

**Cliente** Enel Produzione S.p.A.

**Oggetto** Centrale termoelettrica "Alessandro Volta" di Montalto di Castro  
Rifacimenti di 4 unità di produzione esistenti

Studio Preliminare Ambientale (art.19 D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)  
Allegato A - Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle  
ricadute sulla qualità dell'aria

**Ordine** A.Q. 8400134283 attivazione N. 3500054424 del 27.09.2019

**Note** WBS A1300002165 - Lettera di trasmissione B9022573

PAD B9022825 (2719607) - USO RISERVATO

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

**N. pagine** 28 **N. pagine fuori testo** 8

**Data** 12/12/2019

**Elaborato** ESC - Ghilardi Marina, ESC - Pertot Cesare, ESC - Manzi Giovanni, ESC - D'Aleo Marco  
B9022825 114978 AUT B9022825 3840 AUT B9022825 3575 AUT B9022825 1596735 AUT

**Verificato** ESC - Pertot Cesare  
B9022825 3840 VER

**Approvato** ESC - De Bellis Caterina (Project Manager)  
B9022825 92853 APP

**CESI S.p.A.**

Via Rubattino 54  
I-20134 Milano - Italy  
Tel: +39 02 21251  
Fax: +39 02 21255440  
e-mail: info@cesi.it  
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato  
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150  
P.I. IT00793580150  
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2020 by CESI. All rights reserved

## *Indice*

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>SCENARI EMISSIVI .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>STATO ATTUALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA .....</b>	<b>7</b>
3.1	Quadro normativo.....	7
3.2	Lo stato attuale della qualità dell'aria .....	11
<b>4</b>	<b>EFFETTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA.....</b>	<b>16</b>
4.1	Calmet (versione: 6.334, livello: 110421).....	17
4.2	Calpuff (versione: 7.2.1, livello: 150816) .....	18
4.3	Validazione dello strumento modellistico.....	19
4.4	Setup dello strumento modellistico .....	19
4.4.1	Dominio di calcolo .....	19
4.4.2	Input meteorologico .....	20
4.4.3	Scenari emissivi .....	24
4.4.4	Scelta dei recettori (punti di calcolo delle concentrazioni).....	24
4.5	Valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria .....	24
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>28</b>

## *Indice delle Tavole fuori testo*

Tavola 01.a – Scenario attuale – NO <sub>2</sub> – Concentrazione media
Tavola 01.b – Scenario di progetto – NO <sub>2</sub> – Concentrazione media
Tavola 02.a – Scenario attuale – NO <sub>2</sub> – Concentrazione oraria superata 18 volte
Tavola 02.b – Scenario di progetto – NO <sub>2</sub> – Concentrazione oraria superata 18 volte
Tavola 03.a – Scenario attuale – NO <sub>x</sub> – Concentrazione media
Tavola 03.b – Scenario di progetto – NO <sub>x</sub> – Concentrazione media
Tavola 04.a – Scenario attuale – CO – Concentrazione media massima giornaliera calcolata su 8 ore
Tavola 04.b – Scenario di progetto – CO – Concentrazione media massima giornaliera calcolata su 8 ore

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	12/12/2019	B9022825	Bozza

## 1 INTRODUZIONE

Nel presente documento si riportano la definizione delle caratteristiche meteorologiche del sito e dello stato attuale della qualità dell'aria, insieme alla valutazione degli impatti sulla componente atmosfera generati dalla realizzazione del progetto di rifacimento di quattro unità di produzione esistenti della Centrale termoelettrica "Alessandro Volta" di Montalto di Castro (VT) e alla verifica del rispetto della normativa vigente in materia di ricaduta delle emissioni in atmosfera associate all'esercizio dell'impianto sia nell'assetto attuale sia nella configurazione prevista dal progetto.

La Centrale Alessandro Volta, ubicata in località Montalto di Castro (Viterbo, Lazio), è una Centrale termoelettrica realizzata su un'area di circa 200 ettari. A suo tempo era costituita da 8 unità turbogas associate a coppie a 4 unità termoelettriche a vapore per una potenza lorda dell'intero impianto pari a circa 3'600 MW<sub>e</sub>. Attualmente sono autorizzate all'esercizio solo le otto unità turbogas alimentate esclusivamente a gas naturale e in assetto di ciclo semplice. L'esercizio è condotto nel rispetto di quanto prescritto nell'Autorizzazione Integrale Ambientale n. DVA-DEC-2011-00516 del 16/9/2011, modificata da ultimo dal Decreto n. 0280 del 18/12/2015; quest'ultimo consente il funzionamento in deroga ai valori limiti di emissione per un massimo di 1'500 ore/anno (calcolate come media mobile su ciascun periodo di cinque anni, e comunque non superiore a 3'000 ore/anno), come previsto dall'articolo 273, comma 3, del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

## 2 SCENARI EMISSIVI

Attualmente l'impianto è costituito da otto unità turbogas da 430 MW<sub>t</sub> ciascuna, autorizzate ad essere esercite per non più di 1'500 ore operative annue calcolate come media mobile su un periodo di cinque anni a far data dal 2016 e, comunque, per un massimo di 3'000 ore operative annue e di 250 ore operative mensili ciascuna. I turbogas emettono i fumi generati dalla combustione del gas naturale attraverso i camini di *by-pass* di cui ciascuna unità è dotata.

L'intervento oggetto di studio propone il rifacimento di quattro delle otto unità turbogas (TG32, TG33, TG42, TG43) mediante l'installazione di turbogas di potenza termica equivalente ma con maggiore rendimento elettrico e migliori performance ambientali rispetto alle esistenti. Al contempo si prevede la messa fuori servizio delle restanti quattro unità turbogas esistenti (TG12, TG13, TG22, TG23), all'entrata in esercizio delle nuove unità turbogas. Gli scenari oggetto di studio sono:

- a) Scenario attuale: 8 unità TG esistenti (TG12, TG13, TG22, TG23, TG32, TG33, TG42, TG43);
- b) Scenario di progetto: 4 unità TG di ultima generazione in sostituzione delle unità TG32, TG33, TG42, TG43 e, alla loro entrata in esercizio, messa fuori servizio delle 4 unità TG esistenti TG12, TG13, TG22, TG23.

L'intervento non prevede modifiche alle caratteristiche geometriche dei punti di emissione (gli attuali camini di *by-pass*) che si confermano pertanto invariati per posizione, altezza e diametro della sezione, come riportato in Tabella 2.1.

**Tabella 2.1 – Coordinate e caratteristiche geometriche attuali dei camini di *by-pass*.**

Sorgente Nome	Punto di emissione	Coordinate UTM32 WGS84			Sezione di sbocco		
		EST	NORD	Quota	Altezza	Diametro	Area
		m	m	m s.l.m.	m s.l.s.	m	m <sup>2</sup>
TG12	N4	708'508	4'692'504	5	35	6.5	33.2
TG13	N5	708'524	4'692'537				
TG22	N6	708'540	4'692'569				
TG23	N7	708'556	4'692'601				
TG32	N8	708'571	4'692'633				
TG33	N9	708'587	4'692'665				
TG42	N10	708'633	4'692'759				
TG43	N11	708'648	4'692'791				

La Tabella 2.2 e la Tabella 2.3 riepilogano le caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni nei diversi scenari, rispettivamente attuale e di progetto. Le tabelle consentono di evidenziare le migliori performance emissive delle unità oggetto di intervento. I benefici associati a tali miglioramenti sulla qualità dell'aria sono valutati mediante l'applicazione di codici di calcolo numerici descritti al Capitolo 4.

La Tabella 2.4 riporta i limiti emissivi definiti dalle *Best Available Techniques Reference document* (BRef) confrontati con le performance ambientali del progetto.

**Tabella 2.2 – Scenario attuale. Caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni a carico nominale**

Sorgente Nome	Temperatura Fumi		Portata fumi per unità Secchi %O <sub>2</sub> rif. <sup>(1)</sup>	Velocità d'uscita dei fumi	Concentrazioni alle emissioni	
					NO <sub>x</sub>	CO
	°C	K	Nm <sup>3</sup> /h	m/s	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
TG12 TG13 TG22 TG23 TG32 TG33 TG42 TG43	500	773	1'300'000	30.8	90 <sup>(2)</sup>	100 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> %O<sub>2</sub>rif = 15% per turbine a Gas naturale, D. Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, art. 268 Parte quinta, Titolo 1  
<sup>(2)</sup> Valori limite medi giornalieri autorizzati in AIA

**Tabella 2.3 – Scenario proposto. Caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni a carico nominale**

Sorgente Nome	Temperatura Fumi		Portata fumi per unità Secchi %O <sub>2</sub> rif. <sup>(1)</sup>	Velocità d'uscita dei fumi	Concentrazioni alle emissioni	
					NO <sub>x</sub>	CO
	°C	K	Nm <sup>3</sup> /h	m/s	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
TG32 TG33 TG42 TG43	542.8	816.0	1'300'000	31.5	30 <sup>(2)</sup>	30 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> %O<sub>2</sub>rif = 15% per turbine a Gas naturale, D. Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, art. 268 Parte quinta, Titolo 1  
<sup>(2)</sup> Valore medio giornaliero proposto dal progetto

**Tabella 2.4 – Confronto tra limiti emissivi BAT e performance attesa del progetto**

	Periodo di riferimento	BAT OCGT (mg/Nm <sup>3</sup> )	Performance attesa OCGT (mg/Nm <sup>3</sup> )
NO <sub>x</sub>	annuale	15-35	-
NO <sub>x</sub>	giornaliero	25-50	30
CO	annuale	5-40	30

In termini di emissioni massiche, il progetto prevede l'eliminazione del massimo numero di ore di funzionamento annuo per le unità oggetto di rifacimento, che attualmente sono

soggette ad un limite di 1'500 ore/anno (calcolate come media mobile su un periodo di cinque anni a far data dal 2016 e, comunque, per un massimo di 3'000 ore operative annue e di 250 ore operative mensili ciascuna). La Tabella 2.5 e la Tabella 2.6 riportano i bilanci annui delle emissioni, rispettivamente per NO<sub>x</sub> e CO, associati ai diversi scenari, rispettivamente attuale e di progetto. Dalle tabelle si evince che per entrambe le sostanze l'emissione totale annua delle unità turbogas è stimata in riduzione (circa -2.7% per NO<sub>x</sub> e -12.4% per CO tra scenario attuale e di progetto). La realizzazione del progetto non comporta, quindi, un incremento dell'emissione massica annua autorizzata di NO<sub>x</sub> e CO da parte dell'impianto.

**Tabella 2.5 – Bilancio emissivo nei diversi scenari (attuale e di progetto) per NO<sub>x</sub>**

Assetto	Unità	NO <sub>x</sub> Emissione per unità (kg/h)	Ore annue funzionamento (ore/anno)	NO <sub>x</sub> (kg/anno)	N° TG	NO <sub>x</sub> Emissione annua (kg/anno)
Attuale	TG 12 13 22 23 32 33 42 43	117	1'500	175'500	8	1'404'000
Progetto	TG 32 33 42 43	39	8'760	341'640	4	1'366'560

**Tabella 2.6 – Bilancio emissivo nei diversi scenari (attuale e di progetto) per CO**

Assetto	Unità	CO Emissione per unità (kg/h)	Ore annue funzionamento (ore/anno)	CO (kg/anno)	N° TG	CO Emissione annua (kg/anno)
Attuale	TG 12 13 22 23 32 33 42 43	130	1'500	195'000	8	1'560'000
Progetto	TG 32 33 42 43	39	8'760	341'640	4	1'366'560

### 3 STATO ATTUALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA

#### 3.1 Quadro normativo

A livello europeo, la Direttiva Quadro 96/62/CE del 27 settembre 1996 sulla valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente ha fornito un quadro di riferimento per il monitoraggio delle sostanze inquinanti da parte degli Stati membri, per lo scambio di dati e le informazioni ai cittadini. Successivamente 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 e il piombo), la Direttiva 2000/69/CE (concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente) e la Direttiva 2002/3/CE (relativa all'ozono nell'aria), hanno stabilito sia gli standard di qualità dell'aria per le diverse sostanze inquinanti, in relazione alla protezione della salute, della vegetazione e degli ecosistemi, sia i criteri e le tecniche che gli Stati membri devono adottare per le misure delle concentrazioni di inquinanti, compresi l'ubicazione e il numero minimo di stazioni e le tecniche di campionamento e misura.

Successivamente la Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008 (relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa) ha istituito delle misure volte a:

- definire e stabilire obiettivi di qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell'aria ambiente negli Stati membri sulla base di metodi e criteri comuni;
- ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente per contribuire alla lotta contro l'inquinamento dell'aria e gli effetti nocivi e per monitorare le tendenze a lungo termine e i miglioramenti ottenuti con l'applicazione delle misure nazionali e comunitarie;
- garantire che le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente siano messe a disposizione del pubblico;
- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove sia buona, e migliorarla negli altri casi;
- promuovere una maggiore cooperazione tra gli Stati membri nella lotta contro l'inquinamento atmosferico.

Con lo scopo di riunire le disposizioni delle precedenti direttive in un'unica Direttiva, l'art.31 della Direttiva 2008/50/CE prevede che *"le direttive 96/62/CE, 1999/30/CE, 2000/69/CE e 2002/3/CE siano abrogate a decorrere dall'11 giugno 2010, fatti salvi gli obblighi degli Stati membri riguardanti i termini per il recepimento o dall'applicazione delle suddette direttive"*. Una novità rispetto ai precedenti strumenti normativi è l'introduzione di specifici obiettivi e valori limite per il PM<sub>2,5</sub>, al fine di garantire la protezione della salute umana, senza tuttavia modificare gli standard di qualità dell'aria esistenti. Gli Stati membri hanno però un maggiore margine di manovra per raggiungere

alcuni dei valori fissati nelle zone in cui hanno difficoltà a rispettarli (la conformità ai valori limite fissati per il PM<sub>10</sub> si rivela infatti problematica per quasi tutti gli Stati membri dell'UE).

La legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico ha recepito la Direttiva europea 2008/50/CE "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" con la pubblicazione del D. Lgs. n.155 del 13 agosto 2010. Tale Decreto Legislativo, in vigore dal 30 settembre 2010, costituisce una sorta di testo unico sulla qualità dell'aria, abrogando la normativa previgente (D. Lgs.351/99, D.M. 60/2002, D. Lgs.183/2004, D. Lgs.152/2007, D.M. 261/2002) e raccogliendo in un'unica norma le strategie generali, i parametri da monitorare, le modalità di rilevazione, i livelli di valutazione, i limiti, livelli critici e valori obiettivo di alcuni parametri e i criteri di qualità dei dati.

Il D. Lgs. 155/2010 definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni di diversi inquinanti. In particolare, definisce:

- Valore Limite (VL): livello che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato;
- Valore Obiettivo (VO): livello da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita;
- Livello Critico (LC): livello oltre il quale possono sussistere rischi o danni per ecosistemi e vegetazione, non per gli esseri umani;
- Margine di tolleranza: percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del VL;
- Soglia di allarme: livello oltre il quale sussiste pericolo per la salute umana, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;
- Soglia di informazione: livello oltre il quale sussiste pericolo per la salute umana per alcuni gruppi sensibili, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;
- Obiettivo a lungo termine: livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate;
- Indicatore di esposizione media: livello da verificare sulla base di selezionate stazioni di fondo nazionali che riflette l'esposizione media della popolazione;
- Obbligo di concentrazione dell'esposizione: livello da raggiungere entro una data prestabilita;
- Obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione: riduzione percentuale dell'esposizione media rispetto ad un anno di riferimento, da raggiungere entro una data prestabilita.

Di seguito vengono riportati i valori limite (Tabella 3.1.1), i valori obiettivo (Tabella 3.1.2) i livelli critici per la vegetazione (Tabella 3.1.3) e le soglie di allarme (Tabella 3.1.4) contenuti nel D.Lgs. 155/2010.

Anche l'ozono – inquinante secondario che si forma, attraverso reazioni fotochimiche, a partire da inquinanti precursori (principalmente ossidi di azoto e composti organici volatili) in presenza della luce del sole – ha effetti sulla salute dell'uomo e sulla vegetazione. Il



Decreto Legislativo n. 155/2010, recependo quanto già contenuto nel DL 183/04, mantiene in essere un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono in tutto il territorio nazionale, confermando valori obiettivo, obiettivi a lungo termine, soglia di informazione e soglia di allarme da perseguire secondo una tempistica stabilita (Tabella 3.1.5 e Tabella 3.1.6).

**Tabella 3.1.1 - Valori Limite (Allegato XI, D.Lgs. 155/2010).**

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore Limite
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	orario (non più di 24 volte all'anno)	350 µg/m <sup>3</sup>
	giornaliero (non più di 3 volte all'anno)	125 µg/m <sup>3</sup>
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	orario (per non più di 18 volte all'anno)	200 µg/m <sup>3</sup>
	annuo	40 µg/m <sup>3</sup>
Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	annuo	5.0 µg/m <sup>3</sup>
Monossido di carbonio (CO)	media massima giornaliera su 8 ore <sup>(1)</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
Piombo (Pb)	annuo	0.5 µg/m <sup>3</sup>
Particolato PM <sub>10</sub>	giornaliero (non più di 35 volte all'anno)	50 µg/m <sup>3</sup>
	annuo	40 µg/m <sup>3</sup>
Particolato PM <sub>2,5</sub>	annuo al 2015 <sup>(2)</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>

<sup>(1)</sup> La massima concentrazione media sulle 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

<sup>(2)</sup> Margine di tolleranza: 20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2015.

**Tabella 3.1.2 - Valori Obiettivo (Allegato XIII, D.Lgs. 155/2010).**

Inquinante	Parametro e Periodo di mediazione	Valore Obiettivo
Arsenico (As)	tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione di PM <sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	6.0 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio (Cd)		5.0 ng/m <sup>3</sup>
Nichel (Ni)		20.0 ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene		1.0 ng/m <sup>3</sup>
Data raggiungimento obiettivo: 31/12/2012 (art. 9 – comma 2 del D. Lgs.)		

**Tabella 3.1.3 - Livelli critici per la vegetazione (Allegato XI D. Lgs. 155/2010).**

Inquinante	Periodo di mediazione	Livello Critico
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	annuo	20 µg/m <sup>3</sup>
	invernale (01 ottobre - 31 marzo)	20 µg/m <sup>3</sup>
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	annuo	30 µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 3.1.4 – Soglie di allarme (Allegato XII D. Lgs. 155/2010).**

Inquinante	Periodo di mediazione	Soglia di allarme
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	per 3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 km <sup>2</sup>	500 µg/m <sup>3</sup>
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )		400 µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 3.1.5 – Valori obiettivo e obiettivi a lungo termine per l'ozono – O<sub>3</sub> (Allegato VII D. Lgs. 155/2010).**

Valori obiettivo			
Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo (1.1.2010)	Data raggiungimento <sup>(3)</sup>
Protezione della salute umana	media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile <sup>(1)</sup>	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2013 (dati 2010 ÷ 2012)
Protezione della vegetazione	AOT40 <sup>(2)</sup> calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18'000 µg/(m <sup>3</sup> ·h) come media su 5 anni	2015 (dati 2010 ÷ 2014)
Obiettivi a lungo termine			
Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo (1.1.2010)	Data raggiungimento <sup>(4)</sup>
Protezione della salute umana	media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile <sup>(1)</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	Non definito
Protezione della vegetazione	AOT40 <sup>(2)</sup> calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6'000 µg/(m <sup>3</sup> ·h)	Non definito

<sup>(1)</sup> La massima concentrazione media sulle 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

<sup>(2)</sup> per AOT40, espresso in µg/(m<sup>3</sup>·h), si intende la somma della differenza tra le concentrazioni > 80 µg/m<sup>3</sup> e 80 µg/m<sup>3</sup> rilevate 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).

<sup>(3)</sup> Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo.

<sup>(4)</sup> Data entro la quale deve essere raggiunto l'obiettivo a lungo termine.

**Tabella 3.1.6 – Soglie di informazione e allarme per l'ozono – O<sub>3</sub> (Allegato XII D. Lgs. 155/2010).**

Finalità	Periodo di mediazione	Soglia
Informazione	orario	180 µg/m <sup>3</sup>
Allarme	orario <sup>(1)</sup>	240 µg/m <sup>3</sup>

<sup>(1)</sup> Per l'applicazione dell'art. 10 comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive

### 3.2 Lo stato attuale della qualità dell'aria

Nel presente paragrafo viene analizzato lo stato attuale della qualità dell'aria a livello regionale, con specifico interesse per quanto rilevato nelle postazioni della rete regionale più prossime alla Centrale di Alessandro Volta di Montalto di Castro.

La *"Valutazione della qualità dell'aria della regione Lazio"*, redatta con cadenza annuale da Arpa Lazio, cui nel seguito si fa riferimento per l'anno 2018, riporta la valutazione annuale della qualità dell'aria realizzata come previsto dal D. Lgs. 155/2010, combinando i diversi strumenti messi a disposizione dalla norma secondo le specifiche previste.

Il 18 maggio 2012, con Deliberazione della Giunta Regionale n. 217, è stato approvato il progetto di *"Zonizzazione e Classificazione del Territorio Regionale (aggiornato con D.G.R. n. 536 del 2017) ai sensi degli artt. 3, 4 e 8 del d.lgs. 155/2010"*, ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente in attuazione dell'art. 3 commi 1 e 2, art. 4 e dei commi 2 e 5 dell'art. 8, del D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. Come richiesto dalle Linee Guida del Ministero dell'Ambiente, la procedura di zonizzazione del territorio laziale è stata condotta sulla base delle caratteristiche fisiche del territorio, uso del suolo, carico emissivo e densità di popolazione. Il territorio regionale risulta così suddiviso, per tutti gli inquinanti ad eccezione dell'ozono, nelle 4 Zone rappresentate in Figura 3.2.1. Relativamente all'ozono, le Zone "Appenninica" e "Valle del Sacco" sono state accorpate nell'unica Zona "Appenninica-Valle del Sacco".

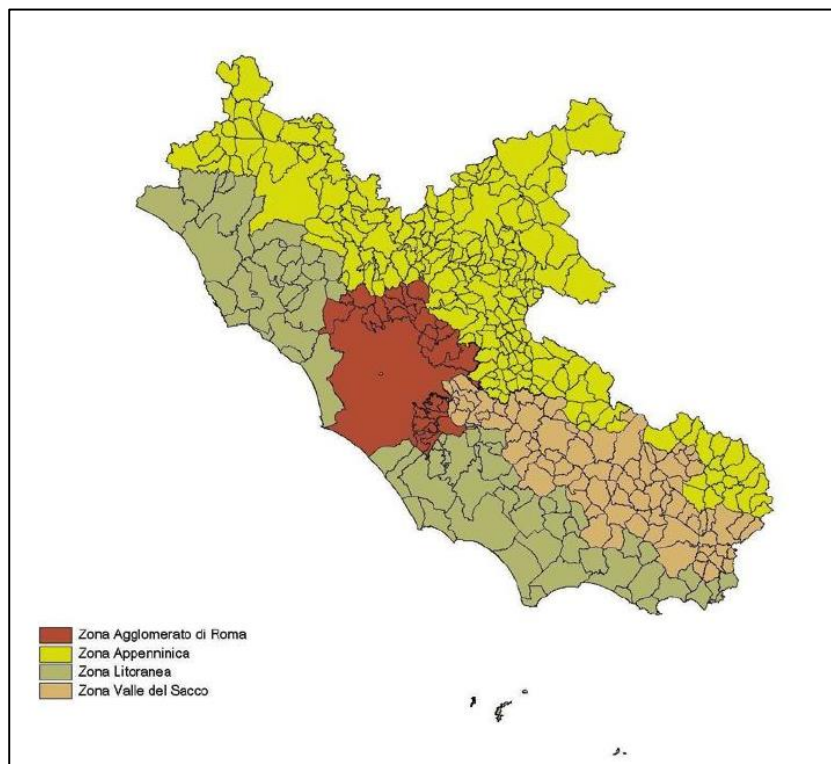


Figura 3.2.1 – Zone del territorio regionale, per tutti gli inquinanti ad esclusione dell'ozono.

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria regionale nel 2018 è costituita da 55 stazioni di monitoraggio, di cui 46 incluse nel Programma di Valutazione della qualità dell'aria regionale approvato con D.G.R. n. 478 del 2016. Le stazioni di misura sono dislocate nell'intero territorio regionale come di seguito indicato:

- 5 stazioni in zona Appenninica,
- 10 stazioni in zona Valle del Sacco,
- 16 stazioni nell'Agglomerato di Roma (di cui 1 non inclusa nel Programma di valutazione regionale);
- 24 stazioni in zona Litoranea (di cui 8 non incluse nel Programma di valutazione regionale).

La dislocazione delle stazioni di misura sul territorio regionale è riportata in Figura 3.2.2.

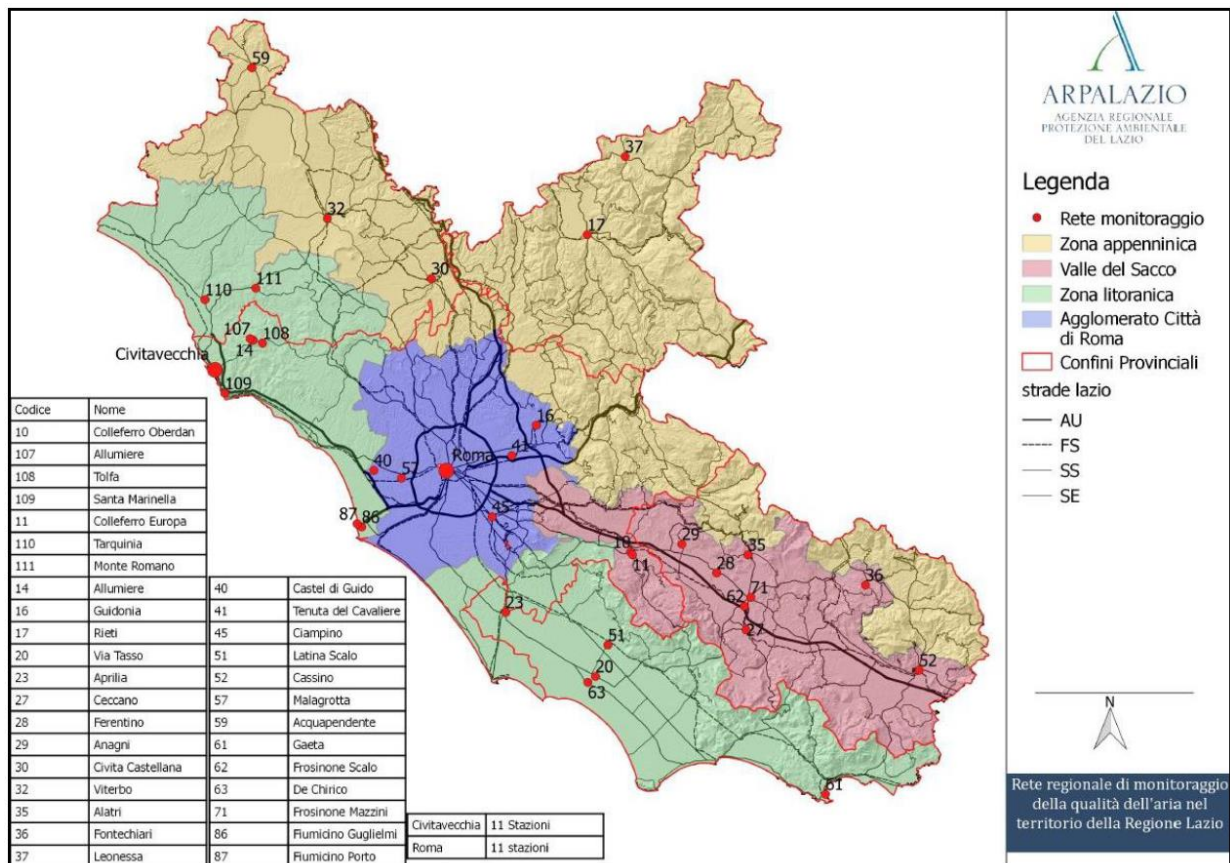


Figura 3.2.2 – Localizzazione delle stazioni della rete di misura regionale del Lazio nel 2017.

In Tabella 3.2.1 viene riportato un quadro sintetico, per ogni Zona, che riassume la verifica del rispetto dei valori limite per il 2018 del monitoraggio della rete fissa secondo il D. Lgs. 155/2010. In rosso è evidenziato il superamento, in verde è evidenziato il rispetto dei limiti. Per gli inquinanti con più di un valore limite, è stato considerato il peggiore per ogni Zona. Complessivamente, l'Agglomerato di Roma e la Valle del Sacco si confermano le aree più critiche, con superamenti dei valori limite di ozono e di NO<sub>2</sub> per entrambi, e di PM<sub>10</sub> nella Valle del Sacco. Relativamente alla Zona Litoranea, nel 2018 non sono stati riscontrati

superamenti di nessuno dei parametri monitorati ad eccezione dell'ozono, per il quale il valore obiettivo e l'AOT40 sono stati superati in tutte le Zone del territorio regionale.

**Tabella 3.2.1 – Quadro riassuntivo dei superamenti riscontrati dal monitoraggio da rete fissa nel Lazio per il 2018.**

Zona	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM10	PM2.5	CO	O <sub>3</sub>	Ben- zene	B(a)P	Metalli
Agglomerato di Roma	Green	Red	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green
Appenninica	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green
Litoranea	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green
Valle del Sacco	Green	Red	Red	Green	Green	Red	Green	Red	Green

Facendo riferimento alla immagine di Figura 3.2.2, si rileva che le stazioni della rete di monitoraggio più prossime alla Centrale sono Tarquinia, Monte Romano, Allumiere e Tolfa. In assenza delle registrazioni della postazione di Tarquinia, spenta nel periodo in esame, la stazione maggiormente prossima alla Centrale è Monte Romano.

Nella seguente Tabella 3.2.3 vengono riportati gli standard di legge, ai fini della verifica del rispetto dei limiti previsti dal D. Lgs. 155/2010, per tutti gli inquinanti rilevati in continuo per il 2018 dalle quattro stazioni sopra individuate. Dall'analisi della tabella si rileva il mancato rispetto dell'obiettivo a lungo termine per l'O<sub>3</sub> (massimo della media mobile su 8 ore inferiore ai 120 µg/m<sup>3</sup>) con 34 superamenti, condizione di potenziale criticità condivisa con la maggior parte dei comuni ricadenti nella Zona Litoranea. Tutti gli altri parametri (polveri, ossidi di azoto, biossido di zolfo) risultano invece entro i limiti di legge.

In particolare, la concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> è variata nell'area da un minimo di 12 µg/m<sup>3</sup> nella stazione di Monte Romano e Allumiere, ad un massimo di 15 µg/m<sup>3</sup> in quella di Tolfa, a fronte di un limite normativo di 40 µg/m<sup>3</sup>. Sono stati registrati dalla stazione Tolfa solo 2 valori superiore alla soglia giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup> a fronte dei 35 superamenti permessi dalla normativa.

La concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> è variata nell'area da un minimo di 6 µg/m<sup>3</sup> nella stazione di Monte Romano, ad un massimo di 9 µg/m<sup>3</sup> in quella di Tolfa, a fronte di un limite normativo di 40 µg/m<sup>3</sup>. Non sono stati registrati superamenti della soglia oraria di 200 µg/m<sup>3</sup>.

Anche per il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) non sono stati registrati superamenti né della soglia oraria di 350 µg/m<sup>3</sup> né della soglia giornaliera di 125 µg/m<sup>3</sup>.

In assenza di registrazioni di monossido di carbonio dalle stazioni in oggetto, una rassicurazione sulla non criticità della sostanza deriva dal fatto che tutte le stazioni

dell'area Litoranea hanno registrato per tutto il 2018 valori sempre inferiori al limite per la protezione della salute umana alla concentrazione massima media mobile su 8 ore di 10 mg/m<sup>3</sup>.

**Tabella 3.2.2 – Stazioni localizzate in prossimità della Centrale.**

Comune	Stazione	Lat.	Long.	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>	BTX	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>
Tarquinia	Tarquinia	42.24	11.77	X		X		X	X
Civitavecchia	Monte Romano	42.27	11.91	X (*)		X			
Allumiere	Allumiere	42.16	11.90	X	X	X		X	X
Tolfa	Tolfa	42.16	11.74	X		X		X	

(\*) non inserita nel progetto di rete

**Tabella 3.2.3 – Standard di legge del 2018 per le stazioni selezionate localizzate in prossimità della Centrale.**

NOME	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>		CO	O <sub>3</sub>			
	Media annua	Superamenti valore soglia giornaliera 50 µg/m <sup>3</sup>	Media annua	Media annua	Superamenti di 200 µg/m <sup>3</sup>	Superamenti valore soglia giornaliera di 125 µg/m <sup>3</sup>	Superamenti valore soglia oraria di 350 µg/m <sup>3</sup>	Superamenti max media mob. su 8 ore	(*) AOT 40	(**) Superamenti max media mob. su 8 ore	Superamenti orari di 180 µg/m <sup>3</sup>	Superamenti orari di 240 µg/m <sup>3</sup>
unità:	µg/m <sup>3</sup>	#	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	#	#	#	#	µg/m <sup>3</sup> ·h	#	#	#
Monte Romano	12	0	-	6	0	-	-	-	-	-	-	-
Allumiere	12	0	9	7	0	0	0	-	23526	34	-	-
Tolfa	15	2	-	9	0	-	-	-	-	-	-	-

(\*) calcolato come media su 5 anni

(\*\*) calcolato come media su 3 anni

Il Centro Regionale della Qualità dell'Aria (CRQA) di ARPA Lazio mantiene operativo un sistema modellistico per determinare la distribuzione spaziale e temporale delle concentrazioni degli inquinanti previsti dal D. Lgs. 155/2010. Tra gli obiettivi del sistema vi è la valutazione della qualità dell'aria, ovvero la verifica del rispetto dei limiti di legge attraverso la ricostruzione degli andamenti dei parametri fissati dalla normativa per i principali inquinanti.

Il modello di dispersione fornisce, tra l'altro, il campo di concentrazione dei diversi inquinanti per tutto il territorio regionale con una risoluzione orizzontale pari a 4x4 km<sup>2</sup>. Tale dato è utilizzato per ottenere una caratterizzazione a livello comunale dello stato della qualità dell'aria.

Nella Tabella 3.2.4 è riportata la caratterizzazione relativa al Comune di Montalto di Castro per il 2018, in termini di valore massimo registrato tra le celle che si trovano all'interno del Comune e che sostanzialmente conferma quanto rilevato dalle stazioni di misura sopra riportate.

**Tabella 3.2.4 – Caratterizzazione del Comune di Montalto di Castro  
(codice Istat 12056035, area di 189.5 km<sup>2</sup>).**

Anno	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>
	Media annua	Superamenti giornalieri di 50 µg/m <sup>3</sup>	Media annua	Media annua	Superamenti orari di 200 µg/m <sup>3</sup>	Media annua	Superamenti di 10 mg/m <sup>3</sup> della media mobile massima su 8 ore	Superamenti giornalieri di 125 µg/m <sup>3</sup>	Superamenti obiettivo a lungo termine
unità:	µg/m <sup>3</sup>	#	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	#	µg/m <sup>3</sup>	#	#	#
<b>2018</b>	14	0	8	6	0	0.3	0	0	47

## 4 EFFETTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

Le valutazioni riportate nel seguito si avvalgono del sistema modellistico Calmet/Calpuff già utilizzato per la realizzazione dello studio relativo all'analisi dei benefici ambientali determinati dall'innalzamento dei camini dei turbogas della centrale di Montalto di Castro (CESI, B2001028).

Considerato che il sito in esame è caratterizzato dalla presenza dell'interfaccia terra mare e da condizioni meteo-diffusive non omogenee, la scelta del modello di calcolo è stata indirizzata verso l'applicazione di una catena modellistica costituita da un modello meteorologico diagnostico e da un modello di diffusione di tipo lagrangiano a puff.

In particolare, si è scelto di utilizzare il sistema modellistico Calmet/Calpuff: Calmet è un preprocessore meteorologico diagnostico sviluppato per elaborare campi di vento e di turbolenza atmosferica da fornire in input a Calpuff, modello di dispersione atmosferica lagrangiano a puff.

Entrambi i codici di calcolo implementano algoritmi specifici per la trattazione dei meccanismi di trasporto e diffusione d'inquinanti atmosferici su superfici disomogenee ed in condizioni meteorologiche in linea con i requisiti riportati in Appendice III del D.Lgs. 155/2010.

L'utilizzo del sistema modellistico Calmet/Calpuff è consigliato da US-EPA in presenza di situazioni meteorologiche complesse determinate dalla conformazione orografica dell'area di studio o da situazioni di stagnazione.

A livello nazionale il sistema modellistico Calmet/Calpuff è stato inserito nell'elenco dei modelli idonei per trattare sorgenti puntiformi. CALPUFF è nell'elenco *"Scheda 1: modelli da applicare nelle aree urbane ed a scala locale"* della pubblicazione APAT CTN ACE, 2004 *"I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni"*. Infine, l'utilizzo di tale strumento è previsto anche nella Procedura Tecnica N.2 *"Linee guida per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria dei punti di emissione di un impianto"* delle Norme di Attuazione del Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Lazio.

In merito all'incertezza ed accuratezza delle stime modellistiche, le linee guida sui modelli di qualità dell'aria dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (US-EPA, 2005) indica una maggiore affidabilità per le stime delle concentrazioni medie di lungo periodo, ed una incertezza maggiore per la stima delle concentrazioni di breve periodo. I massimi delle concentrazioni sono da ritenersi stime affidabili dell'ordine di grandezza, con errori tipici compresi dal  $\pm 10\%$  al  $\pm 40\%$ . Il D. Lgs. 155/2010 indica all'allegato I un'incertezza del 30% per le concentrazioni medie annue e del 50% per quelle orarie e giornaliere.



#### 4.1 Calmet (versione: 6.334, livello: 110421)

Calmet (versione: 6.334, livello: 110421) (Scire et al., 2000(a)) è un modello meteorologico diagnostico che produce campi orari tridimensionali di vento e bidimensionali di diverse variabili meteorologiche a partire da dati osservati (al suolo e di profilo) e da dati geofisici (orografia, uso del suolo).

Calmet è costituito da un modulo diagnostico per la ricostruzione del campo di vento e da moduli micrometeorologici per la caratterizzazione dello strato limite di rimescolamento sia sul suolo sia sull'acqua. Il modulo diagnostico del campo di vento utilizza una procedura a due step per la costruzione del campo. Il primo passo crea un campo iniziale, basato sui venti sinottici, e lo corregge in modo da tenere conto degli effetti del terreno sui flussi e dei venti di pendio. In questa fase, dapprima il modello utilizza i venti sinottici per calcolare una velocità verticale forzata dal terreno e soggetta ad una funzione esponenziale di smorzamento dipendente dalla classe di stabilità atmosferica. In secondo luogo, sono introdotti gli effetti dell'orografia sulle componenti orizzontali del vento mediante l'applicazione iterativa di uno schema di minimizzazione della divergenza sul campo tridimensionale fino al soddisfacimento del vincolo di minima divergenza. Dopo aver introdotto i venti di pendio e gli effetti termodinamici, il campo, a questo punto detto di primo passo, passa alla seconda fase procedurale che introduce i dati osservati al suolo in modo da ottenere il campo nella sua versione finale. L'introduzione dei dati osservati è effettuata tramite una procedura d'analisi oggettiva. L'attribuzione di pesi inversamente proporzionali alla distanza tra punto e stazione di misura garantisce l'ottenimento di un campo che riflette maggiormente le osservazioni in prossimità dei punti di misura e che è dominato dal campo di primo passo nelle zone prive d'osservazioni. Infine, il campo risultante è sottoposto ad un'operazione di smoothing e di ulteriore minimizzazione della divergenza. Calmet richiede come dati di input misure orarie al suolo di direzione e velocità del vento, temperatura, copertura nuvolosa, altezza della base delle nuvole, pressione atmosferica, umidità relativa e precipitazione, nonché profili verticali di direzione e velocità del vento, temperatura e pressione atmosferica o campi tridimensionali prodotti da modelli meteorologici prognostici quali ad esempio MM5, WRF, RAMS, COSMO. Algoritmi specifici trattano la dinamica atmosferica sopra superfici marine o lacustri e la loro interfaccia con le superfici terrestri.

## 4.2 Calpuff (versione: 7.2.1, livello: 150816)

CALPUFF (Version 7.2.1, Level 150816) (Scire J.S. et Al., 2000(b)), sviluppato dalla società statunitense TRC (<http://www.src.com/>), è un modello lagrangiano a puff non stazionario che simula i processi di trasporto, dispersione, deposizione secca e umida e trasformazione chimica cui sono sottoposte le emissioni continue di sbuffi (puff) d'inquinante rilasciate in atmosfera da una o più sorgenti.

Al variare di direzione ed intensità del vento nel tempo e nello spazio, la traiettoria di ogni puff cambia in modo da seguire la nuova direzione del vento in quel punto del dominio tridimensionale. La diffusione dei puff è gaussiana, inizialmente funzione della distanza dalla sorgente e successivamente funzione del tempo (in modo che ad un eventuale riavvicinamento dell'inquinante verso la sorgente, in seguito ad un'inversione della direzione del vento, non segua una contrazione del puff).

La concentrazione stimata in un dato recettore è data dalla somma dei contributi di tutti i puff sufficientemente vicini a questo. La garanzia della corretta riproduzione del pennacchio inquinante è data dall'elevato numero di puff rilasciati ogni ora, numero calcolato dal modello in funzione delle caratteristiche meteorologiche dell'ora. La trattazione di calme di vento è gestita internamente dal modello con appositi algoritmi, consistenti con il modello concettuale in cui le emissioni contemporanee alla calma di vento salgono virtualmente sulla verticale della sorgente, e quelle preesistenti ristagnano sulla loro posizione, tutte disperdendosi in funzione del tempo (si assume cioè che il vento sia assente o sbandieri attorno ad una media nulla).

Il calcolo delle componenti della turbolenza atmosferica ( $\sigma_{yt}$  e  $\sigma_{zt}$ ) è espletato mediante parametri di turbolenza ( $\sigma_v$  e  $\sigma_w$ ) calcolati tramite i campi di CALMET delle variabili micrometeorologiche ( $L$ ,  $u^*$ ,  $w^*$ , ecc.). Appositi algoritmi trattano la dispersione al di sopra di superfici coperte da acqua (mari e laghi), e all'interfaccia terra-mare. L'interazione tra orografia e puff, oltre che nell'informazione contenuta nel campo di vento generato da CALMET (che presenta nei livelli prossimi al suolo gli effetti dovuti alle strutture orografiche principali), avviene attraverso la metodologia "partial plume path adjustment", che riduce l'altezza del puff sul suolo in funzione della classe di stabilità atmosferica, della quota del terreno in relazione alla base della sorgente e dell'altezza originale del puff stesso.

Oltre alla trattazione d'inquinanti inerti, CALPUFF include differenti schemi chimici per la ricostruzione delle deposizioni acide, per l'evoluzione degli ossidi d'azoto, per la riproduzione delle catene di decadimento radioattivo.

Appositi algoritmi trattano la deposizione per via secca (secondo l'approccio classico di modello a resistenze) e per via umida (caratterizzando ogni sostanza secondo un parametro di rimozione umida "wet scavenging").

## 4.3 Validazione dello strumento modellistico

I codici di calcolo selezionati per le valutazioni modellistiche del presente studio LAMI, CALMET e CALPUFF sono sviluppati da soggetti terzi (ARPA Emilia Romagna e TRC) e sono stati, e sono costantemente, oggetto di numerosi test finalizzati alla loro validazione, ovvero alla loro capacità di riprodurre correttamente un corrispondente set di dati misurati. Per maggiori dettagli si rimanda alle specifiche validazioni facilmente reperibili sul web.

La capacità di questi modelli di rappresentare adeguatamente, nei limiti dell'attuale stato dell'arte, i fenomeni per cui sono stati realizzati, e quindi della loro adeguatezza per le finalità del presente studio, è testimoniata dalla loro inclusione nelle linee guida nazionali ed in quelle di numerosi stati esteri, nonché dalla diffusione del loro utilizzo in studi analoghi in Italia ed all'estero.

## 4.4 Setup dello strumento modellistico

### 4.4.1 Dominio di calcolo

La simulazione modellistica è stata condotta ricostruendo i campi meteorologici orari per l'anno 2009 sull'area di 50x50 km<sup>2</sup>, riportata in Figura 4.1, con una risoluzione spaziale di 500 m. Tale scelta deriva dalla necessità di riprodurre adeguatamente le caratteristiche del sito in esame, particolarmente complesso per la presenza dell'interfaccia terra-mare, con brezze che possono dissociare la circolazione atmosferica negli strati più bassi da quella a quote superiori. Importanti sono anche la corretta riproduzione delle inversioni termiche, dell'evoluzione dell'altezza dello strato rimescolato e della stabilità atmosferica. Conseguentemente la scelta dei livelli verticali ha visto una particolare attenzione alla descrizione delle prime centinaia di metri dal suolo.

La ricostruzione dei campi meteorologici è stata condotta mediante il modello meteorologico diagnostico CALMET, definendo la seguente griglia tridimensionale:

- Sistema di coordinate = UTM 32N datum WGS84;
- Definizione orizzontale della griglia:
  - Numero di celle nella direzione X (NX) = 100;
  - Numero di celle nella direzione Y (NY) = 100;
  - Lato cella (quadrata) = 500 m;
  - Coordinate dell'angolo Sud Ovest del dominio = 692'000 E, 4'683'000 N
- Definizione verticale della griglia:
  - Numero di livelli = 11;
  - Quote sul livello del suolo = 0, 20, 40, 80, 160, 300, 600, 1'000, 1'500, 3'000, 5'000 m sls

I campi meteorologici sono stati ricostruiti fornendo al modello un set di dati misurati dalla stazione meteo di Centrale, ed i campi meteorologici tridimensionali prodotti dal modello

prognostico COSMO-LAMI, applicato a scala nazionale con risoluzione di 7 km dal Servizio Meteorologico di ARPA Emilia Romagna.

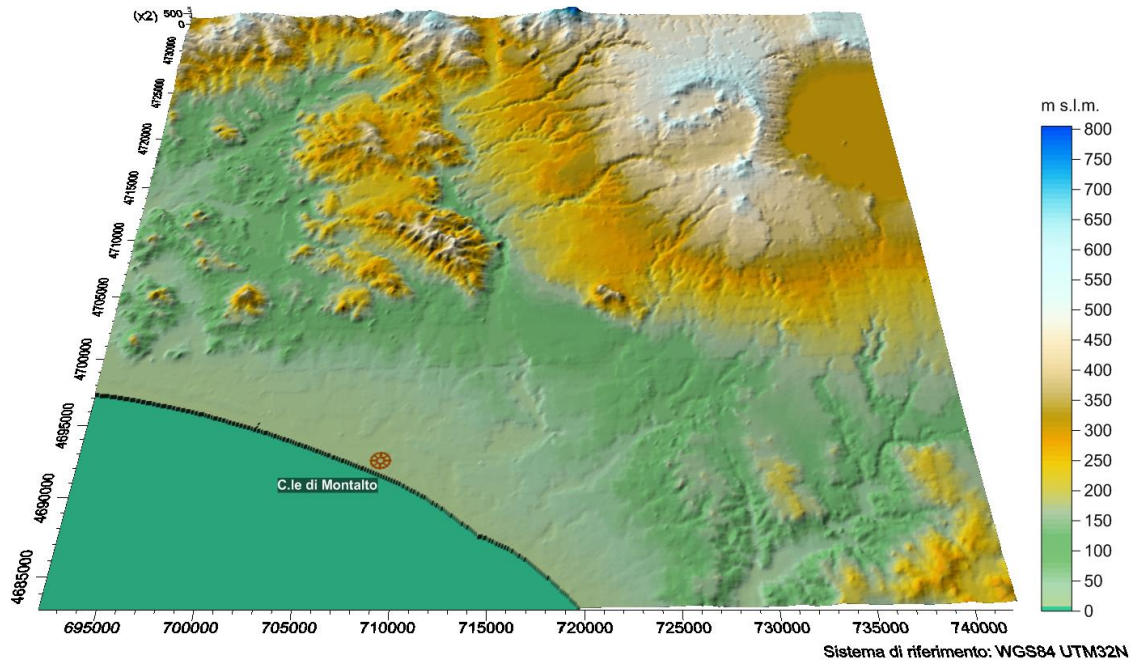


Figura 4.1 – Dominio di applicazione del modello meteorologico Calmet

#### 4.4.2 Input meteorologico

Il presente paragrafo confronta l'andamento delle principali variabili meteorologiche che governano la dispersione in atmosfera (regime anemologico, classe di stabilità atmosferica ed altezza dello strato rimescolato) descritto nei campi meteorologici prodotti dal modello CALMET per l'anno di simulazione (2009), con quelli climatologici del sito così come descritti nelle principali fonti bibliografiche e rilevati dalle misure della postazione meteorologica di Centrale nel periodo 2000-2011.

La regione è caratterizzata da un clima subtropicale denominato "mediterraneo" e che appartiene, secondo la classificazione di Köppen, al clima temperato con estate secca (Csa). Secondo una più dettagliata suddivisione del territorio italiano, fatta dal Rosini e dal Mennella, il sito in esame rientra nella regione tirrenica, che mostra una ben definita unità climatica per il prevalere di fattori di prim'ordine sulle condizioni zonali piuttosto varie. Sono dominanti la quasi compatta protezione montana ad oriente e l'uniforme esposizione al Tirreno. Ne derivano una particolare distribuzione anemologica (protezione dai venti settentrionali e libero accesso alle correnti umide occidentali) ed una profonda influenza mitigatrice marina.

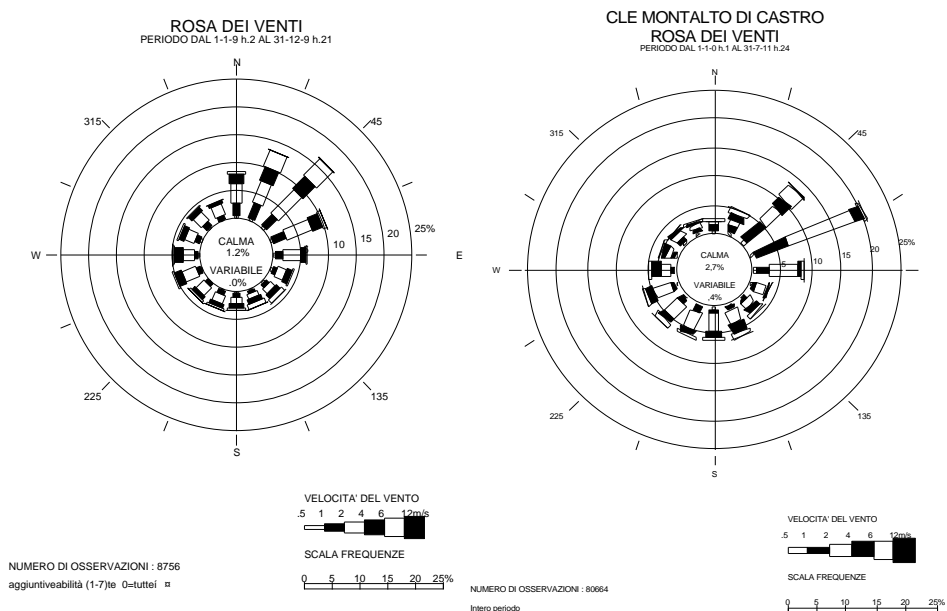
Dalla costa verso l'interno sono individuate inoltre tre varietà fondamentali, o tipiche, di climi; marittimo lungo la fascia costiera, temperato con inverno più marcato nelle valli del

Tevere e del Volturno e lungo i versanti occidentali dei rilievi sotto i 500 m, infine quello di collina e di montagna sopra tale quota. La relativamente breve distanza delle catene montuose dalla costa fa sì che si passi molto rapidamente da un clima marittimo ad uno sublitoraneo. A livello dinamico, il comportamento dei vari elementi del clima è determinato dalle condizioni bariche e dal passaggio di perturbazioni di origine diversa.

La ventosità presenta la tipica circolazione di brezza, con incrementi regolari diurni per le provenienze da mare e riduzioni notturne per la componente di terra nelle giornate serene. La brezza di mare si presenta da SO interessando, nella sua rotazione durante la giornata, tutti i quadranti sudoccidentali. La brezza di terra invece, aiutata dai venti catabatici che scendono le pendici dell'Appennino, si presenta maggiormente definita sulle provenienze da NE.

In Figura 4.2 viene confrontata la rosa dei venti totale calcolata dal modello Calmet per l'anno 2009 in corrispondenza della postazione meteorologica di Centrale (a sinistra) e quella calcolata in base alle misure della postazione stessa (a destra) nel periodo 2000-2011.

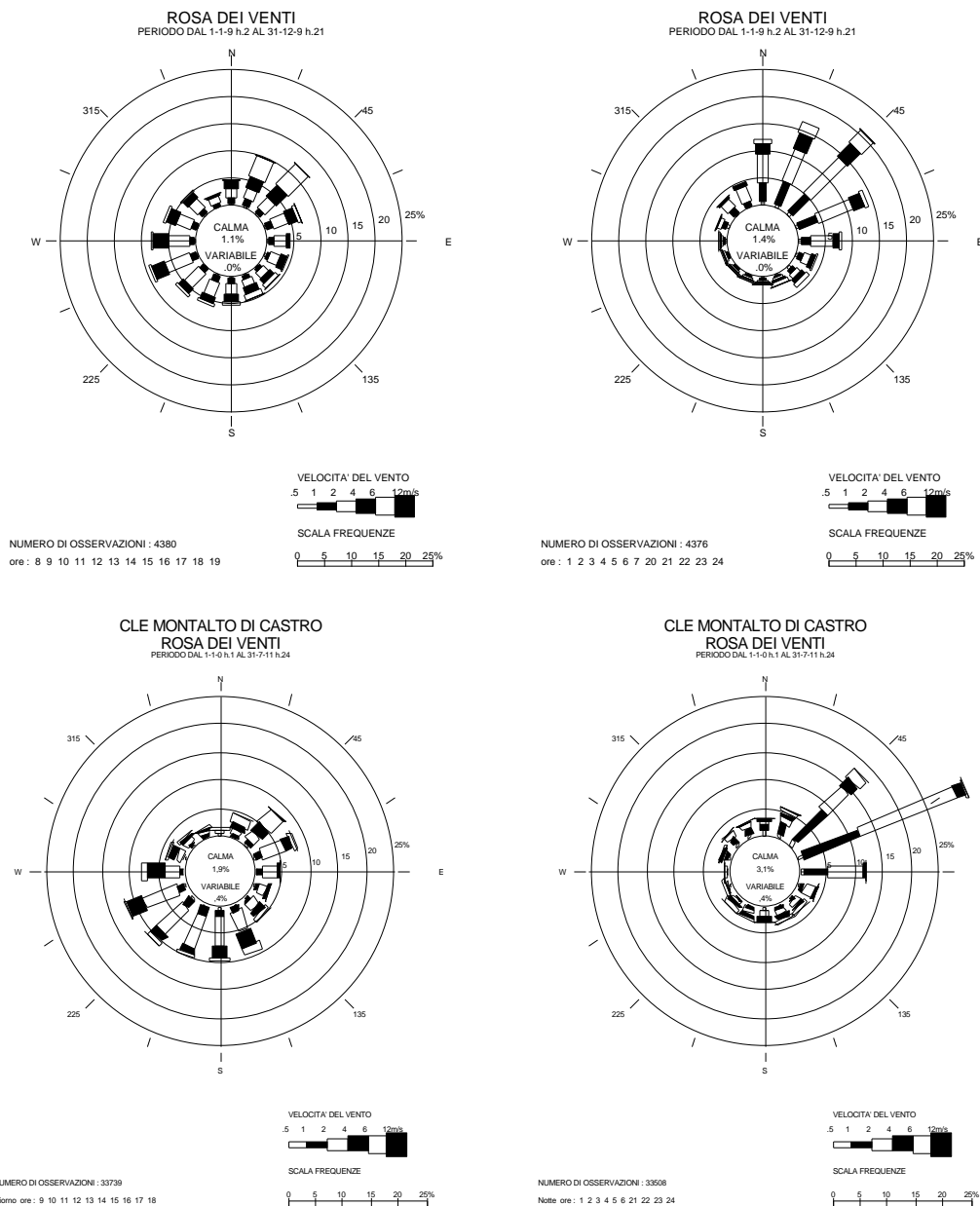
Le elaborazioni evidenziano una buona coerenza, con l'elevata frequenza delle provenienze dai settori nordorientali e limitate condizioni di calma. Le velocità medie calcolate risultano paragonabile tra le due rose, e sono rispettivamente 3.5 m/s per il modello e 3.1 m/s per le misure.



**Figura 4.2 – Confronto tra le rose dei venti totali calcolata dal modello Calmet per il 2009 (Sx) e quella relative alle misure della stazione di centrale nel periodo 2000-2011 (Dx)**

La presenza della costa determina caratteristiche specifiche nell'andamento diurno ed in quello notturno del regime anemologico, che sono correlate alle diverse condizioni di stabilità atmosferica ed allo svilupparsi della circolazione di brezza che può essere anche

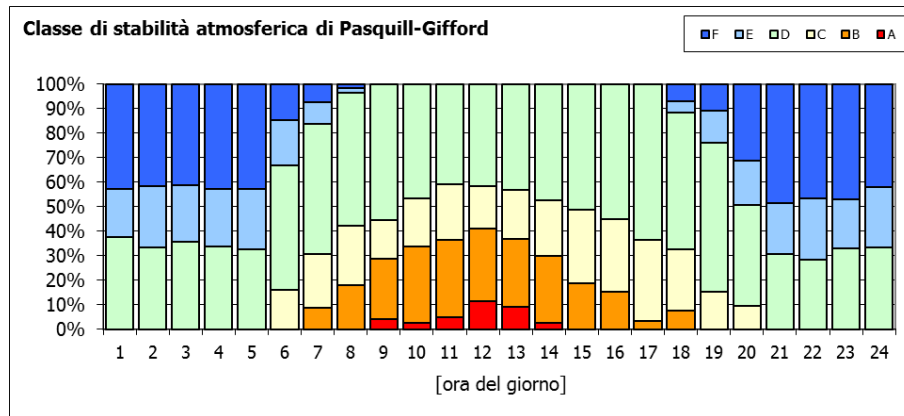
molto pronunciata. Le rose dei venti diurne e notturne, riportate in Figura 4.3, mostrano un'alternanza delle direzioni di provenienza dai quadranti sudoccidentali e nordoccidentali sia nei dati modellistici (riga in alto) che in quelli misurati (riga in basso).



**Figura 4.3 – Confronto tra le rose dei venti diurne (Sx) e notturne (Dx) calcolate dal modello Calmet per il 2009 (in alto) e quelle relative alle misure della stazione di centrale nel periodo 2000-2011 (in basso)**

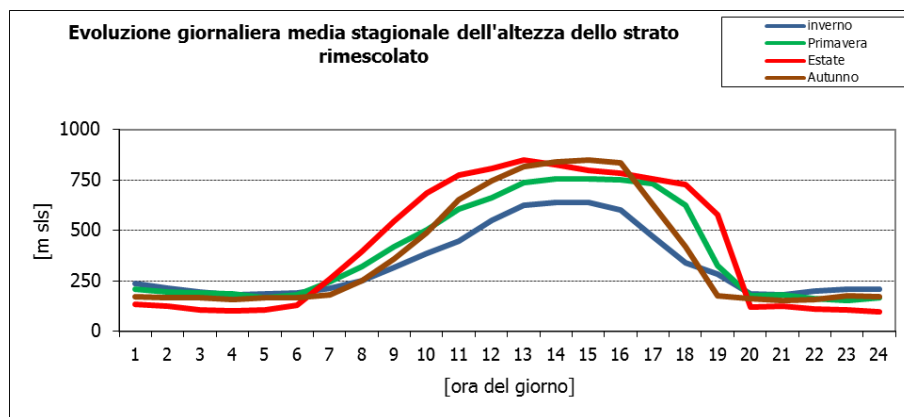
La Figura 4.4 riporta la distribuzione delle classi di stabilità atmosferica di Paquill-Gifford nelle ore del giorno. L'elaborazione, condotta in base ai dati calcolati dal modello Calmet

in corrispondenza della centrale, evidenzia gli effetti della prossimità della costa e l'effetto mitigativo del mare che riduce la frequenza sia delle classi più instabili (A e B) che di quelle stabili (E ed F) a favore della classe neutra D.



**Figura 4.4 – Distribuzione della classe di stabilità atmosferica calcolata dal modello Calmet in corrispondenza della centrale per l'anno 2009**

La Figura 4.5 riporta l'evoluzione media giornaliera stagionale dell'altezza dello strato rimescolato calcolato da Calmet per l'anno 2009 in corrispondenza della centrale. Tale parametro, che identifica lo spessore dello strato di atmosfera a contatto con il suolo, in cui avvengono la maggior parte dei fenomeni legati alla dispersione degli inquinanti, è determinato dalla somma di una componente meccanica, indotta dall'intensità del vento, e di quella di una componente convettiva, innescata dalla radiazione solare e quindi tipicamente diurna. Il grafico consente di evidenziare la crescita diurna del parametro ed il maggior periodo di ore di luce nelle differenti stagioni. Anche questa grandezza mostra gli effetti della prossimità del mare soprattutto visibili nel ridotto sviluppo verticale rispetto a siti più interni.



**Figura 4.5 – Evoluzione giornaliera media per stagione dell'altezza dello strato rimescolato calcolata dal modello Calmet in corrispondenza della centrale per l'anno 2009**

In conclusione, l'analisi dei dati meteorologici per l'anno 2009 consente di ritenere tale periodo rappresentativo della climatologia dell'area e quindi adeguato a effettuare la stima delle ricadute al suolo degli inquinanti emessi durante la fase di esercizio dalle unità di produzione della centrale.

#### **4.4.3 Scenari emissivi**

L'input emissivo è costituito dalle sorgenti puntuali a rappresentazione della emissione dei fumi di combustione dalle sezioni di uscita dei camini di bypass delle unità turbogas.

Per la definizione dei parametri di input del modello si è fatto uso delle grandezze riportate nelle tabelle da Tabella 2.1 a Tabella 2.3. Sono quindi stati definiti i seguenti scenari:

- a) Scenario attuale: 8 unità TG esistenti (TG12, TG13, TG22, TG23, TG32, TG33, TG42, TG43), autorizzate per 1'500 ore/anno;
- b) Scenario di progetto: 4 unità TG di ultima generazione in sostituzione delle unità TG32, TG33, TG42, TG43.

A titolo cautelativo le unità sono state considerate, per tutti gli scenari, esercite al carico nominale costante, con concentrazioni pari ai valori limite riportati nelle tabelle, per l'intera durata della simulazione (8'760 ore dell'anno 2009). L'assunzione del carico nominale costante per tutta la durata della simulazione alle concentrazioni limite autorizzate/proposte consentono di ritenere cautelative le stime ottenute dalla simulazione, in particolare in termini di concentrazioni orarie e giornaliere, poiché assicura la valutazione dell'impatto associato alla massima emissione nelle ore più sfavorevoli dal punto di vista meteorologico alla dispersione degli inquinanti.

Per stimare l'effetto sulle ricadute in aria ambiente indotto dalla limitazione sul numero massimo di ore annue autorizzate cui le unità sono soggette negli scenari attuale, le stime modellistiche delle concentrazioni medie annue sono state opportunamente riscalate in fase di post-processing.

#### **4.4.4 Scelta dei recettori (punti di calcolo delle concentrazioni)**

Data la tipologia delle emissioni oggetto del presente studio, sono stati definiti 10'000 recettori all'interno di un grigliato regolare su un'area di 50x50 km<sup>2</sup> con passo di 500 m.

### **4.5 Valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria**

Le seguenti tabelle riportano il confronto tra gli standard della qualità dell'aria (SQA) previsti dalla normativa vigente e la stima delle ricadute della Centrale prodotte dal modello CALPUFF sulla griglia regolare di recettori per i tre scenari considerati.

La Tabella 5 riporta il confronto sia in termini di concentrazione nel punto di massimo impatto sia in termini di media spaziale della concentrazione sull'intero dominio di calcolo.



In termini generali, si evidenzia il rispetto di tutti i limiti di legge, con ricadute inferiori ai valori limite per tutti gli inquinanti e per tutti gli scenari considerati, anche nel punto di massima ricaduta.

**Tabella 5 – Confronto tra SQA e ricadute della Centrale, valore massimo e valore medio spaziale nel dominio di calcolo**

Parametro	U.m.	Limite di legge (D.Lgs. 155/2010) <sup>(1)</sup>	Tavola fuori testo	Dominio (50 x 50 km <sup>2</sup> )			
				Valore massimo		Valore medio	
				Scenario attuale	Scenario di progetto	Scenario attuale	Scenario di progetto
NO <sub>2</sub> – Concentrazione media annua	µg/m <sup>3</sup>	40 (V.L.)	Tavola 01	0.38	0.35	0.064	0.062
NO <sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile	µg/m <sup>3</sup>	200 (V.L.)	Tavola 02	126	20	21	4
NO <sub>x</sub> – Concentrazione media annua	µg/m <sup>3</sup>	30 (L.C.)	Tavola 03	0.40	0.37	0.072	0.070
CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore	mg/m <sup>3</sup>	10 (V.L.)	Tavola 04	0.14	0.02	0.023	0.003

<sup>(1)</sup> L.C. = Livello Critico, V.L. = Valore Limite

Per i medesimi SQA, si riportano nelle tavole fuori testo le mappe di iso-concentrazione in aria ambiente che definiscono le ricadute sul territorio per gli scenari attuale e di progetto.

La posizione della Centrale è indicata con un simbolo circolare arancione. Come si può notare dalle mappe, in tutti e tre gli scenari l’impatto è ovunque non significativo e trascurabile nella gran parte del territorio. Le principali aree di ricaduta sulla terraferma sono localizzate a circa 15 km dalla Centrale in direzione Nord-Ovest e Nord e a circa 3-4 km dalla Centrale in direzione Est.

Si sottolinea che l’entità delle ricadute è ancor più trascurabile in considerazione del fatto che esse sono state ottenute sotto assunzioni cautelative di funzionamento a carico nominale nei rispettivi scenari; gli impatti associati al reale funzionamento possono essere ritenuti ancor più limitati, essendo presenti periodi d’inattività e livelli emissivi inferiori al limite.

Per tutti gli scenari, l’impatto nel punto di massima ricaduta è poco significativo per NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>, con valori percentuali in termini di concentrazione media annua rispetto al limite di legge pari a circa l’1% per NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>, e trascurabile per CO che mostra valori sempre largamente inferiori rispetto al relativo limite di legge.

Rispetto allo scenario attuale lo scenario di progetto si stima impatti in valore assoluto inferiori. In termini di concentrazione media annua nel punto di massima ricaduta, le stime

modellistiche indicano una concentrazione di NO<sub>2</sub> pari a 0.38 µg/m<sup>3</sup> per lo scenario attuale, e 0.35 µg/m<sup>3</sup> per lo scenario di progetto, a fronte di un valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup>. In termini di percentili orari, risulta evidente il miglioramento apportato dallo scenario di progetto rispetto allo scenario attuale, con una riduzione di oltre l'80% della stima sul contributo della Centrale nel punto di massimo impatto sia alla concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> superata 18 volte per anno civile (-84%), sia alla concentrazione media massima giornaliera calcolata su 8 ore di CO (-85%).

In conclusione, i contributi alla qualità dell'aria associati allo scenario attuale risultano per quanto detto poco significativi o trascurabili, e migliorano ulteriormente nello scenario di progetto.

## 5 CONCLUSIONI

Il presente rapporto ha descritto la valutazione degli impatti sulla componente atmosfera derivanti dalle emissioni della fase di esercizio della Centrale termoelettrica "Alessandro Volta" di Montalto di Castro (VT) nell'attuale assetto autorizzato e nell'assetto proposto dal progetto di rifacimento di 4 unità di produzione esistenti con contestuale messa fuori servizio delle restanti quattro unità turbogas, all'entrata in esercizio dei nuovi turbogas di ultima generazione.

Grazie al maggiore rendimento elettrico e alle migliori performance ambientali delle unità oggetto di intervento rispetto alle attuali, il progetto consente di aumentare la produzione di energia elettrica permettendo al contempo una riduzione del bilancio massico annuo dell'assetto autorizzato dell'impianto sia per NO<sub>x</sub>, sia per CO. Di fatto, le unità turbogas proposte sono progettate con i criteri più avanzati di efficienza e compatibilità ambientale e proposti nel pieno rispetto delle *Best Available Techniques Reference document* (BRef) di settore.

La valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria ambiente delle emissioni associate, condotte tramite l'applicazione di un opportuno modello di calcolo, ha consentito di stimare a seguito della realizzazione dell'intervento un miglioramento delle ricadute associabili all'impianto, già trascurabili o poco significative nel loro attuale assetto.

## 6 BIBLIOGRAFIA

Wladimir Köppen e Rudolf Geiger, "Klima der Erde", Gotha, Klett-Perthes, 1954.

Mennella C., 1973. "Il Clima d'Italia". Fratelli Conte Editore s.p.a., Napoli;

Arpa Lazio, 2019. "Valutazione della qualità dell'aria della regione Lazio 2018"

EEA "Air Quality e-Reporting" (European Environment Agency, [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)).

ANPA CTN-ACE, 2001. "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria".

APAT CTN-ACE, 2004. "I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni".

US-EPA. SCRAM - Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling (<https://www.epa.gov/scram>).

Scire, J.S., F.R. Robe, M.E. Fernau, R.J. Yamartino, 2000a. "A user's guide for the CALMET meteorological model". Earth Tech Inc., Concord, MA, USA.

Scire, J.S., D.G. Strimaitis, R.J. Yamartino, 2000b. "A user's guide for the CALPUFF dispersion model". Earth Tech Inc., Concord, MA, USA.

CESI, 2012. "C.le di Montalto di Castro (VT) - Analisi dei benefici ambientali e dei costi derivanti dall'innalzamento dei camini dei turbogas funzionanti in ciclo semplice dagli attuali 35 metri sls a 50 metri sls". Rapporto CESI B2001028.