

**COMMITTENTI:**

**IMMOBILIARE LIVIGNO S.R.L. – BAREGGIO (MI)**

**TECNOERRE S.R.L. – BAREGGIO (MI)**

**3008\_19**

**- RELAZIONE IDROGEOLOGICA A SUPPORTO DELL'INVARIANZA  
IDRAULICA ED IDROLOGICA, AI SENSI DEL R.R. n. 7/2017 –**

**PROGETTO DI NUOVE OPERE DI URBANIZZAZIONE  
PRESSO L'AREA "EX SAPLA" DI VIA TRIESTE A BAREGGIO (MI)**

**MONZA, 23 GENNAIO 2019**

1.	PREMESSA.....	2
2.	CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO .....	3
3.	LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO.....	4
4.	PIEZOMETRIA LOCALE .....	5
5.	VINCOLI DI NATURA IDROGEOLOGICA-IDRAULICA.....	5
6.	CALCOLO DEL VOLUME DA GESTIRE .....	5
7.	STIMA DELLA PERMEABILITA' DEL TERRENO E INFILTRAZIONE.....	7
8.	CONCLUSIONI.....	11
9.	ALLEGATO .....	12

## **1. PREMESSA**

Il presente documento contiene la relazione idrogeologica, parte integrante della documentazione tecnica di progetto, relativa al rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica delle nuove opere di urbanizzazione in via Trieste a Bareggio (MI), presso l'area "ex Sapla".

Le società committenti sono:

- Immobiliare Livigno s.r.l., con sede in Bareggio via Monviso n. 11;
- Tecnoerre s.r.l., con sede in Bareggio via Trieste n. 29.

Il presente documento viene redatto ai sensi del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 – n.7, pubblicato sul supplemento n. 48 BURL del 27 novembre 2017.

Ai sensi del predetto regolamento, la progettazione esecutiva degli interventi dovrà comprendere anche il progetto di invarianza idraulica e idrologica, firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici, redatto conformemente alle disposizioni del regolamento; tale progetto, è allegato alla domanda di permesso di costruire, o alla segnalazione certificata di inizio attività o alla comunicazione di inizio lavori asseverata.

Nei casi di impermeabilizzazione potenziale media (caso di Bareggio), di cui alla tabella 1 dell'articolo 9, ricadenti nelle aree assoggettate ai limiti indicati per gli ambiti territoriali delle aree A e B dell'articolo 7, e quindi nei casi in cui non si applicano i requisiti minimi di cui all'articolo 12, comma 2, il progetto di invarianza idraulica e idrologica deve essere corredato con i calcoli, le valutazioni, i grafici e i disegni effettuati a livello di dettaglio corrispondente ad un progetto almeno definitivo, osservando le procedure e metodologie di cui all'articolo 11.

A tale scopo, nella presente relazione vengono riportati:

- calcolo delle precipitazioni di progetto;
- calcoli del processo di infiltrazione nelle aree di progetto;
- calcoli del processo di laminazione negli invasi da realizzare.

## 2. CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO

Ai fini dell'individuazione delle diverse modalità di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, gli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica sono suddivisi nelle classi di cui alla tabella 1 del R.R. 7/2017, a seconda della superficie interessata dall'intervento e del coefficiente di deflusso medio ponderale, calcolato ai sensi dell'articolo 11, comma 2, lettera c), numero 7).

La modalità di calcolo da applicare per ogni intervento, come definita nella tabella 1, dipende dalla classe di intervento indicata nella stessa tabella e dall'ambito territoriale in cui lo stesso ricade, ai sensi dell'articolo 7.

Tabella 1

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,01 \text{ ha } (\leq 100 \text{ mq})$	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	$da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha } (\leq 1.000 \text{ mq})$	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	$da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha } (\leq 1.000 \text{ mq})$	$> 0,4$	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		$da > 0,1 \text{ a } \leq 1 \text{ ha } (da > 1.000 \text{ a } \leq 10.000 \text{ mq})$	qualsiasi		
		$da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha } (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$	$\leq 0,4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	$da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha } (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$	$> 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		$> 10 \text{ ha } (> 100.000 \text{ mq})$	qualsiasi		

Le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione e non all'intero lotto.

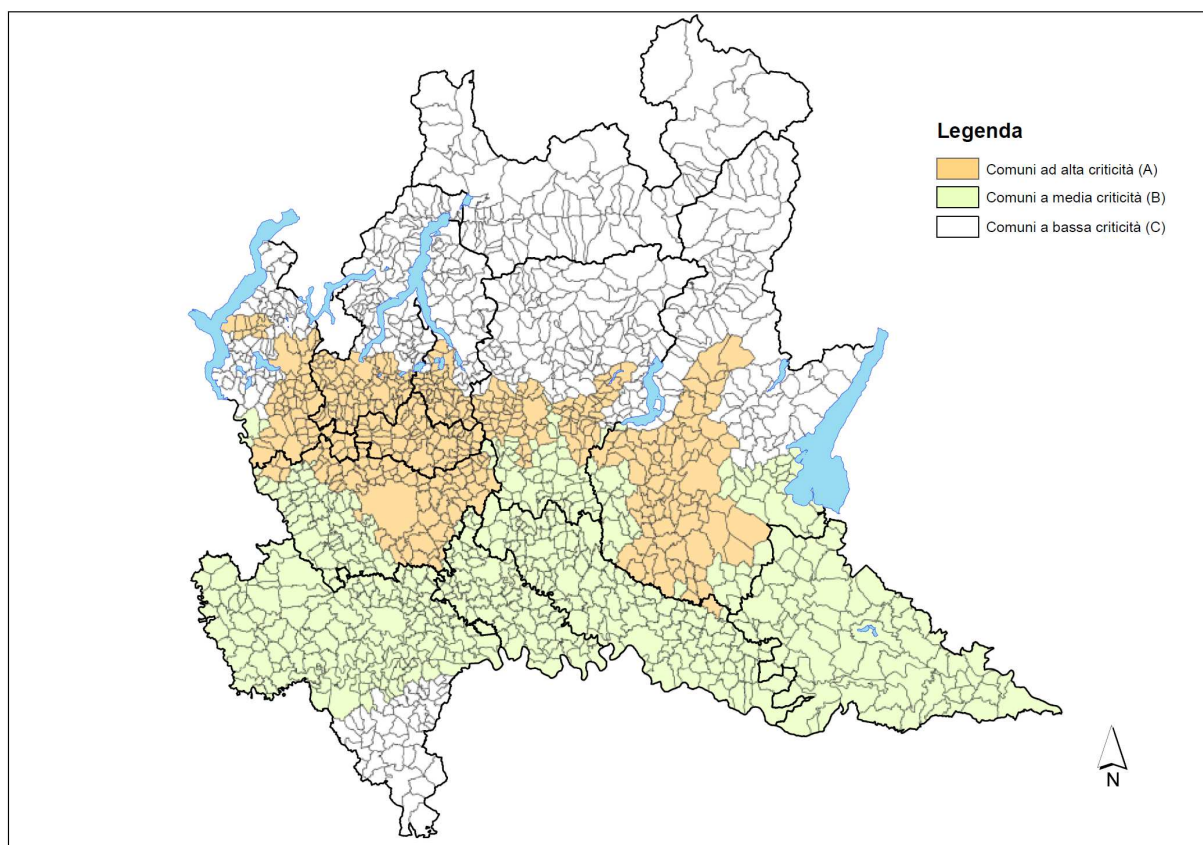
Art. 3 comma 3 del R.R. 7/2017: "Nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e i parcheggi, le misure di invarianza idraulica e idrologica di cui al presente regolamento sono da prevedere sia per interventi di riassetto, adeguamento, allargamento di infrastrutture già presenti sul territorio, sia per nuove sedi stradali o di parcheggio, con riferimento alle componenti che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'impermeabilizzazione. Le corrispondenti misure di invarianza idraulica e idrologica sono da calcolare in rapporto alla superficie interessata da tali interventi".

### **3. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO**

Il territorio lombardo è stato suddiviso in tre ambiti in cui sono inseriti i Comuni, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori:

Ad ogni Comune è associata una criticità (Allegati B-C del R.R. 7/2017):

- A – alta criticità
- B – media criticità
- C – bassa criticità



In base a tale suddivisione l'intervento ricade nel bacino idrografico del Fiume Olona ed è ubicato all'interno dell'area a media criticità (B).

#### **4. PIEZOMETRIA LOCALE**

Dai dati ricavati dal P.G.T. comunale e dalla Carta Idrogeologica si evince che la profondità della falda freatica in questa zona di Bareggio è di circa 4-5 metri dal piano stradale.

#### **5. VINCOLI DI NATURA IDROGEOLOGICA-IDRAULICA**

Il sistema idrografico del territorio di Bareggio si compone di soli elementi artificiali che formano tre sotto-sistemi costituiti dal reticolo irriguo derivato dal Canale Villoresi, dai fontanili e dal Canale Scolmatore delle Piene di Nord-Ovest.

In particolare, l'area oggetto di intervento risulta esterna a tutte le fasce di rispetto di natura idraulica e, pertanto, non è vincolata da questo punto di vista.

Inoltre, dalla mappa del rischio idraulico (visibile sul GeoPortale della Lombardia) della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – DLgs 49/2010 – “Adozione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico Padano (PGRA) e del Progetto di Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI)”, si evince che l'area di intervento ricade nell'ambito delle aree non allagabili.

#### **6. CALCOLO DEL VOLUME DA GESTIRE**

Come indicato nel capitolo 3, il comune di Bareggio è ubicato all'interno dell'area a media criticità (B).

La portata massima ammessa al ricettore per le zone così classificate ai sensi dell'Art. 8 del R.R. 7/2017 risulta  $u_{lim}$  pari a 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Si intende con ricettore il corpo idrico naturale o artificiale nel quale si immettono le acque meteoriche.

Attraverso il portale [www.idro.arpalombardia.it](http://www.idro.arpalombardia.it), si procede alla determinazione della curva di possibilità climatica per la zona interessata dall'intervento nella forma:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$
$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\langle 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\rangle$$

Ottenendo per il tempo di ritorno 50 anni i seguenti parametri:

- $a = 61,9 \text{ mm/ora}^n$ ;
- $n = 0,5$  per durate  $D < 1$  ora e  $0,3134$  per durate  $D \geq 1$  ora.

Il dettaglio della curva di possibilità climatica per il sito in esame è fornito in allegato.

Il progetto consiste nella realizzazione di nuove opere di urbanizzazione in via Trieste, consistenti in nuovi parcheggi, marciapiedi e aiuole, così suddivisi:

- La superficie totale dell'area è di circa  $3280 \text{ m}^2$ .
- La superficie permeabile (aiuole) di progetto risulta essere di circa  $530 \text{ m}^2$ ;
- La superficie impermeabile (marciapiedi e parcheggi) è di circa  $2750 \text{ m}^2$ .

Assumendo un coefficiente di deflusso (articolo 11, comma 2, lettera d del regolamento) pari a 1 per le parti impermeabili e pari a 0,3 per le aree permeabili, si ottengono i seguenti parametri:

- superficie scolante impermeabile  $\rightarrow S_{si} = 2750 \cdot 1,0 = 2750 \text{ m}^2 = 0,275 \text{ ha}$ .
- coefficiente di deflusso medio ponderale  $\rightarrow \varphi_m = (2750 \cdot 1 + 530 \cdot 0,3) / 3280 = 0,8868 > 0,4$ .

La classe di intervento è 2 (impermeabilizzazione potenziale media) e deve essere applicato il "Metodo delle Piogge" (vedi Tabella 1 a pag. 3).

Lo scarico dell'invaso di laminazione potrà essere addotto al corpo ricettore (dispersione nel sottosuolo), nel rispetto della portata limite ammissibile complessiva che, essendo  $u_{lim} = 20 \text{ l/s}$  per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento è pari a:

$$Q_{lim} = 0,275 \text{ ettari} \times 0,8868 \times 20 = 4,87 \text{ l/s}.$$

Applicando le formule (4') e (5') dell'All. G del R.R. n. 7/2017

$$D_w = \left( \frac{u_{\text{lim}}}{2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$
$$w_0 = 10 \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot u_{\text{lim}} \cdot D_w$$

si ottengono i seguenti risultati:

- durata critica  $D_w = 3,56$  ore (utilizzando l'esponente  $n = 0,3134$  valido per  $D \geq 1$  ora);
- volume di laminazione  $W_0 = 560,986 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$ .

Il volume così calcolato è minore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 comma 2 del regolamento) pari a  $600 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$  per aree a media criticità.

Ai sensi dell'art 11 del regolamento, il volume di laminazione da adottare per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica è il maggiore tra quello risultante dai calcoli e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2.

Il volume degli invasi di laminazione, che per regolamento deve essere  $\geq 600 \text{ m}^3$  per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, per il caso in esame dovrà quindi essere:

- Volume invasi richiesto  $\geq (600 \times 0,275 \text{ ha}) = 165 \text{ m}^3$ .

## **7. STIMA DELLA PERMEABILITA' DEL TERRENO E INFILTRAZIONE**

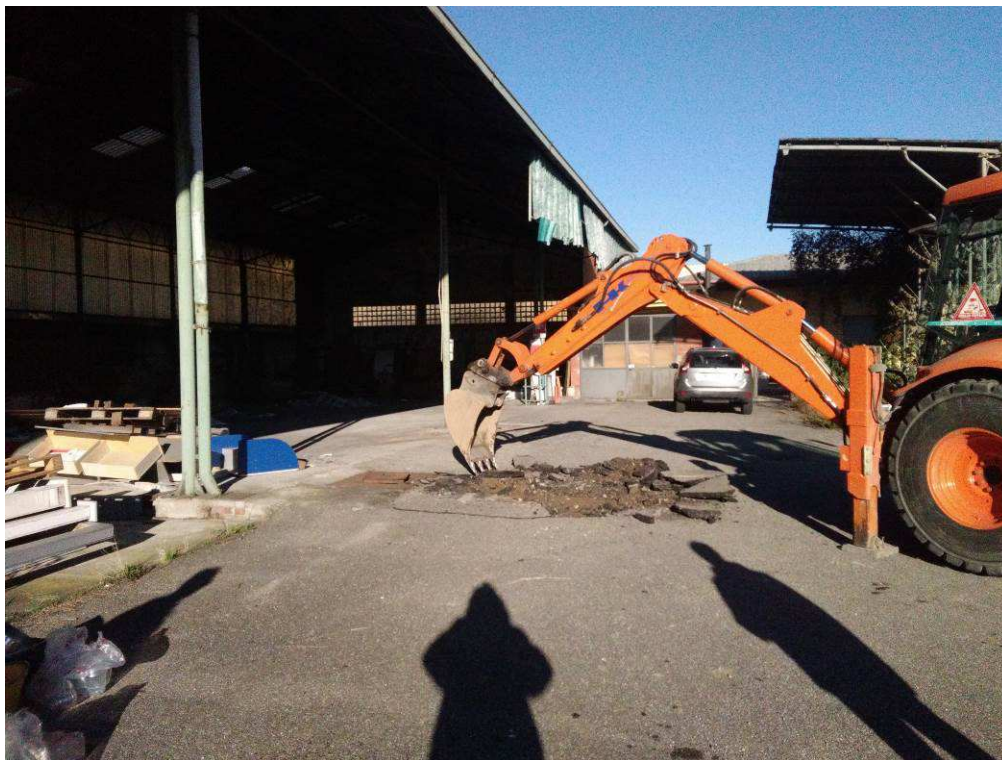
### **Esecuzione delle indagini**

Nell'area di intervento, nel mese di novembre 2017 abbiamo eseguito otto scavi esplorativi in contraddittorio con Arpa, nell'ambito di un'indagine ambientale preliminare.

E' stata eseguita una campagna di campionamento al fine di verificare la salubrità della matrice terreno.

Tutti gli scavi sono stati eseguiti mediante escavatore meccanico e hanno permesso di raggiungere la profondità di  $-3$  metri dal piano strada.





Esecuzione degli scavi.

**Caratterizzazione stratigrafica:**

Gli scavi hanno permesso di rilevare i caratteri litologici del terreno e, in particolare, hanno consentito di individuare la seguente stratigrafia riassuntiva per tutto l'areale di indagine:

- Da piano strada a circa – 0,6/1,0 metri il terreno è costituito da limo sabbioso di colore marrone;
- Da circa – 1,0 metri a – 3,0 metri è presente sabbia limosa, debolmente ghiaiosa, di colore grigio-marrone.

**Coefficiente di permeabilità:**

Il coefficiente di permeabilità è il parametro che indica con quale facilità un terreno si lascia attraversare dall'acqua. Se l'acqua riesce a fluire con facilità attraverso i pori di un terreno, questo viene definito molto permeabile ed il suo coefficiente di permeabilità sarà elevato. Se al contrario il terreno oppone una forte resistenza al movimento dell'acqua, allora il terreno viene definito scarsamente permeabile e in questo caso il coefficiente di permeabilità sarà molto piccolo.

Il coefficiente di permeabilità ha le dimensioni di una velocità e di preferenza come unità di misura viene utilizzato il metro/sec.

Fra i parametri idrogeologici è sicuramente quello con la maggiore variabilità. In natura può assumere valori da minori di  $1 \cdot 10^{-8}$  m/sec a maggiori di  $1 \cdot 10^{-2}$  m/sec e pertanto si può dire esistono in natura terreni che sono 1.000.000 di volte più permeabili di altri.

In particolare, i valori del coefficiente di permeabilità, possono essere correlati alle diverse litologie secondo i seguenti schemi:

Permeabilità	K (m/s)	Litologia	Classificazione dei terreni	Drenaggio delle acque
Alta	$10^{-1}$	Ghiaie grossolane e ciottoli senza matrice fine	Permeabili	Buono
Media	$10^{-1} - 10^{-3}$	Sabbie, sabbie e ghiaie	Permeabili	
Bassa	$10^{-4} - 10^{-7}$	Sabbie fini, limi, limi sabbioso argillosi	Semi-permeabili	Difficoltoso
Molto bassa	$10^{-8} - 10^{-9}$	Limi argillosi e argille	Praticamente impermeabili	Praticamente impossibile

TIPO DI TERRENO	k (m/s)
Ghiaia pulita	$10^{-2} - 1$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia	$10^{-5} - 10^{-2}$
Sabbia molto fine	$10^{-6} - 10^{-4}$
Limo e sabbia argillosa	$10^{-9} - 10^{-5}$
Limo	$10^{-8} - 10^{-6}$
Argilla omogenea sotto falda	$< 10^{-9}$
Argilla sovraconsolidata fessurata	$10^{-8} - 10^{-4}$
Roccia non fessurata	$10^{-12} - 10^{-10}$

### **Modello Idrogeologico**

- Da piano campagna a circa – 0,6/1,0 m → coeff. permeabilità  $k \approx 10^{-6}$  m/s, terreno semi-permeabile, drenaggio difficoltoso;
- Da circa – 0,6/1,0 m in poi → coeff. permeabilità  $k = 10^{-4}$  m/s, terreno semi-permeabile, drenaggio difficoltoso.

Pertanto la stima della capacità di infiltrazione immediata delle unità idrogeologiche è stimata in circa il 45% dell'acqua affluente (percentuale bassa corrispondente a permeabilità bassa).

## **8. CONCLUSIONI**

Alla luce dei risultati ottenuti e del basso grado di capacità immediata di dispersione nel sottosuolo, rispetto ai 165 m<sup>3</sup> di acqua da disperdere rimangono circa 90,75 m<sup>3</sup> di acque meteoriche da immagazzinare mediante un sistema di opere di laminazione.

Ciò è realizzabile mediante la posa di n. 10 pozzi aventi una profondità di 3-4 metri a partire dal piano strada e con un diametro di 2 metri.

L'effetto drenante verrà anche assicurato grazie alla presenza di un terreno granulare permeabile e dello strato di dreno laterale che è buona norma posizionare all'esterno dei pozzi perdenti prima del rinterro.

In alternativa possono essere realizzate altre tipologie di opere disperdenti, per esempio vasche di laminazione.

Dott. Geol. Fabio Fusina


**9. ALLEGATO**

- Elaborato [idro.arpalombardia.it](http://idro.arpalombardia.it) per il Metodo delle Piogge

## Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: Bareggio - via Trieste

Coordinate: x=1500065, y=5035816

Linea segnatrice

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

Tempo di ritorno (anni) 50

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 30,23

N - Coefficiente di scala 0,3134

GEV - parametro alpha 0,29699999

GEV - parametro kappa -0,0297

GEV - parametro epsilon 0,81900001

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>

[http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA\\_report.pdf](http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf)

### Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,92845	1,27455	1,51020	1,74123	2,04770	2,28298	2,52230	2,04769627
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	28,1	38,5	45,7	52,6	61,9	69,0	76,2	61,9018582
2	34,9	47,9	56,7	65,4	76,9	85,8	94,7	76,9212772
3	39,6	54,4	64,4	74,3	87,3	97,4	107,6	87,3440825
4	43,3	59,5	70,5	81,3	95,6	106,6	117,7	95,5848994
5	46,5	63,8	75,6	87,2	102,5	114,3	126,3	102,508738
6	49,2	67,6	80,0	92,3	108,5	121,0	133,7	108,536619
7	51,6	70,9	84,0	96,9	113,9	127,0	140,3	113,908835
8	53,9	73,9	87,6	101,0	118,8	132,4	146,3	118,776928
9	55,9	76,7	90,9	104,8	123,2	137,4	151,8	123,243291
10	57,8	79,3	93,9	108,3	127,4	142,0	156,9	127,380716
11	59,5	81,7	96,8	111,6	131,2	146,3	161,7	131,243001
12	61,2	83,9	99,5	114,7	134,9	150,4	166,1	134,871159
13	62,7	86,1	102,0	117,6	138,3	154,2	170,4	138,297246
14	64,2	88,1	104,4	120,4	141,5	157,8	174,4	141,546851
15	65,6	90,0	106,7	123,0	144,6	161,3	178,2	144,640757
16	66,9	91,9	108,9	125,5	147,6	164,6	181,8	147,596102
17	68,2	93,6	110,9	127,9	150,4	167,7	185,3	150,427202
18	69,4	95,3	112,9	130,2	153,1	170,7	188,6	153,146152
19	70,6	97,0	114,9	132,5	155,8	173,7	191,9	155,763273
20	71,8	98,5	116,7	134,6	158,3	176,5	195,0	158,287451
21	72,9	100,0	118,5	136,7	160,7	179,2	198,0	160,726398
22	73,9	101,5	120,3	138,7	163,1	181,8	200,9	163,086854
23	75,0	102,9	122,0	140,6	165,4	184,4	203,7	165,374746
24	76,0	104,3	123,6	142,5	167,6	186,9	206,4	167,595321

### Linee segnatrici di probabilità pluviometrica

