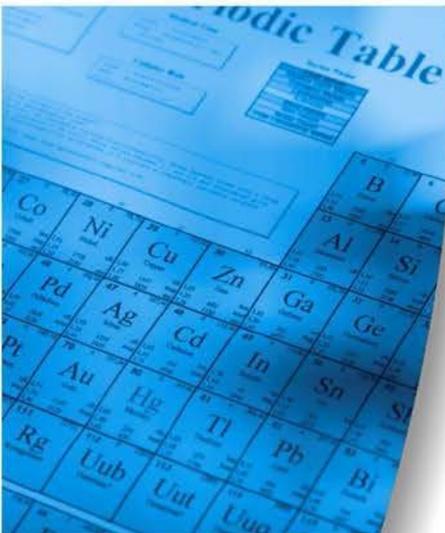




RELAZIONE TECNICA



Progetto:

MODELLAZIONE PROGNOSTICA
DEL TRASPORTO AEREO E DISPERSIONE INQUINANTI
DALLE EMISSIONI

Impianto:

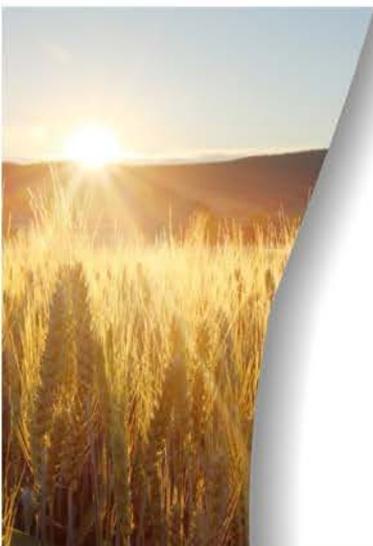
GENERATION 3.0 S.r.l.
Via Terrenato n° 10-12-18
36010 Carré (Vicenza)

Data:

25 ottobre 2017

Autori:

Dr. Luca Tonello



ECOCHEM S.r.l.
Via L. L. Zamenhof, 22
36100 Vicenza

Tel. 0444.911888
Fax 0444.911903

info@ecochem-lab.com
www.ecochem-lab.com

INDICE

- 1. PREMESSA**
- 2. DATI METEOROLOGICI**
- 3. EMISSIONI IN ATMOSFERA CONSIDERATE**
- 4. DESCRIZIONE DELLA FILIERA MODELLISTICA**
- 5. DOMINIO DI APPLICAZIONE DEI MODELLI**
- 6. ANALISI DEL PARAMETRO POLVERI**
- 7. VALORI LIMITE DI QUALITÀ DELL'ARIA**
- 8. CONCLUSIONI**

Appendice 1 : Dati meteorologici

1. PREMESSA

Oggetto dello studio è la stima dell'impatto sulla qualità dell'aria derivante dalle emissioni in atmosfera prodotte dalla ditta GENERATION 3.0 S.r.l. Via Terrenato n° 10-12-1836010 Carré (Vicenza).

La stima dell'impatto è valutata tramite l'applicazione di un modello matematico prognostico per il calcolo della advezione e dispersione degli inquinanti atmosferici.

Lo studio si prefigge di valutare a titolo indicativo le concentrazioni attese al suolo sulla base dei dati di progetto dell'impianto. Non essendo disponibili dati meteo in prossimità dell'impianto, si sono utilizzati i dati meteo relativi alle coordinate 45.534189°N, 11.300064°E, corrispondenti al comune di Chiampo.

2. DATI METEOROLOGICI

Per le attività di modellazione numerica del trasporto e diffusione delle inquinanti aerodispersi sono stati utilizzati i dati meteorologici prodotti attraverso l'esecuzione del modello matematico meteorologico WRF. Il modello viene inizializzato con i dati meteo delle stazioni sinottiche nazionali.

L'anno 2015 estratto dall'archivio WRF è completo (non vi sono ore mancanti). Una relazione estesa sui dati meteorologici è riportata in appendice 1 fuori testo.

Il punto di griglia del modello WRF utilizzato per l'estrazione è il seguente:

Lat = dec. 45.5 N

Lon. = dec.. 11.8

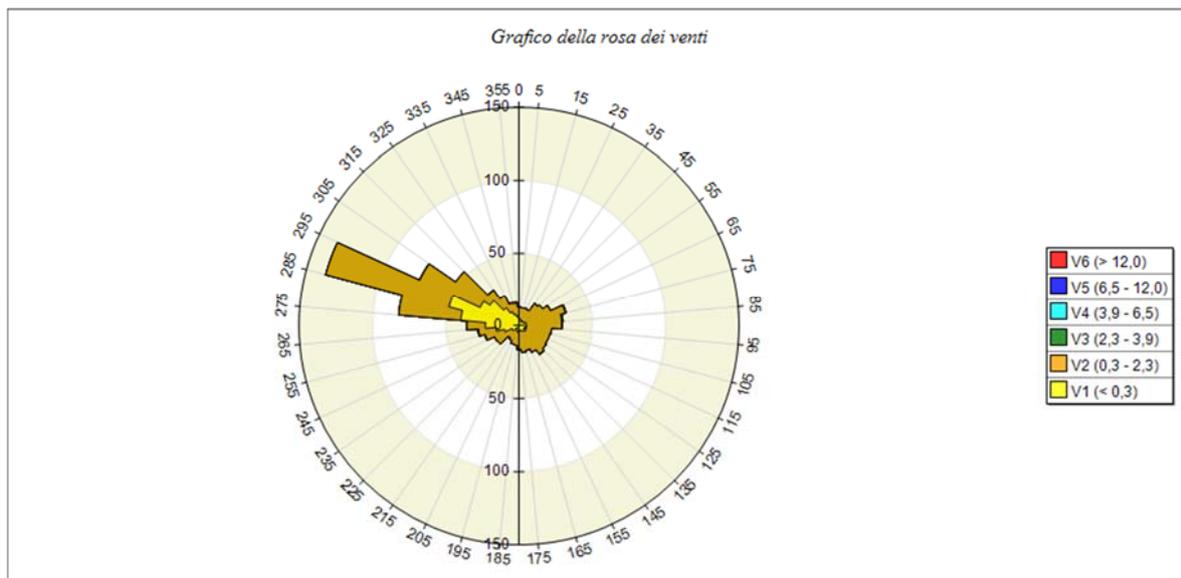
distanza approssimativa dalle sorgenti di emissione : 14 Km SE

Dati caratteristici dei dati meteorologici orari:

- data di riferimento dei dati;
- ora di riferimento dei dati compresa tra 1 e 24;
- classe di stabilità atmosferica;
- altezza di inversione in quota per classi A, B, C, D (m);
- temperatura dell'aria (K);
- velocità del vento (m/s);
- direzione di provenienza del vento (gradi);

- rate di precipitazione per valutare la deposizione umida (mm/hr);
- forza dell'inversione per valutare la penetrazione dei fumi nelle inversioni in quota;
- deviazione standard della direzione del vento (usata solo per rappresentare situazioni di calma di vento);
- velocità di attrito (m/s);
- lunghezza di Monin-Obukhov (m);
- quota di misura del dato meteo.

La figura seguente (Fig. 1) riporta l'analisi statistica della direzione e velocità del vento rilevata nell'anno meteorologico 2015 per la zona interessata.



Periodo dei dati 01/01/2015 00:00:00 <-> 31/12/2015 23:00:00

Figura 1 – Rosa dei venti relativa all'anno meteorologico 2015 - Chiampo

3. EMISSIONI IN ATMOSFERA CONSIDERATE

Ai fini della modellazione sono stati presi in considerazione i seguenti parametri di progetto:

CAMINO	QUOTA m. (dal suolo)	PORTATA (Nm ³ /h)	DIAMETRO (cm)	PARAMETRO	LIMITI (CONC.)	PERIODO FUNZIONAMENTO
1	16,0	52.000	120	Polveri totali	20 mg/Nm ³	8 ore/giorno 365 giorni anno
2	9,0	32.000	80	Polveri totali	20 mg/Nm ³	8 ore/giorno 365 giorni anno

4. DESCRIZIONE DELLA FILIERA MODELLISTICA

MAIND MODEL SUITE (MMS)

I programmi utilizzati sono:

- WinDimula : versione per Windows del modello gaussiano DIMULA, aggiornato per il calcolo della diffusione di inquinanti in atmosfera, sviluppato da ENEA - Dipartimento Ambiente e da MAIND S.r.l.
- Analisi Grafica : programma di visualizzazione e analisi grafica per l'esame dei file prodotti dai modelli contenuti in Maind Model Suite.
- modulo di Post Processamento dei risultati dei calcoli di WinDimula.

MODULO WINDIMULA (WD.3)

L'analisi degli impatti, cioè delle immissioni di inquinanti dell'aria prodotte dall'impianto oggetto del presente studio, è eseguito tramite l'applicazione di un modello gaussiano a *plume* WinDimula 3.0 (WD3), che permette di svolgere calcoli di diffusione in atmosfera, di inquinanti non reattivi, emessi da sorgenti multiple, puntiformi o aerali, sparse su di un'area che rappresenta il dominio di calcolo del modello, in presenza di orografia complessa.

Il modello DIMULA (Cirillo e Cagnetti, 1982) e' inserito nei rapporti ISTISAN 90/32 ("Modelli per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria") e ISTISAN 93/36 ("Modelli ad integrazione delle reti per la gestione della qualità dell'aria"), in quanto corrispondente ai requisiti qualitativi per la valutazione delle dispersioni di inquinanti in atmosfera in regioni limitate (caratterizzate da scale spaziali dell'ordine di alcune decine di chilometri) e in condizioni atmosferiche sufficientemente omogenee e stazionarie.

APAT ha inserito WinDimula nei modelli da applicare per la valutazione della qualità

dell'aria.

Il modello utilizzato è di tipo gaussiano multisorgente, che consente di effettuare simulazioni in versione "short_term" e in versione "climatologia" *in grado di trattare situazioni di calma di vento mediante l'utilizzo del modello di Cirillo Poli.*

I modelli gaussiani si basano su una soluzione analitica esatta dell'equazione di trasporto e diffusione in atmosfera, ricavata sotto particolari ipotesi semplificative. La forma della soluzione è controllata da una serie di parametri che riguardano sia l'altezza effettiva del rilascio per sorgenti calde, calcolata come somma dell'altezza del camino più il sovrizzo termico dei fumi, sia la dispersione laterale e verticale del pennacchio, calcolata utilizzando formulazioni che variano al variare della stabilità atmosferica, descritta utilizzando le sei classi di stabilità introdotte da Pasquill-Turner.

Le caratteristiche del modello utilizzato sono:

- Tipologie di sorgenti emissive trattate:
 - sorgenti puntiformi
- Meteorologia:
 - supporto di condizioni di vento con e senza inversione in quota
 - supporto di condizioni di calma con e senza inversione tramite il modello di Cirillo Poli
 - utilizzo di Joint Frequency Function per gestire i calcoli climatologici
 - calcolo della velocità del vento in quota mediante legge esponenziale
- Coefficienti di dispersione laterale e verticale
 - formule di Briggs urbane e rurali
 - formule basate sulla rugosità superficiale
 - formule di Cirillo Poli basate sulla deviazione standard del vento per le condizioni di calma di vento
 - formula di Cirillo e Cagnetti per il calcolo della Sigma laterale per sorgenti areali
- Effetti di DownWash di edifici
 - correzione dell'altezza efficace
 - modello di Huber Snyder per la variazione delle Sigma
- Calcolo dell'altezza efficace
 - valutazione dell'effetto scia del camino
 - formule di Briggs
 - formula per la valutazione della BID (Buoyancy Induced Turbulence)

- formule di Briggs per il calcolo del Gradual Plume Rise
- Calcolo della deposizione secca e umida
 - calcolo inserito nel modulo short term per sorgenti puntiformi e areali (nota: il modello di Cirillo Poli supporta solo la deposizione secca)
- Formulazioni aggiuntive
 - supporto dell'orografia
 - calcolo a quote superiori al suolo
 - valutazione effetti di deposizione umida
 - presenza di un termine di "decadimento" esponenziale
 - valutazione della penetrazione dei fumi in inversioni in quota

ANALISI GRAFICA

Le opzioni a disposizione per l'analisi e la visualizzazione sono le seguenti:

- visualizzazione di campi di tipo (x, y, valore) sotto forma di isolinee
- visualizzazione di campi di tipo (x, y, valore) sotto forma di superfici
- visualizzazione dei dati in tabelle di tipo x, y
- estrazione di profili di tipo (x, valore) con visualizzazione grafica
- calcolo di valori medi e massimi su aree definite dall'utente all'interno del reticolo di calcolo
- esportazione di dati su file di testo

POSTPROCESSORE - Run Analyzer

Il programma è il modulo di post processamento dei risultati calcolati da WinDimula; per mezzo di questo programma, è possibile verificare il rispetto dei limiti di legge relativamente al D.Lgs. 155/2010.

Il programma analizza i file di output prodotti da WinDimula e valuta il superamento di valori di soglia relativamente a:

- concentrazioni medie orarie
- concentrazione medie giornaliere sulle otto ore
- concentrazione medie giornaliere
- concentrazioni annuali
- concentrazioni invernali
- superamenti di valori di soglia per ore consecutive.

Il programma valuta anche il numero di superamenti.

5. DOMINIO DI APPLICAZIONE DEI MODELLI

Per l'applicazione dei modelli, è stato scelto un dominio geografico di 5 km x 5 km, con una maglia quadrata di 0,1 km di lato.

Le coordinate piane geografiche WGS 84 del sito sono:

45°44'38 "N

11°26'38"E

In figura 1 è riportata la foto satellitare dell'area.

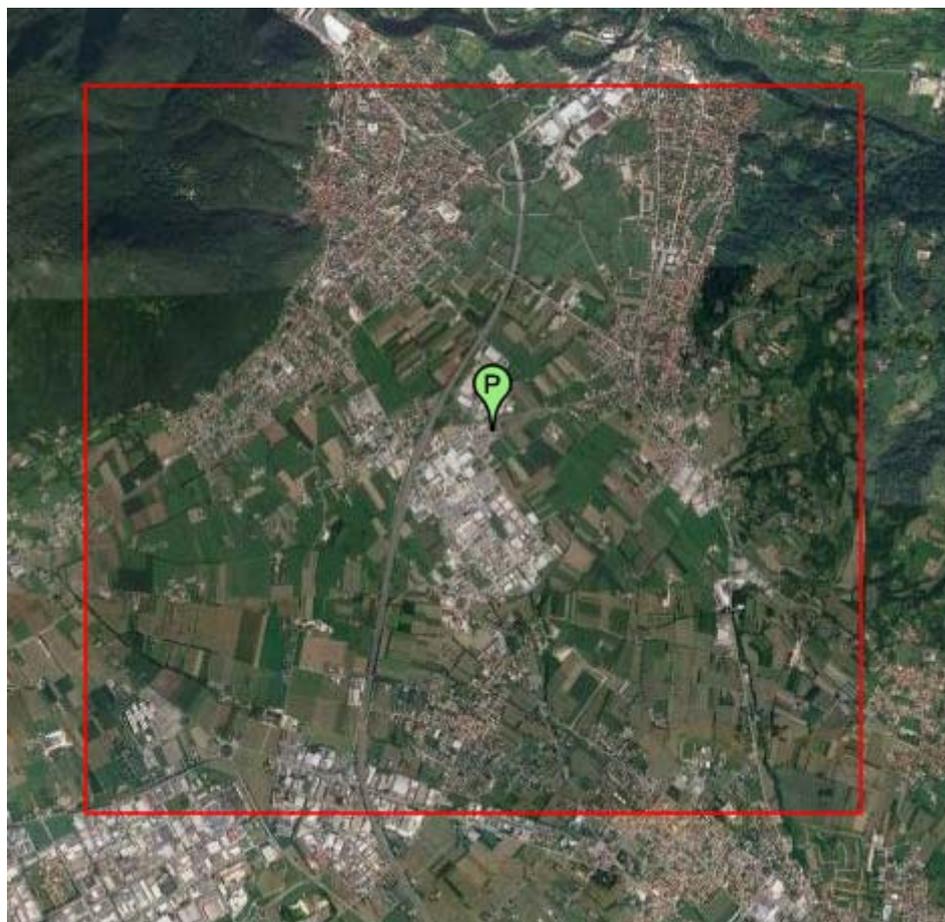


Figura 2 area oggetto di studio con segnalazione delle sorgenti di emissione

6. ANALISI DEL PARAMETRO POLVERI

Polveri totali - Valori medi giornalieri in ogni recettore su base annuale

La tabella seguente riporta i primi 25 valori, calcolati dal modello matematico per un intero anno civile, espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Reticolo Origine	687501 X(m); 5065901 Y(m) 32N
Reticolo Dimensioni	Punti: 50 x 50; Dimensioni cella: 100,0 DX(m) x 100,0 DY(m)
Recettori Discreti	0
Valore Massimo	1,10E+000; [Posizione: 689901 X(m); 5068501 Y(m) 32N]
Valore Minimo	2,59E-002; [Posizione: 687501 X(m); 5065901 Y(m) 32N]
Valore Medio	1,20E-001
Valore massimo 1	1,10E+000; [Posizione: 689901 X(m); 5068501 Y(m) 32N]
Valore massimo 2	1,01E+000; [Posizione: 690001 X(m); 5068701 Y(m) 32N]
Valore massimo 3	1,01E+000; [Posizione: 690001 X(m); 5068501 Y(m) 32N]
Valore massimo 4	1,01E+000; [Posizione: 689901 X(m); 5068601 Y(m) 32N]
Valore massimo 5	1,01E+000; [Posizione: 689801 X(m); 5068501 Y(m) 32N]
Valore massimo 6	1,00E+000; [Posizione: 690001 X(m); 5068601 Y(m) 32N]
Valore massimo 7	9,50E-001; [Posizione: 689901 X(m); 5068401 Y(m) 32N]
Valore massimo 8	9,42E-001; [Posizione: 689901 X(m); 5068701 Y(m) 32N]
Valore massimo 9	9,01E-001; [Posizione: 690101 X(m); 5068701 Y(m) 32N]
Valore massimo 10	8,94E-001; [Posizione: 689801 X(m); 5068601 Y(m) 32N]
Valore massimo 11	8,92E-001; [Posizione: 689801 X(m); 5068401 Y(m) 32N]
Valore massimo 12	8,91E-001; [Posizione: 690001 X(m); 5068801 Y(m) 32N]
Valore massimo 13	8,76E-001; [Posizione: 689901 X(m); 5068801 Y(m) 32N]
Valore massimo 14	8,75E-001; [Posizione: 690001 X(m); 5068401 Y(m) 32N]
Valore massimo 15	8,71E-001; [Posizione: 690101 X(m); 5068601 Y(m) 32N]
Valore massimo 16	8,71E-001; [Posizione: 690301 X(m); 5068601 Y(m) 32N]
Valore massimo 17	8,59E-001; [Posizione: 690301 X(m); 5068701 Y(m) 32N]
Valore massimo 18	8,42E-001; [Posizione: 689701 X(m); 5068501 Y(m) 32N]
Valore massimo 19	8,36E-001; [Posizione: 690201 X(m); 5068601 Y(m) 32N]
Valore massimo 20	8,33E-001; [Posizione: 690201 X(m); 5068701 Y(m) 32N]
Valore massimo 21	8,29E-001; [Posizione: 689801 X(m); 5068701 Y(m) 32N]
Valore massimo 22	8,14E-001; [Posizione: 690101 X(m); 5068801 Y(m) 32N]
Valore massimo 23	8,05E-001; [Posizione: 690101 X(m); 5068501 Y(m) 32N]
Valore massimo 24	7,97E-001; [Posizione: 690401 X(m); 5068701 Y(m) 32N]
Valore massimo 25	7,80E-001; [Posizione: 689701 X(m); 5068401 Y(m) 32N]



Valori in: $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	$\geq 8,0\text{E}-001$
	$\geq 6,9\text{E}-001$
	$\geq 4,6\text{E}-001$
	$\geq 3,5\text{E}-001$
	$\geq 1,2\text{E}-001$
	$\geq 2,1\text{E}-003$

Figura 3 - Parametro Polveri: Rappresentazione grafica con isolinee dei valori medi giornalieri espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annuale)

7. VALORI LIMITE DI QUALITÀ' DELL'ARIA

Valori Limite per il materiale particolato (PM10)

Periodo di mediazione	Valore limite	Numero massimo di superamenti rilevati
24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile	0
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10	0

8. CONCLUSIONI

Il D.lgs. 155/2010 prevede delle soglie di concentrazione in aria su base temporale giornaliera ed annuale per le polveri fini PM10.

Al fine di poter effettuare un confronto con il parametro normativo, si è assunto che il parametro "polveri" analizzato nella presente elaborazione coincida con il parametro PM10, anche se è ipotizzabile che solo una frazione delle polveri sia costituita da PM10. Tale confronto risulta prudenzialmente cautelativo.

Il Valore Limite (VL) annuale per la protezione della salute umana previsto dal D.Lgs. 155/2010 per il PM10 è di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; il Valore Limite (VL) giornaliero per la protezione della salute umana è di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte/anno.

Il confronto con i valori limite degli standard di qualità dell'aria evidenzia il rispetto degli stessi. Le concentrazioni attese al suolo nel dominio di applicazione del modello risultano trascurabili (comprese tra 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Valore

Tipologia dati meteorologici

Periodo dei dati

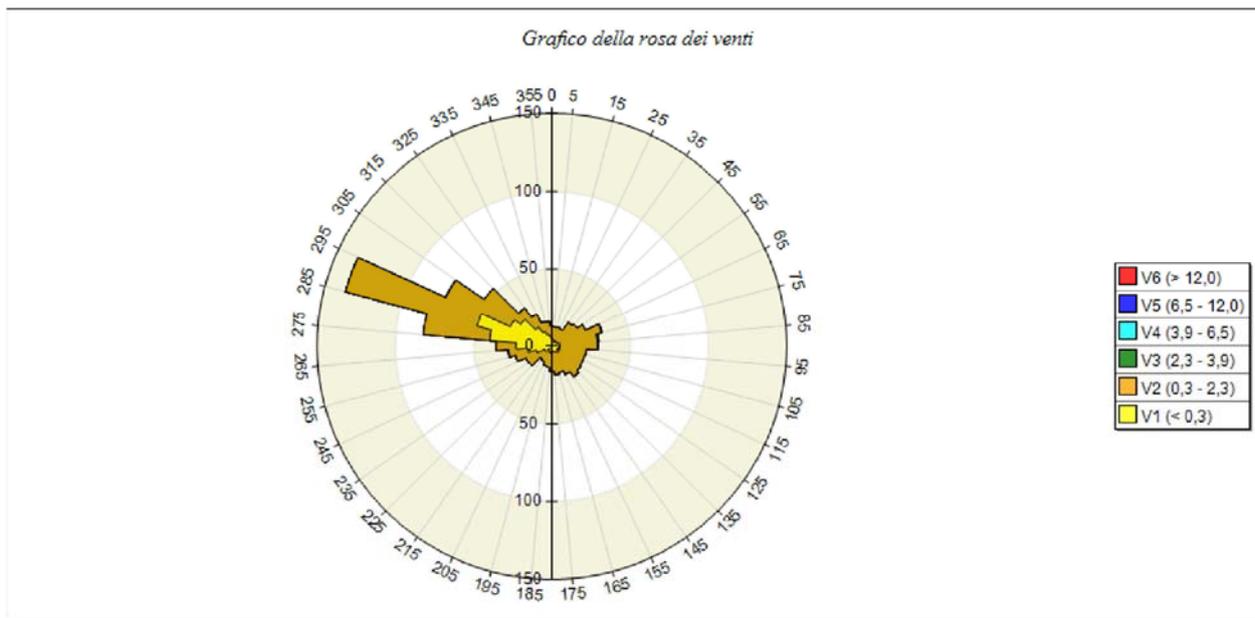
Ore totali

WinDimula file meteorologico stazione al suolo

01/01/2015 00:00:00 <-> 31/12/2015 23:00:00

8760

Rosa dei venti

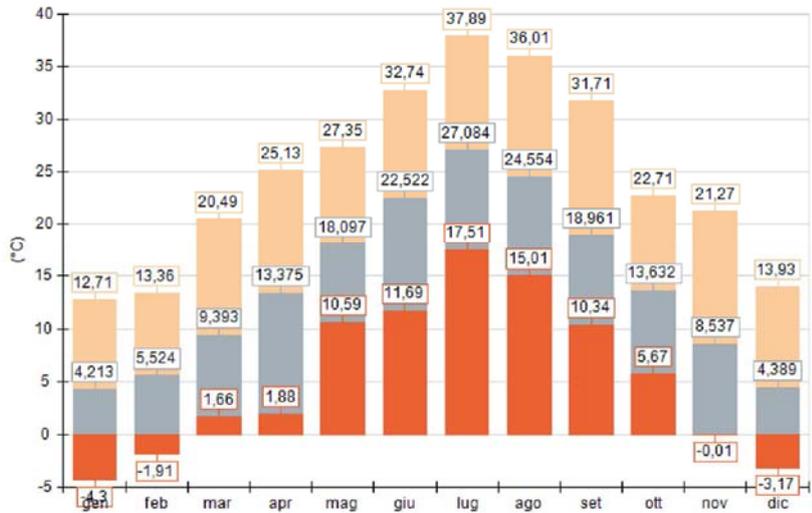


SECTORS	V1 (< 0,3)	V2 (0,3 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed
355,0 - 5,0	4,68	7,99	0,11	0,00	0,00	0,00	12,79	0,57
5,0 - 15,0	4,34	7,76	0,00	0,11	0,00	0,00	12,21	0,61
15,0 - 25,0	3,88	8,56	0,00	0,00	0,00	0,00	12,44	0,55
25,0 - 35,0	2,40	9,59	0,11	0,00	0,00	0,00	12,10	0,64
35,0 - 45,0	3,77	14,38	0,23	0,00	0,00	0,00	18,38	0,79
45,0 - 55,0	3,88	15,87	0,00	0,00	0,00	0,00	19,75	0,72
55,0 - 65,0	3,42	20,21	0,11	0,00	0,00	0,00	23,74	0,83
65,0 - 75,0	5,02	27,74	0,46	0,00	0,00	0,00	33,22	0,81
75,0 - 85,0	4,79	24,43	0,91	0,00	0,00	0,00	30,14	0,89
85,0 - 95,0	5,14	23,86	0,34	0,00	0,00	0,00	29,34	0,80
95,0 - 105,0	4,45	17,81	0,11	0,00	0,00	0,00	22,37	0,69
105,0 - 115,0	5,37	16,44	0,00	0,00	0,00	0,00	21,80	0,67
115,0 - 125,0	3,77	18,04	0,00	0,00	0,00	0,00	21,80	0,70
125,0 - 135,0	5,71	16,78	0,11	0,00	0,00	0,00	22,60	0,65
135,0 - 145,0	4,91	18,95	0,46	0,00	0,00	0,00	24,32	0,72
145,0 - 155,0	4,45	15,75	0,00	0,00	0,00	0,00	20,21	0,68
155,0 - 165,0	3,54	14,16	0,00	0,00	0,00	0,00	17,69	0,72
165,0 - 175,0	3,54	14,95	0,11	0,00	0,00	0,00	18,61	0,69
175,0 - 185,0	4,22	12,21	0,00	0,00	0,00	0,00	16,44	0,63
185,0 - 195,0	4,57	9,25	0,00	0,00	0,00	0,00	13,81	0,55
195,0 - 205,0	4,00	9,25	0,00	0,00	0,00	0,00	13,24	0,62
205,0 - 215,0	3,20	8,11	0,00	0,00	0,00	0,00	11,30	0,66
215,0 - 225,0	1,71	8,56	0,11	0,00	0,00	0,00	10,39	0,79
225,0 - 235,0	5,25	12,67	0,00	0,00	0,00	0,00	17,92	0,79
235,0 - 245,0	5,14	13,13	0,11	0,00	0,00	0,00	18,38	0,81
245,0 - 255,0	10,27	13,47	0,34	0,00	0,00	0,00	24,09	0,65
255,0 - 265,0	15,64	11,99	0,46	0,00	0,00	0,00	28,08	0,47
265,0 - 275,0	22,83	12,67	0,11	0,00	0,00	0,00	35,62	0,36
275,0 - 285,0	39,84	42,47	0,00	0,00	0,00	0,00	82,31	0,42
285,0 - 295,0	49,43	86,99	0,00	0,00	0,00	0,00	136,42	0,50
295,0 - 305,0	29,22	45,43	0,23	0,00	0,00	0,00	74,89	0,49
305,0 - 315,0	24,20	28,54	0,00	0,00	0,00	0,00	52,74	0,44
315,0 - 325,0	14,73	15,18	0,23	0,00	0,00	0,00	30,14	0,43
325,0 - 335,0	10,27	12,21	0,34	0,00	0,00	0,00	22,83	0,49
335,0 - 345,0	7,88	8,11	0,34	0,00	0,00	0,00	16,32	0,51
345,0 - 355,0	6,28	9,13	0,46	0,11	0,00	0,00	15,98	0,60
Variabili	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calme	5,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,59	0,00

Temperatura (°C)

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	-4,30	14,24	37,89
Primavera	1,66	13,62	27,35
Estate	11,69	24,74	37,89
Autunno	-0,01	13,71	31,71
Inverno	-4,30	4,68	13,93
gen	-4,30	4,21	12,71
feb	-1,91	5,52	13,36
mar	1,66	9,39	20,49
apr	1,88	13,37	25,13
mag	10,59	18,10	27,35
giu	11,69	22,52	32,74
lug	17,51	27,08	37,89
ago	15,01	24,55	36,01
set	10,34	18,96	31,71
ott	5,67	13,63	22,71
nov	-0,01	8,54	21,27
dic	-3,17	4,39	13,93

Temperatura minima, media massima (°C)



Precipitazione (mm/hr)

Periodo	Media	Massima	Cumulata
Anno	0,12	26,86	1032,43
Primavera	0,13	26,86	276,98
Estate	0,10	24,50	224,66
Autunno	0,14	24,09	309,48
Inverno	0,10	10,58	221,31
gen	0,11	10,58	79,71
feb	0,21	5,70	141,60
mar	0,13	5,62	98,74
apr	0,09	8,16	64,36
mag	0,15	26,86	113,88
giu	0,16	24,50	115,76
lug	0,08	19,19	58,76
ago	0,07	7,83	50,14
set	0,16	24,09	117,32
ott	0,23	10,52	167,44
nov	0,03	5,20	24,72
dic	0,00	0,00	0,00

Precipitazione cumulata (mm/hr)

