

DONATELLA COLAUTTI

**RELAZIONI STATISTICHE SULLA PIOVOSITA'
CON APPLICAZIONI ALLA DISTRIBUZIONE PLUVIOMETRICA
A TRIESTE E SUL CARSO TRIESTINO**

RIASSUNTO

In una data località la piovosità si evolve con una certa regolarità tanto che possono essere trovate delle relazioni tra la quantità di acqua caduta e la durata della pioggia nonché tra queste grandezze e il tempo di ritorno dell'evento (tempo di ritorno che, in base ad apposite teorie della statistica, è l'intervallo di tempo affinché un certo evento si ripeta). Relazioni tra queste grandezze sono state cercate riguardo alla distribuzione della piovosità a Trieste ed in alcune altre località del circondario. Tra queste molto importante è quella di Borgo Grotta Gigante, in pieno Carso Triestino, dove esiste una stazione meteorologica sperimentale della Società Alpina delle Giulie per cui la conoscenza della distribuzione della piovosità è interessante anche riguardo allo studio del Carsismo in generale ed alla circolazione idrica ipogea in particolare.

Dalla elaborazione analitica dei dati pluviometrici abbiamo ricavato alcune interessantissime relazioni che definiscono l'evolversi della piovosità. Indicando con h la altezza di precipitazione (mm), con t la durata della precipitazione e con T_r il tempo di ritorno, abbiamo individuato le seguenti due relazioni fondamentali cui sottostanno tutte le serie pluviometriche delle varie località.

Per ogni tempo di ritorno si ha che la piovosità h e la durata t sono legate dalla $h = \frac{a t}{b + t}$ dove a e b (che sono caratteristiche del posto) variano con il tempo di ritorno.

Fissata la durata invece, l'altezza è legata al tempo di ritorno T_r dalla $h = k + \alpha \log T_r$ dove k ed α sono caratteristiche del posto.

SUMMARY

The quantity of rain evolves in a certain place with a certain regularity, in such a way that a relationship can be found not only between the quantity of water fall and the duration of the rain but also between these quantities and the return time of the event (return time that on the ground of specific theories of statistics is the space of time required for a certain event to repeat itself). The relationship between these quantities has been studied with regard to the distribution of rain in Trieste and in some places of the surrounding area. The most important of these is Borgo Grotta Gigante in the heart of the Carso of Trieste, where there is an experimental meteorological station belonging to the «Società Alpina delle Giulie» and where general the knowledge of the distribution of the rain is interesting especially with studying «carsismo» and articular regard to the hypogean water circulation. From the analytic elaboration of the pluviometer data we discovered very interesting relationships which can define the development of the rainy periods.

If we indicate by h the amount of rain (mm), by t the duration of the rain and by T_r the return time, we have determined the following two fundamental relationships which all the pluviometric series of the above mentioned places are subjected.

For every return time we find that the amount of rain h and its duration t are connected by the following: $h = \frac{a t}{b + t}$ where a and b (which are characteristic of the place) change with the return time.

Having established the duration of the rain, the quantity of precipitation h is connected to the return time T_r by the following $h = k + \alpha \log T_r$ where k and α are characteristic of the place.

PREMESSA

Appare evidente l'interesse allo studio di relazioni quantitative e statistiche sulla piovosità di un dato sito, anche con l'introduzione del concetto di «tempo di ritorno» (T_r), nonché sulla durata di piovosità, poichè queste sono più utilizzabili in problemi climatologici idrologici ed idraulici, che non la semplice considerazione della distribuzione areale dei dati (ad es. della piovosità: isoiete).

Un'analisi particolareggiata dei sopraccitati parametri è importante soprattutto in località che si trovano in situazioni geografiche particolari, essendo noto il fatto che la piovosità varia a seconda dell'altitudine, dell'esposizione ai venti ecc.

Gli studi statistici possono servire per interpretare le modalità con cui si evolve la piovosità e servono anche in tematiche di previsione. Le possibilità di stabilire, in base ad un certo numero di osservazioni più o meno estese nel tempo, i massimi valori di precipitazione che si possono avere in un dato luogo, è evidentemente del più grande interesse in taluni problemi pratici che riguardano anche lo smaltimento delle acque meteoriche. In tal senso, gli studi quantitativi, come quelli che abbiamo eseguito relativamente a Trieste, ma che possono venir facilmente estesi ad una qualunque località, possono trovare applicazione in problemi ingegneristici di fondazioni, e in generale di geologia applicata.

Di luogo in luogo la piovosità si evolve più o meno differentemente; nello stesso luogo possono manifestarsi differenti comportamenti temporali. In aree dalla morfologia complessa è interessante poter considerare come varia la piovosità anche entro brevi distanze.

Trieste, che si trova su una costa dall'andamento alquanto tormentato, con notevoli differenziazioni morfologiche anche nello stesso ambito urbano, può rappresentare uno dei casi più caratteristici per uno studio a tale riguardo. E' ben noto, da osservazioni pratiche, che si possono avere notevoli apporti meteorici in una parte della città mentre in un'altra non piove affatto; questo perchè la pioggia dipende da moltissimi fattori strettamente legati alle condizioni del posto.

Oggi giorno si è vista anche la necessità di provare quali siano le modificazioni impresse alla piovosità da una struttura urbana (ubicazioni di edifici, modifiche termiche al suolo, scarichi industriali), tanto che sono in atto precisi studi microclimatologici (ad esempio: esperimento di Saint Louis negli U.S.A.).

La città di Trieste non è sufficientemente servita da stazioni pluviometriche per consentire un'analisi dettagliata di questo fenomeno nell'area urbana vera e propria; tuttavia esistono delle stazioni in alcuni sobborghi, in base alle quali si può esaminare la differente distribuzione della piovosità. Nel nostro studio

abbiamo preso in considerazione le stazioni di Trieste città (11 m s.l.m.) e dei sobborghi di Barcola (5 m s.l.m.), Servola (61 m s.l.m.), Basovizza (372 m s.l.m.), Opicina (320 m s.l.m.), Borgo Grotta Gigante (275 m s.l.m.) e San Pelagio (225 m s.l.m.). Salvo l'ultima località tutte le altre stanno entro una distanza di circa 10 km. Nonostante la vicinanza si possono osservare notevoli disparità di comportamento; per esempio può capitare che nella località di S. Pelagio si verifichi, in un giorno, il valore massimo pluviometrico mensile, e nello stesso giorno a Basovizza, distante 15 km circa, non si registri invece neppure una goccia di pioggia.

La ricerca svolta si divide in due parti: la prima riguarda la relazione tra quantità di precipitazione e durata della pioggia nella sola stazione di Trieste; la seconda invece, riguarda la distribuzione della piovosità nella zona di Trieste e nei dintorni (v. Fig. 1).

PARTE PRIMA

Si definisce come *intensità* di piovosità il rapporto tra la quantità di pioggia caduta (mm) e la durata (minuti, ore), cioè il tempo in cui si evolve il fenomeno.

Le intensità di piovosità in un dato luogo sono diverse sia nel corso dell'anno (cicli stagionali) che nel corso di più anni. Da un punto di vista statistico non interessa la precisazione di tali cicli; interessa piuttosto determinare in base ad un dato gruppo di osservazioni la probabilità che si verifichi una data intensità di valore massimo il quale può anche venir prestabilito a priori (per esempio per dimensionare opere di smaltimento).

Per determinare questa probabilità si calcola il cosiddetto tempo di ritorno di *Gumbel* che è una stima statistica per calcolare l'intervallo di tempo nel quale un determinato evento (intensità) si può verificare.

Il calcolo viene eseguito da una serie di n osservazioni sui valori dell'intensità che vengono ordinati dal più piccolo al più grande. Poichè gli n valori sono stati raccolti in un certo periodo di tempo, ad ogni singolo valore x_i viene associata una frequenza (y_i) che deriva dalla posizione dell' i -esimo valore nella serie ordinata a seconda della grandezza.

Si calcola quindi il valore medio x degli n valori nonchè

$$x^* = \frac{x_i}{x}$$

Si deduce poi lo scarto quadratico medio:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (x_i^* - 1)^2}{n - 1}}$$

si stabilisce allora la relazione di Gumbel

$$x_i = A + B y_i^2 \quad (2)$$

dove:

$$\begin{aligned} A &= 1 - 0.45 \sigma \\ B &= 0.7797 \sigma \end{aligned}$$

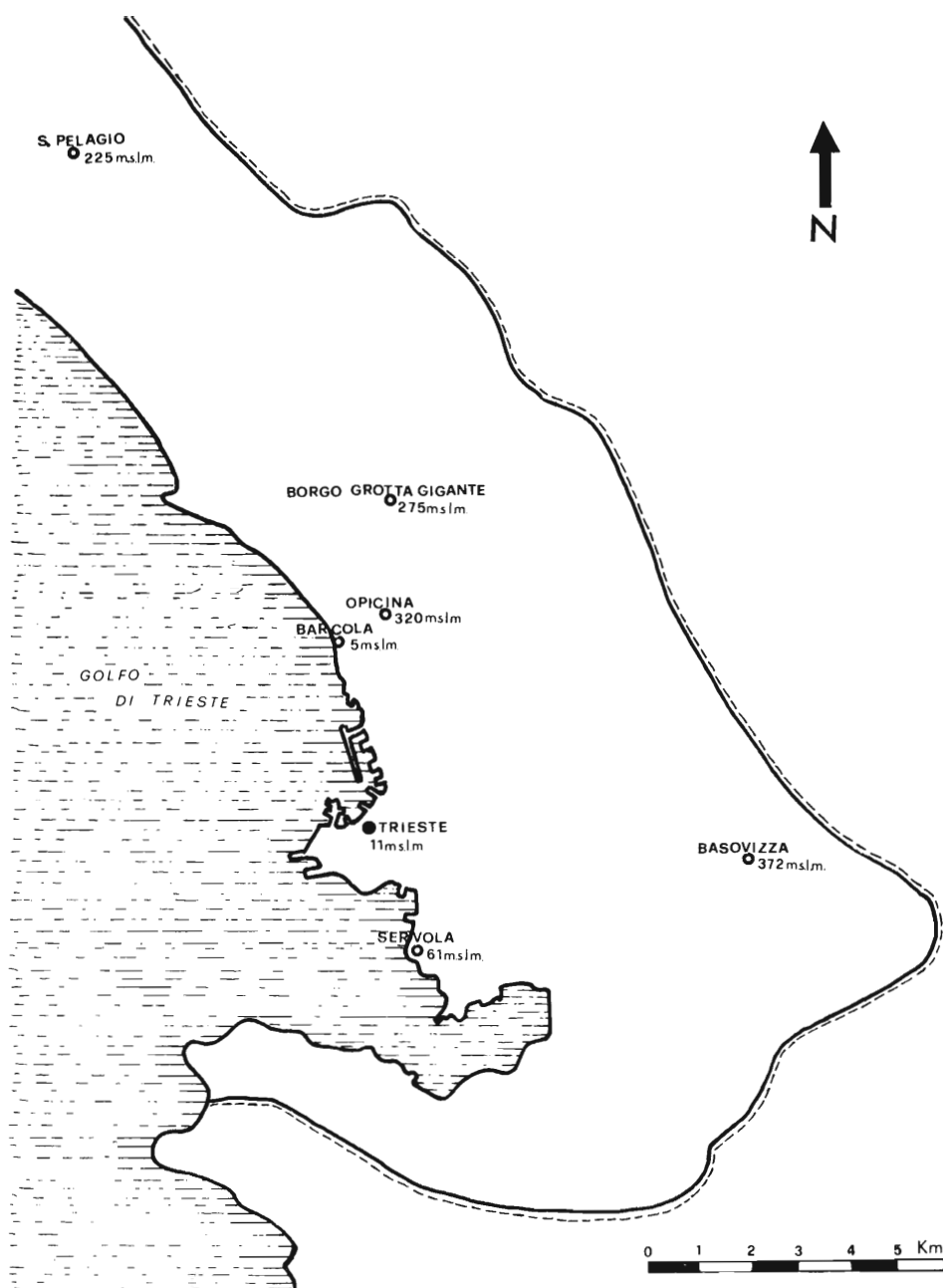


Fig. 1

si fissa quindi la funzione $\Phi(y_i)$ legata a y_i dalla seguente:

$$\Phi(y_i) = e^{-e^{-y_i}} \quad (3)$$

in tal modo si determina la frequenza del valore considerato dalla quale si ricava il tempo di ritorno

$$T_r = \frac{1}{1 - \Phi(y_i)} \quad (4)$$

L'intensità della piovosità può venir ricavata per varie durate. Per esempio, disponendo di dati pluviometrici raccolti ogni 10 minuti, ogni 30 minuti, ogni ora, si possono considerare di mese in mese, di anno in anno ecc., le intensità massime verificatesi per la durata di 10 minuti, di 30 minuti, di un'ora e applicare a questa serie di valori il calcolo del tempo di ritorno.

Nel caso della stazione di Trieste, non si disponeva però di osservazioni pluviometriche ogni 10 o 30 minuti, certamente più utili specie ai fini della ingegneria urbanistica, ma solo dei valori orari raccolti ogni giorno per vari anni; come diremo, i valori di intensità per le durate più brevi sono stati ricavati in seguito, per estrapolazione, dopo aver trovato una relazione quantitativa tra intensità e durata.

Relativamente alla stazione di Trieste sono stati esaminati i valori di piovosità orari nei cinque anni dal 1965 al 1969.

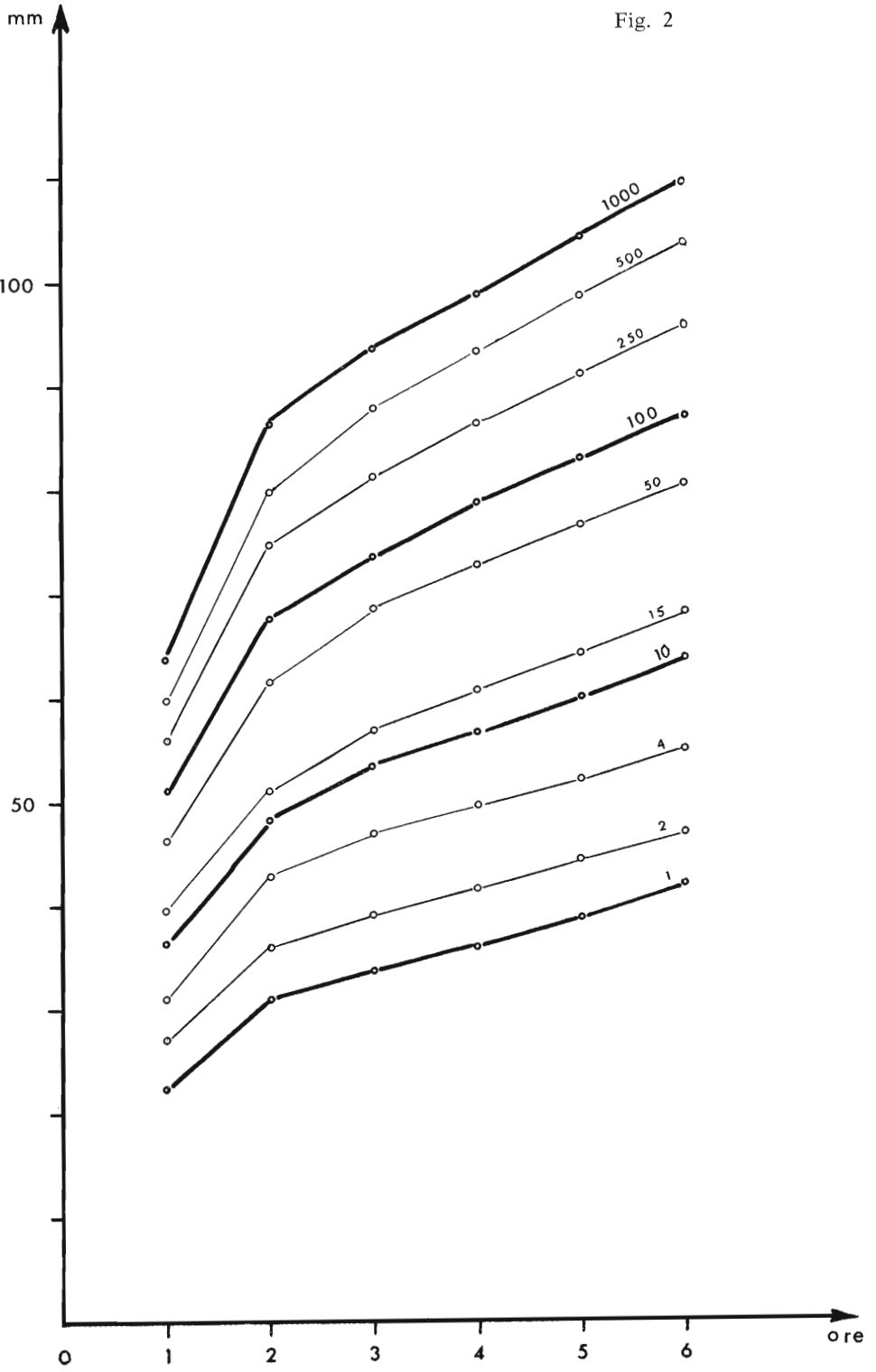
Sono state pertanto considerate per ogni singolo mese lungo l'arco dei cinque anni (serie cioè di 60 valori) le quantità massime precipitate in un'ora, in due ore ecc., fino a sei ore consecutive. Ai dati così ordinati si è applicato il metodo statistico di *Gumbel* per la determinazione del tempo di ritorno. Nella tabella 1 vengono presentati i risultati ottenuti. Nella prima colonna figurano le quantità di pioggia (mm), nelle successive i tempi di ritorno (anni) per le varie durate da una a sei ore. La prima colonna è stata fissata in base ai valori effettivi della piovosità rilevata. Non aver considerato piovosità inferiori a 30 mm dipende dal fatto che è molto facile che questi valori si presentino già per la durata di un'ora. Si tratta cioè di valori che è inutile considerare per la ricerca di eventi estremi. Analogamente non sono stati calcolati i tempi di ritorno superiori a 2-3000 anni per l'estrema improbabilità che si verificano le relative intensità.

La tabella 1 si legge nel seguente modo: il valore ad esempio di 3,6 anni relativamente alla durata di un'ora e alla precipitazione di 30 mm, significa che una intensità di precipitazione di 30 mm in un'ora ha il tempo di ritorno di 3,6 anni; si tratta cioè di un evento abbastanza probabile. Ancor più probabile è l'intensità di 30 mm in due ore il cui tempo di ritorno è addirittura di 0,9 anni (un apporto di 30 mm in due ore può cioè essere atteso ogni anno).

L'apporto di 50 mm in un'ora è invece poco probabile, perchè ha il tempo di ritorno di 100 anni; l'evento è invece molto probabile in una durata di sei ore dato che il tempo di ritorno dedotto è di 2,5 anni.

Valori più elevati sono estremamente improbabili: ad es. 80 mm in un'ora rappresentano un evento praticamente impossibile, invece nella durata di sei ore questo evento può presentarsi anche se solo di tanto in tanto (tempo di ritorno 48 anni).

Fig. 2



Nella tab. 1 sono riportati, come detto, i tempi di ritorno per le varie durate in base a prefissati valori di piovosità. Si può però operare altrimenti e cioè prefissare i tempi di ritorno e calcolare le intensità per le varie durate.

E' quanto si è riportato nella fig. 2. In ordinate figurano le quantità di pioggia (mm) ed in ascisse la durata (ore) della precipitazione. Le varie curve del grafico si riferiscono a vari tempi di ritorno, da 1 a 1000 anni. Si osserva che per le durate più basse l'incremento della quantità di pioggia è notevole per ogni tempo di ritorno; poi, con l'aumentare della durata, l'incremento della curva diminuisce fortemente. Tale fenomeno si accentua con il diminuire della probabilità, cioè nei casi di piogge eccezionali.

L'andamento della fig. 2 ci suggerisce ulteriori possibilità. E' anzitutto evidente che tali curve potrebbero essere prolungate idealmente a sinistra dato che ognuna di esse dovrebbe partire dall'origine. E' evidente che non avrebbe significato parlare di piovosità per una durata di 0 ore, però l'estensione delle curve nel tratto iniziale potrebbe permetterci di ricavarne le intensità per le durate di 30 minuti, di 15 minuti, di 10 minuti. Una siffatta estrapolazione non sarebbe molto rigorosa se non si conoscesse il reale andamento delle curve.

Abbiamo perciò cercato di interpretare gli andamenti sperimentali della fig. 2 con una relazione analitica seppure empirica.

E' noto che esistono delle relazioni empiriche tra intensità e durata della pioggia. Una relazione possibile può essere fissata con la:

$$h = \frac{a t}{b + t} \quad (5)$$

dove h = mm di pioggia
 t = durata in ore

a e b parametri che sono in genere variabili col tempo di ritorno (inoltre ovviamente i parametri a e b variano anche da località a località).

Questi parametri non sono noti a priori, essi sono stati ricavati in base ai valori di h , altezza pluviometrica in mm, e dalla durata t corrispondente, in ore, per ogni tempo di ritorno, con il metodo dei minimi quadrati. Successivamente utilizzando la (5) con i valori così trovati dei parametri a e b , sono stati calcolati i valori «teorici» di h in funzione della durata t per i vari tempi di ritorno.

Nella tab. 2 vengono presentati i risultati di questo modo di procedere. Nella prima colonna viene indicata la durata, nelle successive le quantità di pioggia (mm) relative ai periodi di ritorno indicati alla testata delle rispettive colonne; in fondo alla tabella vengono indicati i valori a e b corrispondenti ai vari tempi di ritorno. Sono state estrapolate le durate inferiori ad un'ora e sono stati calcolati i tempi di ritorno fino a 1000 anni.

La tabella 2 in definitiva ricostruisce (mediandoli e lasciandoli) gli andamenti sperimentali della fig. 2 e inoltre permette di ricavare le quantità di pioggia per le più brevi durate per cui mancano le osservazioni. Noti i parametri a e b è possibile anche calcolare l'intensità di precipitazione per qualunque durata. La tabella 2 dà la rappresentazione quantitativa e teorica della probabilità che si determinino piogge di data entità per le varie durate e differenti tempi di ritorno. E' interessante notare soprattutto ciò che si verifica per le durate minori. Si vede ad esempio che la pioggia caduta in 6 minuti (0.1 ore) può variare da 2

a 10 mm, nel senso che la piovosità di 2 mm in 6 minuti può ricorrere con un tempo di ritorno di un anno, mentre una precipitazione di 10 mm rappresenta un evento rarissimo con un tempo di ritorno di 1000 anni.

Relativamente a Trieste esistono alcune osservazioni sulle intensità di piovosità in tempi brevi, solo che le relative serie di dati non sono omogenee nè continue (come i dati orari che abbiamo considerato) e quindi non le abbiamo potuto considerare nella nostra indagine. Tuttavia queste osservazioni possono servire per confronti atti a stabilire la congruità dei valori che abbiamo estrapolato. Da questi dati emerge che una sola volta (dal 1955 al 1966) si sono avuti 7 mm di pioggia in 5 minuti. Questo valore ben si adatta con la relazione da noi trovata e con i dati della tabella 2; ad esso competerebbe un tempo di ritorno di 7 anni. Negli stessi 12 anni si è avuto una sola volta una piovosità di 20.5 mm in 10 minuti, questo evento è ancora compatibile con i nostri dati teorici benchè con i massimi tempi di ritorno: l'evento è cioè eccezionale.

Premessa questa verifica sperimentale, poichè dal punto di vista pratico (smaltimenti dei massimi apporti) può interessare la massima piovosità che è lecito attendersi (cioè con il massimo tempo di ritorno) in un tempo breve, possiamo dedurre che a Trieste sono possibili apporti del tipo: 10 mm in 6 minuti, 23 mm in 15 minuti e 38 mm in mezz'ora ecc.

PARTE SECONDA

Dopo aver analizzato la relazione «intensità-durata» solo nella stazione pluviometrica di Trieste, si è ritenuto opportuno ampliare la ricerca a tutto il circondario, includendo sia le località situate al livello del mare, sia località poste ai bordi dell'altopiano carsico, sia ancora altre località poste più all'interno dello altopiano stesso. In tal modo si può avere un confronto su come varia la piovosità in rapporto sia all'altitudine che alla distribuzione geografica dei singoli posti considerati.

A tale scopo sono state considerate le seguenti località: Trieste (11 m s.l.m.), Servola (61 m s.l.m.), Barcola (5 m s.l.m.), Basovizza (372 m s.l.m.), Opicina (320 m s.l.m.), S. Pelagio (225 m s.l.m.) delle quali però non si dispone (tranne che per Trieste come si è visto precedentemente) di dati orari ma solo giornalieri. Lo studio è stato compiuto considerando semplicemente le quantità massime di pioggia cadute in un giorno nel corso di un mese. Si tratta cioè di un solo valore di durata (appunto un giorno). Ovviamente è stata riconsiderata anche la stazione di Trieste, limitatamente alle durate di un giorno. Disponiamo di due gruppi di osservazioni: cinque anni consecutivi dal 1955 al 1959 per Trieste, Servola, Opicina, Barcola, Basovizza e S. Pelagio ed inoltre altri cinque anni (1965-1969) relativi a Trieste e Borgo Grotta Gigante (275 m s.l.m.).

Ai valori giornalieri di ogni mese per il quinquennio (serie cioè di 60 valori) è stato applicato il criterio di *Gumbel* per determinare il tempo di ritorno.

I valori così ottenuti vengono presentati nella tabella 3. In questa figurano le varie quantità di precipitazione (mm) che si possono avere nelle varie località,

a seconda del tempo di ritorno (anni). Nella prima colonna viene indicato il tempo di ritorno, nelle successive figurano le quantità di pioggia delle relative località.

Per ogni singola località si può vedere che la distribuzione delle intensità, in funzione del tempo di ritorno, presenta una certa regolarità. Tale regolarità appare ancora più evidente nella figura 3 dove questi andamenti sono visualizzati. Nella figura 3 i valori dell'intensità oraria di piovosità sono stati posti in grafico con l'ascisse (tempo di ritorno) in scala logaritmica. (N. B.: per una maggior chiarezza non vengono messi in grafico i valori di Basovizza dato l'andamento quasi sovrapposto a Trieste '55-'59). Il grafico sottolinea, nel caso specifico delle località del circondario di Trieste, che l'intensità della pioggia varia piuttosto in dipendenza della distribuzione geografica che non semplicemente di quella altimetrica. Si vede dalla fig. 3 (e naturalmente anche dalla tabella 3), per i dati relativi a Trieste, che i due quinquenni considerati sono praticamente sovrapponibili e questo è un risultato interessante perchè prova la validità dei risultati ottenuti con il criterio di *Gumbel*. La distribuzione dei dati che riguardano Borgo Grotta Gigante e che sono confrontabili solo con Trieste '65-'69 può perciò (data la coincidenza quasi perfetta delle due serie di Trieste) esser confrontata con tutti gli altri dati. Possiamo quindi dire che, prescindendo dalla quota altimetrica, la piovosità si evolve in pratica nello stesso modo a Trieste, Barcola, Opicina; l'andamento di San Pelagio si discosta appena da questi. Intensità di piovosità notevolmente maggiori, qualunque sia il tempo di ritorno, si hanno invece a Borgo Grotta mentre, all'opposto, intensità distintamente minori si hanno a Servola. Queste distribuzioni fanno chiaramente intravedere che esiste una specie di «zonazione» nell'evoluzione della piovosità nell'area triestina, con un aumento della piovosità da sud a nord e dalla costa verso l'interno del Carso.

Si tratta ora di estendere a Borgo Grotta Gigante, che è la località che presenta i valori pluviometrici più discosti da Trieste, la considerazione sulla probabilità di comparsa di apporti intensi pluviometrici di minor durata.

L'ultima colonna a destra della tabella 3 riporta il rapporto per i vari tempi di ritorno tra l'intensità (per la durata di un'ora) a Borgo Grotta e la intensità a Trieste; come si vede il rapporto è praticamente costante qualunque sia il tempo di ritorno e vale in media 1,25.

Potremmo quindi dire che qualunque sia il tempo di ritorno la piovosità di Borgo Grotta Gigante per la durata di un'ora è 1,25 volte maggiore di quella di Trieste.

Ciò premesso, se estendiamo questo valore a qualunque durata, visto l'andamento di Trieste (vedi tabella 2), potremmo dire che a Borgo Grotta sono possibili apporti di 12,5 mm in 6 minuti, di 29 mm in 15 minuti e 47,5 mm in mezz'ora.

Questi dati sono di grande interesse per dimensionare eventuali opere di scarico nella parte interna del Carso. Essi hanno anche non poco interesse dal punto di vista della idrologia ipogea del Carso, perché ci fanno intravedere quale possa essere l'apporto meteorico per forti ed improvvise precipitazioni: per esempio ad un apporto di 47,5 mm in mezz'ora, immaginando che questo si estenda su soli 10 km², corrisponde un afflusso di 475.000 m³, e cioè un deflusso teorico di ben 264 m³/sec.

Il grafico della figura 3, oltre che mettere in evidenza i diversi comportamenti delle varie località, mostra ancora una notevole regolarità in quanto, sebbene i singoli posti presentino intensità di precipitazione diverse, gli andamenti mantengono tra loro praticamente lo stesso rapporto.

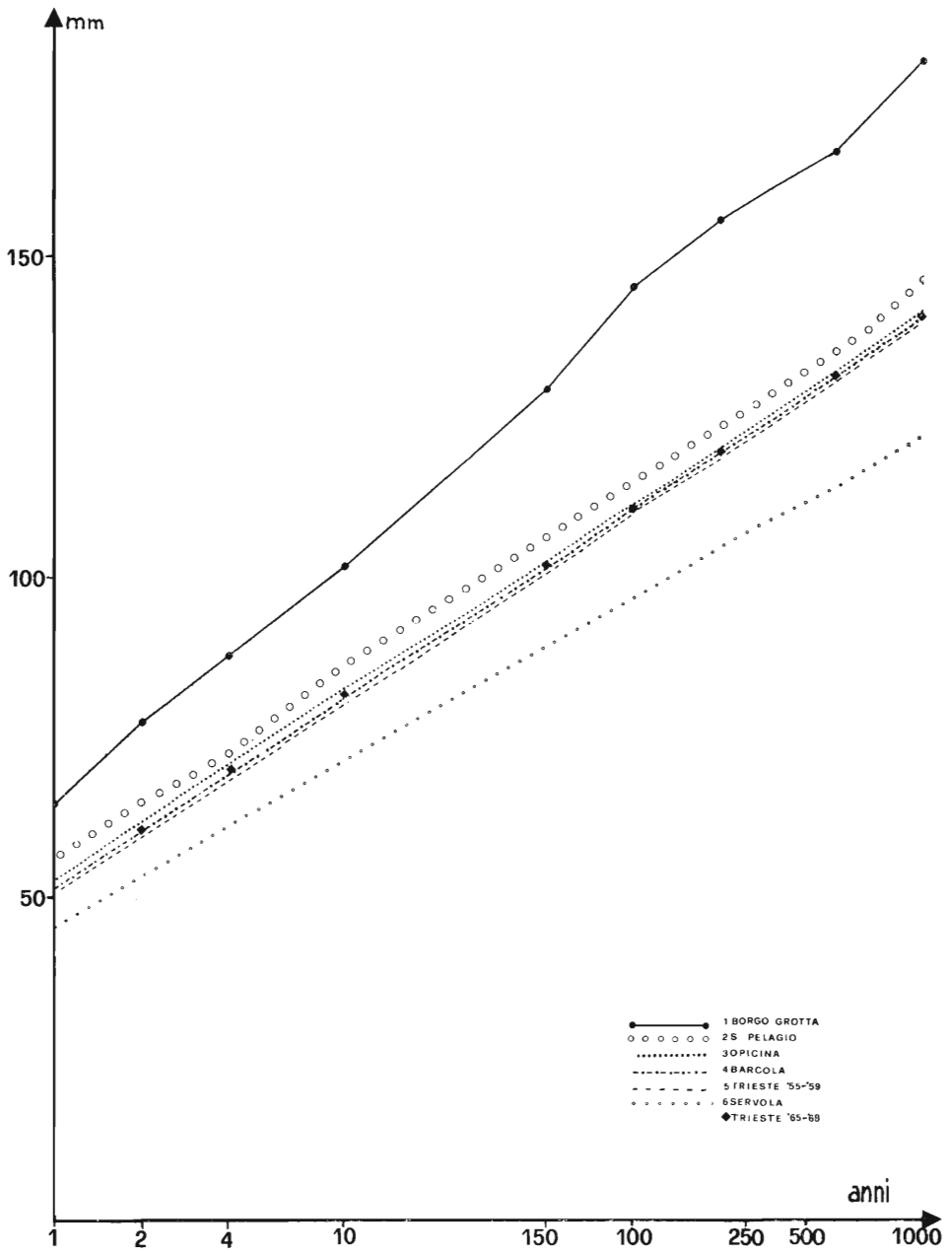


Fig. 3

Il regolare andamento del grafico di figura 3 ci ha suggerito di interpolare gli andamenti di ogni località con una relazione empirica del tipo:

$$h = k + \alpha \log T_r$$

dove

h = altezza di precipitazione

T_r = tempo di ritorno

k ed α = coefficienti da determinare in via sperimentale.

Il significato fisico dei due parametri k ed α è il seguente: k è l'altezza teorica di piovosità per il tempo di ritorno di un anno (logaritmo di $T_r = 0$)
 α risulta invece:

$$\alpha = T_r \frac{dh}{dT_r}$$

Cioè α è un coefficiente legato all'incremento della precipitabilità in funzione del tempo di ritorno. Determinando sperimentalmente (cioè col metodo dei minimi quadrati) i valori di k ed α , abbiamo ricostruito con questi la tabella 4 che riporta i valori interpolati da quelli della tabella 3. In fondo alla tabella 4 vengono riportati i valori di k ed α .

Dall'esame di questi valori vediamo la quasi perfetta coincidenza del valore di k calcolato per ogni località, con l'altezza di precipitazione per il tempo di ritorno di un anno.

Per quanto riguarda il coefficiente α vediamo che esso è praticamente uguale (attorno a 29) per tutte le località fuorché per Borgo Grotta Gigante dove esso è distintamente maggiore. Questo sta a mostrare di nuovo il comportamento differente della piovosità a Borgo Grotta Gigante nella stazione meteorologica sperimentale della Società Alpina delle Giulie.

Ringrazio il prof. Ferruccio Mosetti direttore dell'Istituto di Mineralogia per il suo interessamento e i suoi preziosi consigli nella ricerca e nella stesura del presente lavoro.

BIBLIOGRAFIA

- HENGLESON P. S.: «*Dynamic Hydrology*» Mc. Grow Hill inc. 1970.
- POLLI S.: «*Osservazioni Meteoriche eseguite a Borgo Grotta Gigante - Opicina nel 1969*». Boll. Staz. meteor. di Borgo Grotta Gigante, Soc. Alpina delle Giulie C.A.I., Trieste 1970.
- POLLI S. & TOMMASINI T.: «*Un ventennio di pluviometria giornaliera sul Carso triestino*. Estr. Atti del Museo Civico di St. Nat. - Trieste - Vol. XXVII - Fasc. 4 (1972) N. 6, Trieste 1972.
- TONINI D.: «*Elementi di idrografia e idrologia*» vol. 1 - Libreria Universitaria di Venezia 1959.
- COMMISSIONE GROTTA «EUGENIO BOEGAN»: «*Bollettino della Stazione Meteorologica di Borgo Grotta Gigante*». Oss. eseguite nel 1967, Soc. Alpina delle Giulie, Trieste 1968.

COMMISSIONE GROTTA «EUGENIO BOEGAN»: «*Bollettino della Stazione Meteorologica di Borgo Grotta Gigante*». Oss. eseguite nel 1968, Soc. Alpina delle Giulie, Trieste 1969.

COMMISSIONE GROTTA «EUGENIO BOEGAN»: «*Bollettino della Stazione Meteorologica di Borgo Grotta Gigante*». Oss. eseguite nel 1969, Soc. Alpina delle Giulie, Trieste 1970.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - Ufficio idrografico del Magistrato delle acque - Venezia: «*Annali idrologici 1955, 1956, 1958, 1959*». - Ist. poligrafico dello Stato.

TABELLE

TABELLA 1 - Tempi di ritorno per differenti intensità di pioggia (mm) e relative durate «t» in ore a Trieste

mm. PG.	1	2	3	4	5	6
30	3.6	0.9	0.8	0.5	0.5	0.3
35	8.1	2.3	1.2	0.8	0.7	0.6
40	18	3.6	2.3	1.0	1.0	1.0
45	43	6	3.6	3.4	1.9	1.7
50	100	11	4	6	3.5	2.5
55	230	19	7	11	5.3	3.9
60	532	36	12	20	9	6.5
65	1229	66	22	36	15	10.6
70	2838	123	38	64	26	17
75	—	227	67	115	44	30
80	—	421	118	204	74	48
85	—	781	205	365	127	80
90	—	1447	358	653	215	134
95	—	2683	624	1166	366	222
100	—	—	1098	2082	622	368
105	—	—	—	—	1057	609
110	—	—	—	—	1797	1009
115	—	—	—	—	—	1672
120	—	—	—	—	—	2769

NOTA: I tempi di ritorno sono stati calcolati originalmente in mesi; dato che i valori di partenza erano i massimi mensili si è provveduto quindi alla riduzione in anni.

TABELLA 2 - Altezze di precipitazione «teoriche» (mm) a Trieste e relativi valori dei parametri a e b

durata (ore)	T _r (anni)									
	1	2	4	10	15	50	100	250	500	1000
0.1	2.1	4.1	5.7	6.1	6.3	7.9	8.7	8.9	9.7	10.0
0.25	7.3	9.3	13.1	14.0	14.5	17.5	19.4	20.6	21.2	22.6
0.5	12.9	15.9	21.0	22.9	24.0	29.6	32.0	33.9	36.2	38.4
0.75	17.4	21.0	27.0	29.8	31.4	38.4	41.5	43.2	47.6	51.9
1.0	20.8	25.0	31.5	35.2	37.1	45.1	48.7	52.0	57.4	59.8
2.0	29.3	34.5	42.0	48.0	51.0	61.1	66.1	72.1	79.0	82.2
3.0	35.1	40.0	47.3	54.6	58.3	69.3	74.9	82.4	90.3	93.9
4.0	38.4	43.3	50.4	58.7	62.7	74.3	80.8	88.7	97.0	101.0
5.0	40.7	45.5	52.5	61.4	65.1	77.6	84.3	93.0	101.9	106.0
6.0	42.4	47.2	54.0	63.4	68.0	80.6	86.9	91.1	104.9	109.6
a	53.5	57.4	63.0	75.6	81.6	94.7	102.4	115.4	126.4	131.5
b	1.57	1.33	1.00	1.15	1.20	1.11	1.10	1.22	1.24	1.21

TABELLA 3 - Intensità (mm) al giorno per vari tempi di ritorno (anni) per alcune località della zona di Trieste

TEMPO RIT.	Trieste	Servola	Basovizza	Barcola	Opicina	S. Pelagio	Trieste	E. G. Gigante	R
Anni	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
1	50.5	46.0	51.0	51.5	53.0	56.0	52.8	65.1	1,23
2	60.0	53.0	60.0	60.0	62.0	65.0	61.7	76.9	1,24
4	68.5	61.0	69.0	69.0	71.0	74.0	70.3	88.1	1,25
10	80.0	71.0	81.0	81.0	83.0	86.0	84.3	102.8	1,22
50	100.5	89.0	101.5	102.0	103.5	106.0	101.5	128.8	1,26
100	109.0	96.5	110.0	110.0	111.0	116.0	110.1	145.0	1,31
250	121.0	107.0	121.0	122.0	122.5	126.0	121.5	155.0	1,28
500	129.0	113.0	131.0	130.0	131.0	134.0	129.9	166.1	1,28
1000	138.0	121.0	139.5	139.0	140.0	143.0	138.8	177.3	1,28

TABELLA 4 - Quantità di precipitazione «teoriche»
 calcolate secondo $h = k + \alpha \log T$ e valori dei relativi coefficienti k e α

TEMPO RIT.	Trieste	Servola	Basovizza	Barcola	Opicina	S. Pelagio	Trieste ('65 - '69)	B. go Grotta ('65 - '69)
Anni	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	50.8	45.8	51.2	51.5	53.7	56.5	53.3	65.7
2	59.6	53.4	60.1	60.3	62.3	63.3	61.8	76.9
4	68.4	61.0	68.9	69.1	71.0	74.0	70.4	88.1
10	80.0	71.0	80.6	80.8	82.5	85.6	81.8	103.1
50	100.5	88.0	101.2	101.2	102.6	105.8	101.7	129.4
100	109.2	96.4	110.0	110.0	111.2	114.5	110.3	140.7
250	121.0	106.5	121.8	111.7	122.7	126.1	121.7	155.7
500	129.6	114.0	130.6	130.5	131.4	134.7	130.0	167.0
1000	138.4	121.7	139.4	139.2	140.0	143.4	140.0	178.0
coef. «k»	50.87	45.74	51.25	51.57	53.75	56.58	53.30	65.66
coef. « α »	29.17	28.31	29.40	29.22	28.75	28.96	28.52	37.53