
CENTRALE DI PRESENZANO (CE)

Modifica Impiantistica - Installazione
Sistema di Abbattimento Catalitico
(SCR)

Integrazioni per aggiornamento tecnologico

Studio Preliminare Ambientale

Allegato A: Emissioni degli inquinanti in atmosfera e
valutazione delle ricadute al suolo

Edison S.p.A.

Luglio 2017



Ing. OMAR MARCO RETINI ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA N° 2234 Sezione A INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE INDUSTRIALE, DELL'INFORMAZIONE

Riferimenti

Titolo	Centrale di Presenzano (CE): Modifica Impiantistica – Installazione Sistema di Abbattimento Catalitico (SCR) - Integrazioni per aggiornamento tecnologico – Studio Preliminare Ambientale Allegato A: Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute al suolo
Cliente	Edison S.p.A.
Autori	L.Gallo, V.Turchi
Verificato	L.Magni, A.Panicucci
Approvato	O.M. Retini
Numero di progetto	1251207-002
Numero di pagine	73
Data	Luglio 2017

Colophon

Tauw Italia S.r.l.
Lungarno Mediceo, 40
56127 Pisa
Telefono +39 050 542780

Il presente documento è di proprietà del Cliente che ha la possibilità di utilizzarlo unicamente per gli scopi per i quali è stato elaborato, nel rispetto dei diritti legali e della proprietà intellettuale. Tauw Italia detiene il copyright del presente documento. La qualità ed il miglioramento continuo dei prodotti e dei processi sono considerati elementi prioritari da Tauw Italia che opera in conformità con gli standard di qualità ed è accreditata:

- UNI-EN-ISO 9001:2008

Indice

1	Introduzione	7
2	Caratterizzazione meteorologica	9
2.1	Precipitazioni	10
2.2	Temperatura	14
2.3	Regime anemologico	18
2.4	Umidità relativa	35
2.5	Pressione atmosferica	38
3	Caratterizzazione della qualità dell'aria	39
3.1	Normativa di riferimento	39
3.2	Caratterizzazione dello stato attuale di qualità dell'aria	44
3.2.1	Dati di qualità dell'aria da modello MINNI	46
3.2.2	Campagna di monitoraggio con mezzo mobile del Febbraio-Marzo 2017	55
4	Stima e valutazione degli impatti	58
4.1	Metodologia	58
4.2	Caratteristiche del sistema di modelli CALPUFF	59
4.3	Scenari emissivi	61
4.3.1	Scenario Autorizzato	61
4.3.2	Scenario Futuro	62
4.4	Domini di calcolo	62
4.5	Dati meteorologici	64
4.6	Effetto <i>downwash</i>	65
4.7	Risultati	68
4.7.1	Scenario Autorizzato	69
4.7.2	Scenario Futuro	69
4.8	Considerazioni sul particolato secondario	72

1 Introduzione

Il presente documento riporta i risultati dello studio di dispersione atmosferica degli inquinanti emessi dalla Centrale Edison di Presenzano (CE) nella configurazione di progetto che prevede (si veda il §3 dello Studio Preliminare Ambientale (SPA) per dettagli) la sostituzione delle due turbine a gas e della turbina a vapore, all'interno dell'impianto che ha ottenuto la compatibilità ambientale con Decreto MATTM DSA-DEC-2009-001885 del 14/12/2009 e l'Autorizzazione Unica (AU), ai sensi della legge 9 aprile 2002, n. 55, con decreto MISE n.55/02/2011 del 14 Luglio 2011, con una sola turbina a gas ed una turbina a vapore di ultima generazione e maggiormente efficienti. La Centrale sarà dotata di dispositivo catalitico (SCR) per la riduzione delle emissioni gassose di Ossidi di Azoto (NO_x). Tale dispositivo permetterà di ridurre a circa un terzo (da 30 mg/Nm³ a 10 mg/Nm³ rif. fumi secchi @15% O₂) le concentrazioni di NO_x nei fumi emessi dalla Centrale.

L'obiettivo del presente studio è quello di descrivere la situazione meteorologica dell'area, procedere con un'analisi dello stato attuale della qualità dell'aria e successivamente con una valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria della Centrale nella configurazione di progetto.

Per stimare le variazioni generate dal progetto sulle ricadute atmosferiche degli inquinanti (NO_x, CO ed NH₃) emessi dalla Centrale, sono stati simulati i seguenti scenari emissivi:

- Scenario Autorizzato: rappresentativo delle emissioni della Centrale nell'assetto attualmente autorizzato;
- Scenario Futuro: rappresentativo delle emissioni della Centrale nella configurazione di Progetto.

Le dispersioni in atmosfera degli inquinanti emessi dalla Centrale sono state simulate mediante il sistema di modelli a puff denominato CALPUFF (CALPUFF - EPA-Approved Version, V 5.8.5), che comprende il pre-processore meteorologico CALMET, il processore CALPUFF ed il post-processore CALPOST.

Per la caratterizzazione meteo-climatica dell'area di studio sono stati elaborati i dati acquisiti nel triennio 2014-2016 dalle centraline di monitoraggio di Alife (CE) e Sant'Angelo di Alife (CE) e nell'anno 2016 dalla centralina di Presenzano (CE).

Per la caratterizzazione dello stato attuale della qualità dell'aria nell'area di studio sono stati utilizzati:

- i dati di concentrazione degli inquinanti (CO, NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5} ed O₃) calcolati da ENEA con sistema modellistico MINNI, per gli anni 2005, 2007 e 2010, in un punto ubicato nelle vicinanze dell'area prevista per la realizzazione della Centrale;

- i risultati della campagna di monitoraggio effettuata con mezzo mobile da Ecoplame s.r.l., su commissione di Edison S.p.A., presso il Comune di Pratella (CE), frazione di Palombiscio, nel periodo 24 febbraio 2017 - 25 marzo 2017.

Il presente documento, che costituisce l'Allegato A dello Studio Preliminare Ambientale del Progetto di aggiornamento tecnologico della Centrale Termoelettrica autorizzata di Presenzano, è articolato nel modo seguente:

- analisi meteo-climatica dell'area di studio;
- analisi dello stato attuale della qualità dell'aria, in cui si riportano una sintesi della normativa di riferimento, i parametri statistici di legge per gli inquinanti monitorati ed i risultati dei confronti con i limiti di riferimento;
- valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria dovuto all'esercizio della Centrale Edison di Presenzano.

2 Caratterizzazione meteoclimatica

Nel presente paragrafo vengono esaminati i dati climatici e meteorologici relativi agli andamenti medi annuali delle grandezze fondamentali che caratterizzano i fenomeni atmosferici, quali le precipitazioni, la temperatura, l'umidità relativa, la direzione e l'intensità del vento.

Obiettivo fondamentale di questo paragrafo è, in particolare, quello di caratterizzare i parametri che influenzano la dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Per la descrizione meteo-climatica dell'area di studio sono stati elaborati i dati orari registrati nel triennio 2014-2016 presso le stazioni di monitoraggio di Alife (CE) e S. Angelo d'Alife (CE), appartenenti alla Rete di Monitoraggio del "*Centro Funzionale per la previsione meteorologica e il monitoraggio meteoidropluviometrico delle frane*" della Protezione Civile - Regione Campania. Sono stati inoltre analizzati i dati orari registrati presso la stazione meteorologica di Presenzano (CE), appartenente alla Rete Agrometeorologica della Regione Campania. Per tale stazione, tuttavia, ai fini del presente studio, è stato possibile utilizzare unicamente i dati registrati durante l'anno 2016 in quanto, come riferito dal Centro Agrometeorologico Regionale UOD 520610, essa non è stata in funzione dal 23 giugno 2014 al 2 novembre 2015 e, per gli anni antecedenti al 2014, i dati non sono disponibili. Si fa presente che la stazione meteorologica di Presenzano è la stessa che era stata considerata nello SIA del progetto della Centrale che ha ottenuto la compatibilità con Decreto MATTM DSA-DEC-2009-001885 del 14/12/2009. In detto SIA era stata considerata anche la centralina di Venafro (IS) appartenente alla Rete Agrometeorologica della Regione Molise che tuttavia, ad oggi, risulta dismessa da anni.

La Figura 2a mostra la localizzazione delle stazioni meteoclimatiche considerate nel presente studio.

In Tabella 2a si riportano, per ciascuna stazione meteorologica considerata, la denominazione, il periodo considerato, i parametri misurati, le coordinate piane (UTM 33N - WGS84) e l'altezza sul livello del mare.

Tabella 2a **Stazioni meteoclimatiche considerate**

Stazione meteorologica	Periodo considerato	Parametri misurati	X [m]	Y [m]	Alt. s.l.m. [m]
Alife	2014-2016	Velocità del vento Direzione del vento Temperatura Umidità relativa Precipitazioni	444.249	4.576.624	117
S. Angelo d'Alife	2014-2016	Temperatura Umidità relativa Precipitazioni	436.130	4.578.262	130
Presenzano	2016	Velocità del vento Direzione del vento Temperatura Umidità relativa Precipitazioni Pressione atmosferica	424.901	4.578.848	143

Nei paragrafi seguenti si riporta in dettaglio l'analisi riguardante la caratterizzazione dei diversi parametri meteorologici.

2.1 Precipitazioni

Nelle tabelle seguenti vengono riportati per ogni mese ed anno le quantità, in millimetri, di pioggia registrate presso le stazioni meteorologiche di Alife e S. Angelo d'Alife negli anni 2014, 2015 e 2016 e di Presenzano nell'anno 2016.

È stata calcolata anche la percentuale di dati validi per ciascun mese ed anno, in riferimento ai possibili 8.760 dati (uno per ogni ora dell'anno, ad eccezione dell'anno 2016 che essendo bisestile ha 24 ore in più).

Stazione di Alife

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2014.

Tabella 2.1a Analisi delle precipitazioni mensili, anno 2014

Mese	Totale Pioggia [mm]	% Dati validi
Gennaio	154,2	100,0
Febbraio	133,8	100,0
Marzo	123,0	100,0
Aprile	100,4	100,0
Maggio	81,4	100,0
Giugno	118,2	100,0
Luglio	58,4	100,0
Agosto	25,4	100,0
Settembre	43,2	100,0
Ottobre	6,0	100,0
Novembre	191,2	100,0
Dicembre	135,4	100,0
Anno	1170,6	100,0

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2015.

Tabella 2.1b Analisi delle precipitazioni mensili, anno 2015

Mese	Totale Pioggia [mm]	% Dati validi
Gennaio	172,4	100,0
Febbraio	162,4	100,0
Marzo	105,0	100,0
Aprile	64,2	100,0
Maggio	17,4	100,0
Giugno	58,8	100,0
Luglio	29,4	100,0
Agosto	50,8	100,0
Settembre	36,4	100,0
Ottobre	268,0	100,0
Novembre	53,4	100,0
Dicembre	2,6	100,0
Anno	1020,8	100,0

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2016.

Tabella 2.1c **Analisi delle precipitazioni mensili, anno 2016**

Mese	Totale Pioggia [mm]	% Dati validi
Gennaio	64,8	100,0
Febbraio	141,0	100,0
Marzo	78,8	100,0
Aprile	70,2	100,0
Maggio	114,4	100,0
Giugno	51,6	100,0
Luglio	34,4	100,0
Agosto	9,8	100,0
Settembre	98,8	100,0
Ottobre	94,2	100,0
Novembre	143,4	100,0
Dicembre	7,0	100,0
Anno	908,4	100,0

Stazione di S. Angelo d'Alife

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2014.

Tabella 2.1d **Analisi delle precipitazioni mensili, anno 2014**

Mese	Totale Pioggia [mm]	% Dati validi
Gennaio	185,0	100,0
Febbraio	148,2	100,0
Marzo	117,0	100,0
Aprile	92,6	99,7
Maggio	73,0	100,0
Giugno	213,6	100,0
Luglio	52,4	100,0
Agosto	2,6	100,0
Settembre	114,2	100,0
Ottobre	2,6	100,0
Novembre	120,0	100,0
Dicembre	173,0	100,0
Anno	1294,2	100,0

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2015.

Tabella 2.1e Analisi delle precipitazioni mensili, anno 2015

Mese	Totale Pioggia [mm]	% Dati validi
Gennaio	154,2	100,0
Febbraio	163,8	100,0
Marzo	126,2	100,0
Aprile	66,0	100,0
Maggio	11,8	100,0
Giugno	50,0	100,0
Luglio	6,4	100,0
Agosto	46,2	100,0
Settembre	47,4	100,0
Ottobre	225,8	100,0
Novembre	54,8	100,0
Dicembre	1,6	100,0
Anno	954,2	100,0

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2016.

Tabella 2.1f Analisi delle precipitazioni mensili, anno 2016

Mese	Totale Pioggia [mm]	% Dati validi
Gennaio	57,6	100,0
Febbraio	144,4	100,0
Marzo	81,6	100,0
Aprile	65,8	100,0
Maggio	96,2	100,0
Giugno	80,4	100,0
Luglio	62,8	100,0
Agosto	24,4	100,0
Settembre	119,4	100,0
Ottobre	136,6	100,0
Novembre	144,6	100,0
Dicembre	5,4	100,0
Anno	1019,2	100,0

Stazione di Presenzano

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2016.

Tabella 2.1g **Analisi delle precipitazioni mensili, anno 2016**

Mese	Totale Pioggia [mm]	% Dati validi
Gennaio	55,8	100
Febbraio	132,3	100
Marzo	64,4	100
Aprile	51,1	100
Maggio	73,1	100
Giugno	112,6	100
Luglio	44,0	100
Agosto	10,5	100
Settembre	103,5	100
Ottobre	104,4	100
Novembre	159,9	100
Dicembre	6,4	100
Anno	918,0	100

Come si osserva dalle tabelle sopra riportate la piovosità nel triennio 2014-2016 è stata caratterizzata da un minimo di 908,4 mm/anno, registrato presso la stazione di Alife nel 2016 e da un massimo di 1294,2 mm/anno, rilevato presso la stazione di S. Angelo d'Alife nel 2014. La stazione di Presenzano che ha registrato 918 mm/anno nel 2016, risulta allineata con la piovosità rilevata nello stesso anno presso le altre due stazioni prese a riferimento.

2.2 **Temperatura**

Nelle tabelle seguenti vengono riportati per ogni mese ed anno i valori di temperatura medi, massimi e minimi, in gradi centigradi, rilevati presso le stazioni meteorologiche di Alife e S. Angelo d'Alife negli anni 2014, 2015 e 2016 e di Presenzano nell'anno 2016.

Sono state calcolate anche le percentuali di dati disponibili per ogni mese ed anno, in riferimento ai possibili 8.760 dati (uno per ogni ora dell'anno, ad eccezione dell'anno 2016 che, essendo bisestile, ha 24 ore in più).

Stazione di Alife

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2014.

Tabella 2.2a Analisi della temperatura [°C], Anno 2014

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	8,7	0,3	17,2
Febbraio	100,0	10,4	1,2	20,9
Marzo	100,0	10,9	0,7	22,5
Aprile	99,9	13,9	5,5	24,8
Maggio	100,0	16,5	5,6	29,3
Giugno	100,0	21,2	8,3	34,1
Luglio	99,9	22,3	10,7	32,7
Agosto	100,0	23,5	14,2	33,2
Settembre	100,0	20,2	9,4	31,3
Ottobre	99,9	17,4	5,2	29,5
Novembre	100,0	13,1	2,9	24,0
Dicembre	100,0	8,2	-2,7	19,5
Anno	100,0	15,6	-2,7	34,1

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2015.

Tabella 2.2b Analisi della temperatura [°C], Anno 2015

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	7,5	-2,7	16,9
Febbraio	100,0	7,9	-1,0	16,3
Marzo	100,0	10,9	1,7	20,9
Aprile	99,9	13,6	3,2	24,1
Maggio	99,7	18,9	7,6	31,3
Giugno	100,0	22,1	11,6	32,7
Luglio	100,0	26,9	15,6	38,2
Agosto	100,0	25,2	14,9	37,5
Settembre	100,0	21,3	9,7	35,4
Ottobre	100,0	16,1	5,1	25,1
Novembre	100,0	11,9	-0,2	23,3
Dicembre	100,0	6,9	-1,7	16,9
Anno	100,0	15,8	-2,7	38,2

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2016.

Tabella 2.2c **Analisi della temperatura [°C], Anno 2016**

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	8,1	-3,0	18,2
Febbraio	100,0	10,9	-1,3	21,4
Marzo	100,0	10,9	1,2	25,6
Aprile	100,0	15,3	0,5	28,0
Maggio	100,0	17,0	6,8	31,0
Giugno	100,0	21,5	11,6	35,4
Luglio	100,0	24,8	12,4	36,0
Agosto	100,0	24,3	11,7	34,6
Settembre	100,0	20,1	10,4	33,7
Ottobre	100,0	16,2	5,5	26,6
Novembre	100,0	11,6	1,1	21,6
Dicembre	100,0	7,2	-2,3	17,2
Anno	100,0	15,6	-3,0	36,0

Stazione di S. Angelo d'Alife

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2014.

Tabella 2.2d **Analisi della temperatura [°C], Anno 2014**

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	8,5	-0,7	16,9
Febbraio	100,0	10,1	0,2	20,1
Marzo	100,0	10,3	-0,2	22,4
Aprile	99,9	13,4	4,4	25,0
Maggio	100,0	16,2	5,5	29,7
Giugno	100,0	20,6	8,0	33,8
Luglio	100,0	22,0	11,6	33,4
Agosto	100,0	23,3	13,5	33,9
Settembre	100,0	20,2	9,4	30,9
Ottobre	100,0	16,9	4,7	30,2
Novembre	100,0	12,7	2,6	24,1
Dicembre	100,0	7,9	-3,0	19,3
Anno	100,0	15,2	-3,0	33,9

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2015.

Tabella 2.2e Analisi della temperatura [°C], Anno 2015

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	6,9	-4,3	17,0
Febbraio	100,0	7,4	-2,1	16,7
Marzo	100,0	10,3	0,8	21,3
Aprile	100,0	13,0	1,4	25,4
Maggio	100,0	18,3	6,3	32,7
Giugno	100,0	21,8	10,5	34,5
Luglio	100,0	26,7	14,1	40,3
Agosto	100,0	25,3	14,1	40,5
Settembre	100,0	21,1	9,5	36,8
Ottobre	100,0	15,9	4,3	26,6
Novembre	100,0	11,4	-0,3	23,6
Dicembre	100,0	6,2	-2,1	17,3
Anno	100,0	15,4	-4,3	40,5

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2016.

Tabella 2.2f Analisi della temperatura [°C], Anno 2016

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	8,0	-4,4	18,3
Febbraio	100,0	10,4	-3,0	20,9
Marzo	100,0	10,1	0,4	24,9
Aprile	100,0	14,4	0,0	28,8
Maggio	100,0	16,6	5,5	32,4
Giugno	100,0	21,1	11,6	35,5
Luglio	100,0	24,2	11,9	36,3
Agosto	100,0	23,7	9,6	35,7
Settembre	100,0	19,7	8,9	35,2
Ottobre	100,0	15,7	5,2	26,6
Novembre	100,0	11,1	0,8	22,3
Dicembre	100,0	6,3	-2,9	18,0
Anno	100,0	15,1	-4,4	36,3

Stazione di Presenzano

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2016.

Tabella 2.2g **Analisi della temperatura [°C], Anno 2016**

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	7,6	-5,7	18,1
Febbraio	100,0	9,9	-4,8	20,4
Marzo	100,0	9,9	-0,7	24,2
Aprile	100,0	14,1	-1,6	26,6
Maggio	100,0	16,1	3,7	30,1
Giugno	100,0	20,4	9,5	34,2
Luglio	100,0	23,4	9,1	34,5
Agosto	100,0	23,6	10,8	33,7
Settembre	100,0	19,3	6,7	32,2
Ottobre	100,0	15,4	2,8	25,9
Novembre	100,0	10,6	-2,6	20,8
Dicembre	100,0	5,9	-6,6	16,7
Anno	100,0	14,7	-6,6	34,5

La temperatura media annua relativa ai tre anni considerati presso le stazioni di Alife e S. Angelo d'Alife si aggira intorno ai 15,5°C. In linea con le stazioni sopracitate, presso la stazione di Presenzano nell'anno 2016 la temperatura media annua è risultata pari a 14,7°C.

È possibile notare che la temperatura massima si registra nel mese di giugno presso la stazione di Alife (34,1°C) ed agosto presso la stazione di S. Angelo d'Alife (33,9°C) nel corso del 2014. Nel 2015 i massimi registrati presso tali centraline si verificano nei mesi di luglio ed agosto (38,2°C e 40,5°C rispettivamente presso Alife e S. Angelo d'Alife) mentre per il 2016 presso tutte le stazioni considerate i massimi valori di temperatura sono stati registrati nel mese di luglio con 36,0°C, 36,3°C e 34,5°C rispettivamente presso Alife, S. Angelo d'Alife e Presenzano.

I mesi in cui si presenta il valore minimo di temperatura risultano dicembre nel 2014 con -2,7°C e -3,0°C rispettivamente per Alife e S. Angelo d'Alife; nel corso del 2015 e del 2016 i valori minimi registrati presso le suddette centraline sono invece stati registrati nel mese di gennaio (-2,7°C e -4,3°C nel 2015 e -3,0°C e -4,4°C nel 2016). Presso la stazione di Presenzano il valore minimo di temperatura nel 2016 è stato rilevato nel mese di dicembre ed è pari a -6,6 °C.

2.3 Regime anemologico

Per la caratterizzazione anemologica del sito in esame, cioè la descrizione del regime dei venti, sono stati analizzati i dati orari registrati negli anni 2014, 2015 e 2016 presso la stazione meteorologica di Alife e quelli registrati durante il 2016 presso la stazione di Presenzano.

Di seguito sono riportate le rose dei venti relative all'elaborazione dei dati acquisiti dalle suddette stazioni negli anni considerati e le tabelle relative alle frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento e alle frequenze di accadimento della direzione del vento in classi stabilite. Si fa

presente che nelle rose dei venti sono riportate in colore giallo le calme di vento (venti con intensità $\leq 0,5$ m/s).

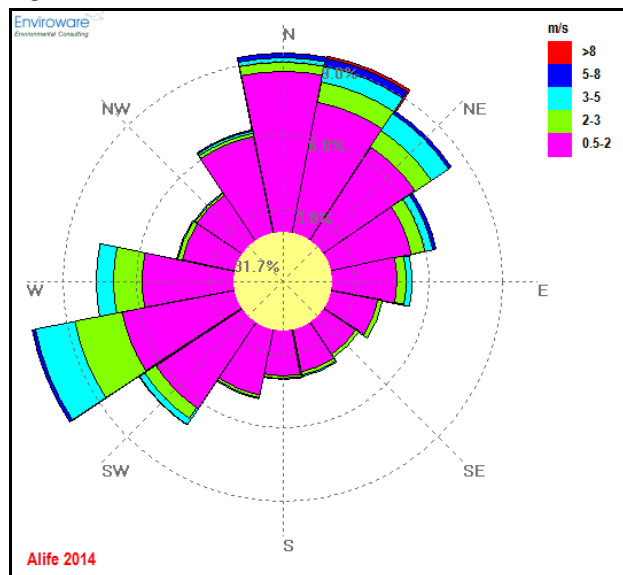
Nelle tabelle seguenti vengono inoltre riportati per ogni mese ed anno i valori di velocità del vento, in m/s, medi, massimi e minimi rilevati nelle stazioni meteorologiche considerate.

Stazione di Alife

Di seguito si riportano le elaborazioni relative all'anno 2014.

In Figura 2.3a si mostra la rosa dei venti relativa all'elaborazione dei dati nell'anno considerato, mentre in Figura 2.3b si riportano le rose dei venti stagionali.

Figura 2.3a **Rosa dei venti anno 2014 – stazione di Alife**

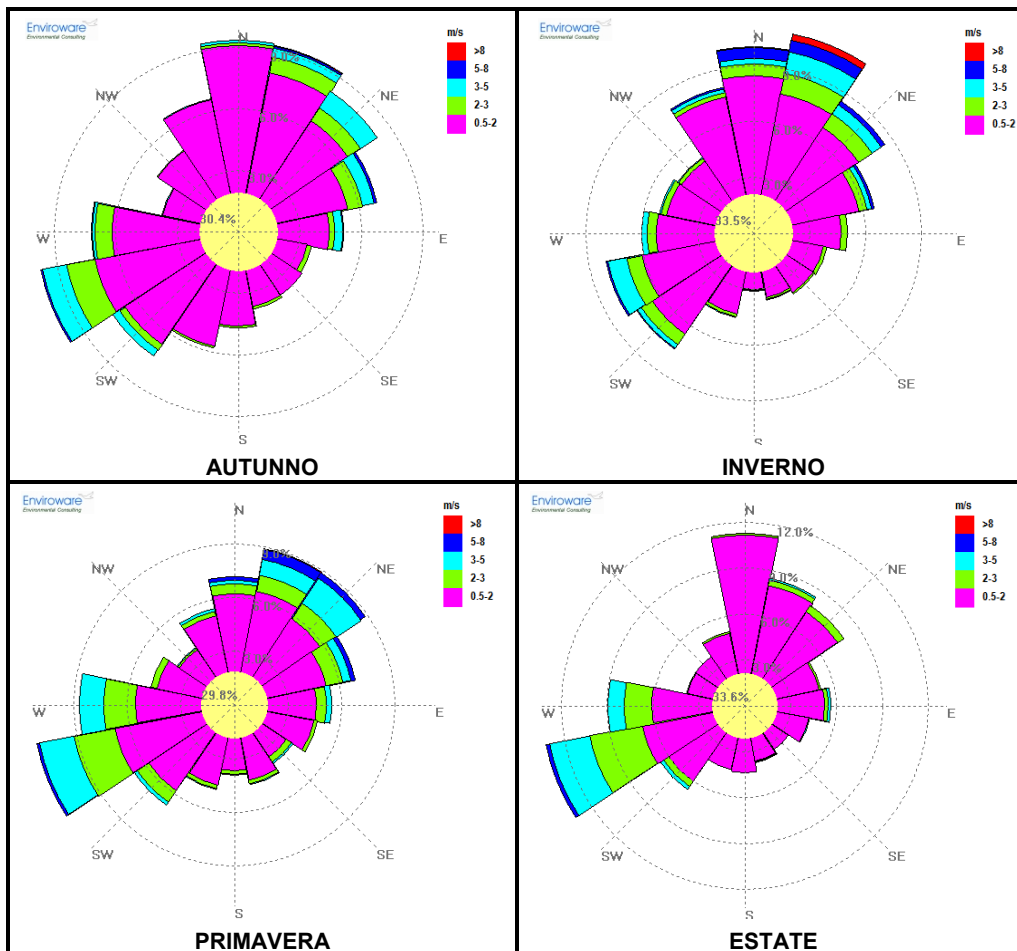


Nella tabella successiva si riporta la frequenza di accadimento della direzione del vento in classi stabilite.

Tabella 2.3a Frequenza di accadimento delle direzioni del vento, anno 2014, stazione di Alife

Distribuzione delle Direzioni del Vento		
Settori	N° di Dati	% Frequenza
V ≤ 0,5 m/s	2.611	31,73
N	608	7,39
NNE	612	7,44
NE	524	6,37
ENE	366	4,45
E	272	3,31
ESE	179	2,18
SE	145	1,77
SSE	162	1,97
S	166	2,02
SSO	241	2,93
SO	419	5,09
OSO	698	8,48
O	467	5,68
ONO	203	2,47
NO	198	2,41
NNO	358	4,35
Tot.	8.229	100

Dall'analisi della figura e della tabella sopra riportate si rileva che la condizione anemologica più frequente è rappresentata dalla calma di vento (31,73%), mentre la direzione prevalente di provenienza del vento è quella da Ovest-Sud Ovest. Si hanno inoltre componenti di rilievo di provenienza del vento da Nord-Nord Est, da Nord e, seppure con frequenza minore, da Nord Est ed Ovest.

Figura 2.3b **Rose dei venti stagionali, anno 2014 – stazione di Alife**


L'analisi delle rose dei venti stagionali mostra che la calma di vento rappresenta sempre la condizione più frequente. Inoltre risulta significativa la frequenza di accadimento della direzione di provenienza del vento da Ovest-Sud Ovest in Autunno, Primavera ed Estate, sebbene in autunno ed in primavera anche le direzioni di provenienza dal quadrante nord orientale risultino caratterizzate da frequenze di rilievo. Nella stagione estiva una componente rilevante di dati si è registrata anche relativamente alla direzione di provenienza Nord.

La stagione invernale risulta caratterizzata, oltre che da frequenti calme di vento, anche dalla frequente presenza di venti provenienti da Nord-Nord Est e Nord.

Nella tabella seguente vengono riportati, per l'anno 2014, i valori di velocità del vento, in m/s, medi, massimi e minimi per ciascun mese e per l'intero anno.

Nella tabella seguente si riporta la frequenza di accadimento della velocità del vento per classi di velocità.

Tabella 2.3b Analisi delle velocità del vento [m/s], anno 2014

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	0,9	0,0	10,7
Febbraio	100,0	1,0	0,0	7,8
Marzo	99,9	1,5	0,0	9,1
Aprile	98,6	1,2	0,0	6,5
Maggio	93,5	1,1	0,0	5,6
Giugno	80,3	1,0	0,0	4,6
Luglio	82,5	1,1	0,0	5,4
Agosto	77,7	0,9	0,0	4,3
Settembre	96,4	1,0	0,0	5,7
Ottobre	98,9	1,1	0,0	8,4
Novembre	100,0	0,9	0,0	5,7
Dicembre	100,0	1,4	0,0	10,5
Anno	93,9	1,1	0,0	10,7

Dall'analisi della tabella si nota che la velocità media annua nel 2014 è pari a 1,1 m/s, mentre la velocità massima oraria, registrata nel mese di Gennaio, risulta pari a 10,7 m/s.

Nella tabella seguente si riporta la frequenza di accadimento della velocità del vento in classi stabilite.

Tabella 2.3c Frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento [m/s], anno 2014

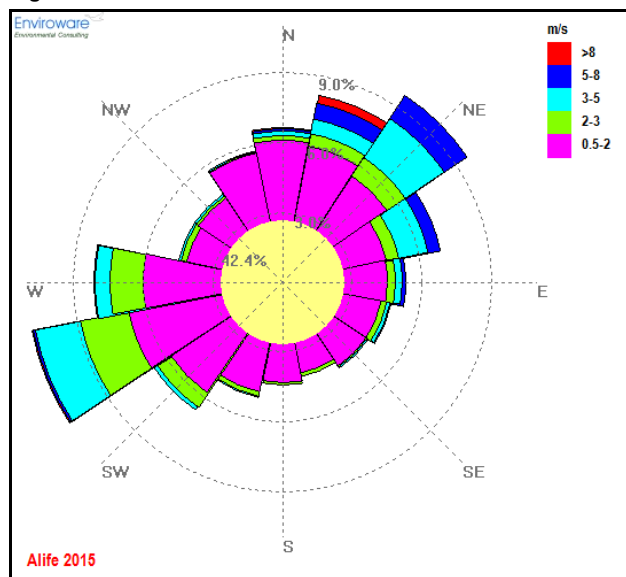
Distribuzione delle velocità del vento							
Classi [m/s]	≤ 0,5	0,5-2,0	2,0-3,0	3,0-5,0	5,0-8,0	> 8,0	Totale
N° di Dati	2.611	4.469	630	425	84	10	8.229
% Frequenza	31,73	54,31	7,66	5,17	1,02	0,12	100

L'analisi delle frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento mostra che i venti con velocità inferiori o uguali a 0,5 m/s costituiscono il 31,73% delle occorrenze totali nell'anno, mentre si ha una prevalenza di venti con velocità bassa compresa tra 0,5 e m/s, per il 54,31% delle ore nell'anno. Una percentuale di accadimento sensibilmente inferiore a quest'ultima e pari al 7,66%, si ha per i venti con velocità medio bassa e compresa tra 2,0 e 3 m/s.

Di seguito si riportano le elaborazioni relative all'anno 2015.

In Figura 2.3c si mostra la rosa dei venti relativa all'elaborazione dei dati nell'anno considerato, mentre in Figura 2.3d si riportano le rose dei venti stagionali.

Figura 2.3c Rosa dei venti anno 2015 – stazione di Alife

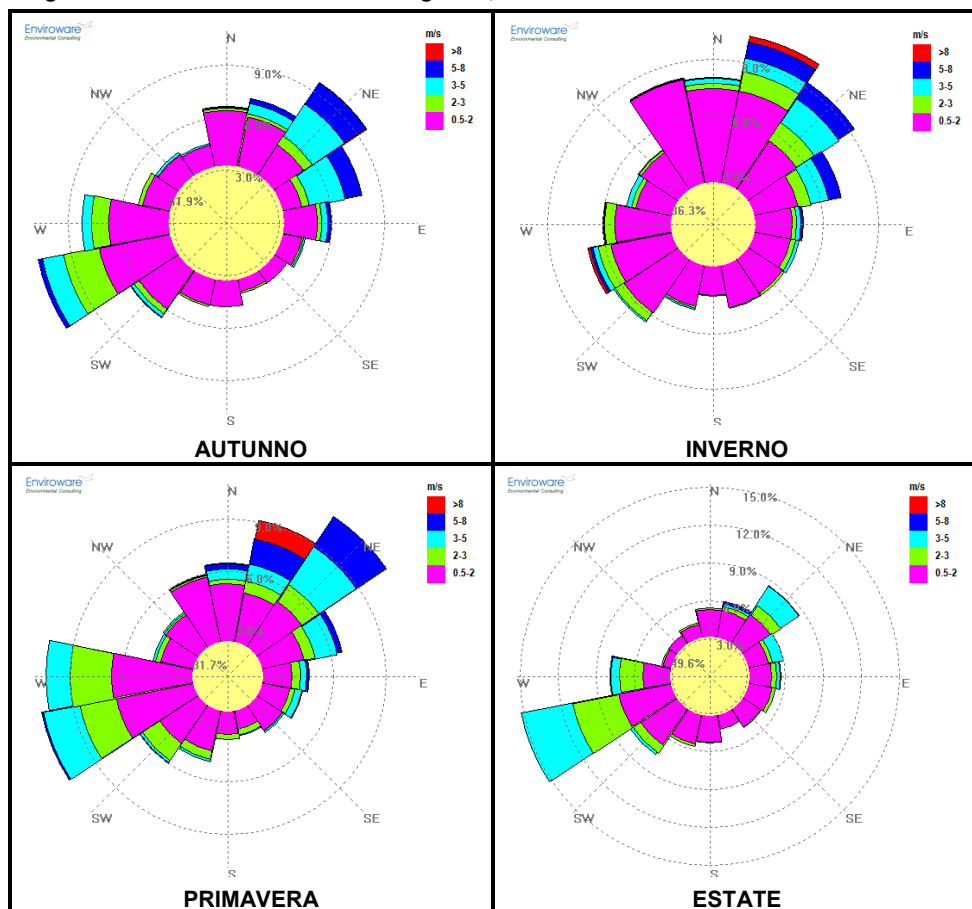


Nella tabella successiva si riporta la frequenza di accadimento della direzione del vento in classi stabilite.

Tabella 2.3d Frequenza di accadimento delle direzioni del vento, anno 2015, stazione di Alife

Distribuzione delle Direzioni del Vento		
Settori	N° di Dati	% Frequenza
V ≤ 0,5 m/s	3.704	42,42
N	348	3,99
NNE	484	5,54
NE	607	6,95
ENE	372	4,26
E	230	2,63
ESE	183	2,10
SE	152	1,74
SSE	128	1,47
S	152	1,74
SSO	212	2,43
SO	349	4,00
OSO	727	8,33
O	479	5,49
ONO	167	1,91
NO	166	1,90
NNO	272	3,12
Tot.	8.732	100

Dall'analisi della figura e della tabella sopra riportate si rileva che la condizione anemologica più frequente è rappresentata dalla calma di vento (42,42%), mentre la direzione prevalente di provenienza del vento è quella da Ovest-Sud Ovest. Si hanno inoltre componenti di rilievo di provenienza del vento da Nord Est, Nord-Nord Est, Ovest e, seppure con frequenza minore, da Est-Nord Est.

Figura 2.3d **Rose dei venti stagionali, anno 2015 – stazione di Alife**


L'analisi delle rose dei venti stagionali mostra che la calma di vento rappresenta sempre la condizione più frequente. Inoltre risulta significativa la frequenza di accadimento della direzione di provenienza del vento da Ovest-Sud Ovest in Autunno, Primavera ed Estate; la stagione primaverile risulta caratterizzata anche dalla frequente presenza di venti provenienti da Nord Est, da Ovest e da Nord-Nord Est, in quest'ultima direzione anche con velocità superiore ad 8 m/s.

Nella stagione invernale, le direzioni di provenienza prevalenti del vento risultano Nord-Nord Est e Nord Est.

Nella tabella seguente vengono riportati, per l'anno 2015, i valori di velocità del vento, in m/s, medi, massimi e minimi per ciascun mese e per l'intero anno.

Nella tabella seguente si riporta la frequenza di accadimento della velocità del vento per classi di velocità.

Tabella 2.3e **Analisi delle velocità del vento [m/s], anno 2015**

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	1,4	0,0	9,6
Febbraio	100,0	1,7	0,0	12,0
Marzo	99,7	2,2	0,0	16,0
Aprile	96,8	1,4	0,0	7,2
Maggio	99,6	1,1	0,0	7,1
Giugno	100,0	1,0	0,0	7,4
Luglio	100,0	1,1	0,0	6,9
Agosto	100,0	0,8	0,0	7,2
Settembre	100,0	1,3	0,0	6,4
Ottobre	100,0	0,9	0,0	8,7
Novembre	100,0	0,9	0,0	7,4
Dicembre	100,0	0,4	0,0	5,0
Anno	99,7	1,2	0,0	16,0

Dall'analisi della tabella si nota che la velocità media annua nel 2015 è pari a 1,2 m/s, mentre la velocità massima oraria, registrata nel mese di Marzo, risulta pari a 16,0 m/s.

Nella tabella seguente si riporta la frequenza di accadimento della velocità del vento in classi stabilite.

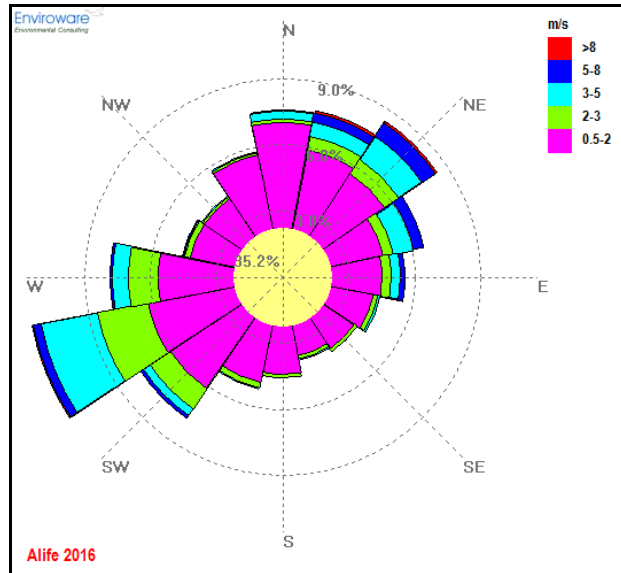
Tabella 2.3f **Frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento [m/s], anno 2015**

Distribuzione delle velocità del vento							
Classi [m/s]	≤ 0,5	0,5-2,0	2,0-3,0	3,0-5,0	5,0-8,0	> 8,0	Totale
N° di Dati	3.704	3.372	698	676	245	37	8.732
% Frequenza	42,42	38,62	7,99	7,74	2,81	0,42	100

L'analisi delle frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento mostra che i venti con velocità inferiori o uguali a 0,5 m/s costituiscono il 42,42% delle occorrenze totali nell'anno, mentre i venti con velocità bassa compresa tra 0,5 e 2 m/s si verificano per circa il 38,62% delle ore nell'anno. Si rilevano inoltre percentuali di accadimento del tutto paragonabili per i venti con velocità medio bassa (tra 2 e 3 m/s) e media (tra 3 e 5 m/s) che risultano verificarsi rispettivamente per il 7,99% e per il 7,74% delle ore dell'anno.

Di seguito si riportano le elaborazioni relative all'anno 2016.

In Figura 2.3e si mostra la rosa dei venti relativa all'elaborazione dei dati nell'anno considerato, mentre in Figura 2.3f si riportano le rose dei venti stagionali.

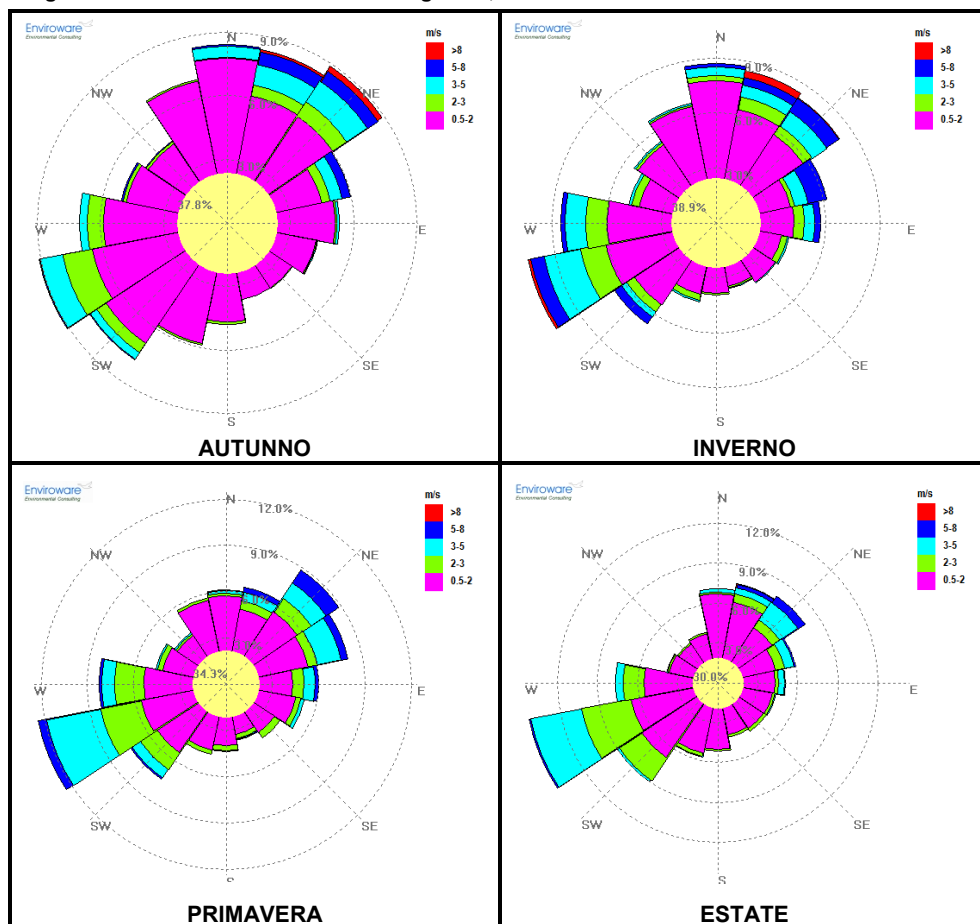
Figura 2.3e Rosa dei venti anno 2016 – stazione di Alife


Nella tabella successiva si riporta la frequenza di accadimento della direzione del vento in classi stabilite.

Tabella 2.3g Frequenza di accadimento delle direzioni del vento, anno 2016, stazione di Alife

Distribuzione delle Direzioni del Vento		
Settori	N° di Dati	% Frequenza
V ≤ 0,5 m/s	3.041	35,24
N	466	5,40
NNE	475	5,51
NE	539	6,25
ENE	375	4,35
E	286	3,31
ESE	198	2,30
SE	160	1,85
SSE	139	1,61
S	204	2,36
SSO	256	2,97
SO	479	5,55
OSO	809	9,38
O	487	5,64
ONO	211	2,45
NO	194	2,25
NNO	310	3,59
Tot.	8.629	100

Dall'analisi della figura e della tabella sopra riportate si rileva che la condizione anemologica più frequente è rappresentata dalla calma di vento (35,24%), mentre la direzione prevalente di provenienza del vento è quella da Ovest-Sud Ovest. Si hanno inoltre componenti di rilievo di provenienza del vento da Nord Est, e, seppure con frequenza leggermente minore, Sud Ovest, Nord-Nord Est e Nord.

Figura 2.3f **Rose dei venti stagionali, anno 2016 – stazione di Alife**


L'analisi delle rose dei venti stagionali mostra che la calma di vento rappresenta sempre la condizione più frequente. Inoltre risulta significativa la direzione di provenienza del vento da Ovest-Sud Ovest in tutte le stagioni dell'anno. L'Autunno e l'Inverno mostrano inoltre una frequente presenza di venti provenienti dal quadrante nord orientale

Nella tabella seguente vengono riportati, per l'anno 2016, i valori di velocità del vento, in m/s, medi, massimi e minimi per ciascun mese e per l'intero anno.

Nella tabella seguente si riporta la frequenza di accadimento della velocità del vento per classi di velocità.

Tabella 2.3h **Analisi delle velocità del vento [m/s], anno 2016**

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	1,2	0,0	9,7
Febbraio	98,6	1,3	0,0	8,2
Marzo	95,6	1,6	0,0	7,6
Aprile	95,8	1,1	0,0	6,7
Maggio	94,8	1,3	0,0	5,8
Giugno	96,5	1,1	0,0	5,2
Luglio	100,0	1,1	0,0	5,4
Agosto	100,0	1,5	0,0	8,4
Settembre	100,0	1,0	0,0	5,8
Ottobre	100,0	1,0	0,0	8,5
Novembre	100,0	1,2	0,0	10,3
Dicembre	100,0	1,3	0,0	8,2
Anno	98,4	1,2	0,0	10,3

Dall'analisi della tabella si nota che la velocità media annua nel 2016 è pari a 1,2 m/s, mentre la velocità massima oraria, registrata nel mese di Novembre, risulta pari a 10,3 m/s.

Nella tabella seguente si riporta la frequenza di accadimento della velocità del vento in classi stabilite.

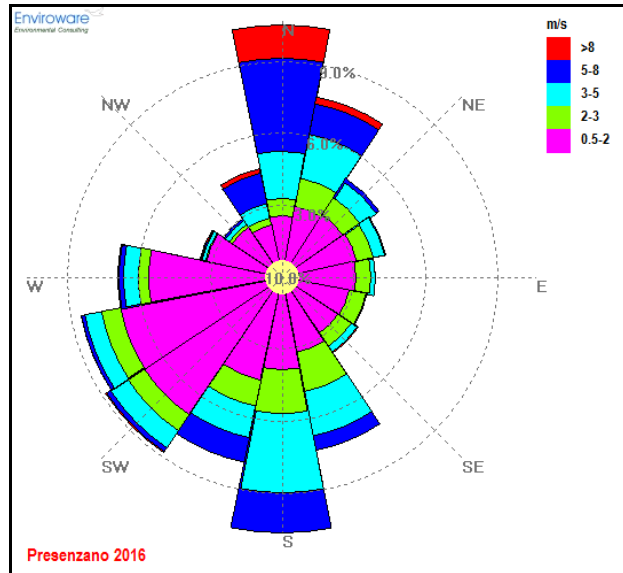
Tabella 2.3i **Frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento [m/s], anno 2016**

Distribuzione delle velocità del vento							
Classi [m/s]	≤ 0,5	0,5-2,0	2,0-3,0	3,0-5,0	5,0-8,0	> 8,0	Totale
N° di Dati	3.041	3.937	748	660	222	21	8.629
% Frequenza	35,24	46,63	8,67	7,65	2,57	0,24	100

L'analisi delle frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento mostra che i venti con velocità inferiori o uguali a 0,5 m/s costituiscono il 35,24% delle occorrenze totali nell'anno, mentre si ha una prevalenza di venti con velocità bassa compresa tra 0,5 e 2 m/s, per circa il 46,63% delle ore nell'anno. Si hanno percentuali di accadimento del tutto paragonabili per i venti con velocità medio bassa (tra 2 e 3 m/s) e media (tra 3 e 5 m/s) che risultano verificarsi rispettivamente per il 8,67% e per il 7,65% delle ore dell'anno.

Stazione di Presenzano

In Figura 2.3g si mostra la rosa dei venti relativa all'elaborazione dei dati nell'anno 2016 (l'unico, tra quelli disponibili, caratterizzato da una quantità significativa di dati orari validi), mentre in Figura 2.3h si riportano le rose dei venti stagionali.

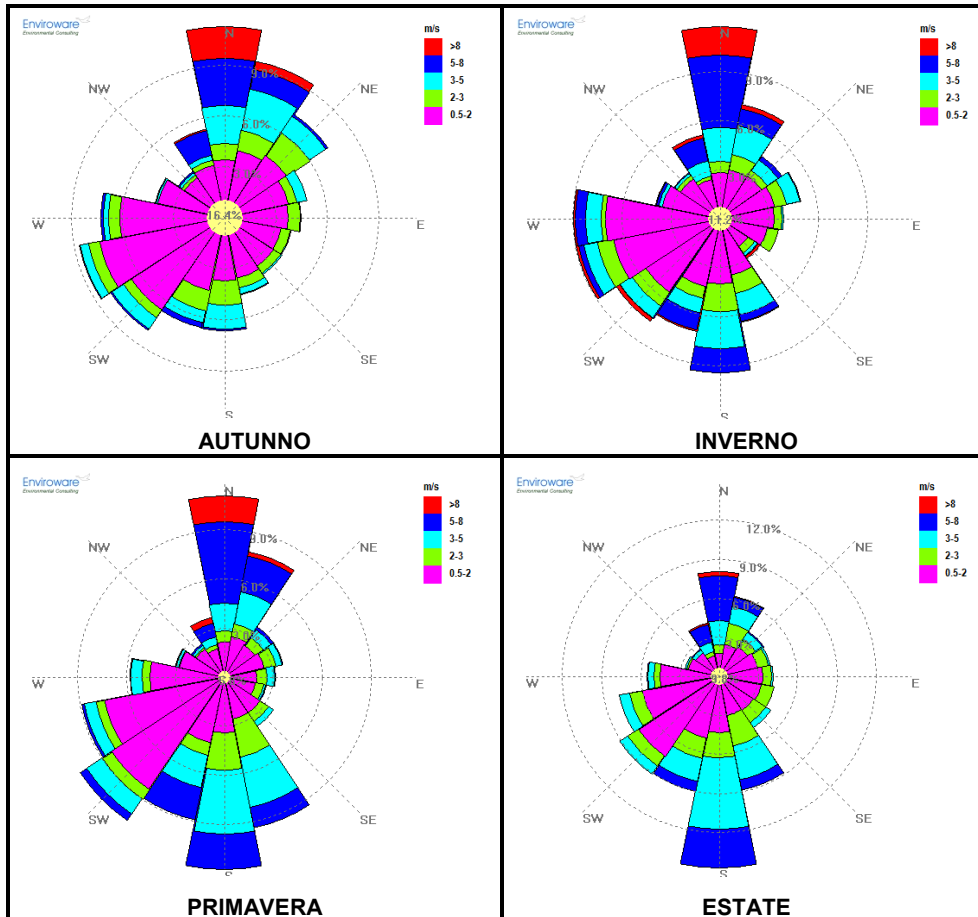
Figura 2.3g Rosa dei venti anno 2016 – stazione di Prezenzano


Nella tabella successiva si riporta la frequenza di accadimento della direzione del vento in classi stabilite.

Tabella 2.3j **Frequenza di accadimento delle direzioni del vento, anno 2016, stazione di Presenzano**

Distribuzione delle Direzioni del Vento		
Settori	N° di Dati	% Frequenza
V ≤ 0,5 m/s	949	10,80
N	864	9,84
NNE	612	6,97
NE	372	4,24
ENE	328	3,73
E	282	3,21
ESE	258	2,94
SE	276	3,14
SSE	586	6,67
S	875	9,96
SSO	633	7,21
SO	716	8,15
OSO	693	7,89
O	545	6,21
ONO	248	2,82
NO	198	2,25
NNO	348	3,96
Tot.	8.783	100

Dall'analisi della figura e della tabella sopra riportate si rileva che la direzione prevalente di provenienza del vento è Sud e, con frequenze leggermente minori, ma con velocità medie superiori, da Nord. Si hanno inoltre componenti di rilievo di provenienza del vento da Sud Ovest, Ovest-Sud Ovest e, seppure con frequenza inferiore, da Sud-Sud Ovest. Si fa presente che la rosa dei venti per la stazione di Presenzano relativa al 2016 è molto simile a quelle relative agli anni 2005, 2006 e 2007 riportate nello SIA del progetto della Centrale del 2009 che ha ottenuto la compatibilità ambientale con Decreto MATTM DSA-DEC-2009-001885 del 14/12/2009. Per tale motivo si può ritenere che l'anno 2016 possa essere ritenuto rappresentativo del regime anemologico dell'area di studio.

Figura 2.3h **Rose dei venti stagionali, anno 2016 – stazione di Prezenzano**


L'analisi delle rose dei venti stagionali mostra la presenza più significativa della direzione di provenienza del vento da Nord sia in Autunno che in Inverno; la stagione invernale risulta caratterizzata anche dalla frequente presenza di venti provenienti da Sud e, analogamente alla stagione autunnale, dai settori Ovest-Sud Ovest ed Ovest. In autunno, inoltre, è significativa la direzione di provenienza del vento da Nord-Nord Est, talora anche con valori di velocità del vento maggiori di 8 m/s.

Nella stagione primaverile le direzioni prevalenti di provenienza del vento risultano Sud e Nord, con venti di media intensità provenienti da Sud Ovest, Sud-Sud Ovest e Sud-Sud Est. Nella stagione estiva la direzione prevalente di provenienza del vento è Sud.

Nella tabella seguente vengono riportati, per l'anno 2016, i valori di velocità del vento, in m/s, medi, massimi e minimi per ciascun mese e per l'intero anno.

Nella tabella seguente si riporta la frequenza di accadimento della velocità del vento per classi di velocità.

Tabella 2.3k Analisi delle velocità del vento [m/s], anno 2016

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	2,4	0,3	11,6
Febbraio	100,0	2,5	0,3	10,9
Marzo	100,0	3,2	0,3	10,8
Aprile	100,0	2,4	0,3	10,2
Maggio	100,0	2,4	0,3	8,3
Giugno	100,0	1,9	0,3	7,4
Luglio	100,0	2,0	0,3	7,3
Agosto	100,0	2,9	0,3	9,9
Settembre	100,0	1,9	0,3	10,0
Ottobre	99,9	2,1	0,3	11,1
Novembre	100,0	1,9	0,3	13,0
Dicembre	100,0	2,3	0,3	10,2
Anno	100,0	2,3	0,3	13,0

Dall'analisi della tabella si nota che la velocità media annua nel 2016 è pari a 2,3 m/s, mentre la velocità massima oraria, registrata nel mese di Novembre, risulta pari a 13,0 m/s.

Nella tabella seguente si riporta la frequenza di accadimento della velocità del vento in classi stabilite.

Tabella 2.3l Frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento [m/s], anno 2016

Distribuzione delle velocità del vento							
Classi [m/s]	≤ 0,5	0,5-2,0	2,0-3,0	3,0-5,0	5,0-8,0	> 8,0	Totale
N° di Dati	949	4266	1098	1345	941	184	8.783
% Frequenza	10,80	48,57	12,50	15,31	10,71	2,10	100

L'analisi delle frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento mostra che i venti con velocità inferiori o uguali a 0,5 m/s costituiscono il 10,80% delle occorrenze totali nell'anno, mentre si ha una prevalenza di venti con velocità bassa compresa tra 0,5 e 2 m/s, per circa il 48,57% delle ore nell'anno. Percentuali di accadimento del tutto paragonabili tra loro si hanno per i venti con velocità medio bassa (tra 2 e 3 m/s), media (tra 3 e 5 m/s) e medio alta (tra 5 e 8 m/s) che risultano verificarsi rispettivamente per il 12,50%, il 15,31% ed il 10,71% delle ore dell'anno.

2.4 Umidità relativa

Nelle tabelle seguenti vengono riportati per ogni mese ed anno i valori di umidità relativa medi, massimi e minimi rilevati dalle stazioni meteorologiche di Alife e S. Angelo d'Alife per gli anni 2014, 2015 e 2016, e dalla stazione di Presenzano per l'anno 2016.

Sono state calcolate anche le percentuali di dati disponibili per ogni mese ed anno, in riferimento ai possibili 8.760 dati (uno per ogni ora dell'anno, ad eccezione dell'anno 2016 che, essendo bisestile, ha 24 ore in più).

Stazione di Alife

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2014.

Tabella 2.4a **Analisi dell'umidità relativa mensile [%], anno 2014, stazione di Alife**

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	85,7	40,0	100,0
Febbraio	100,0	81,0	41,0	100,0
Marzo	100,0	70,4	29,0	100,0
Aprile	99,9	74,0	22,0	100,0
Maggio	100,0	71,7	29,0	100,0
Giugno	100,0	71,2	25,0	100,0
Luglio	99,9	73,9	28,0	100,0
Agosto	100,0	72,0	29,0	100,0
Settembre	100,0	77,1	22,0	100,0
Ottobre	99,9	72,8	25,0	100,0
Novembre	100,0	85,0	38,0	100,0
Dicembre	100,0	79,9	27,0	100,0
Anno	100,0	76,2	22,0	100,0

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2015.

Tabella 2.4b **Analisi dell'umidità relativa mensile [%], anno 2015, stazione di Alife**

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	76,2	22,0	100,0
Febbraio	100,0	74,1	31,0	100,0
Marzo	100,0	68,9	24,0	100,0
Aprile	99,9	66,3	22,0	100,0
Maggio	99,7	61,5	0,0	100,0
Giugno	100,0	62,1	20,0	99,0
Luglio	100,0	58,2	19,0	99,0
Agosto	100,0	64,4	19,0	98,0
Settembre	100,0	60,4	18,0	99,0

Ottobre	100,0	80,8	33,0	100,0
Novembre	100,0	82,1	30,0	100,0
Dicembre	100,0	85,7	39,0	100,0
Anno	100,0	70,1	0,0	100,0

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2016.

Tabella 2.4c **Analisi dell'umidità relativa mensile [%], anno 2016, stazione di Alife**

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	79,5	30,0	100,0
Febbraio	100,0	77,8	23,0	100,0
Marzo	100,0	74,3	24,0	100,0
Aprile	100,0	69,1	21,0	100,0
Maggio	100,0	72,4	31,0	100,0
Giugno	100,0	71,2	23,0	100,0
Luglio	100,0	64,0	25,0	100,0
Agosto	100,0	62,5	26,0	98,0
Settembre	100,0	74,6	24,0	100,0
Ottobre	100,0	80,5	27,0	100,0
Novembre	100,0	85,3	30,0	100,0
Dicembre	100,0	75,3	23,0	100,0
Anno	100,0	73,8	21,0	100,0

Stazione di S. Angelo d'Alife

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2014.

Tabella 2.4d **Analisi dell'umidità relativa mensile [%], anno 2014, stazione di S. Angelo d'Alife**

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	90,2	40,0	100,0
Febbraio	100,0	87,6	40,0	100,0
Marzo	100,0	79,0	31,0	100,0
Aprile	99,9	65,6	2,0	100,0
Maggio	100,0	69,4	27,0	92,0
Giugno	100,0	70,4	23,0	96,0
Luglio	100,0	73,3	32,0	100,0
Agosto	100,0	72,2	30,0	100,0
Settembre	100,0	78,4	25,0	100,0
Ottobre	100,0	76,8	21,0	100,0
Novembre	100,0	88,7	34,0	100,0
Dicembre	100,0	85,9	16,0	100,0
Anno	100,0	78,1	2,0	100,0

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2015.

Tabella 2.4e **Analisi dell'umidità relativa mensile [%], anno 2015, stazione di S. Angelo d'Alife**

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	85,9	28,0	100,0
Febbraio	100,0	82,2	24,0	100,0
Marzo	100,0	77,8	22,0	100,0
Aprile	100,0	74,2	20,0	100,0
Maggio	100,0	69,7	14,0	100,0
Giugno	100,0	65,0	21,0	100,0
Luglio	100,0	59,1	17,0	98,0
Agosto	100,0	64,6	18,0	100,0
Settembre	100,0	63,3	17,0	100,0
Ottobre	100,0	85,1	36,0	100,0
Novembre	100,0	86,8	31,0	100,0
Dicembre	100,0	90,1	40,0	100,0
Anno	100,0	75,3	14,0	100,0

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2016.

Tabella 2.4f **Analisi dell'umidità relativa mensile [%], anno 2016, stazione di S. Angelo d'Alife**

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	82,9	27,0	100,0
Febbraio	100,0	81,9	24,0	100,0
Marzo	100,0	80,6	26,0	100,0
Aprile	100,0	75,9	20,0	100,0
Maggio	100,0	76,8	30,0	100,0
Giugno	100,0	75,6	31,0	100,0
Luglio	100,0	68,9	25,0	100,0
Agosto	100,0	66,7	26,0	100,0
Settembre	100,0	78,5	25,0	100,0
Ottobre	100,0	84,2	31,0	100,0
Novembre	100,0	89,3	31,0	100,0
Dicembre	100,0	81,1	23,0	100,0
Anno	100,0	78,5	20,0	100,0

Stazione di Presenzano

Di seguito si riportano le elaborazioni relative al 2016.

Tabella 2.4g Analisi dell'umidità relativa mensile [%], anno 2016, stazione di Presenzano

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	87,3	45,0	99,0
Febbraio	100,0	89,8	37,0	99,0
Marzo	100,0	84,8	42,0	99,0
Aprile	100,0	81,5	28,0	99,0
Maggio	100,0	84,2	40,0	99,0
Giugno	100,0	85,5	49,0	99,0
Luglio	100,0	80,1	39,0	99,0
Agosto	100,0	76,4	42,0	99,0
Settembre	100,0	85,9	43,0	99,0
Ottobre	100,0	87,6	42,0	99,0
Novembre	100,0	91,5	47,0	99,0
Dicembre	100,0	83,7	36,0	99,0
Anno	100,0	84,8	28,0	99,0

L'umidità relativa media annua nel triennio considerato risulta circa pari al 73% presso la stazione di Alife ed al 77% presso S. Angelo d'Alife. La stazione di Presenzano nel 2016 ha rivelato un valore medio annuo di umidità relativa pari all'84,8%.

2.5 Pressione atmosferica

Nelle tabelle seguenti vengono riportati per ogni mese ed anno i valori di pressione (in mbar) medi, massimi e minimi rilevati dalla stazione meteorologica di Presenzano per l'anno 2016. Sono state calcolate anche le percentuali di dati disponibili per ogni mese ed anno, in riferimento ai possibili 8.784 dati.

Tabella 2.5a Analisi della pressione mensile [mbar], anno 2016, stazione di Presenzano

Mese	% Dati validi	Media	Min	Max
Gennaio	100,0	1006,8	986,8	1027,0
Febbraio	100,0	1003,8	984,3	1024,7
Marzo	100,0	999,6	973,3	1012,3
Aprile	100,0	1000,6	985,0	1012,2
Maggio	100,0	1000,4	989,0	1008,0
Giugno	100,0	1000,4	987,3	1010,0
Luglio	100,0	1001,3	994,0	1010,0
Agosto	100,0	1002,1	995,0	1010,0
Settembre	100,0	1003,4	993,0	1018,0
Ottobre	100,0	1004,8	827,8	1014,8
Novembre	100,0	1005,6	991,5	1020,0
Dicembre	100,0	1016,1	1000,5	1028,0
Anno	100,0	1003,8	827,8	1028,0

3 Caratterizzazione della qualità dell'aria

3.1 Normativa di riferimento

I primi standard di qualità dell'aria sono stati definiti in Italia dal D.P.C.M. 28/03/1983 relativamente ad alcuni parametri, modificati quindi dal D.P.R. 203 del 24/05/1988 che, recependo alcune Direttive Europee, ha introdotto oltre a nuovi valori limite, i valori guida, intesi come "obiettivi di qualità" cui le politiche di settore devono tendere.

Con il successivo Decreto del Ministro dell'Ambiente del 15/04/1994 (aggiornato con il Decreto del Ministro dell'Ambiente del 25/11/1994) sono stati introdotti i livelli di attenzione (situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme) ed i livelli di allarme (situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario), validi per gli inquinanti in aree urbane. Tale decreto ha inoltre introdotto i valori obiettivo per alcuni nuovi inquinanti atmosferici non regolamentati con i precedenti decreti: PM10 (frazione delle particelle sospese inalabile), Benzene ed IPA (idrocarburi policiclici aromatici).

Il D. Lgs. 351 del 04/08/1999 ha recepito la Direttiva 96/62/CEE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, rimandando a decreti attuativi l'introduzione dei nuovi standard di qualità.

Il D.M. 60 del 2/04/2002 ha recepito rispettivamente la Direttiva 1999/30/CE concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle ed il piombo e la Direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

Il D. Lgs. 183 del 21/05/2004 ha recepito la Direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria; con tale Decreto venivano abrogate tutte le precedenti disposizioni concernenti l'ozono e venivano fissati i nuovi limiti.

Il D. Lgs. 155 del 13/08/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", pubblicato sulla G.U. del 15 settembre 2010, pur non intervenendo direttamente sul D. Lgs. 152/2006, ha abrogato le disposizioni della normativa precedente diventando il riferimento principale in materia di qualità dell'aria ambiente.

Il D. Lgs. 155/2010, modificato dal D. Lgs. 250 del 24/12/2012 (pubblicato sulla G.U. del 28 gennaio 2013), reca il nuovo quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente, cioè "l'aria esterna presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro definiti dal decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81". Vengono previsti sistemi di valutazione e di gestione della qualità dell'aria la quale dovrà rispettare standard qualitativi elevati ed omogenei e basarsi su sistemi di acquisizione, trasmissione e

messa a disposizione dei dati e delle informazioni relativi alla valutazione della qualità dell'aria ambiente, il tutto in modo da rispondere alle esigenze di tempestività della conoscenza da parte di tutte le amministrazioni interessate e della collettività. Occorre però zonizzare il territorio (art. 3, il quale al comma 1 stabilisce che "L'intero territorio nazionale è suddiviso in zone e agglomerati (art. 4) da classificare ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente"), operando una classificazione delle zone e degli agglomerati urbani, entro i quali sarà misurata la qualità dell'aria per ciascun inquinante (biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, PM₁₀, PM_{2,5}, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene).

Il D. Lgs. 155/2010 riporta, inoltre, i criteri per l'ubicazione ottimale dei punti di campionamento in siti fissi; per l'ubicazione su macroscala, ai fini della protezione umana, l'area di rappresentatività delle stazioni di misurazione deve essere:

- a) tale da rappresentare la qualità dell'aria su un tratto di almeno 100 m in caso di stazioni di traffico, ove tecnicamente fattibile, per la valutazione dei livelli di tutti gli inquinanti eccetto arsenico, cadmio, mercurio, nichel ed IPA;
- b) pari ad almeno 200 m², in caso di stazioni di traffico, per la valutazione dei livelli di arsenico, cadmio, mercurio, nichel ed IPA;
- c) pari ad almeno 250 m x 250 m, ove tecnicamente fattibile, in caso di stazioni industriali;
- d) pari ad alcuni km² in caso di stazioni di fondo in siti urbani.

Per la protezione degli ecosistemi e della vegetazione i punti di campionamento dovrebbero essere ubicati a più di 20 km dalle aree urbane ed a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti, impianti industriali, autostrade o strade con flussi di traffico superiori a 50.000 veicoli/die; il punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo da essere rappresentativo della qualità dell'aria ambiente di un'area circostante di almeno 1.000 km².

Il Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010 e s.m.i., stabilisce:

- i valori limite per Biossido di Zolfo, Biossido di Azoto, PM₁₀, PM_{2,5}, Benzene, Monossido di Carbonio e Piombo, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso, che devono essere raggiunte entro un termine prestabilito e in seguito non devono essere superate;
- le soglie di allarme per Biossido di Zolfo e Biossido di Azoto, ossia la concentrazione atmosferica oltre la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunta la quale si deve immediatamente intervenire;
- i livelli critici per Biossido di Zolfo ed Ossidi di Azoto, vale a dire la concentrazione atmosferica oltre la quale possono sussistere effetti negativi diretti sulla vegetazione e sugli ecosistemi naturali, esclusi gli esseri umani;
- 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};
- il margine di tolleranza, cioè la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;

- i periodi di mediazione, cioè il periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

Gli Allegati V (per Biossido di Zolfo, Biossido d'Azoto, Ossidi d'Azoto, Materiale Particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}), Piombo, Benzene, Monossido di Carbonio, Arsenico, Cadmio, Mercurio, Nichel, ed IPA) e IX (per l'Ozono) del D. Lgs. 155/2010 riportano, infine, i criteri per determinare il numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli di concentrazione nell'aria ambiente. Per la popolazione umana, ad esclusione del PM_{2,5} (per il quale, in relazione all'obiettivo di riduzione dell'esposizione viene fissato il vincolo di almeno una stazione di misurazione per milione di abitanti nelle zone urbane), vengono forniti dei criteri distinti per le fonti diffuse e per le fonti puntuali. Per queste ultime il punto di campionamento dovrebbe essere definito sulla base dei livelli di emissione della fonte industriale, del possibile profilo di distribuzione dell'inquinamento dell'aria e della probabile esposizione della popolazione.

Nelle successive tabelle vengono riportati i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria; i valori limite sono espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ad eccezione del Monossido di Carbonio espresso come mg/m^3) ed il volume, nel caso di inquinanti gassosi (e quindi escluso il particolato e tutti gli inquinanti in esso contenuti), deve essere normalizzato ad una temperatura di 293 K e ad una pressione di 101,3 kPa. Superati questi livelli poiché vi sarebbe un rischio per la salute umana, anche per una breve esposizione da parte di taluni soggetti "sensibili", tanto che vengono previsti anche provvedimenti di urgenza, l'art. 10 "Piani per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme" prevede che:

- a) in caso di superamento di un valore limite (= livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e in seguito non deve essere superato) "in una o più aree all'interno di zone o di agglomerati", le Regioni dovranno adottare e attuare un piano che indichi le misure necessarie ad agire sulle principali sorgenti di emissione "aventi influenza su tali aree di superamento" (nel caso di superamento dopo i termini prescritti all'allegato XI, le Regioni dovranno intervenire "nel più breve tempo possibile");
- b) in caso di superamento dei livelli critici (= livello oltre il quale possono esservi effetti negativi sull'uomo e sull'ecosistema) le Regioni attuano tutte le misure necessarie ad agire sulle principali sorgenti di emissione, anche sulla base degli indirizzi espressi dal Coordinamento tra Ministero, Regioni ed autorità competenti in materia di aria ambiente;
- c) infine, in caso di rischio di superamento delle soglie di allarme (= livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana anche in caso di breve esposizione della popolazione), le Regioni dovranno adottare Piani d'azione con l'indicazione degli interventi da attuare nel breve termine (articolo 10).

Nel caso di superamento della soglia di informazione o di allarme, è previsto (articolo 14) l'obbligo di informare il pubblico in modo adeguato e tempestivo.

Qualora le misure regionali non siano sufficienti per far rientrare i valori entro i limiti, perché influenzate da sorgenti di emissione al di fuori del territorio regionale, si dovranno adottare misure a carattere nazionale su proposta del Ministero dell'Ambiente.

Tabella 3.1a Limiti di legge relativi all'esposizione acuta

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento Legislativo
SO ₂	Soglia di allarme* – Media 1 h	500 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
SO ₂	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
SO ₂	Limite su 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
NO ₂	Soglia di allarme* – Media 1 h	400 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
NO ₂	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
PM ₁₀	Limite su 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
CO	Massimo giornaliero della media mobile su 8 h	10 mg/m ³	D. Lgs. 155/10
O ₃	Soglia di informazione – Media 1 h	180 µg/m ³	D. Lgs. 155/10
O ₃	Soglia di allarme* - Media 1 h	240 µg/m ³	D. Lgs. 155/10

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

Tabella 3.1b Limiti di legge relativi all'esposizione cronica

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento Legislativo	Termine di efficacia
NO ₂	Valore limite annuale per la protezione della salute umana – Anno civile	40 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	
O ₃	Valore bersaglio per la protezione della salute da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	
O ₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	
PM ₁₀	Valore limite annuale – Anno civile	40 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	
PM _{2,5} Fase 1	Valore limite annuale Anno civile	25 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	
PM _{2,5} Fase 2*	Valore limite annuale – Anno civile	20 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	01/01/2020
Piombo	Valore limite annuale per la protezione della salute umana – Anno civile	0,5 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	
Benzene	Valore limite annuale per la protezione della salute umana – Anno civile	5 µg/m ³	D. Lgs. 155/10	

() valore limite indicativo, da stabilire con successivo decreto sulla base delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.*

Tabella 3.1c Limiti di legge per la protezione degli ecosistemi

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento Legislativo
SO ₂	Livello critico protezione ecosistemi e vegetazione Anno civile e inverno (01/10 – 31/03)	20 µg/m ³ Dal 19 luglio 2001	D. Lgs. 155/10
NO _x	Limite protezione ecosistemi e vegetazione Anno civile	30 µg/m ³ Dal 19 luglio 2001	D. Lgs. 155/10
O ₃	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione AOT40* su medie di 1 h da maggio a luglio Da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni)	18,000 µg/m ³ h	D. Lgs. 155/10
O ₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40* su medie di 1 h da maggio a luglio	6,000 µg/m ³ h	D. Lgs. 155/10

(*) Per AOT40 (espresso in µg/m³-ora) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (= 40 parti per miliardo) e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET).

Infine il D. Lgs. 155 del 13/08/2010 con l'obiettivo di migliorare lo stato di qualità dell'aria ambiente e di mantenerlo tale laddove buono, stabilisce:

- i valori obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente dell'Arsenico, del Cadmio, del Nichel e del Benzo(a)pirene;
- i metodi e i criteri per la valutazione delle concentrazioni nell'aria ambiente dell'Arsenico, del Cadmio, del Mercurio, del Nichel e degli Idrocarburi Policiclici Aromatici;
- i metodi e i criteri per la valutazione della deposizione dell'Arsenico, del Cadmio, del Mercurio, del Nichel e degli Idrocarburi Policiclici Aromatici.

Nella tabella successiva sono riportati i valori obiettivo. Tali valori sono riferiti al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su anno civile.

Tabella 3.1d Valori obiettivo

Inquinante	Valore
Arsenico	6,0 ng/m ³
Cadmio	5,0 ng/m ³
Nichel	20,0 ng/m ³
Benzo(a)pirene	1,0 ng/m ³

Se, in una o più aree all'interno di zone o di agglomerati, i livelli degli inquinanti sopra riportati superano i valori obiettivo, le Regioni e le Province autonome, adottano, anche sulla base degli indirizzi espressi dal Coordinamento di cui all'articolo 20, le misure che non comportano costi sproporzionati necessarie ad agire sulle principali sorgenti di emissione aventi influenza su tali aree di superamento ed a perseguire il raggiungimento dei valori obiettivo entro il 31 dicembre

2012. Il perseguimento del valore obiettivo non comporta, per gli impianti soggetti ad AIA ex Decreto Legislativo 152/2006 e s.m.i., condizioni più rigorose di quelle connesse all'applicazione delle migliori tecniche disponibili.

3.2 Caratterizzazione dello stato attuale di qualità dell'aria

Ai fini di effettuare la caratterizzazione della qualità dell'aria dell'area di interesse si è provveduto in prima istanza a verificare la copertura attuale della Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria della Regione Campania, gestita da ARPAC, nell'area in cui sarà ubicata la centrale di Presenzano. Dall'analisi condotta non sono risultate disponibili né campagne di monitoraggio svolte mediante laboratorio mobile né stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria collocate nelle vicinanze del sito di interesse; le centraline fisse più prossime al sito di centrale, gestite da ARPA Molise, risultano infatti quelle di Venafro 1 e Venafro 2, ubicate a circa 12 km a Nord – Nord Ovest dallo stesso e, pertanto, tali da non poter essere ritenute rappresentative dello stato della qualità dell'aria locale.

Di conseguenza, nell'ambito del presente studio, la caratterizzazione dello stato attuale della qualità dell'aria relativa all'area di studio è stata effettuata utilizzando:

- i dati orari di concentrazione degli inquinanti di interesse (CO, NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5} ed O₃) prodotti con sistema modellistico MINNI e forniti da ENEA per gli anni 2005, 2007 e 2010 (che rappresentano gli anni di riferimento simulati più recenti al momento della stesura del presente documento) relativamente ad un punto ubicato nelle vicinanze dell'area prevista per la realizzazione della Centrale;
- i risultati della campagna di monitoraggio effettuata con mezzo mobile da Ecoplame s.r.l., su richiesta di Edison, presso il Comune di Pratella (CE), frazione di Palombiscio, nel periodo 24 febbraio 2017 - 25 marzo 2017. Il punto di misura è stato individuato sulla base delle maggiori ricadute medie annue degli NO_x emessi dalla Centrale stimate nello SIA del progetto della Centrale termoelettrica che ha ottenuto la compatibilità ambientale (Decreto MATTM prot. ex DSA-DEC-2009-0001885 del 14/12/2009), tenuto conto della presenza di aree abitate e, quindi, della potenziale presenza continuativa di persone.

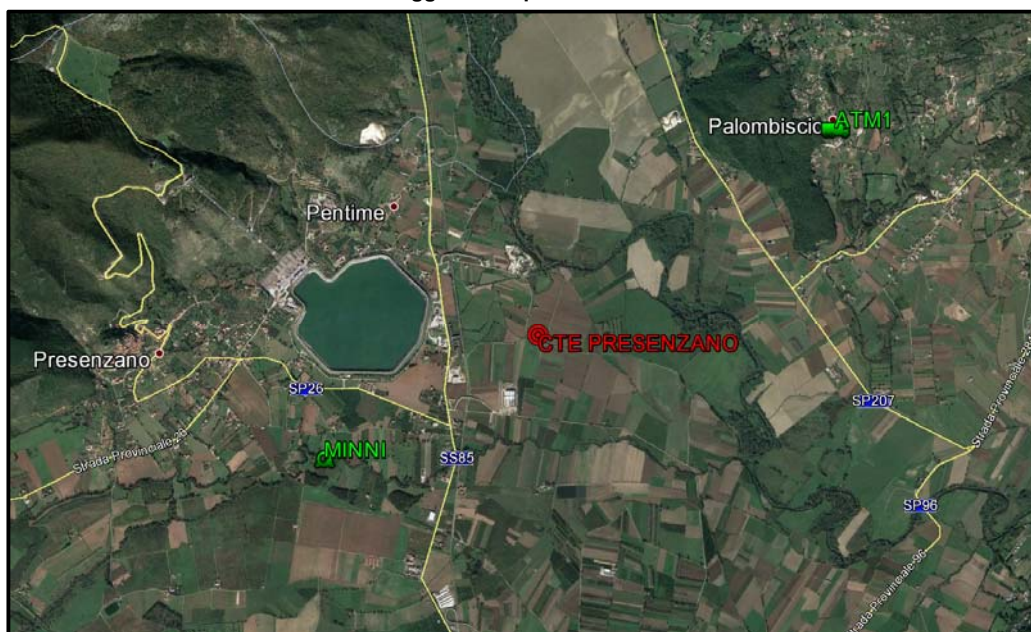
Nella successiva Tabella 3.2a si riportano per il punto di estrazione dei dati MINNI e per la campagna di monitoraggio con mezzo mobile considerata, la denominazione, l'ubicazione, la distanza dal sito, gli inquinanti monitorati e, unicamente per il monitoraggio con mezzo mobile, il periodo in cui è stata svolta la campagna.

Tabella 3.2a **Caratteristiche del punto di estrazione dei dati da modello MINNI e del punto di monitoraggio con mezzo mobile considerati nello studio**

Punto di monitoraggio	Coordinate (WGS 84-UTM 33N) [m]	Distanza dal sito [km]	Inquinanti monitorati	Periodo campagna
MINNI	X: 424.126 Y: 4.579.867	2	CO, NO ₂ , SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} ed O ₃	-
ATM1	X: 428.347 Y: 4.582.247	2,8	CO, NO ₂ , NO, NO _x , SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , O ₃ e benzene	Dal 24/02/2017 al 25/03/2017

In Figura 3.2a è riportata la localizzazione del punto di estrazione MINNI e del mezzo mobile considerati nel presente studio (ATM1).

Figura 3.2a **Localizzazione del punto di estrazione dei dati da modello MINNI e del mezzo mobile di monitoraggio della qualità dell'aria**



Di seguito si riportano i risultati delle elaborazioni eseguite secondo la normativa vigente in materia di qualità dell'aria, dei dati di concentrazione calcolati mediante il Sistema Modellistico MINNI e di quelli misurati nella campagna di monitoraggio effettuata con mezzo mobile.

3.2.1 Dati di qualità dell'aria da modello MINNI

Il sistema modellistico MINNI

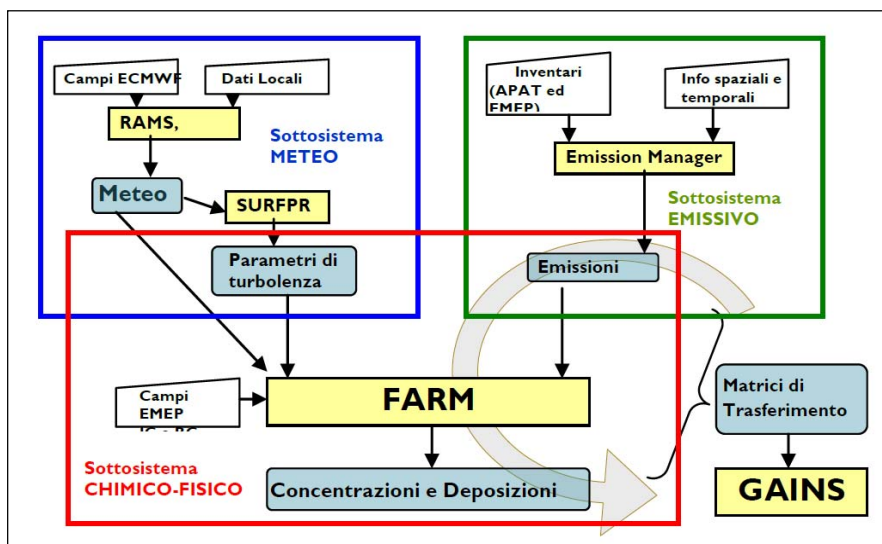
MINNI (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'Inquinamento Atmosferico) è un sistema modellistico atmosferico a scala nazionale sviluppato dall'ENEA per conto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), costituito da un insieme di modelli e pre/post processori per selezionare e valutare l'efficacia delle politiche di qualità dell'aria a livello nazionale e regionale.

L'ENEA a partire dal 2002, con incarichi da parte del MATTM, ha sviluppato il Sistema Modellistico MINNI, costituito da due componenti principali:

- il Sistema Modellistico Atmosferico (SMA), che produce campi tridimensionali orari di variabili meteorologiche e di concentrazione dei principali inquinanti (SO₂, NO₂, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}, ecc.) su tutto il territorio italiano con risoluzione spaziale fino a 4 km;
- la componente di elaborazione e valutazione di scenari futuri e alternativi, in termini di politiche di controllo delle emissioni, denominato RAINS_Italia (che diventerà GAINS_Italia) in linea con l'omonimo modello europeo sviluppato dall'*International Institute for Applied Systems Analysis* (IIASA) di Laxenburg (Vienna), che ha collaborato alla realizzazione della versione italiana.

Le due componenti sono connesse circolarmente tramite le Matrici di Trasferimento Atmosferico (MTA) e RAIL (RAINS-Atmospheric Inventory Link), due prodotti appositamente sviluppati da ENEA.

Figura 3.2.1a Il Sistema Modellistico Atmosferico (SMA) di MINNI



Il Sistema Modellistico Atmosferico (Figura 3.2.1a) è a sua volta una *suite* modellistica complessa e pienamente integrata, il cui cuore è FARM (*Flexible Atmospheric Regional Model*), un modello Euleriano tridimensionale sviluppato da Arianet che tratta il trasporto, l'evoluzione chimica e la deposizione degli inquinanti atmosferici e calcola le concentrazioni in aria e le deposizioni al suolo di inquinanti gassosi e di particelle di aerosol.

L'input meteorologico per FARM è stato preparato utilizzando il modello prognostico non-idrostatico RAMS (*Regional Atmospheric Modeling System*), sviluppato dall'Università del Colorado. In input a RAMS, le condizioni al contorno e i dati sinottici e di superficie sono stati forniti da ECMWF (*European Centre For Medium-Range Weather Forecast*). In output RAMS fornisce campi meteorologici vettoriali e scalari a cadenza oraria (vento, temperatura, copertura nuvolosa, umidità, precipitazioni, radiazione totale e netta).

Il sottosistema meteorologico è completato da SURFPRO, un modulo diagnostico che, a partire dai campi meteorologici, dall'orografia e da informazioni sull'uso del suolo, consente il calcolo dei parametri di scala dello strato limite planetario (PBL), delle diffusività turbolente orizzontali e verticali e delle velocità di deposizione delle diverse specie chimiche. Il sottosistema emissivo prevede l'utilizzo di un pre-processore, *Emission Manager* che, a partire dall'inventario nazionale annuale, disaggregato a livello provinciale, consente la preparazione dell'input emissivo per FARM: campi orari, disaggregati sulla griglia di calcolo, con la speciazione richiesta dal meccanismo chimico in uso.

Il Sistema Modellistico Atmosferico di MINNI fornisce in output i dati meteorologici e di qualità dell'aria con risoluzione temporale oraria e su lungo periodo, tipicamente un anno (gli anni di riferimento simulati più recenti sono il 2005, il 2007 ed il 2010). Tutti i dati sono forniti sia alla risoluzione di 20 x 20 km² su un dominio di riferimento nazionale, sia alla risoluzione di 4x4 km² su 5 macroregioni che ricoprono l'intera penisola e le due isole. In verticale il dominio di calcolo si estende fino ad una quota di 10 km sul livello del suolo.

Attorno a questo nucleo modellistico sono nate e cresciute diverse iniziative che riguardano sia la previsione dei fenomeni di inquinamento a scala nazionale sia la possibilità di utilizzare i dati delle grandezze meteorologiche e/o di qualità dell'aria prodotti dal Sistema Modellistico di MINNI come condizioni iniziali e al contorno per discese di scala a livello regionale e/o locale o per studi di impatto ambientale.

Analisi dati di qualità dell'aria da modello MINNI

Nei paragrafi successivi si riportano, per ciascun inquinante analizzato, i risultati dell'analisi dei dati di concentrazione da modello MINNI condotta secondo la normativa vigente in materia di qualità dell'aria.

Biossido di azoto (NO₂)

Esistono numerose specie chimiche di ossidi di azoto, classificate in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto:

- ossido di diazoto: N₂O;
- ossido di azoto: NO;
- triossido di diazoto (anidride nitrosa): N₂O₃;
- biossido di azoto: NO₂;
- tetrossido di diazoto: N₂O₄;
- pentossido di diazoto (anidride nitrica): N₂O₅.

Le emissioni naturali di NO comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo; le emissioni antropogeniche sono principalmente causate dai trasporti, dall'uso di combustibili per la produzione di elettricità e di calore e, in misura minore, dalle attività industriali. Negli ultimi anni le emissioni antropogeniche di ossidi di azoto sono aumentate notevolmente e questa è la causa principale dell'incremento della concentrazione atmosferica delle specie ossidanti.

Il monossido di azoto si forma per reazione dell'ossigeno con l'azoto nel corso di qualsiasi processo di combustione che avvenga in aria e ad elevata temperatura; l'ulteriore ossidazione dell'NO produce anche tracce di biossido di azoto, che in genere non supera il 5% degli NO_x totali emessi.

La formazione di biossido di azoto, la specie di prevalente interesse per i possibili effetti sulla salute umana e che svolge un importante ruolo nel processo di formazione dell'ozono, avviene per ossidazione in atmosfera del monossido di azoto. La concentrazione in aria di NO₂, oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO, dalla velocità di trasformazione di NO in NO₂ e dalla velocità di conversione di NO₂ in altre specie ossidate (nitrati).

La Tabella 3.2.1a riporta i parametri statistici di legge relativi alle concentrazioni di NO₂ estratte dal modello MINNI nel punto individuato in Figura 3.2a in prossimità della Centrale per gli anni 2005, 2007 e 2010.

Tabella 3.2.1a Concentrazioni di NO₂ da MINNI - anni 2005, 2007 e 2010 [µg/m³]

Fonte dei dati	% dati validi			N° sup.lim. orario prot. salute umana ⁽¹⁾			N° sup.soglia di allarme ⁽²⁾			Valori medie annue ⁽³⁾		
	'05	'07	'10	'05	'07	'10	'05	'07	'10	'05	'07	'10
MINNI – punto in prossimità della Centrale	99,9	99,9	100	0	0	0	0	0	0	12,8	11,3	6,4
Note: Rif: D.Lgs. 155/10 (1) N° superamenti del limite orario per la protezione della salute umana: 200 µg/m ³ , come NO ₂ da non superare per più di 18 volte nell'anno civile – tempo di mediazione 1 ora. Rappresenta il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie. (2) N° di giorni di superamento della soglia di allarme: 400 µg/m ³ , misurati per tre ore consecutive. (3) Limite annuale per la protezione della salute umana: 40 µg/m ³ – tempo di mediazione anno civile.												

I dati analizzati nel presente studio, i cui indici statistici sono riportati nella precedente tabella presentano, per l'NO₂, sempre un livello di disponibilità superiore al 90%, come richiesto dalla normativa per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Osservando i valori riportati in tabella si nota che **la soglia di allarme di 400 µg/m³ ed il limite orario di 200 µg/m³ da non superare per più di 18 volte nell'anno civile risultano, per tutti gli anni considerati, sempre rispettati** (negli anni considerati non si è mai verificato neppure un superamento).

Anche **per quanto concerne il limite della media annua (40 µg/m³) questo risulta sempre ampiamente rispettato in tutto il triennio considerato; inoltre i valori medi annui di NO₂ mostrano un trend in notevole diminuzione dal 2005 al 2010.**

Non sono stati presi in considerazione gli NO_x in quanto il punto di estrazione dei dati da modello MINNI non risponde ai requisiti richiesti dall'Allegato III punto 3 del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. per poter essere considerato rappresentativo ai fini della protezione degli ecosistemi.

Particolato atmosferico PM₁₀ e PM_{2,5}

Le polveri sospese in atmosfera sono costituite da un insieme estremamente eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o secondaria (derivata da una serie di reazioni fisiche e chimiche). Una caratterizzazione esauriente del particolato sospeso si basa, oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte, anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle. La dimensione media delle particelle determina il tempo medio di permanenza in aria, il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana.

Il particolato (inalabile e fine), si distingue in primario e secondario sulla base della sua origine: emesso come tale dalla fonte o formato successivamente all'emissione di altri inquinanti

atmosferici. Fanno parte del particolato primario le particelle carboniose derivate dai processi di combustione e dalle emissioni dei motori (prevalentemente diesel); fanno parte del particolato secondario le particelle originate durante i processi fotochimici che portano alla formazione di ozono e di particelle di solfati e nitrati (soprattutto di ammonio), derivanti dall'ossidazione di SO₂ e NO₂ rilasciati in vari processi di combustione. Va precisato che tale fenomeno è molto lento e che avviene a considerevoli distanze della sorgente emissiva.

Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali, il traffico veicolare e gli impianti di riscaldamento.

Il particolato viene emesso in atmosfera anche da una grande varietà di sorgenti naturali quali:

- polvere minerale trasportata dal vento;
- emissioni vulcaniche;
- materiali biologici;
- fumi da combustione di biomasse (ad es. in agricoltura).

Il particolato mostra una forte variabilità stagionale, si rilevano concentrazioni maggiori nei mesi invernali, caratterizzati da frequenti condizioni atmosferiche di scarsa dispersione degli inquinanti e, per alcune sorgenti, da maggiori emissioni.

La Tabella 3.2.1b riporta i parametri statistici di legge relativi alle concentrazioni di PM₁₀ estratte dal modello MINNI in prossimità della centrale per gli anni 2005, 2007 e 2010.

Tabella 3.2.1b Concentrazioni di PM₁₀ da MINNI – anni 2005, 2007 e 2010 [µg/m³]

Fonte dei dati	% dati validi			N° superamenti media su 24 ore per la protezione della salute umana ⁽¹⁾			Media annuale ⁽²⁾		
	'05	'07	'10	'05	'07	'10	'05	'07	'10
MINNI – punto in prossimità della Centrale	99,9	99,9	100	0	0	0	11,9	13,7	10,5
Note: Rif. D. Lgs. 155/10									
(1) Il limite è pari a 50 µg/m ³ da non superare per più di 35 volte in un anno. Rappresenta il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere.									
(2) Il limite della media annuale per la protezione della salute umana è pari a 40 µg/m ³ .									

I dati analizzati nel presente studio, i cui indici statistici sono riportati nella precedente tabella presentano, per il PM₁₀, sempre un livello di disponibilità superiore al 90%, come richiesto dalla normativa per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Dall'analisi della tabella precedente emerge che **il limite dei 35 superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³, così come quello della media annuale per la protezione della salute**

umana ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) risultano sempre ampiamente rispettati per tutti gli anni considerati nella presente analisi.

La Tabella 3.2.1c riporta i parametri statistici di legge relativi alle concentrazioni di $\text{PM}_{2,5}$ estratte dal modello MINNI in prossimità della Centrale per gli anni 2005, 2007 e 2010.

Tabella 3.2.1c Concentrazioni di $\text{PM}_{2,5}$ da MINNI - anni 2005, 2007 e 2010 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Fonte dei dati	% dati validi			Media annuale ⁽¹⁾		
	'05	'07	'10	'05	'07	'10
MINNI – punto in prossimità della Centrale	99,9	99,9	100	10,5	11,9	8,7
Note: Rif: D. Lgs. 155/10						
1) Il limite della media annuale per la protezione della salute umana è pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$						

Analogamente al PM_{10} , i dati di concentrazione di $\text{PM}_{2,5}$ analizzati nel presente studio presentano sempre un livello di disponibilità superiore al 90%, come richiesto dalla normativa per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Dall'analisi della tabella si nota che, nel periodo considerato, il valore limite relativo alla media annua di $\text{PM}_{2,5}$ ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) risulta sempre ampiamente rispettato.

Biossido di zolfo (SO_2)

Gli ossidi di zolfo, costituiti da biossido di zolfo (SO_2) e, in piccole quantità, da triossido di zolfo o anidride solforica (SO_3), sono composti originati da processi di combustione di combustibili contenenti zolfo che si svolgono principalmente nell'ambito della produzione di elettricità e di calore (centrali termoelettriche e produzione di calore a fini domestici). Attualmente, nella maggior parte dei centri urbani la presenza di questo inquinante in atmosfera è da attribuire essenzialmente alla combustione del gasolio negli impianti di riscaldamento e nei motori diesel. Negli anni passati, la concentrazione di questo inquinante è stata molto superiore ai livelli attuali per l'utilizzazione di combustibili liquidi e gassosi ad elevato tenore di zolfo. Il controllo dello zolfo alla sorgente, ossia nel combustibile, unitamente all'estensivo uso di gas naturale, pressoché privo di zolfo, hanno contribuito a ridurre notevolmente la concentrazione a terra di questo inquinante.

La Tabella 3.2.1d riporta i parametri statistici di legge relativi alle concentrazioni di SO_2 estratte dal modello MINNI in prossimità della centrale per gli anni 2005, 2007 e 2010.

Tabella 3.2.1d Concentrazioni di SO₂ da MINNI- anni 2005, 2007 e 2010 [µg/m³]

Fonte dei dati	% dati validi			N. sup. lim. orario prot. salute umana ⁽¹⁾			N. sup.soglia di allarme ⁽²⁾			N. sup. lim. giorn. prot. salute umana ⁽³⁾		
	'05	'07	'10	'05	'07	'10	'05	'07	'10	'05	'07	'10
MINNI – punto in prossimità della Centrale	99,9	99,9	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Note: Rif. D. Lgs. 155/10 (1) Il limite di riferimento è 350 µg/m ³ , da non superare per più di 24 ore in un anno. Tale limite rappresenta il 99,73° percentile delle concentrazioni medie orarie. (2) Il limite di riferimento è 500 µg/m ³ , definito per 3 ore consecutive per un'area uguale o superiore a 100 km ² o l'intero agglomerato se inferiore a 100 km ² . (3) Il limite di riferimento è 125 µg/m ³ da non superare per più di 3 volte in un anno. Tale limite rappresenta il 99,2° percentile delle concentrazioni medie giornaliere.												

Come visibile dalla tabella, nel triennio considerato i dati analizzati presentano, relativamente all'SO₂, un livello di disponibilità superiore al 90%, come richiesto dalla normativa per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Osservando i valori riportati in tabella, **si nota che negli anni 2005, 2007 e 2010 analizzati, la soglia di allarme, il limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile ed il limite giornaliero da non superare più di 3 volte per anno civile sono sempre rispettati.**

Non è stata calcolata la media annua di SO₂ in quanto il punto di estrazione dei dati da modello MINNI non risponde ai requisiti richiesti dall'Allegato III punto 3 del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. per poter essere considerato rappresentativo ai fini della protezione degli ecosistemi.

Monossido di carbonio (CO)

L'ossido di carbonio (CO) o monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile e molto tossico che si forma durante le combustioni in difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno).

Il monossido di carbonio è estremamente diffuso soprattutto nelle aree urbane a causa dell'inquinamento prodotto dagli scarichi degli autoveicoli.

La Tabella 3.2.1e riporta i parametri statistici di legge relativi alle concentrazioni di CO estratte dal modello MINNI in prossimità della centrale per gli anni 2005, 2007 e 2010.

Tabella 3.2.1e Superamenti del valore limite e massima concentrazione media sulle 8 ore annuale [mg/m³] per il Monossido di Carbonio negli anni 2005, 2007 e 2010 – Dati MINNI

Fonte dei dati	% dati validi			Superamenti limite di concentrazione ⁽¹⁾			Massima concentrazione giornaliera sulle 8 ore nel periodo analizzato		
	'05	'07	'10	'05	'07	'10	'05	'07	'10
MINNI – punto in prossimità della Centrale	99,7	95,7	99,2	0	0	0	0,63	0,46	0,48
Note: Rif: D. Lgs. 155/10									
(1) Il limite della massima concentrazione giornaliera su otto ore è pari a 10 mg/m ³ .									

I dati analizzati nel presente studio e riportati nella precedente tabella presentano, per il CO, sempre un livello di disponibilità superiore al 90%, come richiesto dalla normativa per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Come si evince dalla tabella, **il limite normativo per il CO è sempre abbondantemente rispettato per tutti gli anni considerati.**

Ozono (O₃)

L'ozono presente nella bassa atmosfera (troposfera¹) è sia di origine naturale che legato alle attività antropiche. Quando la concentrazione nell'aria che respiriamo aumenta, l'ozono diventa un inquinante pericoloso per la nostra salute.

L'ozono troposferico è un inquinante secondario, ossia non viene emesso direttamente da una sorgente, ma si produce per effetto della radiazione solare in presenza di inquinanti primari (prodotti dal traffico automobilistico, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione di carburanti, etc.).

Infatti le più alte concentrazioni di ozono si rilevano nei mesi più caldi dell'anno e nelle ore di massimo irraggiamento solare (tra le 12.00 e le 17.00) mentre nelle ore serali l'ozono diminuisce. Negli ambienti interni la sua concentrazione è molto più bassa rispetto alla concentrazione all'aria aperta. Nei pressi delle aree urbane, dove è più forte l'inquinamento atmosferico, l'ozono si forma e si trasforma con grande rapidità, con un comportamento molto diverso da quello osservato per gli altri inquinanti.

Gli inquinanti primari, che costituiscono la base di formazione dell'ozono, sono gli stessi che possono provocarne la rapida distruzione. Il particolare comportamento dell'ozono determina anche il diverso modo di monitorarlo rispetto agli altri inquinanti.

¹ La troposfera è la regione dell'atmosfera che dal suolo si estende fino a 10-15 km e dove la temperatura decresce con la quota. È la sede dei tipici fenomeni meteorologici come nubi e precipitazioni.

Il vento trasporta l'ozono dalle aree urbane alle zone suburbane e rurali, dove il minore inquinamento rende la sostanza più stabile. Il monitoraggio corretto di questo inquinante va quindi realizzato nelle località più periferiche della città e nei parchi, dove l'ozono raggiunge i valori più alti.

In Tabella 3.2.1f sono riportati il numero di superamenti della soglia di informazione, il numero di superamenti della soglia di allarme ed il numero di superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute umana (massimo giornaliero della media mobile di 8 ore pari a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Quest'ultimo valore non deve essere superato per più di 25 volte all'anno, come media su tre anni di rilevamento; in assenza di dati per tale periodo, secondo quanto riportato nel D. Lgs. 155/10 e s.m.i., è possibile fare riferimento ai dati relativi ad un anno.

Tabella 3.2.1f Superamenti valore per la protezione della salute umana di O_3 – anni 2005, 2007 e 2010 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], Dati MINNI

Fonte dei dati	% dati validi			N. superamenti valore bersaglio ⁽¹⁾			N. superamento orario della soglia di informazione ⁽²⁾			N. superamento orario della soglia di allarme ⁽³⁾		
	'05	'07	'10	'05	'07	'10	'05	'07	'10	'05	'07	'10
MINNI – punto in prossimità della Centrale	99,9	99,9	100	4	3	38	0	0	1	0	0	0
Note: Rif. D. Lgs. 155/10: (1) Valore bersaglio per la protezione della salute umana: 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni oppure in assenza di dati si può fare riferimento ai dati di un anno. (2) 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (3) 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il superamento della soglia deve essere misurato per tre ore consecutive.												

Come si nota dalla tabella, il livello di disponibilità dei dati è sempre superiore alla percentuale minima del 90% indicata dalla normativa vigente per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Negli anni 2005 e 2007 si registra un numero di superamenti (rispettivamente 4 e 3) del valore bersaglio per la protezione della salute umana ampiamente inferiore al limite di legge pari a 25, mentre per l'anno 2010 si registra un numero di superamenti più elevato (38).

Per il solo anno 2010 si registra, inoltre, un superamento della soglia di informazione mentre la soglia di allarme risulta sempre rispettata nell'intero periodo considerato.

Non è stata condotta l'analisi dei dati al fine di valutare il valore bersaglio per la protezione della vegetazione (AOT40), perché il punto di estrazione dei dati da modello MINNI non rientra tra quelli indicati dal D. Lgs. 155/10 e s.m.i. per la protezione della vegetazione.

3.2.2 Campagna di monitoraggio con mezzo mobile del Febbraio-Marzo 2017

Nel periodo 24/02/2017 al 25/03/2017 è stata effettuata una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con mezzo mobile nel comune di Pratella (CE), all'interno del cortile della scuola di Palombiscio, in un'area non interessata da traffico veicolare (si veda punto di misura ATM1 in Figura 3.2a per la sua localizzazione).

Il punto di misura è stato individuato sulla base delle maggiori ricadute medie annue degli NOx emessi dalla Centrale stimate nello Studio di Impatto Ambientale del progetto della Centrale termoelettrica che ha ottenuto la compatibilità ambientale (Decreto MATTM prot. ex DSA-DEC-2009-0001885 del 14/12/2009), tenuto conto della presenza di aree abitate e, quindi, della potenziale presenza continuativa di persone.

La campagna è stata effettuata con mezzo mobile dotato di analizzatori automatici, di centralina meteo e di campionatori sequenziali per il campionamento delle polveri.

Il monitoraggio è stato effettuato dalla Ecoplame S.r.l., con sede legale a Napoli in Via Andrea Vaccaro n. 23.

Durante la campagna sono stati analizzati i seguenti inquinanti: CO, Ossidi di azoto (NO, NO₂ e NOx), SO₂, O₃, PM₁₀ e PM_{2,5}, Benzene.

Nella Tabella 3.2.2a sono indicati gli inquinanti analizzati durante i 30 giorni di monitoraggio ed il periodo di mediazione.

Tabella 3.2.2a **Indicazione degli inquinanti monitorati e del periodo di mediazione**

Inquinanti	Periodo di mediazione
PM ₁₀	24 h
PM _{2,5}	24 h
NO ₂	1 h
NO	1 h
NOx	1 h
Benzene	1 h
CO	1 h
SO ₂	1 h
O ₃	1 h

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti durante la campagna di monitoraggio.

Tabella 3.2.2b Sintesi dei risultati relativi agli inquinanti di interesse - campagna di monitoraggio con mezzo mobile effettuata nel febbraio-marzo 2017

	PM ₁₀ [µg/m ³]	PM _{2,5} [µg/m ³]	Benzene [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	NO _x [µg/m ³]	CO [mg/m ³]	SO ₂ [µg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]
Media periodo	23,36	15,46	0,61	2,79	3,08	-	1,07	-
Max media oraria	-	-	-	21,01	-	1,22	2,39	120,60
Max media giornaliera	36,53	-	-	-	-	-	1,50	-
Max media giornaliera su 8 ore						0,73		112,78

Dall'analisi dei risultati riportati in Tabella 3.2.2b si evince che, **relativamente al PM₁₀, non si sono registrati superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile fissato dal D.Lgs. 155/2010**: il massimo valore della media giornaliera di PM₁₀ registrato durante i 30 giorni di monitoraggio risulta infatti pari a 36,53 µg/m³. Sebbene non sia possibile effettuare un confronto diretto tra la concentrazione media di PM₁₀ rilevata durante il periodo analizzato ed il limite relativo alla concentrazione media annua di tale inquinante stabilito dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. (40 µg/m³) a causa della limitata copertura temporale della presente campagna di monitoraggio, a puro titolo indicativo si evidenzia che la concentrazione media di PM₁₀ registrata durante il periodo di monitoraggio risulta pari a 23,36 µg/m³, valore nettamente inferiore al limite di 40 µg/m³ sopracitato.

Per quanto riguarda il **PM_{2,5}**, in analogia a quanto sopra esposto, si evidenzia, a puro titolo indicativo, che la concentrazione media di tale inquinante rilevata durante il periodo di monitoraggio risulta pari a 15,46 µg/m³: **tale valore è ben inferiore rispetto al limite di 25 µg/m³ stabilito dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. per la concentrazione media annua di PM_{2,5}**.

Anche per quanto concerne il **Benzene**, analogamente a quanto sopra esposto, si evidenzia, a puro titolo indicativo, che **la concentrazione media** di tale inquinante registrata durante la campagna di monitoraggio, pari a 0,61 µg/m³, **risulta abbondantemente inferiore al limite di 5 µg/m³ imposto dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. e riferito alla concentrazione media annua di Benzene**.

Per il Biossido di Zolfo (SO₂), nei 30 giorni di monitoraggio **non si sono registrati superamenti del limite orario di 350 µg/m³ da non superare più di 24 volte per anno civile, fissato dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.:** il valore massimo orario registrato durante la campagna di monitoraggio, infatti, è pari a 2,39 µg/m³. Si evidenzia inoltre che durante la campagna di monitoraggio anche **il limite giornaliero di SO₂**, fissato dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. e pari a 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile, **risulta essere stato sempre rispettato**: il valore massimo giornaliero registrato nel periodo di monitoraggio, infatti, è pari a 1,50 µg/m³.

Inoltre, sempre a titolo indicativo data la ridotta durata del monitoraggio nel periodo analizzato **la concentrazione media di SO₂ registrata**, pari a 1,07 µg/m³, è **abbondantemente inferiore al limite della media annua di SO₂** pari a 20 µg/m³.

Per quanto riguarda il **Biossido di Azoto (NO₂)**, il valore massimo orario registrato durante la campagna di monitoraggio risulta pari a 21,01 µg/m³; **il valore limite orario di 200 µg/m³** fissato dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i., **da non superare più di 18 volte per anno civile, è stato quindi sempre ampiamente rispettato durante il periodo d'indagine.**

Analogamente a quanto affermato per gli inquinanti sopra discussi, sebbene non sia possibile effettuare un confronto diretto tra la concentrazione media di NO₂ rilevata durante il periodo analizzato ed il limite relativo alla concentrazione media annua di NO₂ stabilito dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. a causa della limitata copertura temporale della presente campagna di monitoraggio, a puro titolo indicativo si evidenzia che **la concentrazione media di NO₂ registrata durante il periodo di monitoraggio e pari a 2,79 µg/m³, è nettamente inferiore al limite di 40 µg/m³ imposto dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. per la concentrazione media annua di NO₂.**

Per quanto concerne gli NO_x, sempre a titolo indicativo data la ridotta durata del monitoraggio, **nel periodo analizzato è stato abbondantemente rispettato il limite della media annua di NO_x di 30 µg/m³**: la concentrazione media di NO_x registrata nel periodo di monitoraggio, infatti, è risultata pari a 3,08 µg/m³.

Per quanto riguarda il **Monossido di Carbonio (CO)**, il valore massimo della media giornaliera di CO calcolata sulle 8 ore risulta pari a 0,73 mg/m³: **tale valore risulta abbondantemente inferiore al limite indicato dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. pari a 10 mg/m³**, riferito alla massima concentrazione giornaliera su 8 ore.

Per l'inquinante Ozono (O₃) non è stato rilevato alcun superamento ne' della soglia di allarme ne' della soglia di informazione stabilite dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. e pari a 240 µg/m³ e 180 µg/m³ su 1 ora di campionamento: la massima concentrazione media oraria registrata nel periodo di monitoraggio, infatti, risulta pari a 120,60 µg/m³. Inoltre durante la campagna di monitoraggio non è stato registrato alcun superamento del valore bersaglio fissato dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione della salute pari a 120 µg/m³ riferito alla massima concentrazione giornaliera della media mobile su 8 h, da non superare più di 25 volte per anno civile: la massima media mobile su 8 ore registrata è stata infatti di 112,78 µg/m³.

4 Stima e valutazione degli impatti

4.1 Metodologia

Obiettivo del presente studio è la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria del progetto di aggiornamento tecnologico dell'autorizzata Centrale (CTE) Edison di Presenzano con le modifiche descritte nel quadro di riferimento progettuale dello SPA.

A tal fine sono stati simulati i seguenti scenari emissivi le cui caratteristiche sono riportate nel §4.3:

- “Scenario Autorizzato”: rappresentativo delle emissioni dei turbogruppi TG1 e TG2 della Centrale nell'assetto autorizzato con Decreto MATTM DSA-DEC-2009-001885 del 14/12/2009 e con Autorizzazione Unica (AU), ai sensi della legge 9 aprile 2002, n. 55, con decreto MISE n.55/02/2011 del 14 Luglio 2011, al carico nominale;
- “Scenario Futuro”: rappresentativo delle emissioni della Centrale al carico nominale nella configurazione di Progetto.

Gli inquinanti considerati nelle modellazioni di dispersione atmosferica sono NO_x, CO ed NH₃ (quest'ultimo solo per lo scenario Futuro).

Le dispersioni in atmosfera degli inquinanti emessi sono state simulate mediante il sistema di modelli a puff denominato CALPUFF (CALPUFF - EPA Approved Version, V 5.8.5), che comprende il pre-processore meteorologico CALMET, il processore CALPUFF ed il post-processore CALPOST.

Lo studio è stato svolto adottando la seguente metodologia:

- ricostruzione degli scenari emissivi: ai fini dello studio sono state caratterizzate le sorgenti emissive della Centrale per gli scenari emissivi elencati sopra e descritti in dettaglio al §4.3;
- dispersione degli inquinanti in atmosfera: lo studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera è stato condotto mediante il “Sistema di Modelli CALPUFF”, composto dai moduli CALMET, CALPUFF, CALPOST descritti in dettaglio nei paragrafi seguenti:
 - Preprocessore CALMET: il campo cinetico di vento tridimensionale e le variabili di turbolenza sono stati ricostruiti attraverso il modello CALMET, per il periodo 1 gennaio 2016 – 31 dicembre 2016 (8.784 ore) considerando un dominio di calcolo di dimensione 40 km x 40 km con passo cella pari a 0,5 km. Tale periodo può essere considerato, come emerge dall'analisi meteo riportata precedentemente (vedi §2), rappresentativo delle condizioni meteo dell'area (anno tipo). Per la ricostruzione del campo di vento tridimensionale sono stati utilizzati i dati anemologici di superficie registrati dalle centraline meteo di Presenzano e di Alife, e quelli in quota costituiti dagli output del modello meteorologico COSMO acquistati da ARPA Emilia Romagna;
 - CALPUFF: le emissioni dei 2 scenari emissivi considerati per la CTE sono state utilizzate, unitamente al campo di vento 3D, come input per l'applicazione del modello di

dispersione CALPUFF. L'approccio allo studio ha visto l'applicazione del codice ad un dominio di calcolo coincidente con quello meteorologico con passo di cella pari a 0,5 km. È stata effettuata così un'analisi sull'intero anno di riferimento (2016) restituendo come output i valori di concentrazione per tutti gli inquinanti simulati ora per ora per tutti i punti del dominio di calcolo;

- Postprocessore CALPOST: i dati orari di concentrazione, in uscita da CALPUFF, sono stati elaborati mediante l'applicazione del modello CALPOST. Il post-processing ha consentito di ottenere le ricadute degli inquinanti simulati, secondo i parametri statistici di legge, sul dominio di calcolo indagato; i risultati ottenuti sono poi stati rappresentati sottoforma di mappe di ricaduta al suolo;
- valutazione dell'effetto sulla qualità dell'aria: l'impatto sulla qualità dell'aria del Progetto è stato valutato mediante un confronto, tra loro e con gli standard di qualità dell'aria definiti dal D.Lgs.155/2010, dei livelli di concentrazione di NOx e di CO indotti dall'esercizio della Centrale nei due scenari emissivi simulati, tenuto conto dei valori di fondo degli inquinanti rilevati nell'area di studio. Inoltre, specificamente per lo scenario Futuro, è stato valutato l'impatto sulla qualità dell'aria delle ricadute indotte di NH₃ mediante un confronto con il valore di riferimento (*Inhalation Reference Concentration*, RfC) definito da US-EPA.

Nel paragrafo conclusivo del presente capitolo sono state inserite alcune considerazioni in merito al possibile impatto sulla qualità dell'aria generato dalla formazione di particolato secondario a partire dalle emissioni di ossidi di azoto ed ammoniaca (inquinanti primari).

4.2 Caratteristiche del sistema di modelli CALPUFF

Il sistema di modelli CALMET-CALPUFF, inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "Guideline on Air Quality Models", è stato sviluppato da Sigma Research Corporation, ora parte di Earth Tech, Inc., con il contributo di California Air Resources Board (CARB).

Per le simulazioni si è utilizzata la versione 5.8.5 delle varie componenti del sistema di modelli come raccomandato dall'US-EPA a partire dal 26/07/2016 (http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion_prefrec.htm#calpuff).

Il sistema di modelli è costituito da tre moduli principali:

- il processore meteorologico CALMET: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento e temperatura all'interno del dominio di calcolo;
- il processore CALPUFF: modello di dispersione, che inserisce le emissioni all'interno del campo di vento generato da CALMET e ne studia il trasporto e la dispersione;
- il post-processore CALPOST: ha lo scopo di analizzare statisticamente i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli utilizzabili per le analisi successive.

CALMET è un processore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura unitamente a campi bidimensionali di parametri descrittivi

della turbolenza atmosferica. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa e da diverse tipologie di destinazione di uso del suolo.

Il campo di vento è ricostruito attraverso stadi successivi; in particolare, un campo di vento iniziale viene processato in modo da tenere conto degli effetti orografici tramite interpolazione dei dati misurati alle centraline di monitoraggio e tramite l'applicazione di specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso.

CALMET è dotato, infine, di un modulo micro-meteorologico, per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera e pertanto è in grado di caratterizzare i fenomeni di inversione termica.

CALPUFF è un modello di dispersione ibrido, multi-strato e non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili nello spazio e nel tempo. CALPUFF è in grado di utilizzare i campi meteorologici prodotti da CALMET, oppure, in caso di simulazioni semplificate, di assumere un campo di vento assegnato dall'esterno, omogeneo all'interno del dominio di calcolo.

CALPUFF contiene diversi algoritmi, che gli consentono, opzionalmente, di tenere conto di diversi fattori, quali:

- l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (*building downwash*) o allo stesso cammino di emissione (*stack-tip downwash*);
- lo shear verticale del vento;
- la deposizione secca ed umida;
- le trasformazioni chimiche che avvengono in atmosfera;
- il trasporto su superfici d'acqua;
- la presenza di orografia complessa o di zone costiere.

Con riferimento all'ultimo punto, CALPUFF tiene conto dei fenomeni di brezza che caratterizzano le zone costiere, e modella in modo efficace il cosiddetto *Thermal Internal Boundary Layer* (TIBL) che è causa della ricaduta repentina al suolo degli inquinanti emessi da sorgenti vicine alla costa.

Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello CALPUFF permette di configurare le sorgenti individuate attraverso geometrie puntuali, lineari ed areali. Le sorgenti puntuali permettono di rappresentare emissioni localizzate con precisione in un'area ridotta; le sorgenti lineari consentono di simulare al meglio un'emissione che si estende lungo una direzione prevalente, qual è ad esempio quella dovuta al trasporto su nastri; le sorgenti areali, infine, si adattano bene a rappresentare un'emissione diffusa su di un'area estesa.

CALPOST consente di analizzare i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle diverse esigenze di simulazione. Tramite CALPOST si possono

ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di isoconcentrazione.

I codici di calcolo richiedono come input i seguenti dati:

- dati meteorologici in superficie ed in quota, per la ricostruzione del campo di vento tridimensionale (ricostruiti in CALMET);
- dati per le sorgenti: per l'effettivo studio della dispersione degli inquinanti in aria (effettuato da CALPUFF).

Gli output del codice CALPUFF, elaborati attraverso CALPOST, consistono in matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse. Tali risultati possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di "tipo GIS" creando ad esempio mappe di isoconcentrazione.

4.3 Scenari emissivi

4.3.1 Scenario Autorizzato

Per quanto riguarda lo "Scenario Autorizzato", le simulazioni delle dispersioni di inquinanti in atmosfera sono state effettuate utilizzando due sorgenti puntuali, denominate E1 (rappresentativa delle emissioni del turbogruppo TG1) ed E2 (rappresentativa delle emissioni del turbogruppo TG2) posizionate nel centro dei due camini della CTE.

Tale scenario è rappresentativo delle emissioni generate dalla Centrale nella configurazione attuale autorizzata con Decreto MATTM DSA-DEC-2009-001885 del 14/12/2009.

Le caratteristiche delle sorgenti emissive considerate per il suddetto scenario, che riporta i valori di emissione al carico nominale, sono indicate nella Tabella 4.3.1a.

Tabella 4.3.1a Caratteristiche sorgenti emissive e flussi di massa – Scenario Autorizzato

Parametri	U.d.M.	Sorgente E1	Sorgente E2
Coordinate UTM 33N - WGS84	[m]	426.025 E 4.580.972 N	425.980 E 4.580.853 N
Ore di funzionamento	[h/anno]	8.784	8.784
Altezza camino	[m]	50	50
Diametro camino allo sbocco	[m]	6,48	6,48
Temperatura dei fumi allo sbocco	[°C]	99	99
Velocità dei fumi allo sbocco	[m/s]	22,0	22,0
Flusso di massa di NOx	[kg/h]	67,6	67,6
Flusso di massa di CO	[kg/h]	67,6	67,6

Si specifica che entrambe le sorgenti sono state simulate come attive al carico nominale per tutte le ore presenti nell'anno considerato, ossia il 2016 che è bisestile (8.784 h/anno), sebbene le ore annue di esercizio autorizzate siano 8.170.

4.3.2 Scenario Futuro

Lo "Scenario Futuro" prevede la sostituzione dei gruppi attualmente autorizzati con un ciclo combinato dotato di un sistema SCR per l'abbattimento degli NOx, Tale sistema di abbattimento determinerà l'emissione in atmosfera, oltre a NOx e CO, anche di NH₃.

La configurazione di progetto prevede una sola sorgente di emissione, denominata E1 (rappresentativa delle emissioni del turbogruppo in progetto), anziché 2 sorgenti, E1 ed E2, dovute alla presenza dei 2 turbogas autorizzati.

Analogamente allo Scenario Autorizzato, le simulazioni delle dispersioni in atmosfera delle emissioni generate dalla Centrale nello Scenario Futuro sono state effettuate utilizzando una sorgente puntuale posizionata nel centro del camino E1 posto a valle della caldaia a recupero, considerando le emissioni al carico nominale.

Le caratteristiche della sorgente emissiva considerata per il suddetto scenario, sono riportate in Tabella 4.3.2a.

Tabella 4.3.2a Caratteristiche sorgenti emissive e flussi di massa – Scenario Futuro

Parametri	U.d.M.	Sorgente E1
Coordinate UTM 33N - WGS84	[m]	425.987 E 4.580.858 N
Ore di funzionamento	[h/anno]	8.784
Altezza camino	[m]	70
Diametro camino allo sbocco	[m]	8,5
Temperatura dei fumi allo sbocco	[°C]	89
Velocità dei fumi allo sbocco	[m/s]	19,0
Flusso di massa di NOx	[kg/h]	38,6
Flusso di massa di CO	[kg/h]	115,8
Flusso di massa di NH ₃	[kg/h]	19,3

Si specifica che, analogamente a quanto fatto per le sorgenti dello Scenario Autorizzato, la sorgente E1 è stata conservativamente simulata come attiva al carico nominale per tutte le ore presenti nell'anno considerato, ossia il 2016 che è bisestile (8.784 h/anno), nonostante sia previsto un esercizio annuo per 8.160 ore.

4.4 Domini di calcolo

Dominio di calcolo CALMET

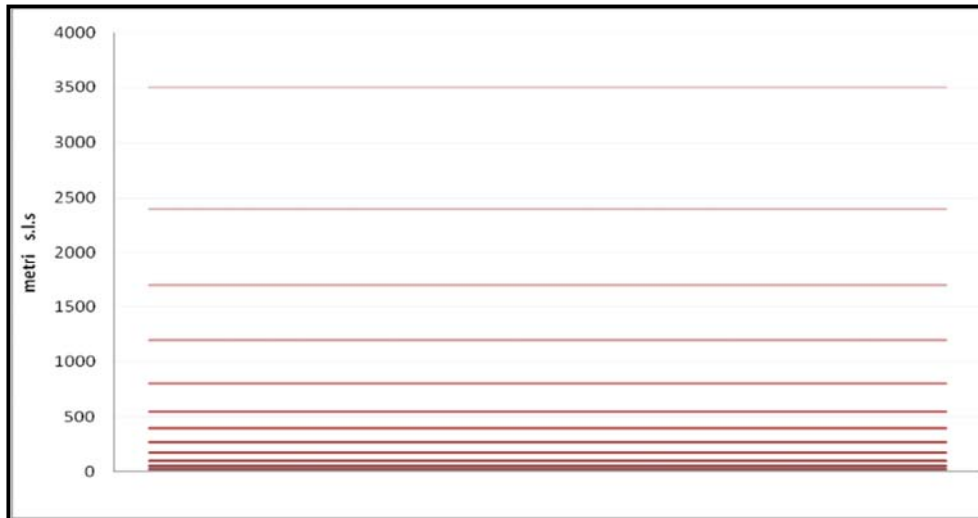
Per il preprocessore meteorologico CALMET è stato utilizzato un dominio di calcolo di 40 km x 40 km con cella di forma quadrata e passo pari a 0,5 km.

Per la caratterizzazione geofisica del dominio si sono utilizzati i seguenti dati:

- Orografia: è stato appositamente realizzato un DEM (*Digital Elevation Model*) utilizzando i dati del portale MAIS (*Modulo di Accesso alle Informazioni Spaziali*) del SINANET (*Sistema Informativo Nazionale Ambientale*) di ISPRA scaricabili dal relativo sito. In Figura 4.4a si riporta l'orografia utilizzata per le simulazioni;
- Uso del suolo: la caratterizzazione della copertura del suolo è stata invece effettuata mediante i dati e la cartografia tematica disponibili grazie al Progetto "CORINE LANDCOVER 2012", del quale l'ISPRA rappresenta la *National Authority*, ovvero il soggetto realizzatore e responsabile della diffusione dei prodotti sul territorio nazionale. In Figura 4.4b si riporta l'uso del suolo utilizzato per le simulazioni.

In merito alla risoluzione verticale del dominio di calcolo, sono stati definiti 12 *layers*, per un'estensione del dominio fino ad una quota di 3.500 m dal piano campagna. In questo caso, al fine di rappresentare al meglio la maggior variabilità verticale del PBL (*Planetary Boundary Layer*) negli strati più prossimi al suolo, generata dall'interazione delle masse d'aria con quest'ultimo, è stata definita una risoluzione maggiore negli strati atmosferici più bassi di quota, come mostrato in Figura 4.4c.

Figura 4.4c Layers verticali impostati per le simulazioni con CALMET



Dominio di Calcolo CALPUFF

Lo studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera emessi dai camini della Centrale Edison, mediante il codice CALPUFF, è stato condotto sullo stesso dominio di 40 km x 40 km sul quale è stato applicato il codice CALMET, utilizzando una risoluzione di 0,5 km.

In Figura 4.4d si riporta la mappa con l'individuazione dei domini considerati per l'applicazione di CALMET e CALPUFF.

4.5 Dati meteorologici

Per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento il modello tridimensionale CALMET richiede in input sia parametri atmosferici “di superficie” con cadenza oraria sia parametri atmosferici misurati “in quota” con cadenza massima di 12 ore.

Parametri atmosferici di superficie

I dati di superficie richiesti dal modello CALMET sono:

- velocità del vento [m/s];
- direzione del vento [deg];
- altezza della base delle nubi [100 feet];
- copertura nuvolosa [ottavi];
- temperatura dell'aria [K];
- umidità relativa [%];
- pressione [mbar].

Come dati di input sono stati utilizzati quelli misurati dalle centraline meteo di Presenzano, Alife e Sant'Angelo di Alife nell'anno 2016.

Di seguito si riportano le coordinate UTM - WGS84 - Fuso 33N di tali centraline:

- Centralina di Presenzano: X= 424.901 m E; Y= 4.578.848 m N;
- Centralina di Alife: X= 444.249 m E; Y= 4.576.624 m N;
- Centralina di Sant'Angelo di Alife: X= 436.130 m E; Y= 4.578.262 m N.

Per le simulazioni sono stati utilizzati i dati meteo relativi al periodo 1 gennaio 2016 – 31 dicembre 2016.

L'anno 2016, oltre ad essere quello più recente tra gli anni disponibili, risulta caratterizzato da un numero di dati validi superiore al limite di significatività (90%) indicato dal D. Lgs. 155/2010 e può considerarsi rappresentativo (anno tipo) delle condizioni meteo dell'area (vedi analisi meteo riportata al §2).

Parametri atmosferici in quota

I dati in quota richiesti dal modello CALMET sono:

- pressione [mbar];
- quota geopotenziale [m];
- temperatura dell'aria [K];
- direzione del vento [deg];
- velocità del vento [m/s].

Per le modellazioni sono stati utilizzati i dati meteorologici in quota acquistati da ARPA Emilia Romagna relativamente ad un punto, posizionato nei pressi della futura Centrale Edison di Presenzano, estratto dal *dataset* denominato "LAMA" (Limited Area Meteorological Analysis) il quale è stato prodotto sfruttando le simulazioni operative del modello meteorologico COSMO e le osservazioni della rete meteorologica internazionale (dati GTS).

Si riportano le coordinate UTM - WGS84 - Fuso 33N di tale punto:

- Punto estrazione dati meteo dataset LAMA: X= 423.686 m E; Y= 4.584.020 m N.

Per le simulazioni sono stati utilizzati i dati relativi allo stesso periodo di quelli di superficie.

4.6 Effetto *downwash*

La dispersione degli inquinanti dai camini industriali può essere disturbata dalla presenza di ostacoli (edifici o rilievi orografici) posti nelle vicinanze del punto di emissione. Il fenomeno, noto con il nome di "effetto edificio" oppure "*downwash*", è rilevante in quanto è possibile che il pennacchio dei fumi emessi dal camino venga richiamato al suolo dalle turbolenze indotte dalla forza del vento sugli ostacoli, con una conseguente elevata concentrazione di inquinanti presso il suolo.

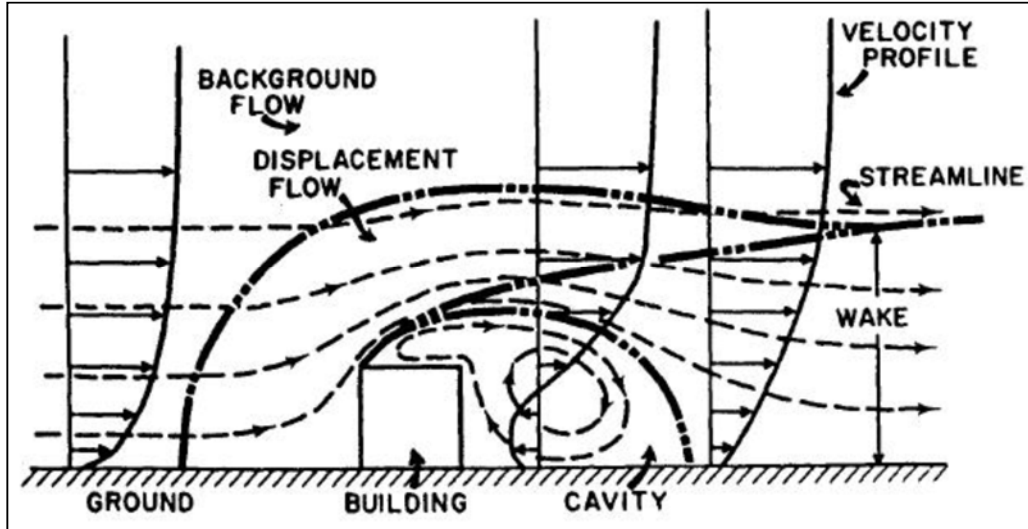
I risultati di molti esperimenti in galleria del vento hanno mostrato con precisione quale tipo di perturbazione ha luogo in presenza di edifici.

Se, per semplicità, si considera un edificio a forma di parallelepipedo, una visione complessiva di quello che si verifica è riassunta nella Figura 4.6a. Per prima cosa si deve sottolineare che, sopravento all'edificio, il profilo verticale della velocità media del vento presenta normalmente il tipico andamento logaritmico in funzione della quota.

L'orientamento dell'edificio sia tale per cui due facce del parallelepipedo siano perpendicolari al vento medio, una sopravento e l'altra sottovento. Quello che si viene a creare è (Hanna et al., 1982):

- una zona di stagnazione in corrispondenza della faccia sopravento dell'edificio che si estende dal suolo a circa 2/3 dell'altezza dell'edificio stesso;
- una zona di ricircolazione posta sulla sommità del parallelepipedo ed in corrispondenza delle facce laterali parallele alla direzione del vento;
- una zona immediatamente a valle della faccia sottovento che rappresenta una cavità turbolenta causata dalla scia dell'edificio dove si instaura una circolazione vorticoso in media stagnante;
- una zona di scia turbolenta dove sono localizzate le principali perturbazioni al flusso che però comincia a sottrarsi alla cavità e ricomincia a disporsi sempre più in una situazione simile a quella imperturbata.

Figura 4.6a Perturbazione del flusso delle masse d'aria in presenza di un edificio



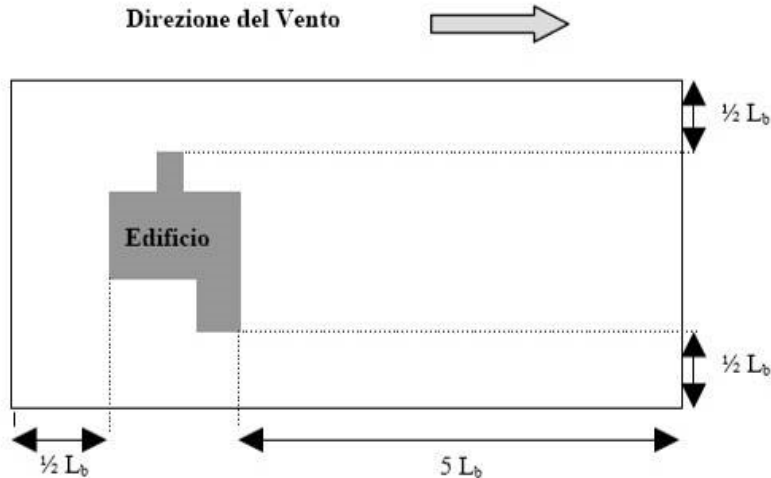
Fonte: APAT, "La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti in Aria"

In pratica al fine di valutare se un edificio sia sufficientemente vicino ad una ciminiera tanto da generare effetti di scia si utilizza la relazione:

$$D \leq 5L_b \quad (4.6a)$$

dove D è la distanza che intercorre tra l'edificio e la ciminiera, mentre L_b è la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

In definitiva si può escludere che un edificio può generare effetto *building downwash* se la ciminiera non ricade all'interno del rettangolo costruito come proposto in Figura 4.6b attorno all'edificio (APAT 2003, "La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti in Atmosfera").

Figura 4.6b Definizione del rettangolo critico di influenza di un edificio


Fonte: APAT "La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti in Aria"

Se la condizione sopra proposta alla (4.6a) non è verificata, è impossibile escludere la presenza di possibili effetti di scia; per poterne quindi valutare l'influenza si procede al calcolo dell'innalzamento del pennacchio all'equilibrio, usando differenti formulazioni e seconda delle condizioni di stabilità dell'atmosfera.

Una ciminiera posta all'interno del rettangolo critico non è praticamente influenzata dalla presenza dell'edificio se è soddisfatta la disequazione seguente:

$$H_e > H + 1,5L_b \quad (4.6b)$$

H_e = innalzamento del pennacchio all'equilibrio;

H = altezza dell'edificio;

L_b = è la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

In caso contrario, il pennacchio emesso subisce l'influenza fluidodinamica dell'edificio che viene normalmente modellizzato, soprattutto nei modelli Gaussiani a plume, inserendo dei fattori correttivi che modificano i parametri di dispersione ed innalzamento del pennacchio.

In ogni caso, si ammette che per camini di media grandezza l'effetto edificio sia trascurabile per velocità di uscita superiori a 5 volte la velocità del vento, mentre per grandi camini l'effetto è spesso trascurabile già per velocità di uscita pari a 1,5 volte la velocità del vento. Il valore esatto della minima velocità di uscita tale da garantire il non manifestarsi della condizione di downwash dipende dalle condizioni specifiche del sito, ma per un camino di grandi dimensioni un valore 2 volte la velocità del vento appare ragionevole (vedi *Guideline for Determination of Good*

Engineering Practice Stack Height - TECHNICAL Support Document for the Stack Height Regulation).

In base a quanto riportato nella (4.6b) e considerando le dimensioni degli edifici e degli impianti presenti all'interno della Centrale in oggetto, risulta impossibile escludere a priori la presenza dell'effetto building downwash per gli scenari emissivi simulati; per tale motivo è stata attivata nel modello di calcolo l'opzione per considerare tale effetto.

Sono stati quindi individuati gli edifici localizzati nelle vicinanze dei camini della Centrale, in entrambi gli scenari emissivi considerati, che presentano altezze per le quali, nello studio dei fenomeni di dispersione, non è possibile escludere l'effetto building downwash.

In seguito, con l'ausilio di un opportuno codice denominato BPIP (utility di CALPUFF), è stato possibile individuare per ogni settore di provenienza del vento di ampiezza 10 gradi, due parametri che vengono successivamente utilizzati nel codice di dispersione CALPUFF per simulare l'effetto downwash: l'altezza di un edificio o di un sistema di edifici che si presenta sulla stessa direzione di provenienza del vento e la massima proiezione della larghezza dell'edificio o di più edifici sulla perpendicolare a tale direzione.

4.7 Risultati

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite con la metodologia e le assunzioni descritte nei paragrafi precedenti per gli scenari Autorizzato e Futuro.

Per ognuno degli scenari emissivi simulati, le ricadute sono state stimate per i seguenti inquinanti in termini di:

- NOx: media annua e 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie;
- CO: concentrazioni massime orarie.

Inoltre per lo Scenario Futuro sono state stimate anche le ricadute medie annue di NH₃, indotte dalle emissioni di tale inquinante generate dall'utilizzo del sistema SCR per l'abbattimento delle emissioni di NOx..

I risultati sono mostrati in forma di mappe di ricaduta a livello del suolo.

Si precisa come la scelta di simulare la dispersione in atmosfera degli ossidi di azoto (NOx) nella loro totalità sia conservativa per confrontare gli output del modello con i limiti imposti dal D.Lgs. 155/2010 per il biossido di azoto (NO₂). Ciò poiché solo una parte degli NOx emessi in atmosfera si ossida ulteriormente in NO₂. Inoltre, si ricorda che, cautelativamente, nelle simulazioni eseguite è stato considerato un esercizio continuativo della Centrale per tutte le ore presenti nell'anno di riferimento anziché per quelle previste.

4.7.1 Scenario Autorizzato

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni eseguite per lo Scenario Autorizzato, considerando lo scenario emissivo descritto nel §4.3.1.

NO_x

Nelle Figure 4.7.1a e 4.7.1b si riportano le mappe che mostrano rispettivamente il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie e la concentrazione media annua di NO_x all'interno del dominio di calcolo risultanti dalle simulazioni effettuate per lo Scenario Autorizzato.

Dall'analisi di tali mappe emerge che:

- **il massimo valore del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO_x stimato nel dominio di calcolo è pari a 47,02 µg/m³ e si verifica in direzione Nord Est, ad una distanza di circa 3,4 km dal confine della Centrale;**
- **il valore massimo della concentrazione media annua di NO_x stimato nel dominio di calcolo è pari a 0,92 µg/m³ e si rileva in direzione Nord Est, ad una distanza di circa 350 m dal confine della Centrale, in un'area priva di abitazioni.**

CO

In Figura 4.7.1c si riportano i risultati delle simulazioni per lo Scenario Autorizzato in termini di concentrazioni massime orarie di CO.

Dall'analisi di questa mappa emerge che il valore massimo delle concentrazioni orarie di CO stimato nel dominio di calcolo è pari a 89,57 µg/m³ e si verifica in direzione Est, ad una distanza di circa 810 m dal confine della Centrale, in un'area priva di abitazioni.

4.7.2 Scenario Futuro

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni eseguite per lo Scenario Futuro, considerando lo scenario emissivo descritto nel §4.3.2.

NO_x

Nelle Figure 4.7.2a e 4.7.2b si riportano le mappe che mostrano rispettivamente il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie e la concentrazione media annua di NO_x all'interno del dominio di calcolo risultanti dalle simulazioni effettuate per lo Scenario Futuro.

Dall'analisi di queste mappe emerge che:

- **il massimo valore del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO_x stimato nel dominio di calcolo è pari a 9,77 µg/m³ e si verifica in direzione Nord Est ad una distanza di circa 3,7 km dal confine della Centrale, in un'area priva di abitazioni. Tale valore risulta inferiore del 79% circa rispetto al valore massimo calcolato per lo Scenario Autorizzato (-37,25 µg/m³).**

Dal confronto tra le Figure 4.7.1a e 4.7.2a si nota una marcata riduzione delle aree interessate dalle ricadute rispetto allo Scenario Autorizzato: ciò è dovuto al fatto che nello Scenario Futuro le emissioni di NOx si riducono in maniera drastica e che in tale scenario il rilascio in atmosfera dei fumi della Centrale avviene da un unico camino (anziché da due camini come nello Scenario Autorizzato) caratterizzato, tra l'altro, da un'altezza (70 m) maggiore di quella dei camini dello Scenario Autorizzato (50 m). Questi fattori aumentano l'innalzamento del pennacchio e, quindi, favoriscono la diluizione dell'inquinante nell'atmosfera.

Sommando conservativamente il massimo valore del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx stimato nel dominio di calcolo ($9,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$) al valore della massima concentrazione media oraria di NO₂ registrato durante la campagna di monitoraggio con mezzo mobile di Febbraio-Marzo 2017 (si veda Tabella 3.2.2b), pari a $21,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si ha che il limite della media oraria di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile fissato dal D.Lgs. 155/2010 risulta ampiamente rispettato ($9,77+21,01= 30,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$);

- **il valore massimo della concentrazione media annua di NOx stimato** nel dominio di calcolo è pari a $0,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e si rileva in direzione Nord Est, ad una distanza di circa 3,7 km dal confine della Centrale in un'area priva di abitazioni. Esso **risulta inferiore di circa il 79% rispetto alla massima concentrazione media annua calcolata per lo Scenario Autorizzato ($-0,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$).**

Dal confronto tra le Figure 4.7.1b e 4.7.2b si nota una marcata riduzione dell'impronta a terra delle ricadute medie annue di NOx rispetto allo Scenario Autorizzato. Tale risultato, analogamente a quanto suddetto per il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx, è legato alla diminuzione delle emissioni di tale inquinante nello Scenario Futuro, nonché a caratteristiche geometriche del camino e fluidodinamiche dei fumi che aumentano l'innalzamento del pennacchio e, quindi, favoriscono la diluizione dell'inquinante nell'atmosfera.

Sommando il valore massimo della concentrazione media annua di NOx stimato nel dominio di calcolo al valore medio di concentrazione di NO₂ registrato durante la campagna di monitoraggio con mezzo mobile di Febbraio-Marzo 2017 (si veda Tabella 3.2.2b), pari a $2,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si ha che il limite della media annua di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dal D.Lgs. 155/2010 risulta ampiamente rispettato ($0,19+2,79= 2,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Si sottolinea che il progetto, rispetto alla configurazione autorizzata, consentirà di conseguire una drastica riduzione delle emissioni in atmosfera di NOx grazie all'installazione di un impianto di ultima generazione, le cui prestazioni ambientali sono in linea con le migliori tecniche disponibili di settore. Infatti nello Scenario Futuro sarà possibile garantire un flusso di massa annuo di NOx di circa 315 t/anno a fronte delle attuali circa 1.100 t/anno con una riduzione di circa il 70% (-785 t/anno).

CO

In Figura 4.7.2c si riportano i risultati delle simulazioni per lo scenario Futuro in termini di concentrazioni massime orarie di CO.

Dall'analisi di tale mappa emerge che **il valore massimo della massima concentrazione oraria di CO stimato** nel dominio di calcolo è pari a $44,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e si verifica in direzione Est, ad una distanza di circa 1,3 km dal confine della Centrale, in un'area priva di abitazioni. Esso **risulta inferiore del 50% rispetto al valore massimo calcolato per lo Scenario Autorizzato** ($-44,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Dal confronto tra le Figure 4.7.1c e 4.7.2c si nota una significativa riduzione delle aree impattate rispetto allo Scenario Autorizzato: ciò è dovuto al fatto che nello Scenario Futuro le emissioni di CO si riducono significativamente e che il rilascio in atmosfera dei fumi della Centrale avviene da un unico camino (anziché da due camini come nello Scenario Autorizzato) caratterizzato, tra l'altro, da un'altezza maggiore di quella dei camini dello Scenario Autorizzato.

Come riportato nel paragrafo 3.2.2, durante la campagna di monitoraggio con mezzo mobile effettuata nel Febbraio-Marzo 2017 nel comune di Pratella, il limite di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ relativo alla massima media giornaliera su 8 ore fissato dal D.Lgs. 155/2010 è sempre stato abbondantemente rispettato. Ipotizzando conservativamente una concentrazione di fondo pari a quella massima mediata su 8 ore rilevata durante tale campagna di monitoraggio ($0,73 \text{ mg}/\text{m}^3$) si nota che, sommandovi il massimo valore della media oraria stimato sul dominio di calcolo per lo Scenario Futuro, si ottiene il valore di $0,77 \text{ mg}/\text{m}^3$ che è praticamente identico al valore monitorato nel 2017 e, comunque, abbondantemente inferiore al limite dettato dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione della salute della popolazione, riferito oltretutto alla media mobile su 8 ore (che per definizione è minore o uguale alla media oraria).

NH₃

Nella Figura 4.7.2d si riporta la concentrazione media annua di NH₃ all'interno del dominio di calcolo risultante dalle simulazioni effettuate per lo Scenario Futuro.

Dall'analisi di tale mappa emerge che il valore massimo della concentrazione media annua di NH₃ stimato sul dominio di calcolo è pari a $0,093 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e si rileva in direzione Nord Est, ad una distanza di circa 3,7 km dal confine della Centrale in un'area priva di abitazioni. Non esistendo limiti di qualità dell'aria per tale inquinante, si sono confrontate le ricadute di NH₃ in termini di massima concentrazione media annua con il valore di riferimento per la tutela della salute rappresentato dalla RfC (*Inhalation Reference Concentration*) stabilito dall'US-EPA (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti), che è una stima di un valore di esposizione continuo per inalazione della popolazione umana ad un composto chimico (comprese le sottopopolazioni

sensibili) che non crea un apprezzabile rischio di effetti deleteri nel corso di una vita, pari a $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tale valore di riferimento è stato confrontato con il massimo valore della concentrazione media annua di NH_3 rilevato nel dominio di calcolo, risultato pari a $0,093 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il quale ne rappresenta meno dello 0,02%. Per quanto detto si ritiene che l'impatto sulla qualità dell'aria connesso all'emissione dell' NH_3 sia non significativo.

4.8 Considerazioni sul particolato secondario

Nel presente paragrafo si riportano alcune considerazioni in merito al possibile impatto sulla qualità dell'aria legato alla formazione di particolato secondario dagli ossidi di azoto e dall'ammoniaca (inquinanti primari) emessi dalla Centrale.

Si fa presente che il particolato primario è praticamente assente nei fumi delle Centrali Termoelettriche alimentate a gas naturale come quella in progetto, o presente in concentrazioni talvolta anche inferiori a quelli dell'aria ambiente circostante.

In generale il particolato secondario si forma in atmosfera da precursori gassosi come NO_x , SO_2 ed NH_3 attraverso reazioni fotochimiche in fase gassosa oppure attraverso reazioni in fase liquida all'interno di nubi o nebbie che portano alla formazione di nitrati e solfati d'ammonio.

Il particolato secondario generato dall'esercizio della Centrale Edison di Presenzano è sostanzialmente legato alle emissioni gassose di ossidi di azoto (NO_x) ed ammoniaca (NH_3) del turbogruppo in progetto.

Gli NO_x mediante reazioni fotochimiche vengono ossidati in acido nitrico (HNO_3) il quale si combina con l' NH_3 per formare nitrato di ammonio (NH_4NO_3).

L' NH_3 in stato gassoso nell'atmosfera neutralizza sostanze acide come l'acido solforico (H_2SO_4) e l'acido nitrico (HNO_3) che sono prodotti dell'ossidazione in fase gas di SO_2 e NO_x rispettivamente, per formare solfato di ammonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) e nitrato di ammonio (NH_4NO_3).

La velocità della reazione atmosferica che porta alla formazione di particolato secondario è relativamente bassa e, quindi, la concentrazione massima di particolato secondario si manifesta a grandi distanze dalle sorgenti emmissive dei precursori, assumendo valori assai limitati, in ragione della grande diluizione che le emissioni subiscono a notevoli distanze dal camino. Per quanto detto il processo di formazione del particolato secondario avviene in un intervallo di tempo considerevole, dell'ordine dei giorni dal momento dell'emissione.

Si sottolinea che la realizzazione del progetto consentirà di conseguire una drastica riduzione delle emissioni in atmosfera di NO_x rispetto alla configurazione autorizzata: nello scenario Futuro

sarà infatti possibile garantire un flusso di massa annuo di NOx di circa 315 t/anno a fronte delle attuali circa 1.100 t/anno (-785 t/anno).

In aggiunta, a fronte di una drastica riduzione delle emissioni massiche di NOx rispetto allo scenario Autorizzato, come riportato nel paragrafo 4.7.2, i risultati dello studio di ricaduta mostrano che le concentrazioni di NOx indotte dall'esercizio della Centrale nello scenario Futuro sono significativamente inferiori rispetto a quelle stimate per la Centrale nello scenario Autorizzato che ha ottenuto la compatibilità ambientale con Decreto MATTM DSA-DEC-2009-001885 del 14/12/2009.

L'installazione del sistema SCR per l'abbattimento degli NOx nella configurazione di progetto comporterà l'emissione in atmosfera di NH₃ che, tuttavia, non determinerà incrementi di rilievo delle concentrazioni atmosferiche di particolato secondario, oltre a mantenere il bilancio globale del particolato secondario formatosi dalle emissioni della Centrale a netto vantaggio dello scenario Futuro rispetto a quello Autorizzato. Quest'ultima affermazione discende dal fatto che, se si valuta quantitativamente il particolato secondario generato dalle emissioni della Centrale nei due scenari prendendo a riferimento il lavoro di de Leeuw (2002)², che stima per il dominio europeo un fattore di conversione di ossidi di azoto e di ammoniaca in particolato secondario rispettivamente pari a 0,88 e 0,64, si ha che la realizzazione del progetto di aggiornamento tecnologico della Centrale di Presenzano consentirà, a livello globale, di evitare la formazione di particolato secondario di circa 594 t/anno rispetto alla configurazione Autorizzata.

Stante quanto detto sopra si può affermare che:

- **nello Scenario Futuro il contributo della Centrale alla concentrazione atmosferica di particolato secondario diminuirà rispetto a quello dello Scenario Autorizzato;**
- **il contributo alle concentrazioni atmosferiche di PM₁₀ e PM_{2,5} apportato dalle ricadute del particolato secondario legato alle emissioni di NOx ed NH₃ della Centrale nello Scenario Futuro sia trascurabile.**

² de Leeuw F.A., 2002, "A set of emission indicators for long-range transboundary air pollution", Environmental Science & Policy, 5(2), 135-145.