

## PROGETTO PRELIMINARE DI BONIFICA

### Allegato B

### Inquadramento geologico, idrogeologico e meteorologico

Committente: Gruppo Systema

Progettazione: Dott. Geol. Massimo Milano Kovacs (Ord. Geol. Lomb.n. 1021)

Ns. Rif.:R266\_1\_B



Milano, ottobre 2003

Revisione n°	Data	Tipo revisione/cap.	Redatto	Verificato/approvato
Rev.0	ottobre 2003		Kovacs	Bavestrelli

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti all'esercizio del mandato, al consiglio comunale Paolo Verzeletti, tenuto al segreto d'ufficio nei casi previsti dalla legge e con espresso divieto di riproduzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011

## INDICE

1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	3
1.1	Litologia dei terreni.....	3
1.2	Caratteristiche geotecniche dei terreni.....	3
2	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	4
2.1	Caratteristiche idrogeologiche dei terreni e andamento della superficie piezometrica.....	4
2.2	Conducibilità idraulica.....	5
2.3	Bilancio idrogeologico.....	6
2.4	Idrografia superficiale.....	6
3	INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO.....	7
3.1	Temperature.....	7
3.2	Precipitazioni.....	9
3.2.1	PRECIPITAZIONI MEDIE.....	9
3.2.2	PRECIPITAZIONI INTENSE.....	10
3.3	Venti.....	13
3.4	Stabilità atmosferica.....	13

## ELENCO APPENDICE

Tabelle e grafici dei dati piezometrici espresse in termini di soggiacenze e quote assolute

- AREA ACCINI
- AREA BARATTI
- AREA BICELLI

## ELENCO FIGURE

- Figura A1 - Carta della piezometria relativa ad agosto 2000 e a novembre 2000  
Figura A2 - Carta della piezometria relativa a gennaio 2001 e ad ottobre 2001  
Figura A3 - Carta della piezometria relativa a maggio 2002 e a dicembre 2002  
Figura A4 - Carta della piezometria relativa ad agosto 2003

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti il servizio del mandato, al consigliere comunale Paolo Perzeretti, tenuto al segreto d'ufficio nei casi previsti dalla legge, con espresso divieto di riproduzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011

# **1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

## **1.1 Litologia dei terreni**

L'area in esame è inserita in un territorio prettamente pianeggiante dove la superficie topografica è lievemente inclinata verso S-SO. Gli unici elementi morfologici che interrompono la monotonia locale del paesaggio sono le numerose cave, attive o inattive presenti in questa zona del comune di Montichiari.

Geologicamente l'area in esame appartiene alla zona di transizione tra alta e media pianura bresciana, caratterizzata dall'ampia diffusione di depositi fluvio-glaciali attribuibili temporaneamente al Wurm; questi depositi sono caratterizzati prevalentemente dalla diffusione di litotipi ghiaiosi e sabbiosi intercalati a lenti o livelli argillosi; in superficie è generalmente presente uno strato di alterazione argilloso di spessore ridotto e colore giallo-rosso.

Dall'analisi delle stratigrafie dei pozzi presenti in zona si evidenzia che i terreni presenti sono costituiti in prevalenza da una successione generalmente uniforme di ghiaie e ciottoli in una matrice sabbioso-limosa molto addensata e talora debolmente cementata. Non sono stati riscontrati fino alla profondità di -50 m dal p.c. orizzonti cementati di elevato spessore o livelli impermeabili argillosi o limosi che interrompono la continuità delle serie ghiaioso-sabbiose precedentemente descritta.

I terreni, in corrispondenza dell'area di interesse, presentano una natura prettamente grossolana come testimoniato dall'utilizzazione degli stessi per approvvigionamento di ghiaia nelle cave di inerti situate in prossimità dei siti (cava Sole Immomec nelle vicinanze dell'area Bicelli ed Accini, cava Belvedere nelle vicinanze dell'area Baratti).

## **1.2 Caratteristiche geotecniche dei terreni**

Come descritto nel precedente paragrafo i terreni che costituiscono lo strato interessato, nel passato per l'area di studio e nel presente nelle aree limitrofe, dall'attività estrattiva, sono costituiti da depositi alluvionali e fluvio glaciali costituiti prevalentemente da ghiaia grossolana ben arrotondata con trovanti e ciottoli con rara sabbia e rara matrice a comportamento coesivo.

Come rilevato dall'osservazione delle numerose depressioni di cava presenti nell'area e aventi le scarpate costituite dalla ghiaia naturale in sito (Cava Sole Immomec, Cava Trivella, Polo estrattivo di Montichiari), si può affermare che siamo in presenza di terreni con ottime caratteristiche geomeccaniche.

Per quanto riguarda la valutazione dei parametri geotecnici propri del terreno è stata presa in considerazione una "back-analysis" effettuata su una scarpata situata in prossimità del sito di progetto, presso il polo estrattivo Montichiari n.13. In tale analisi è stato considerato un fronte di 9 metri di altezza, costituito da tre successive balze verticali di 3 m, intervallate da due banche di circa 0,5 m. La scarpata si presentava stabile e pertanto sono state valutate le caratteristiche geotecniche minime della ghiaia assumendo (cautelativamente) che la parete presenti un coefficiente di sicurezza  $F_s = 1.0$  (condizione di equilibrio limite).

L'analisi è stata condotta mediante il codice PC-STABL6, messo a punto dall'Università del Wisconsin, basato sulla teoria dell'equilibrio limite, utilizzando il metodo di Bishop semplificato

(superfici di rottura circolari). I parametri che definiscono l'involuppo di rottura sono l'angolo d'attrito ( $\phi'$ ) e la coesione efficace ( $c'$ ).

Imponendo come dato di input un  $F_s$  pari a 1, si sono ricavati i seguenti parametri geotecnici:

$c'$ = coesione efficace	$\geq 10$ Kpa
$\phi'$ = angolo di attrito	$40^\circ + 45^\circ$
$\gamma'$ = peso di volume	$21$ kN/m <sup>3</sup>

Per sicurezza si è considerato come peso di volume il peso "satturo" e non il peso "secco" (leggermente inferiore).

## 2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

### 2.1 **Caratteristiche idrogeologiche dei terreni e andamento della superficie piezometrica**

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico dell'area è stato definito un modello concettuale dell'acquifero presente nel territorio. Al fine di ottenere una parametrizzazione del sottosuolo, è stata raccolta una serie di dati di campagna e letteratura e presso gli enti competenti. I dati sono stati tutti georeferenziati ed archiviati ed elaborati con il GIS Arcview 3.2a.

I risultati ottenuti hanno permesso di definire la piezometria dell'area di indagine, le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero, ed è stato effettuato un bilancio idrogeologico al fine di calcolare l'infiltrazione nel sottosuolo.

Partendo dai dati stratigrafici, idrogeologici ed idrologici, sono state definite, nell'area, le geometrie e limiti degli acquiferi intorno all'area di studio. Dal punto di vista delle condizioni al contorno, tale acquifero non presenta condizioni limitanti (vincoli idrogeologici); va comunque sottolineata la presenza di una fascia di risorgive, esterna all'area, nella porzione meridionale.

Nell'area di studio, è presente, una falda freatica, si può considerare come base dell'acquifero un orizzonte tra i 50 e 60 m dal p.c. di materiale fine, prevalentemente argilloso, avente uno spessore variabile attorno ai 10 m; come limite superiore è stato considerato la stessa superficie piezometrica.

La direzione di flusso è caratterizzata da un andamento prevalentemente N-S nella porzione settentrionale, e successivamente ruota progressivamente verso NE-SW procedendo verso sud. Scendendo nel dettaglio, per la ex cava Bicelli il gradiente è pari allo 0,11% con una direzione N-NE-S-SW, per la ex cava Accini 0,13% con direzione NE-SW, per la ex cava Baratti 0,094% con direzione NE-SW (si osservino le Figure A1 + A4).

Al fine di stimare l'oscillazione stagionale della falda è stata effettuata un'analisi delle serie storiche delle piezometrie della discarica Vals.Eco sita in località C.na Lunga a nord dell'abitato di Montichiari relativi al periodo luglio 1998 - marzo 2003, e del pozzo pubblico a scopo idropotabile di Castenedolo. Va precisato che si è scelto tale pozzo, sebbene sia distante dall'area di studio, poiché è risultato quello con la serie storica più lunga in zona (la serie spazia dal 1985 al 2000).

L'analisi dei dati ha mostrato come il massimo annuale piezometrico corrisponda in genere ai mesi tardo estivi ed autunnali (settembre - novembre), con una oscillazione media annuale intorno ai 5 m, per la discarica di Vals.Eco, mentre per il pozzo di Castenedolo, il grafico dei valori piezometrici mostra un livello di falda che non muta sostanzialmente valore nell'arco di 15 anni. Scendendo nel dettaglio del pozzo di Castenedolo, il valore massimo è stato registrato nel settembre 1985 (119,1 m s.l.m.), un anno che i dati di letteratura definiscono come un dato di massima per quasi tutta la pianura lombarda, secondo solo all'evento del 1977-78; il minimo è stato registrato nel maggio 1990 (113,4 m s.l.m.).

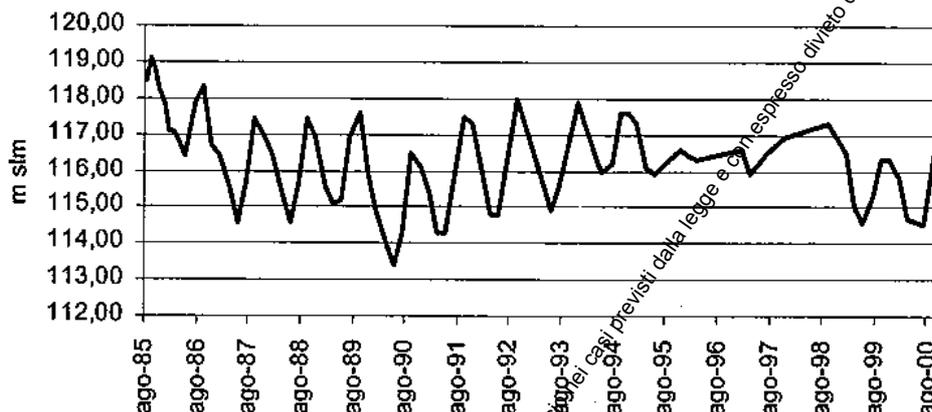


Figura 1: Oscillazione piezometrica del pozzo pubblico a scopo idropotabile - Castenedolo 1

L'analisi del tracciato piezometrico mostra un andamento in discesa per il periodo 1985-1990, dal 1990 al 1994 una leggera risalita per poi assestarsi. I valori relativi ai massimi stagionali degli ultimi anni sono di circa 1-2 metri inferiori rispetto ai massimi rilevati nel periodo precedente.

Per quanto riguarda l'andamento della piezometria a scala locale è stata effettuata una valutazione dell'oscillazione annuale della falda dai dati misurati in corrispondenza dei 4 piezometri di monitoraggio realizzati nel 2000 in ciascuna delle ex cave.

Il monitoraggio (attualmente ancora in corso) è stato effettuato dal 2000 all'agosto 2003 e presenta un'oscillazione media stagionale dell'ordine dei 3,63 m per la Accini, 4,04 m per la Baratti e di 4,15 m per la Bicelli, con i valori massimi relativi registrati rispettivamente nei periodi gennaio 2001, ottobre 2001 e dicembre 2002, mentre i minimi relativi si sono registrati in agosto 2000, maggio-giugno 2002 e agosto 2003.

L'andamento cartografico della superficie piezometrica relativa ai periodi di massimo e di minimo sono visibili nelle Figure A1+A4.

## 2.2 Conducibilità idraulica

La conducibilità idraulica (K) è stata dedotta elaborando dati di collaudo dei pozzi pubblici e confrontando tali dati con valori di letteratura (Bonomi e Verro, 1998). I dati di collaudo sono stati elaborati in formato puntiforme attraverso l'applicazione del metodo sia in forma di parametro calcolato, e sia in forma di dati di collaudo di pozzi. I dati puntiformi relativi ai singoli pozzi sono stati ricavati tramite la procedura proposta da Bradbury e Rothschild (1985) che integra il

metodo proposto da Theis et al. (1963) considerando sia le perdite di carico e sia i pozzi non completi (ovvero non fenestrati per tutto lo spessore dell'acquifero).

Tali dati sono stati poi interpolati con un apposito software di interpolazione (GSTAT) col metodo Kriging e il variogramma di Bessel; è stato così possibile stimare sia i valori più probabili che la varianza (V) associata al dato. Scendendo nel dettaglio, l'area di progetto relativa all'ex cava Bicelli presenta una K di 96 m/g (V = 6), la ex cava Accini ha una K pari a 77,5 m/g (V = 6,99) e la ex cava Baratti ha una K pari a 63 m/g (V = 7,7).

## 2.3 Bilancio idrogeologico

Per definire il bilancio idrogeologico, al fine di determinare l'infiltrazione efficace delle precipitazioni, sono stati archiviati ed elaborati i dati relativi al periodo 1952 - 2002 provenienti dalla stazione meteorologica gestita dall'Aeronautica Militare situata nel comune di Ghedi (BS).

In via cautelativa è stata effettuata una prima elaborazione partendo da dati di precipitazione e temperatura riferiti al 1976, anno mediano del triennio, 1975-1977, che ha fatto registrare le precipitazioni maggiori dell'ultimo ventennio, (1123 mm/a contro un valore medio annuo relativo al periodo 1952-2002 di 894 mm/a).

Il bilancio idrogeologico è stato calcolato tramite la formula, applicata su base mensile:

$$\text{Precipitazioni} = \text{Evapotraspirazione (E)} + \text{Ruscellamento (R)} + \text{Infiltrazione (I)}$$

Per il calcolo dell'evapotraspirazione reale da sottrarre alle precipitazioni si è fatto ricorso ad un modello composto da due fasi distinte. In una prima fase si è calcolata l'evapotraspirazione potenziale, calcolata col metodo di Thornthwaite, in base a latitudine e temperature medie mensili; in una seconda fase si è applicato un semplice modello di calcolo che computa l'evapotraspirazione reale basandosi sulla potenziale, sulle piovosità mensili e sulla capacità di campo (80 mm). La potenziale è risultata essere pari a 756 mm/anno, la reale a 663 mm/anno

Il ruscellamento viene calcolato dallo stesso modello che stima l'evapotraspirazione reale, ed è risultato essere pari a 199 mm/anno

Applicando la formula sopra indicata ai dati del 1976 si ha:

$$1123 = 663 + 199 + I$$

$$I = 261 \text{ mm/anno}$$

I dati su cui si sono fatte le elaborazioni provengono dalla stazione meteorologica di Ghedi.

## 2.4 Idrografia superficiale

L'area, nella quale sono ubicate le ex cave in progetto, è situata tra il torrente Garza ed il fiume Chiese; il primo scorre in direzione nord sud a circa 1.300 metri ad ovest dell'area ed è caratterizzato, in questo tratto del suo percorso, da argini artificiali; il secondo scorre sempre in direzione nord sud ad una distanza di circa 4,5 km verso Est.

Nell'area circostante il sito di progetto sono attualmente presenti 3 zone di affioramento delle acque della falda freatica costituite da depressioni di cava, ancora in attività o dismesse; si hanno infatti: il lago della cava Sole Immomec situato ad una distanza di circa di 60 metri in direzione Nord-Ovest rispetto all'area dell'ex cava Bicelli, il laghetto della Cava Belvedere

situato a circa 450 metri in direzione Nord-Ovest dalla ex cava Baratti ed un laghetto, di ridotte dimensioni, posto tra la ex cava Baratti e la Accini.

### 3 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

La caratterizzazione meteo climatica a scala locale è stata effettuata considerando i dati della Stazione di Brescia-Ghedi (BS), gestita dalla Aeronautica Militare e della Stazione della discarica Vals.Eco, a Montichiari, gestita da Systema Srl che ha gentilmente messo a disposizione le proprie rilevazioni.

I dati raccolti sono riferiti a:

- Temperatura;
- Precipitazione;
- Anemometria.

Tabella 3.1: caratteristiche delle stazioni meteorologiche considerate

Stazione	Quota topografica in m s.l.m.	Ubicazione	Distanza dal sito in m	Altezza dell'anemometro in m s.l.m.
Ghedi	103	Pianura	5.000	113
Discarica Vals.Eco	117	pianura	4.000	127

È da considerare che la stazione di Brescia Ghedi, che dista dall'area in esame circa 10 Km, fornisce i dati per un arco temporale di circa 50 anni (1951-2002), organizzati secondo frequenze annuali e stagionali, relativi alla direzione e velocità del vento, classi di stabilità atmosferica, entità delle precipitazioni, delle nebbie, dell'insolazione e della nuvolosità, dati che risultano significativi sia per la rappresentatività della stazione che è ubicata in un'area con condizioni ambientali molto simili a quella dell'area di progetto, sia perché il periodo di copertura dei dati e la loro elaborazione sono ottimali ai fini previsionali dei presenti progetti.

Per i dati sulle precipitazioni intense si è fatto riferimento all'Osservatorio Meteorologico dell'Istituto Tecnico Agrario "G. Pastori".

#### 3.1 Temperature

Si riportano in Tabella le temperature medie mensili di tutte le stazioni considerate

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato di comparizione con cui è stato disposto l'arresto del signor ... nei casi previsti dalla legge e con espresso divieto di pubblicazione e diffusione. Montichiari, 06/12/2011

## 3.2 Precipitazioni

### 3.2.1 Precipitazioni medie

Tabella 3.3.: Precipitazioni medie mensili e totali

Mesi	Ghedi	Discarica Vals.Eco
Gennaio	56,6	21,0
Febbraio	47,2	102,40
Marzo	57,1	16,20
Aprile	72,5	85,30
Maggio	87,9	102,60
Giugno	82,3	54,60
Luglio	73,3	105,80
Agosto	84,3	189,60
Settembre	83,7	68,10
Ottobre	107,4	43,20
Novembre	84,2	120,50
Dicembre	62,4	62,60
<b>Totali</b>	<b>894,4</b>	<b>963,9</b>

E' da considerare che la stazione maggiormente significativa è quella dell'aeroporto militare di Ghedi poiché copre una serie storica di dati che è superiore ad un cinquantennio; inoltre la stazione di Ghedi, oltre a fornire il maggior numero di dati (temperatura piovosità umidità relativa, nebbie, stabilità atmosferica e venti) dista dal sito in 10 km circa. L'altra stazione (discariche Vals.Eco) viene comunque considerata nell'analisi delle variabili meteorologiche poiché è la stazione più prossima al sito e quindi, se comparata con la stazione di Ghedi, può dare indicazioni a scala maggiormente locale.

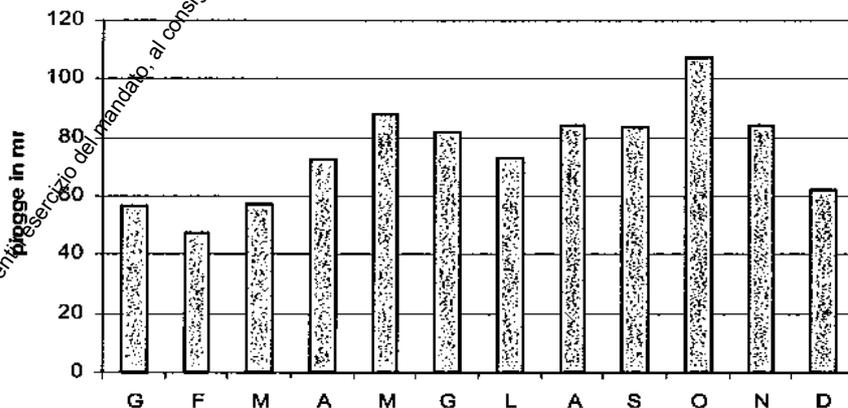


Figura 3: pluviogramma della stazione dell'Aeronautica Militare di Brescia Ghedi (1951 - 2002)

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato, al consigliere municipalizzato. Il presente documento è stato depositato in un archivio digitale. Montichiari II 06.12.2011

Tabella 3.2: temperature medie mensili e medie annuali delle stazioni considerate.

Mesi	Ghedi	Discarica Vals.Eco
Gennaio	0,4	3,6
Febbraio	4,2	5,1
Marzo	9,0	10,3
Aprile	12,0	11,4
Maggio	16,5	20,1
Giugno	21,0	24,2
Luglio	23,4	24,7
Agosto	23,0	23,3
Settembre	19,1	19,4
Ottobre	12,4	14,6
Novembre	6,0	10,5
Dicembre	1,4	5,7
Media totale	12,4	14,3

Si può notare come la temperature massime siano nel periodo estivo (23-24 °C) mentre le minime siano a dicembre gennaio (0,4-1,6 °C), mentre le medie registrate dalla stazione della discarica Vals.Eco siano di circa due gradi superiori a quella registrata dalla stazione dell'aeronautica Militare; tale differenza si può attribuire al periodo di mediazione del dato che per la stazione di Ghedi è pari a quarant'anni, mentre per l'altra stazione è di soli due anni.

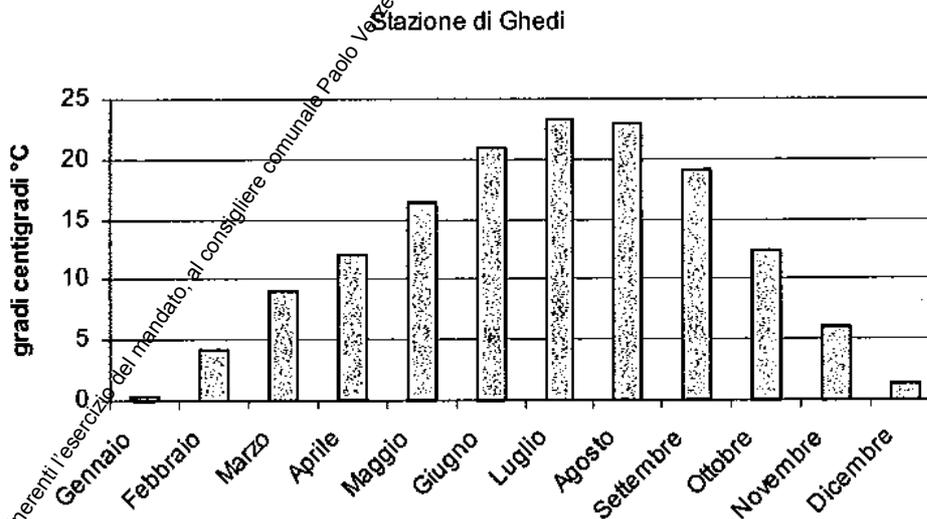


Figura 2: temperature medie mensili della stazione dell'Aer. Militare di Brescia Ghedi (1951 - 2002)

La copia è rilasciata in carta libera per finalità inerenti l'esercizio del mandato, al consigliere comunale Paolo Varetto, tenuto al segreto sul caso previsto dalla legge e con espresso divieto di riproduzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011

La zona in esame è quindi caratterizzata da un regime pluviometrico equinoziale autunnale con massimo assoluto nel mese di ottobre (riferimento ai dati di Ghedi) e massimo relativo in maggio e in agosto, il minimo è situato nella stagione invernale in febbraio.

Il clima generale dell'area appartiene, in base alla classificazione di Koppen (1931) alla zona dei climi "temperato - caldo piovosi", poiché la temperatura media ricade nell'intervallo compreso tra 18°C e -3°C. Secondo la classificazione di De Martone appartiene alla categoria dei "climi temperati con inverno "presentando solo sette mesi all'anno con temperatura superiore a 10 ° C. Secondo De Philippis il territorio in esame ricade nel "tipo climatico con inverno marcato o clima temperato freddo" caratterizzato da 4 a 8 mesi con temperatura superiore a 10° e temperatura del mese più caldo è superiore a 23°C.

### 3.2.2 Precipitazioni intense

Ai fini del dimensionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche, è necessario avvalersi di dati di precipitazioni intense. In tal caso si sono usati i dati di massima precipitazione annua di breve durata registrati alla stazione pluviografica di Brescia (Istituto Pastori). Osservatorio Meteorologico dell'Istituto Tecnico Agrario "G. Pastori".

La curva di possibilità climatica o pluviometrica, espressa nella forma monomia:

$$h(t) = a \cdot t^n \quad (1)$$

lega l'altezza di pioggia  $h$  (espressa in mm) che in un prefissato numero di anni  $T$  è superata in media una sola volta, alla durata  $t$  della pioggia stessa (in ore).

Le due costanti  $a$  ed  $n$  dipendono dal valore assunto da  $T$ , che prende il nome di tempo di ritorno.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica nelle stazioni di misura è stata effettuata sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate considerate, definendo i parametri  $a$  ed  $n$  per i tempi di ritorno di 5, 10, 20 anni.

Vengono riportati di seguito i valori annuali relativi alla quantità massima delle precipitazioni atmosferiche (pioggia espressa in mm) rilevati negli archi di tempo sottoindicati, dall'anno 1950 all'anno 2001.

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato, al Consiglieri Comunale Paolo Verzetti, in nome del segreto d'ufficio nei casi previsti dalla legge con espresso divieto di riproduzione e diffusione. Montebelluna 06.12.2011

Tabella 3.4 - Precipitazioni di massima intensità registrate nella stazione pluviografica di Brescia Pastori

ANNO	15'	30'	45'	1h	3 h	6 h	12 h	24 h
1950	20	23	27	35	75	90	94	103
1951	27	47	49	50	62	62	108	132
1952	25	35	44	48	55	55	55	58
1953	12	20	32	42	45	60	80	132
1954	20	25	32	39	45	45	45	47
1955	20	25	30	33	43	43	58	64
1956	10	17	18	19	31	40	58	58
1957	15	30	32	33	36	37	43	73
1958	6	12	16	18	22	56	93	118
1959	26	36	38	40	88	97	97	97
1960	20	24	25	26	33	39	71	79
1961	40	55	80	93	97	111	111	111
1962	20	22	24	26	34	47	43	51
1963	20	30	40	50	80	91	93	101
1964	15	18	22	26	34	34	51	63
1965	15	20	25	25	38	50	64	64
1966	40	42	43	43	45	45	45	71
1967	10	20	20	20	22	25	29	48
1968	13	27	30	33	68	72	72	80
1969	12	20	20	32	36	46	46	54
1970	15	16	18	19	22	30	30	56
1971	28	28	28	28	29	33	45	48
1972	18	18	18	19	22	27	40	50
1973	30	35	36	37	43	49	50	52
1974	20	25	29	31	38	42	49	69
1975	14	20	28	28	28	37	60	81
1976	50	50	50	50	50	50	72	94
1977	10	17	25	47	47	47	63	83
1978	12	17	22	24	28	45	53	53
1979	6	11	13	20	34	38	55	69
1980	10	15	17	19	23	31	54	87
1981	10	16	20	29	45	47	47	54
1982	25	48	73	74	75	75	75	89
1983	10	14	15	17	23	32	43	47
1984	14	17	19	20	40	48	50	55
1985	20	25	25	25	25	28	44	59
1986	15	25	28	31	32	34	35	64
1987	20	32	32	32	32	32	37	42
1988	14	20	22	25	52	56	56	57
1989	20	21	35	37	58	63	63	71
1990	15	21	29	29	35	35	43	49
1991	20	38	43	44	44	44	59	85
1992	18	19	20	22	32	49	68	90
1993	-	40	50	70	93	93	93	107
1994	12	17	26	30	55	61	69	74
1995	20	28	30	33	36	38	48	60
1996	21	23	25	35	40	45	59	59
1997	15	24	26	30	38	57	64	64
1998	24	25	29	38	45	64	75	80
1999	21	23	23	23	31	44	48	57
2000	20	40	43	60	85	90	118	118
2001	25	35	40	46	59	59	59	59

Pioggia non quantificata a causa della forte intensità di caduta

La copia è rilasciata in conformità dell'esercizio del mandato di comparizione del consigliere comunale della Verzelina, venuto a conoscenza del presente ufficio nei casi previsti dalla legge e con il consenso espresso di riproduzione e diffusione. Montana, 06.12.2011

I dati relativi ad ogni durata sono stati interpretati con la legge asintotica del massimo valore o legge di Gumbel, largamente utilizzata in questo tipo di elaborazioni.

Alle precipitazioni massime di data durata, intese come eventi estremi che costituiscono una serie di elementi fra loro indipendenti, può applicarsi la descrizione statistica di Gumbel, comune, com'è noto, a molte serie idrologiche.

Per ognuna delle diverse durate  $t$  si sono calcolati i valori dell'altezza di pioggia  $ht(T)$  corrispondenti ai diversi tempi di ritorno prefissati.

Tabella 3.5 - Altezze di precipitazione di durata  $t$  relative al tempo di ritorno  $T$

$t/T$	5	10	20
15'	14,23	14,34	14,45
30'	20,45	20,54	20,63
45'	23,15	23,22	23,29
1 h	26,07	26,13	26,19
3 h	33,63	33,68	33,73
6 h	39,76	39,81	39,85
12 h	49,15	49,20	49,24
24 h	59,61	59,66	59,70

Avendo scelto per la curva segnalatrice di possibilità pluviometrica l'espressione monomia  $h = a \cdot t(n)$ , per ogni valore di  $T$  sono riportati su carta logaritmica i punti di coordinate  $(t, h)$  corrispondenti ai valori calcolati riportati in tabella.

La figura seguente mostra su carta logaritmica i punti e le rette interpolanti relative al tempo di ritorno pari a 10 anni.

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato, al Consiglio Regionale Paolo Vizzari, tenuto segreto d'ufficio nei casi previsti dalla legge e con l'approvazione del Consiglio Regionale. Montepalermo, 06.12.2011

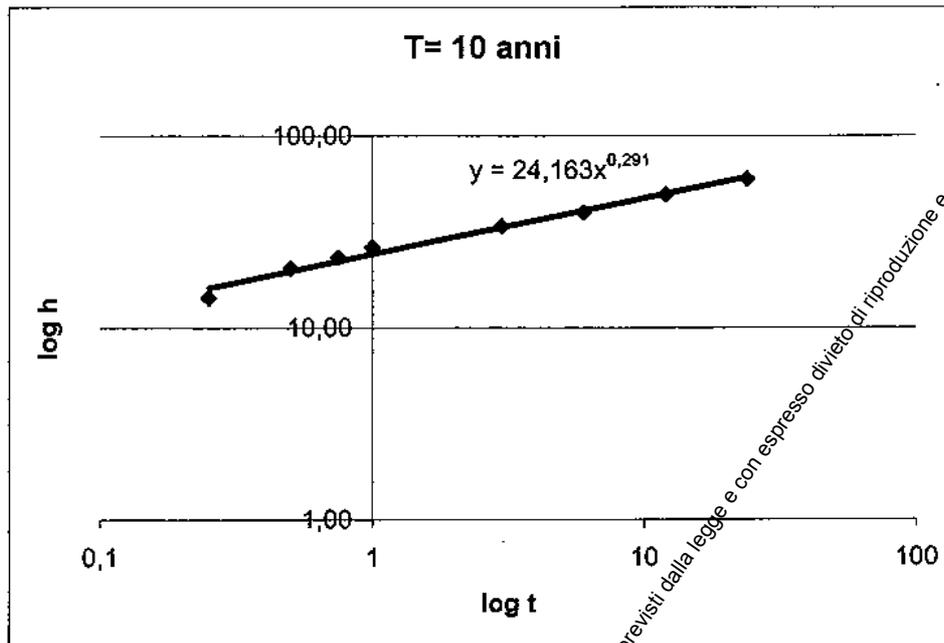


Figura 4 – Retta interpolante per un tempo di ritorno di 10 anni.

### 3.3 Venti

In base alle osservazioni raccolte presso la stazione di Brescia Ghedi, la direzione prevalente dei venti risulta essere, per quasi tutto l'arco dell'anno, da est-nord-est verso ovest-sud-ovest, eccetto per la stagione invernale, quando venti da ovest verso est risultano più frequenti.

Dai dati raccolti alla stazione di Brescia Ghedi, i venti di intensità superiore ai 2 nodi (circa 1 m/s) a 10 metri dal suolo sono stati rilevati solamente nel 40% delle osservazioni, mentre il 60% delle stesse evidenzia condizioni di calma anemometrica (velocità a 10 metri dal suolo inferiori al nodo). Si ricorda che un nodo corrisponde a 0,51 m/s.

Inoltre, nella maggior parte dei casi (75% delle osservazioni con vento a 10 metri superiore ai 2 nodi – oppure 90% delle osservazioni totali), i venti a 10 metri non superano i 7 nodi ed hanno una provenienza prevalentemente da Est-Nord Est.

### 3.4 Stabilità atmosferica

La dispersione degli inquinanti rilasciati nell'atmosfera è spesso fortemente condizionata da circolazioni di piccola scala (breeze, venti di pendio, ...) e moti di scala ancora inferiore (pennacchi termiche, ...).

Questi, oltre che dalle condizioni meteorologiche di scala maggiore (sinottiche), risentono fortemente della topografia e delle caratteristiche del suolo, sia da un punto di vista "meccanico" (la presenza ed il tipo di vegetazione, la presenza ed il tipo di costruzioni, determinano infatti la scabrezza della superficie terrestre) che da un punto di vista di scambio termico.

La copia è rilasciata in formato elettronico per finalità informative e non ha valore legale. È tenuto al segreto d'ufficio nei casi previsti dalla legge e con espresso divieto di riproduzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011

Sempre nell'ambito dei problemi della dispersione di inquinanti, importanza basilare viene rivestita dalle condizioni di stabilità dell'atmosfera, ossia dalla possibilità più o meno consistente che nell'atmosfera si sviluppino moti verticali.

Prescindendo dal rigore della nozione di stabilità dell'atmosfera (per la quale si rinvia alla letteratura specializzata – ad esempio Arya, 1988), si può dire che, ignorando l'effetto del contenuto d'acqua nell'aria, le condizioni locali di stabilità atmosferica vengono definite a partire dai profili verticali della temperatura (o, più propriamente, della temperatura potenziale, che è una grandezza derivata dalla temperatura e dalla pressione).

In base al segno del gradiente verticale della temperatura potenziale è possibile distinguere:

- stratificazione atmosferica stabile (gradiente verticale della temperatura potenziale positivo);
- stratificazione atmosferica neutra (gradiente verticale della temperatura potenziale nullo);
- stratificazione atmosferica instabile (gradiente verticale della temperatura potenziale negativo).

Se la stratificazione dell'atmosfera è stabile i moti verticali risultano inibiti e la dispersione di inquinanti difficoltosa; viceversa in condizioni di stratificazione termica instabile.

Nel caso in cui non si disponga di profili verticali di temperatura potenziale, le condizioni di stabilità dell'atmosfera possono essere desunte in base a più semplici parametri relativi alla nuvolosità e all'insolazione e a misure della velocità del vento, utilizzando ad esempio le classi di Pasquill (le quali sono definite come illustrate nella tabella riportata di seguito, con il seguente significato delle lettere: A estremamente instabile, B moderatamente instabile, C debolmente instabile, D quasi neutro (applicabile a cielo molto coperto, sia di giorno che di notte), E debolmente stabile, F moderatamente stabile).

I dati della stazione dell'Aeronautica Militare di Brescia Ghedi relativi alle condizioni di stabilità atmosferica sono raccolti nella Tabella sottostante in cui si riportano le frequenze annuali (in millesimi) delle classi di stabilità registrate dal 1951 al 1991 suddivise per stagione.

Tabella 3.6: Distribuzione delle frequenze stagionali ed annuali delle classi di stabilità atmosferica rilevate a Brescia Ghedi.

Stagioni	Classi di stabilità ‰							Totale
	Nebbia	A	B	C	D	E	F	
Dic-gen-feb	46,72	0,8	8,98	4,41	122,82	8,61	58,56	250,18
Mar-apr-mag	1,57	13,19	27,08	13,45	118,92	12,43	68,27	254,89
Giu-lug-ago	0,05	31,26	42,69	12,5	71,09	11,24	77,02	245,85
Sett-ott-nov	14,71	6,86	23,25	6,59	106,23	8,36	83,08	249,08
Totale	63,06	51,83	101,99	36,95	419,06	40,64	286,93	1000,00

Da i dati riportati in Tabella si evince che la classe più rappresentata è quella D relativa alla neutralità (42% delle osservazioni).

Le condizioni neutre si hanno soprattutto durante le ore di transizione fra la notte e il giorno (ma in tal caso hanno breve durata), quando si ha vasta copertura nuvolosa, o in presenza di forti venti (velocità a 10 m di altezza maggiore di 6 m/s – 12 nodi).

Condizioni di instabilità (classi A, B, C) si verificano nel 19% delle osservazioni, mentre condizioni di stabilità hanno luogo per il 33% delle osservazioni effettuate.

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato, al consigliere comunale Paolo Verzeletti, tenuto al segreto d'ufficio nei casi previsti dalla legge e con espresso divieto di riproduzione e diffusione. Montedison 06.12.2011