

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 1 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	-------------------------

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 2 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	-------------------------

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>9</b>
2.1	LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO.....	9
2.2	DECRETO LEGISLATIVO N. 155/2010.....	10
2.3	INQUADRAMENTO SINOTTICO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA A LIVELLO REGIONALE.....	10
2.4	RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA .....	13
2.4.1	<i>Ossidi di Azoto .....</i>	15
2.4.2	<i>Materiale Particolato (PM<sub>10</sub>).....</i>	17
2.4.3	<i>Idrocarburi Non Metanici e Benzene .....</i>	17
2.4.4	<i>Monossido di Carbonio .....</i>	18
<b>3</b>	<b>CATENA MODELLISTICA ADOTTATA E RICOSTRUZIONE INPUT METEOROLOGICO .....</b>	<b>19</b>
3.1	CATENA MODELLISTICA ADOTTATA .....	19
3.2	RICOSTRUZIONE INPUT METEOROLOGICO .....	20
3.2.1	<i>Il modello Weather Research and Forecasting (WRF).....</i>	20
3.2.2	<i>Il modello CALMET.....</i>	21
3.2.3	<i>Analisi dei dati meteorologici.....</i>	25
3.2.4	<i>Validazione del campo meteorologico tridimensionale.....</i>	33
3.2.5	<i>Rose dei venti ricostruite con CALMET .....</i>	35
<b>4</b>	<b>STIMA EMISSIONI E VALUTAZIONE IMPATTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA ..</b>	<b>37</b>
4.1	IL MODELLO CALPUFF .....	37
4.2	FASE DI CANTIERE.....	38
4.2.1	<i>Input emissivo .....</i>	38
4.2.2	<i>Risultati delle simulazioni.....</i>	46
4.3	SCENARIO DI ESERCIZIO DELLA TORCIA .....	50
4.3.1	<i>Input emissivo .....</i>	50
4.3.2	<i>Risultati delle simulazioni.....</i>	52
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>57</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>58</b>

 <p><b>Eni</b> S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 3 of 58</p>
--	-----------------------------------	--	-------------------------

## Elenco delle Tabelle

Tabella 1: Valori limite di qualità dell'aria (D.Lgs. 155/2010) .....	10
Tabella 2: Configurazione delle stazioni di misura della rete di monitoraggio della qualità dell'aria della Raffineria di Gela.....	13
Tabella 3: Completezza dei dati rilevati dalle centraline nel 2013 .....	14
Tabella 4: Completezza dei dati rilevati dalle centraline nel 2014 .....	15
Tabella 5: Completezza dei dati rilevati dalle centraline nel 2015 .....	15
Tabella 6: Concentrazioni di NO <sub>2</sub> orarie per il triennio 2013 – 2015 .....	16
Tabella 7: Concentrazioni medie annue di NO <sub>2</sub> per il triennio 2013 – 2015.....	16
Tabella 8: Concentrazioni medie annue di NO <sub>x</sub> per il triennio 2013 – 2015 .....	17
Tabella 9: Concentrazioni medie annuali di PM <sub>10</sub> e numero di superamenti giornalieri del limite normativo per il triennio 2013 – 2015 .....	17
Tabella 10: Concentrazioni medie annue di NMHC per il triennio 2013 – 2015.....	18
Tabella 11: Concentrazioni medie annue di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> nel 2015 .....	18
Tabella 12: Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore delle concentrazioni di CO nel 2015 .....	18
Tabella 13: Modelli meteorologici globali utilizzati nella simulazione WRF .....	21
Tabella 14: Sistema di classificazione del 'U.S. Geological Survey' delle categorie di uso del suolo .....	22
Tabella 15: Tipologia dei mezzi meccanici utilizzati in fase di cantiere .....	39
Tabella 16: Fattori emissivi medi in g/kWh (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2016 – Group 1.A.4: Non road mobile machinery).....	40
Tabella 17: Emissioni totali stimate per i mezzi di cantiere .....	40
Tabella 18: Numero di viaggi e distanza percorsa dai mezzi pesanti per i lavori di cantiere .....	40
Tabella 19: Fattori emissivi per i mezzi pesanti (Heavy Duty Vehicles – Diesel > 32 t) .....	41
Tabella 20: Emissioni totali derivanti dal transito dei mezzi pesanti .....	41
Tabella 21: Emissioni totali derivanti dall'operazione di scotico.....	42
Tabella 22: Costante k in funzione delle dimensioni del particolato .....	43
Tabella 23: Fattore emissivo stimato in kg per tonnellata di materiale movimentato .....	43
Tabella 24: Emissioni totali di PM <sub>10</sub> per la movimentazione delle terre.....	44
Tabella 25: Durata delle principali attività di cantiere .....	44
Tabella 26: Emissioni totali suddivise per tipologia di operazione o macchinario [kg].....	45
Tabella 27: Ratei emissivi suddivisi per tipologia di operazione o macchinario [g/s].....	45
Tabella 28: Ratei emissivi suddivisi per area emissiva [g/s].....	46
Tabella 29: Elenco delle tavole allegare per la fase di cantiere .....	46
Tabella 30: Valori massimi di ricaduta nella fase di cantiere.....	47
Tabella 31: Valori massimi di ricaduta della fase di cantiere – fuori dal confine di Raffineria .....	47
Tabella 38: Valori massimi di ricaduta nella fase di cantiere in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria .....	48
Tabella 32: Caratteristiche della torcia .....	50
Tabella 33: Composizione standard in volume dei gas inviati in torcia .....	51
Tabella 34: Parametri emissivi in funzione della composizione dei gas inviati in torcia.....	51


 <p><b>Eni</b> S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 4 of 58</p>
--	-----------------------------------	---	-------------------------

Tabella 35: Fattori emissivi per inquinante .....	52
Tabella 36: Ratei emissivi per inquinante derivanti dall'attivazione della torcia ....	52
Tabella 37: Elenco delle tavole allegare per la fase di attivazione della torcia .....	53
Tabella 38: Valori massimi di ricaduta nella fase di attivazione torcia .....	53
Tabella 38: Valori massimi di ricaduta nella fase di attivazione torcia in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria .....	53

## Elenco delle Figure

Figura 1: Localizzazione della Raffineria di Gela e dell'area di progetto .....	9
Figura 2: Zonizzazione e classificazione del territorio della regione Sicilia e localizzazione della Raffineria di Gela (in giallo) .....	11
Figura 3: Emissioni di ossidi di azoto nel 2012 per comune (in giallo la Raffineria di Gela) .....	12
Figura 4: Emissioni di PM <sub>10</sub> nel 2012 per comune (in giallo la Raffineria di Gela) .	12
Figura 5: Localizzazione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria ....	13
Figura 6: Schema di flusso della catena modellistica .....	19
Figura 7: Altimetria del dominio di simulazione di CALMET più esteso .....	24
Figura 8: Domini di calcolo per WRF, CALMET e CALPUFF per i 2 scenari emissivi considerati .....	25
Figura 9: Rose dei venti del 2013 presso la centralina di Raffineria (quota 40 m) a sinistra e presso quella ARPA di Gela (quota 2 m) a destra .....	26
Figura 10: Rose dei venti del 2014 presso la centralina di Raffineria (quota 40 m) a sinistra e presso quella ARPA di Gela (quota 2 m) a destra .....	26
Figura 11: Rose dei venti del 2015 presso la centralina di Raffineria (quota 40 m) a sinistra e presso quella ARPA di Gela (quota 2 m) a destra .....	27
Figura 12: Velocità media per settore di vento registrata dalla centralina di Raffineria nel triennio considerato .....	27
Figura 13: Velocità media per settore di vento registrata dalla centralina ARPA di Gela nel triennio considerato .....	28
Figura 14: Giorno tipo della velocità del vento registrata dalla centralina di Raffineria nel triennio considerato .....	28
Figura 15: Giorno tipo della velocità del vento registrata dalla centralina ARPA di Gela nel triennio considerato .....	29
Figura 16: Frequenza delle classi di vento nella centralina di Raffineria nel triennio considerato .....	29
Figura 17: Frequenza delle classi di vento nella centralina ARPA di Gela nel triennio considerato .....	30
Figura 18: Temperatura media registrata dalla centralina di Raffineria nel triennio analizzato.....	30
Figura 19: Temperatura media registrata dalla centralina ARPA di Gela nel triennio analizzato.....	31
Figura 20: Pressione registrata dalla centralina di Raffineria nel triennio analizzato.....	31
Figura 21: Pressione registrata dalla centralina ARPA di Gela nel triennio analizzato.....	32
Figura 22: Umidità relativa registrata dalla centralina di Raffineria nel triennio analizzato.....	33
Figura 23: Umidità relativa registrata dalla centralina ARPA di Gela nel triennio analizzato.....	33


 <p><b>Eni</b> S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 5 of 58</p>
--	-----------------------------------	---	-------------------------

Figura 24: A sinistra rosa dei venti rilevata presso la stazione ARPA di Acate e a destra rosa dei venti stimata dal modello CALMET nella medesima posizione..... 34

Figura 25: Tabella riassuntiva della validazione dei dati orari di direzione del vento stimati dal modello CALMET per la stazione di Acate a 10 m in termini di frequenza ..... 35

Figura 26: Rosa dei venti stimata da CALMET in corrispondenza del baricentro della Raffineria alla quota di 100 m ..... 36

Figura 27: Rosa dei venti stimata da CALMET in corrispondenza del baricentro della Raffineria alle quote di 500 m e 1'000 m ..... 36

Figura 28: Schema di funzionamento del modello CALPUFF ..... 37

Figura 29: Localizzazione delle aree di cantiere ..... 39

Figura 30: Dominio e griglia di simulazione centrata sull'area di cantiere..... 49


Figura 31: Localizzazione della torcia (in rosso) rispetto ai confini della Raffineria 50

Figura 31: Distribuzione spaziale delle massime concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub>..... 55

Figura 31: Distribuzione spaziale delle massime ricadute giornaliere di PM<sub>10</sub> ..... 56


### Elenco Tavole

Tavola 1	Fase di Cantiere – NO <sub>x</sub> – Media Annua
Tavola 2	Fase di Cantiere – NO <sub>x</sub> – Percentile 99.8 Orario
Tavola 3	Fase di Cantiere – CO – Massima Media Mobile 8 Ore
Tavola 4	Fase di Cantiere – PM <sub>10</sub> – Media Annua
Tavola 5	Fase di Cantiere – PM <sub>10</sub> – Percentile 90.4 Giornaliero
Tavola 6	Attivazione Torcia – NO <sub>x</sub> – Massimo Orario
Tavola 7	Attivazione Torcia – CO – Massimo Orario
Tavola 8	Attivazione Torcia – PM <sub>10</sub> – Massimo Orario
Tavola 9	Attivazione Torcia – NMCOV – Massimo Orario
Tavola 10	Attivazione Torcia – PM <sub>10</sub> – Massimo Giornaliero


 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 6 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	-------------------------

## ACRONIMI

AFWA	Air Force Weather Agency
ARPA	Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente
CALPUFF	California Puff Model
CLRTAP	Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution
CO	Monossido di carbonio
CH <sub>4</sub>	Metano
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Benzene
CTN-ACE	Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in aria
DEM	Digital Elevation Model
D.Lgs.	Decreto Legislativo
EEA	Agenzia Europea dell’Ambiente
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
FSL	Forecast System Laboratory
FAA	Federal Aviation Administration
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
GFS	Global Forecasting System
GDAS	Global Data Assimilation System
NCEP	National Centers for Environmental Prediction
NO	Monossido di azoto
NO <sub>x</sub>	Ossidi di azoto
NO <sub>2</sub>	Biossido di azoto
O <sub>3</sub>	Ozono
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NCAR	National Center for Atmospheric Research
NGA	National Geospatial-Intelligence Agency
NIMA	National Imagery and Mapping Agency
NMCOV	Non-methane volatile organic compounds
NMHC	Idrocarburi non metanici

 <p data-bbox="363 197 512 293">Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p data-bbox="592 185 718 264">Data Novembre 2016</p>	<p data-bbox="858 114 1177 143">Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p data-bbox="772 161 1262 259"><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p data-bbox="836 275 1198 338"><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p data-bbox="1315 192 1390 259">Page 7 of 58</p>
---	---	---	---

PM <sub>10</sub>	Materiale particolato
PTS	Polveri totali sospese
SINAnet	Rete Sistema Informativo Nazionale Ambientale
SO <sub>2</sub>	Anidride solforosa
SRTM3	Shuttle Radar Topography Mission 3
SST	Sea Surface Temperature
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNECE	The United Nations Economic Commission for Europe
U.S. EPA	United States Environmental Protection Agency
USGS	U.S. Geological Survey
WPS	WRF Pre-Processing System
WRF	Weather Research and Forecasting

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 8 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	-------------------------

## 1 INTRODUZIONE

La modifica progettuale proposta, oggetto del presente Studio Preliminare Ambientale, consiste nella realizzazione di una torcia a supporto della centrale di trattamento gas.

Il presente studio prevede la valutazione modellistica dell’impatto sulla qualità dell’aria delle attività di cantiere e dell’esercizio della nuova torcia. Il modello di dispersione utilizzato è CALPUFF, consigliato dall’U.S. EPA (Environmental Protection Agency) per la stima dell’impatto di sorgenti emissive sia nel caso del trasporto a medio e a lungo raggio, sia per applicazioni di ricadute nelle immediate vicinanze delle sorgenti con condizioni meteorologiche complesse. Sono state infatti effettuate 2 differenti simulazioni, una ad ampio raggio per valutare le ricadute della torcia ed una a scala locale per valutare l’impatti legati alle attività di cantiere.

L’analisi si struttura secondo il seguente schema:

- Inquadramento generale dell’impianto e del territorio in esame;
- Analisi dai metoclimatici e ricostruzione input meteorologico mediante la catena modellistica WRF-CALMET;
- Dispersione degli inquinanti in atmosfera associati all’attività di cantiere e all’esercizio della nuova torcia.






## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

### 2.1 LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

La Raffineria Eni di Gela è localizzata nell'area Sud - Est del comune di Gela (CL), in località Piana del Signore, come mostrato in Figura 1. L'area che si affaccia sul Golfo di Gela è fortemente industrializzata mentre l'entroterra è agricolo e rurale.



**Figura 1: Localizzazione della Raffineria di Gela e dell'area di progetto**

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 10 of 58</p>
---	-----------------------------------	---	--------------------------

## 2.2 DECRETO LEGISLATIVO N. 155/2010

Si richiamano, di seguito, i valori limite, dei principali inquinanti emessi negli scenari emissivi analizzati. Tali limiti, validi a livello nazionale non avendo Regione Sicilia imposto soglie più restrittive, sono contenuti in particolare nel Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, in recepimento della Direttiva 2008/50/CE: in Tabella 1 sono indicati, in funzione dell'inquinante, il periodo di mediazione ed il valore limite.

**Tabella 1: Valori limite di qualità dell'aria (D.Lgs. 155/2010)**






Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite
<b>NO<sub>x</sub></b>	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>2</sub></b>	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per l'anno civile
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>CO</b>	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>
<b>PM<sub>10</sub></b>	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per l'anno civile (corrisponde al 90,410 perc.)
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>Benzene</b>	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>

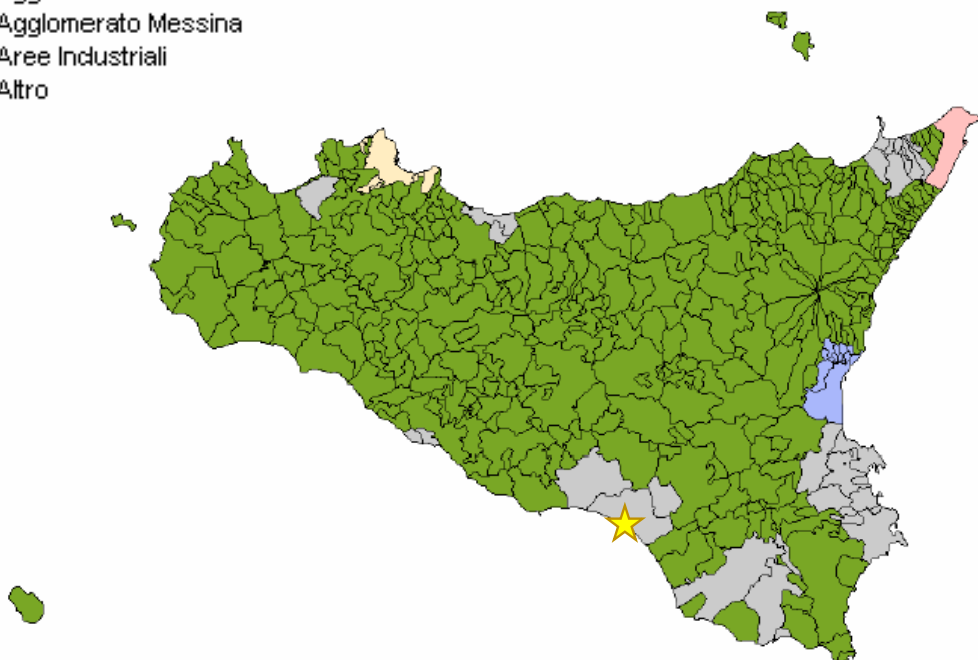
## 2.3 INQUADRAMENTO SINOTTICO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA A LIVELLO REGIONALE

La Regione Sicilia ha recentemente pubblicato la "Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria" con un'analisi dei dati registrati nel 2015 dalle stazioni fisse della rete di monitoraggio presente sul territorio regionale, dei trend dei dati storici nel periodo 2012-2015 e dell'inventario emissivo 2012. In tale documento si definisce la zonizzazione del territorio regionale che individua 5 zone di riferimento. La Raffineria di Gela, indicata in giallo in Figura 2, ricade nella zona Aree Industriali (IT1914).



#### Zonizzazione

-  Agglomerato Palermo
-  Agglomerato Catania
-  Agglomerato Messina
-  Aree Industriali
-  Altro



**Figura 2: Zonizzazione e classificazione del territorio della regione Sicilia e localizzazione della Raffineria di Gela (in giallo)**

L'analisi dei trend di qualità dell'aria per il periodo 2012-2015 mostra un miglioramento delle concentrazioni per la maggior parte degli inquinanti.

Le concentrazioni di ossidi di zolfo, a seguito della riduzione del tenore di zolfo nei carburanti, risultano poco significative e al di sotto del valore limite definito dal D.Lgs. 155/2010.

Gli ossidi di azoto mostrano un andamento costante o in leggero miglioramento in termini di concentrazione media annua. Il superamento dei limiti di legge è registrato solo nelle stazioni fortemente influenzate dal traffico veicolare. In Figura 3 si riporta la mappa delle emissioni degli ossidi di azoto nel 2012, distribuite per comune, tratta dalla "Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria" della regione Sicilia. Tale mappa conferma che gli agglomerati di Palermo, Messina e Catania sono interessati dalle quantità di emissioni più elevate. Nella classe emissiva più elevata ricadono anche i comuni di Milazzo, Gela, Ragusa, Priolo ed Augusta, caratterizzati da un significativo contributo degli impianti industriali.

Per quanto riguarda il materiale particolato (PM<sub>10</sub>) si è registrato un trend di riduzione, infatti nel 2015 non è stato rilevato alcun superamento del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>. Le mappe delle emissioni comunali di PM<sub>10</sub> relative al 2012 (Figura 4) confermano che le emissioni maggiori si riscontrano negli agglomerati di Palermo, Messina e Catania e nei comuni sede di impianti con emissioni superiori alle 20 tonnellate.

Il monossido di carbonio (CO) e i metalli (in particolare: Arsenico, Nichel e Cadmio) risultano essere al di sotto del valore limite per la protezione della salute umana in tutte le stazioni della rete di monitoraggio e per tutto il periodo considerato.



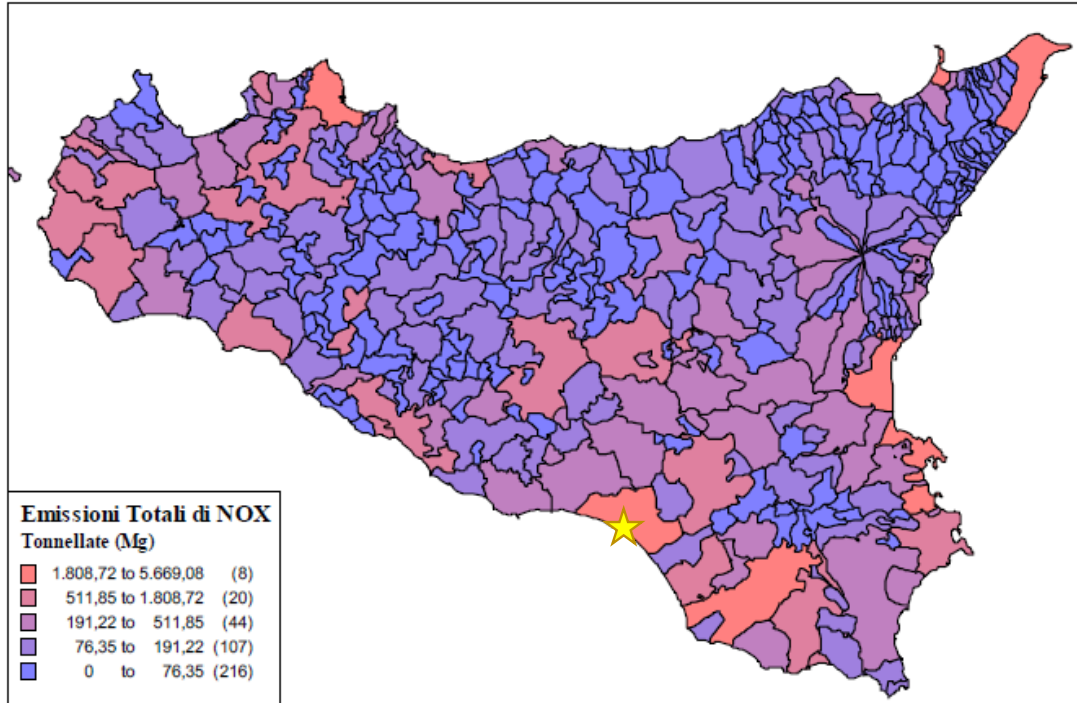
Eni S.p.A.  
Distretto  
Meridionale

Data  
Novembre  
2016

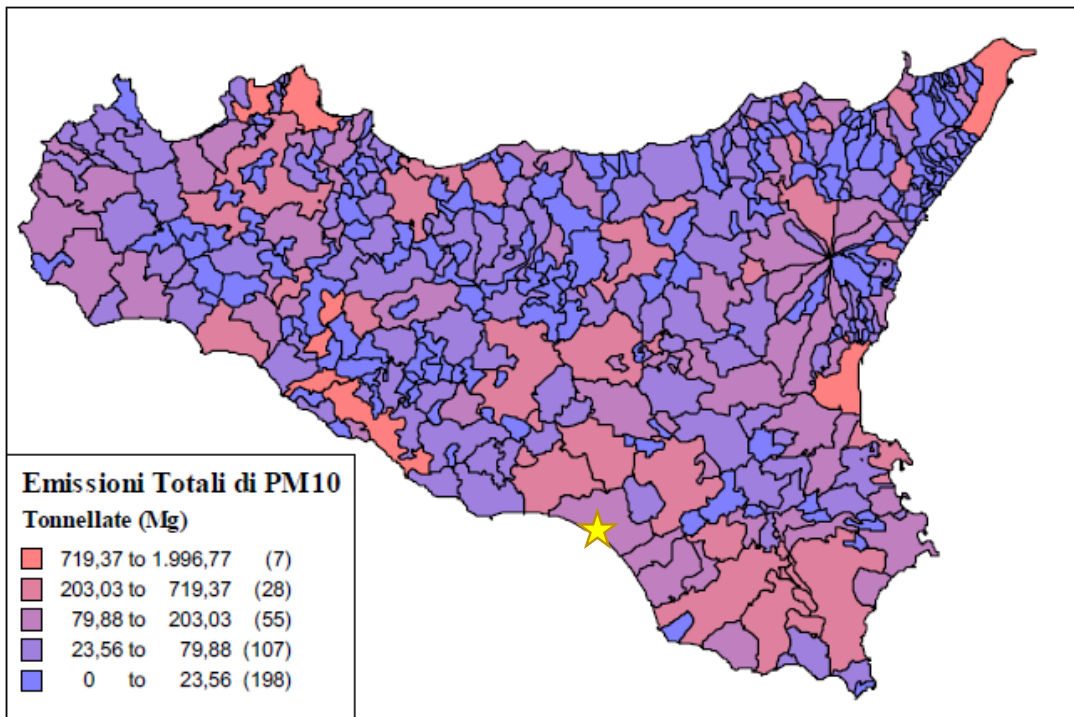
Doc. SIME\_AMB\_01\_18

**Interventi di ottimizzazione del  
Progetto Offshore Ibleo – Campi  
gas Argo e Cassiopea  
Studio della dispersione  
atmosferaica**

Page  
12 of 58




**Figura 3: Emissioni di ossidi di azoto nel 2012 per comune (in giallo la Raffineria di Gela)**



**Figura 4: Emissioni di PM<sub>10</sub> nel 2012 per comune (in giallo la Raffineria di Gela)**



 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 13 of 58</p>
---	-----------------------------------	---	--------------------------

Per quanto riguarda gli inquinanti secondari, le concentrazioni di ozono troposferico rappresentano una situazione critica. Nella maggior parte delle stazioni della rete regionale si registra il superamento del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, fissato dal D.Lgs. 155/2010 pari a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , per l'intero periodo preso in esame. Anche il valore obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione ( $6'000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ) risulta superato.

#### 2.4 RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA


Raffineria di Gela S.p.A., ai fini del monitoraggio della qualità dell'aria, possiede una propria rete di rilevamento. Le stazioni monitorano costantemente alcuni inquinanti ( $\text{SO}_2$ , PST,  $\text{PM}_{10}$ , NO,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{CH}_4$ , NMHC,  $\text{C}_6\text{H}_6$ , CO) su una superficie di territorio che si estende per circa  $150 \text{ km}^2$ , interessando anche la zona urbana ed agricola. L'ubicazione delle 8 centraline è mostrata in Figura 5 e le caratteristiche delle stazioni sono descritte in Tabella 2.



**Figura 5: Localizzazione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria**

**Tabella 2: Configurazione delle stazioni di misura della rete di monitoraggio della qualità dell'aria della Raffineria di Gela**

Centralina	Comune	Tipologia	Configurazione stazione
C. Soprano	Gela	Traffico	$\text{SO}_2$ , $\text{NO}_x^*$ , $\text{CO}^*$ , NMHC*, $\text{C}_6\text{H}_6^*$ , $\text{PM}_{10}$

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 14 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	--------------------------

Centralina	Comune	Tipologia	Configurazione stazione
<b>P. Rimembranze</b>	Gela	Industriale	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NMHC, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> *, PM <sub>10</sub>
<b>C. Giardina</b>	Gela	Rurale	SO <sub>2</sub>
<b>Ponte Olivo</b>	Gela	Rurale	SO <sub>2</sub>
<b>Niscemi Sud</b>	Niscemi	Urbana	SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub>
<b>Agip S.p.A.</b>	Gela	Industriale	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> *, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> *, PM <sub>10</sub>
<b>Catarrosone</b>	Gela	Rurale	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> *, NMHC, PM <sub>10</sub> *
<b>Farello</b>	Gela	Rurale	SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub>

(\*) Inquinanti monitorati a partire da luglio 2015 in seguito alla messa in atto del "Progetto di Adeguamento Rete di Monitoraggio Qualità Aria della Raffineria di Gela S.p.A."


Nell'ambito dell'applicazione delle Direttive della Comunità Europea, il posizionamento e l'equipaggiamento delle stazioni di monitoraggio degli inquinanti atmosferici (interne ed esterne al sito industriale) deve essere quanto più rappresentativo e significativo per il sito. A questo scopo la rete di monitoraggio della Raffineria di Gela è stata adeguata nel 2015 ridistribuendo ed equipaggiando le stazioni.

L'adeguamento della rete è operativo dal secondo semestre del 2015, di conseguenza molti valori di completezza di quell'anno sono largamente inferiori al 90%, valore minimo indicato dalla normativa. La completezza dei dati rilevati dalle centraline nel triennio 2013 - 2015 è riportata nelle tabelle seguenti. Il monitoraggio di monossido di carbonio e benzene è stato introdotto nel 2015, pertanto non si dispone dei dati relativi agli anni 2013 e 2014.

**Tabella 3: Completezza dei dati rilevati dalle centraline nel 2013**

Completezza dei dati 2013								
Stazione	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NMHC	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
<b>C. Soprano</b>	89%*	75%*	-	-	-	-	-	-
<b>P. Rimembranze</b>	93%	94%	82%*	83%*	83%*	99%	-	-
<b>C. Giardina</b>	94%*	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ponte Olivo</b>	73%*	-	-	-	-	-	-	-
<b>Niscemi Sud</b>	94%	98%	-	-	-	-	-	-
<b>Agip S.p.A.</b>	89%*	92%	-	-	-	-	-	-
<b>Catarrosone</b>	87%*	-	-	-	-	93%	-	-
<b>Farello</b>	54%*	53%*	-	-	-	-	-	-

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 15 of 58</p>
---	-----------------------------------	---	--------------------------

**Tabella 4: Completezza dei dati rilevati dalle centraline nel 2014**

Completezza dei dati 2014								
Stazione	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NMHC	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
C. Soprano	90%	90%	-	-	-	-	-	-
P. Rimembranze	19%*	79%*	80%*	80%*	80%*	89%*	-	-
C. Giardina	51%*	-	-	-	-	-	-	-
Ponte Olivo	11%*	-	-	-	-	-	-	-
Niscemi Sud	89%*	71%*	-	-	-	-	-	-
Agip S.p.A.	49%*	44%*	-	-	-	-	-	-
Catarrosone	49%*	-	-	-	-	67%*	-	-
Farello	-	-	-	-	-	-	-	-

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

**Tabella 5: Completezza dei dati rilevati dalle centraline nel 2015**


Completezza dei dati 2015								
Stazione	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NMHC	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
C. Soprano	47%*	79%*	45%*	45%*	45%*	-	45%*	41%*
P. Rimembranze	42%*	60%*	90%	88%*	90%	93%	-	39%*
C. Giardina	-	-	-	-	-	-	-	-
Ponte Olivo	-	-	-	-	-	-	-	-
Niscemi Sud	45%*	44%*	-	-	-	-	-	-
Agip S.p.A.	83%*	85%*	47%*	47%*	47%*	-	-	30%*
Catarrosone	11%*	27%*	26%*	26%*	26%*	39%*	-	-
Farello	-	-	-	-	-	-	-	-

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

Nei paragrafi seguenti si riportano le analisi dei dati di qualità dell'aria rilevati dalle centraline solo per gli inquinanti d'interesse. Si precisa che sono stati utilizzati i dati segnalati come validi, escludendo dalle elaborazioni quelli identificati come invalidi e/o incerti.

#### 2.4.1 Ossidi di Azoto

Gli ossidi di azoto sono misurati in 4 centraline della rete di monitoraggio.

 <b>Eni S.p.A.</b> Distretto Meridionale	Data Novembre 2016	Doc. SIME_AMB_01_18 <b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b> <b>Studio della dispersione atmosferica</b>	Page 16 of 58
--	--------------------------	--	------------------

Per quanto riguarda il biossido di azoto, il numero massimo annuo di superamenti del limite orario di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  è sempre rispettato per l'intera rete di monitoraggio, infatti come si evince dalla Tabella 6 i superamenti sono addirittura nulli per tutte le centraline, ad eccezione di Parco Rimembranze nel 2014. Le concentrazioni medie annue, riassunte in Tabella 7, rimangono ampiamente al di sotto del limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Tabella 6: Concentrazioni di NO<sub>2</sub> orarie per il triennio 2013 – 2015**

Stazione	Valori massimi orari [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]			Superamenti del limite orario			Valore Limite (D.Lgs. 155/2010)
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	
<b>C. Soprano</b>	-	-	65,5*	-	-	0*	Valore limite orario: $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile
<b>P. Rimembranze</b>	80,7*	391,6*	96,5	0*	9*	0	
<b>Agip S.p.A.</b>	-	-	67,7	-	-	0	
<b>Catarrosone</b>	-	-	36,3	-	-	0	

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010


**Tabella 7: Concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub> per il triennio 2013 – 2015**

Stazione	Media annua [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]			Valore Normativa (D.Lgs. 155/2010)
	2013	2014	2015	
<b>C. Soprano</b>	-	-	10,5*	Valore limite annuo: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>P. Rimembranze</b>	12,4*	12,4*	10,5	
<b>Agip S.p.A.</b>	-	-	18,8*	
<b>Catarrosone</b>	-	-	7,8*	

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

In Tabella 8 è riportato il confronto tra le concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub> e il limite annuale imposto dalla normativa per la protezione della vegetazione. Nel 2015 è stato rilevato un superamento, seppur minimo, del limite di  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 17 of 58</p>
---	-----------------------------------	---	--------------------------

**Tabella 8: Concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub> per il triennio 2013 – 2015**

Stazione	Media annua [µg/m <sup>3</sup> ]			Valore Normativa (D.Lgs. 155/2010)
	2013	2014	2015	
<b>C. Soprano</b>	-	-	12,1*	Valore limite annuo: 30 µg/m <sup>3</sup>
<b>P. Rimembranze</b>	15,7*	18,5*	12,9*	
<b>Agip S.p.A.</b>	-	-	30,1*	
<b>Catarrosone</b>	-	-	12,1*	

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

#### 2.4.2 Materiale Particolato (PM<sub>10</sub>)

In Tabella 9 si riportano le concentrazioni medie annue di PM<sub>10</sub> e il numero di superamenti giornalieri del limite di 50 µg/m<sup>3</sup>. I dati registrati evidenziano concentrazioni al di sotto del limite normativo in tutte le centraline e in tutti gli anni considerati.


**Tabella 9: Concentrazioni medie annuali di PM<sub>10</sub> e numero di superamenti giornalieri del limite normativo per il triennio 2013 – 2015**

Stazione	Media annua [µg/m <sup>3</sup> ]			Superamenti giornalieri			Valore Normativa (D.Lgs. 155/2010)
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	
<b>C. Soprano</b>	19,4*	20,1	18,0*	5*	10	7*	Valore limite annuo: 40 µg/m <sup>3</sup> Valore limite giornaliero: 50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile
<b>P. Rimembranze</b>	23,2	24,9*	23,9*	8	17*	6*	
<b>Niscemi Sud</b>	20,3	28,1*	16,1*	7	30*	2*	
<b>Agip S.p.A.</b>	19,2	25,7*	18,8*	5	20*	7*	
<b>Catarrosone</b>	-	-	21,6*	-	-	1*	
<b>Farello</b>	23,2*	-	-	5*	-	-	

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

#### 2.4.3 Idrocarburi Non Metanici e Benzene

Per l'intero periodo considerato si hanno a disposizione le concentrazioni di idrocarburi non metanici (NMHC), registrate dalle centraline di Parco Rimembranze e Catarrosone e riportate in Tabella 10, che rispettivamente rilevano una decrescita e un incremento nel triennio 2013 – 2015, con un valore medio molto prossimo (214 e 219 µg/m<sup>3</sup>). Si specifica che non esiste un limite definito dalla normativa per tale gruppo di inquinanti.

 <b>Eni S.p.A.</b> Distretto Meridionale	Data Novembre 2016	Doc. SIME_AMB_01_18 <b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b> <b>Studio della dispersione atmosferica</b>	Page 18 of 58
--	--------------------------	--	------------------

**Tabella 10: Concentrazioni medie annue di NMHC per il triennio 2013 – 2015**

Stazione	Media annua [µg/m <sup>3</sup> ]		
	2013	2014	2015
<b>P. Rimembranze</b>	222,8	221,3	215,6
<b>Catarrosone</b>	195,7	201,1	246,2*

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

Con l'adeguamento della rete di monitoraggio della Raffineria di Gela da luglio 2015 sono disponibili anche le concentrazioni del solo benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), normato dal D.Lgs. 155/2010 perché cancerogeno. Le concentrazioni rilevate dalle centraline rispettano ampiamente il limite normativo, come si evince dalla Tabella 11.

**Tabella 11: Concentrazioni medie annue di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> nel 2015**

Stazione	Media annua [µg/m <sup>3</sup> ]	Valore Normativa (D.Lgs. 155/2010)
	2015	
<b>C. Soprano</b>	0,4*	Valore limite annuale: 5 µg/m <sup>3</sup>
<b>P. Rimembranze</b>	0,5*	
<b>Agip S.p.A.</b>	0,2*	

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010


#### 2.4.4 Monossido di Carbonio

In Tabella 12 si riporta la concentrazione di monossido di carbonio rilevata nel 2015 dalla centralina di C. Soprano, che risulta ampiamente al di sotto del valore limite imposto dalla normativa.

**Tabella 12: Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore delle concentrazioni di CO nel 2015**

Stazione	Massimo giornaliero della media mobile di 8 ore	Valore Normativa (D.Lgs. 155/2010)
	2015	
<b>C. Soprano</b>	0,6*	Media massima giornaliera su 8 ore: 10 mg/m <sup>3</sup>

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

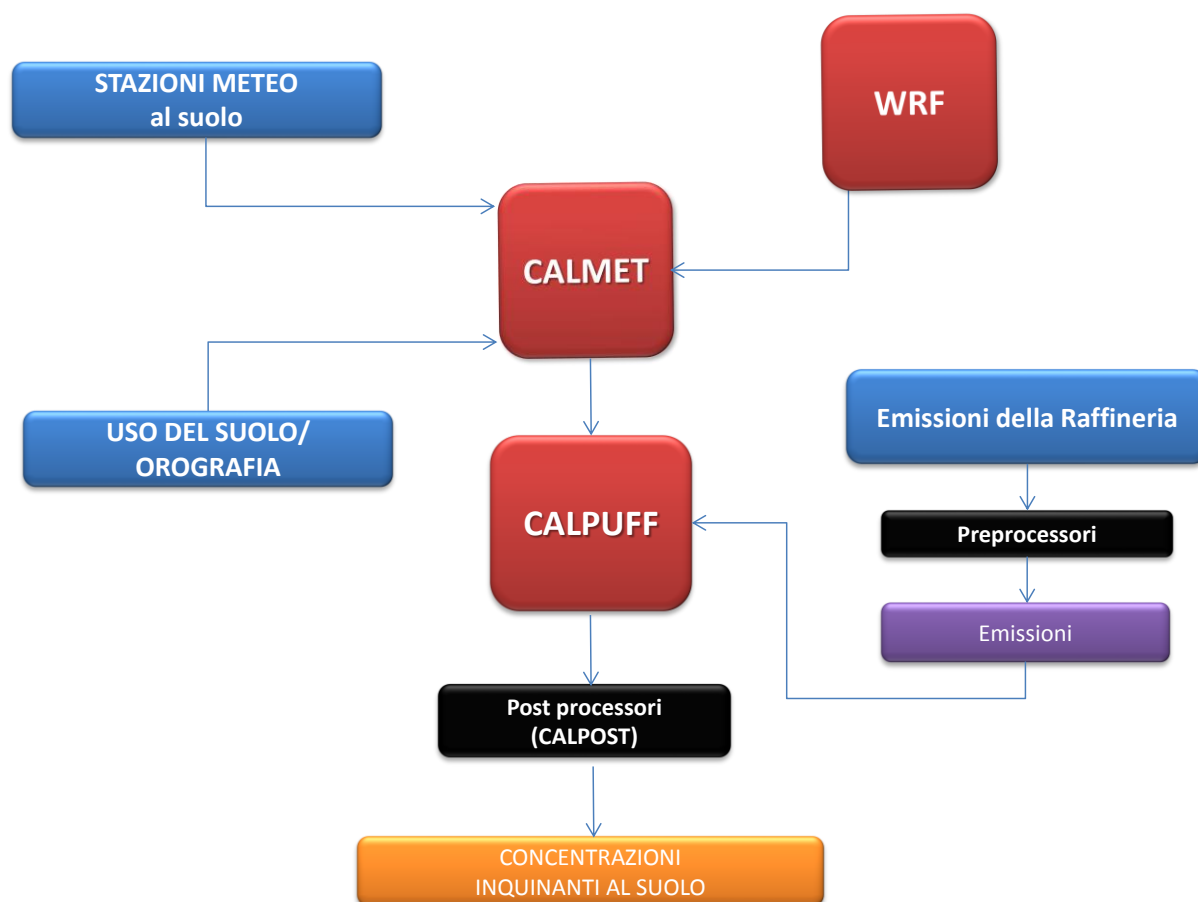
 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 19 of 58</p>
---	-----------------------------------	---	--------------------------

### 3 CATENA MODELLISTICA ADOTTATA E RICOSTRUZIONE INPUT METEOROLOGICO

#### 3.1 CATENA MODELLISTICA ADOTTATA


L'obiettivo di valutare l'impatto ambientale dovuto alle emissioni della Raffineria di Gela è stato raggiunto con l'applicazione della catena modellistica WRF-CALMET-CALPUFF, dove WRF e CALMET sono i modelli meteorologici e CALPUFF il modello per il calcolo delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera.

In Figura 6 si riporta uno schema di flusso della catena modellistica utilizzata, comprensiva dei principali pre-processor e post-processor impiegati.



**Figura 6: Schema di flusso della catena modellistica**

WRF è un modello prognostico state-of-the-art tra i più avanzati a livello di ricerca scientifica, CALMET è un modello diagnostico state-of-the-art tra i più utilizzati ed infine CALPUFF è il modello suggerito da numerose agenzie nazionali per l'ambiente, come ISPRA italiana e EPA americana, per studi di valutazione di impatto ambientale in situazioni complesse. Tutti i modelli proposti sono aperti, pubblici e ampiamente referenziati a livello di pubblicazioni internazionali.

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 20 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	--------------------------

Si evidenzia inoltre che il rapporto "Linee guida per la scelta e l'uso dei modelli" redatto dal Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in aria (CTN-ACE) nel 2004 indica il modello CALPUFF tra i modelli adeguati per applicazioni in aree urbane ed a scala locale.

### **3.2 RICOSTRUZIONE INPUT METEOROLOGICO**

#### **3.2.1 Il modello Weather Research and Forecasting (WRF)**

Per caratterizzare il campo meteorologico in quota, sono state integrate le informazioni al suolo delle centraline di monitoraggio con i dati estrapolati da un run effettuato sulla nostra area di interesse mediante il modello prognostico WRF.

WRF (Weather Research and Forecasting) è un sistema di previsioni meteorologiche numeriche su mesoscala di nuova generazione, sviluppato per soddisfare ricerche operative sia meteorologiche che atmosferiche.


WRF è nato dalla collaborazione principalmente tra il National Center for Atmospheric Research (NCAR), il National Oceanic and Atmospheric Administration, il Forecast System Laboratory (FSL), la Air Force Weather Agency (AFWA), il Naval Research Laboratory, la University of Oklahoma e la Federal Aviation Administration (FAA)<sup>1</sup>.

I principali componenti di questa complessa suite modellistica sono:

- WPS (WRF Pre-Processing System), il preprocessore utile a predisporre gli input meteorologici.
- Geogrid, definisce il dominio di simulazione e interpola i dati geografici e di uso del suolo sulla griglia di calcolo.
- Ungrib, estrae i campi meteorologici dalle analisi meteorologiche di modelli a livello globale, quali GFS o ECMWF.
- Metgrid, interpola orizzontalmente i campi di analisi estratti da ungrib, sulla griglia di calcolo definita da geogrid.
- OBSGRID e WRFDA integrano i dati osservati delle stazioni al suolo e dei radiosondaggi all'interno delle simulazioni.
- REAL legge i campi di input e li interpola lungo la struttura verticale di WRF, creando le condizioni iniziali e al contorno tridimensionali della griglia di calcolo.
- WRF-ARW: è la componente chiave del sistema modellistico; simula i campi meteorologici in accordo con le parametrizzazioni chimiche e fisiche definite dall'utente.

Il dominio di calcolo utilizzato per WRF è un quadrato di lato 60 km, con risoluzione di 4 km, centrato sulla Raffineria di Gela (Figura 8). I valori iniziali e al contorno sono stati estrapolati da vari modelli meteorologici globali, la cui descrizione è riportata nella tabella seguente. Le simulazioni WRF sono volte alla creazione del 3D.DAT, file dei parametri meteorologici tridimensionali in ingresso a CALMET.

<sup>1</sup> Per maggiori informazioni sul modello WRF consultare il sito: [www.wrf-model.org](http://www.wrf-model.org)

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 21 of 58</p>
---	-----------------------------------	---	--------------------------

**Tabella 13: Modelli meteorologici globali utilizzati nella simulazione WRF**

<b>Dati</b>	GFS (Global Forecasting System) rianalizzato con i dati osservati della rete GDAS (Global Data Assimilation System)
<b>Tipo</b>	Variabili meteorologiche, parametri fisici e chimici atmosfera
<b>Fornitore</b>	NCEP (National Centers for Environmental Prediction)
<b>Sito dati</b>	<a href="http://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/">http://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/</a>
<b>Formato</b>	GRIB1
<b>Risoluzione spaziale</b>	1° Latitudine x 1° Longitudine
<b>Risoluzione temporale</b>	6 ore
<b>Dati</b>	SST (Sea Surface Temperature)
<b>Tipo</b>	Temperatura superficiale dei mari
<b>Fornitore</b>	NCEP (National Centers for Environmental Prediction)
<b>Sito dati</b>	<a href="ftp://polar.ncep.noaa.gov/pub/history/sst">ftp://polar.ncep.noaa.gov/pub/history/sst</a>
<b>Formato</b>	GRIB1
<b>Risoluzione spaziale</b>	1° Latitudine x 1° Longitudine
<b>Risoluzione temporale</b>	1 giorno

### 3.2.2 Il modello CALMET


CALMET è un modello meteorologico diagnostico a griglia che è in grado di generare campi tridimensionali di temperatura e velocità del vento, e campi bidimensionali dei parametri micrometeorologici valutati in ogni punto del grigliato scelto, quali ad esempio la lunghezza di Monin-Obukhov, l'altezza di rimescolamento e la velocità di attrito.

Il dominio di CALMET è una griglia tridimensionale caratterizzata da NZ strati verticali e (NXxNY) celle quadrate orizzontali. Complessivamente il sistema opera quindi su NXxNYxNZ volumi d'aria. Il sistema di coordinate adottato dal modello è denominato "terrain following", in cui la coordinata verticale è l'altezza cartesiana calcolata rispetto all'orografia.

Il modello CALMET necessita in input le seguenti informazioni meteorologiche:

- Parametri meteorologici al suolo;
- Parametri meteorologici tridimensionali sul dominio.
- Inoltre richiede le seguenti informazioni legate alla morfologia del suolo.
- Uso del suolo e parametri legati ad esso (albedo, roughness, Bowen ratio ...);
- Orografia.

Il modello CALMET, essendo fondamentalmente un interpolatore attraverso la cosiddetta "objective analysis", necessita in primo luogo delle informazioni meteorologiche al suolo ricostruite a partire dai parametri misurati dalle stazioni meteorologiche o dal modello prognostico, utilizzate dal modello per la ricostruzione dei campi tridimensionali di vento e temperatura; secondariamente il modello CALMET necessita di una serie di informazioni

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 22 of 58</p>
---	-----------------------------------	---	--------------------------

sulla variabilità verticale dei dati meteorologici, in particolare: pressione, direzione del vento, velocità del vento e temperatura in funzione della quota. Queste informazioni possono essere recuperate dai dati di output di un modello prognostico ed in generale dalle misure meteorologiche in quota della più vicina stazione che effettui almeno due radiosondaggi giornalieri.

Il modello CALMET interpola le informazioni meteorologiche al suolo e in quota mediante la cosiddetta "objective analysis" al fine di ricostruire i campi tridimensionali di vento e temperatura. I dati al suolo possono essere ottenuti da stazioni meteorologiche o dal modello prognostico; i dati in quota (in particolare pressione, direzione del vento, velocità del vento e temperatura in funzione dell'altimetria) derivano dall'output del modello prognostico o dalle misure meteorologiche in quota della più vicina stazione che effettui almeno due radiosondaggi giornalieri.

Il modello CALMET prevede tre modalità per integrare le informazioni del modello prognostico.

- (A) come guess field iniziale;
- (B) come campo di vento di step 1;
- (C) come osservazione – come se fossero i dati di una stazione reale.

Per la definizione del campo di vento iniziale (step 1) sono stati considerati i dati provenienti dal modello prognostico (WRF) congiuntamente all'orografia, minimizzandone la divergenza. Successivamente, per calcolare il campo di vento finale (step 2) si sono utilizzati i valori monitorati in corrispondenza delle centraline meteorologiche al suolo.


Per il presente studio sono stati definiti due domini di calcolo di CALMET in funzione delle specifiche dello scenario emissivo considerato (v. Figura 8). Per la fase di cantiere il dominio di CALMET è un quadrato di lato 12 km con una risoluzione di 200 m, mentre per la fase di attivazione della torcia è una griglia di 52 km x 52 km avente una maglia di 500 m. Infatti le ricadute derivanti dalle emissioni legate all'esercizio della torcia hanno un raggio di influenza ben più ampio rispetto alle attività di cantiere.

### 3.2.2.1 Uso del suolo e orografia

I dati di uso di suolo sono relativi al database prodotto dall'USGS (U.S. Geological Survey) "Eurasia Land Cover Characteristics Data Base Version 2.0", avente una risoluzione pari a 1 km. In Tabella 14 sono riportate la descrizione e le caratteristiche delle 14 categorie di uso di suolo di cui si compone il database.

**Tabella 14: Sistema di classificazione del 'U.S. Geological Survey' delle categorie di uso del suolo**

Land Use Type	Description	Surface Roughness [m]	Albedo	Bowen Ratio	Soil Heat Flux Parameter	Anthropogenic Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	Leaf Area Index
10	Urban or Built-up Land	1	0,18	1,5	0,25	0	0,2
20	Agricultural Land – Unirrigated	0,25	0,15	1	0,15	0	3
-20	Agricultural Land – Irrigated	0,25	0,15	0,5	0,15	0	3

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 23 of 58</p>
---	-----------------------------------	---	--------------------------

Land Use Type	Description	Surface Roughness [m]	Albedo	Bowen Ratio	Soil Heat Flux Parameter	Anthropogenic Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	Leaf Area Index
30	Rangeland	0,05	0,25	1	0,15	0	0,5
40	Forest Land	1	0,1	1	0,15	0	7
50	Water	0,001	0,1	0	1	0	0
51	Small Water Body	0,001	0,1	0	1	0	0
55	Large Water Body	0,001	0,1	0	1	0	0
60	Wetland	1	0,1	0,5	0,25	0	2
61	Forested Wetland	1	0,1	0,5	0,25	0	2
62	Nonforested Wetland	0,2	0,1	0,1	0,25	0	1
70	Barren Land	0,05	0,3	1	0,15	0	0,05
80	Tundra	0,2	0,3	0,5	0,15	0	0
90	Perennial Snow or Ice	0,05	0,7	0,5	0,15	0	0

Il dominio considerato è caratterizzato principalmente da terreni agricoli irrigati e da aree adibite al pascolo.

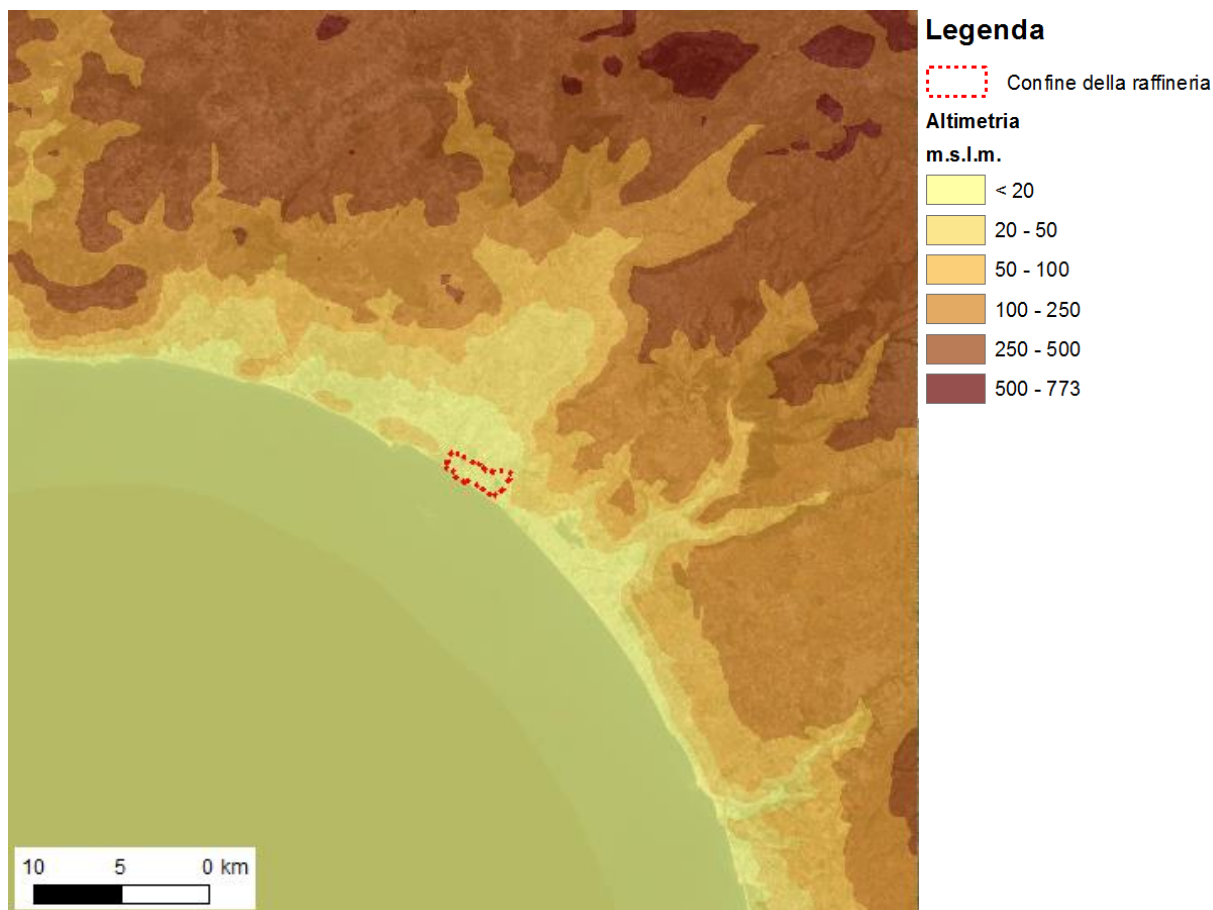
In termini di orografia, i dati provengono dal dataset SRTM3 (Shuttle Radar Topography Mission 3 arc-sec, ~90 m). Tale dataset è il risultato dell'impegno congiunto fra la NASA, l'NGA, ovvero National Geospatial-Intelligence Agency – conosciuto una volta come National Imagery and Mapping Agency (NIMA) e la collaborazione delle agenzie spaziali di Germania e Italia per generare un DEM (Digital Elevation Model) a scala quasi mondiale sfruttando l'interferometria dei radar.

L'accesso ai dati avviene attraverso il sito web dell'USGS. I DEM sono scaricati in formato raster binario (.hgt) ed espressi in metri con riferimento al geode WGS84/EGM96.

Per ottenere la quota per ogni cella del dominio è stato utilizzato TERREL, un preprocessore di CALPUFF<sup>2</sup> che riceve in ingresso i file .hgt dell'intera area di interesse e le informazioni sulla griglia del dominio. I domini di calcolo di CALMET comprendono aree pianeggianti con l'altitudine che, comprensibilmente, degrada fino a 0 m s.l.m.; la quota sul livello del mare dell'impianto oggetto dello studio è di circa 15 m (Figura 7).

<sup>2</sup> CALPUFF è un modello di dispersione a puff, non stazionario, tridimensionale, si veda qui per maggiori informazioni: [www.src.com](http://www.src.com) (Earth Tech).





**Figura 7: Altimetria del dominio di simulazione di CALMET più esteso**


La localizzazione dei domini di simulazione è riportata in Figura 8.

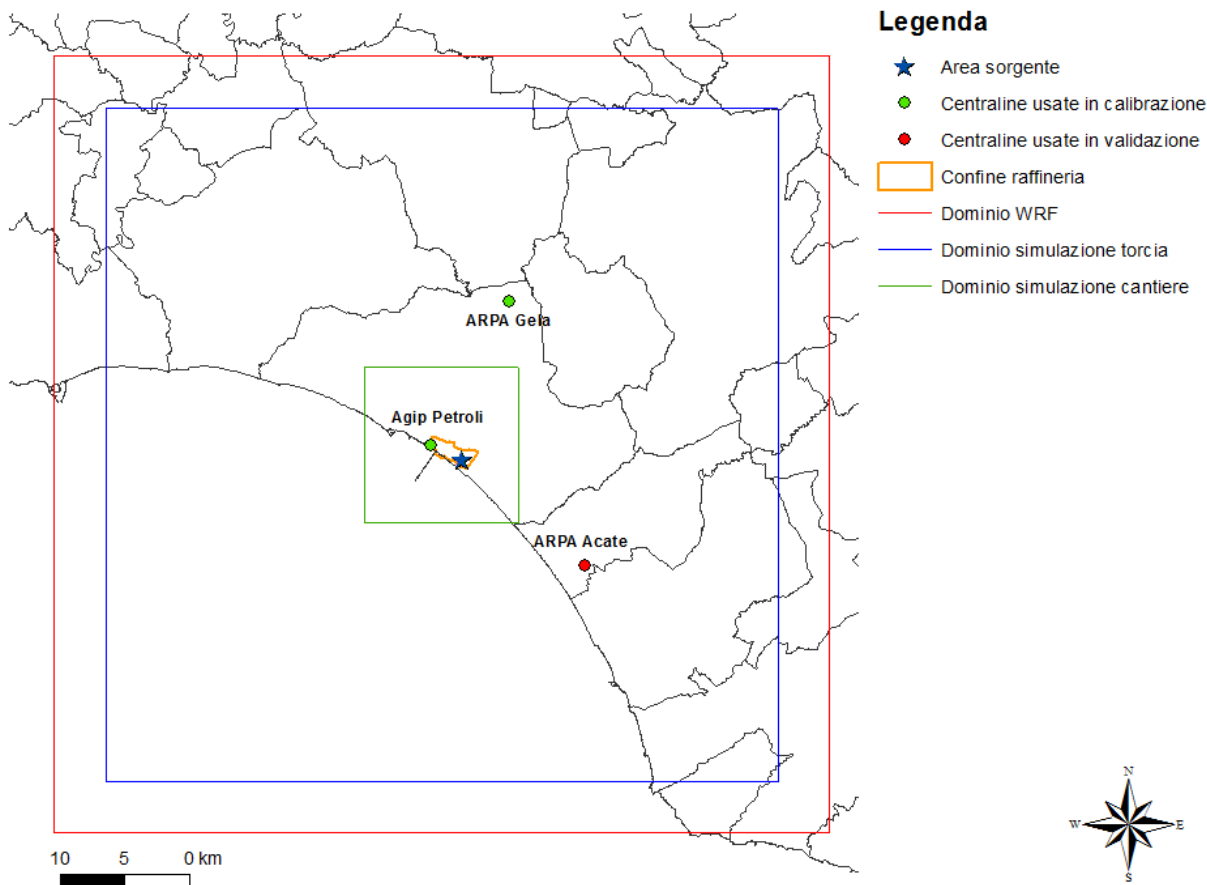
Le stazioni meteorologiche localizzate in prossimità dell'impianto sono la centralina Agip Petroli di proprietà della Raffineria e le stazioni di Gela e Acate della rete di monitoraggio di ARPA Sicilia (Figura 8). Le centraline utilizzate nella fase di calibrazione del modello CALMET sono:

- Agip Petroli, essendo localizzata all'interno della raffineria, è la più rappresentativa dell'area di studio;
- Gela, scelta per caratterizzare le condizioni meteorologiche dell'entroterra.

Per la fase di validazione è stata impiegata la stazione ARPA di Acate.



 <p><b>Eni S.p.A.</b> Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 25 of 58</p>
--	-----------------------------------	---	--------------------------



**Figura 8: Domini di calcolo per WRF, CALMET e CALPUFF per i 2 scenari emissivi considerati**

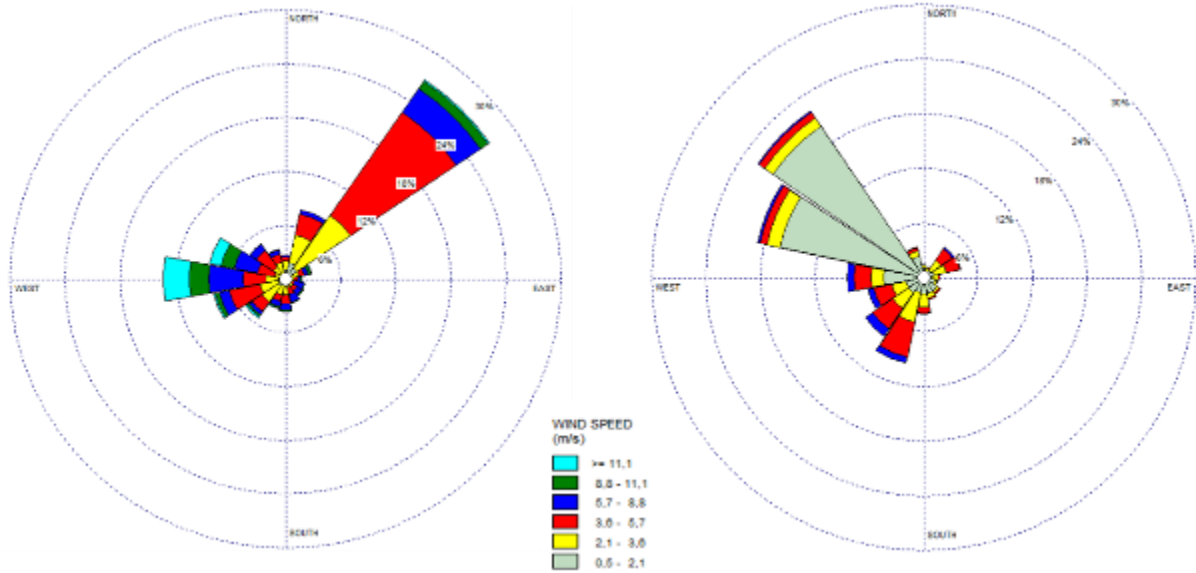
### 3.2.3 Analisi dei dati meteorologici

Di seguito si riporta l'analisi dei dati meteorologici relativi al triennio 2013 – 2015 monitorati in corrispondenza delle centraline utilizzate nella fase di calibrazione del modello CALMET (stazione di Raffineria e Gela – ARPA). Le variabili meteorologiche d'interesse sono:

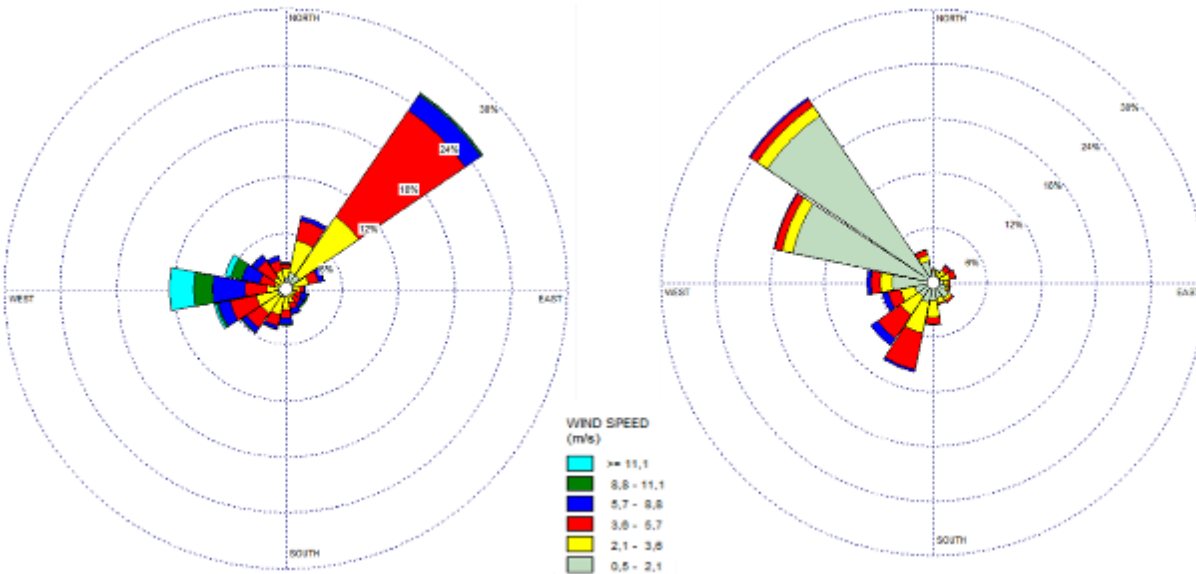
- Direzione e velocità del vento;
- Temperatura;
- Pressione;
- Umidità relativa.

I dati della centralina ARPA di Gela presentano una completezza pari al 100% per tutti i parametri nel triennio considerato. La completezza dei dati della centralina di Raffineria supera il 98% negli anni 2013 – 2014 e il 90% nel 2015 per tutte le variabili analizzate.

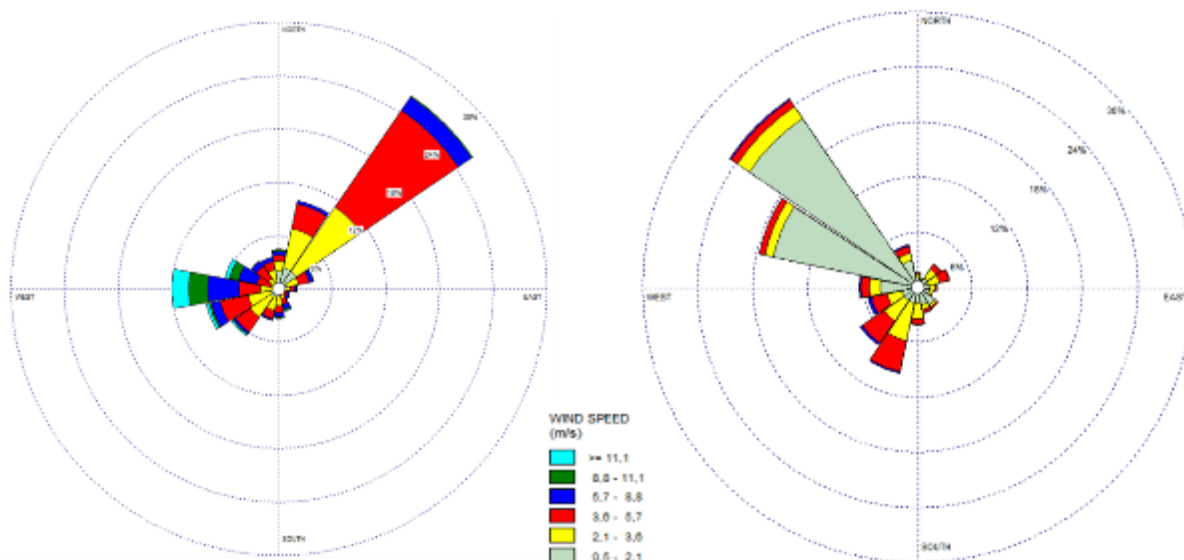
Si riportano di seguito le rose dei venti del triennio 2013-2015 nelle due stazioni considerate. Nella centralina di Raffineria la direzione principale di provenienza del vento è Nord - Est e secondariamente Ovest, per tutti gli anni analizzati. La centralina di Gela presenta invece una prevalenza di venti provenienti dal quadrante Nord – Ovest, con velocità inferiori rispetto a quelle dei venti rilevati nell'area costiera.



**Figura 9: Rose dei venti del 2013 presso la centralina di Raffineria (quota 40 m) a sinistra e presso quella ARPA di Gela (quota 2 m) a destra**

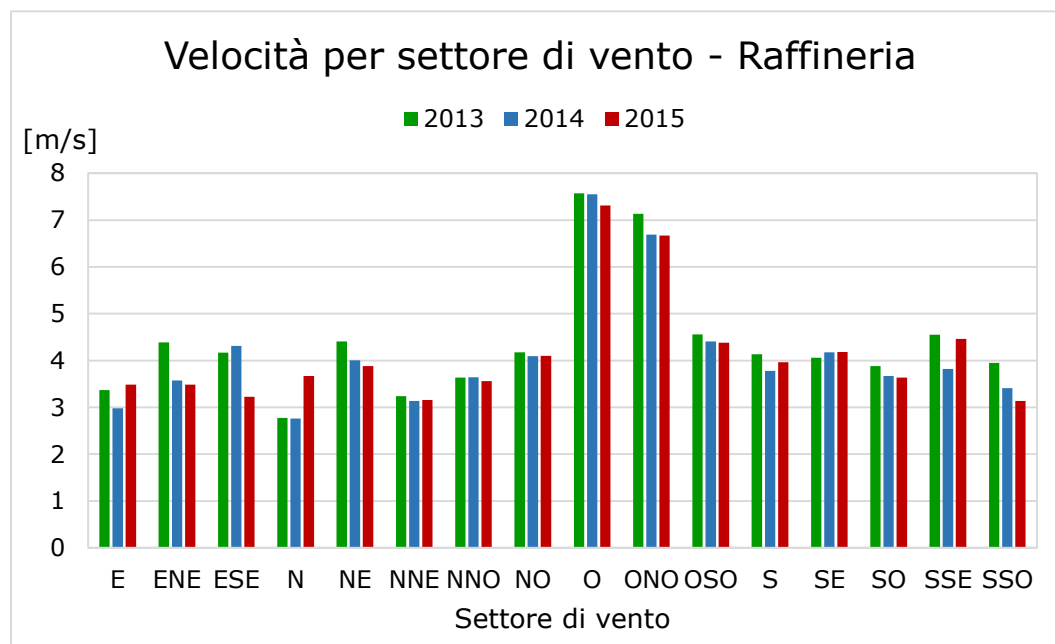


**Figura 10: Rose dei venti del 2014 presso la centralina di Raffineria (quota 40 m) a sinistra e presso quella ARPA di Gela (quota 2 m) a destra**

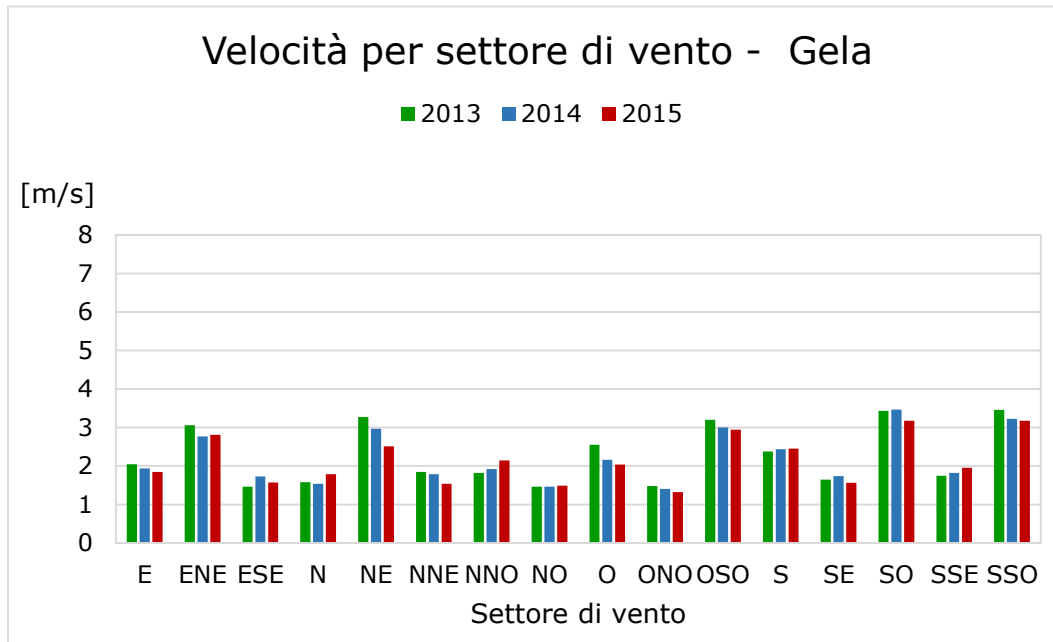


**Figura 11: Rose dei venti del 2015 presso la centralina di Raffineria (quota 40 m) a sinistra e presso quella ARPA di Gela (quota 2 m) a destra**

In Figura 12 e Figura 13 sono riportate le velocità medie per settore di vento registrate in corrispondenza delle due stazioni. La centralina di Raffineria registra velocità del vento superiori ai 6 m/s dalle direzioni Ovest e Ovest – Nord – Ovest, mentre negli altri settori oscilla tra i 2 e i 4,5 m/s. Nella stazione di Gela invece le velocità risultano inferiori rispetto all'entroterra, non superando i 4 m/s, anche per via della differente quota di rilevazione dei 2 anemometri, uno posto a 40 m s.l.m. ed uno posto a 2 m s.l.m..

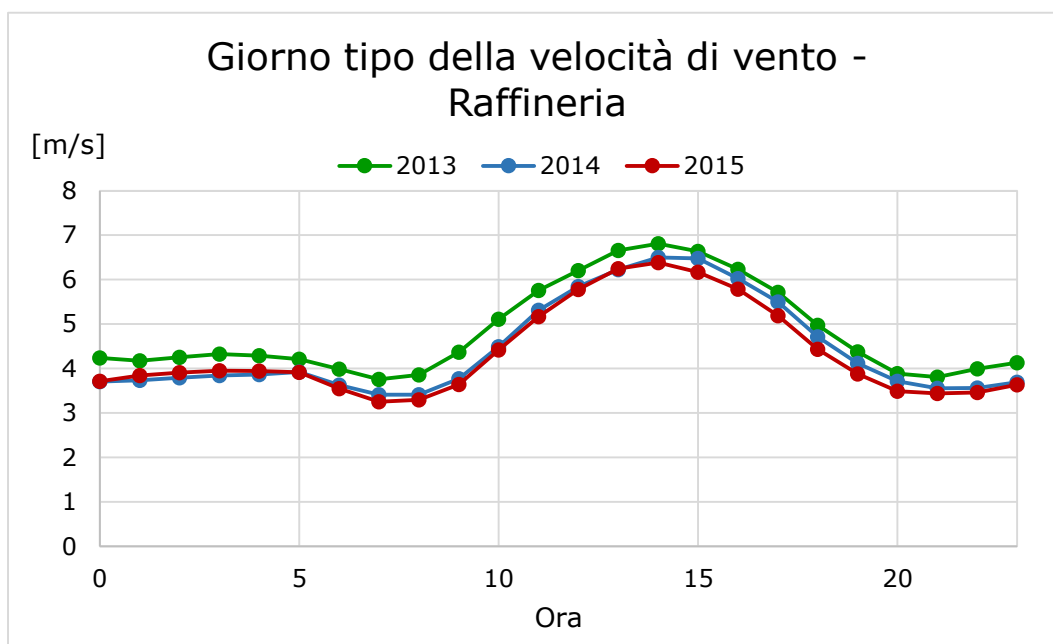


**Figura 12: Velocità media per settore di vento registrata dalla centralina di Raffineria nel triennio considerato**

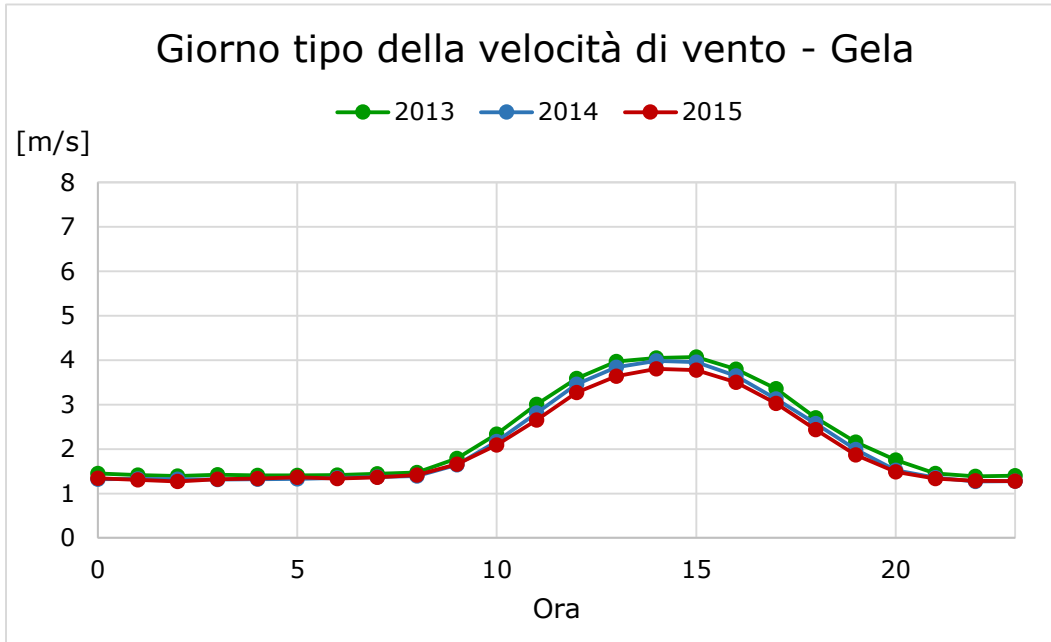


**Figura 13: Velocità media per settore di vento registrata dalla centralina ARPA di Gela nel triennio considerato**

In Figura 14 e Figura 15 si riporta il giorno tipo delle velocità del vento rispettivamente per le due centraline prese in esame. In entrambe le stazioni si osserva un andamento a campana nelle ore centrali della giornata, registrando il valore massimo tra le ore 14 e le 15. Nella stazione di Raffineria si nota inoltre una leggera diminuzione della velocità del vento tra le ore 6 e 9 del mattino.

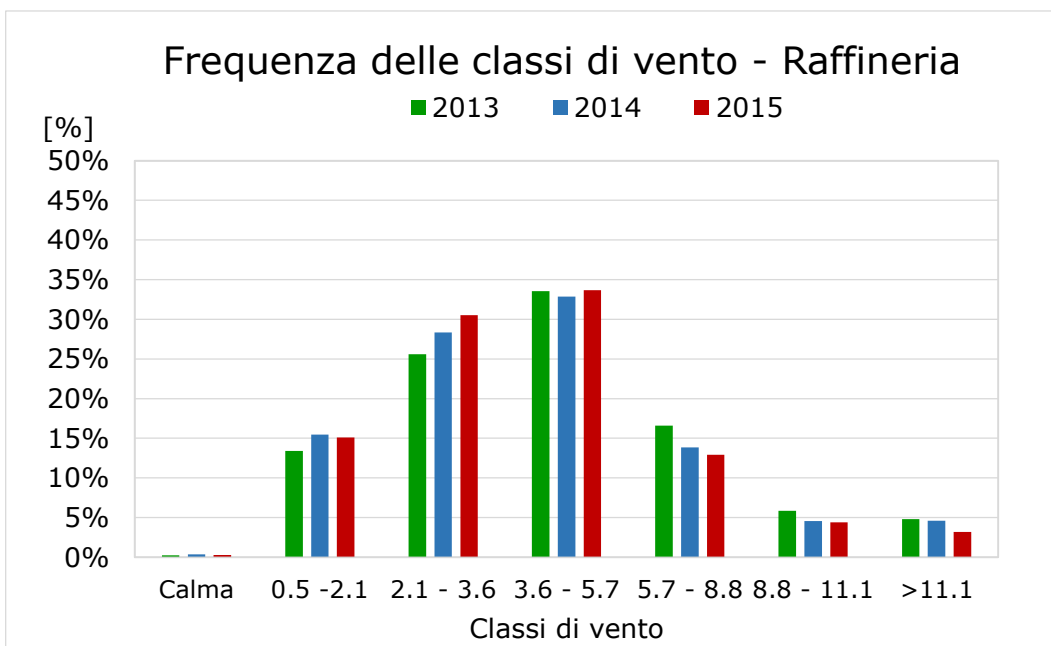


**Figura 14: Giorno tipo della velocità del vento registrata dalla centralina di Raffineria nel triennio considerato**

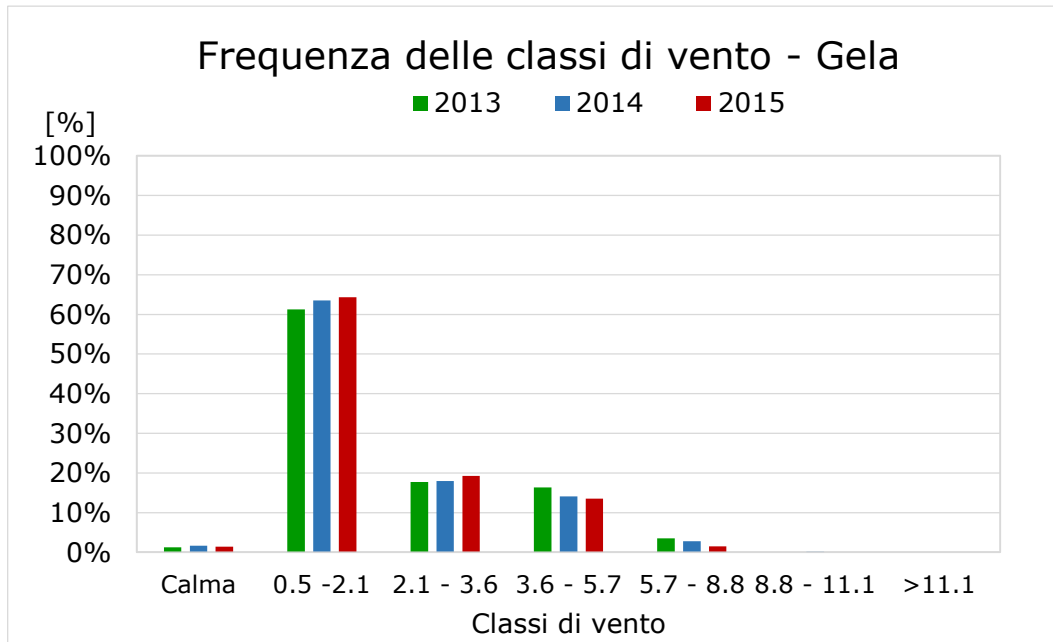


**Figura 15: Giorno tipo della velocità del vento registrata dalla centralina ARPA di Gela nel triennio considerato**

Per quanto riguarda la frequenza delle classi di vento si può osservare nelle figure seguenti come nella stazione di Raffineria si rilevino principalmente velocità moderate comprese tra i 3,6 e i 5,7 m/s, mentre nella stazione ARPA di Gela prevalgano brezze leggere con valori variabili tra 0,5 e 2,1 m/s.

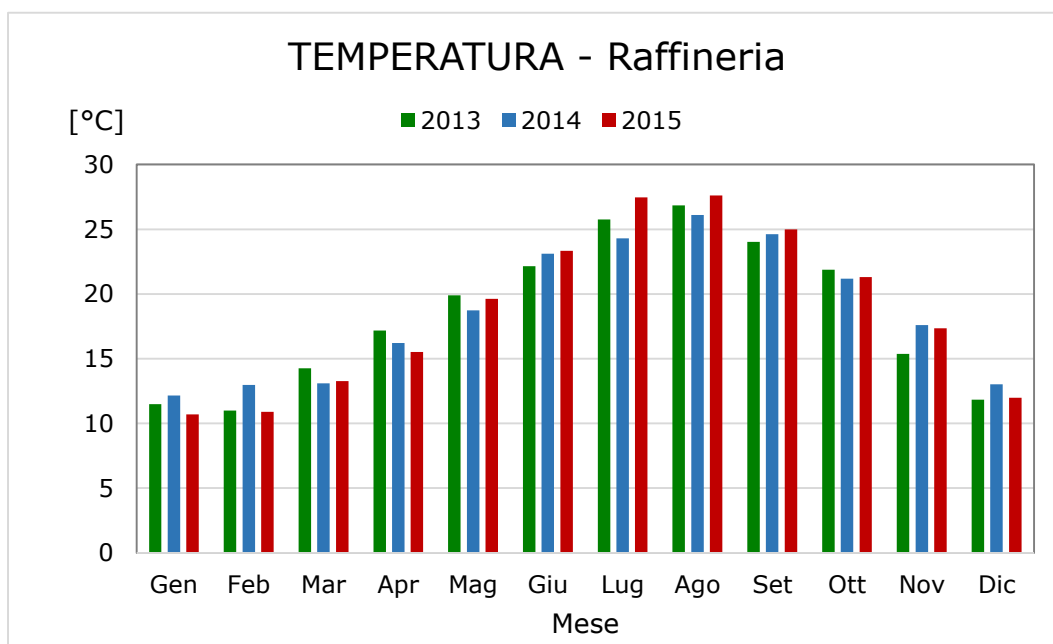


**Figura 16: Frequenza delle classi di vento nella centralina di Raffineria nel triennio considerato**

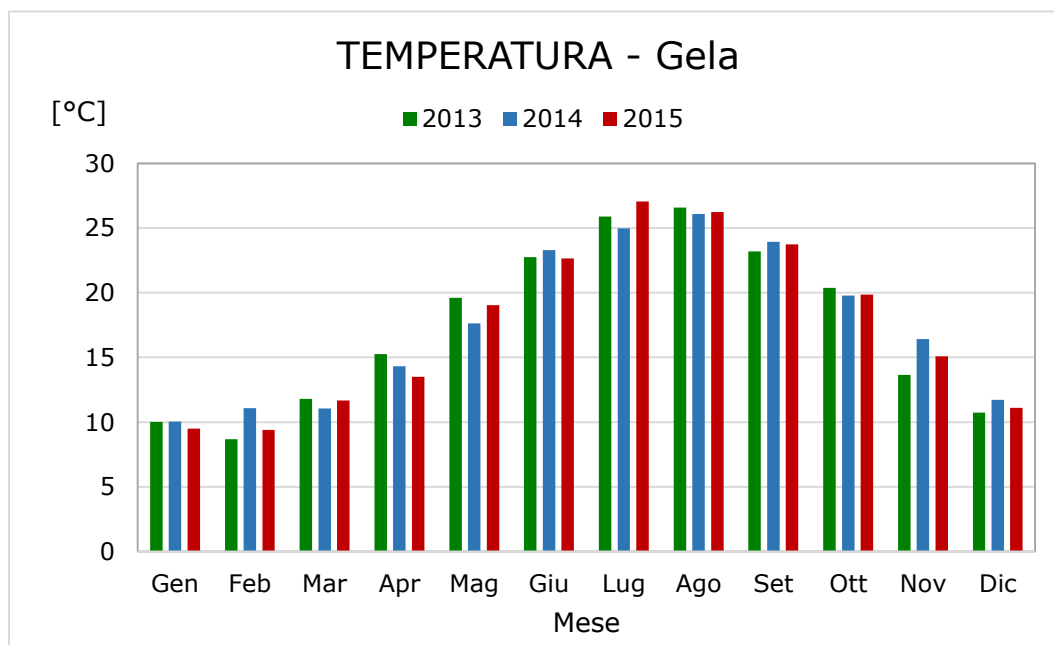


**Figura 17: Frequenza delle classi di vento nella centralina ARPA di Gela nel triennio considerato**

L'analisi dei dati di temperatura delle stazioni usate in fase di calibrazione è mostrata nelle figure seguenti. La temperatura è mite nei mesi invernali con valori che oscillano tra i 10°C e i 15°C in area costiera (Figura 18) e temperature leggermente più basse nell'entroterra, come mostrato in Figura 19. Da maggio a ottobre la temperatura supera i 15°C in entrambe le stazioni.

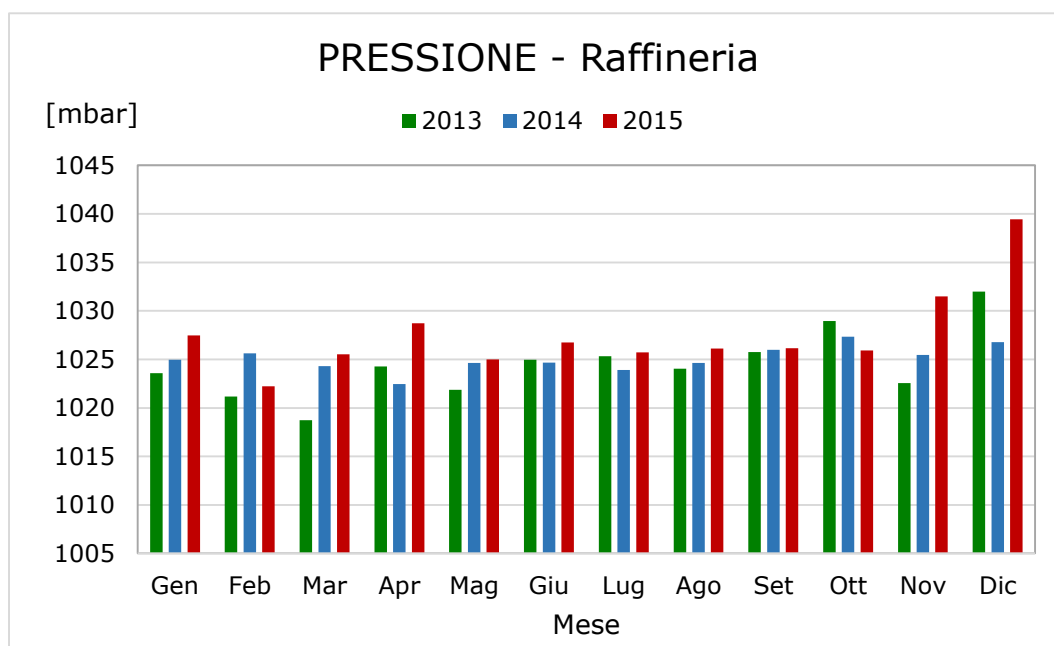


**Figura 18: Temperatura media registrata dalla centralina di Raffineria nel triennio analizzato**

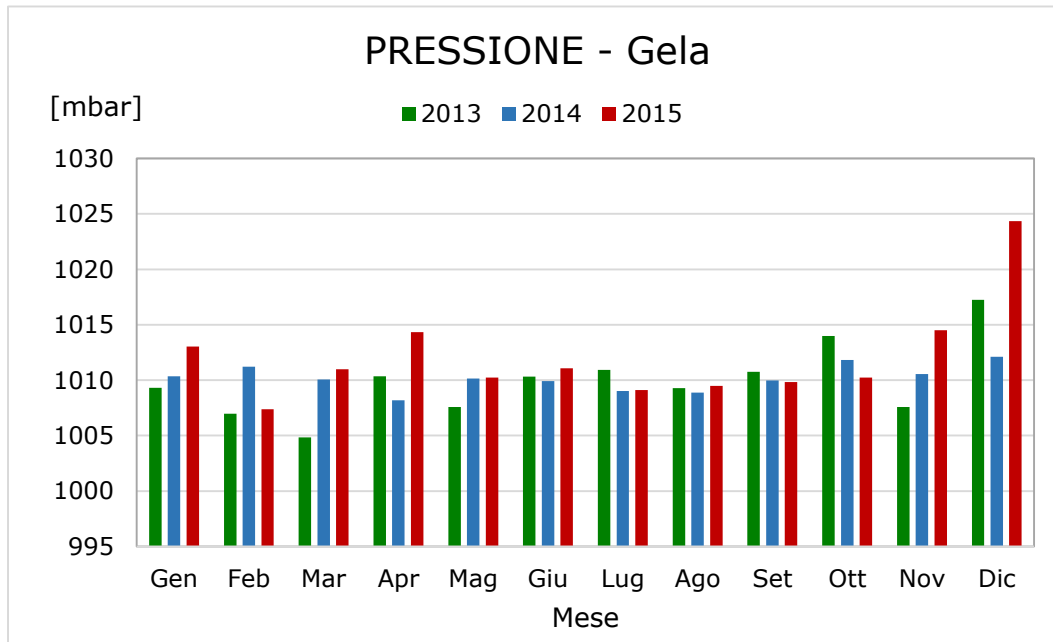


**Figura 19: Temperatura media registrata dalla centralina ARPA di Gela nel triennio analizzato**

L'andamento della pressione atmosferica registrato in corrispondenza delle due centraline risulta essere pressoché costante lungo il corso dell'anno per il triennio 2013 – 2015, mostrando un incremento nel mese di dicembre del 2013 e in particolare del 2015 (Figura 20 e Figura 21).

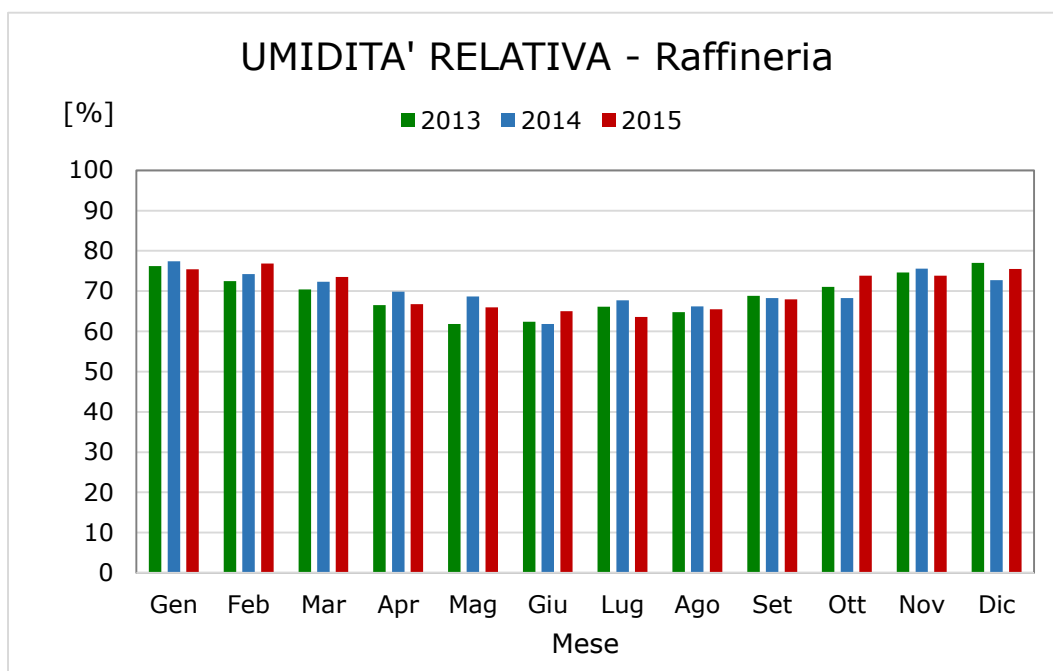


**Figura 20: Pressione registrata dalla centralina di Raffineria nel triennio analizzato**




**Figura 21: Pressione registrata dalla centralina ARPA di Gela nel triennio analizzato**

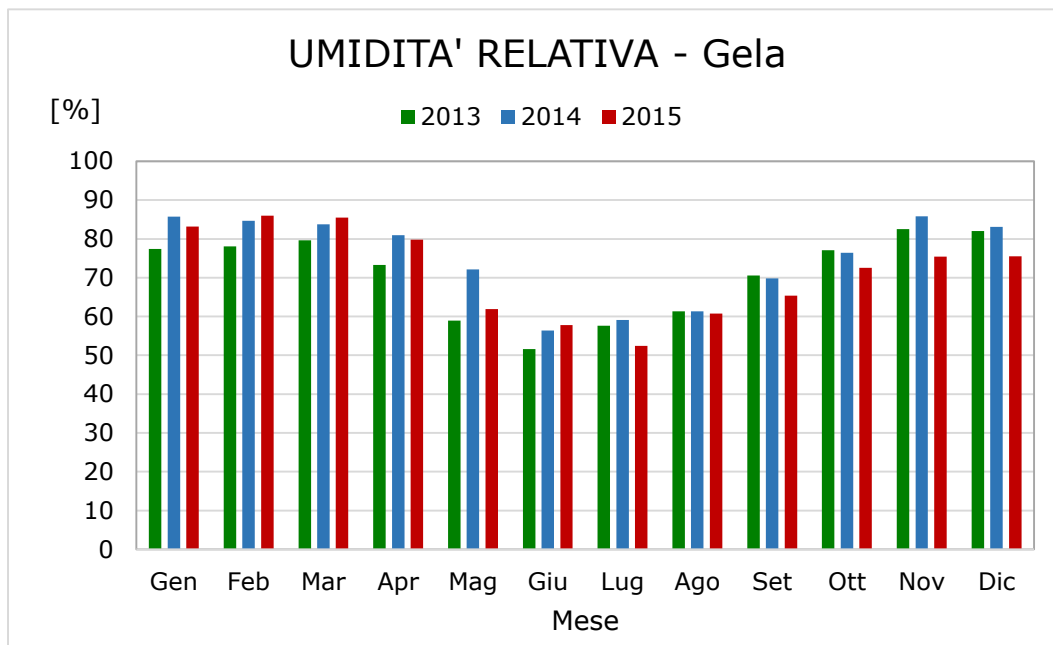
In termini di umidità relativa si possono osservare valori compresi tra il 50% e il 70% nei mesi estivi, lievemente superiori sulla costa (Figura 22) rispetto all'entroterra (Figura 23). In entrambe le stazioni si registra un andamento dell'umidità relativa caratterizzato da valori inferiori nella stagione estiva rispetto ai restanti mesi dell'anno. Questa variabilità è leggermente più marcata nei dati della centralina ARPA di Gela.





 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 33 of 58</p>
---	-----------------------------------	---	--------------------------

**Figura 22: Umidità relativa registrata dalla centralina di Raffineria nel triennio analizzato**



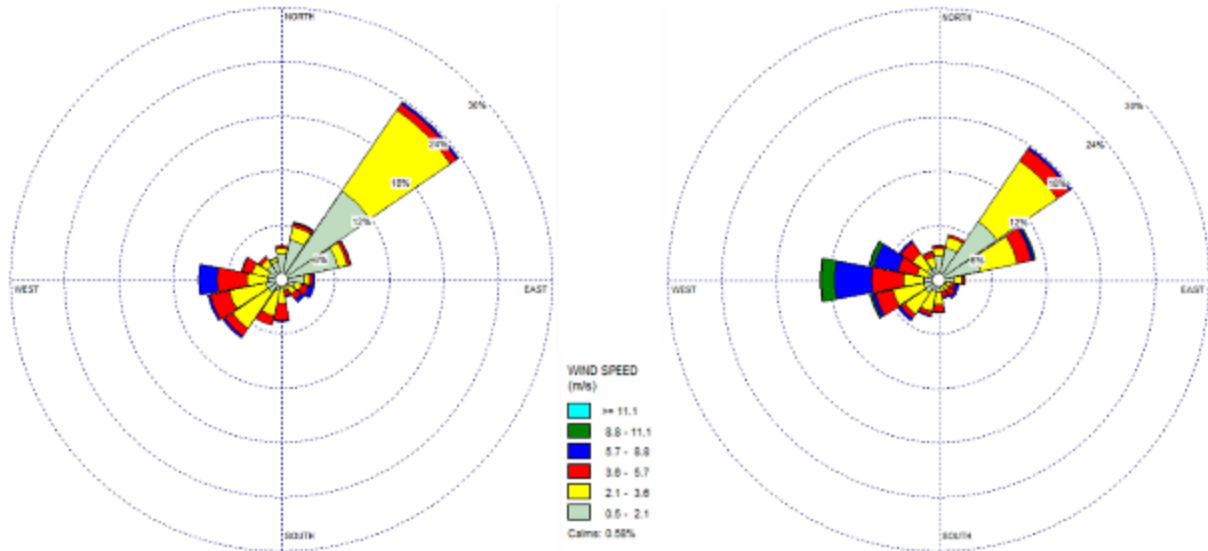
**Figura 23: Umidità relativa registrata dalla centralina ARPA di Gela nel triennio analizzato**

Le precedenti analisi evidenziano che gli anni 2013 – 2015 risultano essere in linea tra loro e pertanto è stato utilizzato il 2014 come anno meteorologico per effettuare le simulazioni di dispersione, essendo rappresentativo delle condizioni meteorologiche locali e caratterizzato dalla completezza più elevata dei parametri nella centralina di Raffineria.

Al fine di descrivere accuratamente il campo anemologico del dominio di simulazione, caratterizzato dalla presenza di aree collinari nell'entroterra e costiere, sono stati forniti come input al modello CALMET i dati di direzione e velocità del vento di entrambe le centraline, seppur molto discordanti. In termini di temperatura, umidità e pressione, le precedenti analisi hanno evidenziato invece omogeneità pertanto, ai fini della simulazione, sono stati considerati solo i dati monitorati dalla centralina di Raffineria. Si specifica inoltre che cautelativamente non sono state considerate le precipitazioni piovose.

### 3.2.4 Validazione del campo meteorologico tridimensionale

Al fine di effettuare una validazione del campo meteorologico stimato dal modello CALMET, di seguito è proposto un confronto tra la rosa dei venti misurata nella stazione ARPA di Acate (quota 10 m) e quella stimata dal modello in corrispondenza della medesima posizione per l'anno 2014 (Figura 24).



**Figura 24: A sinistra rosa dei venti rilevata presso la stazione ARPA di Acate e a destra rosa dei venti stimata dal modello CALMET nella medesima posizione**

Entrambe le rose individuano Nord – Est come direzione primaria di provenienza del vento e sono omogenee in termini di velocità, salvo una leggera sovrastima in direzione Ovest da parte del modello.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva del confronto tra i valori di direzione del vento registrati dalla centralina e i valori stimati dal modello. Il valore della cella indica il numero di osservazioni appartenenti a quel dato settore di direzione del vento definito nell'intestazione di riga e colonna. Le celle diagonali rappresentano l'esatta corrispondenza tra i valori misurati e stimati. In grassetto è riportata la frequenza in assoluto più elevata.

In generale si può osservare in Figura 25 come per la maggior parte dei dati il modello si discosti solo lievemente dai dati di direzione del vento registrati nella centralina di validazione di Acate. Inoltre nel settore Nord – Est ricade la più alta frequenza di dati sia stimati dal modello che registrati dalla centralina.

Nel complesso il campo tridimensionale dei venti ricostruito mediante CALMET risulta essere in linea con quanto rilevato nella stazione meteorologica.

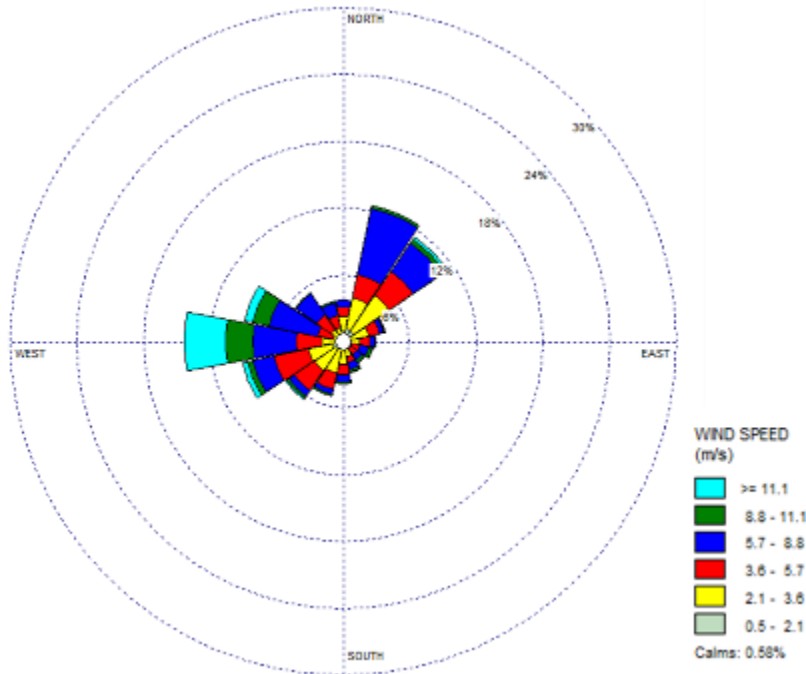


		CENTRALINA																
		Direzione del vento																
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO	
		0.0	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
CALMET Direzione del vento	N	0.0	51	50	110	27	8	1	3		1	1	1	5	4	7	25	44
	NNE	22.5	62	90	206	53	16	6	6	2	1	1	1	2	5	13	2	21
	NE	45.0	59	199	1029	151	30	10	5	2	4	2	4	6	4	5	6	12
	ENE	67.5	18	83	471	257	78	34	6	2	4	7	5	1	5	1	5	9
	E	90.0	6	12	58	57	58	33	17	3	3	3		4			1	1
	ESE	112.5	3	5	16	20	49	81	27	6	4	2	2			3		1
	SE	135.0	1		11	12	14	95	68	15	3	3	3				1	
	SSE	157.5	1	4	7	6	11	19	69	48	32	4	4		1	1		
	S	180.0	2		9	20	10	14	30	43	134	42	6	3	2	2	2	
	SSO	202.5	1	2	11	8	11	10	14	22	122	137	35	8	4	1	4	3
	SO	225.0	2	8	10	11	4	6	11	13	67	149	135	26	17	9	4	3
	OSO	247.5	14	10	13	5	5	4	7	13	16	76	286	155	48	19	17	13
	O	270.0	21	23	23	14	5	6	8	5	8	16	171	437	317	45	26	12
	ONO	292.5	19	17	26	14	6	3	3	1	8	9	27	71	322	126	44	15
	NO	315.0	29	29	33	17	10	2	1	4	2	1	7	10	57	126	96	42
	NNO	337.5	41	38	42	18	6	3	1		2	1	2	3	17	42	48	45

**Figura 25: Tabella riassuntiva della validazione dei dati orari di direzione del vento stimati dal modello CALMET per la stazione di Acate a 10 m in termini di frequenza**

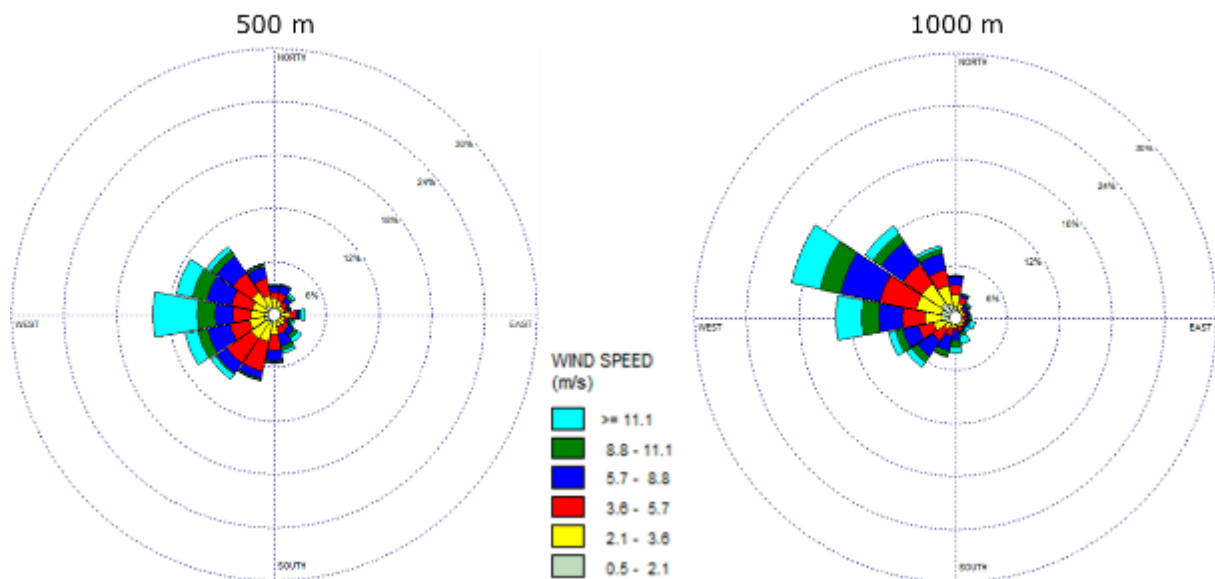
### 3.2.5 Rose dei venti ricostruite con CALMET

In Figura 26 è riportata la rosa stimata dal modello CALMET in corrispondenza del baricentro della Raffineria di Gela alla quota di 100 m, che mostra una prevalenza globale dei venti provenienti da Ovest e dal quadrante Nord - Est.




**Figura 26: Rosa dei venti stimata da CALMET in corrispondenza del baricentro della Raffineria alla quota di 100 m**

Di seguito si riportano le rose dei venti stimate dal modello rispettivamente alle quote di 500 m e 1'000 m. Si può notare una prevalenza globale dei venti provenienti da Ovest e, per la quota 1'000 m, Nord – Ovest. Le rose in Figura 27 mostrano l'andamento classico di rotazione in senso orario al crescere della quota a causa dell'attenuarsi dell'attrito terrestre; le masse d'aria ruotano infatti, per via della forza di Coriolis, in senso orario nell'emisfero boreale ed in senso antiorario in quello australe.



**Figura 27: Rosa dei venti stimata da CALMET in corrispondenza del baricentro della Raffineria alle quote di 500 m e 1'000 m**

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 37 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	--------------------------

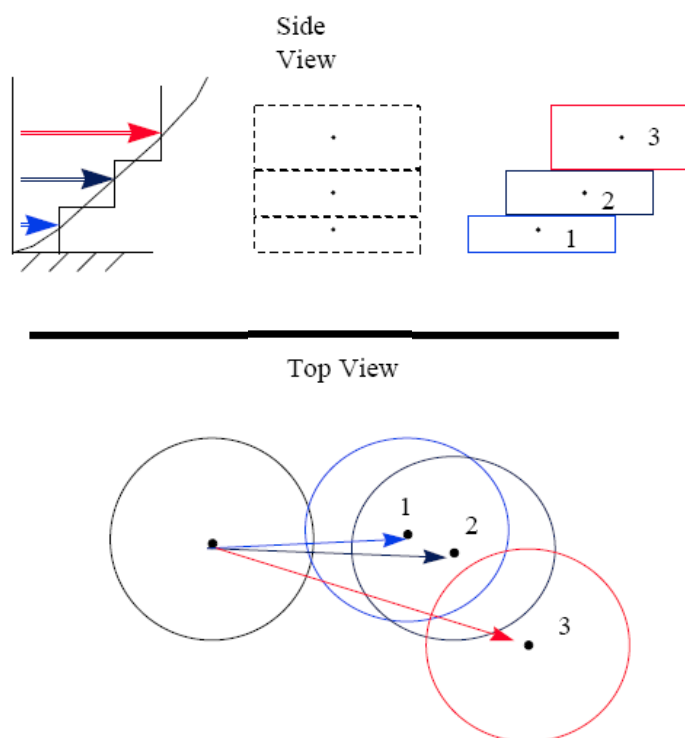
## 4 STIMA EMISSIONI E VALUTAZIONE IMPATTO SULLA QUALITA' DELL'ARIA

La simulazione di dispersione degli inquinanti in atmosfera è stata effettuata mediante il modello CALPUFF. Nei capitoli successivi sono presentati il modello di simulazione, le caratteristiche delle fonti emissive, il dominio di calcolo considerato e i risultati ottenuti.

### 4.1 IL MODELLO CALPUFF

CALPUFF (California Puff Model) è un modello lagrangiano, non stazionario a puff gaussiano, multistrato, multi-sorgente e multi-inquinante. È consigliato dall'U.S. EPA (Environmental Protection Agency) per la stima dell'impatto di sorgenti emissive sia nel caso del trasporto a medio e a lungo raggio che per applicazioni di ricadute nelle immediate vicinanze delle sorgenti con condizioni meteorologiche complesse (Figura 28).


### CALPUFF PUFF-SPLITTING



**Figura 28: Schema di funzionamento del modello CALPUFF**

Le caratteristiche di maggior interesse del modello sono:

- La modellizzazione degli effetti near-source;
- La trattazione modellistica delle condizioni di calma di vento e degli inquinanti reattivi;
- La capacità di simulare condizioni di flussi non omogenei (orografia complessa, inversione termica, fumigazione, brezza...);

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 38 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	--------------------------

- La non stazionarietà delle condizioni meteorologiche, permettendo l'utilizzo di un campo tridimensionale di vento e temperatura ed un campo bidimensionale di parametri di turbolenza (altezza dello strato di rimescolamento, caratteristiche di stabilità atmosferica ...);
- L'utilizzo di coefficienti di dispersione dalle curve di Pasquill e McElroy, rispettivamente per aree rurali e urbane, o calcolati applicando la teoria della similarità;
- Il calcolo dell'effetto scia (down wash) generato dagli edifici prossimi alle sorgenti;
- La trattazione delle sorgenti emissive puntiformi, lineari, areali e volumetriche, con emissione costante o temporalmente variabile;
- Il calcolo della deposizione secca ed umida;
- La modellizzazione delle trasformazioni chimiche per determinate specie di inquinanti.

La trattazione matematica del modello è piuttosto complessa e si rimanda al manuale tecnico di CALPUFF per ulteriori approfondimenti.

Nel presente studio sono analizzate le emissioni derivanti dalla fase di cantiere per la realizzazione della torcia e dall'esercizio della torcia stessa.

## 4.2 FASE DI CANTIERE

### 4.2.1 Input emissivo

Di seguito vengono analizzate le emissioni relative alle attività di cantiere. Le principali fonti emissive sono:

- Emissioni dei mezzi meccanici e delle apparecchiature di cantiere;
- Emissioni generate dai mezzi pesanti per il trasporto del materiale di cantiere, di cava e dei rifiuti prodotti;
- Emissioni di polveri dovute alla movimentazione ed al risollevarimento delle terre da scavo.

Non sono state considerate le emissioni di polveri dovute al passaggio dei mezzi di cantiere su strade sterrate in quanto l'accesso alle aree di cantiere sarà garantito dalla viabilità esistente in Raffineria (strade asfaltate).

Per la valutazione degli impatti è stato considerato lo scenario progettuale peggiore per l'emissione di polveri durante la fase di cantiere, cioè sono stati considerati i massimi volumi di movimento terra che si potranno movimentare nell'ipotesi che non sia possibile modificare la fase di ripristino finale dei lotti di bonifica S111 (corrispondente in massima parte all'area di ubicazione della centrale di trattamento e compressione gas) ed S112, attualmente interessate da attività di bonifica dei suoli.

Le aree interessate da tali emissioni sono presentate in Figura 29 e comprendono:

- L'area di progetto di circa 32'500 m<sup>2</sup> dove saranno effettuate operazioni di scotico delle parti superficiali e di scavo, per un totale di circa 42'000 m<sup>3</sup> di terreno movimentato;
- Opere lineari per la realizzazione della trappola di lancio e ricezione pig ed il collegamento della stessa con la futura centrale di trattamento gas, con un movimento terra di circa 750m<sup>3</sup>;





- Opere lineari per il collegamento con la sottostazione elettrica di Raffineria, con un movimento terra di circa 4'000 m<sup>3</sup>;
- La viabilità interna alla Raffineria utilizzata per il passaggio degli autoarticolati per il trasporto dei materiali da e verso il cantiere.

Per completezza si segnala che tra le opere civili di progetto è presente anche il nuovo collegamento del gas verso la rete SNAM (segnato in viola in Figura 29). Tali lavori saranno però realizzati completamente in sopraelevato senza quindi necessità di movimentare terre.



**Figura 29: Localizzazione delle aree di cantiere**


Nei paragrafi seguenti vengono dettagliate le diverse operazioni previste, i riferimenti bibliografici utilizzati per individuare i fattori emissivi ed i calcoli effettuati per quantificare le emissioni.

#### **4.2.1.1 Emissioni dei mezzi di lavoro**

Per la stima delle emissioni generate dai mezzi meccanici a combustione sono state prese in considerazione le specifiche tecnologie di macchinari, la loro potenza e le tempistiche di utilizzo degli stessi. Nella tabella seguente vengono elencati il numero e la tipologia dei mezzi impiegati con una stima delle ore di utilizzo.

**Tabella 15: Tipologia dei mezzi meccanici utilizzati in fase di cantiere**

Mezzi	Numero	kW	Giorni	Ore /giorni	Totale ore
-------	--------	----	--------	-------------	------------

 <b>Eni S.p.A.</b> Distretto Meridionale	Data Novembre 2016	Doc. SIME_AMB_01_18 <b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b> <b>Studio della dispersione atmosferica</b>			Page 40 of 58

Escavatore	2	140	160	8	1'280
Betoniera	1	112	80	8	640
Rullatrice	1	105	80	8	640

Per il calcolo delle emissioni sono state utilizzate le indicazioni fornite dall'Agenzia Europea per l'Ambiente per il calcolo degli inventari emissivi (*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2016 – Group 1.A.4: Non road mobile machinery*<sup>3</sup>), nel quale sono riportate le emissioni per chilowattora di attività di cantiere delle singole macchine utilizzate (Tabella 16). I valori impiegati sono i valori medi rispetto a quelli disponibili.

**Tabella 16: Fattori emissivi medi in g/kWh (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2016 – Group 1.A.4: Non road mobile machinery)**

Mezzi	Potenza [kW]	NO <sub>x</sub> [g/kWh]	CO [g/kWh]	PM <sub>10</sub> [g/kWh]
Escavatore	140	6,67	1,83	0,30
Betoniera	112	6,17	2,42	0,39
Rullatrice	105	6,17	2,42	0,39

A partire dai fattori emissivi ed alle ore di utilizzo sopra riportate sono state calcolate le emissioni associate ai motori dei macchinari.

**Tabella 17: Emissioni totali stimate per i mezzi di cantiere**

Mezzi	NO <sub>x</sub> [kg]	CO [kg]	PM <sub>10</sub> [kg]
Escavatore	2'390,5	655,9	107,5
Betoniera	442,3	173,5	28,0
Rullatrice	414,6	162,6	26,2
<b>TOTALE</b>	<b>3'247,4</b>	<b>992,0</b>	<b>161,7</b>

#### 4.2.1.2 Emissioni per il trasporto del materiale di cantiere


In relazione ai mezzi pesanti utilizzati per il trasporto del materiale di cantiere sono stati considerati i viaggi totali necessari per l'approvvigionamento di tutte le materie prime e/o lo smaltimento dei rifiuti prodotti e la distanza percorsa dai mezzi all'interno del confine di Raffineria (Tabella 18).

**Tabella 18: Numero di viaggi e distanza percorsa dai mezzi pesanti per i lavori di cantiere**

Mezzi	Viaggi / giorno	N° mezzi	Giorni	km percorsi
Uscita delle terre da smaltire	4	8	66	4,16
Ingresso terre di cava	4	9	66	4,16
Ingresso calcestruzzo	2	5	286	4,16
Ingresso materiali da cantiere	2	10	330	4,16

<sup>3</sup> EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016  
<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>



 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 41 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	--------------------------

Per il calcolo delle emissioni sono stati considerati i fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale presenti nella Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINANet<sup>4</sup>) di ISPRA. In particolare, vedi Tabella 19, i fattori emissivi relativi ai mezzi pesanti (Heavy Duty vehicles – Diesel > 32 t). Tali valori si basano sulle stime effettuate ai fini della redazione dell’inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, realizzato annualmente da ISPRA come strumento di verifica degli impegni assunti a livello internazionale sulla protezione dell’ambiente atmosferico, quali la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), il Protocollo di Kyoto, la Convenzione di Ginevra sull’inquinamento atmosferico transfrontaliero (UNECE-CLRTAP), le Direttive europee sulla limitazione delle emissioni. Le stime sono state elaborate sulla base dei dati di input nazionali riguardanti il parco e la circolazione dei veicoli (numerosità del parco, percorrenze e consumi medi, velocità per categoria veicolare con riferimento ai cicli di guida urbano, extraurbano ed autostradale, altri specifici parametri nazionali) nell’anno 2014.

**Tabella 19: Fattori emissivi per i mezzi pesanti (Heavy Duty Vehicles – Diesel > 32 t)**

	NO <sub>x</sub>	CO	PM <sub>10</sub>
FE HDV Diesel >32 t [g/km]	5,07	1,36	0,17

Di seguito le emissioni totali risultanti dal transito dei mezzi sul tratto di viabilità interno alla Raffineria.

**Tabella 20: Emissioni totali derivanti dal transito dei mezzi pesanti**

	NO <sub>x</sub>	CO	PM <sub>10</sub>
Emissioni totali [kg]	294,2	78,9	9,9

#### 4.2.1.3 Emissioni di polveri dovute alla movimentazione delle terre

Le attività che contribuiscono alle emissioni di particolato in atmosfera sono lo scotico del terreno vegetale per la preparazione delle aree da cantiere e lo scavo e movimentazione delle terre per il successivo smaltimento in discarica.

Per la stima delle emissioni sono state adottate le metodologie proposte dall’Environment Protection Agency (EPA) statunitense che ha pubblicato nel 1987<sup>5</sup> una serie di documenti sotto la sigla AP-42 in cui sono dettagliatamente descritte le procedure per il calcolo dei fattori di emissione delle polveri dovute alla movimentazione e lavorazione di materiale fine. Gli stessi metodi di stima sono riportati anche nel documento “*Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti*” rilasciate dalla Provincia di Firenze in collaborazione con ARPA Toscana.

La stima delle emissioni si basa sull’equazione:


$$E = A \times F$$

Dove:

E = emissione

<sup>4</sup> <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>

<sup>5</sup> I documenti sono stati aggiornati e validati negli anni successivi. Per maggiori informazioni: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html#toc>

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 42 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	--------------------------

A = tasso di attività

F = fattore di emissione

In relazione all'attività indagata sono stati calcolati sperimentalmente i diversi fattori di emissione in kg/t e, attraverso il tasso di attività cioè i volumi di materiale movimentato, il valore dell'emissione totale.

Si precisa infine che nel seguito si è deciso di incentrare l'analisi sul parametro PM<sub>10</sub> invece che sulle Polveri Totali Sospese (PTS), sia in relazione alla maggiore pericolosità intrinseca per la salute umana, sia per la possibilità di poter confrontare i risultati delle simulazioni con i limiti normativi vigenti.

### **SCOTICO DEL TERRENO SUPERFICIALE**

Tale attività consiste nella rimozione dello strato superficiale del terreno attraverso l'utilizzo di ruspe o escavatori. Questa attività sarà effettuata in corrispondenza dell'area di progetto interessata dalla realizzazione della centrale di trattamento gas e della torcia di blowdown.

Il calcolo dei volumi impiegati è stato ottenuto moltiplicando le superfici delle aree interessate per la profondità dello strato scotico. Considerando cautelativamente la superficie interessata dallo scotico pari a 32'500 m<sup>2</sup> per una profondità di scotico pari a 50 cm, il volume di materiale derivante da detta operazione risulta pari a 16'250 m<sup>3</sup>.

Il coefficiente di emissione di PM<sub>10</sub> suggerito dai modelli EPA per queste operazioni assume il valore di 3,87x10<sup>-4</sup> g/kg di materiale movimentato (codice SCC 3-05-027-60 – *Sand handling, transfer and storage*).

Considerando una densità dei materiali pari a 1'800 kg/m<sup>3</sup>, sono state calcolate le emissioni totali relative alle operazioni di scotico. I valori sono riportati nella seguente tabella.

**Tabella 21: Emissioni totali derivanti dall'operazione di scotico**

Scotico del terreno superficiale	Volumi coinvolti [m <sup>3</sup> ]	Densità materiale [kg/m <sup>3</sup> ]	Emissioni totali PM <sub>10</sub> [kg]
Area di progetto	16'250	1'800	11,32

### **MOVIMENTAZIONE DELLE TERRE**

I principali parametri che influenzano i fenomeni di generazione delle polveri nelle operazioni di movimentazione del terreno sono:


- Dimensione del materiale;
- Umidità del materiale;
- Velocità del vento.

La formulazione proposta dall'EPA (AP-42 paragrafo 13.2.4) è la seguente:

$$F = k \cdot 1,6 \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

Dove:

F = fattore di emissione del particolato in grammi per tonnellata di materiale movimentato [g/t]

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 43 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	--------------------------

U = velocità media del vento [m/s]

M = umidità del materiale [%]

k = fattore che tiene conto delle caratteristiche dimensionali delle particelle ( Tabella 22) [adim.]

### Tabella 22: Costante k in funzione delle dimensioni del particolato

Costante k in funzione delle dimensioni particellari del materiale movimentato				
≤ 30 µm	≤ 15 µm	≤ 10 µm	≤ 5 µm	≤ 2,5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,11

L'equazione permette di considerare le emissioni di particolato provenienti da tutte le operazioni di movimentazione del materiale in seno alle aree di stoccaggio, siano esse di tipo continuo (ad esempio nastri trasportatori) che puntuali (prelievo e aggiunta di materiale mediante carri, ruspe, ...). Per ogni singola sorgente deve essere valutato il numero di operazioni che interessano lo stoccaggio, in quanto è possibile esistano operazioni intermedie di ripresa materiale per deposito in altra area.

La stima delle emissioni si ottiene dunque dalla formula:

$$E = N \cdot F \cdot B$$

Dove:

N = numero di operazioni di carico e scarico [adim.]

F = fattore di emissione [g/t]

B = volumi movimentati [t]


Nel caso in esame è stata considerata una singola operazione di movimentazione delle terre in quanto i terreni, successivamente alla fase di scotico, vengono definitivamente smaltiti in aree esterne all'area di Raffineria.

In Tabella 23 e Tabella 24 vengono indicati il fattore di emissione calcolato e le emissioni totali stimate relative alla movimentazione del materiale. Per il calcolo sono stati utilizzati i seguenti valori:

- k = 0,35 - Coefficiente specifico per il calcolo delle emissioni di PM<sub>10</sub>;
- M = 3,4% - Valore suggerito da EPA nel documento AP42-13.2.4 per il materiale "exposed ground";
- U = 2,6 m/s - Velocità media annua misurata nel 2014 presso la centralina ARPA di Acate (che monitora i venti a 10m sul livello del mare).

### Tabella 23: Fattore emissivo stimato in kg per tonnellata di materiale movimentato

Operazione	Fattore emissivo [kg/t]
Movimentazione delle terre da scavo	0,0003

 <b>Eni S.p.A.</b> Distretto Meridionale	Data Novembre 2016	Doc. SIME_AMB_01_18 <b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b> <b>Studio della dispersione atmosferica</b>	Page 44 of 58
--	--------------------------	--	------------------

**Tabella 24: Emissioni totali di PM<sub>10</sub> per la movimentazione delle terre**

Movimentazione delle terre da scavo	Volumi coinvolti [m <sup>3</sup> ]	Densità materiale [kg/m <sup>3</sup> ]	Emissioni totali [kg]
Area di progetto	42'000	1'800	24,65
Area trappola	300	1'800	0,18
Collegamento rete gas	450	1'800	0,26
Collegamento rete elettrica	4'000	1'800	2,35
<b>TOTALE</b>			<b>27,44</b>

#### 4.2.1.4 Distribuzione temporale delle emissioni

Le emissioni calcolate nei paragrafi precedenti sono relative ad attività di cantiere discontinue nel tempo. Com'è facile intuire le operazioni di scotico per la preparazione delle aree di cantiere e il trasporto dei materiali di costruzione sono limitate ai primi mesi di cantiere. Altre attività invece sono molto più lunghe e si verificano ripetutamente per quasi tutta la durata della fase di costruzione.

Nella simulazione modellistica però, per garantire l'analisi del peggior scenario emissivo possibile, sono state considerate attive contemporaneamente tutte le sorgenti emissive precedentemente descritte. La distribuzione temporale delle emissioni è stata definita sulla base della durata delle principali attività di cantiere e del periodo di utilizzo di ciascun macchinario; sono stati considerati 22 giorni di lavoro al mese e 8 ore di lavoro al giorno.

**Tabella 25: Durata delle principali attività di cantiere**

Emissioni	Operazioni/Macchinari	Periodo di utilizzo	N. mesi
<b>Utilizzo macchine di cantiere</b>	Escavatore	dal 1° al 14° mese	14
	Rullo	dal 1° al 3° mese	3
	Betoniera	dal 2° al 14° mese	13
<b>Transito dei mezzi</b>	Uscita delle terre da smaltire	dal 1° al 3° mese	3
	Ingresso terre di cava	dal 1° al 3° mese	3
	Ingresso calcestruzzo	dal 2° al 14° mese	13
	Ingresso materiali da cantiere	dal 5° al 19° mese	15
<b>Movimentazione terre</b>	Scotico e scavo	dal 1° al 3° mese	3

#### 4.2.1.5 Emissioni totali della fase di cantiere

In Tabella 26 e Tabella 27 vengono riassunte le emissioni totali stimate (in kg e g/s) per ogni attività emissiva o macchinario individuato, invece in


 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 45 of 58</p>
---	-----------------------------------	---	--------------------------


Tabella 28 sono presentate le emissioni totali per ogni area di cantiere (in g/s).

**Tabella 26: Emissioni totali suddivise per tipologia di operazione o macchinario [kg]**

Emissioni	Operazioni/Macchinari	NO <sub>x</sub>	CO	PM <sub>10</sub>
<b>Utilizzo macchine di cantiere</b>	Escavatore	2'390,5	655,9	107,5
	Rullo	442,3	173,5	28,0
	Betoniera	414,6	162,6	26,2
<b>Transito dei mezzi</b>	Uscita delle terre da smaltire	44,5	11,9	1,5
	Ingresso terre di cava	50,1	13,4	1,7
	Ingresso calcestruzzo	60,3	16,2	2,0
	Ingresso materiali da cantiere	139,2	37,3	4,7
<b>Movimentazione terre</b>	Scotico e scavo	-	-	38,76
<b>TOTALE</b>		<b>3'541,6</b>	<b>1'070,9</b>	<b>210,3</b>

**Tabella 27: Ratei emissivi suddivisi per tipologia di operazione o macchinario [g/s]**

Emissioni	Operazioni/Macchinari	NO <sub>x</sub>	CO	PM <sub>10</sub>
<b>Utilizzo macchine di cantiere</b>	Escavatore	0,269	0,074	0,012
	Rullo	0,233	0,091	0,015
	Betoniera	0,050	0,020	0,003
<b>Transito dei mezzi</b>	Uscita delle terre da smaltire	0,023	0,006	0,001
	Ingresso terre di cava	0,026	0,007	0,001
	Ingresso calcestruzzo	0,007	0,002	0,0002
	Ingresso materiali da cantiere	0,015	0,004	0,0005
<b>Movimentazione terre</b>	Scotico e scavo	-	-	0,020
<b>TOTALE</b>		<b>0,624</b>	<b>0,204</b>	<b>0,053</b>

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 46 of 58</p>
---	-----------------------------------	---	--------------------------

**Tabella 28: Ratei emissivi suddivisi per area emissiva [g/s]**

Area	NO <sub>x</sub>	CO	PM <sub>10</sub>
Area di progetto	0,553	0,185	0,049
Area trappola	-	-	0,0001
Collegamento rete gas	-	-	0,0001
Collegamento rete elettrica	-	-	0,001
Viabilità interna	0,072	0,019	0,004
<b>TOTALE</b>	<b>0,624</b>	<b>0,204</b>	<b>0,053</b>

Infine si evidenzia che cautelativamente le attività di cantiere sono state simulate contemporaneamente per un totale di 365 giorni continuativi e per 8 ore al giorno (dalle 8 alle 12 e dalle 13 alle 17).

Il dominio di simulazione di CALPUFF è un quadrato di lato 12 km, posizionato in modo tale da includere il territorio interessato dalle ricadute di inquinanti dovute all'attività di cantiere (così come precedentemente illustrato in Figura 8). I valori delle concentrazioni degli inquinanti al suolo sono stati stimati in corrispondenza dei baricentri di una griglia di calcolo regolare caratterizzata da una maglia con passo di 200 m.

#### 4.2.2 Risultati delle simulazioni

I risultati delle simulazioni effettuate mediante il modello CALPUFF sono rappresentati mediante mappe di isoconcentrazione. In Tabella 29 sono elencate le tavole disponibili in allegato al presente studio, con il relativo periodo di mediazione.


**Tabella 29: Elenco delle tavole allegate per la fase di cantiere**

Scenario	N. Tavola	Inquinante	Periodo di mediazione
Cantiere	1	NO <sub>x</sub>	Media annua
	2	NO <sub>x</sub>	Percentile orario
	3	CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 ore
	4	PM <sub>10</sub>	Media annua
	5	PM <sub>10</sub>	Percentile giornaliero

Nelle simulazioni per la fase di cantiere sono stati considerati i principali inquinanti emessi: ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO) e materiale particolato (PM<sub>10</sub>).

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto, la legislazione impone il limite per la protezione della salute umana solo sul biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). Cautelativamente sono stati quindi considerati tutti gli ossidi di azoto come biossido di azoto.

I risultati delle simulazioni effettuate con il modello CALPUFF sono riassunti mediante mappe di isoconcentrazione che rappresentano la distribuzione dei valori di concentrazione di inquinanti al suolo. Sono riportate le mappe relative alle concentrazioni atmosferiche mediate su differenti periodi temporali (secondo quanto indicato dal D.Lgs. 155/2010), al

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferica</b></p>	<p>Page 47 of 58</p>
---	-----------------------------------	---	--------------------------

fine di verificare che la concentrazione di inquinanti rispetti i limiti di qualità dell'aria vigenti e per identificare eventuali episodi di criticità.

Per alcuni degli inquinanti considerati, la normativa di riferimento fissa il numero di volte che la concentrazione limite può essere superata in un anno; i risultati prodotti rappresentano quindi il corrispondente percentile della concentrazione massima (nell'intervallo temporale fissato). I valori annuali sono invece mediati sull'anno completo.

Dalle tavole si nota come le ricadute degli inquinanti al suolo si sviluppino in coerenza con gli assi principali delle direzioni del vento, ovvero principalmente in direzione Sud-Est, soprattutto per quanto riguarda le medie annuali, meno influenzate dalle caratteristiche orarie del campo di vento.

Nel seguito sono riassunti i valori massimi stimati dal modello di dispersione per tutti gli inquinanti considerati, nell'interno dominio di simulazione; dalle tabelle si evince che non si riscontrano superamenti dei limiti di legge, anche se le ipotesi adottate nel presente studio sono sempre state estremamente cautelative.

**Tabella 30: Valori massimi di ricaduta nella fase di cantiere**


Inquinante	Periodo di mediazione	Concentrazione massima [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Limite normativo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
NO <sub>2</sub> (NO <sub>x</sub> )	Media annua	5,5	40 (30)
	Percentile orario	159,6	200
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 ore	17,4	10'000
PM <sub>10</sub>	Media annua	0,49	40
	Percentile giornaliero	0,97	50

Come evidenziato dalla precedente tabella tutti i parametri analizzati hanno mostrato pieno rispetto dei limiti vigenti, in particolare per PM<sub>10</sub> e CO sono stati calcolati valori inferiori di 2 o 3 ordini di grandezza rispetto al limite previsto.

Si consideri però che la dispersione spaziale delle ricadute massime è molto limitata e soprattutto contenuta all'interno del confine di Raffineria o ricadente verso il mare in direzione Sud, a causa della natura delle emissioni associate alle attività di cantiere e alle caratteristiche meteorologiche dell'area. Per confronto in Tabella 31 sono indicati i valori massimi di ricaduta degli inquinanti al di fuori del confine di Raffineria.

**Tabella 31: Valori massimi di ricaduta della fase di cantiere – fuori dal confine di Raffineria**

Inquinante	Periodo di mediazione	Concentrazione massima [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Limite normativo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
NO <sub>2</sub> (NO <sub>x</sub> )	Media annua	1,5	40 (30)
	Percentile orario	51,8	200
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 ore	5,3	10'000
PM <sub>10</sub>	Media annua	0,13	40

 <b>Eni S.p.A.</b> Distretto Meridionale	Data Novembre 2016	Doc. SIME_AMB_01_18 <b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b> <b>Studio della dispersione atmosferica</b>	Page 48 of 58
--	--------------------------	--	------------------

	Percentile giornaliero	0,35	50
--	------------------------	------	----

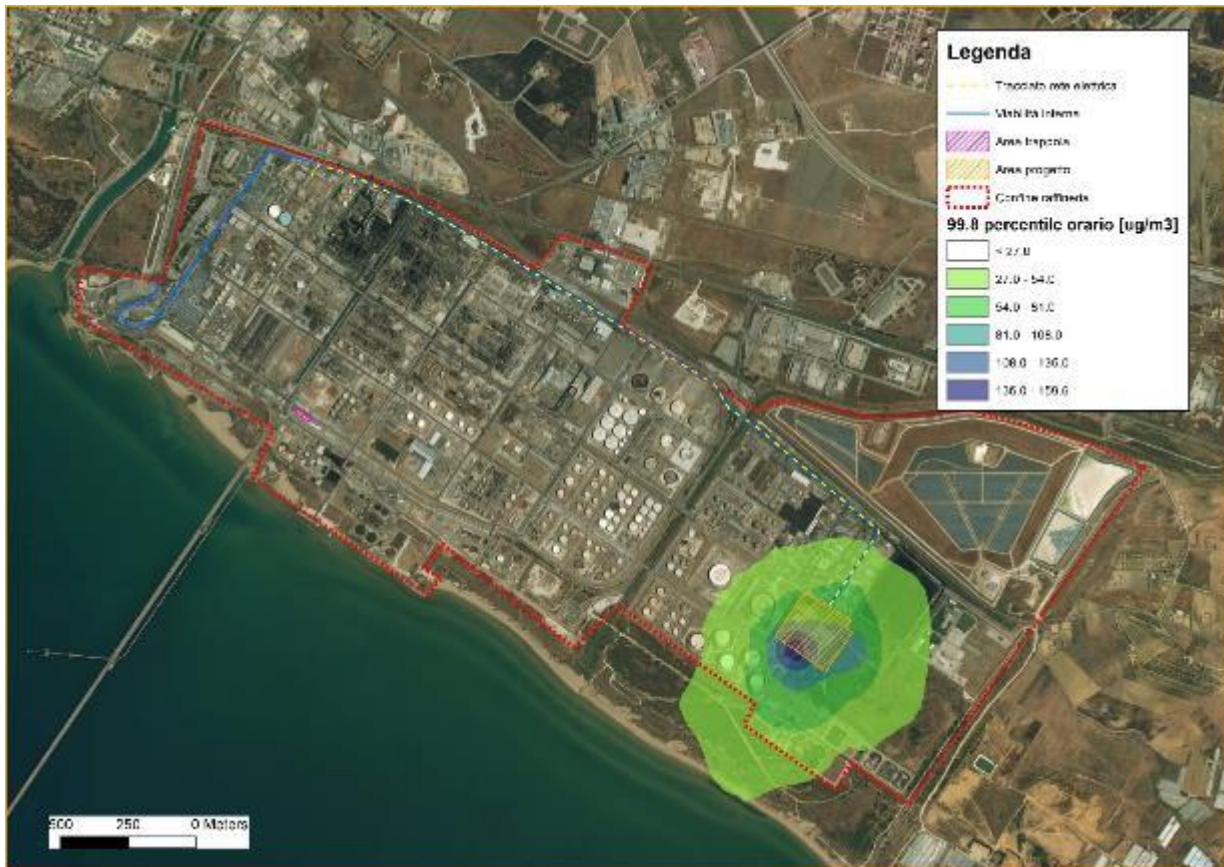
Nella tabella successiva si riportano le concentrazioni stimate in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria: il contributo dell'emissioni di cantiere è molto contenuto / trascurabile per tutti gli inquinanti analizzati.

**Tabella 32: Valori massimi di ricaduta nella fase di cantiere in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria**

Centraline	Concentrazione [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]				
	NO <sub>x</sub>		CO	PM <sub>10</sub>	
	Media annua	Perc. orario	Max 8 ore	Media annua	Perc. giornaliero
P. Rimembranze	0,012	0,96	0,54	0,0008	0,0017
Agip S.p.A.	0,022	1,24	0,38	0,0017	0,0051
Catarrosone	0,024	1,63	0,32	0,0021	0,0060
Farello	0,033	1,26	0,18	0,0028	0,0080

In Figura 30 un dettaglio del 99,8° percentile orario di NO<sub>x</sub>. Si rimanda alle tavole allegate per gli altri inquinanti analizzati.





**Figura 30: Dominio e griglia di simulazione centrata sull'area di cantiere**

In fine si fa presente inoltre che il D.Lgs. 155/2010, fissa anche il limite della media annua delle polveri con diametro inferiore a  $2,5 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ) a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Considerando i risultati ottenuti dalla simulazione anche considerando interamente le ricadute del  $\text{PM}_{10}$  come  $\text{PM}_{2,5}$  non si rilevano superamenti del limite fissato dal decreto.

In relazione alle aree della rete Natura 2000, durante la fase di cantiere le ricadute al suolo interessano solo la parte dello ZPS e IBA all'interno delle quali ricade l'area di realizzazione della centrale di trattamento.



### 4.3 SCENARIO DI ESERCIZIO DELLA TORCIA

#### 4.3.1 Input emissivo


La localizzazione e le caratteristiche della torcia sono riportate rispettivamente nella figura e tabella seguenti.



**Figura 31: Localizzazione della torcia (in rosso) rispetto ai confini della Raffineria**

**Tabella 33: Caratteristiche della torcia**

Altezza [m]	Diametro [m]	Temperatura [K]	Portata fumi [t/h]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]
56,5	0,30	325	123,33	2

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18 <b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b> <b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 51 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	--------------------------

**Tabella 34: Composizione standard in volume dei gas inviati in torcia**

Componenti	Percentuale in volume [%]
Azoto	0,6404
Anidride carbonica	0,349
Metano	99,2398
Etano	0,0185
Propano	0,0096
i-Butano	0,0091
n-Butano	0,0091
i-Pentano	0,0027
n-Pentano	0,0004
n-Esano	0,0012
Acqua	0,0343

Sulla base della composizione standard in volume dei gas che saranno inviati in torcia riportata in Tabella 34, sono stati calcolati il potere calorifico inferiore e il flusso di calore medio (Tabella 35).

**Tabella 35: Parametri emissivi in funzione della composizione dei gas inviati in torcia**

Parametro	Valore	U.d.M.
Potere calorifico inferiore (PCI)	49,37	MJ/kg
Flusso di calore ( $H_r$ )	403'974	kcal/s

Ai fini della simulazione modellistica sono state utilizzate le indicazioni suggerite dall'EPA per la stima dei parametri effettivi della torcia. Di seguito si riportano le formule per il calcolo rispettivamente dell'altezza di rilascio e del diametro effettivi:

$$H_{sl} = H_s + 4,56 \times 10^{-3} \times (H_r)^{0,478}$$

$$D = \frac{9,88}{10'000} \times \sqrt{0,45 \times H_r}$$


Dove

$H_{sl}$  è l'altezza di rilascio effettivo del pennacchio (m)

$H_s$  è l'altezza della torcia (m)

$H_r$  è il flusso di calore (cal/s)

D è il diametro effettivo (m)

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 52 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	--------------------------

Adottando tali formule, l'altezza di rilascio e il diametro effettivi risultano rispettivamente pari a 115,8 m e 13,32 m. Inoltre le metodiche suggerite dall'EPA prevedono una velocità di uscita dei fumi di 20 m/s e una temperatura pari a 1'273 K.

In Tabella 36 sono indicati i fattori emissivi degli inquinanti proposti da EMEP specifici per le torce di raffineria e in Tabella 37 i ratei emissivi risultanti.

**Tabella 36: Fattori emissivi per inquinante**

Inquinante	Valore	U.d.M.	Fonte
NO <sub>x</sub>	32,2	g/GJ	EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 (Tabella 3-4), CONCAWE (2015)
CO	177	g/GJ	
PM <sub>10</sub>	0,89	g/GJ	
NMCOV*	0,005	g/(g di NMCOV nel gas bruciato in torcia)	
*Ipotizzando che gli idrocarburi incombusti siano pari allo 0,5%			

**Tabella 37: Ratei emissivi per inquinante derivanti dall'attivazione della torcia**

Inquinante	Emissione [g/s]
NO <sub>x</sub>	54,46
CO	299,37
PM <sub>10</sub>	1,51
NMCOV*	1,30


Cautelativamente, nella simulazione si è considerato che la torcia fosse in funzione per l'intero corso dell'anno (8'760 ore), questo approccio ha permesso infatti di individuare le peggiori condizioni dispersive dell'anno.

Il dominio di simulazione è un quadrato di lato 52 km centrato sulla Raffineria di Gela (Figura 8). Le concentrazioni degli inquinanti al suolo sono state stimate in corrispondenza dei baricentri di una griglia di calcolo regolare caratterizzata da una maglia con passo di 500 m.

#### 4.3.2 Risultati delle simulazioni

Le mappe di isoconcentrazione, prodotte con il modello CALPUFF, sono disponibili in allegato al presente studio ed elencate in Tabella 38, con il rispettivo periodo di mediazione.



 <b>Eni S.p.A.</b> Distretto Meridionale	Data Novembre 2016	Doc. SIME_AMB_01_18 <b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b> <b>Studio della dispersione atmosferica</b>	Page 53 of 58
--	--------------------------	--	------------------

**Tabella 38: Elenco delle tavole allegate per la fase di attivazione della torcia**

Scenario	N. Tavola	Inquinante	Periodo di mediazione
Attivazione Torcia	6	NO <sub>x</sub>	Massimo orario
	7	CO	Massimo orario
	8	PM <sub>10</sub>	Massimo orario
	9	NMCOV	Massimo orario
	10	PM <sub>10</sub>	Massimo giornaliero

Per la fase di attivazione della torcia, le mappe di isoconcentrazione sono state mediate conservativamente rispetto alla massima concentrazione oraria, in questo modo si considera la peggiore condizione meteo diffusiva dell'anno per ciascun punto della griglia. In maniera estremamente cautelativa tale valore massimo sul dominio di calcolo è stato poi confrontato con i valori imposti dal D.Lgs. 155/2010.

Come si evince dalla Tabella 39, le concentrazioni massime orarie sull'area di simulazione sono decisamente inferiori rispetto al limite di legge per tutti gli inquinanti considerati, anche quando il periodo di mediazione risulti maggiore di quello stimato con le simulazioni. Per le polveri è stato calcolato anche il massimo giornaliero che, come si può osservare in tabella, risulta due ordini di grandezza al di sotto del limite imposto sul percentile.


**Tabella 39: Valori massimi di ricaduta nella fase di attivazione torcia**

Inquinante	Periodo di mediazione	Concentrazione massima [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Limite normativo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
NO <sub>x</sub>	Massimo orario	40	200 (percentile orario dell'NO <sub>2</sub> )
CO	Massimo orario	218	10'000 (media mobile di 8 ore)
PM <sub>10</sub>	Massimo orario	1,1	50 (percentile giornaliero)
	Massimo giornaliero	0,101	
NMCOV	Massimo orario	0,95	5 (media annua del C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )

In Tabella 40 si riportano le concentrazioni massime orarie stimate in corrispondenza della rete di monitoraggio della qualità dell'aria, che risultano essere molte contenute / trascurabili per tutti gli inquinanti.

**Tabella 40: Valori massimi di ricaduta nella fase di attivazione torcia in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria**

Centralina	Concentrazione massima [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]				
	NO <sub>x</sub>	CO	PM <sub>10</sub>		NMCOV
	Ora	Ora	Ora	Giorno	Ora
C. Soprano	2,62	14,38	0,07	0,009	0,06

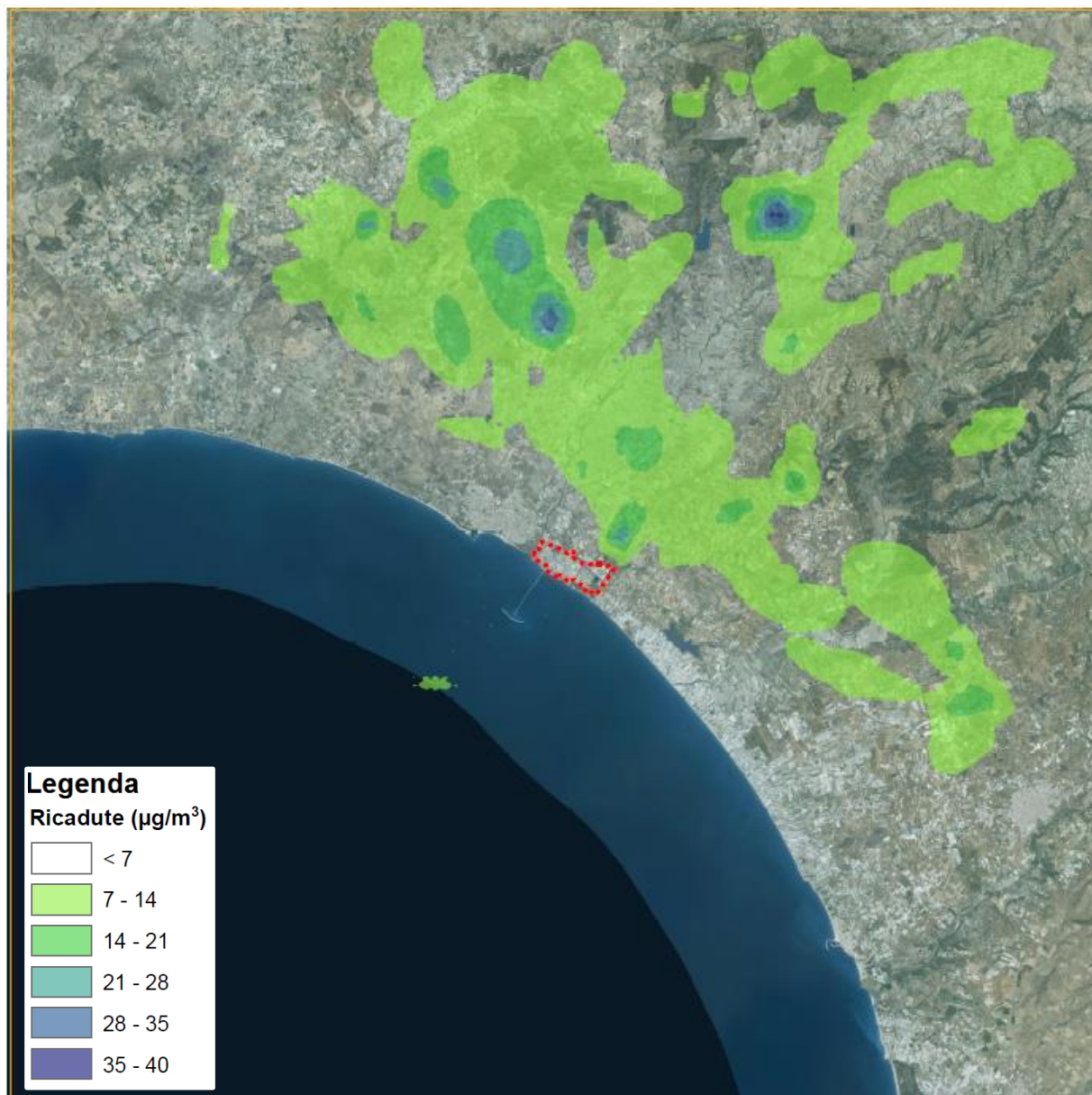
 <b>Eni S.p.A.</b> Distretto Meridionale	Data Novembre 2016	Doc. SIME_AMB_01_18 <b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b> <b>Studio della dispersione atmosferica</b>	Page 54 of 58
--	--------------------------	--	------------------

Centralina	Concentrazione massima [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]				
	NO <sub>x</sub>	CO	PM <sub>10</sub>		NMCOV
	Ora	Ora	Ora	Giorno	Ora
P. Rimembranze	1,27	6,98	0,04	0,007	0,03
C. Giardina	5,65	31,07	0,16	0,016	0,14
Ponte Olivo	8,91	48,99	0,25	0,037	0,21
Niscemi Sud	9,11	50,07	0,25	0,029	0,22
Agip S.p.A.	2,52	13,83	0,07	0,008	0,06
Catarrosone	2,00	11,02	0,06	0,006	0,05
Farello	7,08	38,91	0,20	0,013	0,17

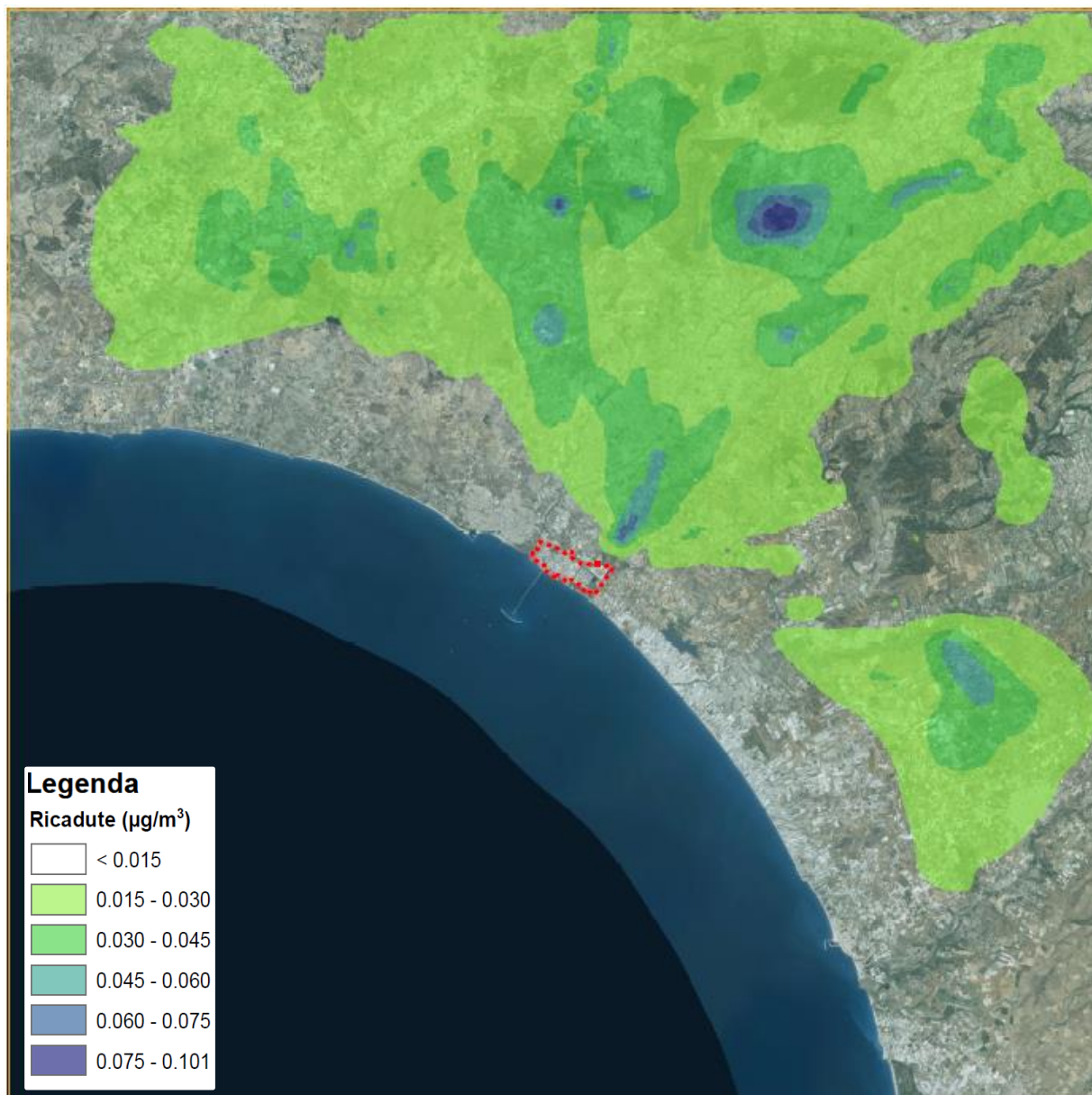
Si ricordano inoltre le seguenti assunzioni adottate in via cautelativa nell'elaborazione dei dati:

- si è simulata l'emissione della torcia costante per tutto il corso dell'anno, al fine di individuare le ricadute massime per ogni punto del dominio nello scenario "worst case" relativo alle peggiori condizioni meteorologiche; tale simulazione è molto conservativa in quanto gli episodi di torcia sono per loro natura di durata limitata;
- le concentrazioni di NO<sub>x</sub> sono state confrontate cautelativamente con i limiti dell'NO<sub>2</sub>, considerando che la totalità degli NO<sub>x</sub> reagiscono in atmosfera e si presentano in forma di NO<sub>2</sub>.

Nelle tavole allegate si evidenzia graficamente come le ricadute degli inquinanti al suolo si configurino in linea con quanto previsto dall'analisi delle rose dei venti in quota (Figura 26), ovvero a Nord – Est e a Nord del dominio di simulazione, interessando anche le aree della rete Natura 2000. La distribuzione spaziale delle ricadute massime orarie risente dell'effetto dell'orografia, non omogenea nell'area in esame. Di seguito si riportano a titolo esemplificativo le mappe di isoconcentrazione delle massime ricadute orarie di NO<sub>x</sub> e giornaliere di PM<sub>10</sub>. Si rimanda alle tavole allegate per gli altri inquinanti e periodi di mediazione.




**Figura 32: Distribuzione spaziale delle massime concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub>**



**Figura 33: Distribuzione spaziale delle massime ricadute giornaliere di PM<sub>10</sub>**


Dall'esame dei dati si evince che, anche nell'adozione delle ipotesi cautelative sopra riportate, le emissioni della torcia non determinano alcun superamento al suolo dei limiti di legge o elementi di criticità.



 <p data-bbox="363 197 512 293">Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p data-bbox="592 185 718 264">Data Novembre 2016</p>	<p data-bbox="858 114 1174 143">Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p data-bbox="772 161 1262 259"><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p data-bbox="836 275 1198 336"><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p data-bbox="1305 192 1412 259">Page 57 of 58</p>
---	---	---	--

## 5 CONCLUSIONI

In questo studio a partire dalle condizioni meteorologiche monitorate nel 2014 dalla centralina di Raffineria e dalla centralina ARPA di Gela è stata simulata, tramite i modelli meteorologici WRF e CALMET e quindi con il modello di dispersione CALPUFF, la concentrazione degli inquinanti in atmosfera in modo da valutare la quantità e la distribuzione spaziale delle ricadute in 2 differenti condizioni emissive: l'esercizio della nuova torcia (unica fonte emissiva prevista), che si richiede di installare presso la Raffineria di Gela, e la fase di cantiere per la predisposizione della torcia stessa. Le analisi effettuate, anche adottando ipotesi molto cautelative, evidenziano come, per entrambi gli scenari, le ricadute al suolo presentino valori massimi molto contenuti e decisamente inferiori ai limiti di legge. Infine è stata anche calcolata la concentrazione presso le centraline di qualità dell'aria ed il contributo risulta molto contenuto in termini di NO<sub>x</sub> e trascurabile per gli altri inquinanti.

 <p>Eni S.p.A. Distretto Meridionale</p>	<p>Data Novembre 2016</p>	<p>Doc. SIME_AMB_01_18</p> <p><b>Interventi di ottimizzazione del Progetto Offshore Ibleo – Campi gas Argo e Cassiopea</b></p> <p><b>Studio della dispersione atmosferaica</b></p>	<p>Page 58 of 58</p>
---	-----------------------------------	--	--------------------------

## BIBLIOGRAFIA

- [1] *Atmospheric chemistry and physics of air pollution*. Seinfeld John H.. Wiley (New York), 1986
- [2] *Air pollution modeling*. Zanetti. Computational mechanics publications. Van Nostrand Reinhold. New York. USA, 1990
- [3] *A User's Guide for the CALMET Meteorological Model*, SRC Publication, Joseph S. Scire. Francoise R. Robe. Mark E. Fernau, 2000
- [4] *Applied model for the growth of the daytime mixed layer*. Batchvarova and Gryning. Bound. Layer Meteor, 1991
- [5] *Velocity profiles and resistance laws for the planetary boundary layer in neutral and stable stratification*. Zilitinkevich. Izvestija AN SSSR. FAO. 25. No. 11. 1131-1143, 1989
- [6] *Analysis of various schemes for the estimation of atmospheric stability classification*. Mohan Siddiqui. Atmos. Environ.32 3775-3781, 1998.
- [7] *D.Lgs. 155/2010* Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
- [8] US-EPA <http://www.epa.gov/ttn/scram/aqmindex.htm> - modelli per la qualità dell'aria
- [9] *Calpuff UserGuide* - S. Shire. R.Robe. E. Fernau. J.Yamartino – 2000
- [10] *AP42, fifth edition - Compilation of Air Pollutant Emission Factors*. USEPA – 1995
- [11] *Air pollution control technology fact sheet – Flares*. USEPA
- [12] *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 – Part B, Chapter 1.B*
- [13] ConcaWE (2015), 'Air pollutant emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries, 2015 edition' CONCAWE Report 03/15, 2015
- [14] *Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers*. European Commission – 2007
- [15] *SPECIATE Version 4.4 (database)*, USEPA
- [16] WHO, Air quality guidelines for Europe, 2<sup>nd</sup> edition, 2000