i parametri di dispersione;
- vento orizzontale: i profili verticali di vento sono calcolati per ogni ora e si basano su valori misurati o simulati. I valori della velocità del vento al di sopra dello strato di mescolamento sono stimati costanti sull'intero dominio. - Gli effetti sulla dispersione di inquinanti e quindi sul calcolo della concentrazione, a causa delle variazioni verticali del vento orizzontale, sono considerate utilizzando un valore della velocità del vento mediato sull'altezza del pennacchio; più precisamente la media viene eseguita sulla porzione di atmosfera compresa tra il centro di massa del pennacchio e l'altezza del recettore;
- vento Verticale: in atmosfera turbolenta una funzione bi-gaussiana rappresenta gli andamenti verticali. La media della velocità verticale del vento è sempre uguale a zero,

sia in condizioni stabili che turbolente;

- **coefficiente di dispersione orizzontale:** è un coefficiente di tipo gaussiano e rappresenta la turbolenza orizzontale; sono inclusi i fenomeni di galleggiamento ed il fenomeno di *downwash* in condizioni stabili e convettive, solo per il pennacchio di tipo diretto. Profili verticali della turbolenza laterale sono elaborati in base alle misure o alle simulazioni, considerando sia la turbolenza meccanica, sia quella convettiva. Il valore della turbolenza effettiva è ricavato tramite calcolo del valore medio sulla porzione di verticale compresa tra l'altezza della sorgente e del recettore (come per il vento orizzontale). In base a tale turbolenza è possibile ricavare la dispersione orizzontale. Il caso di atmosfera instabile vede il calcolo di tre coefficienti di dispersione orizzontale, uno per ciascun tipo di pennacchio. Un nuovo valore del coefficiente è stimato nel caso di ambiente urbano, in cui si tiene conto degli effetti turbolenti dovuti ad una temperatura dell'aria più alta;
- **coefficiente di dispersione verticale:** in atmosfera stabile il coefficiente è di tipo gaussiano. Rappresenta la turbolenza verticale. In atmosfera turbolenta il coefficiente è di tipo bi-gaussiano. Rappresenta la turbolenza verticale. Profili verticali di turbolenza sono ricavati da misure o simulazioni, è considerata sia la turbolenza meccanica, sia quella convettiva. La turbolenza effettiva è ricavata sempre nell'intervallo verticale tra sorgente e recettore, questa è poi usata per calcolare il coefficiente di dispersione. Il caso di atmosfera instabile vede il calcolo di tre coefficienti di dispersione verticale, uno per ciascun tipo di pennacchio. Il pennacchio Diretto ed Indiretto possiedono sia la componente legata ai flussi ascendenti, sia quella legata ai flussi discendenti, mentre il pennacchio Penetrato si comporta come un pennacchio in atmosfera stabile, da cui riprende le formule. E' da notare che il modello, per determinare il coefficiente di dispersione verticale, lo ripartisce in due contributi; uno legato all'influenza della superficie terrestre per il cui calcolo compaiono parametri come la scala Lagrangiana (L), l'altezza di mescolamento (zi), la velocità media del vento (u) o la velocità di frizione (u*) ed uno indipendente dalla superficie in cui è la turbolenza verticale (s wT) ad essere usata. Solo il pennacchio Penetrato per sua definizione non ammette una componente superficiale, in quanto totalmente indipendente dal terreno. Un nuovo valore del coefficiente è stimato nel caso di ambiente urbano, in cui si tiene conto degli effetti turbolenti dovuti ad una temperatura ambientale più alta.

▪ Area di studio

L'area di studio in cui calcolare le ricadute degli inquinanti al suolo è stata definita in modo da quantificare le ricadute delle concentrazioni indotte dagli impianti attuali ed in progetto in tutta l'area prevedibilmente interessata. È stata a tal fine considerata un'area di forma quadrata di lato pari a 6 km, comprendente gli edifici di previsto allacciamento alla rete di teleriscaldamento e le centrali.

Nell'area è stata definita una rete di $121 \times 121 = 14641$ ricettori distanziati di 50 m l'uno dall'altro, rispetto ai quali sono stati condotti i calcoli di dispersione.

Nella seguente tabella sono elencate le coordinate geografiche dell'area analizzata.

Tabella 4.2.7-1 Coordinate dei vertici dell'area di studio

Coordinate dominio di calcolo [WGS84]			
Vertice SW		Vertice NE	
X	Y	X	Y
466500	4970000	472500	4976000

▪ Condizioni meteorologiche adottate

Per l'applicazione del modello di simulazione della dispersione degli inquinanti si è fatto riferimento ai dati meteorologici forniti da ARPA Piemonte e già illustrati nel paragrafo 4.2.3, al quale si rimanda.

▪ Altri parametri di calcolo

Le simulazioni condotte consentono di determinare le concentrazioni al suolo degli inquinanti aeriformi e quindi non soggetti a deposizione secca e gravitazionale.

È stata utilizzata l'opzione per il calcolo dell'influenza dovuta all'insorgenza di fenomeni di downwash, a causa degli edifici presenti in corrispondenza dei camini di emissione.

I coefficienti di dispersione del pennacchio utilizzati sono quelli denominati "Briggs Urbani", in considerazione della vicina presenza del centro abitato prossimo all'area di emissione.

L'andamento del terreno nel dominio di calcolo non presenta ostacoli orografici, pertanto è stato considerato pianeggiante.

▪ Caratteristiche delle sorgenti emissive

Tenendo conto della tipologia degli impianti nella centrale, nonché del combustibile impiegato, rappresentato dal gas naturale (metano), l'inquinante di preminente interesse ai fini della tutela della salute è rappresentato principalmente dal biossido di azoto, e subordinatamente dal biossido di carbonio. Le simulazioni sono pertanto riferite ai suddetti inquinanti.

Le emissioni inquinanti sono state determinate con riferimento a tre scenari:

- Scenario ante-operam, nel quale sono considerate le emissioni generate dagli impianti termici di tutti gli edifici dei quali si prevede l'allacciamento alla rete di teleriscaldamento; tali emissioni non si determineranno nello scenario futuro a seguito dell'allacciamento alla rete di teleriscaldamento e della conseguente dismissione degli impianti;
- Scenario in presenza delle centrali di cogenerazione nell'assetto futuro a regime, nel quale sono considerate le emissioni generate dagli stabilimenti al raggiungimento delle previsioni di volumetria di edifici allacciati alla rete di teleriscaldamento;
- Scenario autorizzato (intermedio) in presenza dei soli impianti già in fase di costruzione presso la Centrale Sud, confrontato, per l'inquinante più critico NO_x, con la sola prima porzione di edifici di previsto allacciamento al teleriscaldamento (ante operam intermedio).

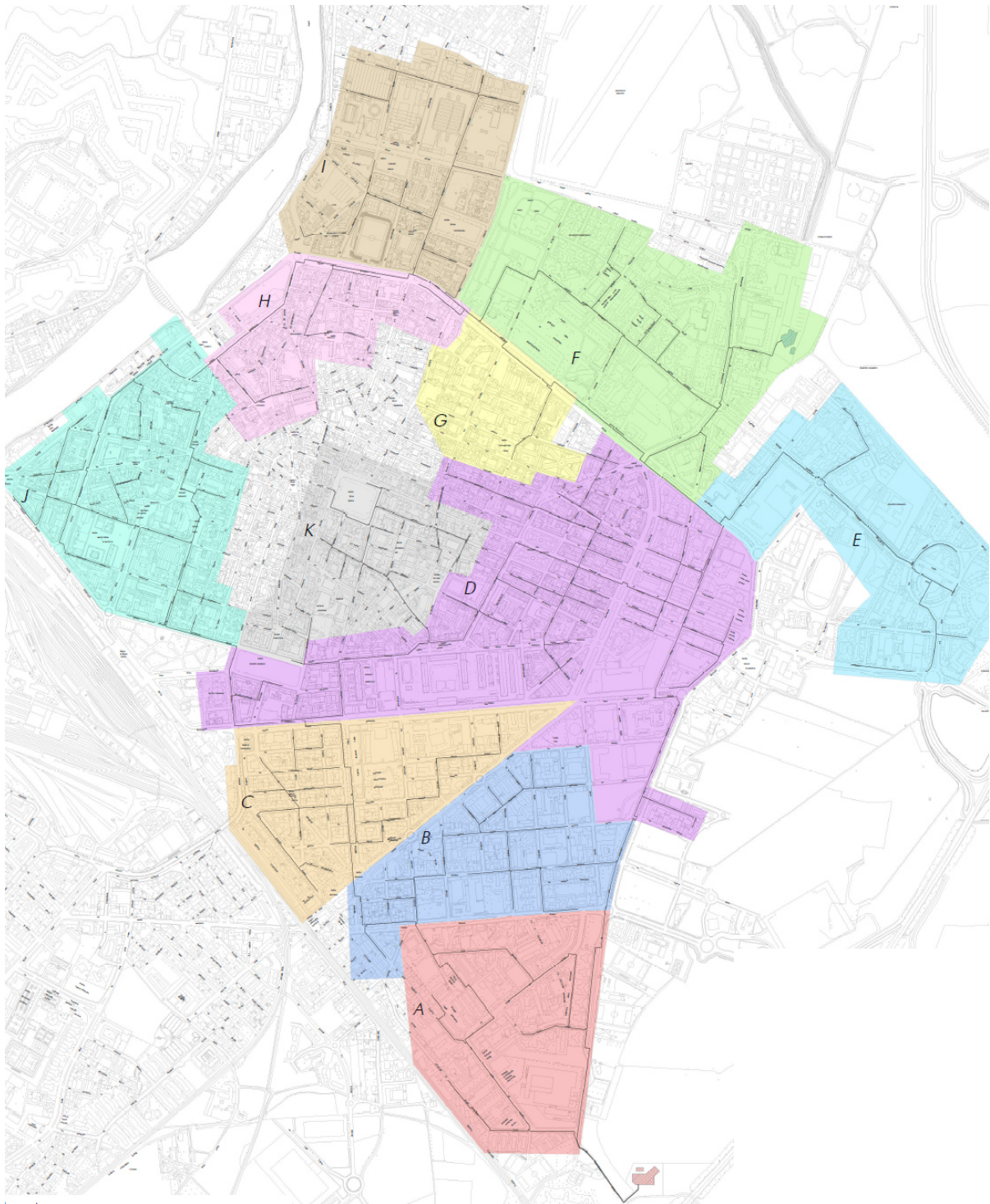
Le sorgenti emissive simulate sono, come già anticipato:

- per lo scenario **ante operam**:
 - gli impianti di riscaldamento degli edifici civili che verranno in futuro sostituiti dal servizio di teleriscaldamento.
Nel modello previsionale sono stati simulati come sorgenti areali. La figura seguente mostra la distribuzione delle aree previste per la rete di teleriscaldamento in progetto, mentre la tabella riportata di seguito ne illustra le caratteristiche emissive e dimensionali.

Per il confronto con il limite normativo su base oraria del biossido di azoto sono state stimate le concentrazioni medie orarie di NO₂ superate non più di 18 volte l'anno: per fare ciò le simulazioni sono state effettuate non con i dati medi sopra riportati ma con i dati di emissione di picco. Ipotizzando un valore di potenza specifica annua pari a 22 W/m³ e conoscendo la volumetria teleriscaldata, è stata ricavata la potenza di picco, in MW. Dal confronto con la potenza media necessaria per il riscaldamento, sono stati ricavati i fattori emissivi di picco. Tramite il software di modellizzazione è stato poi calcolato il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie.

- per lo scenario **post operam finale a regime**:
 - i camini delle due centrali per il teleriscaldamento, nella configurazione a regime. In questo caso sono stati simulati nel modello previsionale come sorgenti puntuali, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella successiva.

Figura 4.2.7-1 Previsione utenze servite dalla rete del teleriscaldamento



Legenda

rete TLR		sottorete C		sottorete H	centrale di cogenerazione
	progetto rete di distribuzione		sottorete D		Centrale Sud
sottoreti			sottorete E		Centrale Nord
	sottorete A		sottorete F		
	sottorete B		sottorete G		

Tabella 4.2.7-2 Caratteristiche delle sorgenti emissive costituite dagli edifici di previsto collegamento alla rete di teleriscaldamento

Area	Volumetria teleriscaldata	Percentuale di potenza termica conferita	Fattore di emissione NO ₂ INVERNALE (riscaldamento) (sulle 14 ore)	Fattore di emissione NO ₂ ESTIVO (acqua sanitaria) (sulle 14 ore)	Fattore di emissione NO ₂ INVERNALE di picco (riscaldamento) (sulle 14 ore)	Fattore di emissione NO ₂ ESTIVO di picco (acqua sanitaria) (sulle 14 ore)	Fattore di emissione CO INVERNALE (riscaldamento) (sulle 14 ore)	Fattore di emissione CO ESTIVO (acqua sanitaria) (sulle 14 ore)	Altezza media degli edifici
	[mc]	%	[g/s]	[g/s]	[g/s]	[g/s]	[g/s]	[g/s]	[m]
A	470352	7.1%	0.21	0.01	0.34	0.016	0.14	0.007	10
B	472796	7.4%	0.22	0.01	0.35	0.017	0.14	0.007	10
C	635834	9.8%	0.29	0.01	0.46	0.022	0.19	0.009	12
D	1520229	23.1%	0.69	0.03	1.09	0.052	0.45	0.022	15
E	434158	7.1%	0.21	0.01	0.33	0.016	0.14	0.007	15
F	328734	4.7%	0.14	0.01	0.22	0.011	0.09	0.004	15
G	490288	10.5%	0.31	0.01	0.49	0.024	0.21	0.010	15
H	293608	4.2%	0.13	0.01	0.20	0.010	0.08	0.004	12
I	356953	5.0%	0.15	0.01	0.24	0.011	0.10	0.005	10
J	936029	14.0%	0.42	0.02	0.66	0.032	0.28	0.013	18
K	501048	7.1%	0.21	0.01	0.34	0.016	0.14	0.007	10
TOT	6440030	100%	2.96	0.14	4.72	0.22	1.9658	0.0936	

Tabella 4.2.7-3 Caratteristiche delle sorgenti emissive costituite dai camini delle centrali di cogenerazione nella configurazione a regime

Centrale	Macchina	Fattore di emissione medio NO ₂ [g/s]	Fattore di emissione medio CO [g/s]	Temperatura dei fumi [°C]	Velocità di uscita media del fumi [m/s]
Centrale sud	Motore 1	0.08	0.08	110	2.4
	Motore 2	0.05	0.05	110	1.7
	Motore 4	0.01	0.01	110	0.3
	Caldaia 1	0.11	0.11	105	4.4
	Caldaia 2	0.23	0.23	105	9.0
	Caldaia 3	0.22	0.22	105	8.8
	Caldaia 4	0.20	0.20	105	7.9
	Caldaia 6	0.17	0.17	105	7.0
Centrale nord	Motore 3	0.10	0.10	110	3.0
	Caldaia 5	0.16	0.16	105	6.6
	Caldaia 7	-	-	-	-

Per quanto riguarda le ore di attività delle singole macchine, il Proponente ha fornito un'indicazione del funzionamento di ciascuna per una settimana tipo di ogni mese dell'anno nello scenario a regime: le ore di funzionamento della settimana tipo sono state estese all'intero mese di riferimento per avere una copertura dell'anno intero. Ciascuna macchina è stata considerata attiva nel modello dispersivo nelle ore indicate per ciascun mese, con il fattore emissivo medio sopra riportato, calcolato in funzione delle ore totali di attività della macchina. I motori sono stati considerati attivi tutto l'anno, corrispondente a 8760 ore/anno. I dati riassuntivi per le caldaie sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 4.2.7-4 Ore di attività delle caldaie nella settimana tipo di ciascun mese dell'anno dello scenario a regime

	Caldaia 1 (Sud)	Caldaia 2 (Sud)	Caldaia 3 (Sud)	Caldaia 4 (Sud)	Caldaia 5 (Nord)	Caldaia 6 (Sud)	Caldaia 7 (Nord)
	h/sett	h/sett	h/sett	h/sett	h/sett	h/sett	h/sett
Gennaio	129	110	67	38	19	2	0
Febbraio	122	117	70	33	11	0	0
Marzo	119	97	44	12	1	0	0
Aprile (1-15)	85	34	6	0	0	0	0
Aprile (16-30)	1	0	0	0	0	0	0
Maggio	0	0	0	0	0	0	0
Giugno	0	0	0	0	0	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0	0
Ottobre (1-15)	9	0	0	0	0	0	0
Ottobre (16-30)	104	33	7	1	0	0	0
Novembre	121	104	42	7	0	0	0
Dicembre	134	101	62	37	19	3	0
ORE TOTALI ANNUE (h/anno)	3139	2425	1258	554	212	23	0

Sono state effettuate simulazioni su base annuale e su base stagionale (mesi invernali da novembre ad aprile, ed estivi, da maggio a ottobre).

- per lo scenario **autorizzato (intermedio)**:
 - i camini della Centrale Sud già autorizzati ed in fase di costruzione, corrispondenti alla configurazione intermedia. Anche in questo caso sono stati simulati nel modello previsionale come sorgenti puntuali, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 4.2.7-5 Caratteristiche delle sorgenti emissive costituite dai camini della Centrale Sud – Soli impianti già autorizzati ed in via di costruzione

Macchina	Fattore emissione medio NO ₂ [g/s]	Fattore emissione medio CO [g/s]	Temperatura dei fumi [°C]	Altezza del camino [m]	Velocità di uscita media dei fumi [m/s]
CALDAIA 1	0.08	0.08	105	25	3.4
CALDAIA 2	0.10	0.10	105	25	3.9
CALDAIA 3	-	-	-	25	-
MOTORE 1	0.02	0.02	110	25	2.5
MOTORE 2	0.05	0.05	110	25	2.3

Per quanto riguarda le ore di attività delle singole macchine, il Proponente ha fornito

un'indicazione del funzionamento di ciascuna per una settimana tipo di ogni mese dell'anno nello scenario autorizzato (intermedio): le ore di funzionamento della settimana tipo sono state estese all'intero mese di riferimento per avere una copertura dell'anno intero. Ciascuna macchina è stata considerata attiva nel modello dispersivo nelle ore indicate per ciascun mese, con il fattore emissivo medio sopra riportato, calcolato in funzione delle ore totali di attività della macchina. I motori sono stati considerati attivi tutto l'anno, corrispondente a 8670 ore/anno. I dati riassuntivi per le caldaie sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 4.2.7-6 Ore di attività delle caldaie nella settimana tipo di ciascun mese dell'anno nello scenario autorizzato (intermedio)

	Caldaia 1	Caldaia 2	Caldaia 3
	h/mese	h/mese	h/mese
Gennaio	532.4	127.6	0
Febbraio	468.0	112.0	0
Marzo	492.8	39.6	0
Aprile (1-15)	73.5	-	0
Aprile (16-30)			0
Maggio			0
Giugno			0
Luglio			0
Agosto			0
Settembre			0
Ottobre (1-15)	-	-	0
Ottobre (16-30)	105.8	2.3	0
Novembre	473.0	34.4	0
Dicembre	528.0	88.0	0
ORE TOTALI ANNUE (h/anno)	2 674	404	0

- gli impianti di riscaldamento della prima porzione di edifici civili che verranno sostituiti nello scenario ante operam denominato "intermedio". Nel modello previsionale sono stati simulati come sorgenti areali. La figura seguente mostra la distribuzione delle aree previste per la rete di teleriscaldamento in progetto, mentre la tabella riportata di seguito ne illustra le caratteristiche emissive e dimensionali.

Per il confronto con il limite normativo su base oraria del biossido di azoto è stato necessario stimare la concentrazione media oraria di NO₂ superata non più di 18 volte l'anno: per fare ciò le simulazioni sono state effettuate non con i dati medi di seguito riportati ma con i dati di emissione di picco. Ipotizzando un valore di potenza specifica annua pari a 22 W/m³ e conoscendo la volumetria teleriscaldata, è stata ricavata la potenza di picco, in MW. Dal confronto con la potenza media necessaria per il riscaldamento, sono stati ricavati i fattori emissivi di picco. Tramite il software di modellizzazione è stato poi calcolato il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie.

Figura 4.2.7-2 Localizzazione prevista della prima porzione di utenze servite dalla rete del teleriscaldamento (scenario ante operam "intermedio")

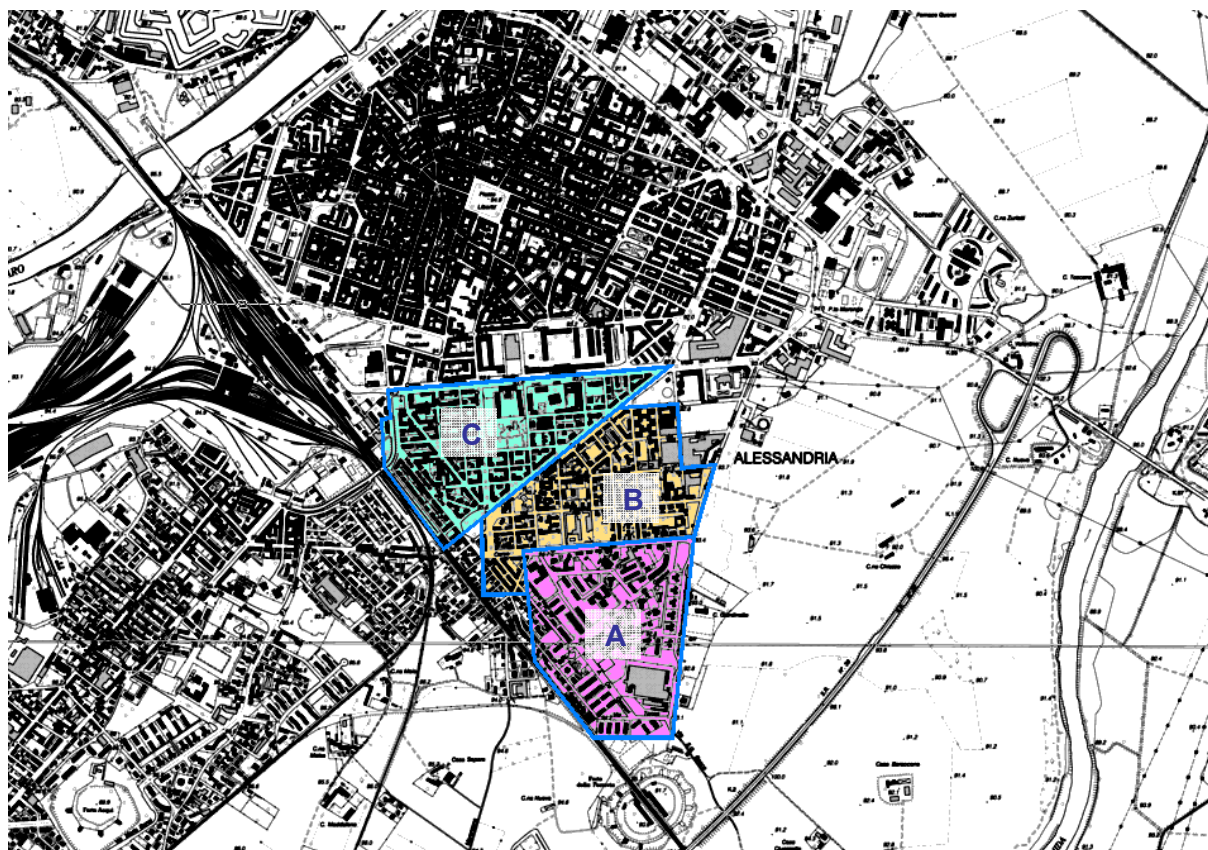


Tabella 4.2.7-7 Caratteristiche delle sorgenti emissive costituite dalla prima porzione di edifici di previsto collegamento alla rete di teleriscaldamento (scenario ante operam "intermedio")

Area	Volumetria teleriscaldata	Percentuale di potenza termica conferita	Fattore di emissione di NO ₂ INVERNALE (riscaldamento) sulle 14 h	Fattore di emissione di NO ₂ ESTIVO (acqua sanitaria) sulle 14 h	Fattore di emissione di NO ₂ INVERNALE di picco (riscaldamento) sulle 14 h	Fattore di emissione di NO ₂ ESTIVO di picco (acqua sanitaria) sulle 14 h	Fattore di emissione di CO INVERNALE (riscaldamento) sulle 14 h	Fattore di emissione di CO ESTIVO (acqua sanitaria) sulle 14 h	Altezza media degli edifici
	[mc]	[%]	[g/s]	[g/s]	[g/s]	[g/s]	[g/s]	[g/s]	[m]
A	470352	29.4%	0.21	0.01	0.34	0.02	0.14	0.01	10
B	472796	30.4%	0.22	0.01	0.35	0.02	0.15	0.01	10
C	635834	40.2%	0.29	0.01	0.47	0.02	0.19	0.01	12
TOT	1578982	100%	0.72	0.03	1.16	0.06	0.48	0.02	

Sono state effettuate simulazioni su base annuale e su base stagionale (mesi invernali da novembre ad aprile, ed estivi, da maggio a ottobre).

▪ Risultati ottenuti dalle simulazioni

I risultati delle simulazioni sono illustrati nelle tavole seguenti attraverso il tracciamento sulla carta dell'area di studio delle curve corrispondenti alle varie concentrazioni di ossidi di azoto (NO_x) e monossido di carbonio (CO) previste.

Nello specifico sono state prodotte le rappresentazioni cartografiche riportate in Allegato

4.2.A, delle quali si commentano i risultati di seguito.

Per una corretta interpretazione delle concentrazioni relative agli **ossidi di azoto**, occorre tenere conto che i limiti indicati dalla normativa di riferimento, pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la concentrazione oraria superata non più di 18 volte/anno e $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il valore medio annuo (al 1° gennaio 2010), si riferiscono al solo biossido di azoto (NO_2). Tale inquinante costituisce una frazione compresa fra 0,1 e 0,5 (quest'ultimo da intendersi come valore cautelativo) degli ossidi di azoto complessivi rilasciati dei quali è stata simulata la dispersione e valutata la concentrazione.

- Tavola 1: Inquinante NO_x – Scenario Ante operam - Carta delle concentrazioni medie orarie su base annua indotte dagli impianti termici civili di prevista sostituzione

Per quanto concerne i risultati ottenuti per il confronto con il limite normativo fissato per la concentrazione media annuale (pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) si evidenzia che quelle indotte dagli impianti di riscaldamento di prevista dismissione determinano, nell'area sulla quale insistono, una concentrazione compresa tra circa 2 e $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in funzione della densità edilizia presente sul territorio.

Se la media delle concentrazioni orarie viene calcolata solo per i mesi invernali, durante i quali il riscaldamento è attivo, tali concentrazioni sono più elevate: esse si attestano tra i 5 e i $10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In estate, invece, gli impianti esistenti, dedicati alla sola produzione di acqua calda sanitaria, determinano concentrazioni al suolo massime di $0,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Tavola 2: Inquinante NO_x - Scenario Post operam - Carta delle concentrazioni medie orarie su base annua indotte dagli impianti delle centrali di teleriscaldamento in progetto nell'assetto finale a regime

Nel caso delle concentrazioni medie annuali di NO_x generate dalle centrali a seguito del completamento degli interventi in progetto, i risultati ottenuti illustrano come l'esercizio delle due centrali di teleriscaldamento determini concentrazioni medie annuali massime intorno a $11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che si verificano nelle immediate vicinanze dei camini della centrale sud e che si abbassano rapidamente con la distanza. I pennacchi seguono l'asse SW-NE caratteristico dei campi di vento al suolo dell'area di Alessandria. Grazie alla direzione preferenziale dei venti i fumi vengono spinti lontano alla città di Alessandria, che quindi risulta interessata da concentrazioni medie minime. La centrale Sud, caratterizzata da una potenza maggiore, determina concentrazioni al suolo nei pressi dei propri camini che si propagano maggiormente rispetto a quanto accade per la centrale Nord.

Le medie calcolate sul periodo invernale evidenziano concentrazioni maggiori, con un picco pari a $20,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che si verifica nei pressi della centrale sud. Anche in questo caso, però, le concentrazioni diminuiscono rapidamente nello spazio e i venti prevalenti spingono i fumi lontano dalla città di Alessandria. Nei mesi estivi, caratterizzati da una attività minore delle centrali, le concentrazioni sono inferiori: il massimo si attesta attorno ai $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sempre nei pressi della centrale sud.

- Tavola 3: Inquinante NO_x - Scenario Ante e Post operam finale a regime - Carta differenze delle concentrazioni medie annue

In generale si evidenzia come l'esercizio delle centrali per il teleriscaldamento determini una riduzione delle concentrazioni al suolo nel centro abitato di Alessandria, con un miglioramento della qualità dell'aria. La riduzione delle concentrazioni raggiunge i $-5,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nelle aree del centro urbano nelle quali sono attualmente localizzate le sorgenti emmissive da riscaldamento più significative per densità di edificato. Il confronto tra gli scenari ante e post operam evidenzia un

limitato incremento delle concentrazioni solo nelle immediate vicinanze dei camini delle centrali, apprezzabile solo per la centrale Sud, che si trovano comunque lontane da recettori sensibili e in generale dal centro abitato.

In inverno la riduzione delle concentrazioni nel centro abitato di Alessandria è più marcata e raggiunge valori pari a $-10,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nei mesi estivi la riduzione delle concentrazioni nel centro abitato è più contenuta e si attesta attorno ai $-0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Tavola 4: Inquinante NOx – Scenario Ante e Post operam finale a regime - Carta delle concentrazioni medie orarie superate di non più di 18 volte all'anno

Per quanto attiene le concentrazioni medie di un'ora superate non più di 18 volte/anno si può notare come quelle indotte dagli impianti di riscaldamento di prevista dismissione determinino, nell'area sulla quale insistono, una concentrazione compresa tra circa 80 e $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in funzione della densità edilizia presente sul territorio.

Nel caso delle concentrazioni orarie di NOx superate non più di 18 ore/anno generate dalle centrali, i risultati ottenuti illustrano come l'esercizio delle due centrali di teleriscaldamento determini concentrazioni massime intorno a circa $187 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che si verificano nelle immediate vicinanze dei camini della centrale sud e che si abbassano rapidamente con la distanza. Anche in questo caso la centrale Sud, caratterizzata da una potenza maggiore, determina concentrazioni al suolo nei pressi dei propri camini un poco più estese rispetto a quanto accade per la centrale Nord.

In generale si evidenzia come l'esercizio delle centrali per il teleriscaldamento determini anche per questo parametro una riduzione delle concentrazioni al suolo nel centro abitato di Alessandria, con un miglioramento della qualità dell'aria. La riduzione delle concentrazioni raggiunge i $-136 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nelle aree del centro urbano nelle quali sono attualmente localizzate le sorgenti emissive da riscaldamento più significative per densità di edificato. Il confronto tra gli scenari ante e post operam evidenzia un incremento contenuto delle concentrazioni solo nelle immediate vicinanze del camino della centrale Sud, in zona lontana dal centro abitato.

Per quanto concerne invece il **monossido di carbonio**, il valore limite, corrispondente a $10 \text{mg}/\text{m}^3$, è relativo alla massima concentrazione media su 8 ore consecutive. Si ricorda che il limite normativo di $10 \text{mg}/\text{m}^3$ è pari a $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Tavola 5: Inquinante CO - Scenario Ante operam - Carta delle concentrazioni massime tra le medie su 8 ore consecutive indotte dagli impianti termici civili di prevista sostituzione

L'analisi dei risultati ottenuti dalle simulazioni illustra come nello scenario ante-operam si raggiungono in corrispondenza del centro abitato livelli di concentrazione massima tra le medie su 8 ore consecutive intorno a $31,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nei mesi di accensione dei sistemi di riscaldamento la massima tra le medie su 8 ore consecutive è proprio pari a $31,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre in estate il valore massimo è pari a $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Tavola 6: Inquinante CO - Scenario Post operam finale a regime - Carta delle concentrazioni massime tra le medie su 8 ore consecutive indotte dalle nuove centrali per il teleriscaldamento in progetto

Nello scenario di progetto la concentrazione massima risulta invece essere intorno ai $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con valori superiori a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ solo in un raggio di circa 500 metri dalla centrale Sud. In estate i valori massimi si riducono ulteriormente, con un picco di

circa $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nei pressi della centrale Sud.

- Tavola 7: Inquinante CO - Carta della variazione delle concentrazioni massime tra le medie su 8 ore consecutive tra gli scenari post-operam finale a regime e ante-operam

Anche per questo parametro si evidenzia pertanto come l'esercizio delle centrali per il teleriscaldamento determini una riduzione delle concentrazioni al suolo nel centro abitato di Alessandria, con un miglioramento della qualità dell'aria. La riduzione delle concentrazioni raggiunge circa i $-30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di CO, nelle aree del centro urbano nelle quali sono attualmente localizzate le sorgenti emissive da riscaldamento più significative per densità di edificato. Il confronto tra gli scenari ante e post operam evidenzia un modesto incremento delle concentrazioni solo nelle immediate vicinanze dei camini della centrale Sud, in zona lontana dal centro abitato, che risulta inferiore a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ già a meno di 500 m da essa.

- Tavola 8: Inquinante NOx – Scenario Ante operam “intermedio” - Carta delle concentrazioni medie orarie su base annua indotte dagli impianti termici civili di prevista sostituzione (prima porzione)

Per quanto concerne i risultati ottenuti per il confronto con il limite normativo fissato per la concentrazione media annuale (pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) si evidenzia che quelle indotte dagli impianti di riscaldamento di prevista dismissione determinano, nell'area sulla quale insistono, una concentrazione compresa tra 1 e $3,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in funzione della densità edilizia presente sul territorio.

Se la media delle concentrazioni orarie viene calcolata solo per i mesi invernali, durante i quali il riscaldamento è attivo, tali concentrazioni sono più elevate: esse si attestano tra i 3 e i $6,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In estate, invece, gli impianti esistenti, dedicati alla sola produzione di acqua calda sanitaria, determinano concentrazioni al suolo massime di $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Tavola 9: Inquinante NOx - Scenario autorizzato (intermedio) - Carta delle concentrazioni medie annue indotte dai soli impianti già autorizzati della Centrale Sud

Nel caso delle concentrazioni medie annuali di NOx generate dai soli impianti già autorizzati presso la Centrale Sud in fase di costruzione, i risultati ottenuti illustrano come l'esercizio di questa determini concentrazioni medie annuali massime intorno a $6,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che si verificano nelle immediate vicinanze dei camini della centrale stessa e che si abbassano rapidamente con la distanza. Il pennacchio segue l'asse SW-NE caratteristico dei campi di vento al suolo dell'area di Alessandria. Grazie alla direzione preferenziale dei venti i fumi vengono spinti lontano alla città di Alessandria, che quindi risulta interessata da concentrazioni medie minime.

Le medie calcolate sul periodo invernale evidenziano concentrazioni maggiori, con un picco pari a $11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che si verifica nelle immediate prossimità della centrale stessa. Anche in questo caso, però, le concentrazioni diminuiscono rapidamente nello spazio e i venti prevalenti spingono i fumi lontano dalla città di Alessandria. Nei mesi estivi, caratterizzati da una attività minore della centrale, le concentrazioni sono inferiori: il massimo si attesta attorno a $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sempre nei pressi della centrale.

- Tavola 10: Inquinante NOx - Scenario Ante operam “intermedio” e Autorizzato “intermedio” - Carta differenze delle concentrazioni medie annue

In generale si evidenzia come l'esercizio della centrale per il teleriscaldamento determini una riduzione delle concentrazioni al suolo nel centro abitato di Alessandria, con un miglioramento della qualità dell'aria. La riduzione delle

concentrazioni raggiunge i $-3,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nelle aree del centro urbano nelle quali sono attualmente localizzate le sorgenti emissive da riscaldamento. Il confronto tra gli scenari ante e post operam evidenzia un limitato incremento delle concentrazioni solo nelle immediate vicinanze dei camini della centrale, che non interessa ricettori sensibili e risulta comunque lontana dal centro urbano abitato.

In inverno la riduzione delle concentrazioni nel centro abitato di Alessandria è più marcata e raggiunge valori pari a $-6,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nei mesi estivi la riduzione delle concentrazioni nel centro abitato è più contenuta e si attesta attorno ai $-0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Tavola 11: Inquinante NO_x – Variazioni tra gli scenari Post operam a regime e Autorizzato “intermedio”: Contributo dei soli impianti di completamento del sistema di TLR - Carta variazioni delle concentrazioni medie annue

Questa tavola confronta le variazioni nelle concentrazioni medie annue di NO_x previste con lo scenario già autorizzato (relativo ad una parte degli impianti previsti per la Centrale Sud) con le variazioni attese nell’assetto finale a regime di tutte le opere del sistema di teleriscaldamento. Essa consente di stimare il contributo degli impianti ancora da autorizzare al miglioramento della qualità dell’aria.

In generale si evidenzia come i nuovi impianti ancora da autorizzare per il teleriscaldamento determinino infatti una ulteriore riduzione delle concentrazioni al suolo nel centro abitato di Alessandria, con un miglioramento della qualità dell’aria. La riduzione delle concentrazioni raggiunge i $-4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nelle aree del centro urbano nelle quali sono attualmente localizzate le sorgenti emissive da riscaldamento di successivo allacciamento alla rete (aree a nord della prima porzione di previsto allacciamento). Il confronto tra gli scenari evidenzia un limitato incremento delle concentrazioni solo nelle immediate vicinanze dei camini della centrale Sud, che non interessa ricettori sensibili e risulta comunque lontana dal centro urbano abitato.

- Tavola 12: Inquinante CO - Scenario autorizzato (intermedio) - Carta delle concentrazioni massime tra le medie su 8 ore consecutive indotte dai soli impianti già autorizzati della Centrale Sud

Nello scenario di autorizzato (intermedio) la concentrazione massima tra le medie su 8 ore consecutive risulta invece essere intorno ai $5,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con valori superiori a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ solo in un raggio di circa 500 metri dalla centrale Sud. In estate i valori massimi si riducono ulteriormente, con un picco di circa $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nei pressi della centrale stessa. Come si osserva si tratta di valori comunque del tutto trascurabili, diversi ordini di grandezza inferiori ai limiti di legge.

Tenendo conto dei livelli di concentrazione di NO₂ e di CO registrati presso le stazioni di monitoraggio di Alessandria (per i dati delle quali si rimanda al paragrafo 4.2.6) e dei risultati ottenuti dalle simulazioni modellistiche, si può ritenere che l’esercizio delle Centrali in progetto contribuisca al miglioramento della qualità dell’aria, soprattutto nelle aree cittadine nelle quali sarà maggiore la penetrazione del servizio di teleriscaldamento. Laddove sono previsti incrementi delle concentrazioni dovute all’esercizio delle centrali, essi sono di entità non critica e diminuiscono rapidamente nello spazio, man mano che ci si allontana dalle centrali, che si trovano in una zona periferica rispetto al centro abitato, in particolare quella Sud.

4.2.7.1 Modello previsionale di confronto: CALPUFF

Al fine di verificare la bontà dei risultati ottenuti con le modellizzazioni effettuate e di confermare le considerazioni da esse tratte, si sono realizzate simulazioni degli scenari ante e post operam a regime con un modello previsionale differente da Aermod.

Il modello scelto è stato CALPUFF, appartenente ai modelli non stazionari a puff. Esso si ritiene adatto a modellizzare le condizioni di dispersione relative al sito in esame, sia per quanto concerne la trattazione delle peculiarità meteorologiche, tra cui le calme di vento, sia per l'applicabilità a un territorio con le caratteristiche orografiche e di uso del suolo come quello della pianura Padana.

Le simulazioni effettuate prendono in considerazione lo scenario ante operam e post operam, nell'ipotesi a regime, per il solo biossido di azoto.

Il modello CALPUFF

CALPUFF è un modello non stazionario, multi strato e multi specie. La diffusione degli inquinanti è simulata attraverso una serie continua di puff in cui la distribuzione degli inquinanti è di tipo gaussiano.

I modelli a puff si basano sull'ipotesi che qualsiasi emissione di inquinante da parte di una sorgente puntuale può essere vista come l'emissione in successione di una sequenza di piccoli sbuffi di gas detti appunto puff, ciascuno indipendente dall'altro. Tali porzioni di fumo, una volta emesse, evolvono indipendentemente nello spazio e nel tempo in base alle caratteristiche di spinta acquisite all'emissione e in base alle condizioni meteorologiche medie e in base alla turbolenza che incontrano nel loro cammino ¹.

Calpuff è un modello raccomandato dall'EPA ² e realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e dell'EPA.

Può essere applicato su scala spaziale a partire da 10 metri a centinaia di chilometri e comprende algoritmi per tenere conto di effetti come l'impatto con il terreno, la rimozione degli inquinanti dovuti a deposizione secca e umida e a trasformazioni chimiche.

Il sistema di modellazione è ideato in tre componenti principali:

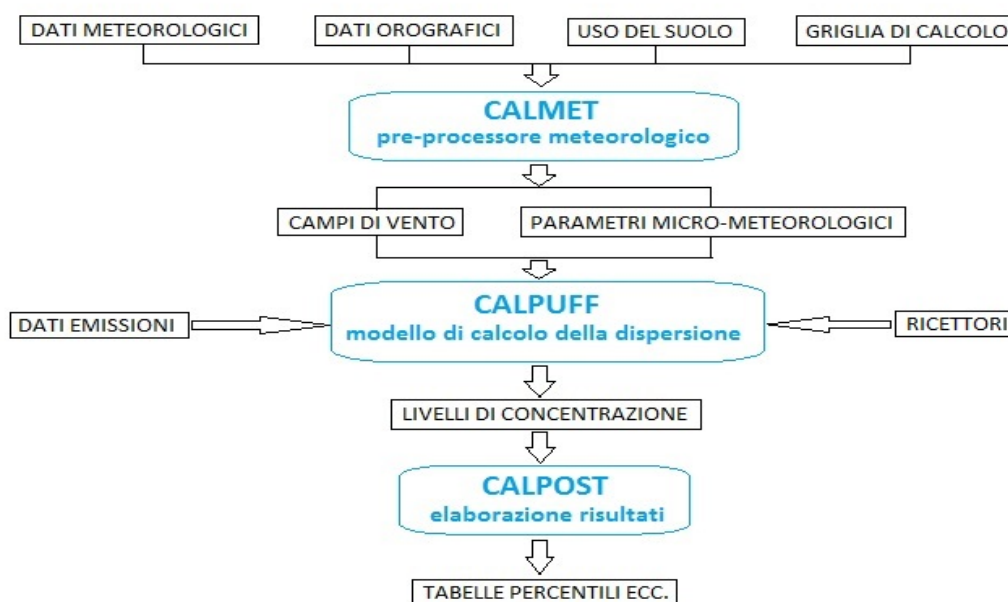
- *Calmet* (modello meteorologico tridimensionale),
- *Calpuff* (modello di dispersione),
- *Calpost* (un pacchetto di post processamento dei risultati).

Oltre a questi componenti principali, possono essere utilizzati molti altri programmi di supporto, ad esempio per preparare dati geofisici (uso del suolo e morfologia del terreno) o meteorologici (vento, precipitazioni, ecc.).

¹ La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria - Roberto Sozzi - APAT

² US-EPA <http://www.epa.gov/ttn/scram/aqmindex.htm> - Modelli per la qualità dell'aria.

Figura 4.2.7-3 Schema di funzionamento dei tre componenti principali del modello di calcolo



Calmet

Calmet è un modello meteorologico in grado di generare campi di vento variabili nel tempo e nello spazio, punto di partenza per il modello di simulazione vero e proprio³.

I dati richiesti come input sono dati meteo al suolo e in quota (vento, temperatura, pressione...), dati geofisici per ogni cella della griglia di calcolo (altimetria, uso del suolo...), e dati al di sopra di superfici d'acqua, quando queste sono presenti (differenza di temperatura aria/acqua, vento, temperatura...).

In output, oltre ai campi di vento tridimensionali, si ottengono altre variabili come l'altezza di rimescolamento, la classe di stabilità, l'intensità di precipitazione, il flusso di calore e altri parametri per ogni cella del dominio di calcolo.

Attraverso Calmet è possibile tenere conto di alcuni aspetti quali la pendenza del terreno, la presenza di ostacoli al flusso, la presenza di zone marine o corpi d'acqua. È dotato inoltre di un processore micrometeorologico, in grado di calcolare i parametri dispersivi all'interno dello strato limite (CBL), come altezza di miscelamento e coefficienti di dispersione.

Il modello diagnostico per il calcolo dei campi di vento utilizza un algoritmo in due fasi³: nella prima fase una stima iniziale del campo di vento viene modificata in base agli effetti cinematici del terreno, dei pendii presenti, degli effetti di bloccaggio; successivamente, nella seconda fase, vengono introdotti i dati osservati dalle stazioni meteo all'interno del campo prodotto dalla fase 1, ottenendo così il campo di vento finale.

Esiste comunque la possibilità di utilizzare come input campi di vento (generalmente a maglie più larghe) prodotti da modelli meteorologici di tipo prognostico³.

Calpuff

È il modello di dispersione vero e proprio. Calpuff è uno dei modelli puff più noti e impiegati e nel tempo si è arricchito di un alto numero di opzioni che, pur complicandone l'uso, ne fanno uno strumento estremamente versatile.

Il modello può utilizzare come dati in ingresso i campi meteorologici tridimensionali prodotti da Calmet o, in alternativa, dati provenienti da singole stazioni di monitoraggio dei parametri

³ Calmet UserGuide - S. Shire, R.Robe, E. Fernau, J.Yamartino - 2000

atmosferici in un formato compatibile con altri modelli gaussiani stazionari quali ISC3, AUSplume, CTDMplus, Aermot.

Le caratteristiche principali di Calpuff sono ⁴:

- capacità di trattare sorgenti puntuali, lineari, areali, di volume, con caratteristiche variabili nel tempo (flusso di massa dell'inquinante, velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.);
- notevole flessibilità relativamente all'estensione del dominio di simulazione, da poche decine di metri (scala locale) a centinaia di chilometri dalla sorgente (mesoscala);
- possibilità di trattare emissioni odorogene;
- capacità di trattare situazioni meteorologiche variabili e complesse, come calme di vento, parametri dispersivi non omogenei, effetti globali quali rimozione di inquinanti, trasformazioni chimiche, venti di taglio verticali, brezze marine e interazioni mare-costa;
- capacità di trattare effetti vicino alla sorgente, come transitional plume rise (innalzamento del plume dalla sorgente), building downwash (effetti locali di turbolenza dovuti alla presenza di ostacoli lungo la direzione del flusso), partial plume penetration (parziale penetrazione del plume nello strato d'inversione).

Calpuff è più accurato rispetto a un modello gaussiano tradizionale (a plume): il modello a puff è infatti utilizzabile anche in condizioni di vento debole o di calma di vento in quanto la velocità del vento u non compare al denominatore nell'equazione del modello che descrive la concentrazione degli inquinanti (C) in un generico punto (x,y,z) del dominio di calcolo, dovuta ad un puff (k) centrato nel punto (x',y',z') e di massa m_k ⁵:

$$C_k(x, y, z, t) = \frac{m_k}{(2\pi)^{1.5} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{(x-x')^2}{2\sigma_x^2}\right) \exp\left(-\frac{(y-y')^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{(z-z')^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

Inoltre, al variare della direzione del vento, il modello a puff segue con maggiore precisione la traiettoria effettiva dell'emissione rispetto all'approccio tradizionale dove è l'intero plume a cambiare direzione insieme al vento.

I puff emessi si muovono nel tempo sul territorio: il centro del puff viene trasportato dal campo di vento tridimensionale mentre la diffusione causata dalla turbolenza atmosferica provoca l'allargamento del puff ed è descritta dai coefficienti di dispersione istantanei (σ_x , σ_y , σ_z). In figura si illustra uno schema per un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione.

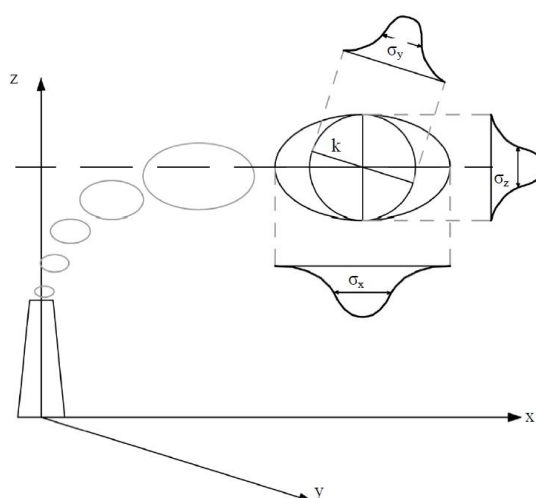
In merito alla determinazione dei coefficienti di dispersione Calpuff propone diverse opzioni:

- misura diretta di turbolenza σ_x , σ_y , σ_z , per esempio con un anemometro sonico;
- utilizzando i parametri di scala micrometeorologici (lunghezza di Monin-Obukhov, velocità di frizione, velocità di scala convettiva, altezza dello strato limite) calcolati da Calmet e presenti nel suo output (opzione selezionata per le simulazioni di questo studio);
- uso dei coefficienti di dispersione di Pasquill-Gifford (1976) per le aree rurali e di McElroy-Pooler (1968) per quelle urbane: questa opzione tiene conto del tipo di terreno (categoria di *land use*) e della classe di stabilità a cui sono associati dei coefficienti che vengono inseriti nelle equazioni generali in funzione della distanza sottovento.

⁴ Calpuff UserGuide - S. Shire, R.Robe, E. Fernau, J.Yamartino - 2000

⁵ Assessorato Territorio e Ambiente Regione Sicilia - Applicazione del modello Calpuff per la valutazione della qualità dell'aria - 2008

Figura 4.2.7-4 Schema coefficienti di dispersione relativi al puff k in per un modello a puff⁶



In generale, il puff k non sarà l'unico presente nel dominio di calcolo e quindi nel nodo di griglia che si sta considerando tutti gli altri puff presenti contribuiranno alla concentrazione totale. Attraverso la sovrapposizione degli effetti all'istante t la concentrazione istantanea totale di inquinante ad un generico nodo di griglia sarà pari a:

$$C_{TOT}(x, y, z, t) = \sum_k C_k(x, y, z, t)$$

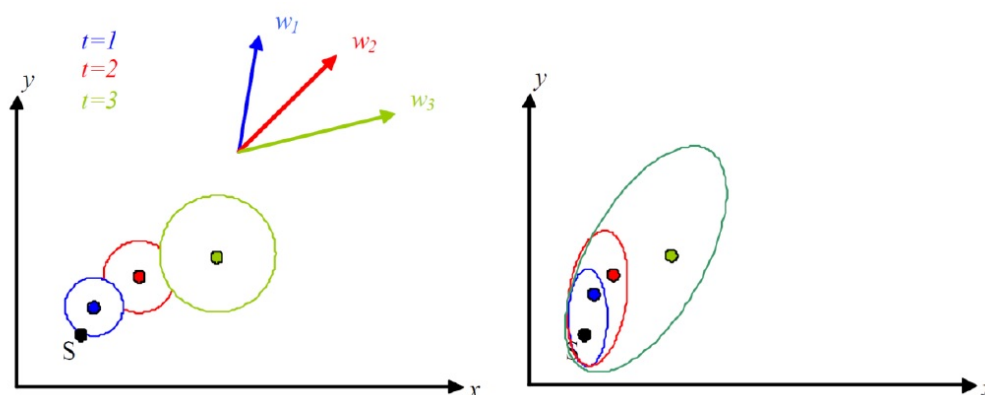
Il contributo di ogni puff in un recettore viene valutato mediante un metodo "a foto": ad intervalli di tempo regolari (sampling step), ogni puff viene "congelato" e viene calcolato il suo contributo alla concentrazione. Il puff può quindi muoversi, evolversi in forma e dimensioni fino all'intervallo successivo, seguendo un campo di vento tridimensionale variabile nello spazio e nel tempo.

Esistono delle alternative al calcolo della concentrazione sopravvista:

- 1) una distribuzione dei puff radiale simmetrica di tipo gaussiano (in questo caso $\sigma_x = \sigma_y$);
- 2) una distribuzione allungata dei puff nella direzione del vento (*slug*);
- 3) ibridi delle due distribuzioni a seconda della distanza del recettore dalla sorgente.

Nel presente studio è stata utilizzata la configurazione con puff circolari.

Figura 4.2.7-5 Differenza tra la dispersione tramite puff (a sinistra) e slug (a destra)



In merito alla capacità dell'algorithmo di trattare gli effetti vicino alla sorgente, se ne elencano quelli di maggiore rilevanza:

- galleggiamento e quantità di moto del pennacchio (le equazioni di partenza per

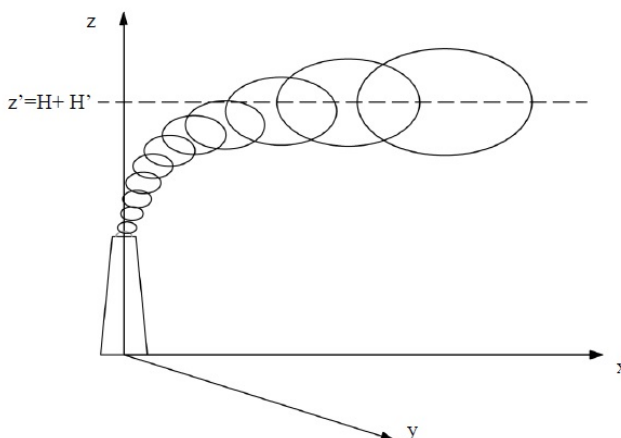
⁶ Università di Bologna, Utilizzo del modello Calpuff per la valutazione della qualità dell'aria da emissioni di un impianto di processo – E. Negri, 2011

l'innalzamento del pennacchio di sorgenti puntuali sono basate sulle formulazioni di Briggs, 1975);

- stratificazione atmosferica stabile;
- parziale penetrazione del pennacchio in uno strato elevato stabile di inversione;
- effetti di *building downwash* e *stack-tip downwash*;
- vento verticale di taglio;
- innalzamento del pennacchio per sorgenti lineari e areali (si veda schematizzazione nella figura seguente).

Di seguito si specificheranno con maggior dettaglio le assunzioni e le modellizzazioni dell'algoritmo di calcolo utilizzate per questo studio.

Figura 4.2.7-6 Rappresentazione di un plume attraverso una sequenza di puff. Il plume si trova a quota z' che è somma dell'altezza della sorgente (H) e dell'innalzamento H' .



Calpost

Calpost elabora l'output primario del modello, cioè il file con i valori orari della concentrazione di inquinante in corrispondenza dei recettori, per ottenere tabelle riassuntive con i parametri d'interesse per i vari casi di studio (ad esempio concentrazione massima o media per vari periodi, frequenze di superamento di soglie stabilite dall'utente).

La funzione di questo post processore è quella di analizzare l'output di CALPUFF in modo da estrarre i risultati desiderati e schematizzarli in un formato idoneo ad una buona visualizzazione.

Assunzioni e parametri di calcolo

Al fine di ottenere un risultato quanto più confrontabile con quanto già ottenuto da modello Aermod, sono stati utilizzati gli stessi dati di input descritti nei paragrafi precedenti, ai quali si rimanda, inerenti i seguenti aspetti:

- dominio e griglia di calcolo;
- orografia piatta;
- database meteorologico;
- effetto scia degli edifici (downwash)
- fattori emissivi e definizione temporale di attività delle sorgenti.

Per quanto concerne i parametri e le assunzioni propri di Calpuff, essi sono riportati di seguito.

- In questo studio l'algoritmo di Calpuff utilizzato è quello relativo ai "puff" circolari.
- La specie analizzata è stata quella degli NOx.
- In merito alla determinazione dei coefficienti di dispersione σ_x , σ_y , σ_z , si è scelto l'utilizzo dei parametri di scala micrometeorologici (lunghezza di Monin-Obukhov, velocità di frizione, velocità di scala convettiva, altezza dello strato limite) presenti nei dati meteorologici dati in input a Calpuff.
- Sono stati impostati i coefficienti di dispersione urbani e relativa rugosità pari ad 1 metro, al fine di dare priorità alla dispersione in corrispondenza del centro abitato di Alessandria. Tale assunzione risulta conservativa per le aree rurali all'interno del dominio.
- Ai fini di una modellizzazione il più corretta e realistica possibile delle sorgenti puntiformi, è stato attivato l'algoritmo relativo all'innalzamento del pennacchio (*plume rise*).

I parametri relativi alle emissioni delle diverse sorgenti (in particolare la velocità) sono quelli precedentemente esposte. Le equazioni di base utilizzate dal modello per calcolare l'innalzamento del pennacchio dovuto a quantità di moto e galleggiamento sono tratte dalle relazioni di Briggs (1975) [4].

In condizioni neutre o instabili l'innalzamento z_n è dato da:

$$z_n = \left[3F_m x / (\beta_j^2 u_s^2) + 3Fx^2 / (2\beta_1^2 u_s^3) \right]^{1/3}$$

dove:	F_m	è il flusso della quantità di moto [m^4/s^2]
	F	è il flusso di galleggiamento [m^4/s^3]
	u_s	è la velocità del vento all'altezza del camino [m/s]
	x	è la distanza sotto vento [m]
	β_1	è il parametro di penetrazione neutra (~ 0.6)
	β_j	è il coefficiente di penetrazione <i>jet</i> ($\beta_j = 1/3 + u_s/w$)
	w	è la velocità di uscita dei fumi dal camino [m/s].

Durante le condizioni atmosferiche stabili, l'innalzamento finale del pennacchio z_{sf} è invece dato da:

$$z_{sf} = \left[3F_m / (\beta_j^2 u_s S^{1/2}) + 6F / (\beta_2^2 u_s S) \right]^{1/3}$$

in cui:	β_2	è il parametro di penetrazione stabile (~ 0.36)
	S	è un parametro di stabilità $[(g/T_a)(d\theta/dz)]$
	g	è l'accelerazione di gravità [m/s^2]
	T_a	è la temperatura ambiente [K]
	$d\theta/dz$	è il rapporto di temperatura potenziale [K/m].

Nelle condizioni stabili, l'innalzamento del pennacchio è calcolato sulla base della prima di queste due equazioni fino al punto in cui $z_n = z_{sf}$.

- L'effetto scia degli edifici delle centrali nello scenario post operam (downwash) è stato considerato nelle simulazioni effettuate: Calpuff permette infatti di calcolarlo sulla base dei dati geometrici e di localizzazione di ciascun edificio rilevante a questi fini. Tali dati sono preliminarmente elaborati dall'algoritmo BPIP che implementa il modello PRIME ⁷.

⁷ Schulman L.L., Strimaitis D.G., and Scire J.S., "Development and evaluation of the PRIME Plume Rise and Building Downwash Model," Journal of the Air & Waste Management Association, vol. 50, no. 3, pp. 378-390, 2000

- Trattamento delle calme di vento: il codice Calpuff non richiede un modulo speciale per il trattamento delle ore di calma di vento, tuttavia prevede diversi adattamenti agli algoritmi normali [4], che inducono modifiche nelle modalità con cui il pennacchio si muove nello spazio, nelle modalità con cui sono simulati gli effetti vicino alla sorgente, e con cui variano le dimensioni dei puff in ogni passo temporale. Tali adattamenti si basano sul concetto secondo cui le nuove emissioni salgono virtualmente in verticale sopra la sorgente e si disperdono secondo una funzione del tempo dovuta a fluttuazioni del vento prossime allo zero, mentre le emissioni precedenti stagnano, e anch'esse si disperdono secondo una funzione del tempo dovuta a fluttuazioni del vento prossime allo zero.

Le modifiche agli algoritmi relative a puff rilasciati durante un periodo di calma includono:

- in caso di utilizzo del calcolo tramite *slug*, questi sono ricondotti ai puff circolari;
- tutta la massa del periodo (ora) è collocata in 1 puff;
- la distanza dell'innalzamento finale del pennacchio è considerata pari a zero (non viene modellizzato l'innalzamento graduale del pennacchio);
- non sono modellizzati effetti di scia degli edifici;
- la crescita di σ_y e σ_z è basata sul tempo e non sulla distanza percorsa durante l'intervallo di calcolo;
- sono imposti i valori minimi per le velocità di turbolenza σ_v e σ_w (di *default* tali valori consistono rispettivamente in 0.5 m/s e 1 m/s).

Le modifiche agli algoritmi relative a puff rilasciati precedentemente ad un periodo di calma includono:

- la distanza dell'innalzamento finale del pennacchio è considerata pari a zero (non viene modellizzato l'innalzamento graduale del pennacchio);
- la crescita di σ_y e σ_z è basata sul tempo e non sulla distanza percorsa durante l'intervallo di calcolo;
- sono imposti i valori minimi per le velocità di turbolenza σ_v e σ_w (di *default* tali valori consistono rispettivamente in 0.5 m/s e 1 m/s).

- Nelle simulazioni sono stati disattivati gli algoritmi per la deposizione secca e umida.

Risultati ottenuti con il modello CALPUFF

I risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate con il modello dispersivo Calpuff sono riassunti nella Tavola 13, riportata nell'Allegato 4.2.A. Come già detto in precedenza, lo studio è stato effettuato al fine del solo confronto con il limite normativo fissato per la concentrazione media annuale di NO₂ (pari a 40 µg/m³).

Nello scenario ante operam le concentrazioni stimate con questo algoritmo per gli impianti di riscaldamento di prevista dismissione determinano, nell'area sulla quale insistono, una concentrazione compresa tra 1 e 3,4 µg/m³, in funzione della densità edilizia presente sul territorio. Rispetto alla situazione delineata dalle simulazioni con il modello Aermod, le concentrazioni stimate da Calpuff sono lievemente più basse.

Per quanto concerne lo scenario post operam finale a regime, la concentrazione media annuale di NO_x generata dalle centrali ha un valore massimo di circa 1,65 µg/m³, che si verifica nelle immediate vicinanze dei camini della centrale sud e che si abbassano rapidamente con la distanza. I pennacchi seguono l'asse SW-NE caratteristico dei campi di vento al suolo dell'area di Alessandria. Nel confronto con quanto valutato tramite modello Aermod, si nota che le concentrazioni al suolo nello scenario post operam sono più basse.

La tavola di confronto tra i due scenari mostra come l'esercizio delle centrali per il teleriscaldamento determini una riduzione delle concentrazioni al suolo nel centro abitato di Alessandria, con un miglioramento della qualità dell'aria. La riduzione delle concentrazioni stimata tramite modello Calpuff raggiunge i $-3,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nelle aree del centro urbano. Il confronto tra gli scenari ante e post operam a regime evidenzia un incremento molto contenuto delle concentrazioni solo nelle immediate vicinanze dei camini delle centrali, apprezzabile solo per la centrale Sud, che si trovano comunque lontane da recettori sensibili e in generale dal centro abitato. Il valore massimo di incremento risulta in questo caso pari a $+1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Analizzando i risultati ottenuti dai due modelli previsionali utilizzati si può dedurre quanto segue. Il software Aermod offre una stima più elevata delle concentrazioni medie annuali nello scenario ante operam (circa il doppio di quanto stimato con Calpuff). Una sovrastima delle concentrazioni in tale scenario non è cautelativa, tuttavia, la concentrazione stimata da Calpuff per il post operam è molto più bassa, circa un ordine di grandezza rispetto a quanto valutato con Aermod, che quindi in questo scenario risulta più cautelativo.

Confrontando le tavole delle differenze tra i due scenari (Tavola 3 per quanto concerne le modellizzazioni con Aermod e Tavola 10 per il software Calpuff) si nota che i risultati ottenuti con Aermod sono più cautelativi nell'area attorno alle centrali: il modello stima concentrazioni al suolo più elevate nello scenario post operam, quindi, rispetto alla situazione attuale un peggioramento più marcato di quello evidenziato con l'applicazione di Calpuff. Viceversa, la tavola del confronto realizzata sulla base dei risultati del modello Calpuff è più cautelativa nell'area urbana di Alessandria, per la quale stima riduzioni più contenute, sebbene apprezzabili.

Per concludere, quindi, si può affermare che l'esercizio delle centrali per il teleriscaldamento di prevista realizzazione determinino comunque un miglioramento della qualità dell'aria nel centro urbano di Alessandria, sebbene si preveda un lieve peggioramento nelle immediate vicinanze delle centrali, specialmente quella Sud. I risultati sono confermati da entrambe le modellizzazioni.

4.2.8 OPERE E MISURE DI MITIGAZIONE

I fattori emissivi considerati nel bilancio delle emissioni e nella valutazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera hanno già tenuto conto dei sistemi per l'abbattimento dei fumi previsti nel progetto delle centrali.

Di seguito sono descritti i sistemi di abbattimento adottati per caldaie e motori.

Caldaie

Ciascuna caldaia sarà dotata di economizzatore di recupero sui fumi.

Per rispettare i limiti di emissione previsti dal progetto è stata prevista l'installazione di un sistema con bruciatori Low-NOx dotati di ricircolo fumi (ARF) per l'abbattimento degli NOx. L'insieme sarà costituito da una unità termica a 3 giri di fumo, con piastre sbordate e fondo bagnato. È previsto inoltre un economizzatore di recupero fumi realizzato in tubi alettati in acciaio inox AISI 316 (alette in lega di alluminio), disposti su più ranghi con collettori di distribuzione montati su telaio ermetico di contenimento in acciaio inox AISI 316 completo di telaio di sostegno.

Il ricircolo dei gas combusti consiste nel mettere in ricircolo una "piccola" parte (5-15%) dei gas di scarico facendoli passare dal collettore di scarico al collettore di aspirazione del ventilatore del bruciatore, per poter abbattere una parte di inquinanti presenti nei gas di scarico

I combustibili gassosi sono quasi privi di zolfo e di conseguenza i fumi di scarico sono composti principalmente da anidride carbonica (CO₂), vapore acqueo (H₂O) e azoto (N₂). Questo si ripercuote positivamente sul ricircolo dei fumi in quanto il sistema non viene intaccato né da polveri né da ruggine.

Il sistema è costituito essenzialmente da

- flangia di connessione all'uscita della caldaia, prima dell'ingresso nell'economizzatore (temperatura fumi compresa tra 110 e 150°C)
- condotto di ricircolo DN 150 coibentato e dotato di sistema di scarico condensa; eseguito con leggera pendenza (tratto sub-orizzontale) con una curva con raccolta e scarico condensa prima della curva di innesto all'apposito attacco sul ventilatore
- sonda Pt1000
- valvola a farfalla di regolazione DN150,
- valvola di intercettazione manuale DN150,

Di primaria importanza è la particolare struttura della camera di miscelazione, che in combinazione con il sistema di regolazione digitale garantisce una elevata stabilità di fiamma ed un funzionamento sicuro. Il sistema compatto per il ricircolo dei fumi con serranda aria integrata e l'inserimento della sonda di temperatura a bordo del bruciatore permettono già in fabbrica la verifica completa del sistema. Il programmatore digitale è in grado di gestire la quantità dei fumi in funzione della temperatura, in ogni fase di funzionamento per ottenere un comportamento sicuro all'avviamento a freddo, una elevata prontezza di funzionamento ed il mantenimento dei valori limite NOx.

Motori

Per rispettare i limiti restrittivi imposti alle emissioni è stato previsto un sistema di abbattimento degli NOx mediante SCR.

L'insieme è quindi costituito da una unità termica a 2 giri di fumo, con piastre sbordate e fondobagnato, in grado di garantire all'uscita il range di temperature ideali al funzionamento di un sistema DeNOx SCR specificatamente concepito.

La temperatura dei fumi in uscita dal DeNOx SCR verrà ulteriormente abbattuta a mezzo di un generatore di calore di recupero che fungerà da stadio economizzatore.

Al fine di garantire una temperatura ottimale dei gas in ingresso al DeNOx, sarà previsto un attemperatore, costituito da uno speciale bruciatore in vena d'aria, il cui compito è quello di garantire che il flusso in ingresso alla camera di iniezione urea (antistante la sezione contenente il catalizzatore) sia sempre caratterizzato da una temperatura ottimale.

La temperatura fumi corretta in questa sezione è infatti estremamente importante al fine di garantire un'elevata efficienza del gruppo SCR DeNOx, unitamente ad un'ottimizzazione del consumo/efficienza del catalizzatore stesso. In tal modo si riesce a preriscaldare e predisporre l'SCR DeNOx alle condizioni operative in brevissimo tempo, anche durante i transitori (es. accensione generatore).

Per quanto attiene le emissioni durante la fase di realizzazione dell'impianto è stato richiesto per la Centrale Sud (e lo sarà analogamente per quella Nord) alle imprese di adottare tutti gli accorgimenti utili alla riduzione delle emissioni con specifica attenzione alle polveri.

In maniera analoga a quanto implementato per la costruzione della Centrale Sud, anche per quella Nord la misura più efficace e di uso più comune di contenimento delle immissioni in atmosfera nel corso delle attività edili è la bagnatura delle fonti di polvere.

Nello specifico si prevede la bagnatura delle aree di transito all'interno del cantiere di costruzione.

Si prevede anche la periodica bagnatura delle pile di stoccaggio temporaneo dei cumuli di terreno scavato e degli altri cumuli di inerti, in particolar modo nei periodi caratterizzati da forti velocità del vento e condizioni di siccità.

Per quanto concerne le emissioni di polveri durante le fasi di movimentazione, si prevede l'utilizzo di coperture per i mezzi adibiti al trasporto degli inerti all'esterno delle aree di cantiere e di appositi scivoli per lo scarico dei materiali.

4.2.9 SISTEMI DI MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI E DELLE CONCENTRAZIONI

Per monitorare le emissioni in atmosfera derivanti dal processo di combustione dei Cogeneratori e delle Caldaie delle due centrali, per la centrale Sud nell'assetto autorizzato è prevista l'installazione di un sistema di monitoraggio delle emissioni degli effluenti gassosi (**SME**) comprendente sistemi di analisi delle emissioni e un sistema di elaborazione ed archiviazione dati. Le grandezze controllate saranno:

- concentrazione di NO_x e NO₂,
- concentrazione di CO,
- concentrazione di O₂,
- temperatura fumi.

Velocità, portata e umidità (quest'ultimo parametro solo per i cogeneratori) dei fumi saranno invece dedotti analiticamente dai dati sopra elencati, come da Presa d'atto dell' "Istanza di modifica non sostanziale delle prescrizioni relative al sistema di monitoraggio fumi (SME)" della Provincia di Alessandria, emessa in data 14/11/2019 con protocollo n.p.g. 72047.

Lo SME sarà rispondente alla normativa vigente in fatto di materia ambientale (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.), e gli analizzatori avranno tutti certificazione QAL1.

Si prevede di adottare un analogo sistema di monitoraggio anche per gli impianti ancora da autorizzare.

Ogni impianto è dotato di una propria cabina di analisi in continuo delle emissioni in atmosfera, dove sono installate la strumentazione e le apparecchiature per la determinazione, registrazione ed archiviazione dei parametri relativi ai fumi di combustione. Per gli inquinanti i dati saranno espressi come dato tal quale, riferiti alla percentuale di ossigeno di riferimento normativo e massici. Le modalità di realizzazione e gestione di ogni sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni e dei parametri di processo, saranno concordate con gli Enti di controllo.

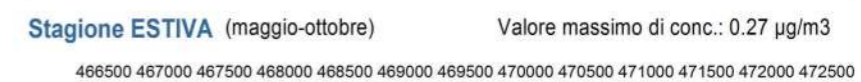
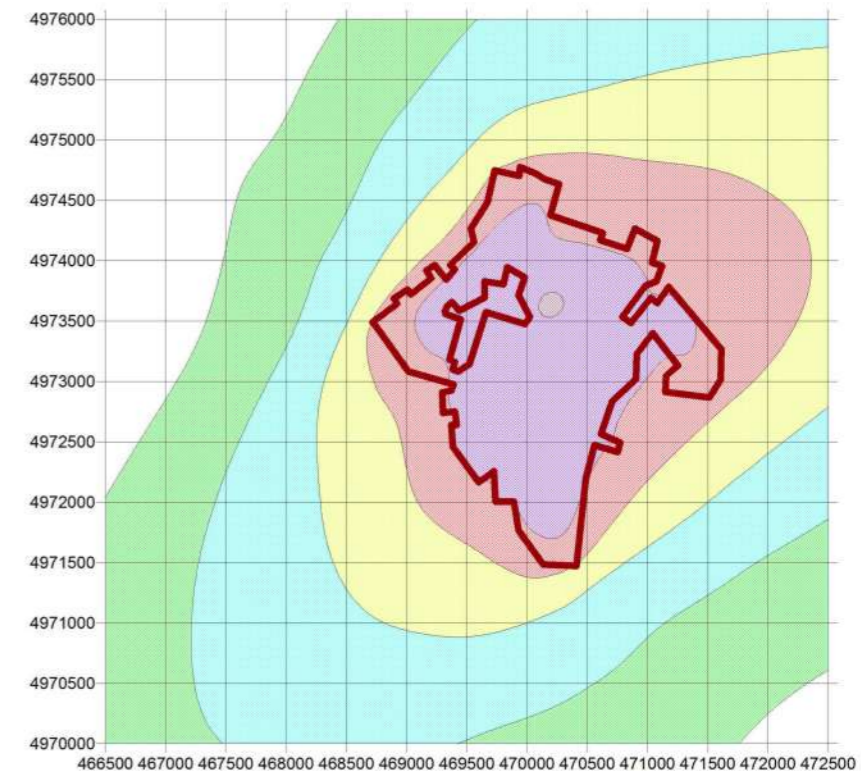
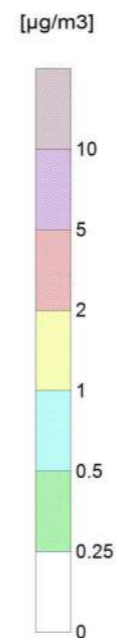
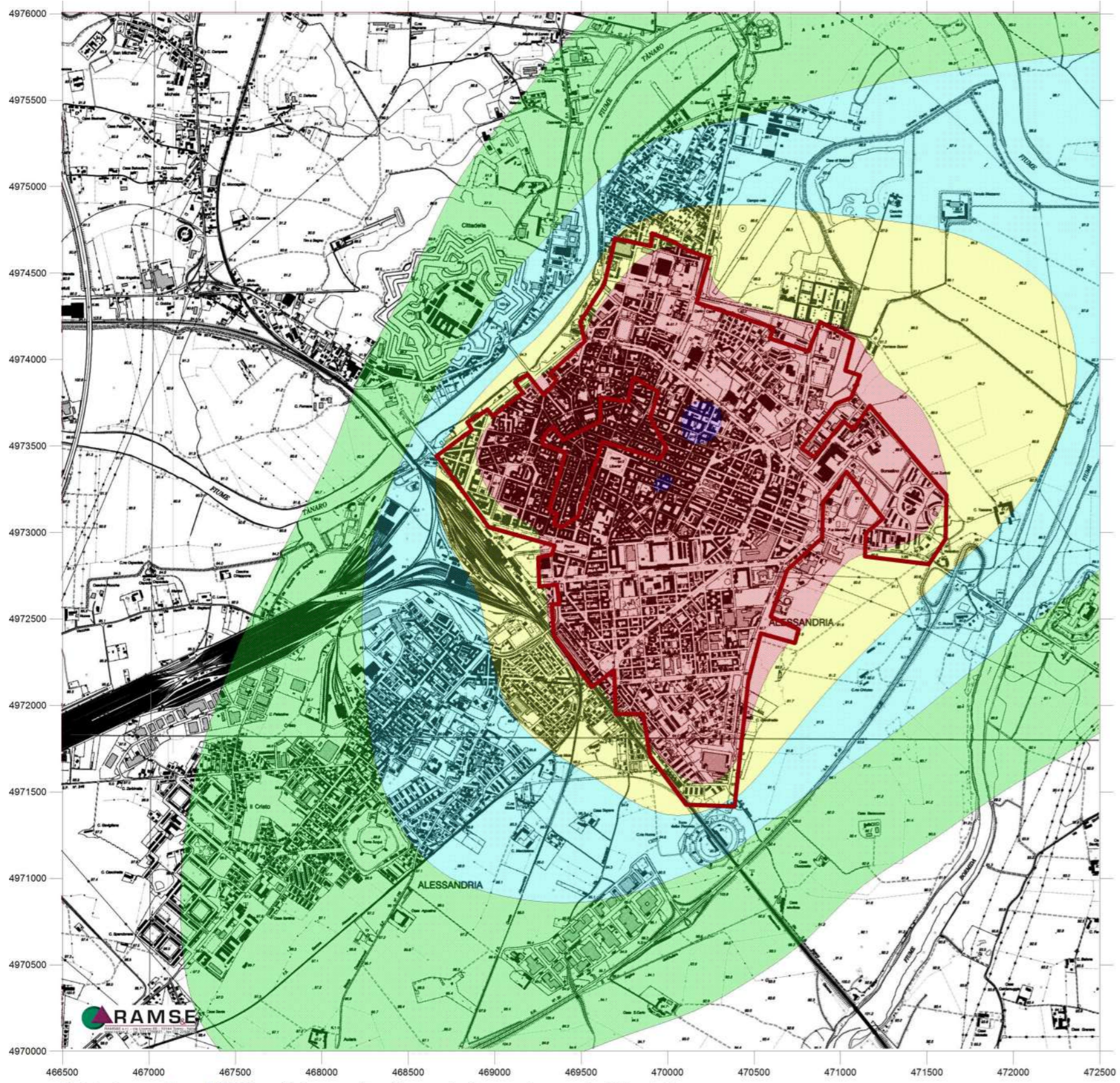
I dati raccolti da ogni sistema, dopo essere stati validati, sono memorizzati e archiviati e mantenuti a disposizione degli Enti di autorizzazione e controllo.


I sistemi di monitoraggio in continuo delle emissioni potranno consentire, ove richiesto, di rendere disponibili i dati in tempo reale in postazioni remote, secondo le modalità definite dall'ARPA Piemonte. In tal caso sarebbe adottata una procedura basata su un sito WEB, attraverso la quale l'ARPA Piemonte può interrogare il sistema di raccolta dati e ricevere in tempo reale le informazioni su emissioni e produzione degli impianti.

L'intero sistema di monitoraggio delle emissioni in continuo acquisisce, inoltre, i parametri di funzionamento degli impianti, dai rispettivi sistemi di regolazione controllo e supervisione.



**Quadro Ambientale
ALLEGATO 4.2.A
MAPPE DEI LIVELLI DI CONCENTRAZIONE DEGLI
INQUINANTI NELL'ARIA AMBIENTE**



SORGENTI:  Inviluppo impianti di riscaldamento di prevista sostituzione

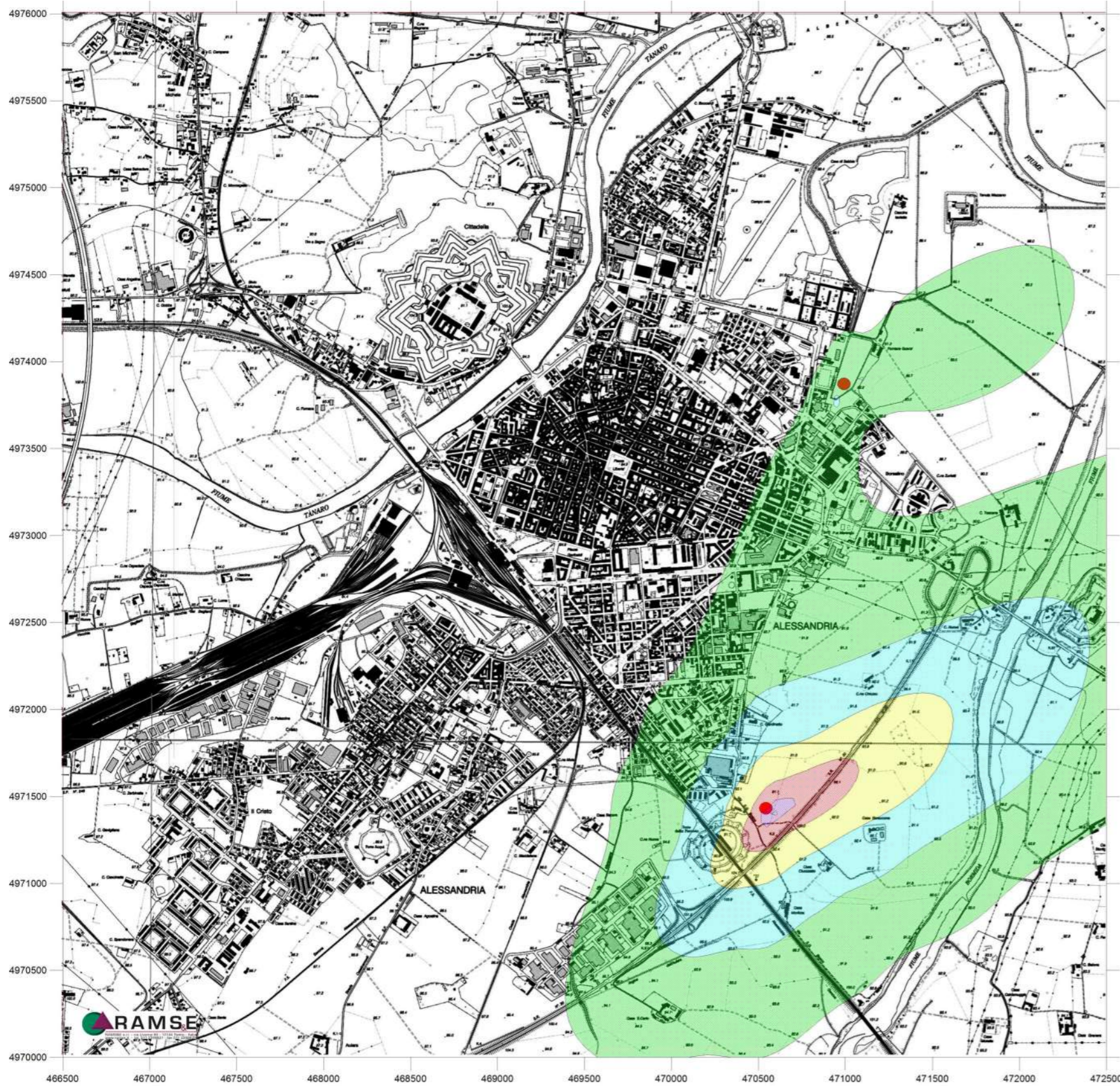
SCENARIO ANTE OPERAM - INQUINANTE NO_x
CARTA DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA/STAGIONALE INDOTTA DAGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO
E ACQUA SANITARIA DI PREVISTA DIMISSIONE
 [concentrazioni espresse in µg/m³ - Aermod dispersion model]

TAVOLA 1



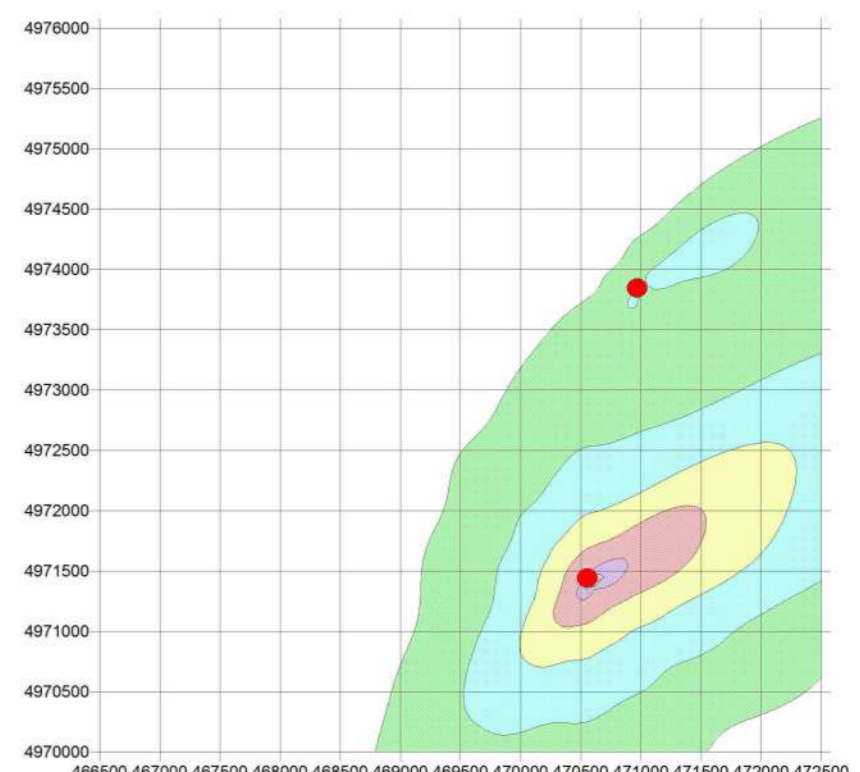
PROVINCIA DI
ALESSANDRIA
COMUNE DI
ALESSANDRIA





Valutazione su base ANNUA: Valore massimo di concentrazione media annuale: 11.32 µg/m3

SORGENTI: ● Localizzazione delle centrali di teleriscaldamento in progetto



Stagione INVERNALE (novembre-aprile) Valore massimo di conc.: 20.22 µg/m3

Stagione ESTIVA (maggio-ottobre) Valore massimo di conc.: 2.59 µg/m3

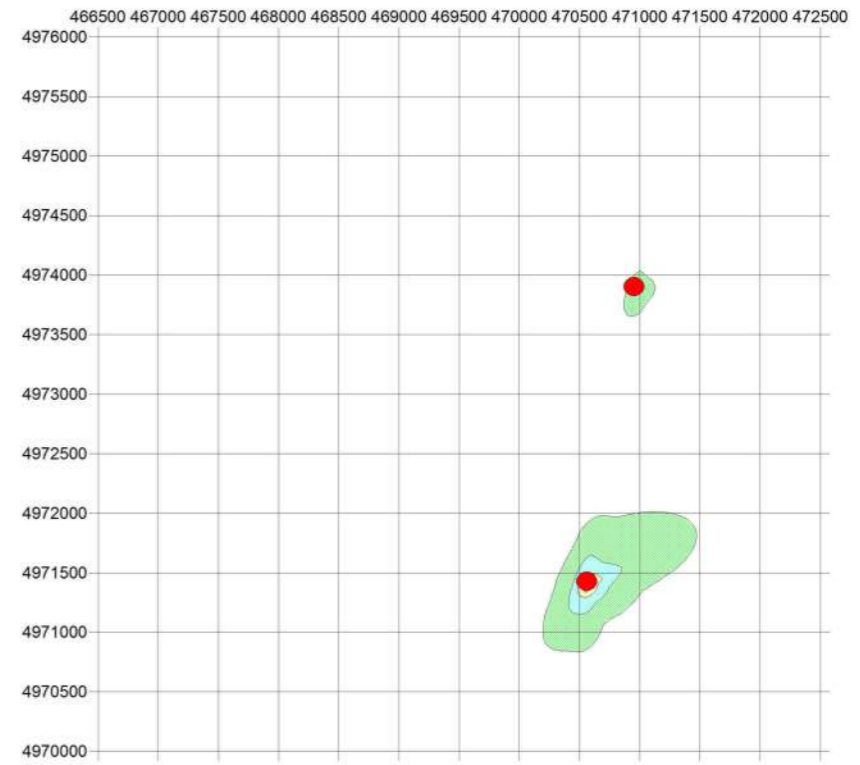
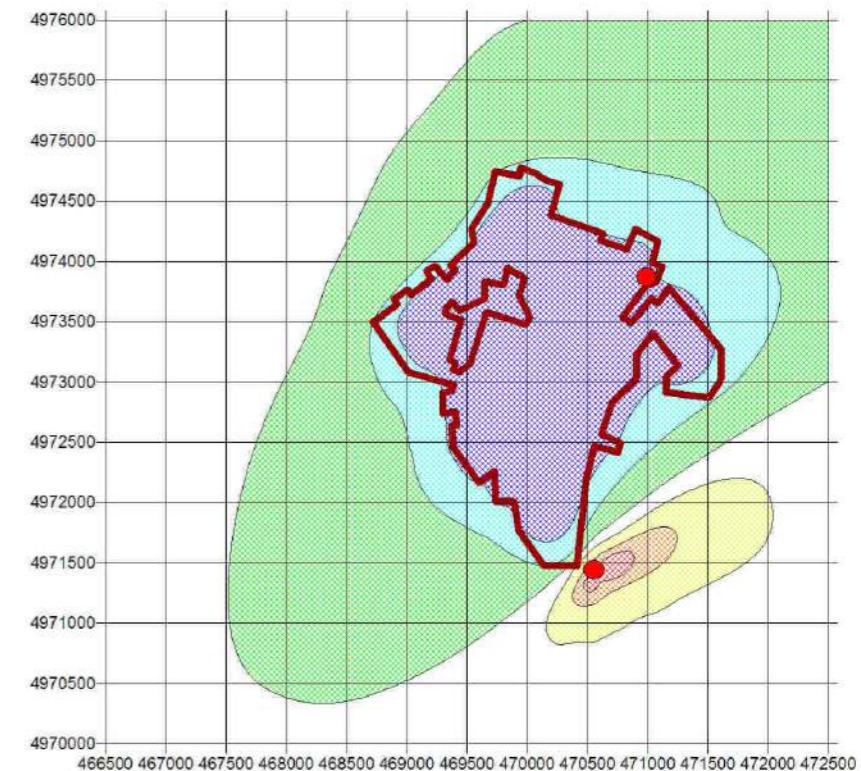
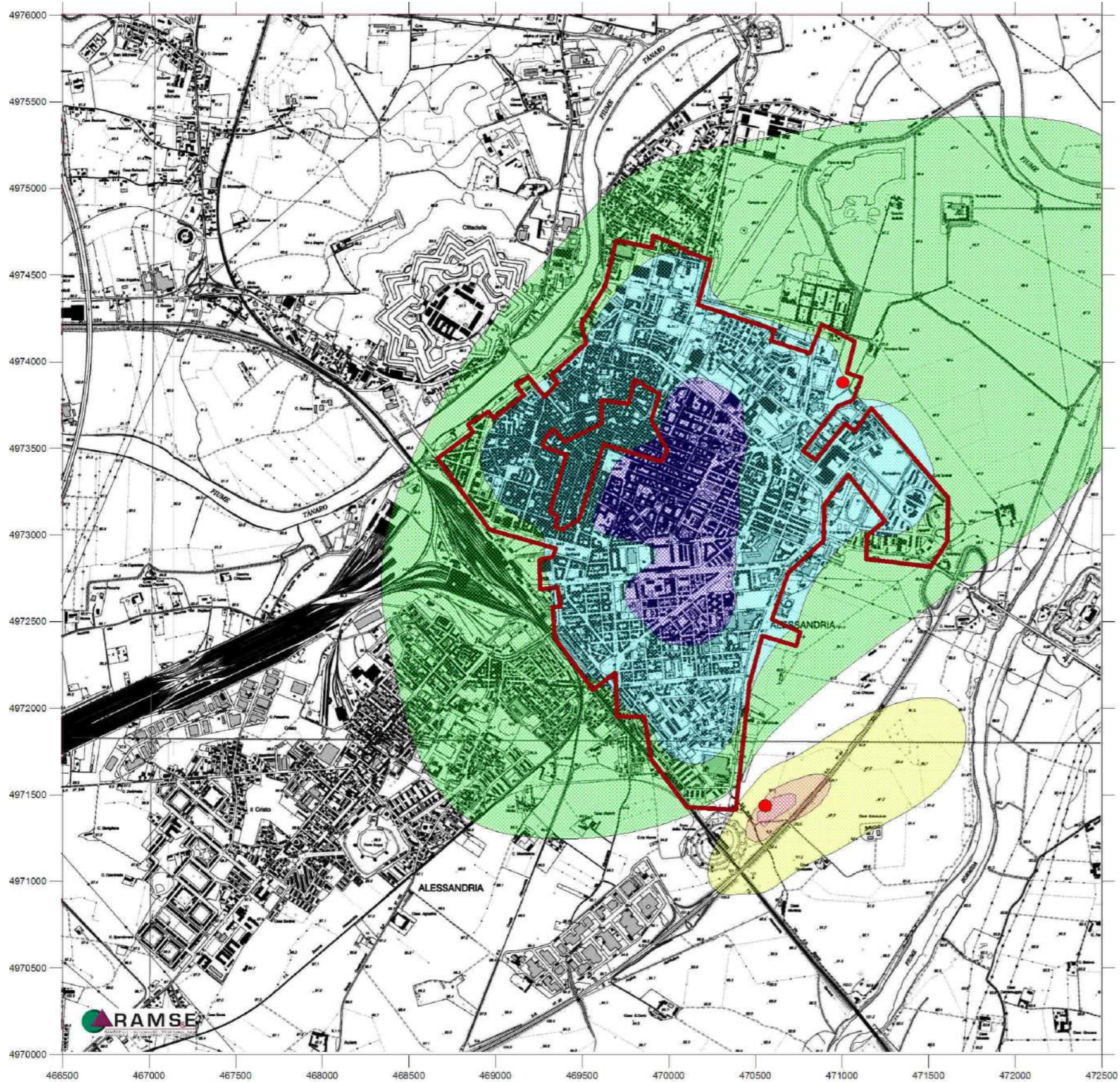


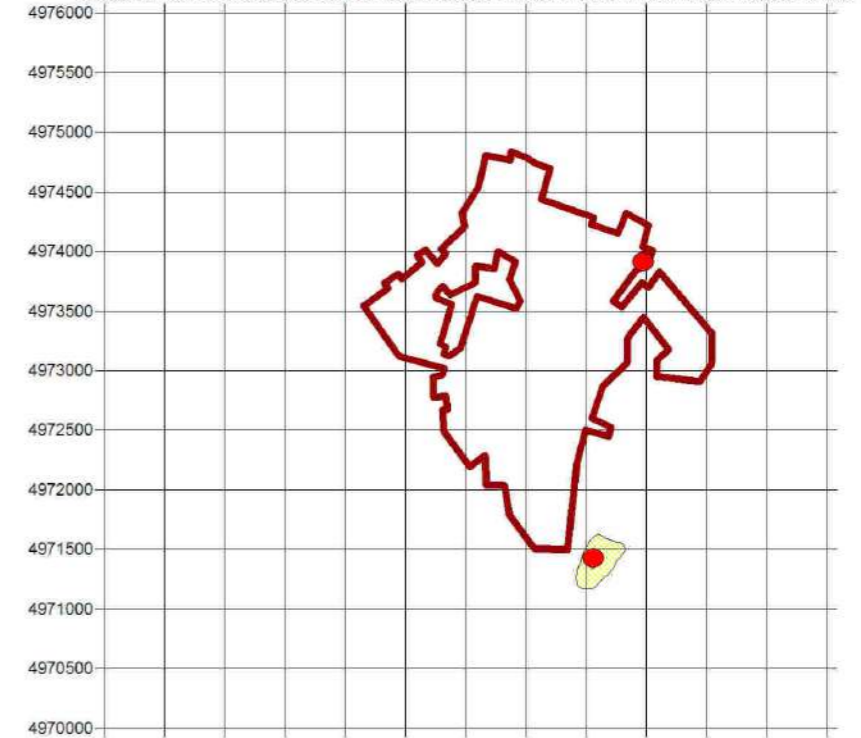
TAVOLA 2


 PROVINCIA DI ALESSANDRIA
 COMUNE DI ALESSANDRIA
COMPLETAMENTO DEL SISTEMA DI Teleriscaldamento DELLA CITTÀ DI ALESSANDRIA
Studio di Impatto Ambientale

SCENARIO POST OPERAM A REGIME - INQUINANTE NOx
CARTA DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA/STAGIONALE
INDOTTA DAGLI IMPIANTI DELLE CENTRALI DI Teleriscaldamento IN PROGETTO
 [concentrazioni espresse in µg/m3 - Aermot dispersion model]



Stagione ESTIVA (maggio-ottobre) Valore min di var della conc.: -0.20 µg/m³
Valore max di var della conc.: +2.56 µg/m³



SORGENTI: — Involuppo impianti di riscaldamento di prevista sostituzione ● Localizzazione delle centrali di teleriscaldamento in progetto

CONFRONTO SCENARIO ANTE OPERAM - POST OPERAM A REGIME - INQUINANTE NO_x
CARTA DELLE DIFFERENZE DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE/STAGIONALI

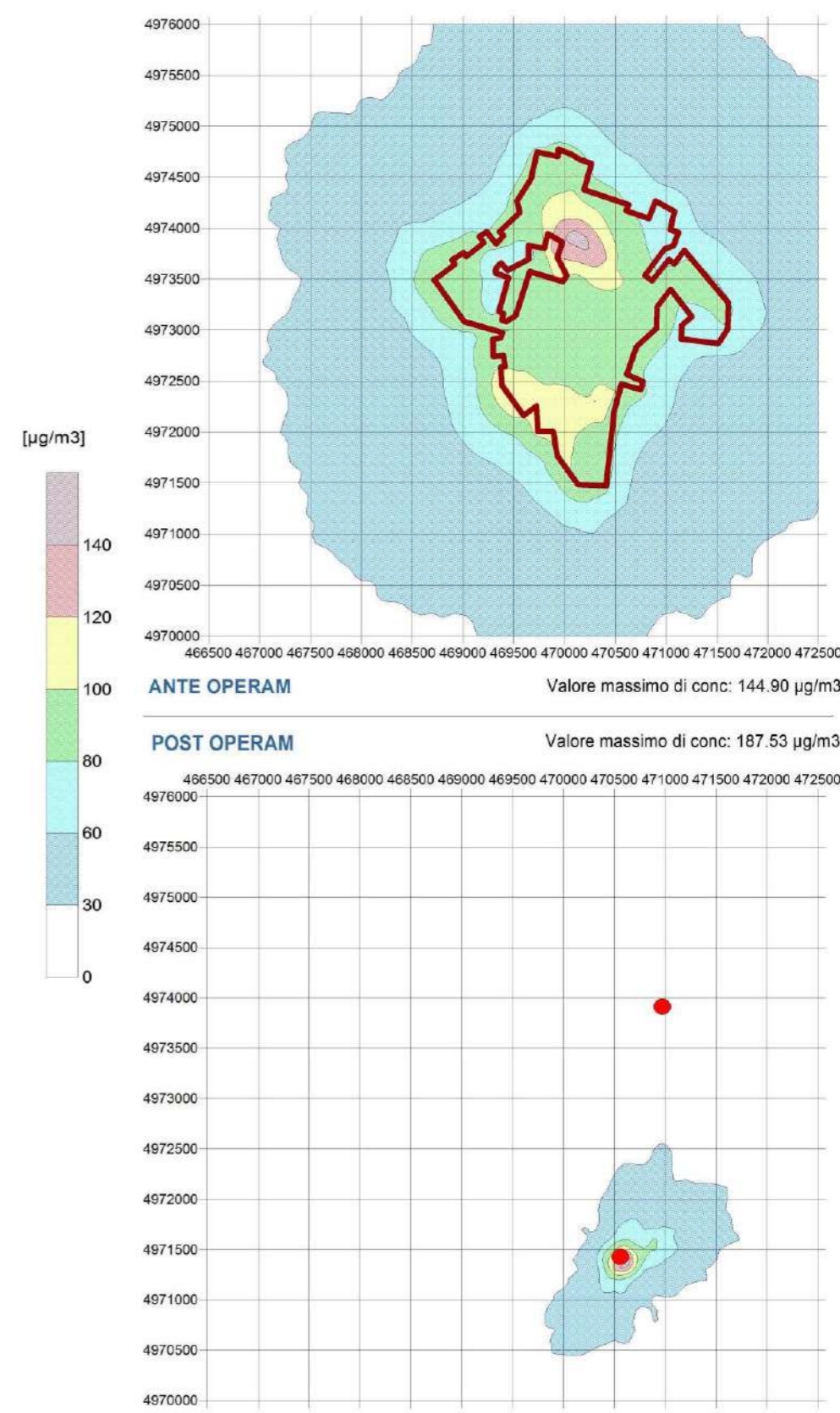
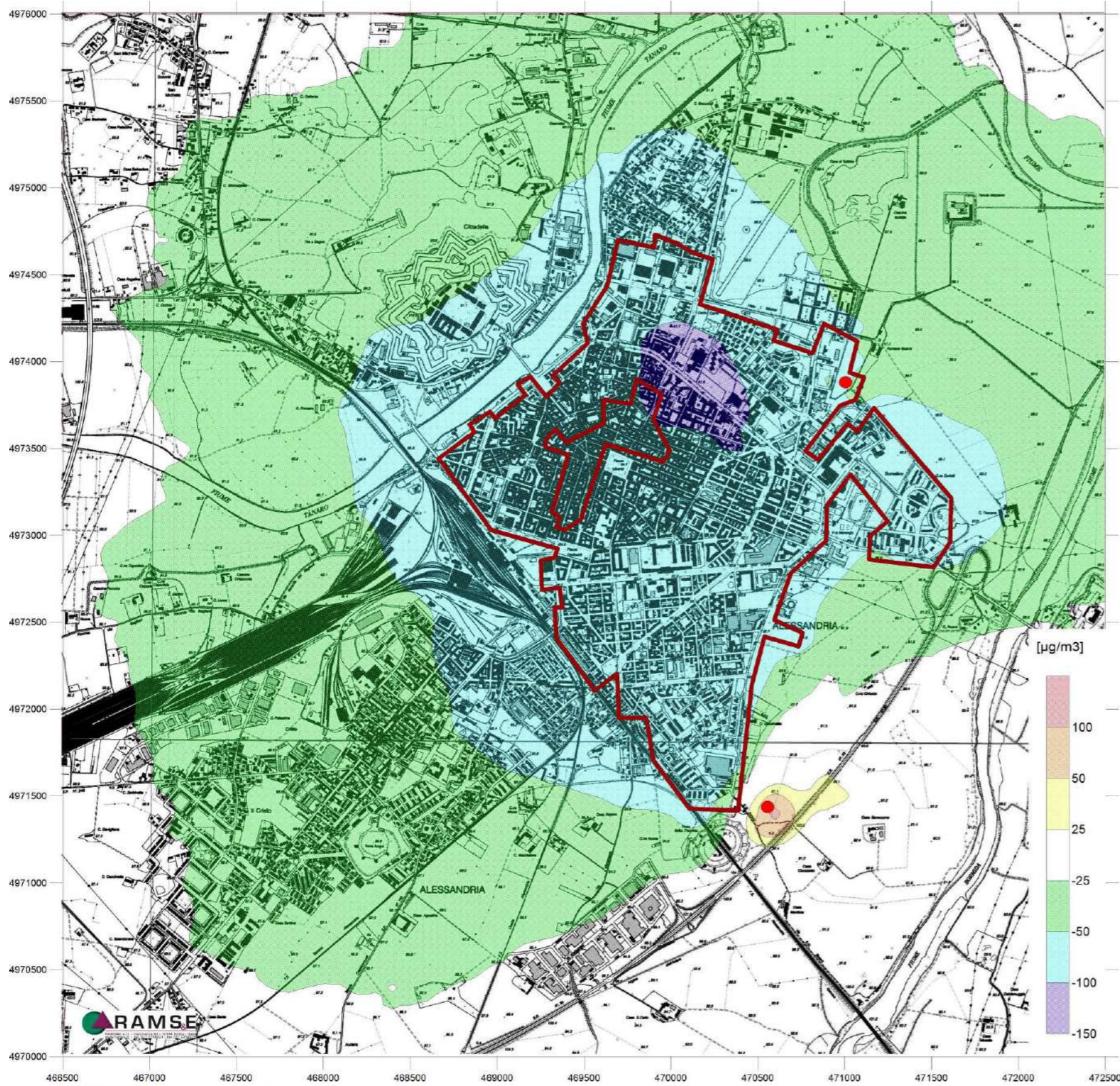
[concentrazioni espresse in µg/m³ - Aermol dispersion model]

TAVOLA 3



PROVINCIA DI ALESSANDRIA
COMUNE DI ALESSANDRIA





SORGENTI: — Involuppo impianti di riscaldamento di prevista sostituzione ● Localizzazione delle centrali di teleriscaldamento in progetto

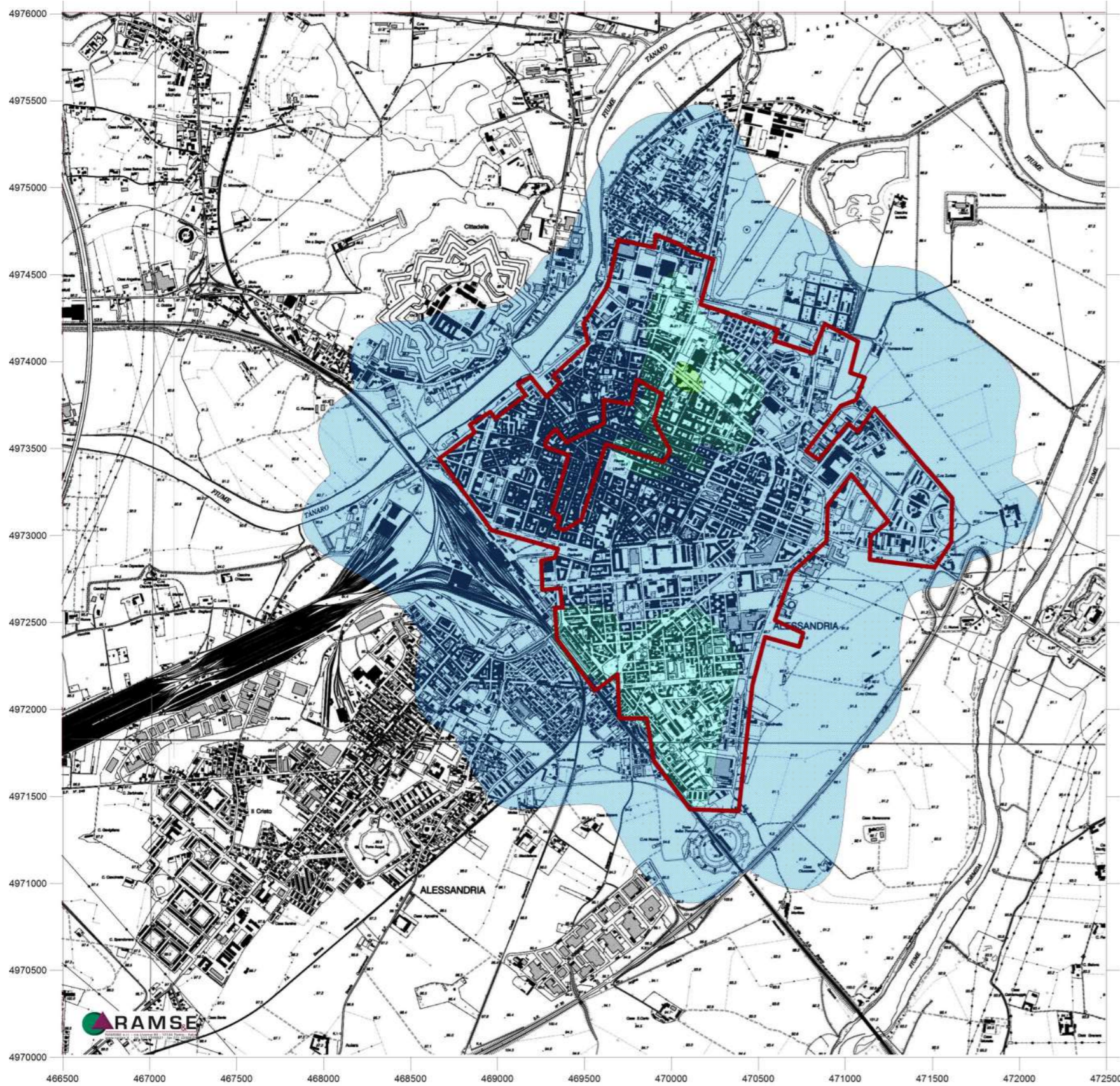
SCENARI ANTE OPERAM, POST OPERAM A REGIME E CONFRONTO - INQUINANTE NO_x
CARTA DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ORARIA SUPERATA NON PIU' DI 18 VOLTE/ANNO

[concentrazioni espresse in µg/m³ - Aermod dispersion model]

TAVOLA 4

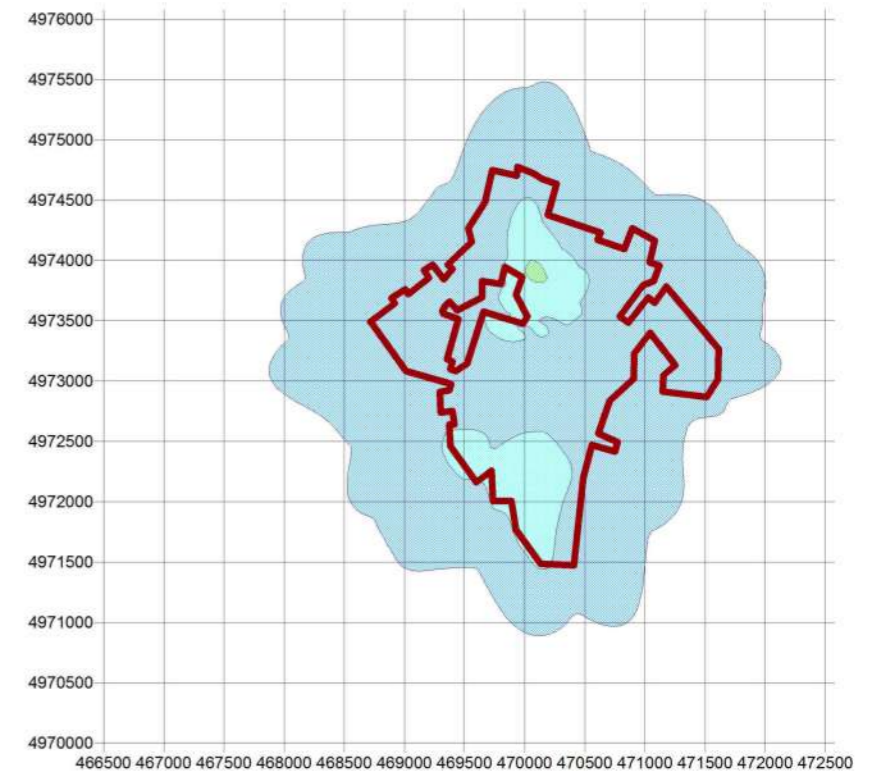
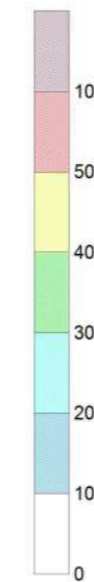
COMPLETAMENTO DEL SISTEMA
 DI TELERISCALDAMENTO
 DELLA CITTÀ DI ALESSANDRIA

Studio di Impatto Ambientale



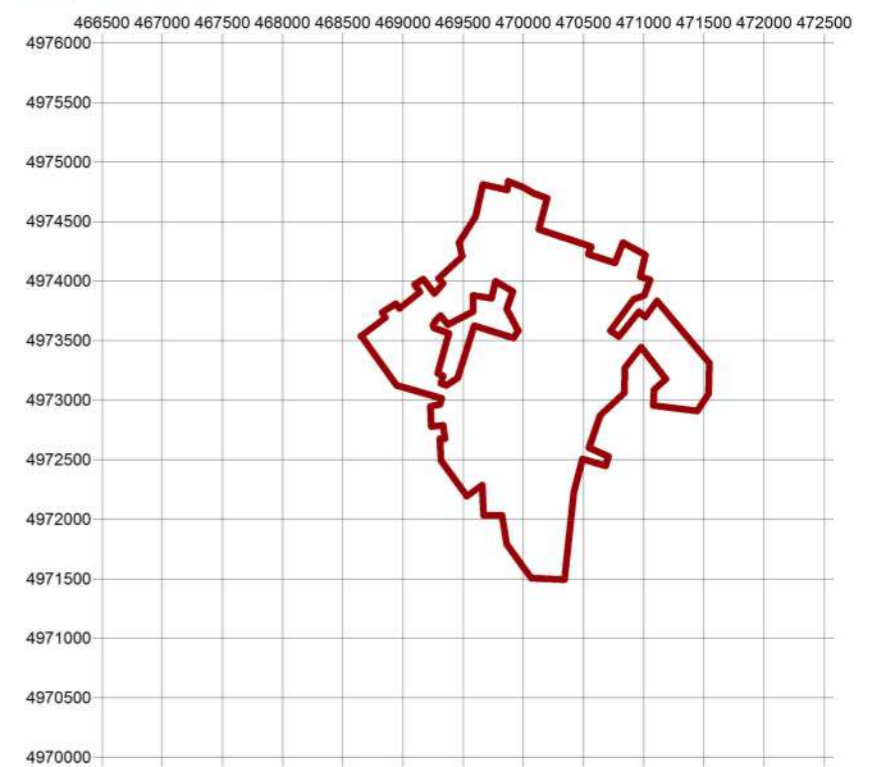
Valutazione su base ANNUA: Valore massimo di concentrazione media annuale: 31.75 µg/m³


[µg/m³]



Stagione INVERNALE (novembre-aprile) Valore massimo di conc.: 31.75 µg/m³

Stagione ESTIVA (maggio-ottobre) Valore massimo di conc.: 1.19 µg/m³



SORGENTI:  Inviluppo impianti di riscaldamento di prevista sostituzione

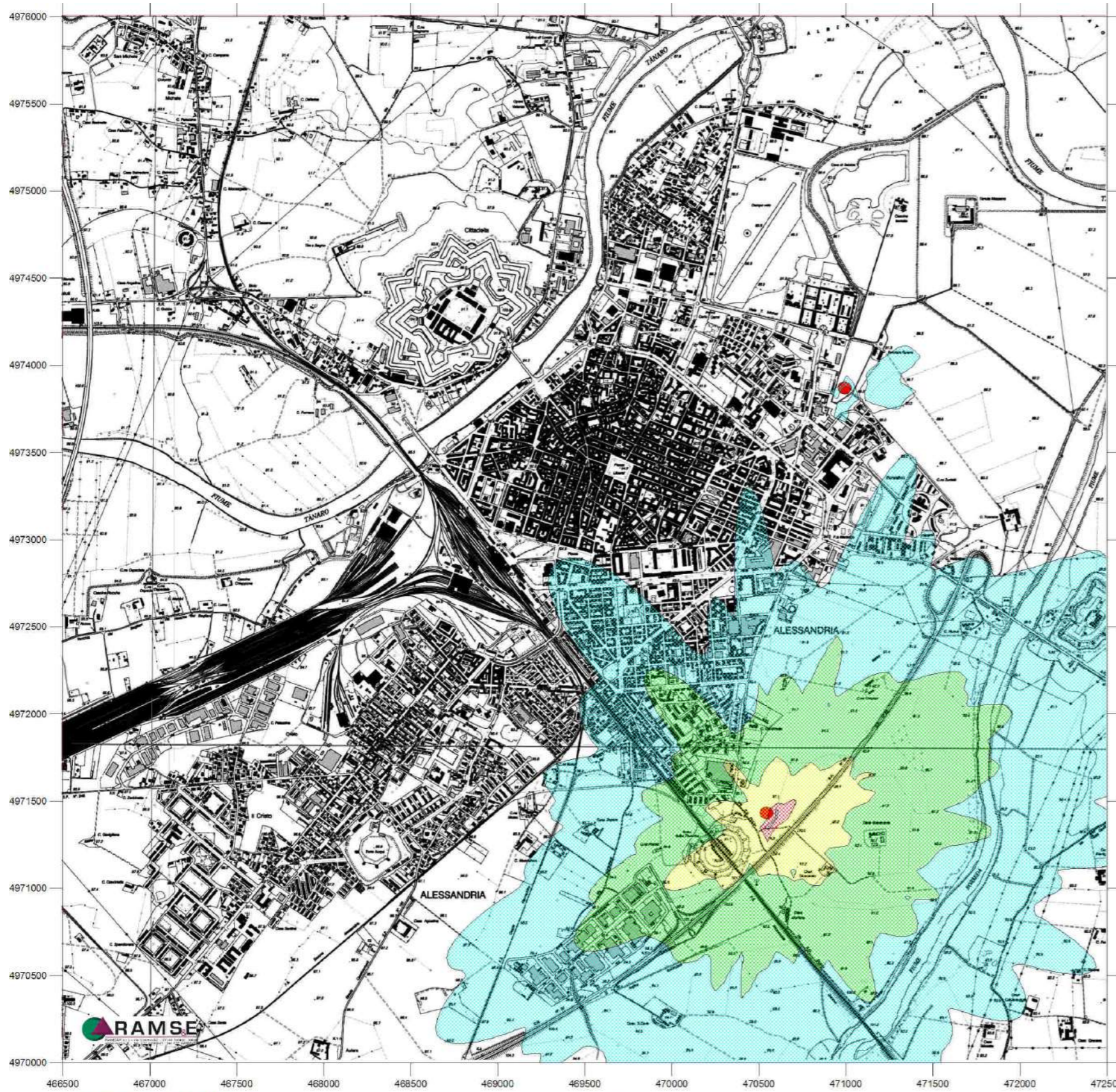
SCENARIO ANTE OPERAM - INQUINANTE CO
CARTA DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA TRA LE MEDIE SU 8 ORE CONSECUTIVE ANNUA/STAGIONALE
INDOTTA DAGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E ACQUA SANITARIA DI PREVISTA DIMISSIONE
 [concentrazioni espresse in µg/m³ - Aermol dispersion model]

TAVOLA 5

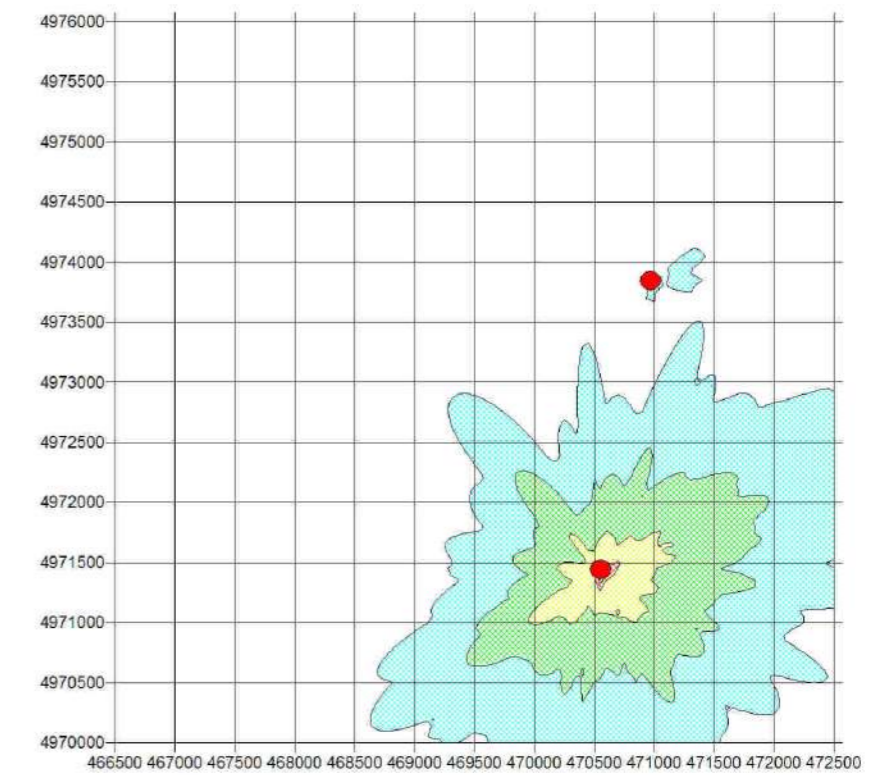
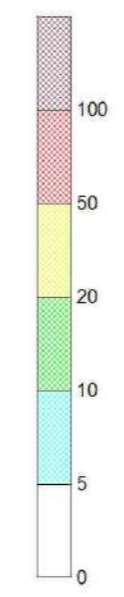
 **TELENERGIA**
ALESSANDRIA TELERISCALDAMENTO

PROVINCIA DI
ALESSANDRIA
COMUNE DI
ALESSANDRIA

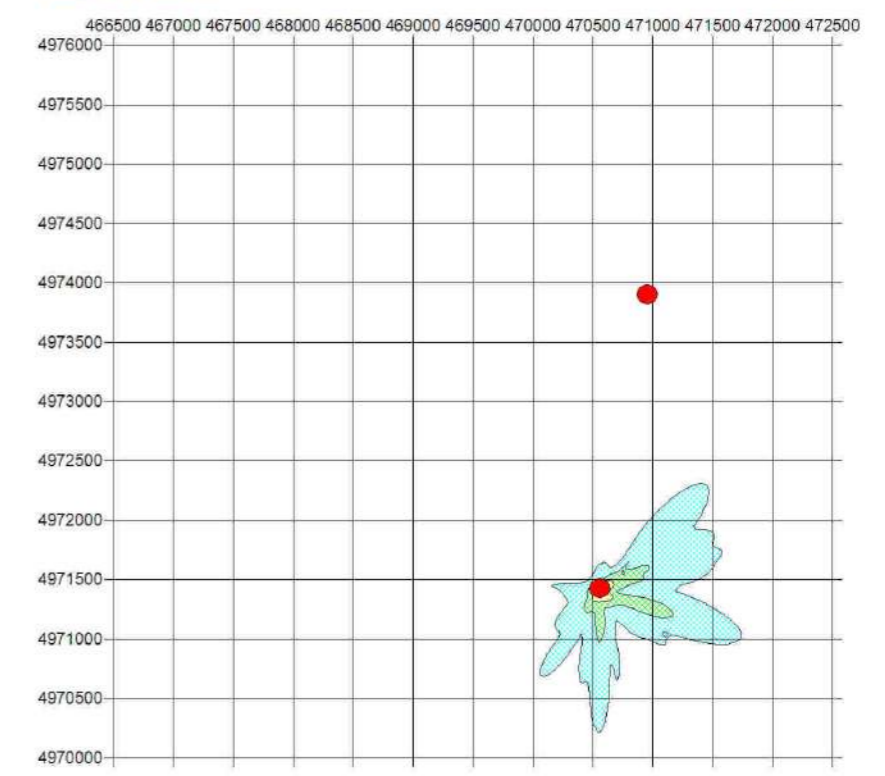




[µg/m³]



Stagione ESTIVA (maggio-ottobre) Valore massimo di conc.: 55.90 µg/m³

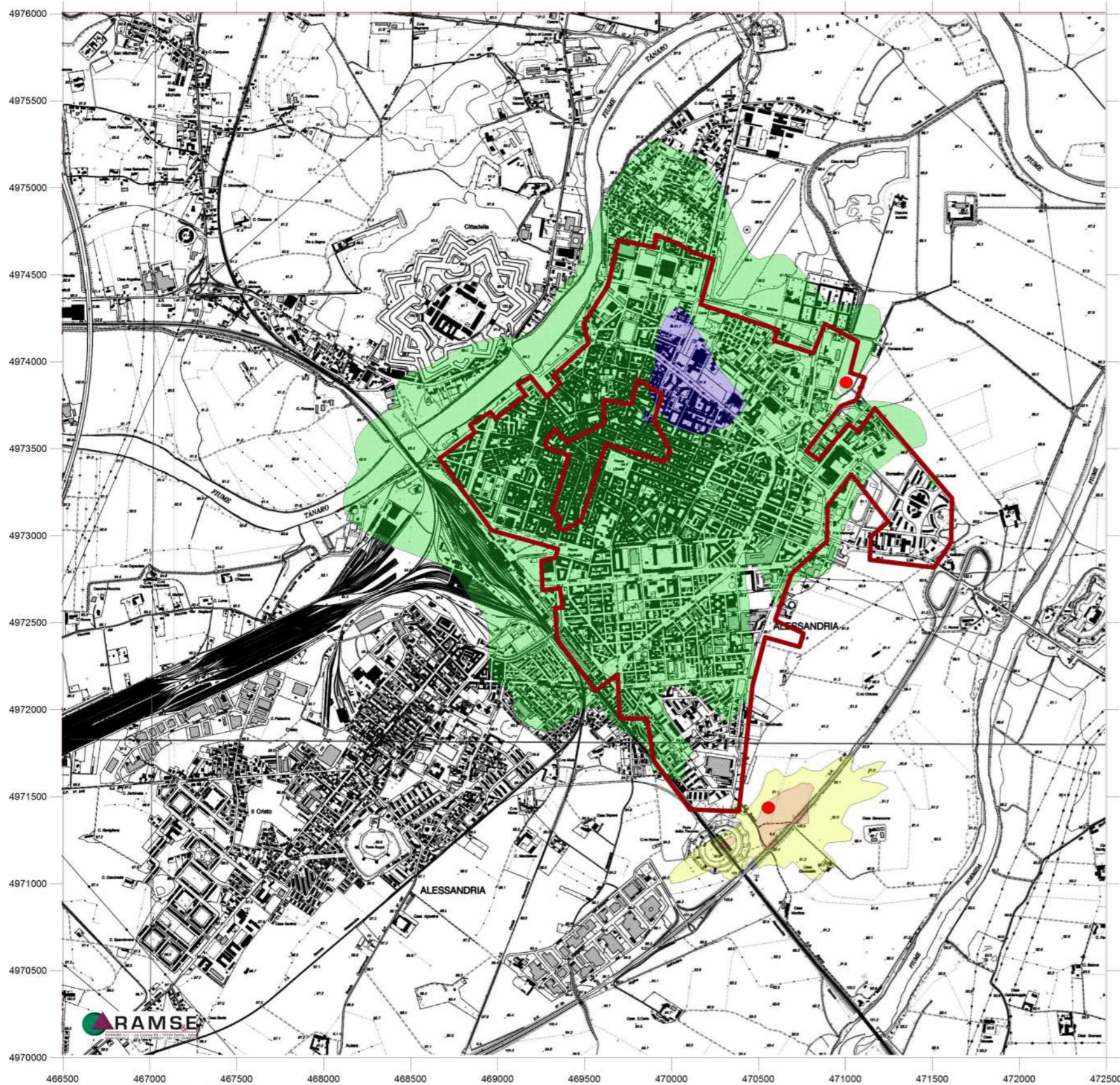


SORGENTI: ● Localizzazione delle centrali di teleriscaldamento in progetto

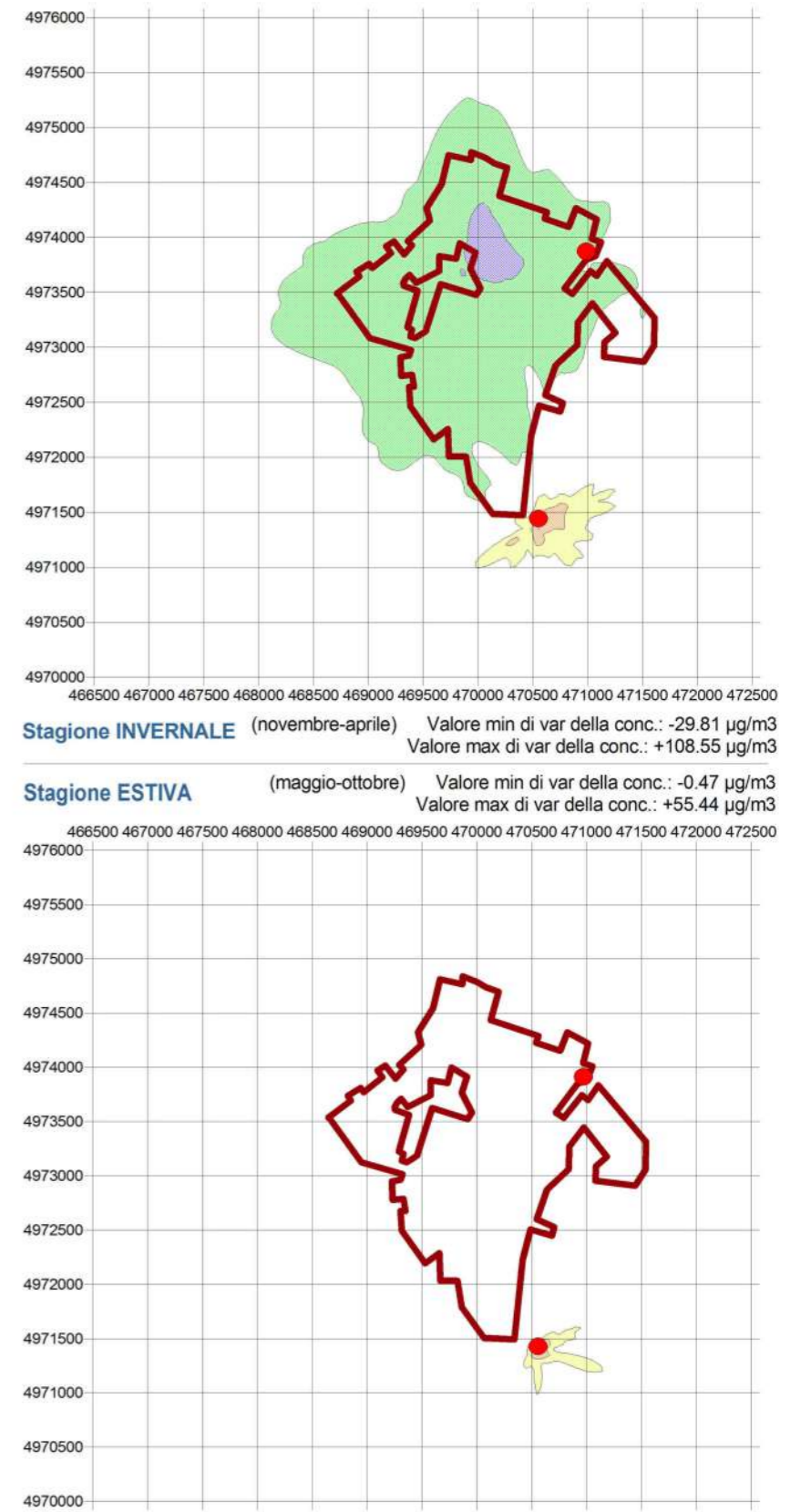
SCENARIO POST OPERAM A REGIME - INQUINANTE CO
CARTA DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA TRA LE MEDIE SU 8 ORE CONSECUTIVE ANNUA/STAGIONALE
INDOTTA DAGLI IMPIANTI DELLE CENTRALI DI TELERISCALDAMENTO IN PROGETTO
 [concentrazioni espresse in µg/m³ - Aermol dispersion model]

TAVOLA 6

COMPLETAMENTO DEL SISTEMA DI TELERISCALDAMENTO DELLA CITTÀ DI ALESSANDRIA
Studio di Impatto Ambientale



Valutazione su base ANNUA: Valori massimo e minimo di variazione della concentrazione: - 29.83 µg/m³, + 108.06 µg/m³



Stagione INVERNALE (novembre-aprile) Valore min di var della conc.: -29.81 µg/m³
Valore max di var della conc.: +108.55 µg/m³

Stagione ESTIVA (maggio-ottobre) Valore min di var della conc.: -0.47 µg/m³
Valore max di var della conc.: +55.44 µg/m³

TAVOLA 7

TELENERGIA
ALESSANDRIA TELERISCALDAMENTO

PROVINCIA DI
ALESSANDRIA
COMUNE DI
ALESSANDRIA

SORGENTI: — Involuppo impianti di riscaldamento di prevista sostituzione ● Localizzazione delle centrali di teleriscaldamento in progetto

CONFRONTO SCENARIO ANTE OPERAM - POST OPERAM A REGIME - INQUINANTE CO
CARTA DELLE DIFCERENZE DELLE CONCENTRAZIONI MASSIME TRA LE MEDIE SU 8 ORE CONSECUTIVE
ANNUE/STAGIONALI
[concentrazioni espresse in µg/m³ - Aermod dispersion model]



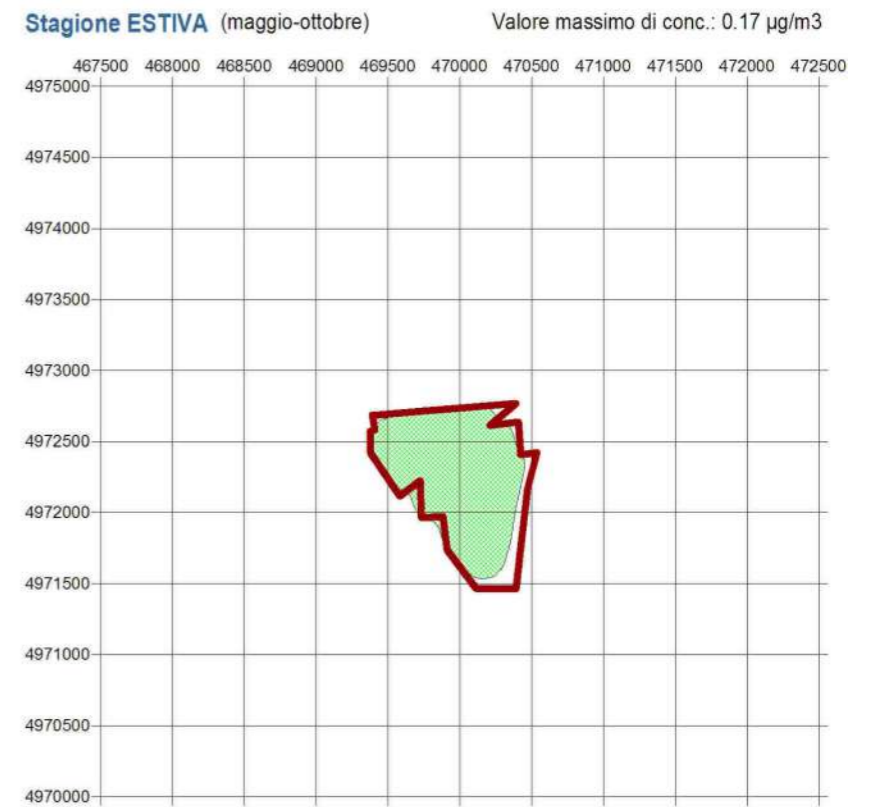
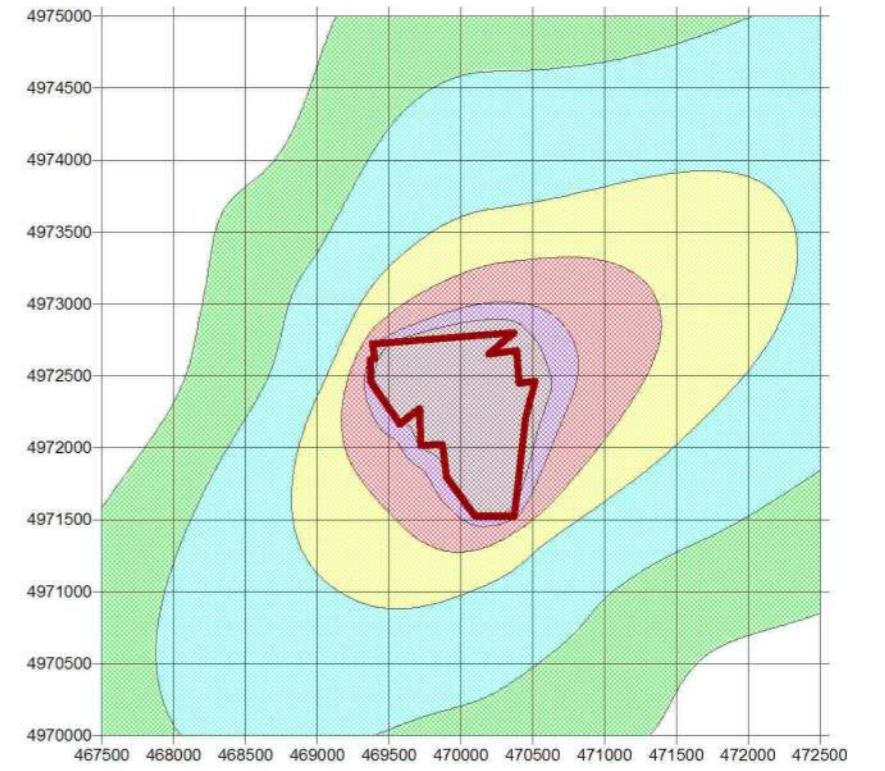
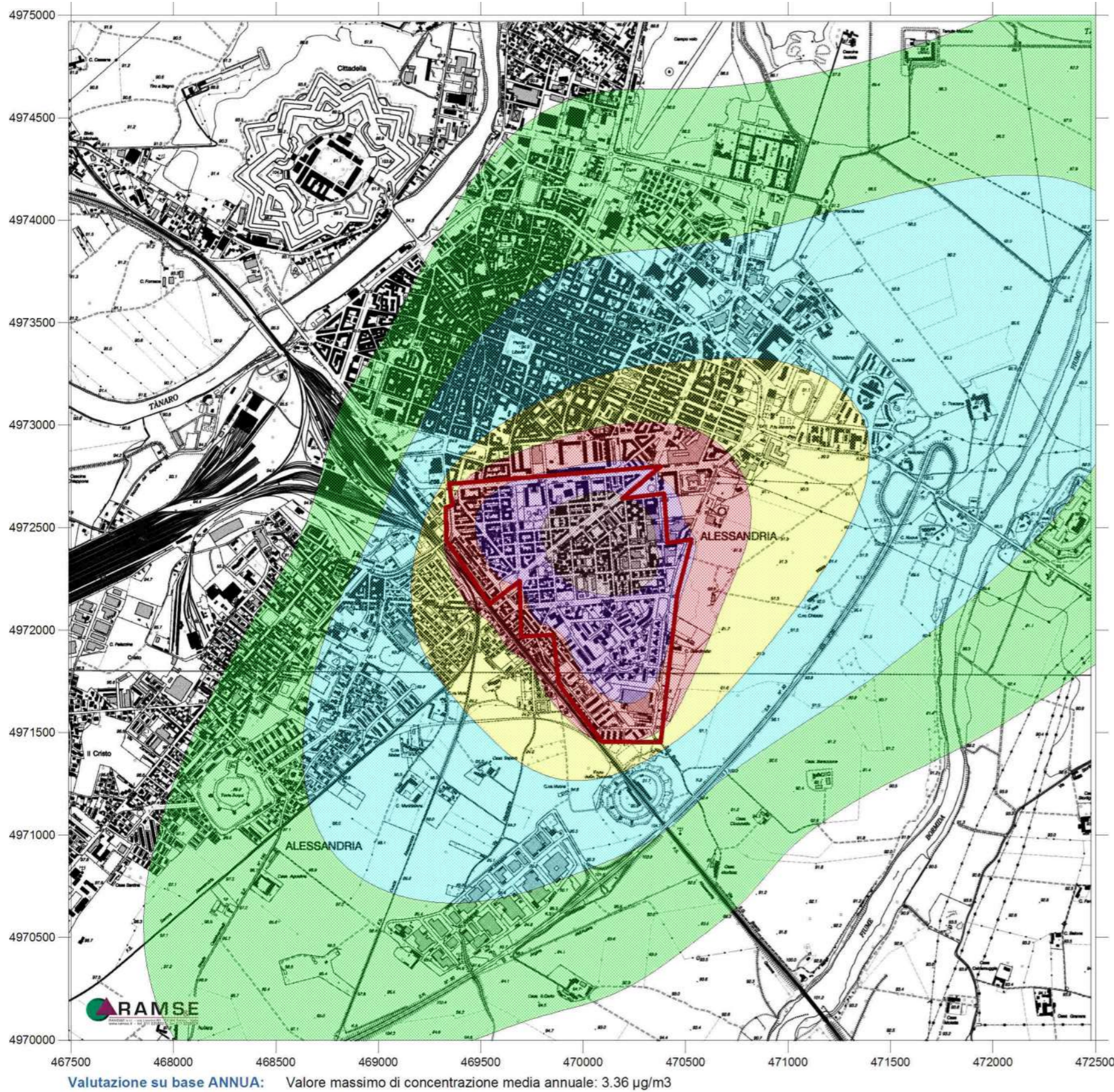


TAVOLA 8

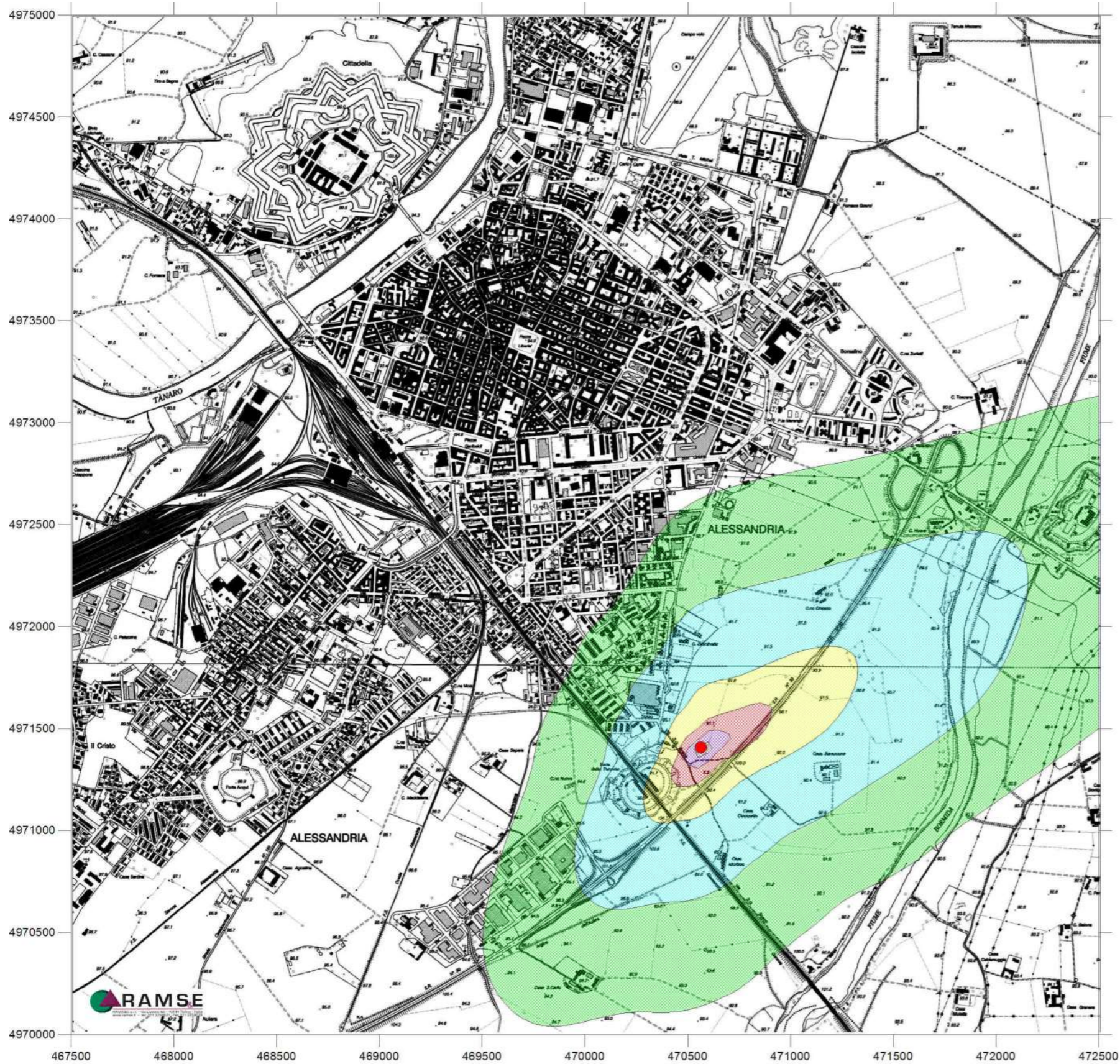


PROVINCIA DI ALESSANDRIA
COMUNE DI ALESSANDRIA

SORGENTI: — Inviluppo impianti di riscaldamento di prevista sostituzione (prima porzione nello scenario intermedio)

SCENARIO ANTE OPERAM (INTERMEDIO) - INQUINANTE NO_x
CARTA DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA/STAGIONALE
INDOTTA DAGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E ACQUA SANITARIA DI PREVISTA DIMISSIONE
 [concentrazioni espresse in µg/m³ - Aermol dispersion model]



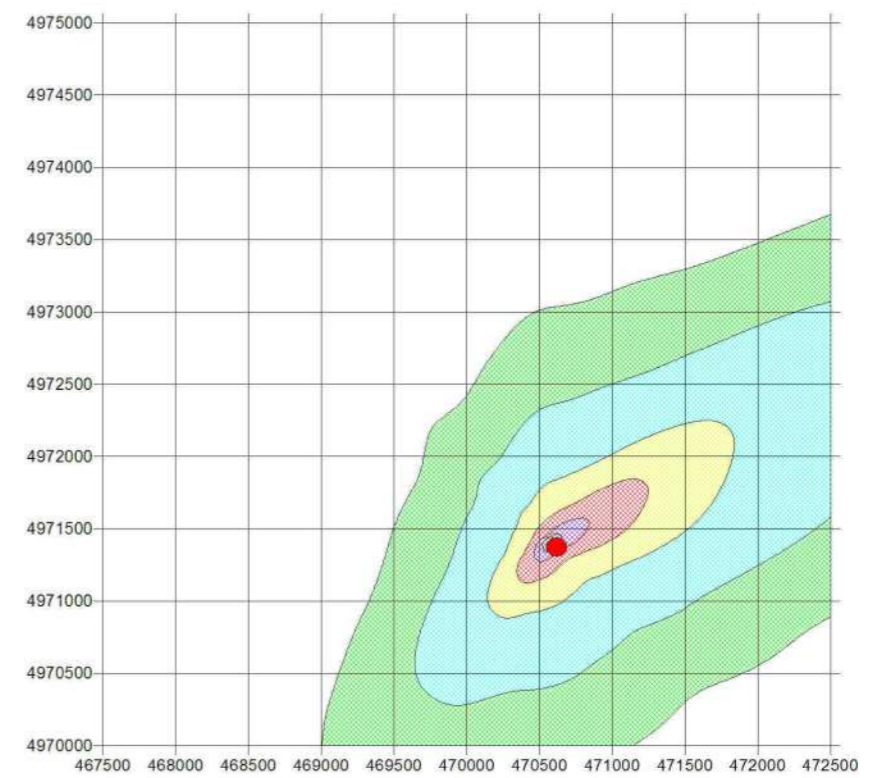


Valutazione su base ANNUA: Valore massimo di concentrazione media annuale: 6.76 µg/m³

SORGENTI: ● Localizzazione della centrale Sud

SCENARIO POST OPERAM AUTORIZZATO (INTERMEDIO) - INQUINANTE NO_x

INDOTTA DAI SOLI IMPIANTI GIÀ AUTORIZZATI PRESSO LA CENTRALE SUD
 [concentrazioni espresse in µg/m³ - Aermot dispersion model]



Stagione INVERNALE (novembre-aprile) Valore massimo di conc.: 11.03 µg/m³

Stagione ESTIVA (maggio-ottobre) Valore massimo di conc.: 2.77 µg/m³

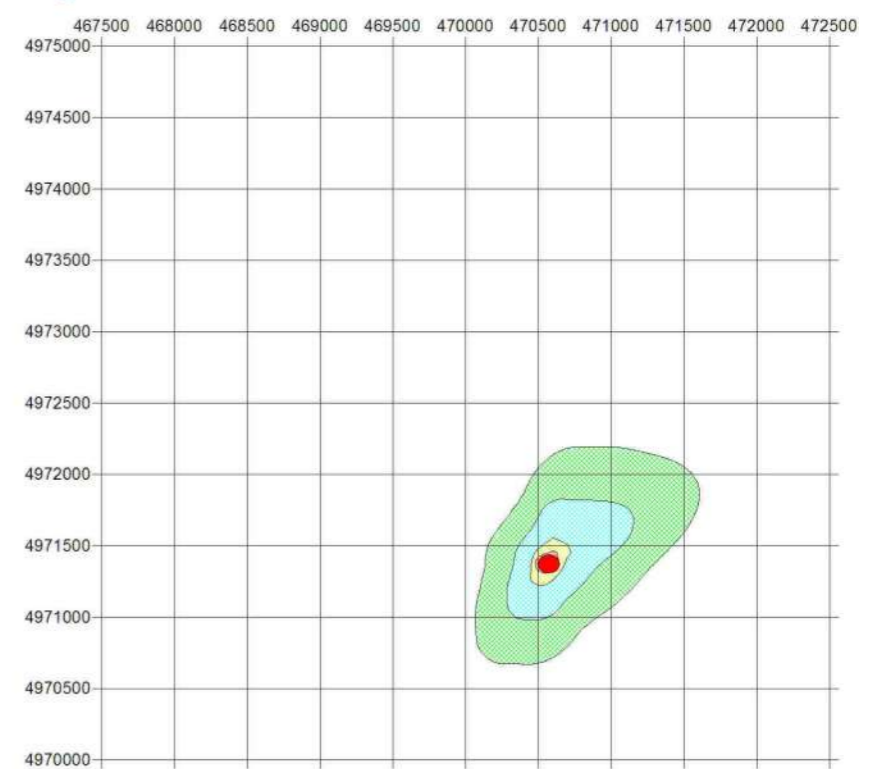


TAVOLA 9



PROVINCIA DI ALESSANDRIA
 COMUNE DI ALESSANDRIA



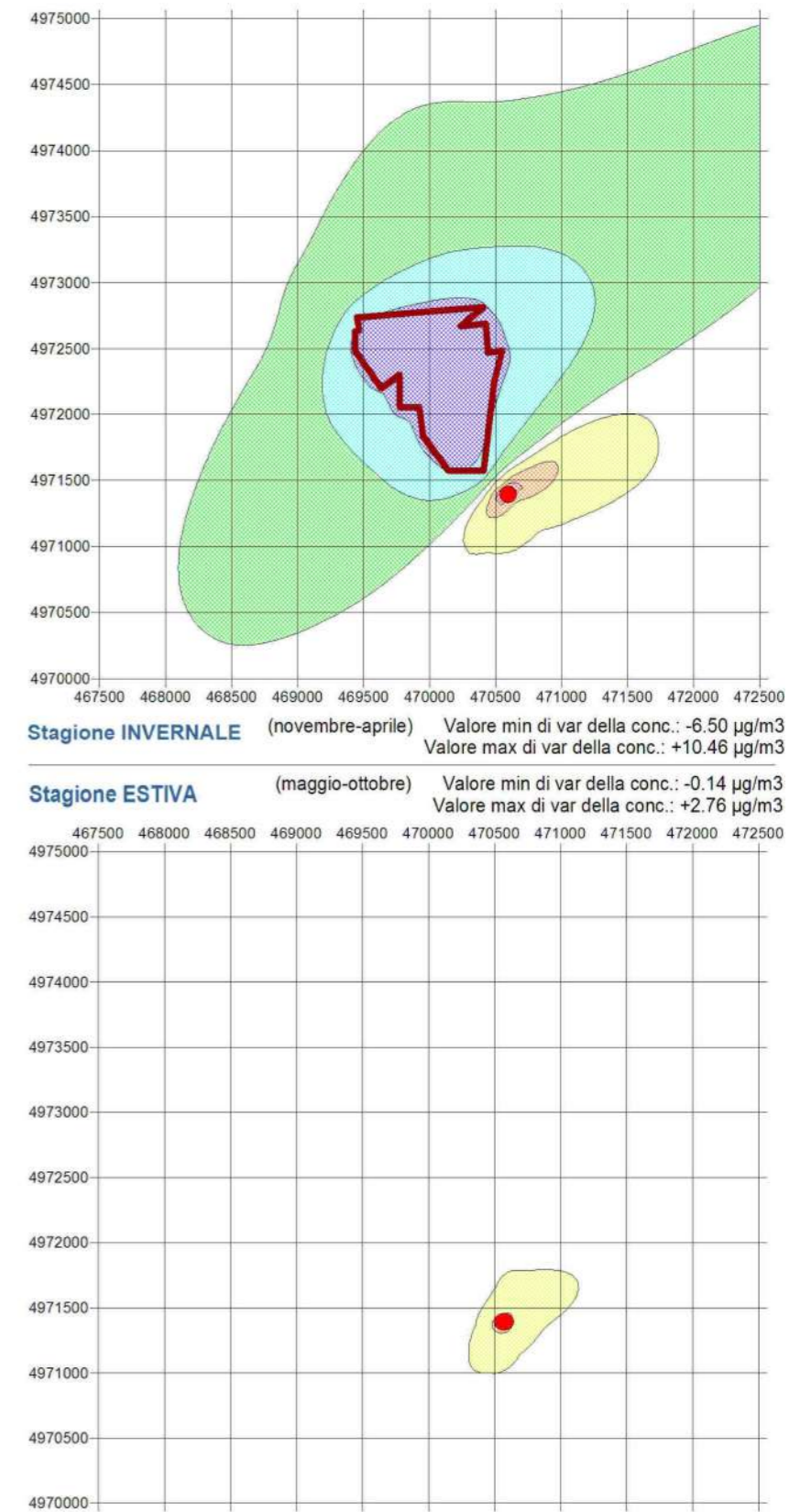
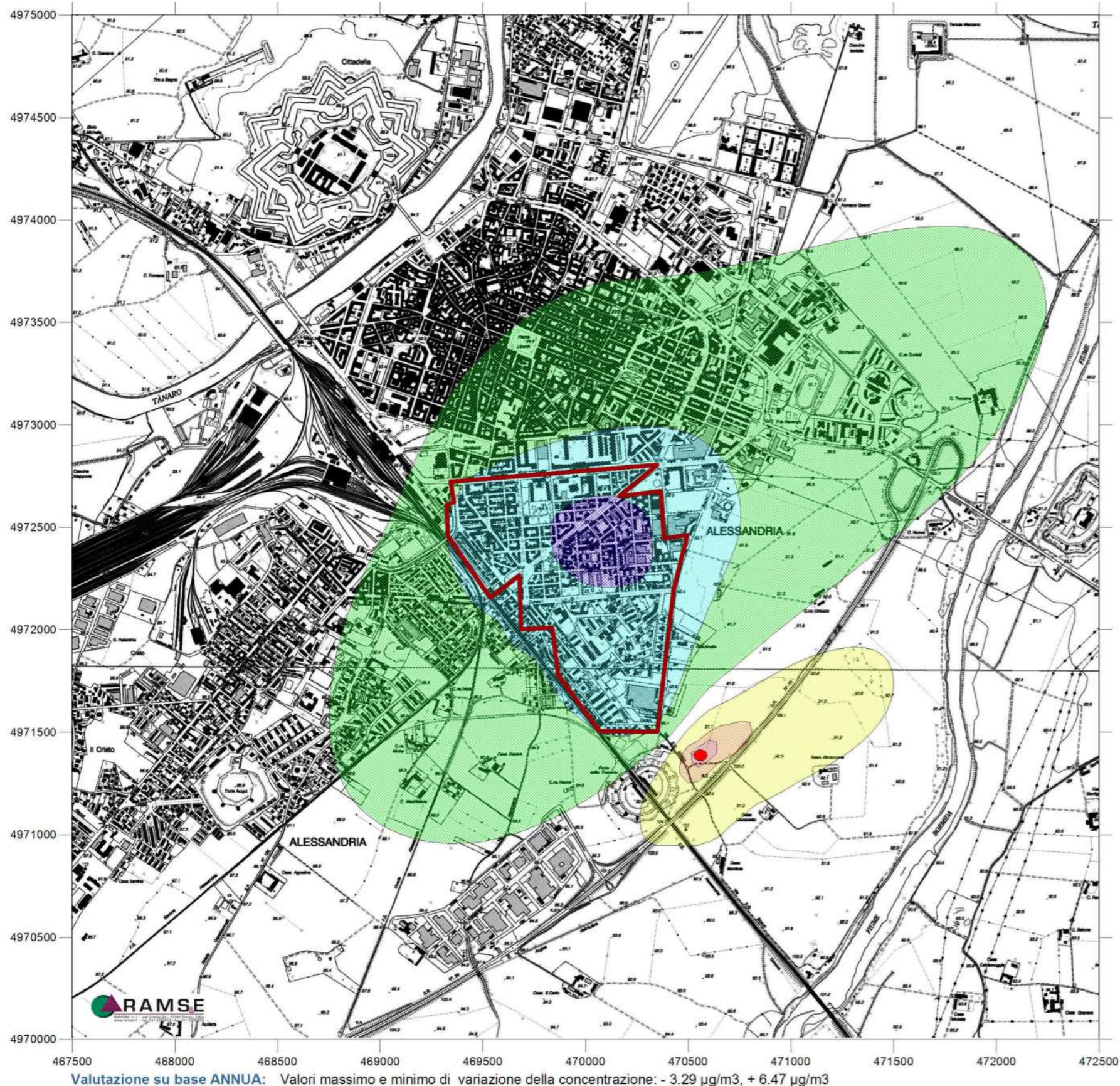


TAVOLA 10



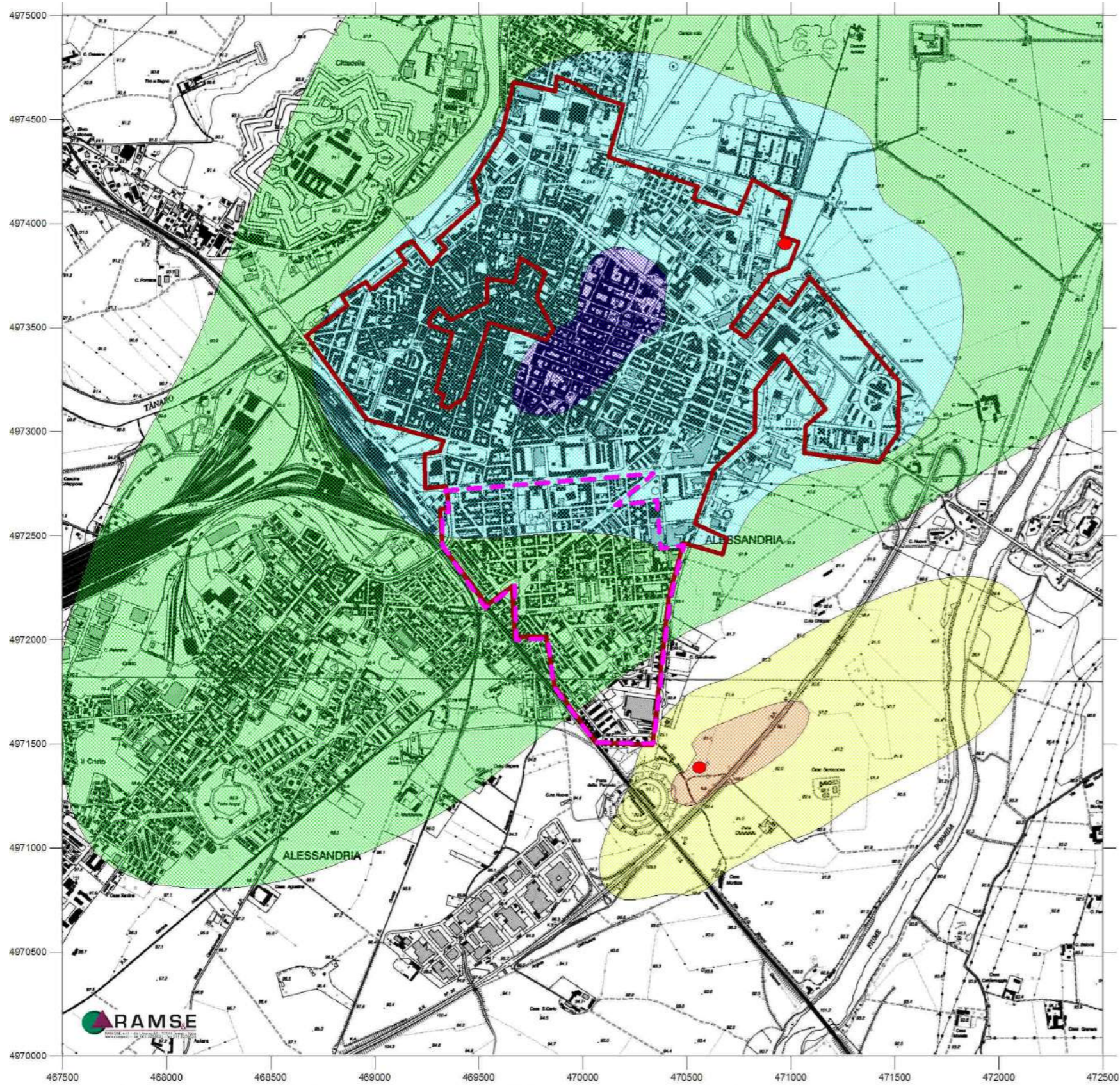
PROVINCIA DI ALESSANDRIA
COMUNE DI ALESSANDRIA

SORGENTI: — Inviluppo impianti di riscaldamento di prevista sostituzione (intermedio) ● Localizzazione della centrale Sud

CONFRONTO SCENARIO ANTE OPERAM (INTERMEDIO) E AUTORIZZATO (INTERMEDIO) - INQUINANTE NO_x
CARTA DELLE DIFFERENZE DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE/STAGIONALI

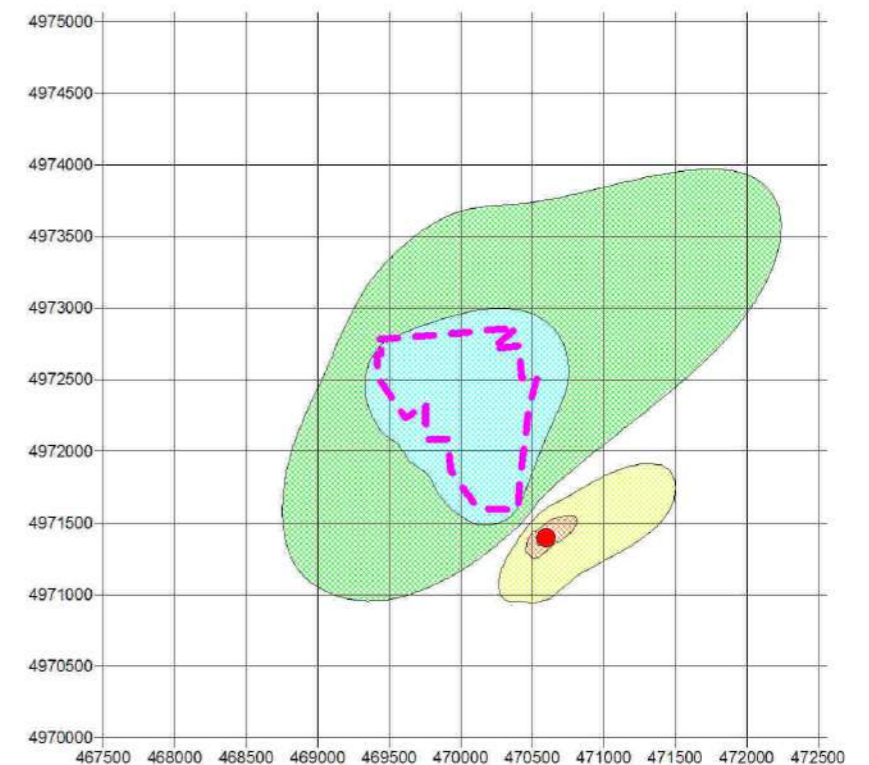
[concentrazioni espresse in µg/m³ - Aermol dispersion model]





Variations - Contribution of heating plants completion on ANNUAL basis: Maximum and minimum values of concentration variation: - 4.9 µg/m³, + 4.3 µg/m³

SORGENTI:
 - Inviluppo impianti di riscaldamento di prevista sostituzione (prima porzione scenario intermedio)
 - Inviluppo impianti di riscaldamento di prevista sostituzione a regime
 - Localizzazione della centrale Sud



Variations Scenario AUTORIZZATO
 Valore min di var della conc.: -3.3 µg/m³
 Valore max di var della conc.: +6.5 µg/m³

Variations Scenario A REGIME
 Valore min di var della conc.: -5.1 µg/m³
 Valore max di var della conc.: +10.8 µg/m³

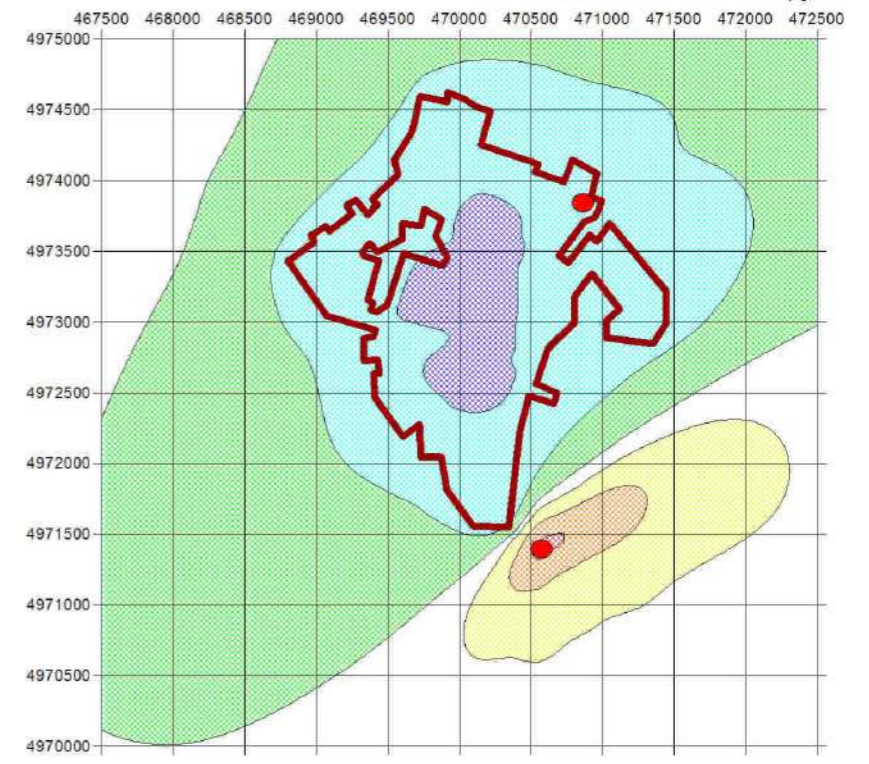
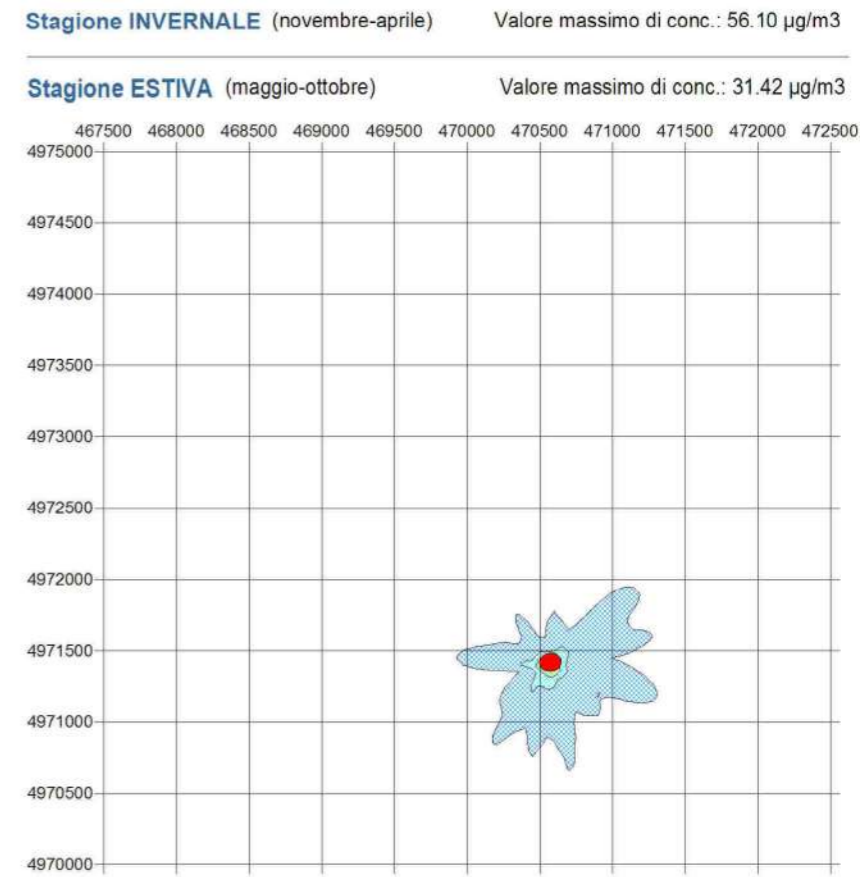
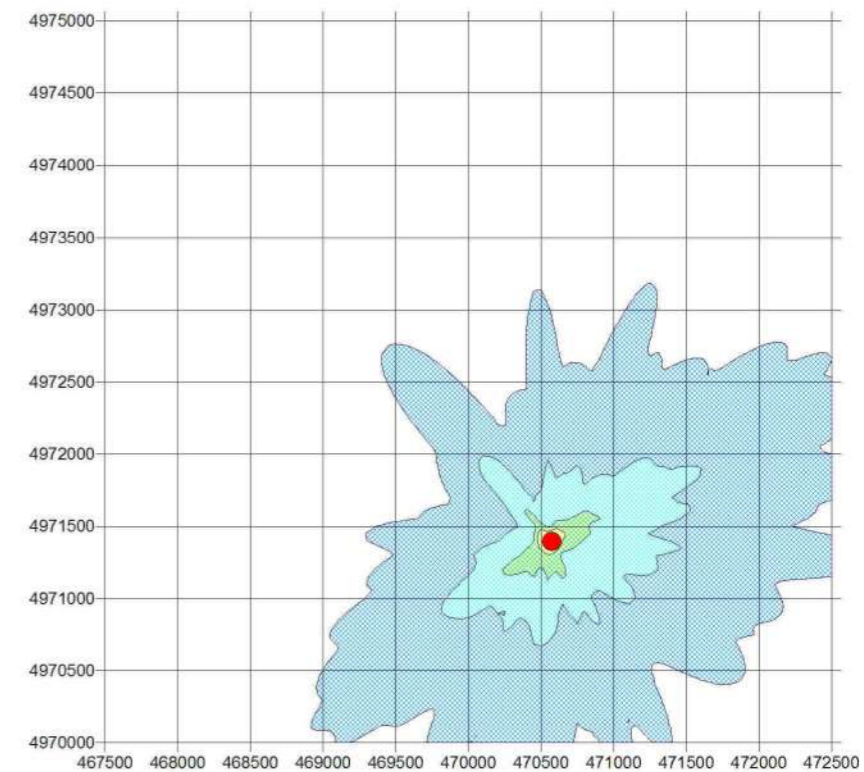
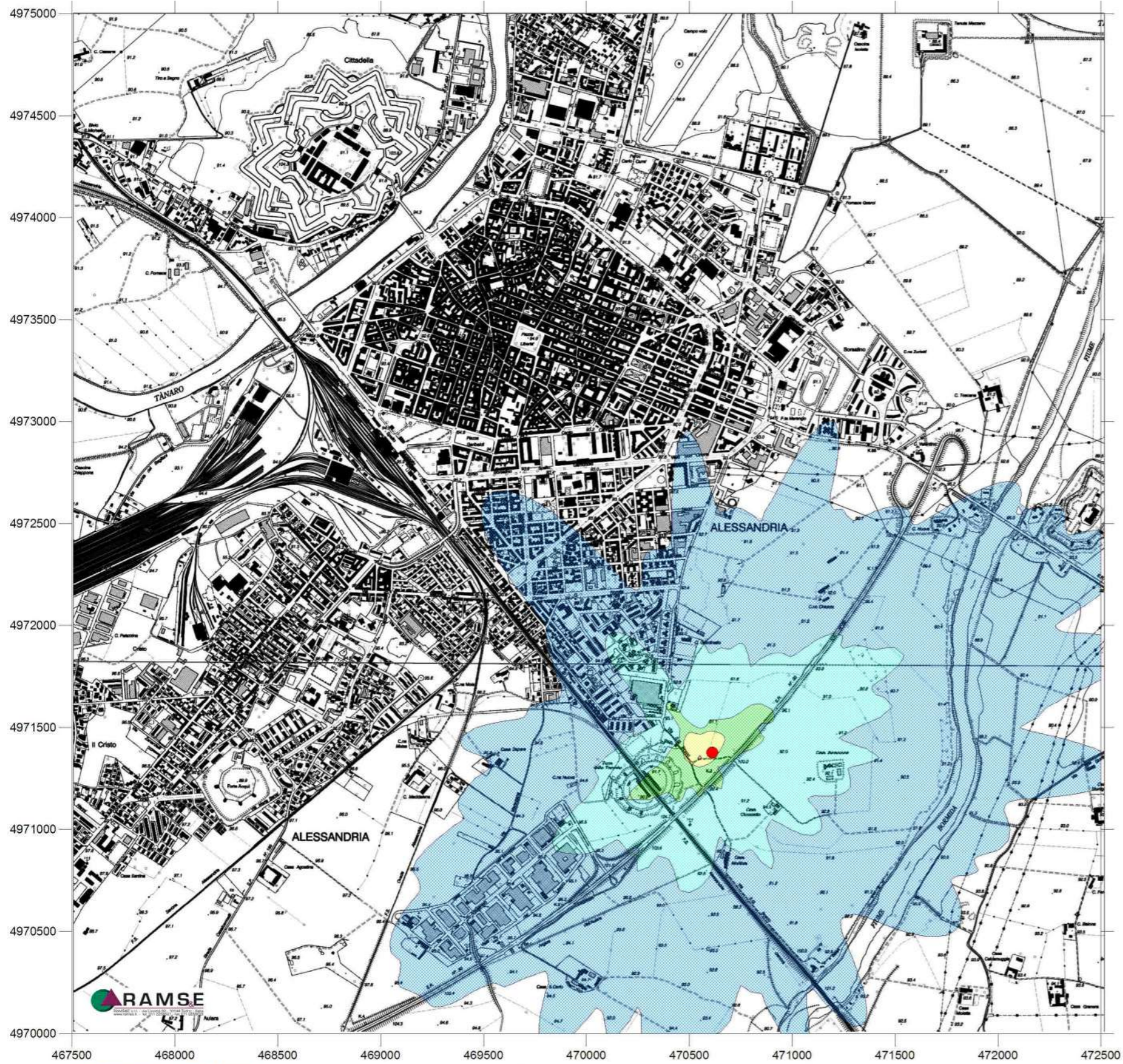


TAVOLA 11



 PROVINCIA DI ALESSANDRIA
 COMUNE DI ALESSANDRIA
COMPLETAMENTO DEL SISTEMA DI TELERISCALDAMENTO DELLA CITTÀ DI ALESSANDRIA
Studio di Impatto Ambientale

CONFRONTO VARIAZIONI SCENARIO POST OPERAM A REGIME E SCENARIO AUTORIZZATO (INTERMEDIO):
CONTRIBUTO DEI SOLI IMPIANTI DI COMPLETAMENTO DEL SISTEMA DI TLR - INQUINANTE NOx
CARTA DELLE VARIAZIONI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUA
 [concentrazioni espresse in µg/m³ - Aermol dispersion model]



SORGENTI: ● Localizzazione della centrale Sud

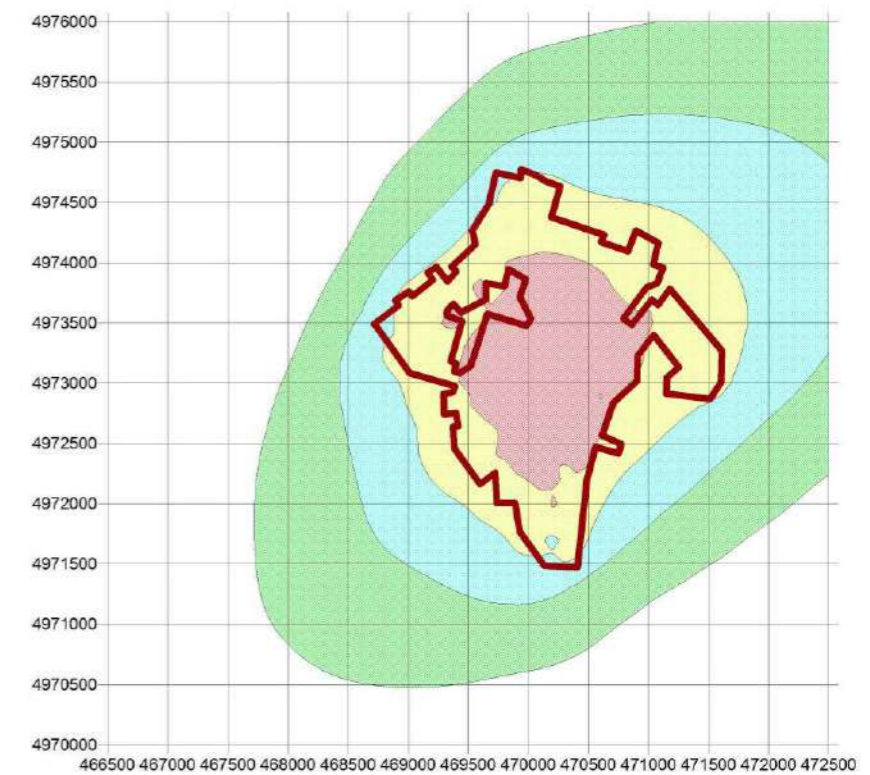
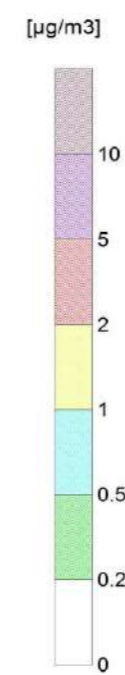
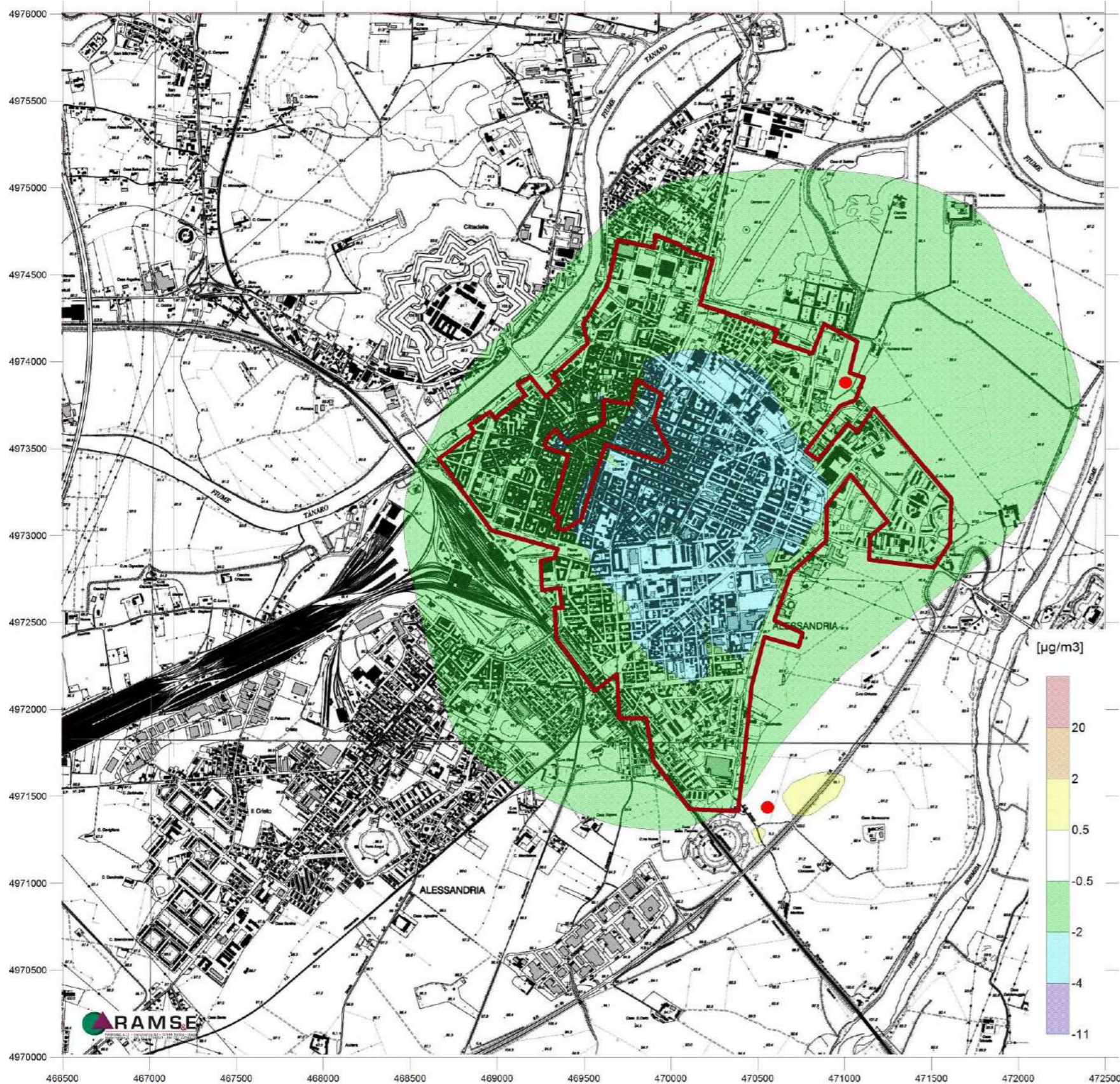
SCENARIO POST OPERAM AUTORIZZATO (INTERMEDIO) - INQUINANTE CO
CARTA DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA TRA LA MEDIA SU 8 ORE CONSECUTIVE ANNUA/STAGIONALE
INDOTTA DAI SOLI IMPIANTI GIÀ AUTORIZZATI PRESSO LA CENTRALE SUD
 [concentrazioni espresse in µg/m³ - Aermol dispersion model]

TAVOLA 12



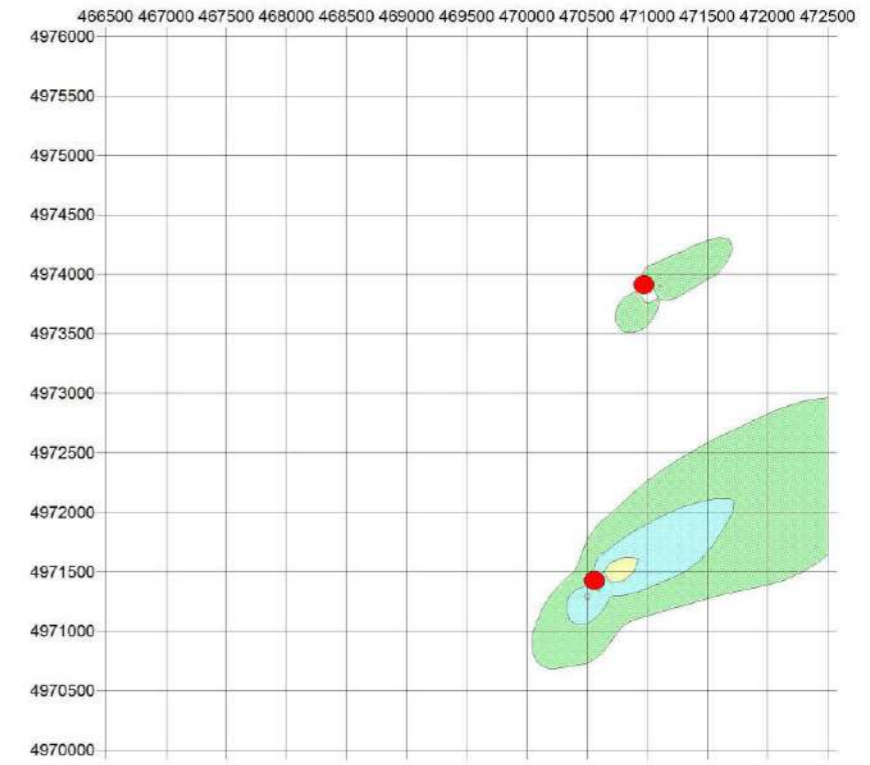
PROVINCIA DI ALESSANDRIA
 COMUNE DI ALESSANDRIA





ANTE OPERAM

POST OPERAM



SORGENTI: — Involuppo impianti di riscaldamento di prevista sostituzione ● Localizzazione delle centrali di teleriscaldamento in progetto

SCENARI ANTE OPERAM, POST OPERAM A REGIME E CONFRONTO - INQUINANTE NO_x
CARTA DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

[concentrazioni espresse in µg/m³ - Calpuff dispersion model]

TAVOLA 13

PROVINCIA DI ALESSANDRIA
 COMUNE DI ALESSANDRIA

COMPLETAMENTO DEL SISTEMA
 DI TELERISCALDAMENTO
 DELLA CITTÀ DI ALESSANDRIA

Studio di Impatto Ambientale