

## **Allegato D5**

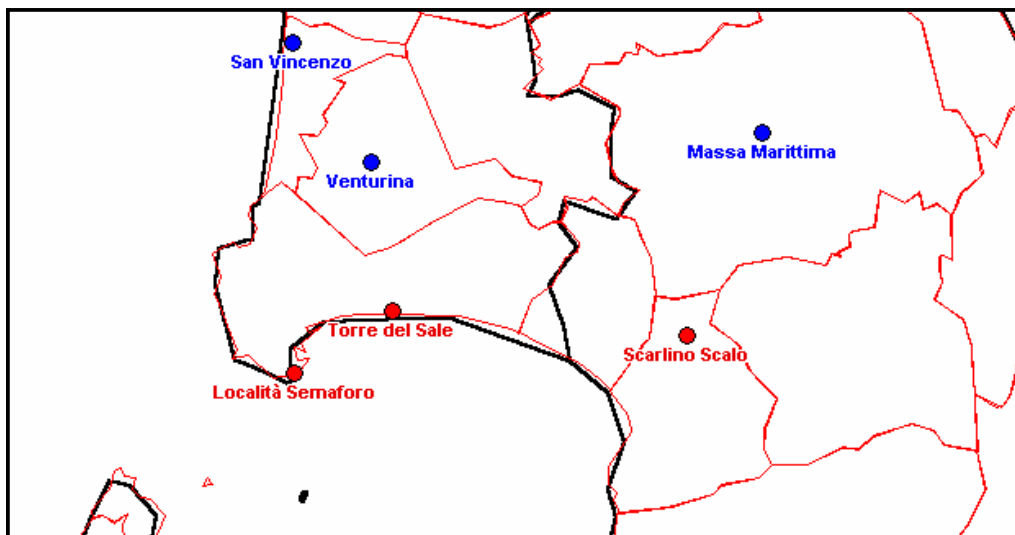
*Relazione tecnica su dati meteo climatici*

---

## Relazione tecnica su dati meteo climatici

### Introduzione

L'inquadramento ed i dati meteo-climatici relativi alla zona d'interesse sono stati forniti da diverse fonti e da diverse reti meteorologiche operanti sul territorio dell'area di Piombino (**Figura 1**), sulla base della disponibilità dei dati e dell'utilizzo previsto per tali informazioni.



**Figura 1 – Mappa delle diverse reti meteorologiche operanti sul territorio dell'area di Piombino.**

Le informazioni relative all'inquadramento meteo-climatico dell'area vasta intorno alla centrale di Piombino sono state reperite dal sito del LAMMA (Laboratorio di Meteorologia e Modellistica Ambientale: <http://www.lamma.rete.toscana.it/>). La caratterizzazione climatologica dell'area vasta è stata effettuata sulla base della Carta Climatica elaborata da Wladimir Koppen. Sono stati inoltre reperiti dall'Aeronautica Militare i dati orari della stazione meteorologica di Pisa (Coordinate ED50 lat. 43.683, long 10.383, n.staz 161580, ID PISA CIV/IT-AFB).

### Inquadramento meteo-climatico dell'area

Il Comune di Piombino (LI) ha circa 34.400 abitanti. Sorge all'interno di un quadro ambientale che comprende parte del litorale e l'isola d'Elba, che costituisce un'area di particolare interesse naturalistico ed economico grazie alle sue caratteristiche geomorfologiche ed alle attività storiche di estrazione di minerali ferrosi (ematite oligisto). La morfologia del territorio costiero è sub-pianeggiante lungo la fascia costiera divenendo collinosa e montuosa verso l'interno, a circa 10/15 km dal litorale. I principali corsi d'acqua presenti all'interno del territorio comunale sono in genere a regime torrentizio.

La Centrale Termoelettrica Edison è ubicata all'interno del territorio Comune di Piombino, all'interno della zona portuale e industriale che occupa un'area di circa 8.000.000 m<sup>2</sup> (**Figura 2**).

Tale zona si estende nel territorio comunale di Piombino ed è delimitata da: Piazzale Premuda, Viale Regina Margherita, Viale Flemalle, Via Portovecchio, Viale della Resistenza, Via dell'Unità d'Italia incluso il perimetro dello stabilimento SOL Industrie Spa, Via della Principessa fino alla Località Fiorentina di Piombino, Via Provinciale n. 23 fino alla Centrale Termoelettrica dell'ENEL in località Torre del Sale (**Figura 3**).



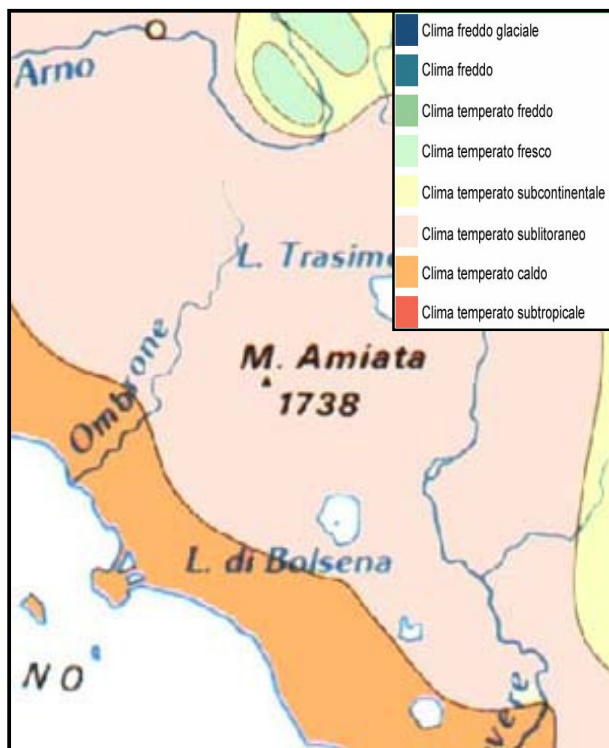
Figura 2 – Rappresentazione dell'area fisico-politica centrata sulla città di Piombino.



Figura 3 – Rappresentazione dell'area in cui si trova la Centrale nel territorio comunale di Piombino. La caratterizzazione climatologica dell'area vasta è stata effettuata sulla base della Carta Climatica elaborata da Wladimir Köppen, di cui è riportato uno stralcio nella Figura 4. Köppen elaborò tale sistema di classificazione nel 1918, definendo vari tipi di clima sulla base delle caratteristiche di temperatura e piovosità. Il

sistema è stato perfezionato più volte fino alla sua edizione completa, apparsa nel 1936, e successivamente elaborata dallo stesso autore in collaborazione con R. Geiger; l'ultima versione è del 1961.

Nella zona vasta, secondo tale classificazione, è presente un clima di tipo temperato subtropicale. Esso interessa le regioni litoranee liguri e tirreniche, medio adriatica e ionica. La temperatura media annua risulta maggiore di 17° C, la media del mese più freddo è di solito maggiore di 10° C, con 5 mesi in cui la temperatura media risulta maggiore di 20° C. L'escursione annua delle temperature va da 13° C a 17° C.



**Figura 4- Classificazione climatica dell'area vasta d'interesse (Fonte: Stralcio dalla Carta Climatica elaborata da Wladimir Koppen, 1961)**

Il clima temperato subtropicale è quello tipico delle fasce costiere, raggiunte dall'influenza mitigatrice ed apportatrice di umidità dei mari.

Spostandosi verso l'interno, il clima cambia in Temperato Sublitoraneo. Tale zona climatica interessa le zone collinari del Preappennino tosco-umbro-marchigiano ed i versanti bassi dell'Appennino meridionale. La media annua va da 10° C a 14,4° C circa, mentre la media del mese più freddo oscilla tra 4° C a 5,9° C, con 3 mesi in cui la media è maggiore 20° C. L'escursione annua delle temperature va da 16° C a 19° C.

### **Temperature e piovosità**

Sulla base dei dati reperiti dal LAMMA (Laboratorio di Meteorologia e Modellistica Ambientale: <http://www.lamma.rete.toscana.it/>), relativi ai parametri meteorologici dell'area di Piombino, si riporta in **Figura 5** **Figura 6** il *diagramma termo-pluviometrico*, elaborato a partire dalla serie di dati climatologici registrati tra il 1960 ed il 2000 dalla stazione del Servizio Idrologico Regionale (Latitudine: 43.55, Longitudine: 10.31, Quota: 3m s.l.m.).

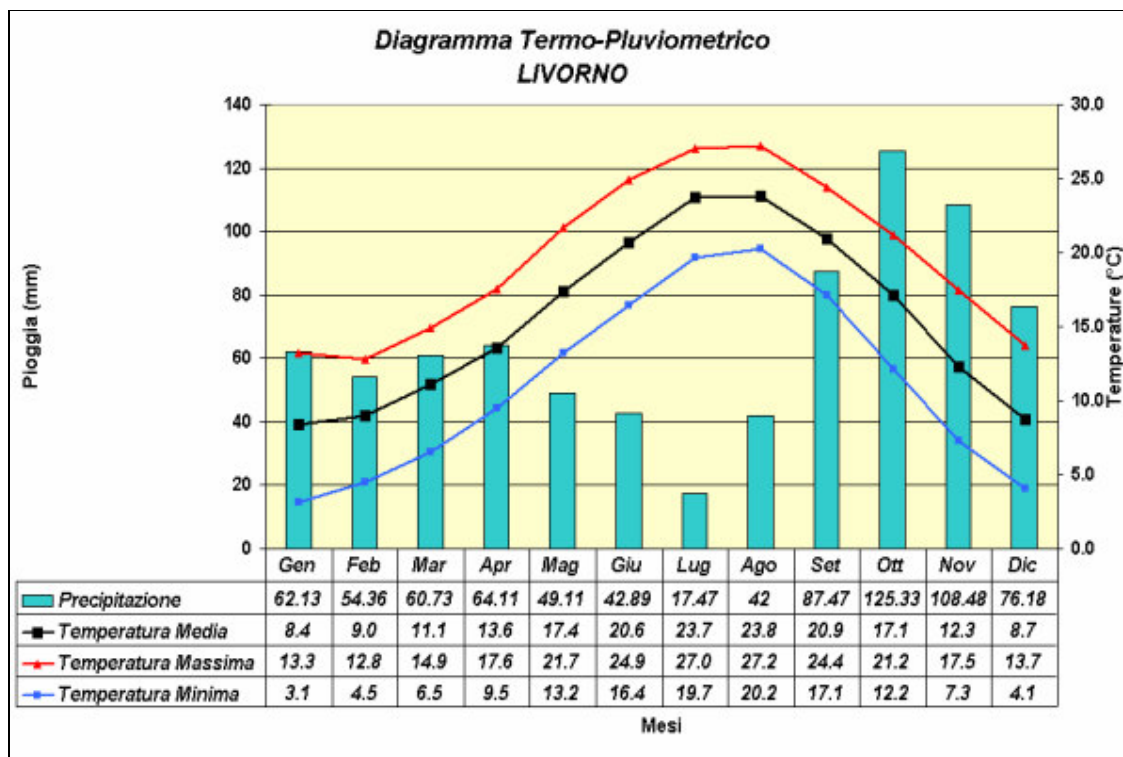


Figura 5- Diagramma termo-pluviometrico periodo 1960-2000 (Fonte: Servizio Idrologico Regionale).

L'andamento delle temperature durante l'anno rispecchia le caratteristiche tipiche di un clima di transizione temperato tra subtropicale e sublitoraneo.

Luglio ed agosto risultano complessivamente i mesi più caldi, mentre dicembre e gennaio sono quelli più freddi. Le escursioni termiche giornaliere risultano più marcate nei mesi primaverili ed estivi (circa 10° C) rispetto ai mesi autunnali e invernali (6° C).

Le precipitazioni medie annue sono di circa 790 mm.

Precipitazioni			
Periodo	Media (mm)	Massimo (mm)	Minimo (mm)
Anno	790,3	1163,6 (1984)	462 (1998)
Primavera	174	272,6 (1984)	56,8 (1973)
Estate	102,4	249,4 (1970)	16,6 (1962)
Autunno	321,3	596 (1966)	75,2 (1970)
Inverno	192,7	382,2 (1960)	49,6 (1991)

Dal punto di vista generale, si tratta di un clima sub-mediterraneo caratterizzato da piovosità concentrate nel periodo autunnale, in particolare nei mesi di ottobre e novembre, e da una fase più asciutta nei mesi di Luglio ed Agosto. I restanti mesi seguono l'andamento tipico del regime sub-mediterraneo, con una concentrazione delle piogge nel periodo invernale. Le precipitazioni si fanno più intense all'aumentare della distanza dalla costa ed i minimi pluviometrici si registrano presso le isole dell'arcipelago toscano. I rilievi costieri influenzano la dinamica delle correnti umide rappresentando il principale fattore di modifica per l'effetto quantitativo delle precipitazioni: queste ultime, infatti, sembrano più consistenti nella zona sub-costiera sempre con il mese di ottobre più piovoso.

Indici climatici		
	Numero di giorni di gelo	Numero giorni T > 34 ° C
Media	5,3	1,5
Massimo	24 (1956)	4 (1992)

Per quanto riguarda gli indici climatici, la tabella sovrastante evidenzia alcuni estremi climatici per quanto riguarda le temperature. Il numero di giorni in cui si è registrata una temperatura superiore a 34 ° C è stato in media 1,5 all'anno.

Gli estremi		
Temperatura minima assoluta	Temperatura massima assoluta	Massima pioggia giornaliera
-7 (11/01/1985)	37 (30/07/1983)	195,8 (19/06/1970)

Analizzando gli estremi di temperatura si può notare come il triennio 1983-85 sia stato caratterizzato da una notevole escursione termica: la minima temperatura assoluta, corrispondente a -7° C, è stata infatti registrata nel 1985, mentre la massima assoluta, corrispondente a 37° C, è stata registrata nel 1983. La massima pioggia giornaliera, corrisponde a 195,8 mm, si è verificata nel 1970.

### **Regimi eolici dominanti**

Sulla base dei documenti pubblicati dal LaMMA sul proprio sito web, si riporta in **Figura 6** la “rosa dei venti” estratta dallo studio “Studio anemologico nell’area di Guasticce (LI) di Gualtieri, Calastrini - Luglio 2003” . Si può notare una prevalenza di regimi di brezza di mare e di terra, nella quasi totalità dei dati analizzati. Relativamente alle intensità del vento, è possibile evidenziare come le calme e le brezze tese siano molto ridotte in frequenza, con una prevalenza di brezze e venti moderati, dai quadranti occidentali ed orientali.

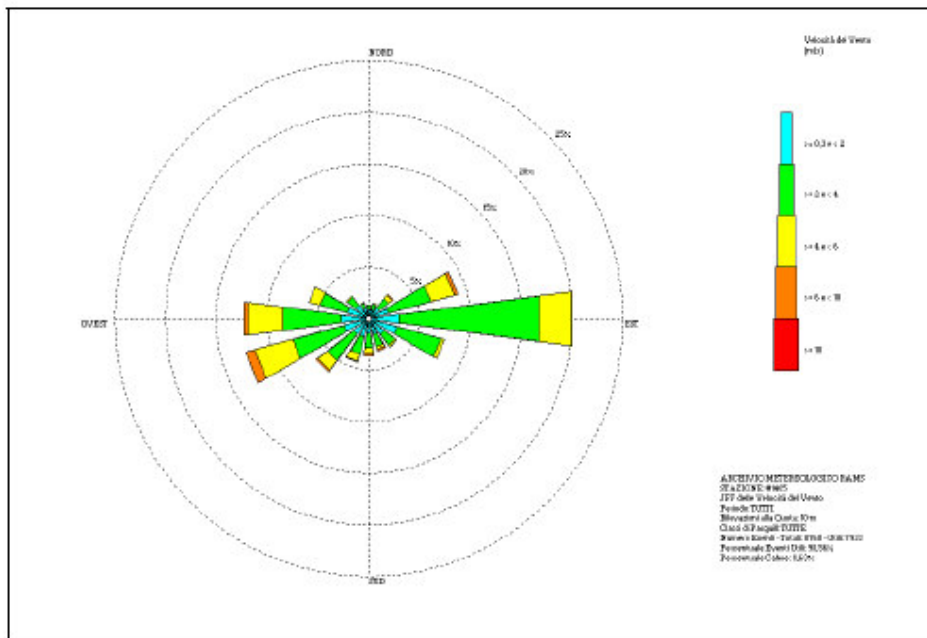


Figura 6: Rosa dei venti punto RAMS 1404 (Tutto anno 2002). (Fonte LaMMA).

Sono stati reperiti, inoltre, i dati meteorologici dell'intervallo temporale 1996-97, relativi alle stazioni meteorologiche di Torre del Sale (della rete ARQA), localizzata sul mare, rappresentativa della climatologia di Piombino, e la stazione di ARSIA, localizzata più all'interno, presso Massa Marittima, che rappresenta più specificatamente la climatologia dell'entroterra e che fornisce informazioni sull'area vasta in esame.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le principali caratteristiche delle due stazioni: le coordinate geografiche, la quota sul livello del mare, i parametri meteorologici misurati, l'altezza dell'anemometro dal suolo.

Tab. 1 – Caratteristiche delle stazioni meteorologiche utilizzate

Stazione	Ente di appartenenza	Località	Latitudine	Longitudine	Altezza s.l.m. (m)
Torre del Sale	ARQA	Piombino	4.757.315	631.692	0
Massa Marittima	ARSLA	Massa Marittima	4.760.531	656.273	180

Tab. 2 – Variabili meteorologiche utilizzate

Stazione	Periodo coperto	Temperatura	Velocità vento	Direzione vento	Altezza sensore (m)
Torre del Sale	01/01/96-10/05/96 10/12/96-31/07/97	SI	SI	SI	10
Massa Marittima	01/01/96-22/12/97	SI	SI	SI	3

Di seguito sono riportati i grafici relativi al giorno medio stagionale della velocità del vento per le due stazioni, ad eccezione dell'elaborazione relativa al periodo autunnale per Torre del Sale, causa assenza di dati nel periodo in esame.

Le due stazioni hanno registrato un andamento della velocità del vento molto simile (Figg. 7,8,9,10,11): in inverno la velocità è mediamente più alta, quasi costante, mentre in primavera ed in estate si evidenzia una forte variazione, con velocità più elevate nelle ore centrali del giorno.

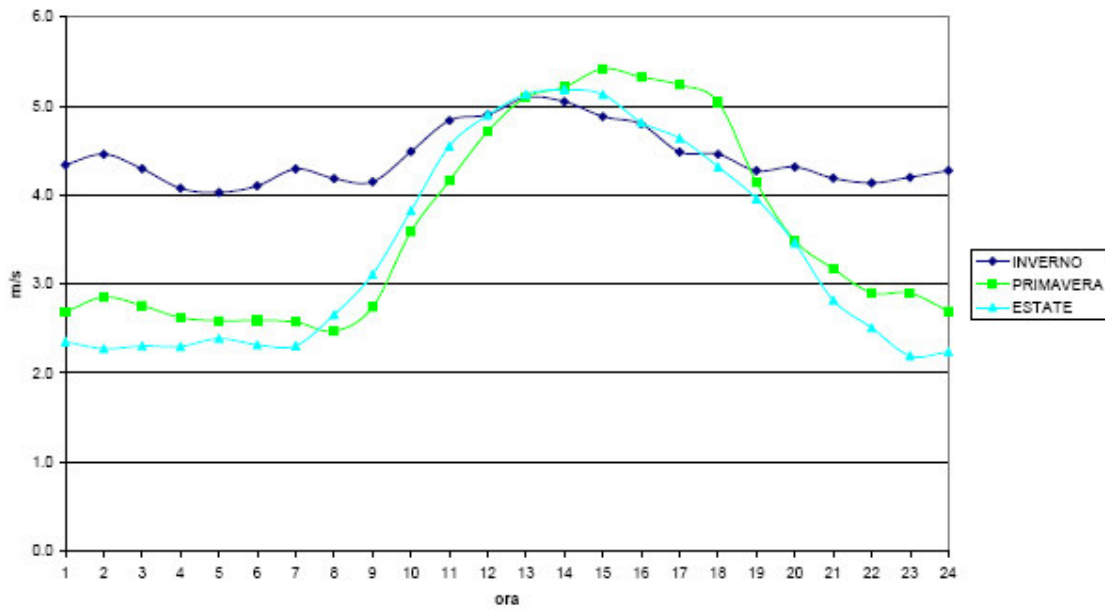


Figura 7 – Giorno medio stagionale della velocità del vento rilevata nella stazione Torre del Sale.

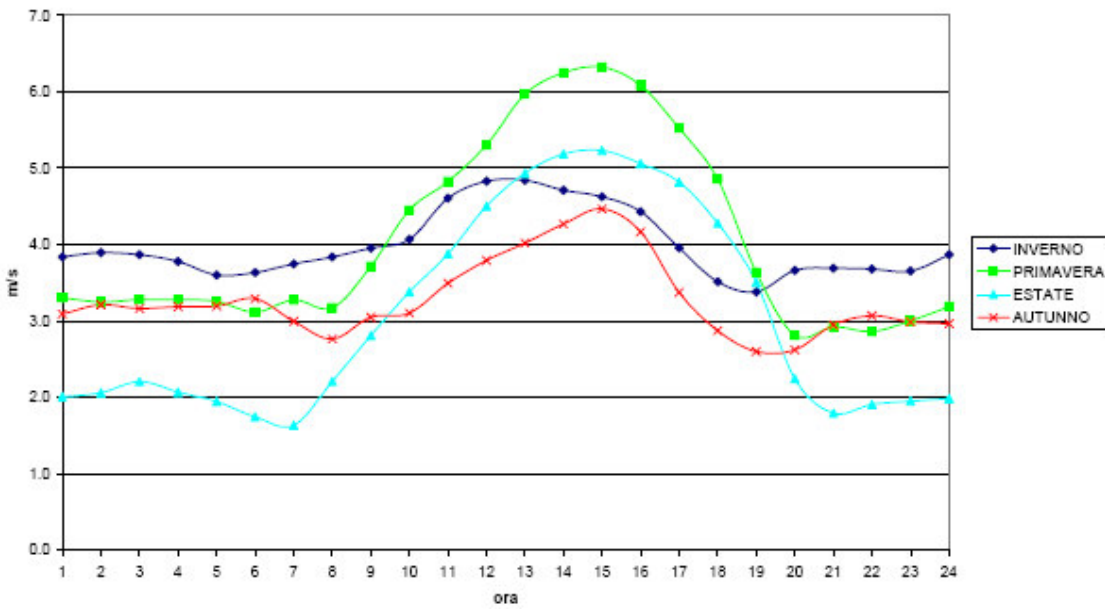


Figura 8 – Giorno medio stagionale della velocità del vento rilevata nella stazione Massa Marittima.



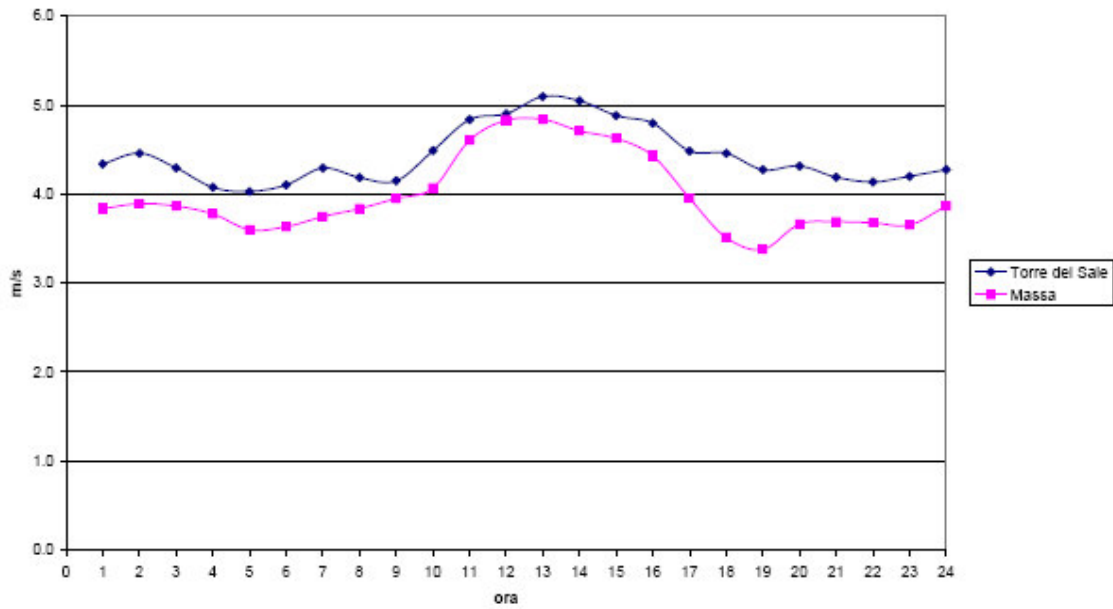


Figura 9 – Inverno: Giorno medio stagionale della velocità del vento rilevata nelle due stazioni.

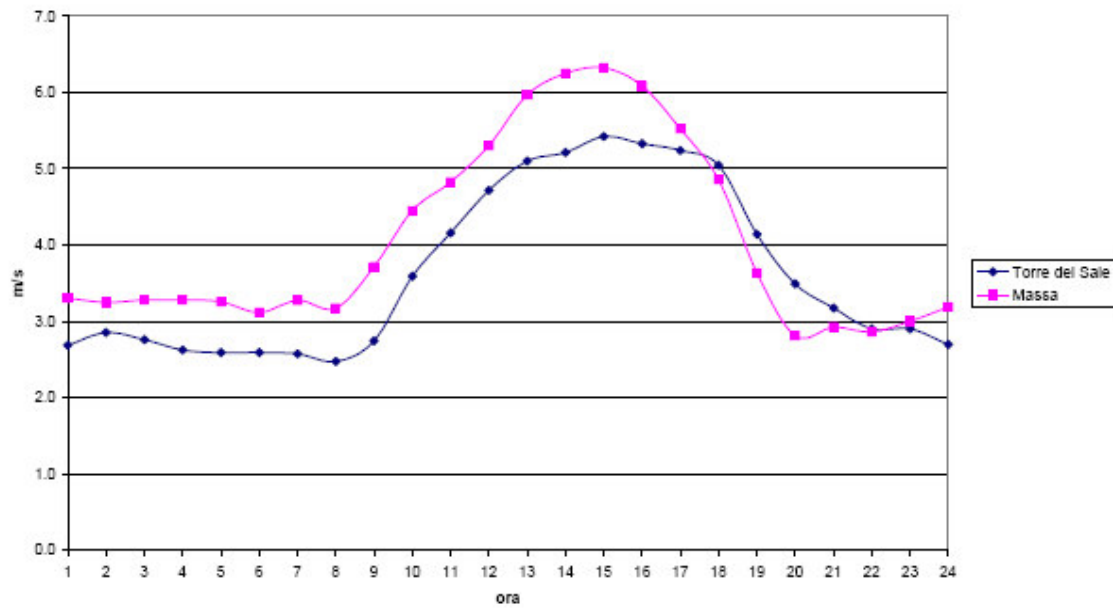


Figura 10 – Primavera: Giorno medio stagionale della velocità del vento rilevata nelle due stazioni.

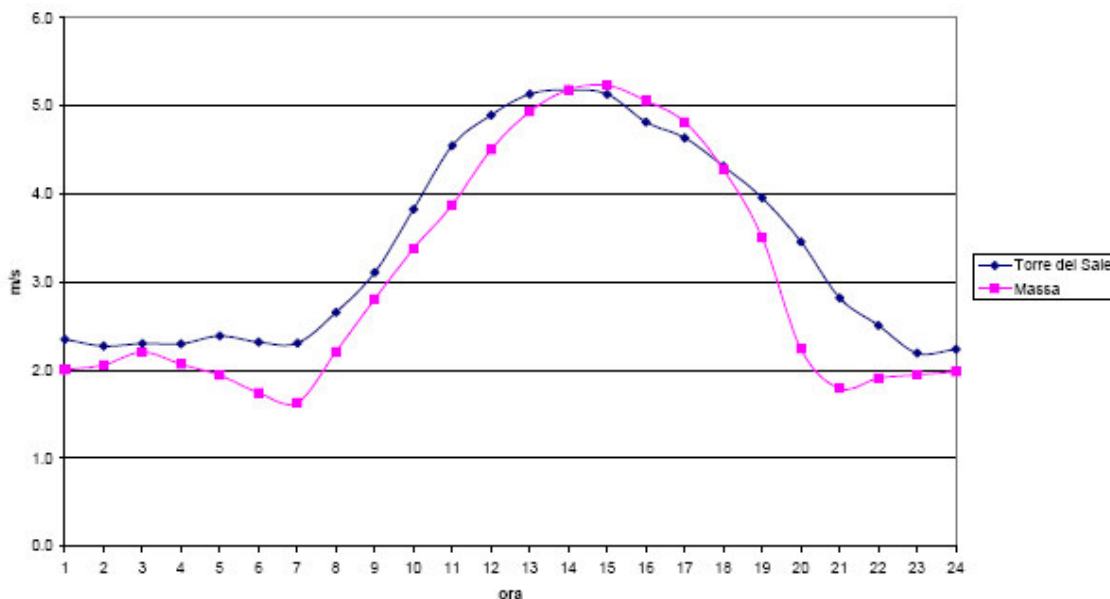


Figura 11 – Estate: Giorno medio stagionale della velocità del vento rilevata nelle due stazioni.

**Altezza di rimescolamento**

Il parametro dell'altezza di rimescolamento assume una importanza rilevante nello studio dei fenomeni diffusivi da sorgenti industriali in quanto caratterizza in modo sostanziale le caratteristiche diffusive del fluido nel quale si propagano gli effluenti gassosi emessi. L'altezza di rimescolamento varia in funzione dell'ora sinottica della giornata, della stagione e delle caratteristiche delle masse d'aria che attraversano un territorio in diversi momenti. Indicativamente, come mostrato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, l'altezza massima di rimescolamento giornaliera è molto bassa sulla superficie del mare, innalzandosi repentinamente sulla costa, verso l'interno.

Nell'area litoranea in cui è ubicata la centrale, durante l'anno e nelle diverse ore del giorno, l'altezza dello strato rimescolato può assumere i valori tipici delle zone costiere italiane, con valori compresi tra 300 m e 1500 m.

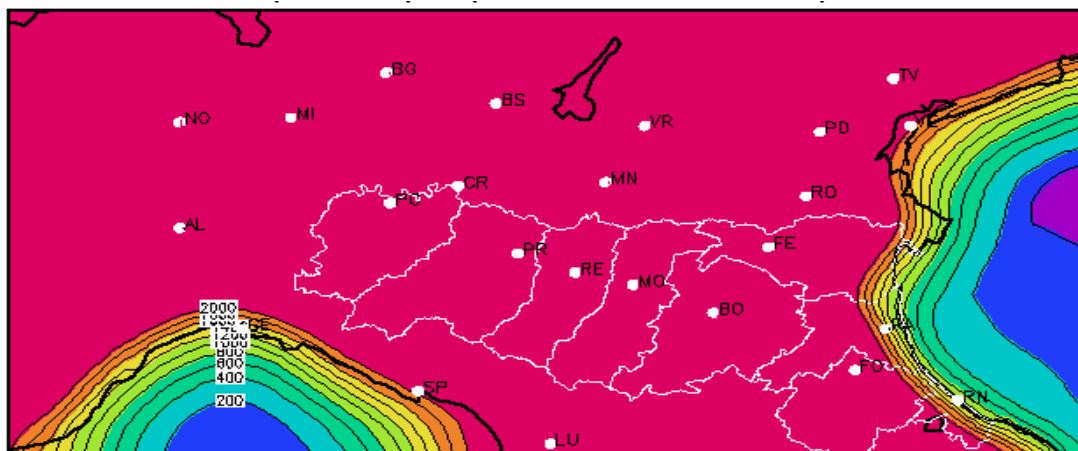


Figura 12 – Massima altezza di rimescolamento (m) del giorno 12/07/2006 (Fonte: dati del pre-processore Calmet-SMR).

### **Modellizzazione della diffusione di contaminanti**

Per la valutazione degli impatti generati dalla diffusione di gas dalla Centrale Termoelettrica di Piombino, è stato utilizzato un modello dispersivo denominato SCREEN3. Si tratta di un modello gaussiano, che pertanto utilizza la funzione degli errori di Gauss come soluzione analitica dell'equazione di trasporto in atmosfera, nell'ipotesi di condizioni stazionarie, in cui il vettore vento ed i coefficienti di diffusione turbolenta (che descrivono localmente le caratteristiche diffusive dell'atmosfera) sono costanti nello spazio e nel tempo, il che rappresenta un'approssimazione della situazione reale. I modelli gaussiani, in conseguenza della loro semplicità applicativa, possono essere utilizzati in numerose condizioni (sorgenti isolate, aree industriali, città, etc.) conservando prestazioni di rilievo, spesso non inferiori a quelle dei modelli più sofisticati.

SCREEN 3 è un modello di riferimento dell'Environmental Protection Agency per lo studio della Dispersione, in condizioni semplificate che possono essere presenti in una tipica realtà industriale complessa. Il modello SCREEN3 è utilizzato per effettuare uno screening della situazione e per la verifica degli standard di qualità dell'aria. SCREEN3 rappresenta la versione di screening per un altro modello di EPA, relativamente più complesso, denominato ISC3.

Sono state effettuate diverse simulazione "short term" per il calcolo della concentrazione massima di inquinanti in aria in relazione ai fumi emessi dalla Centrale Edison di Piombino. È stata considerata la sola emissione di NO<sub>x</sub>, come inquinante caratteristico, in quanto per lo stabilimento in oggetto, è emesso in quantitativi significativamente maggiori degli altri se comparato con gli standard ed i limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente (D.M. 60/2002: limite per la protezione della salute umana pari a 200µg/mc espresso come concentrazione media oraria).

Le simulazioni di screening sono state effettuate sulle 6 classi di stabilità definite da Pasquill, che in meteorologia definiscono le condizioni del gradiente termico verticale dell'atmosfera, e ne condizionano il trasporto, la diffusione e la miscelazione dei gas emessi a livello del suolo. Le differenti classi di stabilità sono state accoppiate con diversi range di classi di velocità dei venti, secondo gli standard forniti da EPA e contenuti nel programma di simulazione usato. Infatti, accoppiando differenti classi di stabilità a diverse velocità del flusso di vento, è stato possibile analizzare quali saranno le concentrazioni massime attese per NO<sub>x</sub> emessi dalla centrale. I valori, espressi in µg/mc sono direttamente correlabili ai limiti previsti dalla normativa.

Le diverse simulazioni hanno inoltre valutato le interazioni di quanto descritto, con differenti altezze di rimescolamento (altezza del "planetary boundary layer"), calcolando diversi scenari diffusivi in funzione delle differenti altezze dello strato di rimescolamento, con altezze comprese tra 300÷1200 m s.l.m.

In ultimo è stato valutato anche il fenomeno della "fumigazione" inserendo nel modello la distanza dalla linea di costa. Questo fenomeno coinvolge i fenomeni diffusivi in aree prossime alla costa marina, o vicino a grandi laghi, a causa dell'effetto di sollevamento (durante il giorno) e di abbassamento (nelle prime ore della notte) dell'altezza di rimescolamento della bassa troposfera.

I risultati, riportati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** evidenziano come le concentrazioni attese in aria, espresse come µg/mc siano sensibilmente inferiori ai limiti di legge.

**Tabella 1: risultati della simulazione di diffusione effluenti gassosi. Massime concentrazioni orarie rilevate. Emissione da camino E1a. Parametro NOx**

Emissione da E1a <i>Portata: 118.518 Nm<sup>3</sup>/h Quantità: 46,111 Kg/h Sezione camino: 9 m<sup>2</sup></i>	Parametri Emissivi		Max concentrazione orarie rilevate (µg/mc)			
	Altezza di rimescolamento (m)	T aria ambiente (K)	Classe stabilità	Velocità vento (m/s)	Distanza dalla sorgente (m)	Concentrazione (µg/mc)
Simulazione 1	353.8	293	1	1.5	822	40.97
Simulazione 1 con fumigazione (shoreline distance=1000 m)	-	293	1	1.5	510	174

**Tabella 2: risultati della simulazione di diffusione effluenti gassosi. Massime concentrazioni orarie rilevate. Emissione da camino E1b. Parametro NOx**

Emissione da E1b <i>Portata: 115.465 Nm<sup>3</sup>/h Quantità: 32,316 Kg/h Sezione camino: 9 m<sup>2</sup></i>	Parametri Emissivi		Max concentrazione orarie rilevate (µg/mc)			
	Altezza di rimescolamento (m)	T aria ambiente (K)	Classe stabilità	Velocità vento (m/s)	Distanza dalla sorgente (m)	Concentrazione (µg/mc)
Simulazione 2	353.8	293	1	1.5	822	28.81
Simulazione 2 con fumigazione (shoreline distance=1000 m)	-	293	1	1.5	510	122.4

**Tabella 3: risultati della simulazione di diffusione effluenti gassosi. Massime concentrazione orarie rilevate. Emissione da camino E2. Parametro NOx**

Emissione da E2 <i>Portata: 1.421.202 Nm<sup>3</sup>/h Quantità: 74,61 Kg/h Sezione camino: 28 m<sup>2</sup></i>	Parametri Emissivi		Max concentrazione orarie rilevate (µg/mc)			
	Altezza di rimescolamento (m)	T aria ambiente (K)	Classe stabilità	Velocità vento (m/s)	Distanza dalla sorgente (m)	Concentrazione (µg/mc)
<b>Simulazione 3</b>	602	293	1	3	1049	15.84
<b>Simulazione 3 con fumigazione (shoreline distance=1000 m)</b>	-	293	1	3	510	138.6

Le concentrazioni massime attese per i gas emessi dalla centrale hanno valori compresi tra 15 e 40 µg/mc, molto inferiori ai limiti di qualità dell'aria, che per NOx sono pari a 200 µg/mc. Anche considerando, per questi casi più sfavorevoli, gli effetti di fumigazione, non si raggiunge mai la soglia di legge prevista.