

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



DIREZIONE TECNICA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA
I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

STUDIO IDRAULICO FIUME UFITA

Relazione idrologica

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IF0G 01 D 09 RI ID0001 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	M. Coccato	Luglio 2017	F. Cabas	Luglio 2017	D. Aprea	Luglio 2017	A. Vittorzi	Luglio 2017

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
Dott. Ing. Angelo Vittorzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A20784

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	INQUADRAMENTO DELL'AREA	7
2.1	MORFOLOGIA.....	7
2.2	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	7
2.3	CLIMA.....	8
3.	PRECEDENTI STUDI IDROLOGICI.....	8
4.	MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI STATISTICA REGIONALE	9
4.1	IL MODELLO PROBABILISTICO DI GUMBEL	9
4.2	IL MODELLO PROBABILISTICO TCEV	10
4.3	APPROCCIO GERARCHICO ALLA STIMA REGIONALE DEI PARAMETRI.....	12
	<i>I° Livello di regionalizzazione:.....</i>	<i>13</i>
	<i>II° Livello di regionalizzazione.....</i>	<i>13</i>
	<i>III° Livello di regionalizzazione</i>	<i>13</i>
5.	ANALISI REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE	14
5.1	DATI UTILIZZATI	14
5.2	ANALISI PRELIMINARE DEI DATI DI PIOVOSITÀ	16
5.3	LE CURVE DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA	16
	<i>5.3.1 La relazione intensità-durata delle precipitazioni.....</i>	<i>17</i>
5.4	CALCOLO DELLE CURVE DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA DEI BACINI DI INTERESSE	17
5.5	CURVE REGIONALI DI CRESCITA DELLE PRECIPITAZIONI.....	19
6.	ANALISI STATISTICA REGIONALE DELLE PIENE.....	22
6.1	CURVE REGIONALI DI CRESCITA DELLE PIENE	22
6.2	STIMA DELLA PIENA MEDIA CON LA FORMULA RAZIONALE	23

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 09	RI	ID0001 001	A	3 di 80

6.2.1	<i>Il tempo di ritardo</i>	24
6.2.2	<i>Bacini di dimensioni medio-grandi</i>	24
6.2.3	<i>Bacini di piccole dimensioni</i>	25
6.2.4	<i>Il coefficiente statistico di piena</i>	26
6.3	PORTATE MEDIE AL COLMO STIMATE PER I BACINI DI INTERESSE	27
6.4	DETERMINAZIONE DELLE PORTATE PER I BACINI MAGGIORI.....	28
6.5	DETERMINAZIONE DELLE PORTATE PER I BACINI MINORI	30
7.	BIBLIOGRAFIA	33
8.	ALLEGATI	35

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	– Corografia Generale Itinerario Napoli – Foggia – Bari	4
Figura 2	– Inquadramento dell’ intervento (Tratta Apice – Hirpinia)	5
Figura 3	– Rappresentazione dei bacini idrografici e dei poligoni di Thiessen utilizzati per la determinazione delle precipitazioni	18
Figura 4	– Zone pluviometriche omogenee della Regione Campania e tracciato di progetto	20

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1	– Stazioni pluviometriche di interesse nell’area in esame.....	15
Tabella 2	– Curve di probabilità pluviometrica per le stazioni di interesse.....	17
Tabella 3	– Parametri dello studio del GNDCI per le zone pluviometriche di interesse.....	20
Tabella 4	– Caratteristiche dei bacini idrografici maggiori e valore della portata media annua	29
Tabella 5	– Valori di portata per i tempi di ritorno di riferimento.....	30
Tabella 6	– Caratteristiche dei bacini idrografici maggiori e valore della portata media annua	31
Tabella 7	– Valori di portata per i tempi di ritorno di riferimento.....	31

1. PREMESSA

Gli interventi previsti all'interno del presente Progetto Definitivo si inseriscono nel più ampio ambito di riqualificazione e potenziamento dell'itinerario ferroviario Roma – Napoli – Bari, finalizzati a rispondere all'esigenza prioritaria di miglioramento delle connessioni interne del Mezzogiorno, con l'obiettivo di realizzare una rete di servizi ai fini di ottimizzare lo scambio commerciale, culturale e turistico tra le varie città e relative aree. Sotto il profilo funzionale e strutturale, la realizzazione dell'alta capacità Napoli – Bari, unitamente all'attivazione del sistema ferroviario dell'alta velocità Roma – Napoli, favorirà l'integrazione dell'infrastruttura ferroviaria del Sud – Est con le Diretrici di collegamento al Nord del Paese e con l'Europa, a sostegno dello sviluppo socio-economico del Mezzogiorno, riconnettendo due aree, quella campana e quella pugliese.

La riqualificazione e lo sviluppo dell'itinerario Roma/Napoli – Bari prevede interventi di raddoppio delle tratte ferroviarie a singolo binario e varianti agli attuali scenari perseguendo la scelta delle migliori soluzioni che garantiscano la velocizzazione dei collegamenti e l'aumento dell'offerta generalizzata del servizio ferroviario, elevando l'accessibilità al servizio medesimo nelle aree attraversate.



Figura 1 – Corografia Generale Itinerario Napoli – Foggia – Bari

La variante oggetto del presente Progetto Definitivo interessa il tratto centrale della direttrice Napoli – Bari, si colloca in territorio campano e i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Avellino: Ariano Irpino, Grottaminarda e Melito Irpino, Flumeri; per la provincia di Benevento: Apice, S. Arcangelo Trimonte e Paduli.

Il tracciato risulta in completa variante rispetto alla linea storica e si compone di:

- linea principale Apice - Hirpinia, mediante la realizzazione di una nuova tratta di linea a doppio binario di circa 19 km, la cui progressivazione parte ad Hirpinia km 0+000,000 e si conclude ad Apice km 18+713,205; l'inizio intervento si prevede al km 0+310,000;
- Galleria Grottaminarda (1990 m), Galleria Melito (4460m), Galleria Rocchetta (6500m);
- Viadotto VI01(605m), VI02 (180m), VI03 (400m), VI04 (680m);
- nuova fermata di Apice;
- nuova stazione di "Hirpinia", nel territorio comunale di Ariano Irpino, la cui posizione risulta baricentrica rispetto ai potenziali bacini di utenza, che verranno collegati tramite un nuovo asse viario connesso alla rete attuale.

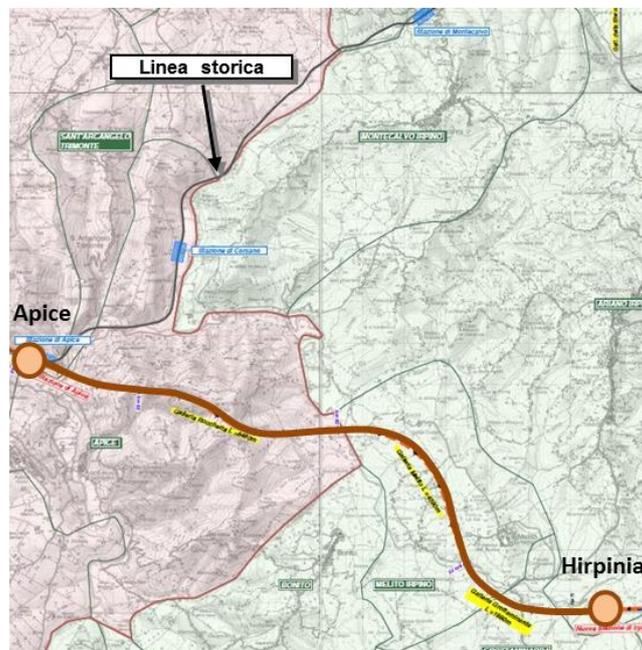


Figura 2 – Inquadramento dell' intervento (Tratta Apice – Hirpinia)

La presente relazione riassume brevemente le indagini sviluppate, le metodologie applicate ed i risultati dello studio idrologico svolto per la determinazione delle portate di progetto per i corsi d'acqua intercettati dal progetto definitivo di raddoppio della tratta ferroviaria Apice – Orsara – I Lotto Funzionale Apice – Hirpinia.

Le portate stimate sono quelle massime al colmo di piena riferite a tempi di ritorno significativi per l'analisi idraulica e sono calcolate per ognuna delle intersezioni tra il reticolo idrografico e il tracciato ferroviario. Le intersezioni sono individuate dai tombini, dai ponticelli e dai ponti rilevati su cartografia di progetto.

L'analisi effettuata ha seguito le seguenti fasi:

- reperimento della cartografia di base relativa ai bacini idrografici sottesi a scale variabili da 1:5.000, 1:25.000 a 1:100.000 a seconda del dettaglio necessario volta per volta;
- interpretazione della cartografia e reperimento di ulteriori informazioni mediante l'acquisizione di specifici studi sull'idrologia e sull'idrografia della zona;
- perimetrazione dei bacini idrografici e studio delle loro caratteristiche fisiografiche;
- raccolta ed analisi preliminare dei dati pluviometrici ed idrometrici;
- analisi statistica delle piogge intense e determinazione delle curva di probabilità pluviometrica rappresentative per i bacini principali;
- valutazione della piena media annua;
- applicazione delle risultanze della stima regionale della distribuzione TCEV per la valutazione delle piene corrispondenti ai tempi di ritorno fissati.

Nello studio, in accordo con quanto definito nel manuale di progettazione RFI, si è distinto tra corsi d'acqua principali e corsi d'acqua secondari, in funzione delle dimensioni dei bacini idrografici sottesi alle sezioni di calcolo, suddividendo i corsi d'acqua in corsi d'acqua principali o secondari a seconda che la superficie del loro bacino idrografico sia superiore o inferiore a 10 km².

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA

2.1 Morfologia

La linea in progetto si sviluppa essenzialmente in territorio montano, attraverso lo spartiacque tra il bacino del *F. Volturno*. In particolare interessa con il suo tracciato il bacino dell'Ufita affluente in sinistra del *F. Calore Irpino* e il bacino del Fiumarella. Lungo lo spartiacque si raggiungono appena i 1000 m di quota ed il paesaggio assume forme particolarmente dolci.

Lungo il tracciato permane una non elevata permeabilità delle zone montane che consente la formazione di un fitto reticolo idrografico.

Il regime dei corsi d'acqua è spiccatamente torrentizio, caratterizzato da prolungate 'secche' estive e da piene autunno – invernali che, sovente, hanno determinato esondazioni. La rete idrografica si presenta in prevalente erosione specialmente nella parte montana del bacino.

I terreni attraversati caratterizzano il carico torbido durante le piene che spesso risulta elevato, come si evince dai fenomeni di alluvionamento verificatisi in passato.

2.2 Caratteristiche geomorfologiche

Nell'area interessata dal progetto la permeabilità non eccessivamente alta, come per gran parte del territorio, consente la formazione di corsi d'acqua caratterizzati da un regime spiccatamente torrentizio.

Il fiume *Ufita* nasce in alta Baronia (AV) e dopo un percorso di circa 55.6 km versa le proprie acque nel fiume *Calore Irpino*; il suo bacino è caratterizzato da un territorio collinare a matrice argillosa con versanti con blande pendenze e poco stabili. La media collina argillosa è interessata da emergenze rocciose messe a nudo dallo scivolamento delle formazioni rocciose causato dall'azione erosiva delle acque. Le caratteristiche geologiche giustificano la bassa permeabilità dei versanti dell'intero bacino.

Il Fiume *Calore* nasce a oltre 1.800 metri di quota dal monte *Cervialto* (Monti Picentini).

Il suo corso può essere diviso in alto, medio e basso Calore. Per i primi 43 km scorre nella provincia di Avellino e per altri 65 km nella provincia di Benevento.

Il bacino del Calore Irpino ha una superficie di 3057.60 km², affluente di sinistra del Volturno, riceve i primi contributi sorgentizi dal Monte Accellica e dalle Croci d'Acerno, montagne di calcare cretaceo che formano un displuvio con il fiume Sabato il quale scorre parallelo nella valle accanto e confluisce in sinistra nel fiume Calore nei pressi di Benevento.

2.3 Clima

Le valli sono caratterizzate da un clima tipicamente mediterraneo, con inverno mite e poco piovoso alternato da una stagione estiva calda e secca; l'area può essere considerata tra le aree a clima marittimo temperato.

L'Appennino offre alle valli interessate un certo riparo dai venti occidentali, mentre rimangono esposte alle correnti atmosferiche provenienti dall'adriatico e da sud; ciò le conferisce una minore piovosità rispetto alle regioni del versante tirrenico.

Nei mesi estivi è pronunciata la siccità del clima a causa delle masse d'aria calda e secca di origine tropicale. I mesi autunnali e quelli invernali presentano frequente nuvolosità e piogge copiose determinate dai venti sciroccali, intervallati da periodi sereni ma piuttosto freddi provocati dai venti secchi da nord. In primavera le correnti provenienti dall'Africa apportano temperature elevate ed aria secca.

Il mese più freddo è, generalmente, quello di gennaio con temperature intorno ai 6°. Il mese più caldo è luglio, caratterizzato da temperature intorno ai 25° che però facilmente raggiungono punte di 40°.

Nelle aree del Sub – Appennino la precipitazione annua raggiunge i 1000 mm, riducendosi a valori prossimi ai 700 mm nella fascia costiera adriatica.

Le precipitazioni, concentrate per oltre il 60% nel periodo autunno-inverno, presentano un massimo nei mesi di novembre – dicembre ed un minimo nel mese di luglio.

Elevata risulta la variabilità delle precipitazioni da un anno all'altro con valori che storicamente si sono triplicati dall'anno più siccitoso a quello più piovoso.

3. PRECEDENTI STUDI IDROLOGICI

Per l'area di nostro interesse verranno citati tre studi sui quali ci si è basati per le valutazioni qui presentate:

- lo studio del GNDCl relativo all'analisi regionale delle piene in Campania (Rossi e Villani 1994);
- lo studio di dettaglio sull'area territoriale di interesse (*Italferr*, 2001)
- gli studi condotti dall'autorità di bacino del Volturno, nell'ambito di stesura del PAI, e quello dell'autorità regionale pugliese negli adempimenti della L. 183/89.

Il peso assunto dagli studi precedenti sulle valutazioni qui effettuate è ripartito su diversi aspetti dell'analisi idrologica. In particolare, le analisi storiche, sviluppate da G. Benevento per la Campania

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IF0G	LOTTO 01 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A

hanno consentito di collocare in maniera corretta le caratteristiche dei rischi idrologici nell'area in esame in confronto a quelli relativi ad altre aree delle due regioni interessate, soprattutto nell'insieme dei fenomeni meteorologici, morfo-idrologici e geologici.

Dall'esame dell'analisi delle inondazioni avvenute nell'area in esame, negli anni compresi tra il 1921 ed il 1985 si rileva, infatti, un quadro complessivo delle zone maggiormente a rischio per la concomitanza di effetti dovuti all'esposizione ed alle pendenze e dimensioni dei bacini idrografici. Per quanto si evince dai citati studi, la zona in esame non si presenta tra quelle particolarmente critiche nei confronti del rischio di alluvione in senso stretto, pur presentando una certa esposizione al rischio idrogeologico in generale.

Mentre si avrà occasione di citare ampiamente più avanti il volume *Valutazione delle piene in Campania* (Rossi e Villani, 1994) va precisato qui che lo studio di idrologico dell'Italferr (2001) contiene un ampio inquadramento delle caratteristiche geologiche, di uso del suolo e territoriali della zona in esame.

4. MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI STATISTICA REGIONALE

In questo capitolo vengono esposti i richiami fondamentali teorici relativamente all'analisi probabilistica degli estremi idrologici. Vengono descritte brevemente le due leggi teoriche più importanti (Gumbel e TCEV) con indicazioni sulle modalità di stima dei parametri.

4.1 Il modello probabilistico di Gumbel

L'espressione della probabilità cumulata della legge di Gumbel è

$$F(x) = \exp(-\exp(\alpha(x-\varepsilon)))$$

con α ed ε parametri della distribuzione, che vengono, di norma, stimati attraverso il metodo dei momenti:

$$\alpha = \frac{\pi}{\sigma\sqrt{6}} = \frac{1.283}{\sigma}$$

$$\varepsilon = \mu - 0.450 \sigma$$

dove μ e σ sono rispettivamente la media e lo scarto quadratico medio dei dati.

Un diverso metodo di stima dei parametri è basato sulla massimizzazione della funzione di verosimiglianza della distribuzione (metodo della massima verosimiglianza). Le differenze tra i due

metodi si apprezzano in particolare quando il grado di adattamento della distribuzione ai dati è basso. Infatti, il metodo dei momenti tende a privilegiare i valori di entità più elevata, che hanno forte influenza in particolare sul momento del secondo ordine. Il metodo della massima verosimiglianza fornisce invece una curva che rispetta maggiormente i pesi rappresentati dalle frequenze cumulate, per cui non si lascia influenzare molto da singoli valori molto elevati.

Per riportare opportunamente i valori di x corrispondenti ad una fissata probabilità F (o tempo di ritorno T) si può invertire la legge $F(x)$ ottenendo

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

in quanto vale $T=1/(1-F)$.

Stimando i parametri con il metodo dei momenti è possibile esprimere direttamente x_T in funzione di media e scarto, attraverso l'espressione:

$$x_T = \mu \left\{ 1 - C_{v_x} \left[0.45 + \frac{\sqrt{6}}{\pi} \ln \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

dove C_{v_x} rappresenta il coefficiente di variazione dei dati.

L'espressione della legge di Gumbel può essere quindi rappresentata attraverso il prodotto della media per una quantità che rappresenta la crescita della media stessa in funzione del tempo di ritorno, quantità che è chiamata *fattore di crescita con il tempo di ritorno* (K_T), e che consente di rappresentare la relazione di frequenza delle precipitazioni secondo il prodotto:

$$x_T = \mu K_T$$

Questa rappresentazione risulta particolarmente utile nella determinazione su base regionale delle leggi di frequenza, in quanto molto spesso K_T risulta essere costante in ampie regioni.

4.2 Il modello probabilistico TCEV

Il modello a doppia componente denominato TCEV (Rossi et al., 1984) ipotizza che i massimi annuali delle portate al colmo di piena non provengano tutti dalla stessa popolazione ma da due popolazioni distinte legate a differenti fenomeni meteorologici. Tale ipotesi è peraltro giustificata dalla presenza in quasi tutte le serie storiche delle portate al colmo di uno o più valori (outliers) nettamente

maggiori degli altri al punto da sembrare non provenienti dalla stessa popolazione dei rimanenti dati (v.: Penta et al., 1978, Penta et al., 1980).

La funzione di probabilità cumulata (CDF dall'acronimo inglese Cumulative Distribution Function) del modello TCEV può essere espressa nella forma:

$$F_x(x) = \exp\left\{-\Lambda_1 \exp\left(-\frac{x}{\Theta_1}\right) - \Lambda_2 \exp\left(-\frac{x}{\Theta_2}\right)\right\} \quad x \geq 0$$

La funzione ha quattro parametri, Λ_1 , Θ_1 , Λ_2 e Θ_2 . I parametri contraddistinti dal pedice 1 sono relativi agli eventi più frequenti (componente base) mentre quelli con pedice 2 si riferiscono ad eventi più gravosi e rari (componente straordinaria). Ognuna delle due componenti è, a tutti gli effetti, una legge di Gumbel.

I parametri Λ_1 e Λ_2 esprimono, rispettivamente per le due componenti, il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori ad una soglia. I parametri Θ_1 e Θ_2 esprimono invece la media di tali eventi.

Spesso è utile fare riferimento, anziché alla X , alla variabile standardizzata

$$Y = \frac{X}{\Theta_1} - \ln \Lambda_1,$$

caratterizzata dalla CDF:

$$F_Y(y) = \exp\left\{-\exp(-y) - \Lambda_* \exp\left(-\frac{y}{\Theta_*}\right)\right\}$$

nella quale risulta

$$\Theta_* = \Theta_2 / \Theta_1 \text{ e}$$

$$\Lambda_* = \Lambda_2 / \Lambda_1^{1/\Theta}$$

L'espressione completa della CDF della TCEV può essere ulteriormente semplificata facendo riferimento alla variabile adimensionale $X' = \frac{X}{\bar{x}}$ dove con \bar{x} si è indicato il *valore indice* (la media della variabile). La CDF di questa nuova variabile X' è la cosiddetta curva di crescita la quale dipende dai parametri Λ^* , Θ^* , Λ_1 e Θ_1 , l'ultimo dei quali è rappresentabile analiticamente in funzione della media.

Tale curva risulta avere validità nell'ambito di sottozone omogenee, per cui rappresenta uno strumento di uso particolarmente comodo. Infatti, nell'ambito delle suddette sottozone, è sufficiente determinare la media della variabile (\bar{x}) per avere, a partire dalla $F_X(x')$, la distribuzione di probabilità finale

$$FX(x) = FX'(x')$$

4.3 Approccio gerarchico alla stima regionale dei parametri

Si sono già evidenziate le relazioni che intercorrono tra momenti teorici e parametri della distribuzione TCEV. Su queste relazioni si basa la strutturazione regionale della stima dei parametri del modello TCEV, in particolare con riferimento ai momenti del secondo e del terzo ordine.

Va innanzitutto detto che mediante l'espressione dei momenti teorici del modello TCEV, si dimostra che il coefficiente di variazione teorico dipende da Λ^* , Θ^* e Λ_1 ed è quindi indipendente da Θ_1 , mentre il coefficiente di asimmetria teorico dipende da Λ^* e Θ^* ed è quindi indipendente da Λ_1 e Θ_1 .

La stima su base regionale di parametri dipendenti da momenti di ordine elevato si rende necessaria in quanto i coefficienti di asimmetria e di variazione campionari, espressi rispettivamente dalle relazioni:

$$C_A = \sqrt{N} \cdot \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{\left[\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right]^{3/2}} \quad C_V = \frac{N}{\sqrt{N-1}} \cdot \frac{\left[\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right]^{3/2}}{\sum_{i=1}^N x_i}$$

stimati dalle serie storiche dei massimi annuali delle portate istantanee, o delle piogge di fissata durata, presentano una variabilità spaziale che nell'ambito di vaste aree non è superiore alla variabilità campionaria. In altri termini, presentano variabilità campionaria molto elevata, ma bassa variabilità spaziale.

Ciò consente di ipotizzare l'esistenza di regioni nelle quali si può ammettere che i valori teorici di tali momenti siano costanti. Per le relazioni di cui si è detto in precedenza si ha come conseguenza la costanza dei parametri del modello TCEV direttamente legati ai suddetti momenti campionari.

La procedura di regionalizzazione adottata nello studio regionale è di tipo gerarchico strutturata su tre livelli:

I° Livello di regionalizzazione:

Si assume che il coefficiente di asimmetria CA sia costante in una regione molto ampia (l'intera Italia Appenninica ed insulare ad eccezione della Sardegna). Ciò implica, per quanto detto in precedenza, la costanza dei parametri Λ^* e Θ^* del modello TCEV nella medesima zona.

Inoltre in una regione omogenea rispetto a Λ^* e Θ^* , risulta unica la CDF della variabile standardizzata Y, in quanto essa dipende soltanto dai due suddetti parametri del modello. In assenza di dati sufficienti a mettere in discussione localmente la validità di questa assunzione, si pone che ovunque Λ^* e Θ^* assumano i valori calcolati nell'ambito della zona unica.

II° Livello di regionalizzazione

Al secondo livello di regionalizzazione si assume che la regione omogenea rispetto a Λ^* e Θ^* possa suddividersi in sottozona in cui il coefficiente di variazione CV risulti costante, nel senso che vari con piccoli scarti di disturbo spaziale intorno a valori medi differenti da una zona all'altra.

Per il modello TCEV questo si traduce nella costanza del parametro Λ_1 , nella sottozona omogenea, oltre che di Λ^* e Θ^* . Il valore di Λ_1 relativo alla sottozona va stimato utilizzando tutti i dati disponibili nella zona.

Se si individua una sottozona omogenea rispetto a Λ_1 la variabile $X' = X/\bar{x}$ risulta identicamente distribuita, si ha cioè una curva di crescita unica per l'intera sottozona.

III° Livello di regionalizzazione

Il terzo livello di regionalizzazione consiste nell'individuazione di aree omogenee nelle quali sia possibile determinare le relazioni che legano la media \bar{x} (valore indice) alle caratteristiche fisiche di interesse. Infatti la variabilità della pioggia (o della piena) indice \bar{x} con le caratteristiche morfologiche (es. quota) e climatiche è tale che l'ipotesi basata sulla ricerca di aree con \bar{x} costante è applicabile solo per le piogge e spesso non è verificata.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IF0G	LOTTO 01 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A	FOGLIO 14 di 80

5. ANALISI REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

5.1 Dati utilizzati

Al fine di procedere alle valutazioni statistiche sulle precipitazioni intense nella zona in esame sono state prese in considerazione le serie storiche di 9 stazioni pluviografiche collocate in Campania lungo il contorno e all'interno del bacino dell'Ufita. Nella tabella che segue si riportano le denominazioni e le caratteristiche principali di dette stazioni.

I dati idrologici disponibili ed utilizzati per l'analisi pluviometrica sono stati rilevati dagli Annali Idrologici (Parte I) dell'Ufficio Idrografico di Napoli. I dati sono riportati nelle tabelle fuori testo e comprendono i valori storici di massimo annuale della pioggia in più ore consecutive ed i dati relativi alle piogge intense di durata inferiore all'ora per alcune delle stazioni pluviometriche considerate.

L'analisi di questi ultimi è resa necessaria dal fatto che le durate critiche per gli eventi di piena della maggior parte dei bacini considerati sono inferiori all'ora. Peraltro, mentre nei volumi *Valutazione delle Piene* è stata condotta l'analisi statistica delle piogge orarie, in esso manca uno studio specifico per eventi di durata inferiore all'ora. Questi ultimi eventi sono riportati dal Servizio Idrografico in modo non sistematico e non vi è certezza sul fatto che i valori riportati siano effettivamente i massimi per quella durata osservati nell'anno considerato (prova ne è il fatto che spesso si trovano due valori per una stessa durata). Su di essi si è quindi resa necessaria una fase di validazione, tesa ad eliminare valori chiaramente non congruenti, quali quelli per i quali risulta intensità media inferiore a quella corrispondente ad un dato di durata doppia. Nelle tabelle allegate in appendice si riporta traccia di questa fase di pre-analisi nella quale sono stati eliminati numerosi dati. Nella tabella sintetica che segue è anche menzionata la posizione della stazione (interna o esterna al limite di bacino principale).

Tabella 1 – Stazioni pluviometriche di interesse nell'area in esame.

Stazioni pluviometriche utilizzate					Numero dati		Quota
Cod.	cod. SII	Stazione	Posiz.	Bacino	<1h	>1h	(m s.m.m.)
1	3745	Castelfranco	Interna	Miscano	-	85	770
2	3746	Apice	Esterna	Calore I.	64	133	250
3	3747	Frigento	Interna	Ufita	-	104	910
4	3748	Flumeri	Interna	Ufita	-	45	440
5	3749	Ariano Irpino	Interna	Ufita	-	95	794
6	3756	MonteCalvo Irpino	Interna	Ufita	-	151	585
7	3767	Paduli	Esterna	Calore I.	-	75	358
8	3750	Grottaminarda	Esterna	Calore I.	-	75	290

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IFOG	LOTTO 01 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A	FOGLIO 16 di 80

5.2 Analisi preliminare dei dati di piovosità

La fase preliminare di analisi delle serie storiche dei massimi di precipitazione ha il duplice obiettivo di consentire l'individuazione di dati anomali, specie con riferimento ai valori estremi e per le stazioni di maggiore interesse, e di selezionare le stazioni guida per i sottobacini interessati da questa analisi. La prima parte di questa fase è stata appoggiata alla rappresentazione, in carta di Gumbel, dei dati per le diverse durate ed all'esame delle curve così ottenute.

Successivamente sono state valutate le leggi altezza di pioggia - durata con legge di potenza a due parametri, per tutte le stazioni, onde valutare l'andamento dei parametri con la quota e determinare le stazioni guida per le analisi successive.

Non si sono apprezzate significative correlazioni tra la quota ed i parametri delle curve di probabilità pluviometriche così come rappresentate in legge di potenza.

Altri parametri che posti a confronto con la quota sono: il valore del coefficiente a e dell'esponente n della curva di probabilità pluviometrica, il valor medio dei massimi a 5 minuti ed il rapporto tra le medie in 1 ora ed in 5 minuti. In tutti i casi si è molto lontani dall'individuare una qualche possibile relazione tra parametri e quota.

5.3 Le curve di probabilità pluviometrica

La rappresentazione di x_T secondo il modello probabilistico scelto (Gumbel o TCEV) si ritiene valida per massimi annui di pioggia in un qualsiasi intervallo di durata inferiore al giorno, considerando che la modalità di 'crescita' del valore indice non cambia con la durata delle precipitazioni. Pertanto, la massima pioggia di generica durata corrispondente ad un tempo di ritorno T , sintetizzata nell'espressione:

$$h_{t,T} = \mu_t K_T$$

rappresenta la famiglia di curve di probabilità pluviometrica.

Nel paragrafo seguente si tratterà della rappresentazione e stima della relazione altezza di pioggia-durata per le precipitazioni estreme annue (o , che è lo stesso, della relazione intensità-durata), con riferimento ai valori medi della grandezza.

5.3.1 La relazione intensità-durata delle precipitazioni

La legge di dipendenza della media dei massimi di precipitazione con la durata può esprimersi, nel caso più semplice, come:

$$\mu_t = a t^n$$

con i coefficienti a ed n da stimarsi tramite un modello di regressione sui dati disponibili, sugli Annali Idrologici, per le durate 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Trattandosi di una legge di potenza, a ed n possono essere stimati tramite regressione lineare sui logaritmi di μ e t .

5.4 Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica dei bacini di interesse

Con riferimento alla formulazione

$$\mu_{it} = \mu_{i,1} t^{n-1}$$

relativa all'altezza di pioggia, i parametri stimati per le stazioni pluviometriche analizzate sono:

Tabella 2 – Curve di probabilità pluviometrica per le stazioni di interesse

Stazione	μ_{i0}	N
APICE	21.34	0.29
ARIANO IRPINO	23.51	0.26
CASTELFRANCO IN MISCANO	21.84	0.29
FLUMERI	28.90	0.22
FRIGENTO	27.59	0.20
GROTTAMINARDA	24.03	0.22
MONTECALVO IRPINO	23.26	0.22
PADULI	21.22	0.27

Per la determinazione della media dei massimi annuali di precipitazione da utilizzare per il calcolo della portata dei bacini dei corsi d'acqua principali si è utilizzata una distribuzione spaziale delle piogge mediante il metodo dei poligoni di Thiessen, come rappresentato in figura.

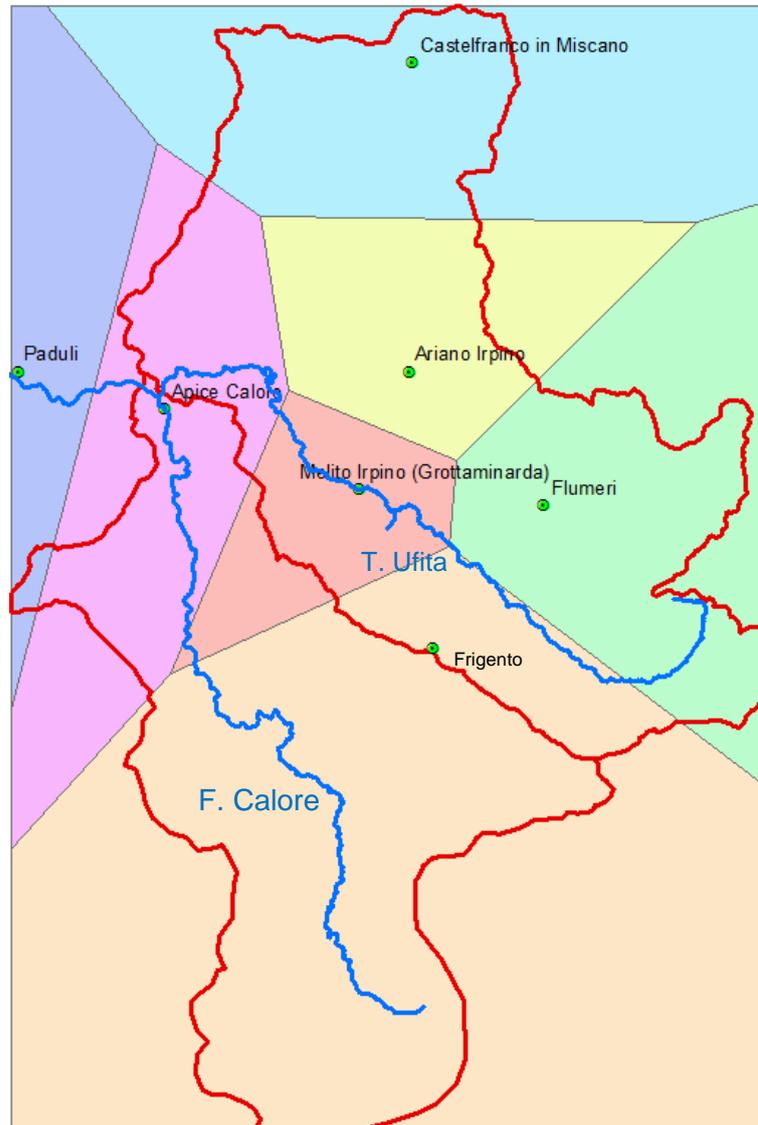


Figura 3 – Rappresentazione dei bacini idrografici e dei poligoni di Thiessen utilizzati per la determinazione delle precipitazioni

Coerentemente con la procedura VAPI (come descritta ad esempio in Versace et al.), ai fini del calcolo delle portate Q_T le precipitazioni vengono considerate solo rispetto ai loro valori medi per determinare i corrispondenti valori medi di portata. Avendo a disposizione i fattori di crescita delle portate (dalla citata pubblicazione) sono quelli i fattori moltiplicativi da usare una volta che le portate medie siano

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IF0G	LOTTO 01 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A

state ottenute. Non a caso, infatti, il fattore di crescita delle precipitazioni è diverso da quello delle portate per il fatto che queste ultime, nel loro formarsi, risentono di fattori fisiografici e questi ultimi hanno un effetto tutt'altro che neutro nel passaggio piogge-portate. Tutto ciò è portato in conto dalla differenza dei fattori di crescita.

5.5 Curve regionali di crescita delle precipitazioni

L'analisi delle serie storiche dei massimi di precipitazione ha evidenziato come siano disponibili valori inferiori all'ora per gran parte delle stazioni considerate ma con un numero di anni di osservazione estremamente ridotto.

Pertanto, per la determinazione delle precipitazioni per il calcolo delle portate dei bacini minori con tempi critici inferiori all'ora e per il dimensionamento della rete di drenaggio di piattaforma si utilizza un'espressione iperbolica con i valori dei parametri stimati nello studio del GNDCI, forniti per zone pluviometriche omogenee.

L'espressione per il calcolo dell'altezza di precipitazione media annua è la seguente:

$$\mu(i, t) = \frac{\mu(h_0) \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C-DZ}}$$

dove:

- d è la durata di pioggia
- Z è la quota del bacino sul mare
- $\mu(h_0)$, d_c , C e D sono parametri stimati nell'ambito dello studio del GNDCI, che vengono determinati in funzione della posizione del bacino.

Il progetto in esame attraversa due zone pluviometriche omogenee, la zona 3 e la zona 5, come indicato nella figura seguente. Per quanto riguarda il calcolo delle precipitazioni su bacini idrografici la determinazione della zona in cui il bacino ricade è immediata, mentre per il dimensionamento della rete di drenaggio di piattaforma si suddivide il progetto in due tratte:

- dalla pk 0+000 alla pk 12+700 si ricade all'interno della zona pluviometrica 5
- dalla pk 12+700 a fine tratta si ricade all'interno della zona pluviometrica 3.

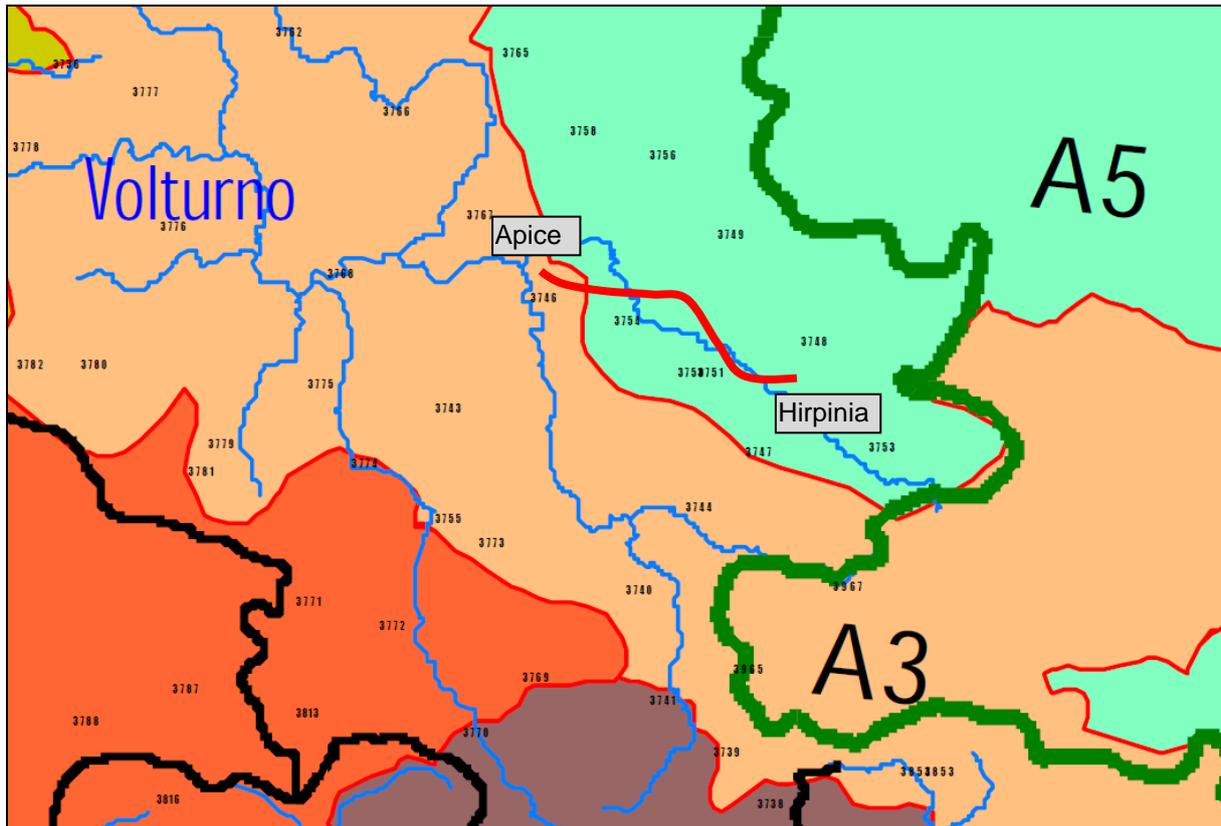


Figura 4 – Zone pluviometriche omogenee della Regione Campania e tracciato di progetto

I parametri forniti per le citate zone pluviometriche omogenee sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 3 – Parametri dello studio del GNDCl per le zone pluviometriche di interesse

Area omogenea	$\mu(h_0)$ (mm/h)	d_c (h)	C	$D \cdot 10^{-5}$
3	116.7	0.0976	0.7360	8.7300
5	231.8	0.0508	0.8351	10.800

La stima delle precipitazioni per fissata durata in corrispondenza di un dato tempo di ritorno avviene tramite il calcolo dei valori della media dei massimi delle precipitazioni stesse μ_t relative ad una generica

durata t , e la successiva amplificazione delle stesse attraverso il fattore di crescita (della media con il tempo di ritorno) K_T

$$h_{t,T} = \mu_t K_T$$

Le curve di crescita hanno carattere regionale e sono valutate con tecniche statistiche sofisticate, usando serie storiche relative a stazioni poste in un intorno molto ampio rispetto alla zona di interesse.

Negli studi del GNDCII. (1994), è stata individuata per l'area in esame una zona pluviometrica, che rappresenta i bacini dell'Ufita, del Fiumarella e del Calore, per la quale sono stati forniti i parametri della distribuzione.

La curva di crescita assume pertanto l'espressione:

$$K_T = -0.0373 + 0.517 \ln (T)$$

I valori di $K_T = x / \mu$ corrispondenti a diversi tempi di ritorno sono riportati nella tabella seguente.

T (anni)	K_T (Campania)
20	1.51
25	1.63
30	1.72
50	1.99
100	2.34
200	2.70
300	2.91
500	3.18

6. ANALISI STATISTICA REGIONALE DELLE PIENE

6.1 Curve regionali di crescita delle piene

La stima delle portate di piena per fissato tempo di ritorno avviene tramite il calcolo dei valori della media delle piene e la successiva amplificazione delle stesse nella logica della formula

$$x_T = \mu K_T$$

Nel paragrafo successivo si approfondiranno i metodi ed i problemi di stima dei parametri relativi al calcolo della media.

Per quanto riguarda le curve di crescita, che hanno carattere regionale e che sono valutate con tecniche statistiche sofisticate usando un numero notevole di serie storiche, non vi è ragione di non applicare la metodologia proposta negli studi del GNDCl. Nel caso specifico, si fa riferimento ad una zona idrometrica omogenea per il bacino dell'Ufita, nella quale i parametri i di ordine elevato dalla TCEV sono costanti.

Ai bacini considerati (Ufita, Fiumarella e Calore) si è attribuita, in base alle informazioni disponibili nel volume *Valutazione delle piene in Campania*, la curva di crescita caratterizzata dall'espressione:

$$K_T = -0.0567 + 0.680 \ln T$$

In questa relazione, i valori di $K_T = x/\mu$ corrispondenti a diversi tempi di ritorno sono rispettivamente:

T (anni)	K_T (Campania)
5	1.04
20	1.98
30	2.26
50	2.60
100	3.07
200	3.55
300	3.82
500	4.17

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>RELAZIONE IDROLOGICA</p>	<p>COMMESSA IFOG</p>	<p>LOTTO 01 D 09</p>	<p>CODIFICA RI</p>	<p>DOCUMENTO ID0001 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 23 di 80</p>

6.2 Stima della piena media con la formula razionale

La formula razionale, in uso da oltre un secolo per valutazioni prima deterministiche ed oggi statistiche relative alle massime portate al picco di piena, è espressa nella sua accezione più attuale (v. es Villani, 1990, Rossi e Villani, 1995) come:

$$Q = \frac{C^* I_{tr} S}{3.6}$$

in cui:

- Q : è la portata al colmo (in m³/s),
- S : è l'area del bacino (in Km²),
- I_{tr} : è l'intensità media di precipitazione sul bacino in una durata pari al tempo di ritardo t_r (in mm/ora),
- C^* : è detto coefficiente statistico di piena.

Quest'ultimo coefficiente rappresenta il prodotto del coefficiente di deflusso in piena C_f , che definisce l'area del bacino che contribuisce effettivamente alla portata, e della cosiddetta funzione di picco C_p , che porta in conto il fatto che nell'ambito di una precipitazione di durata pari al tempo di ritardo, solo parte dell'IUH (idrogramma unitario istantaneo) può contribuire alla determinazione della relazione tra picco e volume della piena. C_p risulta essere pertanto un fattore di attenuazione, che dà conto, tutto sommato, dei fenomeni di invaso nella rete idrografica.

In questa formulazione, che risulta essere una evoluzione di quella originariamente espressa da Mulvaney nel secolo scorso, il tempo "critico" è quello di *ritardo*, pari alla distanza dall'origine del baricentro della curva che definisce la risposta impulsiva del bacino (IUH).

I parametri da determinare per l'applicazione del metodo sono quindi, in aggiunta alla curva di probabilità pluviometrica $h_{t,T}$, necessaria a fornire il dato di intensità media per la durata desiderata:

- il tempo di ritardo del bacino
- il coefficiente statistico di piena

La pluviometria rappresenta il fattore che comporta maggiore precisione per il fatto che la densità di stazioni sul territorio è elevata e, di solito, si può contare su una buona precisione delle misure pluviometriche. Incertezze molto maggiori accompagnano le valutazioni sul tempo di ritardo del bacino e sul coefficiente statistico di piena, che vanno derivati per via indiretta. Nei paragrafi che seguono si esaminano le tecniche per la loro determinazione ed i problemi da risolvere per la riduzione del grado di incertezza nella stima.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IF0G	LOTTO 01 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A	FOGLIO 24 di 80

6.2.1 Il tempo di ritardo

Esistono in letteratura numerose formule empiriche (v. es. Watt e Chow, 1985) per la determinazione sia del tempo di corrivazione del bacino (che corrisponde al tempo di base dell'IUH) che per la stima della distanza dall'origine del baricentro dell'IUH (tempo di ritardo). Nel secondo caso, le formule empiriche puntano alla ricostruzione del tempo che separa il baricentro dello ietogramma dal baricentro dell'idrogramma. Gran parte delle formule empiriche hanno base fisica, nel senso che quasi sempre sono ottenute per composizione di parametri quali la lunghezza dell'asta principale (o dall'area) e la sua pendenza media (o da caratteristiche altimetriche del bacino).

L'applicazione delle formule empiriche deve sempre avvenire conformemente all'uso che ne è stato fatto nella loro determinazione, il che comporta una certa attenzione anche alla reale definizione di tempo di ritardo adottato ed alla formula finale utilizzata per la determinazione del picco di piena.

6.2.2 Bacini di dimensioni medio-grandi

Molto usata in Italia è la formula di Giandotti per il calcolo del tempo di corrivazione del bacino

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

nella quale L rappresenta la lunghezza dell'asta principale e H la quota media 'netta' del bacino, cioè calcolata relativamente alla quota della sezione di chiusura. Uno dei motivi fondamentali per i quali questa formula rappresenta ancora un ausilio importante nella determinazione del tempo critico dei bacini idrografici è che per mezzo di tale formula sono stati ricostruiti molti valori di portata di piena storici nell'ambito del Servizio Idrografico Italiano. In particolare, essa è stata usata proprio per la ricostruzione dei valori eccezionali di piena, in corrispondenza dei quali le stazioni idrometriche spesso sono state distrutte. Nel caso dell'applicazione della formula razionale, non è del tempo di corrivazione che si ha però bisogno, bensì del tempo di ritardo. Questo passaggio è reso possibile da una procedura proposta da Silvagni (1984) nella quale si ipotizza un meccanismo di relazione tra le due grandezze tale che il tempo di ritardo risulta essere la metà di quello della corrivazione.

6.2.3 Bacini di piccole dimensioni

Tutto quanto detto con riferimento alla formula del Giandotti perde significato quando si considerano bacini di dimensioni molto piccole, come certamente è il caso di quelli che sono sottesi dai tombini oggetto di analisi per il tracciato ferroviario.

Si riportano di seguito le principali formule utilizzate in letteratura per il calcolo del tempo di corrivazione di bacini di piccole dimensioni:

Pezzoli

$$T_c = 0.055 \cdot \frac{L}{i^{0.5}}$$

Viparelli

$$T_c = \frac{L}{3.6 \cdot v_v}$$

Merlo-Tournon (tarato su bacini piemontesi di estensione molto piccola)

$$T_c = 0.396 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}} \cdot \left(\frac{S \cdot \sqrt{i}}{L^2 \cdot \sqrt{i_m}} \right)$$

Pasini

$$T_c = \frac{24 \cdot 0.045 \cdot \sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i} \cdot 100}$$

Ventura

$$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i}}$$

dove:

- T_c : è il tempo di corrivazione (ore),
- S : è l'area del bacino idrografico (km²),
- L : è la lunghezza dell'asta principale estesa fino allo spartiacque (km),
- i : è la pendenza media dell'asta principale,
- i_m : è la pendenza media del bacino,

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IF0G	LOTTO 01 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A	FOGLIO 26 di 80

Un altro aspetto particolarmente significativo per l'analisi in corso riguarda il fatto che in molti casi i bacini presentano aree tanto piccole da dar luogo a valori teorici del tempo di ritardo talmente bassi da non risultare verosimili. Come per le analoghe applicazioni che vengono svolte in ambito urbano, infatti, esistono dei tempi minimi di percorrenza che prescindono dalle dimensioni del bacino e che danno conto del ruscellamento sui versanti (incanalamento da strade e tetti in ambito urbano). Generalmente si assume che tali tempi siano dell'ordine dei 15 minuti.

Per quanto detto, quindi, nei casi in cui il tempo di ritardo stimato risulti essere inferiore a 0.25 ore (pari a 15 minuti), il valore assunto sarà pari proprio a 0.25 ore.

6.2.4 Il coefficiente statistico di piena

Il coefficiente statistico di piena dipende dalle caratteristiche geologiche dei bacini quali indicatori della permeabilità del suolo in condizioni di piena. All'incertezza derivante dalla sola caratterizzazione geologica si sopperisce di solito con un'analisi regionale, dalla quale emerge l'insieme delle relazioni tra i valori di C^* ed i complessi idrogeologici principali.

Per la determinazione del valore di riferimento di C^* ci si è pertanto avvalsi di informazioni sul comportamento dei bacini idrografici in piena desunte dai dati del Servizio Idrografico (Pubbl. n. 17) e da Copertino et al. (2001).

Va premesso che, in aree completamente impermeabili (zone caratterizzate dalla presenza di formazioni geologiche a prevalente matrice argillosa), il coefficiente C^* assume valori dell'ordine di $0.4 \approx 0.5$, mentre andando verso formazioni molto permeabili, quali sono quelle contraddistinte da forte permeabilità per fessurazione (massicci carbonatici), il valore del coefficiente scende al disotto di 0.1. In Campania (Rossi e Villani, 1995) il valore medio di C^* stimato per le aree impermeabili, è 0.38 mentre per i calcari va a 0.09, per scendere a zero se sui calcari è presente il bosco. Valori analoghi, con media prossima a 0.34, sono stati ottenuti in Basilicata, dove la matrice argillosa è prevalente. In presenza di formazioni di origine vulcanica (zona del Vulture) il coefficiente assume valori prossimi a quelli caratteristici dei calcari, cioè dell'ordine di 0.11-0.15 (Copertino e Fiorentino, 1994).

La valutazione di C^* si può effettuare per via indiretta se si hanno a disposizione dati riferiti al bacino di interesse o a bacini analoghi per caratteristiche idrogeologiche. Nel nostro caso sono disponibili osservazioni (seppur in numero esiguo) per i bacini pugliesi. Queste osservazioni, nello studio regionale citato, hanno costituito un utile confronto per la taratura della relazione da utilizzare:

$$C^* = 0.009 + 0.471 * (1 - PE)$$

in cui si indicato con PE la percentuale di area del bacino caratterizzata da alta permeabilità.

Per la taratura sono stati utilizzati i dati relativi alla permeabilità dei bacini riportati nelle analisi degli studi regionali suddetti.

6.3 Portate medie al colmo stimate per i bacini di interesse

In virtù di quanto è stato detto finora, il calcolo delle medie delle portate di piena al colmo nelle sezioni di interesse è stato effettuato applicando la formula Razionale, ricercando il tempo di ritardo secondo il seguente schema:

- Piccoli bacini: $S \leq 10 \text{ km}^2$: Il tempo critico verrà calcolato considerando la media dei valori ottenuti con le formulazioni precedentemente riportate;
-
- Grandi bacini: Il tempo critico verrà calcolato applicando la nota formula di Giandotti.

Le curve di probabilità pluviometriche utilizzate sono quelle stimate nel paragrafo precedente. I valori della pioggia areale sono stati dedotti da quelli puntuali ridotti in funzione del coefficiente di riduzione K_A nella procedura VAPI:

$$K_A(d) = 1 - \left(1 - e^{(-c_1 A)}\right) e^{-c_2 d^{c_3}}$$

dove:

- A = area del bacino [km^2]
- $c_1 = 0.0021$
- $c_2 = 0.53$
- $c_3 = 0.25$

Moltiplicando i valori medi ottenuti per quelli relativi ai fattori di crescita con riferimento ai tempi di ritorno di progetto, si ottengono le portate di interesse riportate nei paragrafi successivi.

6.4 Determinazione delle portate per i bacini maggiori

Per la determinazione delle portate dei corsi d'acqua maggiori, interferenti con la nuova linea ferroviaria, bisogna specificare che, mentre i valori dei massimi annuali delle intensità di pioggia per i fiumi Fiumarella e Ufita sono desunti dalle analisi idrologiche, tale valore per il Fiume Calore è stato determinato applicando le procedure desunte dal VAPI.

I bacini considerati sono stati identificati con il nome dell'infrastruttura di progetto a cui fanno riferimento e, per ciascuno di essi, è stata individuata la progressiva ferroviaria di progetto in corrispondenza del punto di attraversamento. Inoltre, sulla base della cartografia di base sono state determinate le rispettive caratteristiche morfologiche qui di seguito indicate:

- S (km^2): bacino imbrifero con una superficie chiusa in corrispondenza della linea ferroviaria;
- L_{ASTA} : Lunghezza dell'asta fluviale fino alla sezione di chiusura coincidente con l'intersezione con la linea ferroviaria di progetto;
- H_{med} (m s.l.m.): quota media del bacino.

Moltiplicando infine tale portata indice per il relativo coefficiente di crescita K_T , ottenuto numericamente dalla (1) per alcuni valori del tempo di ritorno e così come suggerito dal VAPI, si è ottenuta la portata di piena Q_T in funzione dei diversi tempi di ritorno:

$$Q_T = K_T \cdot \mu(Q) [m^3/s]$$

Nella seguente tabella si riportano le grandezze utilizzate per il calcolo della portata media annua.

Per la modellazione dei viadotti ubicati in prossimità della confluenza il calcolo dei contributi di due fiumi il contributo del fiume "affluente", cioè del fiume che interseca a valle il torrente Ufita, su cui è presente l'interferenza, si calcola come differenza della portata calcolata considerando il bacino chiuso a valle della confluenza (calcolo indicato nella tabella che segue con l'apice posto sull'ID dell'interferenza) e della portata del torrente Ufita calcolata a partire dal bacino idrografico chiuso in corrispondenza dell'opera di progetto. Nella seguente tabella si riportano i valori della portata media annua assunta per il torrente Fiumarella (a valle dell'opera VI01) e per il fiume Calore (confluenza a valle dell'opera VI04), che vengono indicati con il doppio pedice al seguito dell'ID.

Di seguito si riportano i valori di portata calcolati per i vari tempi di ritorno considerati.

Tabella 5 – Valori di portata per i tempi di ritorno di riferimento

ID	Q ₅	Q ₃₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₃₀₀	Q ₅₀₀
-	m ³ /s						
VI01	213.67	464.53	536.05	633.10	730.15	786.92	858.44
VI01''	121.45	264.05	304.70	359.87	415.03	447.30	487.95
VI02	280.77	610.43	704.42	831.95	959.48	1034.08	1128.06
VI03	271.44	590.14	681.00	804.29	927.58	999.70	1090.56
VI04	336.15	730.82	843.34	996.02	1148.70	1238.02	1350.54
VI04''	268.35	583.43	673.26	795.14	917.03	988.33	1078.16

6.5 Determinazione delle portate per i bacini minori

Per la determinazione delle portate dei corsi d'acqua minori, interferenti con la nuova linea ferroviaria, si sono determinate prima di tutto le superfici S (km²) dei bacini contribuenti il deflusso per le sezioni di chiusura che è necessario verificare.

I bacini considerati sono stati identificati con il codice IN ed un numero e, per ciascuno di essi, è stata individuata la progressiva ferroviaria di progetto in corrispondenza del punto di attraversamento. Inoltre, sulla base della cartografia di base sono state determinate le rispettive caratteristiche morfologiche qui di seguito indicate:

- S (km²): bacino imbrifero con una superficie chiusa in corrispondenza della linea ferroviaria;
- L_{ASTA} : Lunghezza dell'asta fluviale fino alla sezione di chiusura coincidente con l'intersezione con la linea ferroviaria di progetto;
- H_{med} (m s.l.m.): quota media del bacino.

Con queste grandezze è possibile determinare la portata indice, secondo la relazione indicata nel paragrafo precedente. La portata Q_T relativa ai tempi di ritorno di progetto è stata determinata moltiplicando la portata indice per il relativo coefficiente di crescita K_T :

$$Q_T = K_T \cdot \mu(Q) [m^3/s]$$

Nelle tabelle seguenti si riportano di seguito i valori della portata indice per i bacini analizzati e i valori della portata di piena calcolata per i tempi di ritorno analizzati.

Tabella 6 – Caratteristiche dei bacini idrografici maggiori e valore della portata media annua

Nome	Prog.	Area	L _{asta}	H _{media}	t _r	PE	C*	K _A	m(Q)
-	-	Km ²	Km	m.s.m.m.	h	%	-	-	m ³ /s
IN01	0+700 + viabilità Hirpinia	1.45	2.4	338	0.74	50	0.28	1.00	2.93
IN02	Piazzale 16+700	0.03	0.30	200	0.25	50	0.28	1.00	0.11
IN03	17+750	0.10	0.39	231	0.25	50	0.28	1.00	0.37
IN04	Viabilità Apice	0.18	1.0	225	0.30	50	0.28	1.00	0.61
IN05	17+400	0.16	0.95	216	0.30	50	0.28	1.00	0.52
IN06	17+175	0.21	1.20	2.21	0.32	50	0.28	1.00	0.68

Tabella 7 – Valori di portata per i tempi di ritorno di riferimento

ID	Progressiva	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₃₀₀	Q ₅₀₀
-	-	m ³ /s				
IN01	0+700 + viabilità Hirpinia	7.61	8.99	10.39	11.18	12.21
IN02	Piazzale 16+700	0.30	0.35	0.40	0.43	0.47
IN03	17+750	0.97	1.15	1.33	1.43	1.56
IN04	Viabilità Apice	1.59	1.88	2.17	2.33	2.55
IN05	17+400	1.36	1.60	1.86	2.00	2.18
IN06	17+175	1.78	2.10	2.43	2.61	2.85



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA
I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 09	RI	ID0001 001	A	32 di 80

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IFOG	LOTTO 01 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A	FOGLIO 33 di 80

7. BIBLIOGRAFIA

Calenda, G. e C. Cosentino, Analisi regionale delle piogge brevi dell'Italia Centrale, L'Acqua, n.1, 20-31,1996.

Copertino, V.A. e M. Fiorentino (a cura di), Valutazione delle piene in Puglia, Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente, Università della Basilicata e GNDCI-CNR, 1994.

Ente Nazionale Strade, Studio di Inserimento ambientale Autostrada A3 Salerno-Reggio Calabria (Svincolo di S. Onofrio/Vibo Valentia - svincolo di Gioia Tauro), Aprile 1997.

Ermini R. e M. Fiorentino, I tempi di ritardo caratteristici dei bacini idrografici, in: Copertino, V.A. e M. Fiorentino (a cura di), Valutazione delle piene in Puglia, Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente, Università della Basilicata e GNDCI-CNR, 121-143, 1994.

Hall, M.J. Urban Hydrology, Elsevier, London, 1984.

Modica, C. e G. Rossi, Analisi delle piogge intense di durata inferiore ad 1 ora in Sicilia,

Caloiero D., Mercuri T., Le alluvioni in Calabria dal 1921 al 1980, CNR, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica. Cosenza, 1980

Calomino e Veltri (a cura di) Orientamenti attuali di idrologia urbana, BIOS, Cosenza, 1988.

Copertino V.A. e Fiorentino M. (a cura di), Valutazione delle piene in Puglia, Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente e GNDCI (Gruppo Nazionale per la difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), Potenza, 2001.

Maione U., Appunti di idrologia 3. Le piene fluviali, La Goliardica Pavese, 1977

Ministero LL.PP. Servizio Idrografico sezione di Catanzaro,Annali Idrologici, parte I., Roma, 1925-1984

Ministero LL.PP., Dati caratteristici dei corsi d'acqua Italiani. Pubblicazione n° 17. Roma, 1980

Penta A., F. Rossi, G. Silvagni, M. Veltri, P. Versace, Un modello stocastico per l'analisi delle massime piogge giornaliere in presenza di grandi nubifragi, Atti XVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Palermo, 1980.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IFOG	LOTTO 01 D 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A	FOGLIO 34 di 80

Penta A., G. Silvagni, P. Versace, Analisi regionale dei massimi annuali delle portate al colmo di piena, Incontro di studio su: Estremi Idrologici e modelli di previsione, Perugia, 1978.

Rossi F., Fiorentino M., Versace P., Two component extreme value distribution for Flood Frequency Analysis. Water Resources Research, Vol. 20, N.7, 1984

Rossi F. e P. Villani (a cura di), Valutazione delle piene in Campania, Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Salerno e GNDCI (Gruppo Nazionale per la difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), Salerno, 1995.

Silvagni G., Valutazione dei massimi volumi di piena, Istituti idraulici dell'Università di Napoli, Pubbl. n. 489, 1984.

Troutman B.M. e M.R. Karlinger, Unit hydrograph approximations assuming linear flow through topologically random channel networks, Water Resources Research, 21(5), 743-754, 1985.

Versace P., E. Ferrari, S. Gabriele, F. Rossi, Valutazione delle piene in Calabria, IRPI Cosenza e GNDCI (Gruppo Nazionale per la difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), Cosenza, 1989.

Villani, P. La valutazione della piena annua media, Atti dell'Istituto di Ingegneria Civile, Università di Salerno, n.108, 1990.

Viparelli C., Ricostruzione dell'idrogramma di piena, L'Energia Elettrica, 6, 421-428, 1963

Watt, W.E. and Chow, C.A., A general expression for the basin lag time, Canadian Journal of Civil Engineering, 12, p. 294-300, 1985.

8. ALLEGATI

Stazione Pluviometrica di Castelfranco in Miscano

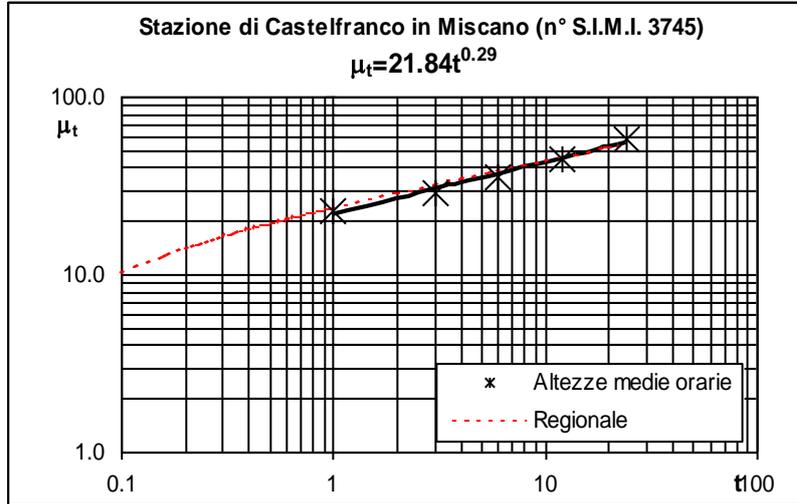
ANNO	1	3	6	12	24
1956	22.6	30.0	30.0	30.0	39.5
1968	13.8	28.8	42.0	53.8	66.4
1970	13.0	21.0	31.6	37.4	65.4
1971	18.8	24.0	44.4	65.0	86.6
1972	33.8	40.0	40.0	40.2	40.2
1973	18.2	20.6	20.8	23.4	38.8
1974	11.0	17.0	26.0	26.0	34.0
1975	28.0	30.0	43.0	44.8	55.0
1976	22.6	22.6	22.6	30.0	46.0
1977	17.4	19.0	20.8	31.0	40.8
1978	38.2	39.2	39.2	48.0	70.6
1979	32.0	39.4	40.0	40.2	43.8
1980	19.0	37.0	39.8	50.0	77.4
1982	33.0	38.0	53.0	72.6	74.4
1983	13.0	21.0	32.0	47.6	59.4
1984	26.0	32.0	32.0	37.0	41.2
1985	26.2	32.4	52.0	76.2	97.0

Risultati dell'elaborazione dei dati pluviometrici

N	17	17	17	17	17
μ_r	22.7	28.9	35.8	44.3	57.4
σ	8.25	7.94	9.96	15.59	19.04
ε	19.03	25.37	31.36	37.29	48.87
α	0.16	0.16	0.13	0.08	0.07
k'	0.78	0.56	0.57	0.75	0.70
CV	0.36	0.27	0.28	0.35	0.33
CV_m	0.32				
a	21.84				
n	0.29				

RELAZIONE IDROLOGICA

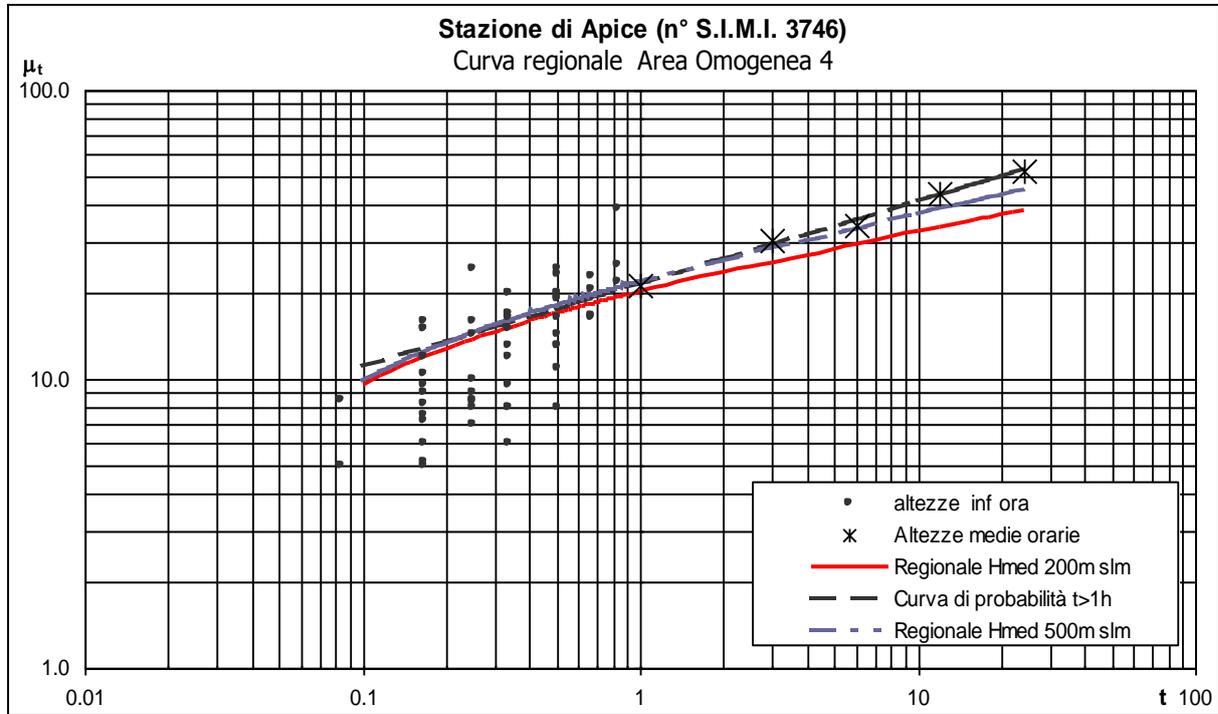
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 09	RI	ID0001 001	A	37 di 80



Stazione Pluviometrica di Apice					
ANNO	1	3	6	12	24
1951	20.2	28.0	34.5	35.2	46.8
1952	15.5		24.5	28.2	31.9
1953	14.0	18.6	27.0	34.5	38.5
1954	20.5	22.3	22.3	22.3	36.4
1955			38.7	47.7	48.1
1956			21.5	35.6	54.3
1957	10.0	24.0	32.0	37.0	55.5
1958	13.0	25.0	28.8	33.7	34.5
1959	20.0	34.5	35.0	35.8	37.0
1960	30.0	43.0	47.0	46.0	47.0
1961			53.2	102.0	104.0
1968	30.0	47.4	47.4	81.6	84.6
1971	9.4	15.0	23.0	36.6	63.0
1972	26.8	32.6	32.6	33.4	56.0
1973	27.0	33.0	34.2	42.8	50.2
1974	16.8	20.0	25.0	28.6	35.4
1975	19.8	31.4	38.0	49.8	60.0
1976	33.0	39.0	39.0	43.0	49.0
1977	25.0	26.8	27.0	34.4	40.4
1978	16.8	23.6	23.6	28.4	50.0
1979	20.0	23.0	23.0	23.0	36.0
1980	10.0	17.0	19.6	29.0	38.0
1981	15.4	29.0	31.8	32.0	32.0
1982	27.0	52.0	59.0	59.0	59.0
1983	32.0	36.6	36.6	36.6	36.6
1984	20.0	37.0	49.0	65.0	69.4
1985	40.2	42.2	57.0	103.4	124.8
1987	17.8	21.0	30.6	52.4	62.6

Risultati dell'elaborazione dei dati pluviometrici

N	25	24	28	28	28
μ_r	21.2	30.1	34.3	44.2	52.9
σ	7.95	9.88	11.11	20.98	21.66
ε	17.63	25.64	29.32	34.74	43.15
α	0.16	0.13	0.12	0.06	0.06
k'	0.81	0.69	0.68	1.08	0.90
CV	0.38	0.33	0.32	0.47	0.41
CV_m	0.38				
a	21.34				
n	0.29				

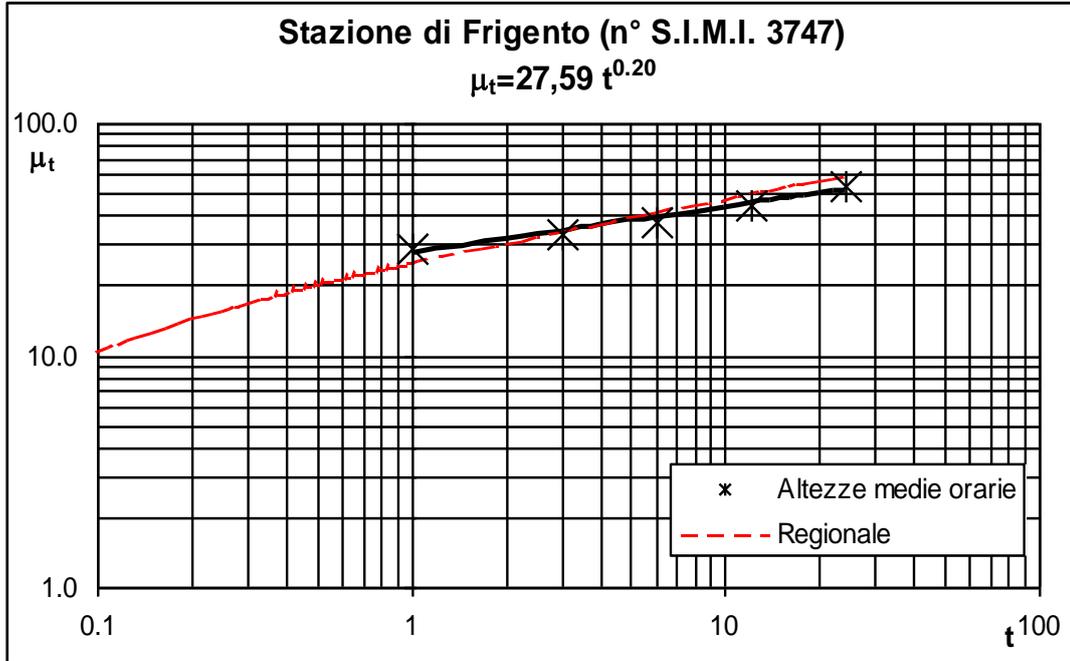


Stazione Pluviometrica di Frigento					
ANNO	1	3	6	12	24
1951			30.8	47.8	50.2
1952	29.7	31.5	38.6	48.2	60.0
1953	22.0	24.0	35.5	44.5	46.5
1954			30.0	35.8	45.3
1955					50.0
1956	24.0	24.5	31.0	38.0	54.0
1957			36.7	46.3	62.5
1958	18.5	22.5	23.0	25.0	62.5
1959					40.0
1960			30.8	32.7	42.0
1967	39.6	46.0	46.0	46.2	52.0
1970	30.6	30.6	30.6	36.0	54.0
1973	36.4	36.8	38.6	38.6	47.4
1974	11.0	29.0	35.0	35.2	41.0
1975	16.0	34.0	43.0	50.0	53.6
1976	30.0	30.0	32.0	42.8	50.0
1977	18.4	25.4	40.4	43.8	44.0
1978	19.4	20.0	20.0	27.0	43.6
1979	73.0	83.4	85.0	85.0	85.0
1980	20.0	29.0	44.0	72.0	98.6
1981	43.0	48.0	48.0	48.0	50.0
1982	31.0	32.4	42.0	49.0	54.8
1983	21.0	21.0	27.0	32.0	55.0
1984	32.0	34.6	40.6	55.0	56.0

Risultati dell'elaborazione dei dati pluviometrici					
N	18	18	22	22	24
μ_r	28.6	33.5	37.7	44.5	54.1
σ	14.02	14.62	12.83	13.62	13.34
ε	22.34	26.91	31.89	38.37	48.08
α	0.09	0.09	0.10	0.09	0.10
k'	1.13	0.98	0.72	0.64	0.50
CV	0.49	0.44	0.34	0.31	0.25
CV _m	0.36				
a	27.59				
n	0.20				

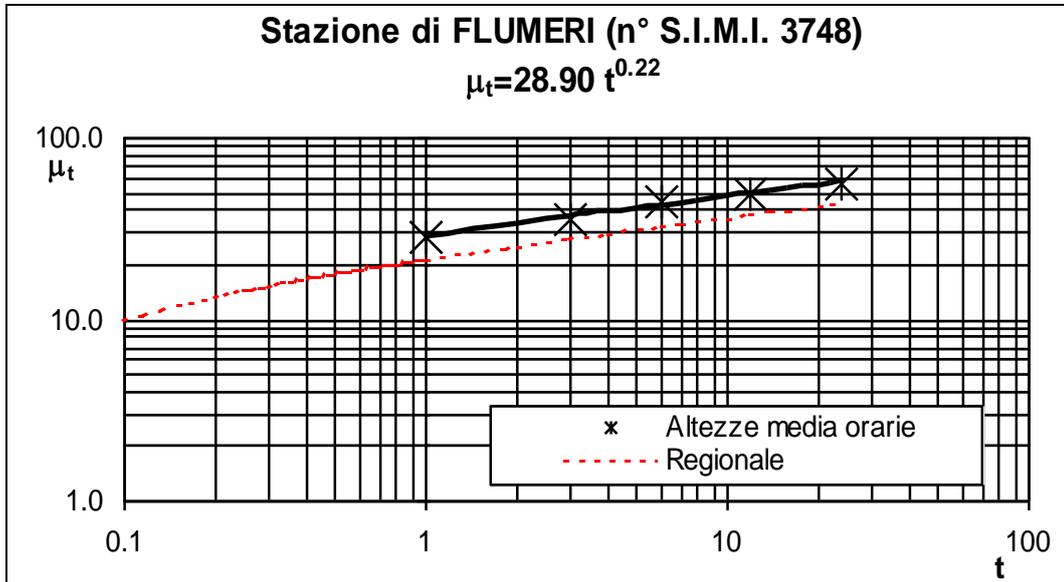
RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOG	01 D 09	RI	ID0001 001	A	43 di 80



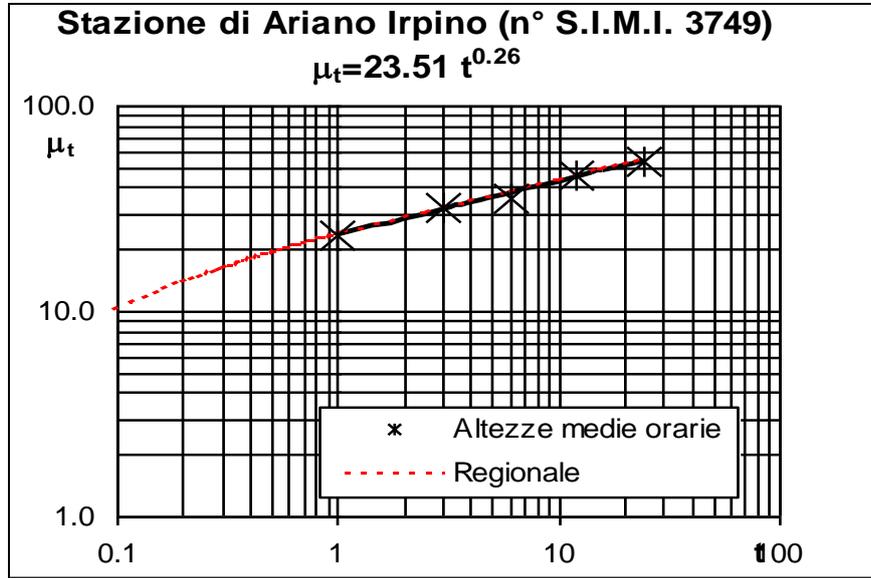
Stazione Pluviometrica di FLUMERI					
ANNO	1	3	6	12	24
1975	13.0	22.0	31.0	46.2	51.0
1976	26.0	40.0	40.0	40.0	70.4
1977	23.0	34.0	34.0	34.0	34.0
1978	21.2	27.6	45.6	45.6	45.6
1979	13.6	14.4	24.4	28.8	28.8
1982	77.0	77.0	87.8	87.8	87.8
1983	22.0	27.0	27.0	27.0	28.0
1984	38.0	55.0	62.0	62.6	71.8
1985	25.4	26.0	45.6	70.8	91.0

<i>Risultati dell'elaborazione dei dati pluviometrici</i>					
N	9	9	9	9	9
μ_r	28.8	35.9	44.2	49.2	56.5
σ	19.51	19.29	20.02	20.56	24.58
ε	20.02	27.21	35.15	39.95	45.43
α	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05
k'	1.75	1.27	1.02	0.92	0.97
CV	0.68	0.54	0.45	0.42	0.44
CV _m	0.50				
a	28.90				
n	0.22				



Stazione Pluviometrica di ARIANO IRPINO					
ANNO	1	3	6	12	24
1968	24.0	30.0	38.0	70.0	74.0
1970	24.0	27.6	31.0	43.0	69.6
1971	38.0	39.6	39.6	52.0	68.0
1972	17.0	17.0	17.6	35.0	50.2
1973	29.4	49.2	49.6	50.2	50.2
1975	16.0	28.0	38.0	68.0	74.6
1976	20.6	29.4	29.4	29.4	42.0
1977	30.0	50.8	50.8	50.8	50.8
1978	9.6	14.2	16.2	20.2	37.4
1979	17.8	19.8	20.6	25.2	34.6
1980	28.0	37.0	38.6	50.4	64.0
1981	13.0	20.0	24.0	27.0	36.0
1982	20.0	38.0	50.4	51.6	52.8
1983	43.6	44.4	44.4	47.6	47.6
1984	21.2	24.0	37.0	43.0	45.4
1985	15.0	27.6	45.8	81.6	103.2
1986	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
1987	24.0	35.0	35.4	55.4	55.4
1988	20.6	29.6	29.6	35.2	35.4

<i>Risultati dell'elaborazione dei dati pluviometrici</i>					
N	19	19	19	19	19
μ	23.8	31.6	35.6	46.1	54.3
σ	9.20	10.44	10.65	15.94	17.64
ε	19.64	26.94	30.79	38.91	46.33
α	0.14	0.12	0.12	0.08	0.07
k'	0.84	0.70	0.62	0.74	0.68
CV	0.39	0.33	0.30	0.35	0.33
CV _m	0.34				
a	23.51				
n	0.26				



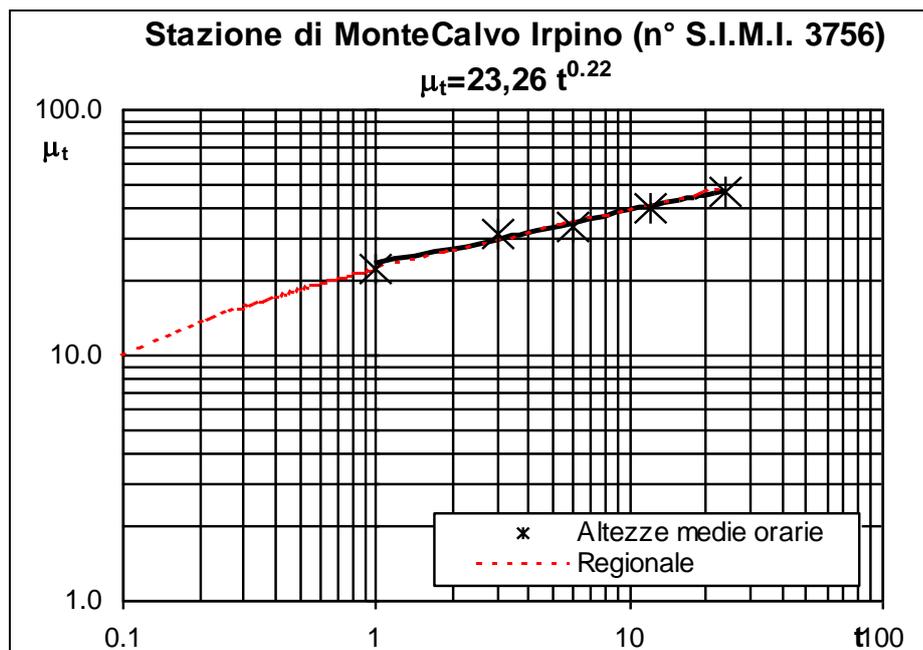
Stazione Pluviometrica di MonteCalvo IRPINO

ANNO	1	3	6	12	24
1926	14.5				
1929	15.5				
1932			32.1	32.1	47.2
1933	23.5		28.9	28.9	40.6
1934	20.0		31.5	49.8	65.7
1935			47.8	55.5	65.0
1936			14.8	28.0	32.5
1937			17.2	22.8	24.2
1938					46.5
1939			49.7	49.7	49.7
1940					40.9
1941			26.0	30.0	39.5
1942			24.2	30.0	35.4
1946			17.8	22.4	22.4
1947					43.0
1948					57.4
1949	22.5	38.9	57.0	76.2	76.5
1950	16.0	21.3	30.3	30.5	31.5
1951	22.0	32.0	37.0	37.2	42.0
1952	32.0		40.7	40.7	40.7
1953			23.0	27.8	30.7
1954			16.9	21.5	28.2
1955			49.0	49.0	49.0
1956	14.5	20.0	32.0	43.0	61.0
1957	22.0	41.8	43.3	47.5	61.0
1971	22.8	23.0	24.6	35.4	45.6
1972	27.0	33.0	33.0	38.4	48.2
1974	20.8	33.0	35.0	44.4	44.4
1975	12.2	20.0	28.0	42.0	44.0
1976	40.0	87.0	87.0	87.0	87.0
1977	25.0	28.0	28.0	28.0	28.6
1978	15.4	23.6	23.6	28.0	39.6
1979	12.0	15.2	18.2	24.2	32.8
1981	20.0	25.0	27.0	27.0	30.0
1982	22.0	22.0	30.0	39.8	42.8
1983	12.0	14.0	18.0	22.0	32.0
1984	26.0	32.0	40.0	47.0	56.0
1985	20.4	26.8	40.6	77.4	97.6
1986	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0
1988	25.2	27.4	27.8	40.2	42.2

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 09	RI	ID0001 001	A	49 di 80

Risultati dell'elaborazione dei dati pluviometrici					
N	25	20	34	34	38
μ_t	22.7	31.4	33.6	40.2	46.4
σ	10.61	17.01	15.05	16.40	16.65
ε	17.88	23.70	26.84	32.81	38.94
α	0.12	0.08	0.09	0.08	0.08
k'	1.07	1.29	1.01	0.90	0.77
CV	0.47	0.54	0.45	0.41	0.36
CV _m	0.45				
a	23,26				
n	0,22				



Stazione Pluviometrica di PADULI

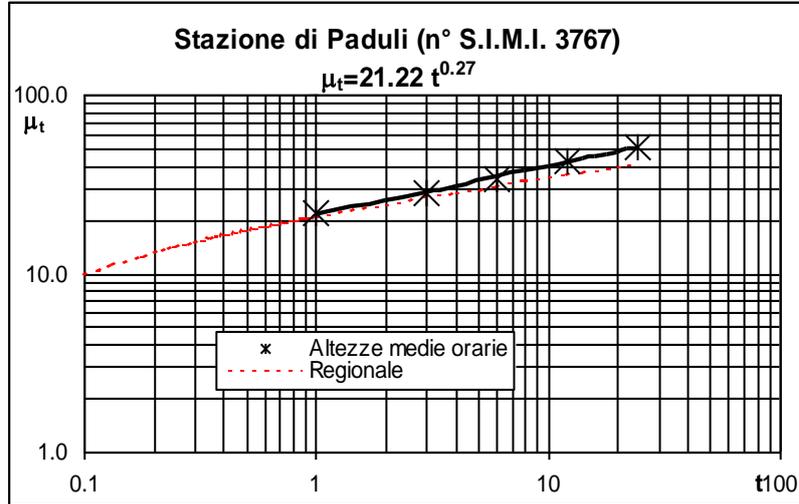
ANNO	1	3	6	12	24
1971	22.6	41.8	62.8	76.8	86.0
1972	24.0	28.0	29.0	39.0	39.2
1973	29.4	40.6	40.6	40.6	40.6
1974	20.0	38.0	39.2	44.2	44.2
1975	20.8	26.0	28.0	37.0	57.0
1976	25.0	26.6	39.0	48.6	62.4
1977	21.0	27.6	27.8	32.2	47.6
1978	35.6	39.2	44.6	48.0	53.0
1979	13.0	15.2	18.6	30.6	39.6
1980	13.0	15.2	20.4	39.0	60.4
1981	18.0	28.2	28.2	29.8	31.6
1982	24.0	31.0	31.0	31.4	33.4
1983	19.0	23.0	25.8	25.8	26.8
1984	18.0	18.0	18.8	27.6	35.6
1985	21.4	23.6	51.4	84.6	107.8

Risultati dell'elaborazione dei dati pluviometrici

N	15	15	15	15	15
μ_r	21.7	28.1	33.7	42.3	51.0
σ	5.76	8.71	12.54	17.13	21.80
ϵ	19.06	24.21	28.04	34.64	41.20
α	0.22	0.15	0.10	0.07	0.06
k'	0.54	0.65	0.80	0.89	0.95
CV	0.27	0.31	0.37	0.40	0.43
CV_m	0.36				
a	21.22				
n	0.27				

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOG	01 D 09	RI	ID0001 001	A	51 di 80



Stazione Pluviometrica di GROTAMINARDA

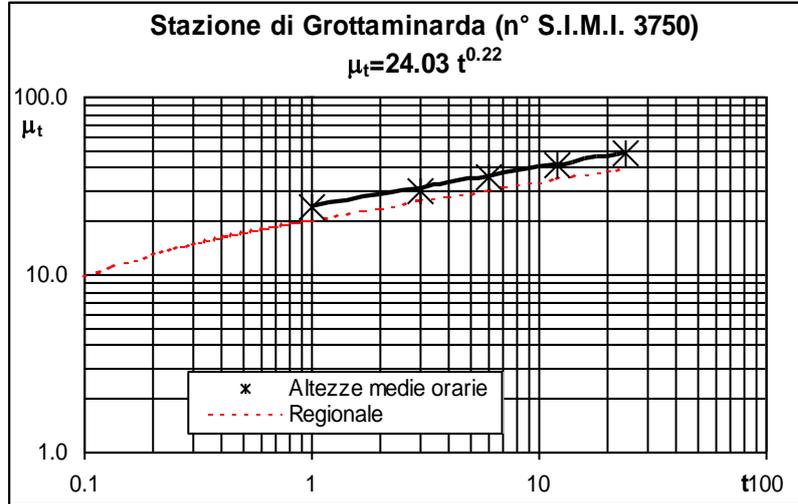
ANNO	1	3	6	12	24
1968	19.8	26.0	33.0	58.0	63.4
1971	19.2	19.4	19.6	27.0	37.2
1972	29.0	30.6	31.6	37.6	53.0
1973	16.8	20.2	25.2	32.6	32.6
1974	17.0	21.4	24.6	31.0	32.6
1975	12.6	25.0	47.6	49.2	50.0
1976	32.2	32.2	32.2	37.0	58.6
1977	68.0	69.0	69.2	69.4	69.4
1978	17.0	33.4	33.4	33.4	49.4
1979	25.6	27.2	35.8	35.8	37.0
1980	24.0	33.8	50.6	67.6	84.4
1981	21.0	23.0	27.0	27.0	34.4
1982	17.4	34.4	48.0	52.0	52.2
1983	22.0	22.8	24.0	24.0	30.8

Risultati dell'elaborazione dei dati pluviometrici

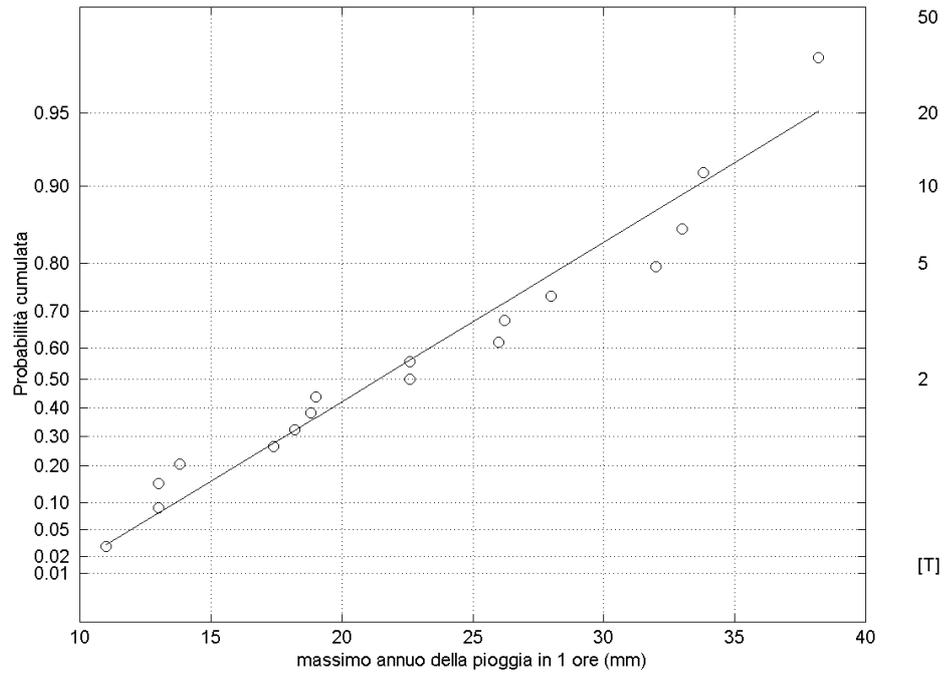
N	14	14	14	14	14
μ_t	24.4	29.9	35.8	41.5	48.9
σ	13.60	12.41	13.54	15.07	16.08
ε	18.28	24.30	29.75	34.76	41.69
α	0.09	0.10	0.09	0.09	0.08
k'	1.34	0.92	0.82	0.78	0.69
CV	0.56	0.42	0.38	0.36	0.33
CV _m	0.41				
a	24.03				
n	0.22				

RELAZIONE IDROLOGICA

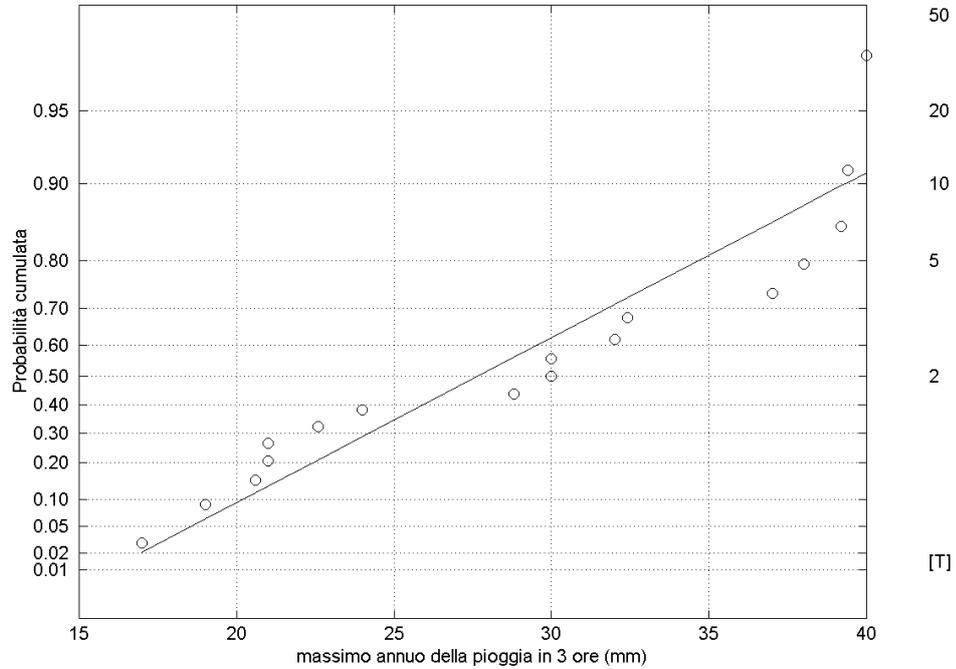
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOG	01 D 09	RI	ID0001 001	A	53 di 80



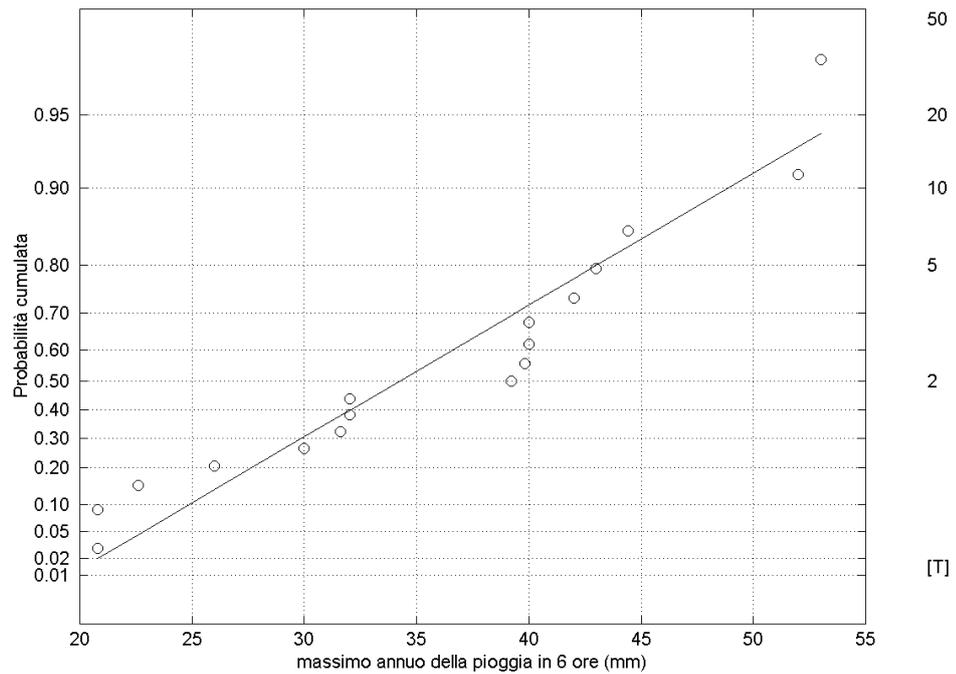
Stazione di Castelfranco in Miscano [3745] - adattamento in carta di Gumbel



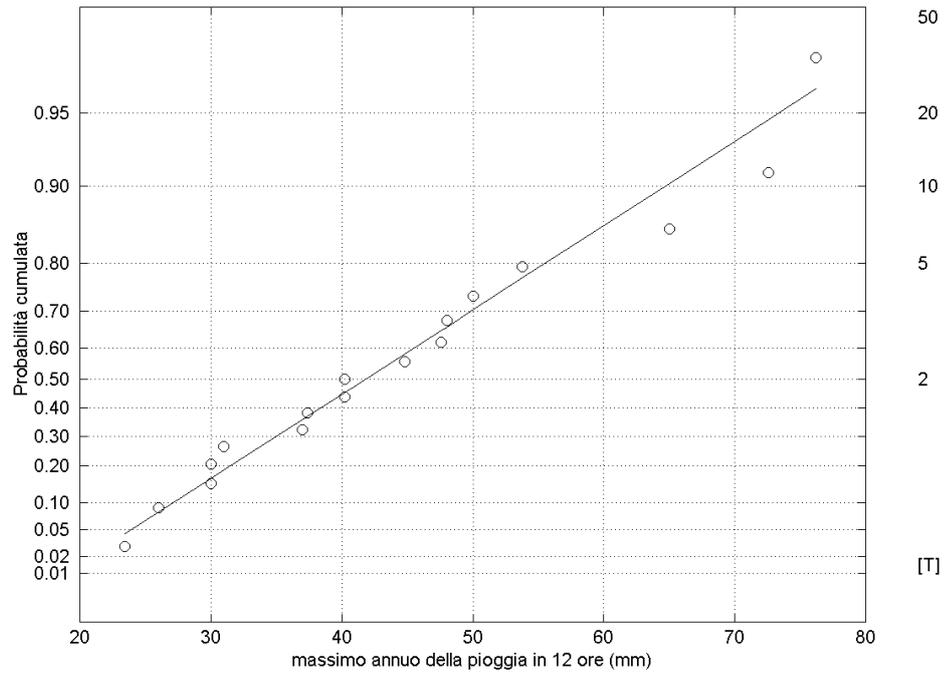
Stazione di Castelfranco in Miscano [3745] - adattamento in carta di Gumbel



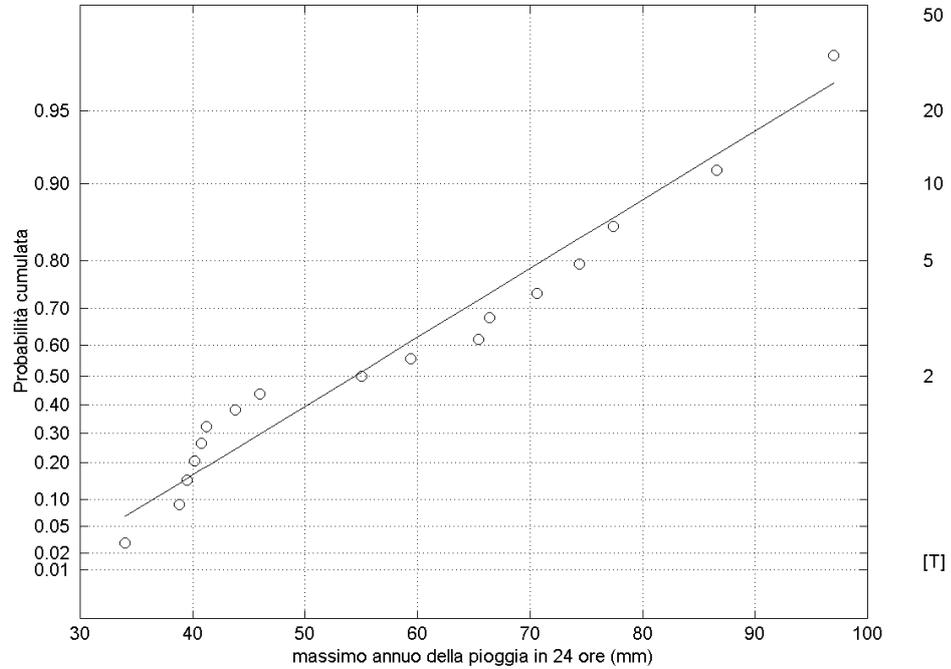
Stazione di Castelfranco in Miscano [3745] - adattamento in carta di Gumbel



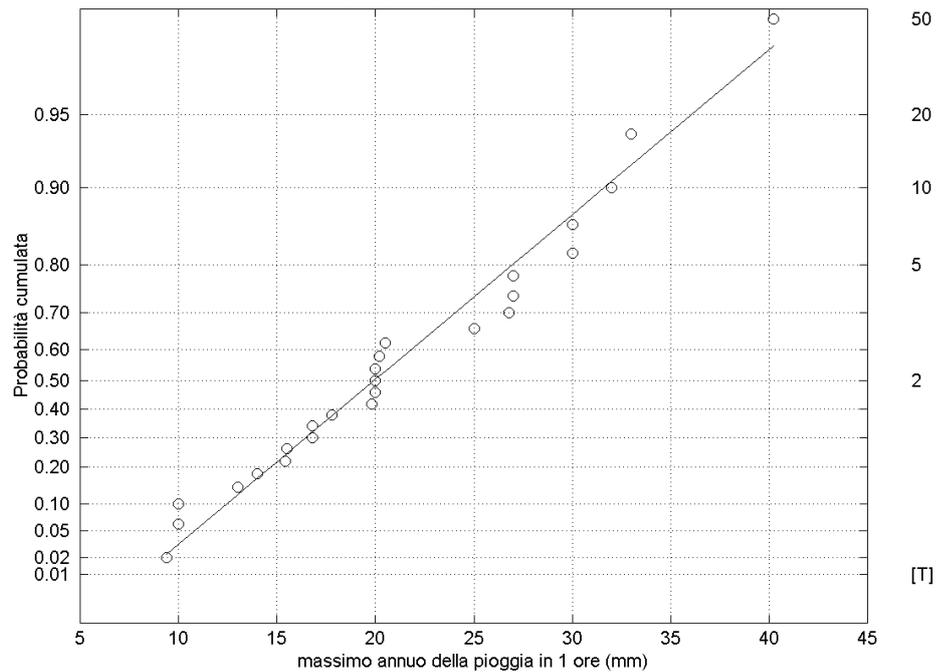
Stazione di Castelfranco in Miscano [3745] - adattamento in carta di Gumbel

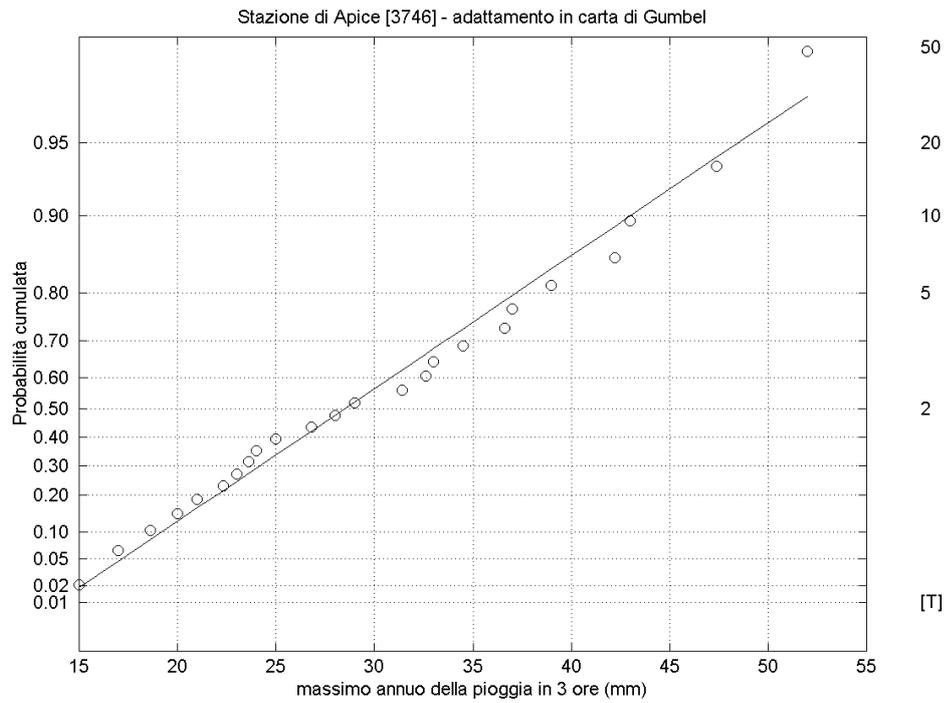


Stazione di Castelfranco in Miscano [3745] - adattamento in carta di Gumbel

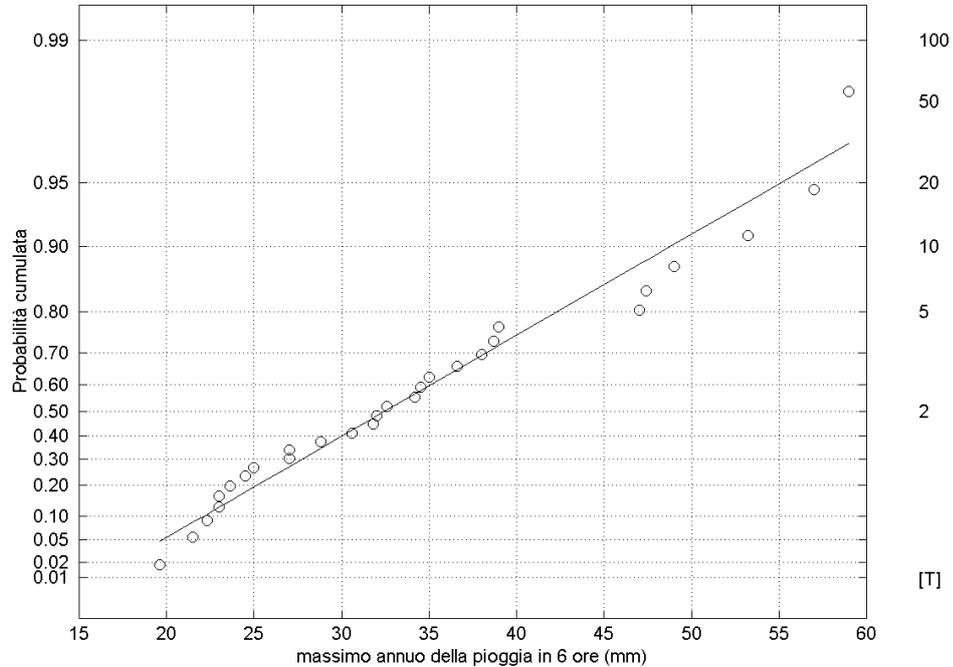


Stazione di Apice [3746] - adattamento in carta di Gumbel

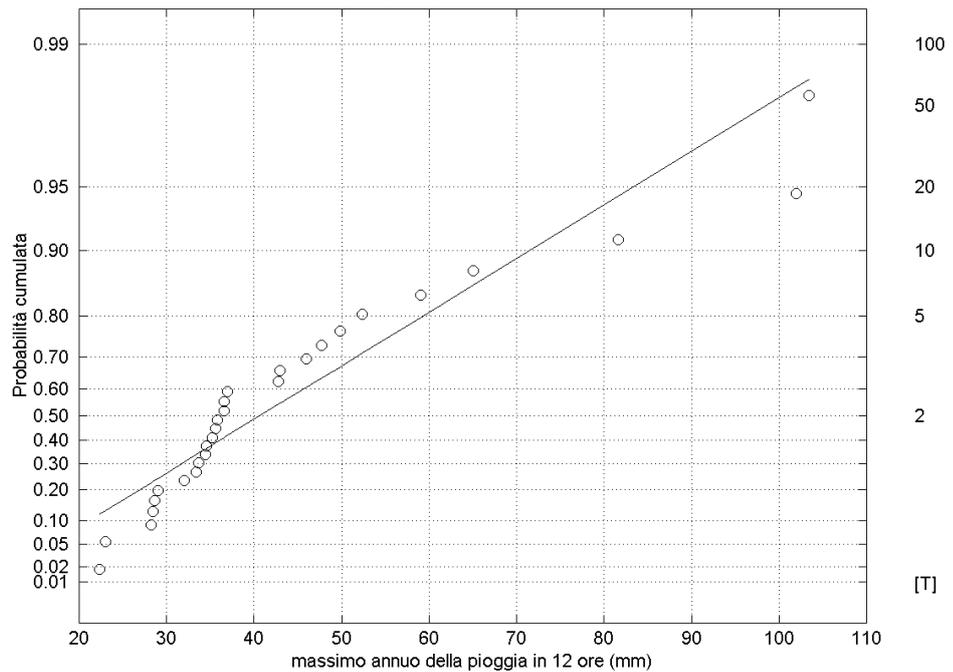


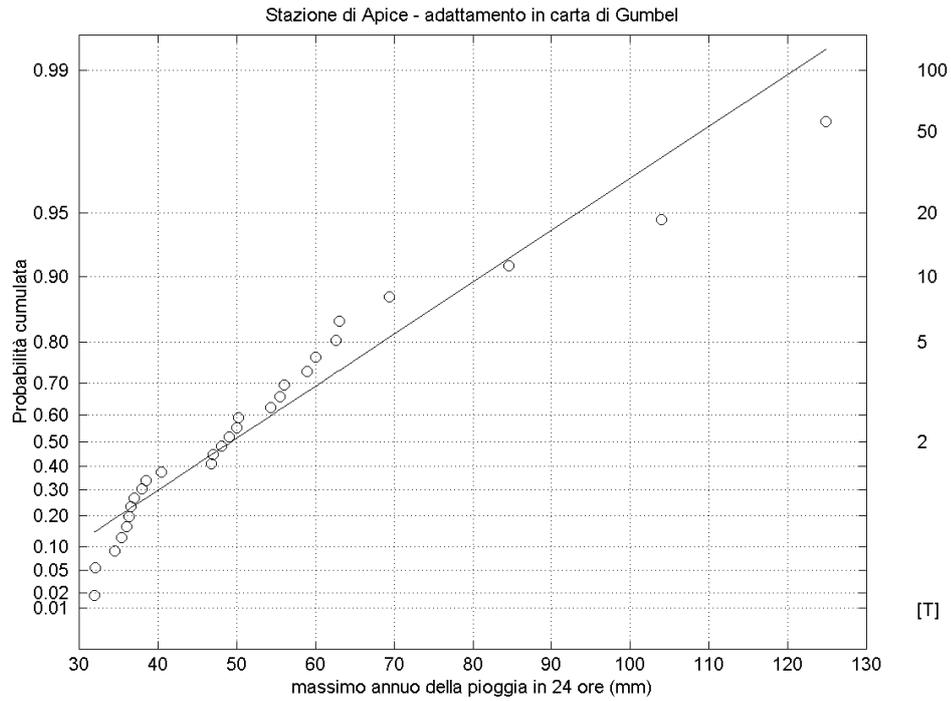


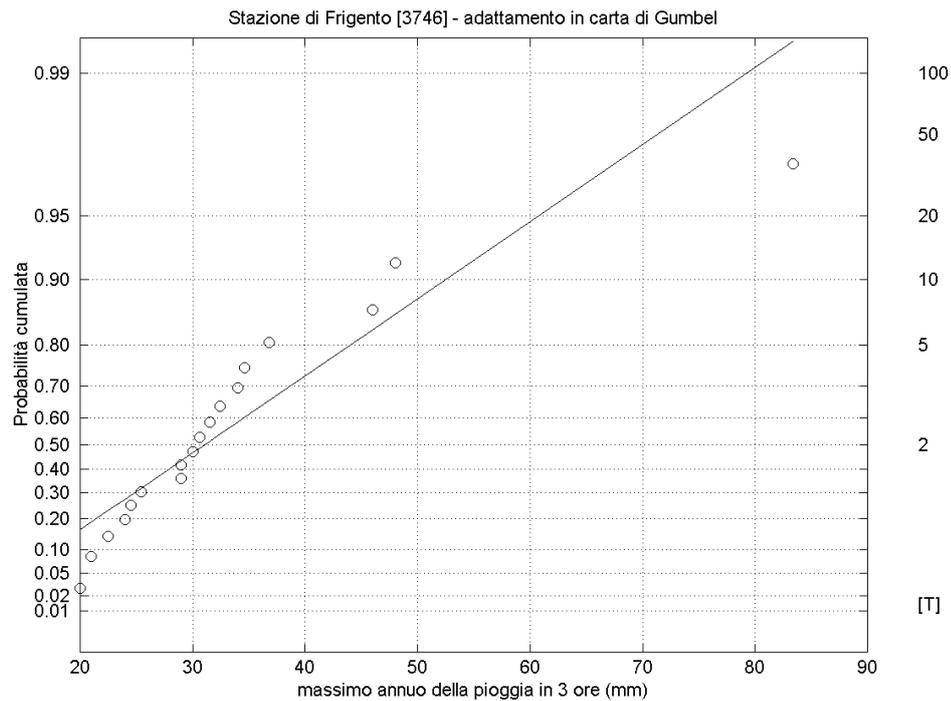
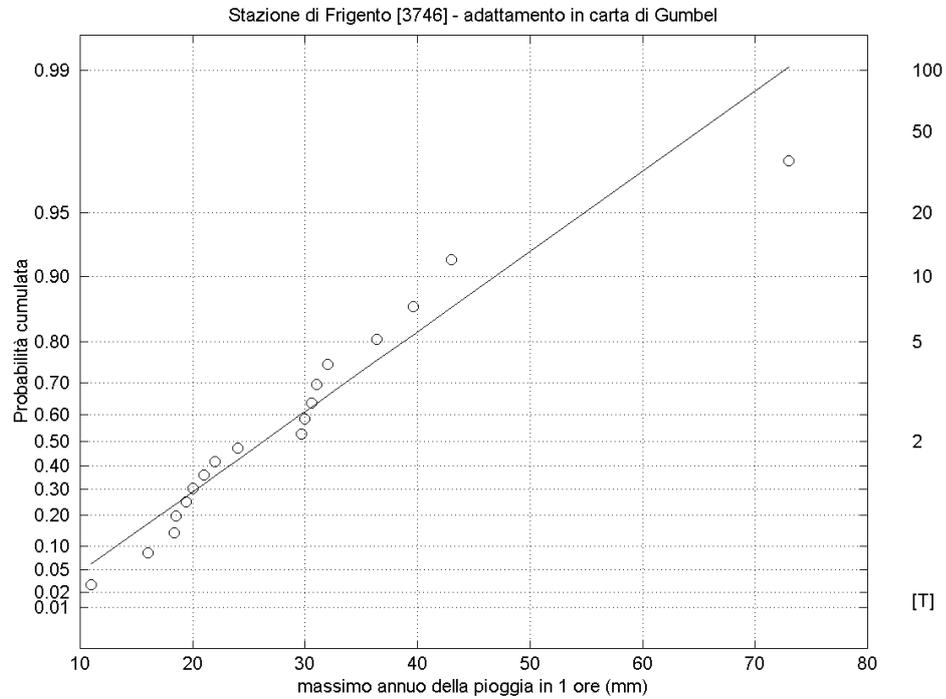
Stazione di Apice [3746] - adattamento in carta di Gumbel

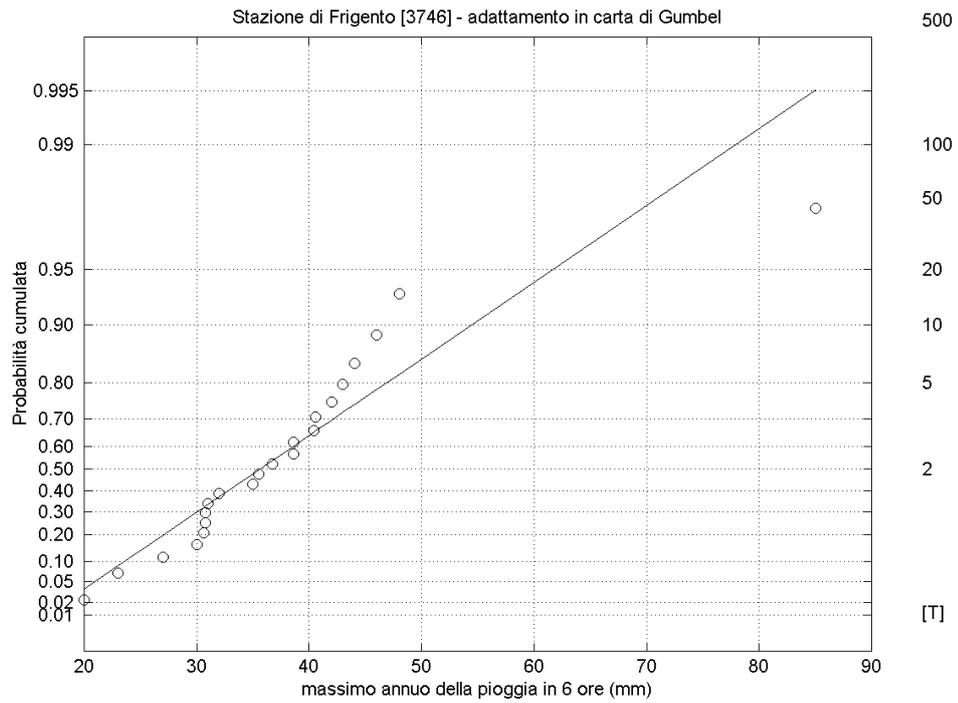


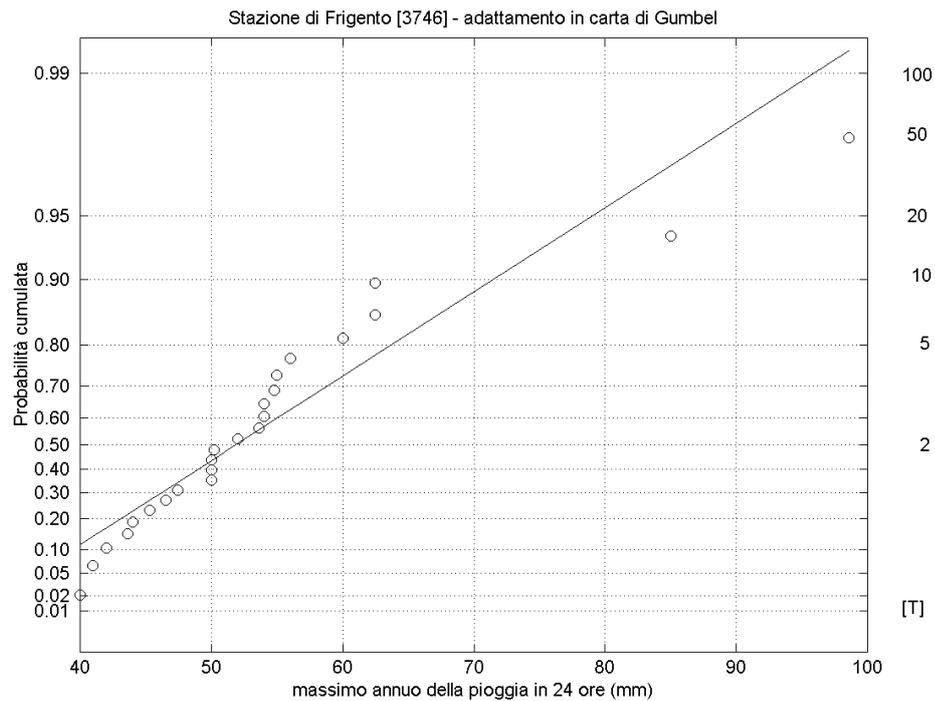
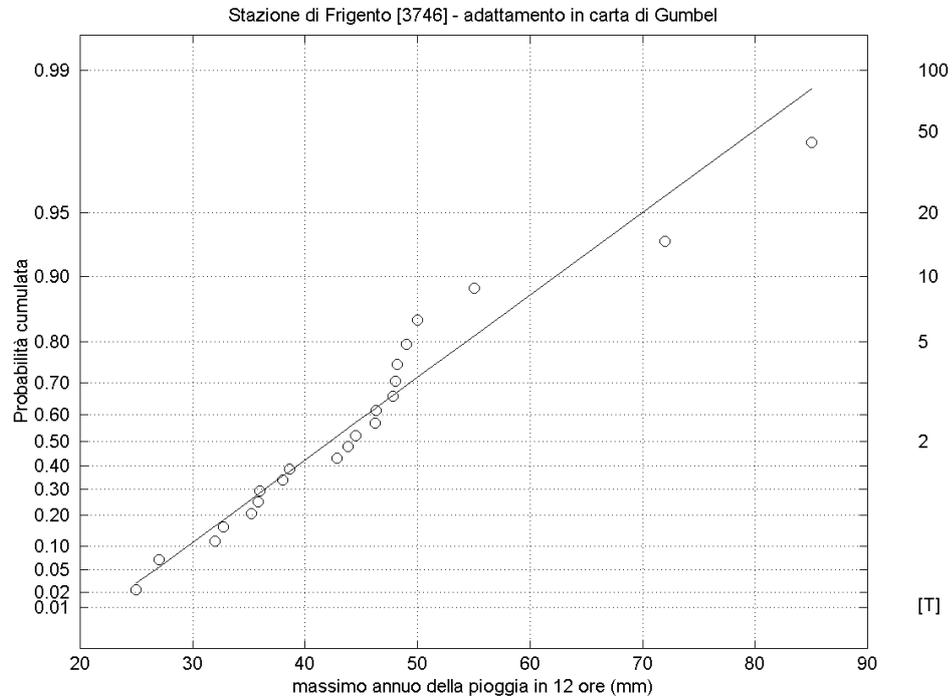
Stazione di Apice [3746] - adattamento in carta di Gumbel

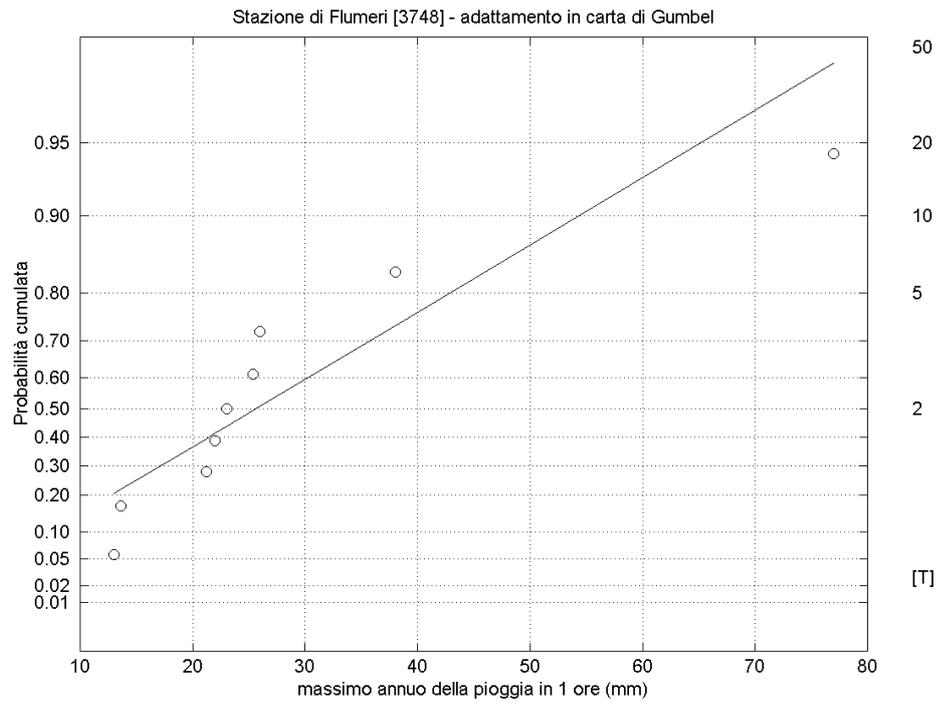


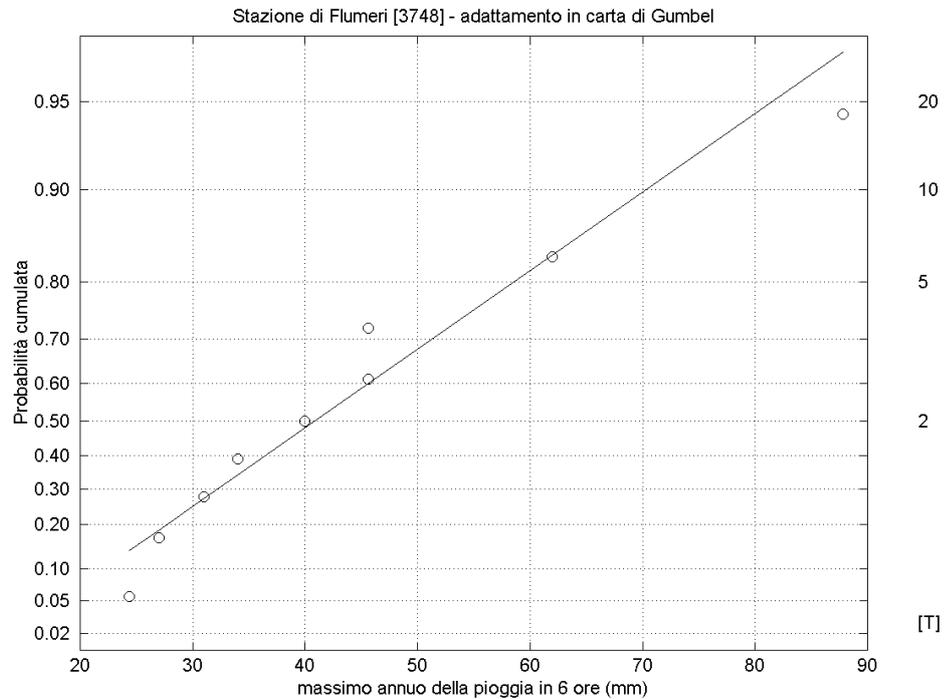
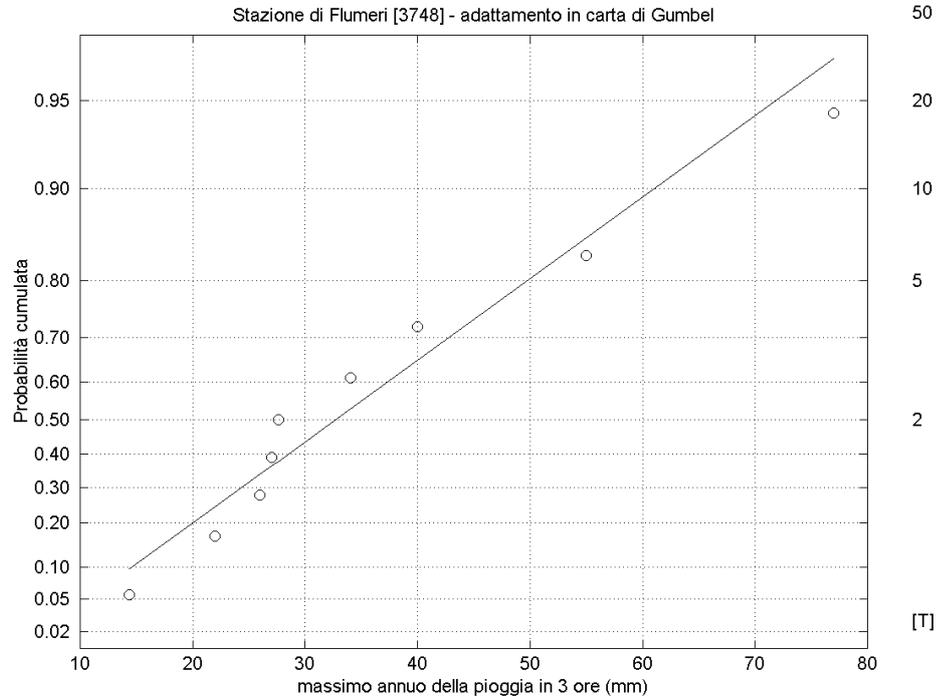






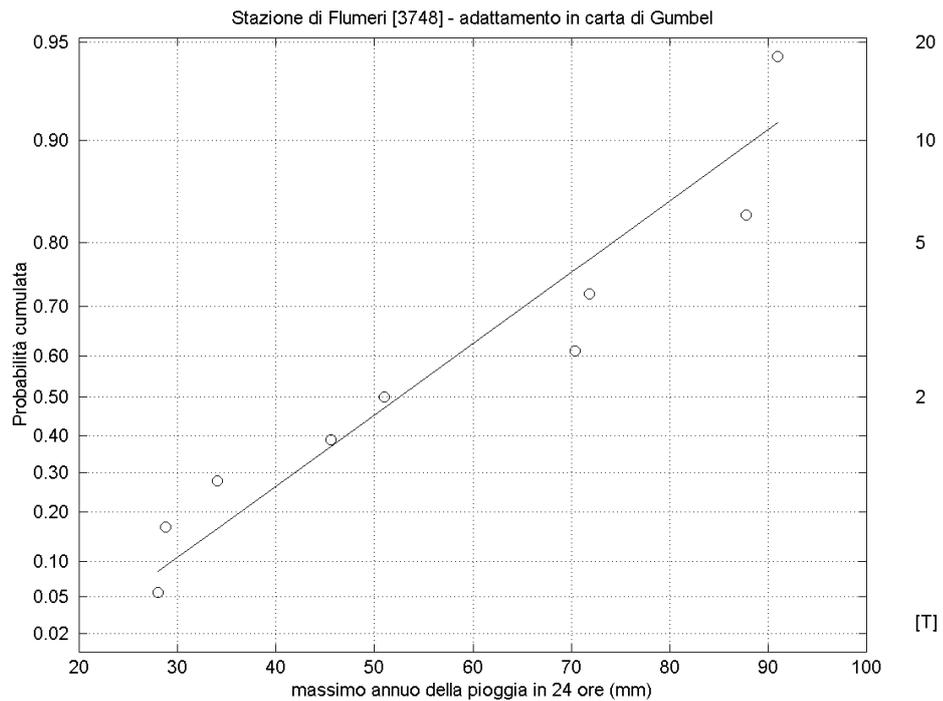
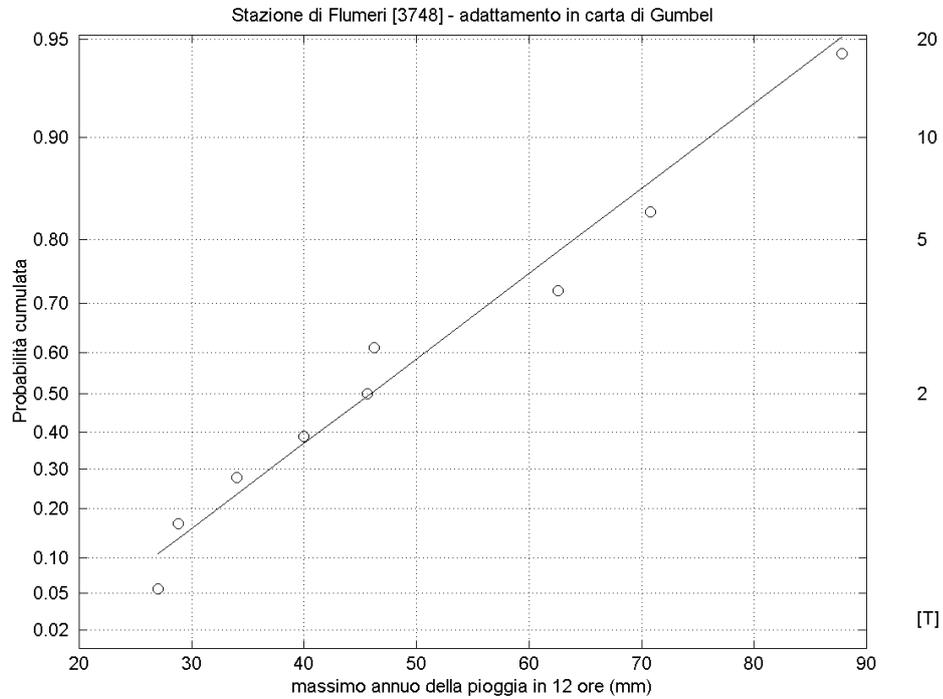


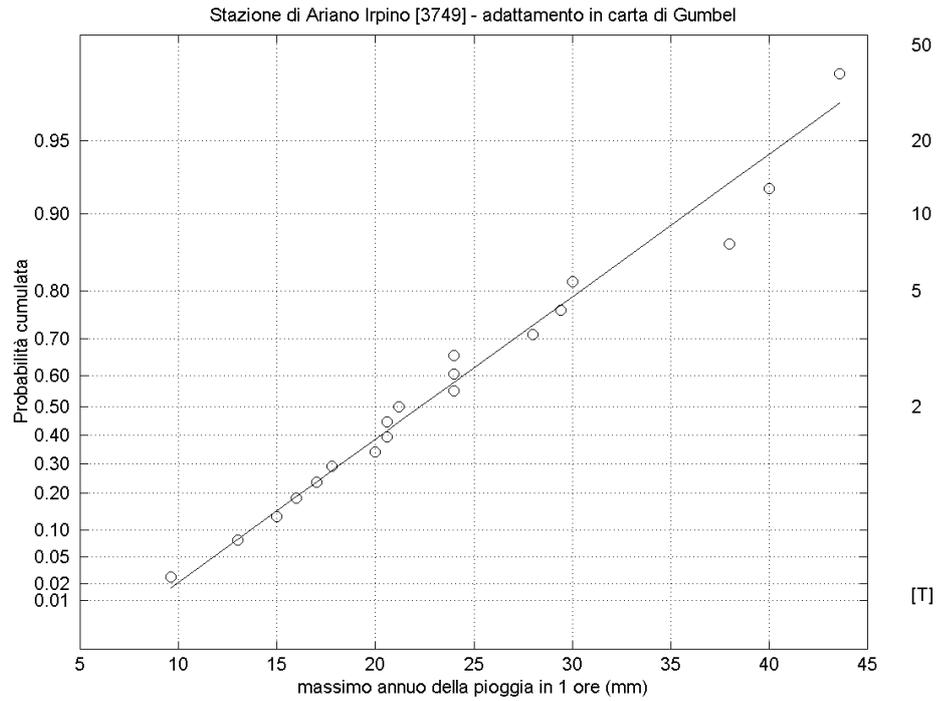




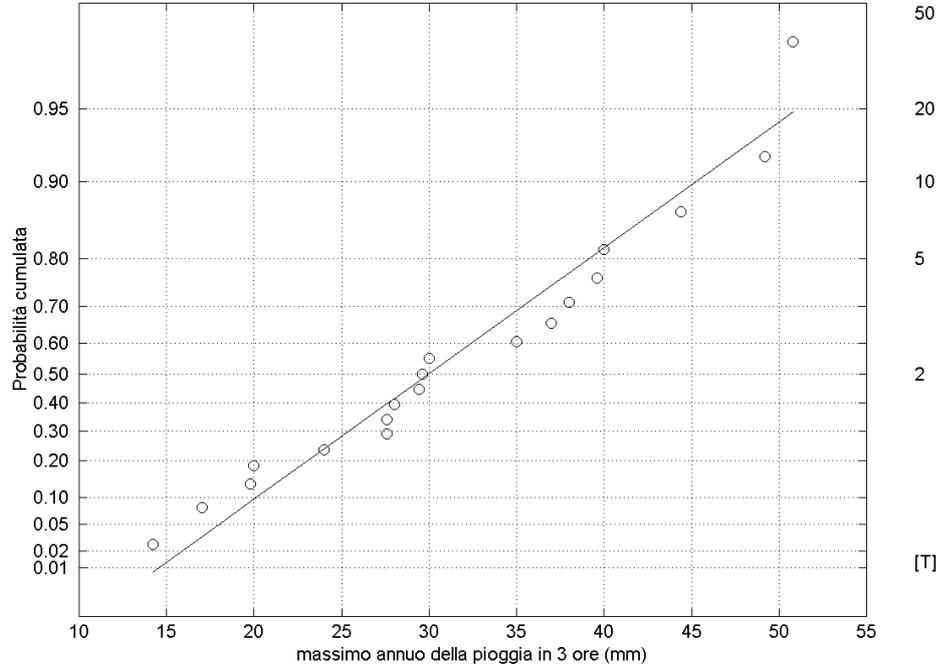
RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 09	RI	ID0001 001	A	66 di 80

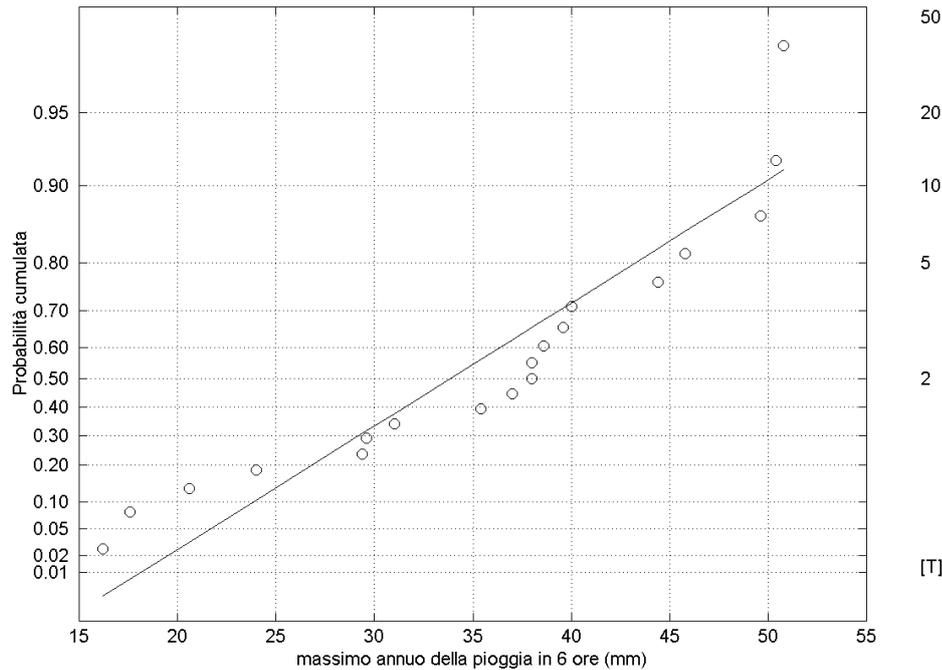


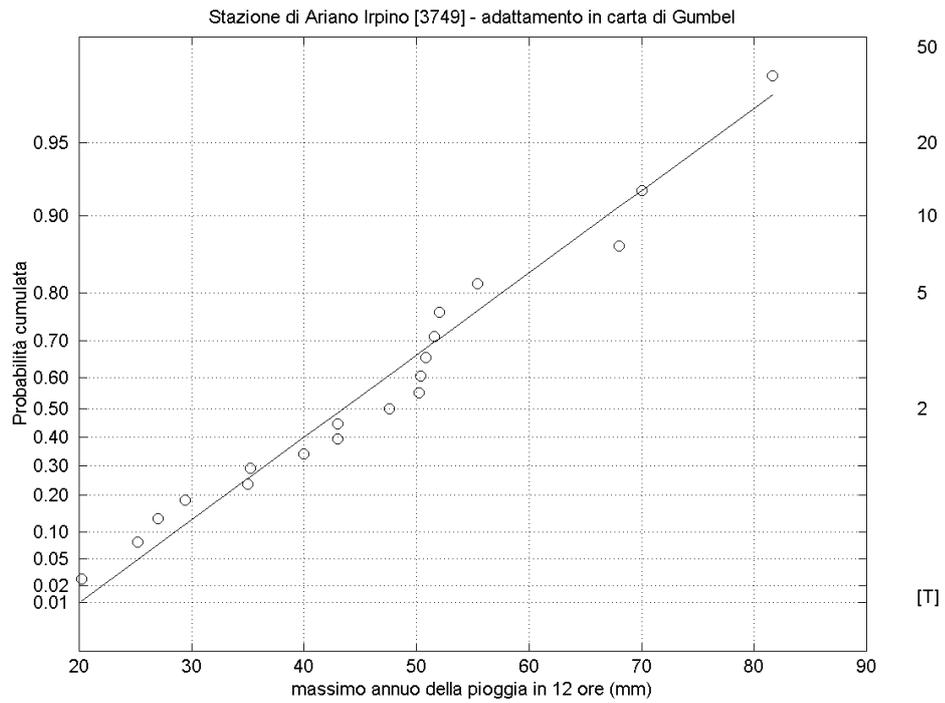


Stazione di Ariano Irpino [3749] - adattamento in carta di Gumbel



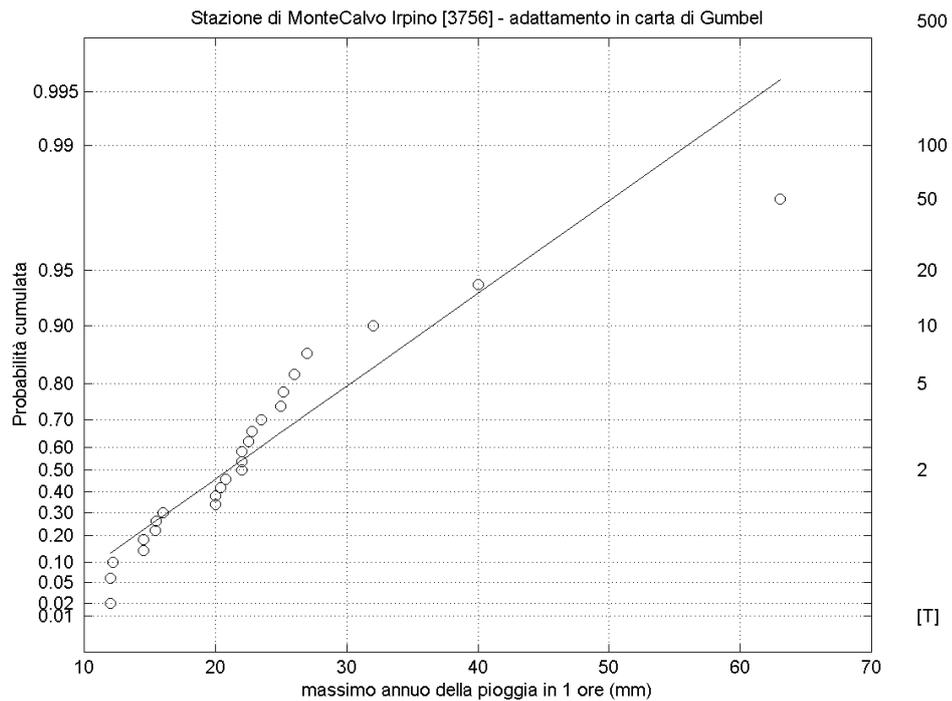
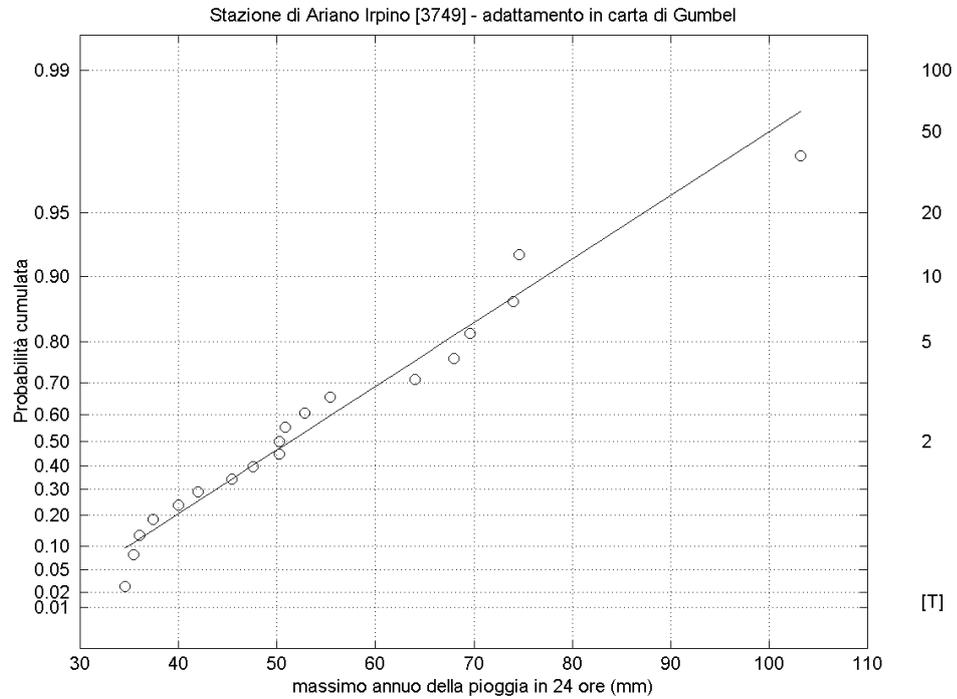
Stazione di Ariano Irpino [3749] - adattamento in carta di Gumbel

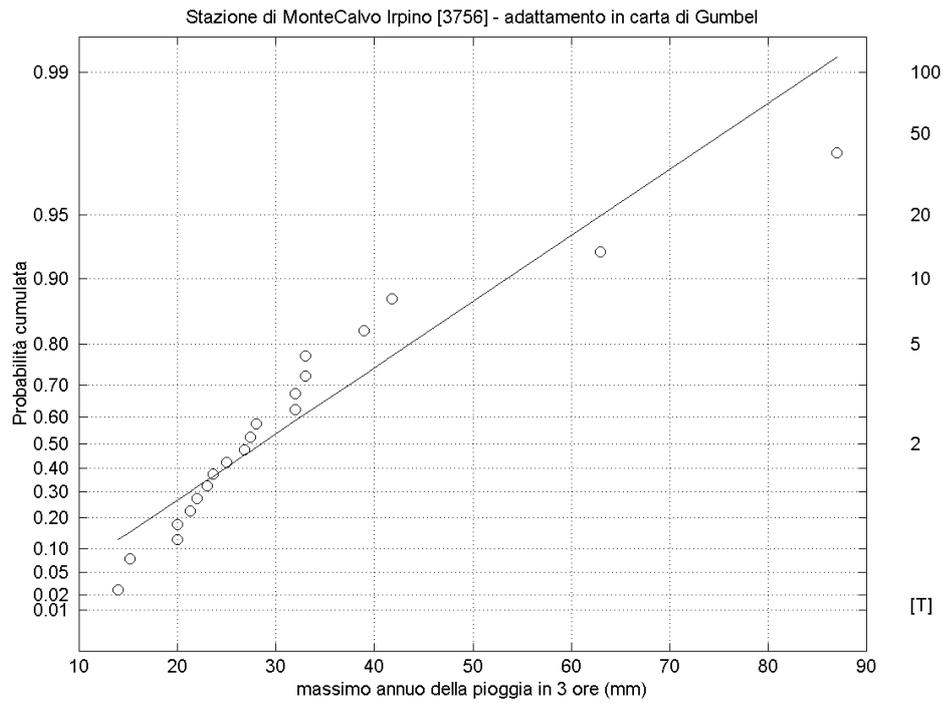


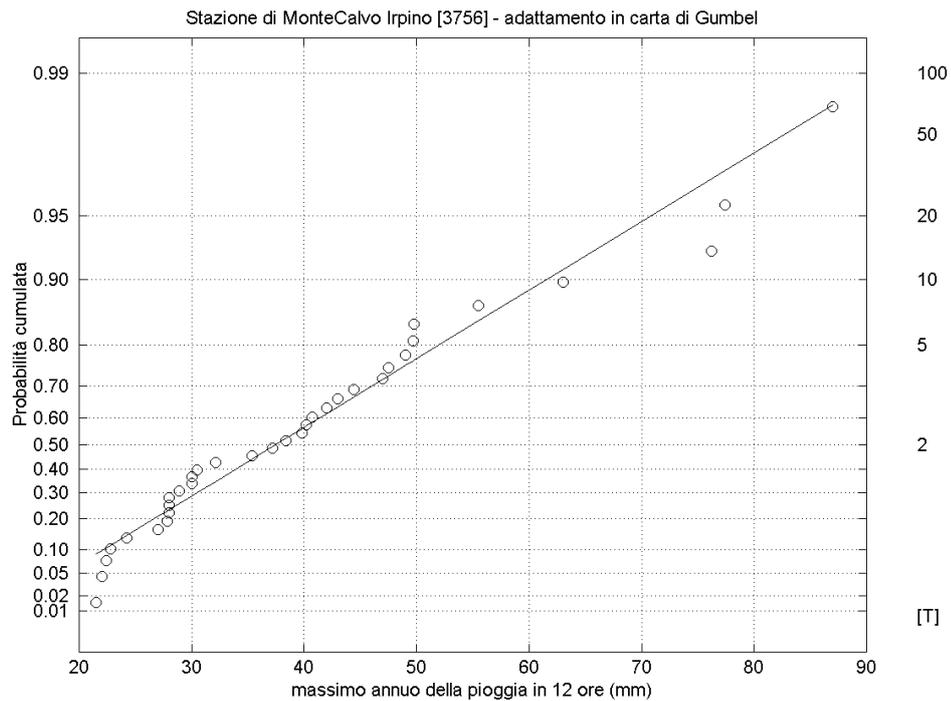
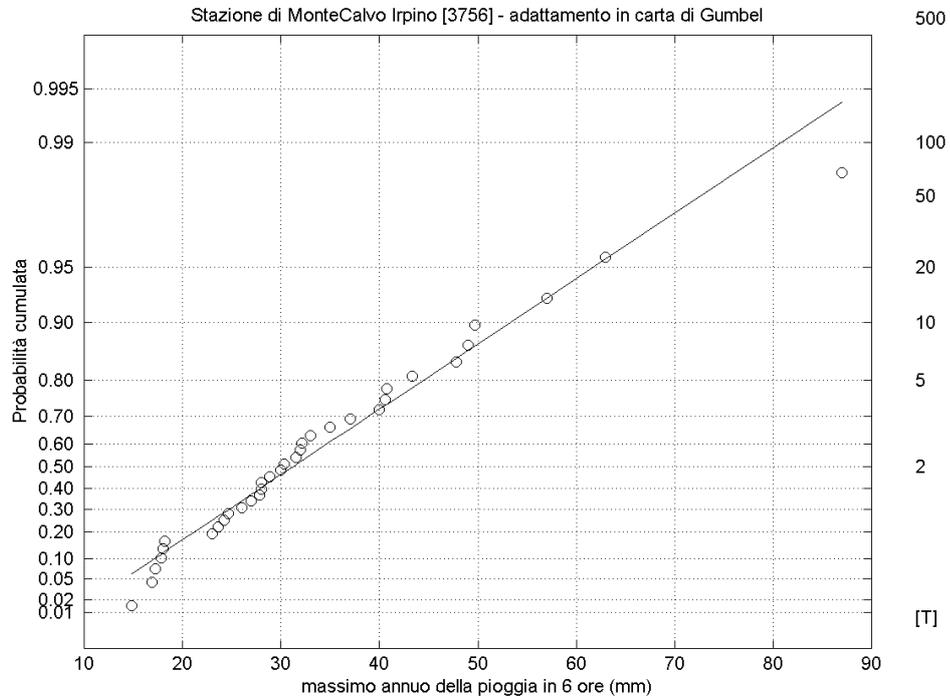


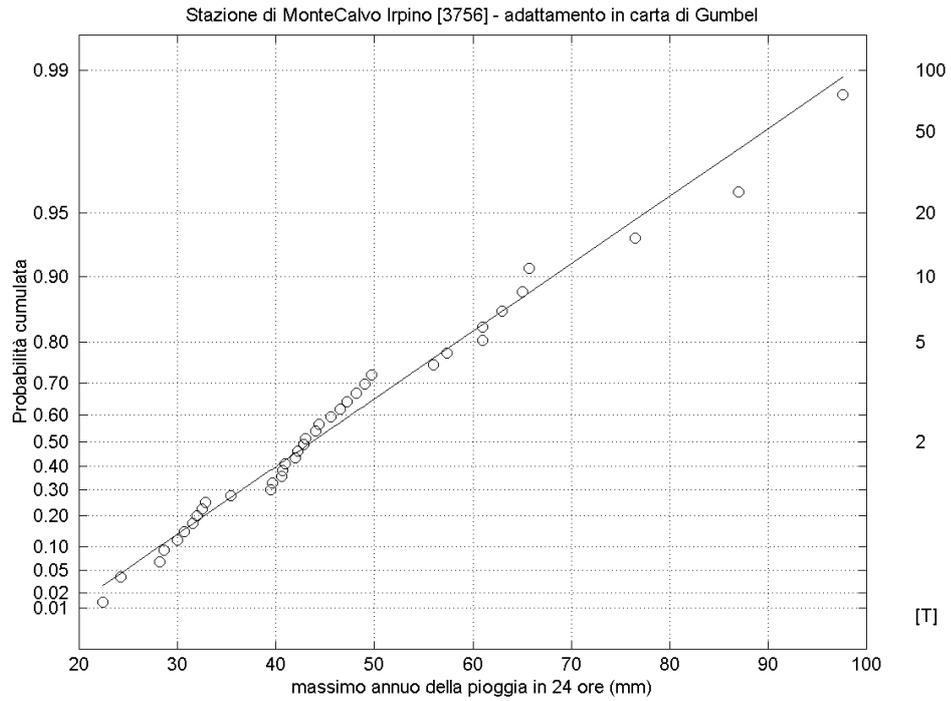
RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 09	RI	ID0001 001	A	70 di 80

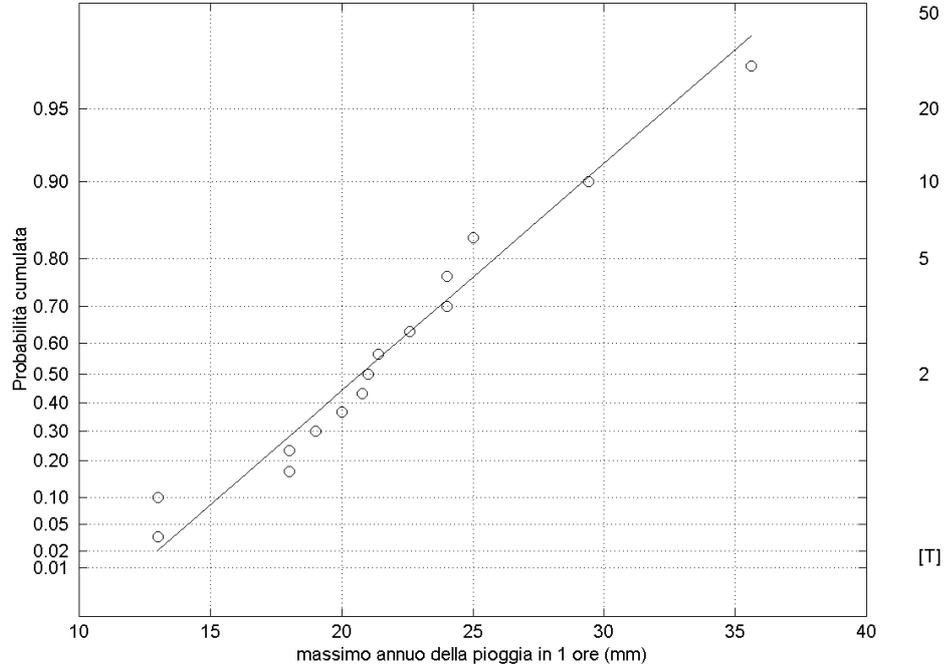




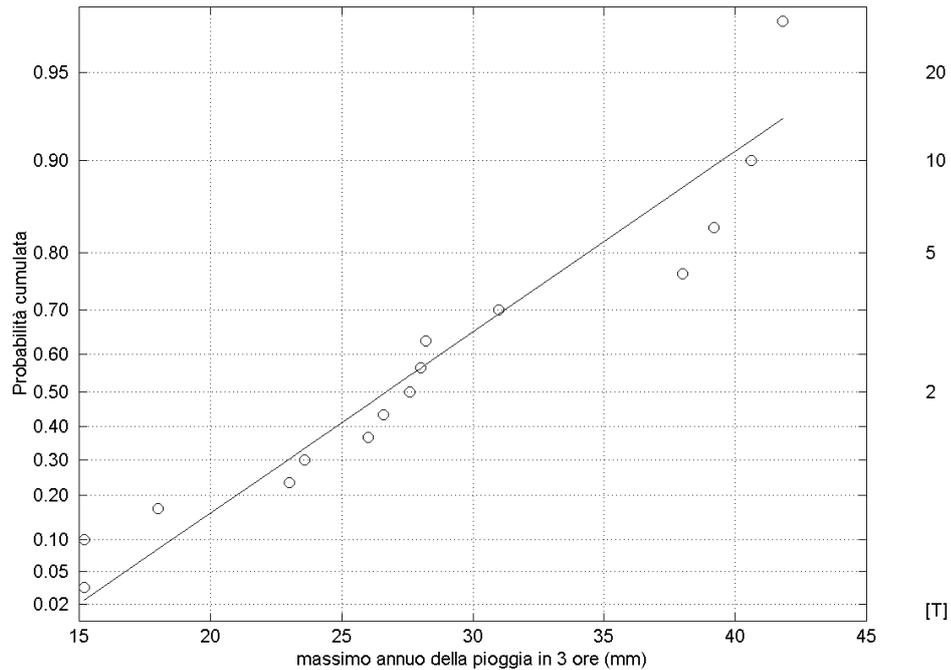


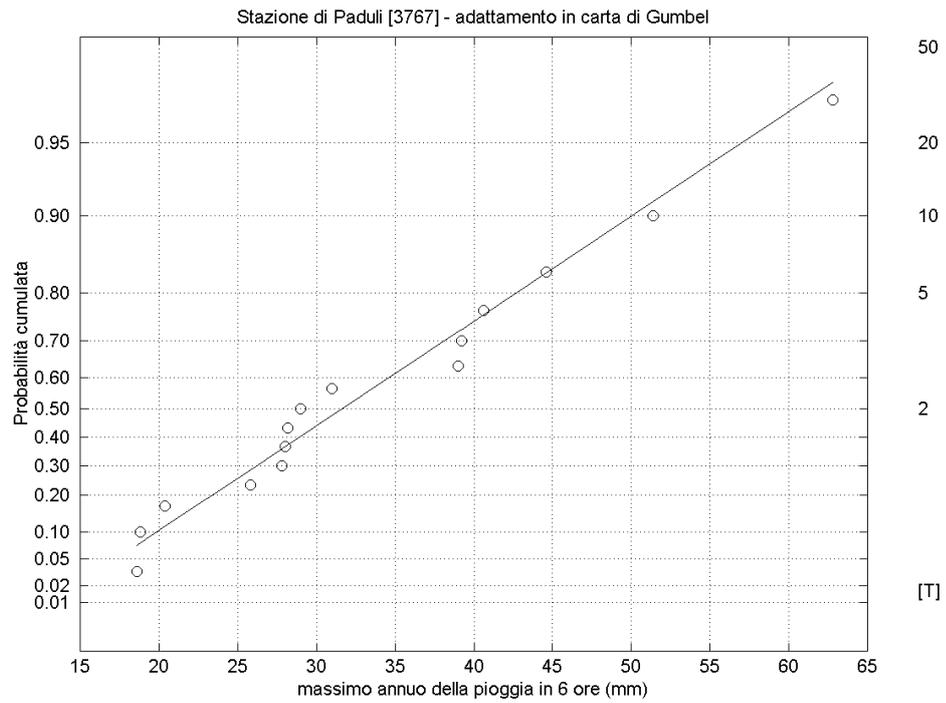


Stazione di Paduli [3767] - adattamento in carta di Gumbel

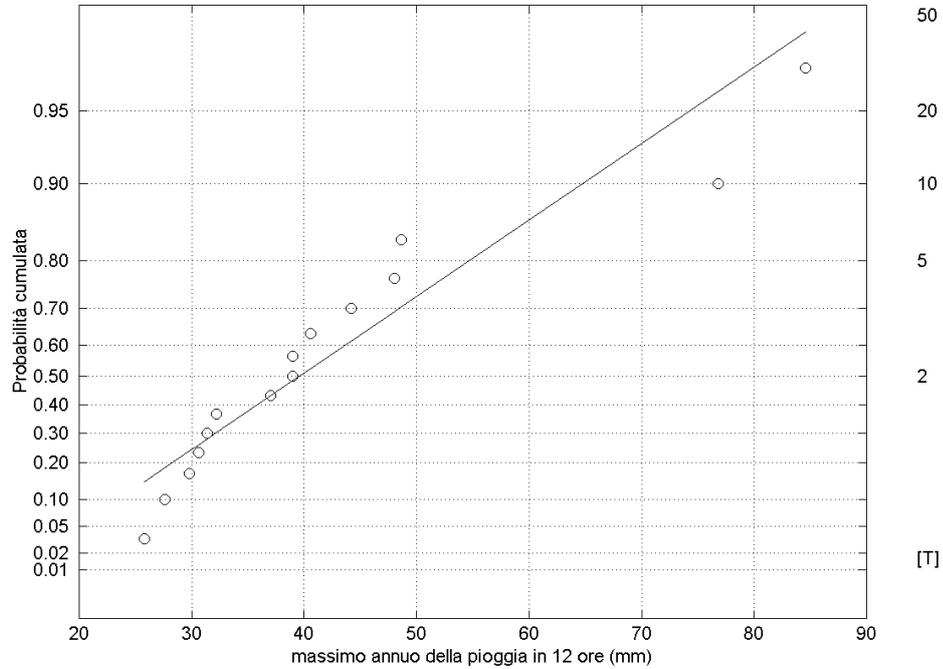


Stazione di Paduli [3767] - adattamento in carta di Gumbel

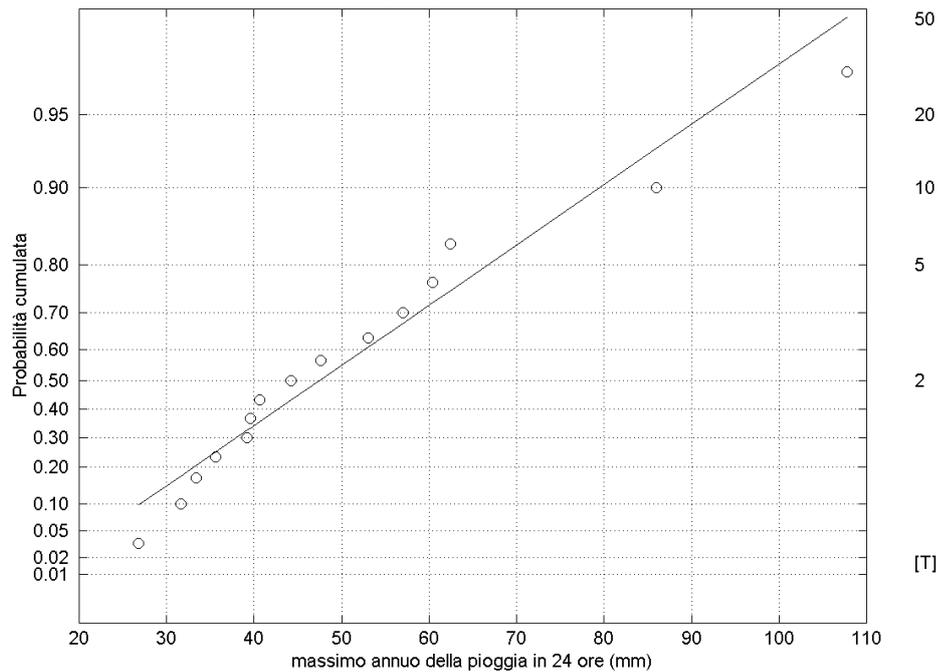


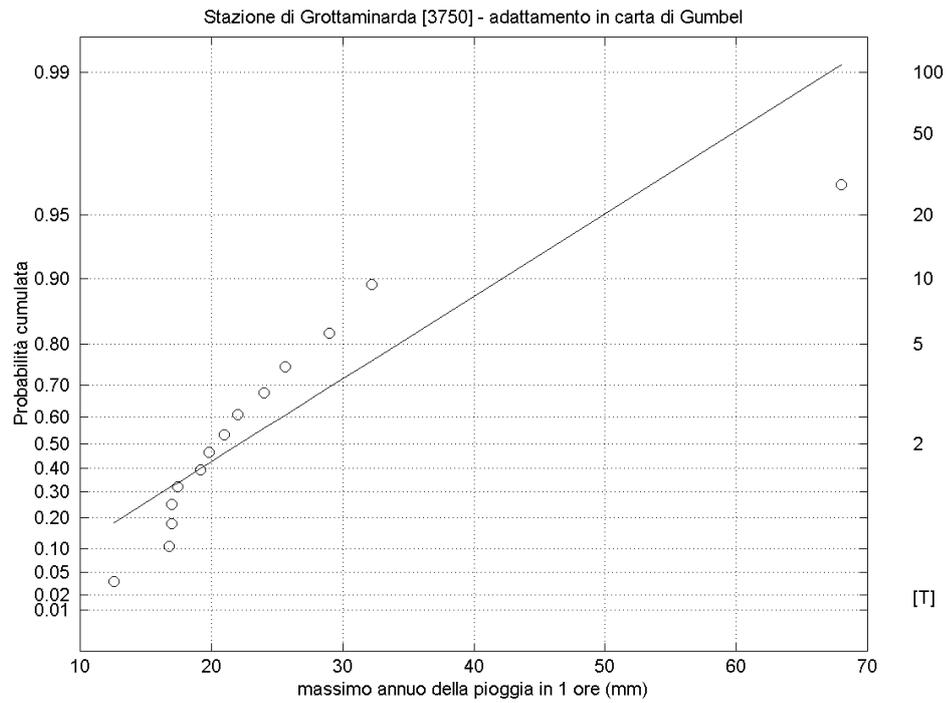


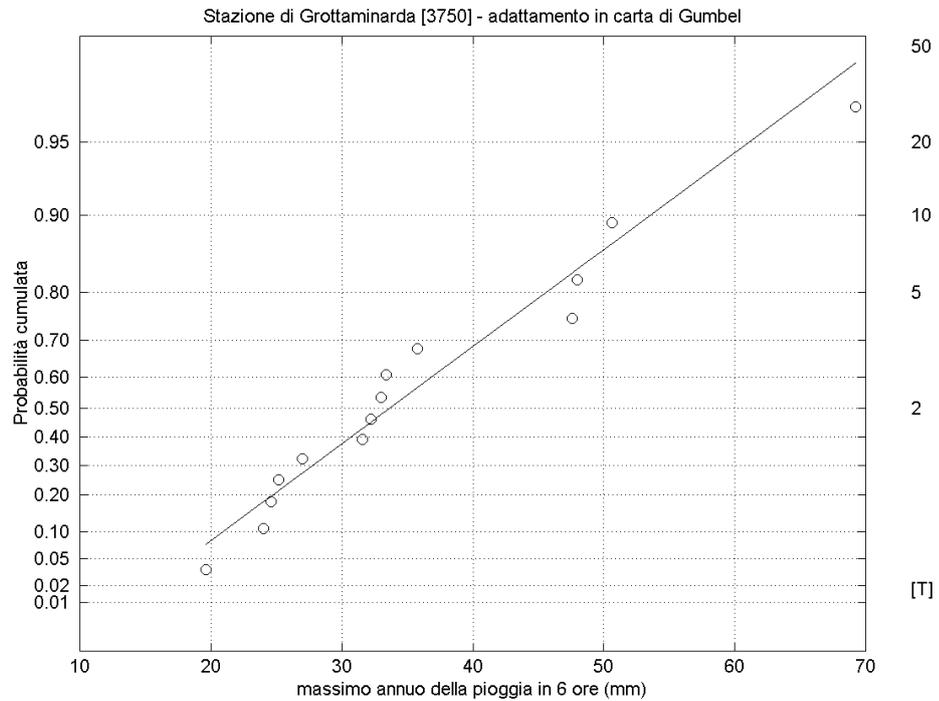
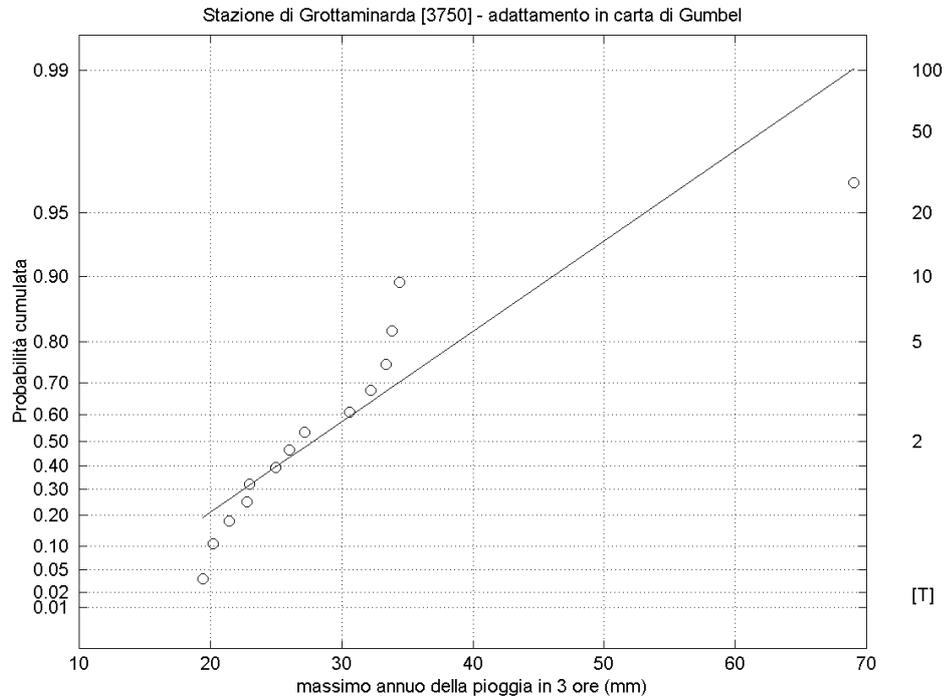
Stazione di Paduli [3767] - adattamento in carta di Gumbel



Stazione di Paduli [3767] - adattamento in carta di Gumbel







RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 09	RI	ID0001 001	A	79 di 80

