

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01 e s.m.i.



Progetto cofinanziato
dalla unione Europea

CUP: J94F04000020001

U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA

PROGETTO DEFINITIVO

**ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA
LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA**

IDROLOGIA

Relazione Idrologica

SCALA:

-

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

IBL1 10 D 11 RI ID0001 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi	Marzo 2013	A. Tortora	Marzo 2013	C. Mazzocchi	Marzo 2013	F. Sacchi	Marzo 2013

File: IBL110D11RIID0001001A

n. Elab.:

ITALFERR S.P.A. GEOTECNICA
U.O. COORDINAMENTO GEOTECNICO
Piazz. Inghilterra, 100 - 00144 Roma
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
n° A23172



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA
 ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
 QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA
 LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA
 PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 RI	ID 00 01 001	A	2 di 29

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA	5
2.1	MORFOLOGIA	5
2.2	CLIMA	5
2.3	LINEAMENTI IDROGRAFICI	6
3	PRECEDENTI STUDI IDROLOGICI SULL'AREA DI INTERESSE	8
4	MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI STATISTICA REGIONALE DEGLI EVENTI ESTREMI.....	9
4.1	IL MODELLO PROBABILISTICO DI GUMBEL	9
4.2	IL MODELLO PROBABILISTICO TCEV	11
4.2.1	<i>Approccio gerarchico alla stima regionale dei parametri</i>	<i>12</i>
4.3	IL MODELLO PROBABILISTICO MG.....	14
4.3.1	<i>4.3.1 Stima regionale dei parametri $\mu(Q)$ e $\sigma(Q)$.....</i>	<i>16</i>
4.4	IL MODELLO GEV	17
5	ANALISI REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE	19
5.1	DATI UTILIZZATI	19
6	ANALISI STATISTICA REGIONALE DELLE PIENE	24
6.1	DATI UTILIZZATI ED ANALISI PRELIMINARE.....	24
6.2	STIMA DELLA PIENA MEDIA CON LA FORMULA RAZIONALE	25
6.2.1	<i>Il tempo di ritardo: bacini di dimensioni medio - grande.....</i>	<i>26</i>
6.2.2	<i>6.2.2 Il coefficiente statistico di piena.....</i>	<i>27</i>
6.3	CALCOLO DELLA MEDIA DELLE PORTATE AL COLMO	28
7	RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	29



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA
LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 RI	ID 00 01 001	A	3 di 29

1 PREMESSA

La presente relazione riassume brevemente le indagini sviluppate, le metodologie applicate ed i risultati dello studio idrologico svolto per la verifica della compatibilità idraulica delle opere ferroviarie previste nell'ambito del quadruplicamento della Linea FF.SS. Fortezza – Verona, Asse Ferroviario Monaco – Verona, Lotto1 della lunghezza complessiva di 22+492 km per il binario dispari e 21+917.00 per il binario pari.

La linea ha uno sviluppo essenzialmente in galleria e può essere suddiviso in due tronchi distinti: il primo dal km 0+487.25 al km 15+866.00 binario dispari e dal km 0+487.75 al km 15+878.54 binario pari; il secondo dal km 16+134.00 al km 22+492.00 binario dispari e dal km 16+113.42 al km 21+917.00 binario pari. Tra le due gallerie il tracciato ferroviario attraversa in viadotto il Fiume Isarco passando da sponda sinistra a sponda destra.

La lunghezza del tronco in galleria impone la realizzazione di tre finestre d'accesso alla linea con le relative opere di presidio. Completano il progetto le interconnessioni tra il tracciato in progetto e le stazioni ferroviarie di Ponte Gardena e Fortezza.

Tenuto conto del tracciato e della configurazione morfometrica della valle interessata dal tracciato lo studio idrologico ha avuto come obiettivo quello della stima delle portate al colmo di piena per la sezione di attraversamento del fiume Isarco e quello della stima delle curve di probabilità pluviometrica per le aree interessate dalle finestre d'accesso.

Le portate stimate sono quelle massime al colmo di piena riferite a periodi di ritorno di 50, 100, 200, 300 e 500 anni.

Per il fiume Isarco si è reperita la cartografia di base in scale al 250.000 individuando il bacino sotteso alla sezione di attraversamento, si sono analizzati i dati idrometrografici raccolti dal S.I.M.I. ed analizzati dall'autorità di bacino del Fiume Adige (AdB), si sono stimati i parametri della distribuzione di Probabilità delle portate al colmo e si è trasferita l'informazione alla sezione di progetto essenzialmente in funzione della superficie del bacino sotteso e delle sue caratteristiche idrologiche.



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA
LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

PROGETTO DEFINITIVO


IDROLOGIA

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 RI	ID 00 01 001	A	4 di 29

Per i bacini di minore estensione in corrispondenza delle finestre d'accesso l'analisi idrologica effettuata ha seguito le seguenti fasi:

- reperimento della cartografia di base relativa ai bacini idrografici sottesi a scale variabili da 1:25.000 a 1: 10.000 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;
- analisi preliminare dei dati pluviometrici ed idrometrici;
- analisi statistica delle piogge intense e determinazione della curva di probabilità pluviometrica rappresentativa per i bacini in esame;
- valutazione della piena media annua;
- applicazione delle risultanze della stima regionale della distribuzione per la valutazione delle piene corrispondenti ai periodi di ritorno fissati.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA PROGETTO DEFINITIVO					
IDROLOGIA RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A	FOGLIO 5 di 29

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

2.1 Morfologia

La linea in progetto si sviluppa essenzialmente in territorio montano, che percorre quasi esclusivamente in galleria, ed attraversa la bassa e media valle del fiume Isarco da sponda destra a sponda sinistra terminando ad altezza di Fortezza a monte della confluenza con il F. Rienza maggiore affluente in sinistra dell'Isarco .

Il regime dei corsi d'acqua è spiccatamente torrentizio, caratterizzato da un regime pluviometrico continentale caratterizzato da due massimi, uno estivo ed un minimo invernale e da piene che, sovente, hanno determinato esondazioni. La rete idrografica si presenta in prevalenza incassata specialmente nella parte montana dei bacini.

Le caratteristiche fisiografiche del bacino dell'Isarco, sono quelle tipiche dei bacini in area alpina; in particolare presentano notevoli differenze di quota tra il fondo delle valli e le vette che dominano i gruppi montuosi.

Lungo lo spartiacque fra l'Adige e l'Isarco la massima quota a 3736 m s.l.m. è raggiunta in corrispondenza della Pala Bianca nelle Alpi Venoste.

Il settore orientale, costituito dalle Alpi Noriche, trova la sua massima quota nel Gran Pilastro ed alimenta in massima parte il fiume Isarco ed il suo maggiore affluente, il fiume Rienza.

2.2 Clima

Le condizioni climatiche generali dell'intero bacino sono caratterizzate da clima continentale, con inverni rigidi e massimi di precipitazioni che hanno generalmente luogo nel periodo estivo.

Alle quote più elevate si accumulano durante la stagione invernale, sotto forma di precipitazioni nevose, notevoli risorse idriche, che vengono mobilizzate a partire dalla



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA
LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 11 RI	ID 00 01 001	A	6 di 29

primavera. Tale situazione determina il regime idrologico del territorio del bacino, prevalentemente di carattere “nivale”, caratterizzato da una generale elevata disponibilità di acqua nella stagione calda e da un periodo di magra invernale.

La piovosità media annua è notevole, mentre la sua distribuzione varia secondo la quota, l’orientamento delle valli e la distanza rispetto ai limiti esterni della catena alpina, come valore medio si può indicare in 900 mm all’anno l’afflusso medio rilevabile.

In generale tutte le stazioni presentano un minimo di precipitazioni in inverno, caratteristica climatica di tutta l’area alpina, che risente, nei mesi freddi, della dominanza dell’anticiclone russo–siberiano. In generale, le aree a regime pre-alpino sono quelle che risentono maggiormente degli effetti della vicinanza geografica con l’area padana, che oppone ben pochi ostacoli alla penetrazione della masse d’aria umida.

Le piene più importanti si hanno in primavera, a causa del sovrapporsi degli eventi pluviometrici con gli apporti derivanti dalla fusione della neve. Anche nei mesi autunnali di ottobre e novembre possono verificarsi piene ugualmente importanti.

2.3 Lineamenti idrografici

Il bacino imbrifero dell’Isarco si estende su un’area di circa 4200 km² (compreso il bacino della Rienza); l’Isarco stesso ha una lunghezza di 95,5 km.

Il fiume nasce nelle vicinanze del Brenne ad un’altitudine di ca. 2000 m e sfocia nell’Adige a valle di Bolzano ad un’altitudine di 235 m.

Il massimo rilievo del suo bacino imbrifero è il Gran Pilastro con un’altitudine di 3509 m. Gli affluenti più importanti dell’Isarco sono il Rio Fleres, il Rio di Vize, il Rio Ridanna, la Rienza, il Rio di Funes, il Rio Gardena, il Rio Tires ed il Torrente Ega.

Il territorio circostante l’Isarco superiore viene utilizzato per l’agricoltura, la parte inferiore del corso d’acqua scorre invece in una valle stretta, che viene occupata in gran parte da strada statale, autostrada e ferrovia.



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA
LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IBL1

10

D 11 RI

ID 00 01 001

A

7 di 29

L'affluente più importante dell'Isarco è il Rienza il cui bacino imbrifero ha oltre 2140 km² di estensione e drena tutta la Val Pusteria. Il massimo rilievo del suo bacino imbrifero si trova a 3498 m s.m.m. (Picco dei tre signori).

Gli affluenti principali della Rienza sono il Rio di Braies, il Rio Casies, il Rio Anterselva, l' Aurino, il Gadera, il Rio di Fundres ed il Rio Luson.

Il Rienza nasce ai piedi delle tre Cime di Lavaredo ad una quota di circa 2200 m e sfocia nell'Isarco dopo circa 80 km presso Bressanone ad un' altitudine di 565 m.

Nel suo tratto superiore il Rienza passa la Valle di Landro, nella quale dominano dolomie ed all'uscita della valle attraversa sedimenti della formazione a Bellerophon e delle Arenarie di Val Gardena.

Nel tratto intermedio il Rienza attraversa principalmente ghiaie alluvionali quaternarie, invece nel tratto inferiore soprattutto filladi quarzifere. Dopo la chiusa di Rio di Pusteria il Rienza scorre in una gola di granito di Bressanone.

3 PRECEDENTI STUDI IDROLOGICI SULL'AREA DI INTERESSE.

Verranno citati quattro studi sui quali ci si è basati per le valutazioni qui presentate:

- lo studio del GNDCI relativo all'analisi delle piogge estreme nell'Italia Nord-Orientale (Villi V. 1994);
- lo studio del GNDCI relativo all'analisi regionale delle piene (Villi V., 1994 e 2001);
- gli studi condotti dall'Autorità di Bacino del Fiume Adige, nell'ambito di stesura del PAI (Piano Stralcio per la tutela dal Rischio Idrogeologico Bacino dell'Adige, Regione Veneto Adottato dal Comitato Istituzionale con delibera n. 1/2012 del 9 novembre 2012), e degli studi connessi alla attività istituzionale;
- Associazione italiana di Idronomia, Provincia Autonoma di Bolzano, Azienda Speciale per la regolazione dei corsi d'acqua e la difesa del suolo. Analisi del regime delle piogge intense per la Provincia Autonoma di Bolzano, Relazione Tecnica Scientifica, maggio 2003;
- Associazione Italiana di Idronomia, Provincia Autonoma di Bolzano, Azienda Speciale per la regolazione dei corsi d'acqua e la difesa del suolo. Linee guida per il calcolo della portata di progetto. Definizione e progettazione dell'ambiente di lavoro, maggio 2003.

Il peso assunto dagli studi precedenti sulle valutazioni qui effettuate è ripartito su diversi aspetti dell'analisi idrologica.

Dall'esame dei dati storici 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.

4 MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI STATISTICA REGIONALE DEGLI EVENTI ESTREMI

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

Tutte quattro le leggi teoriche possono essere ricondotte ad una espressione della variabile di progetto del tipo

In cui x' rappresenta un valore indice della variabile considerate e $K(T)$ un coefficiente di crescita con il periodo di ritorno T .

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 periodo 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:

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

dove Cv_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 periodo di ritorno, quantità definita *fattore di crescita* con il periodo di ritorno (K_T) che consente di rappresentare la relazione di frequenza della variabile di progetto 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.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
IDROLOGIA RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A	FOGLIO 11 di 29

4.2 Il modello probabilistico TCEV

Il modello a doppia componente denominato TCEV (Rossi et al., 1984) ipotizza che i massimi annuali degli estremi idrologici, 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 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:

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

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 per sottozone omogenee, per questo 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

$$F_X(x) = \bar{x} F_{X'}(x')$$

4.2.1 Approccio gerarchico alla stima regionale dei parametri

In precedenza, sono già state 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 come il coefficiente di variazione teorico dipenda da Λ_* , Θ_* e Λ_1 e quindi, indipendente da Θ_1 , mentre il coefficiente di asimmetria teorico sia funzione di Λ_* e Θ_* ma 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:

1° Livello di regionalizzazione:

Si assume che il coefficiente di asimmetria C_A 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

	<p>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>IDROLOGIA RELAZIONE IDROLOGICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBL1</td> <td>10</td> <td>D 11 RI</td> <td>ID 00 01 001</td> <td>A</td> <td>14 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IBL1	10	D 11 RI	ID 00 01 001	A	14 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IBL1	10	D 11 RI	ID 00 01 001	A	14 di 29								

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 C_V 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.

4.3 Il modello probabilistico MG

Il modello regionale MG (Maione U. & alii, 1998) si basa su una funzione di distribuzione delle portate al colmo di piena a due parametri.



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA
LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IBL1

10

D 11 RI

ID 00 01 001

A

15 di 29

Attraverso opportuni indici geomorfologici si ricavano le formule di stima regionali della media $\mu(Q)$ e dello scarto quadratico medio $\sigma(Q)$.

Le distribuzioni a due parametri generalmente utilizzate in idrologia per la stima delle portate al colmo di piena possono essere scritte nella forma

$$\frac{Q}{\mu} = 1 + K_T \cdot CV \quad (1)$$

dove CV e K_T rappresentano rispettivamente la variazione della variabile Q ed il fattore di crescita con il tempo di ritorno.

L'espressione per K_T deriva dalla distribuzione di Gumbel

$$K_T = - \left[0.45 + 0.779 \ln \left(- \ln \left(\frac{T-1}{T} \right) \right) \right]$$


Sulla base di un'analisi condotta su 181 valori di massimi di portata la relazione (1) è stata modificata in

$$\frac{Q}{\mu(Q)} = 1 + 1.73 \cdot K_T^{0.8} \cdot CV^{1.35} \quad (2)$$

dove $\mu(Q)$ è la portata media.

L'introduzione dello scarto quadratico medio $\sigma(Q)$ consente di ricavare una relazione semplificata che, per tempi di ritorno T maggiori di 30 anni, ha mostrato scostamenti non significativi rispetto alla (2)

$$\frac{Q}{\sigma(Q)} = 3.01 + 0.62 \ln T \quad (3)$$

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA PROGETTO DEFINITIVO					
	IDROLOGIA RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A

4.3.1 4.3.1 Stima regionale dei parametri $\mu(Q)$ e $\sigma(Q)$

Le variabili geomorfologiche dei bacini in funzione delle quali può esprimersi l'espressione della variabilità delle portate $Q(T)$ possono individuarsi dall'analisi dei modelli di trasformazione afflussi-deflussi.

Dalla formula razionale

$$Q(T) = \phi \cdot S \cdot i_c(T) \quad (4)$$

si ricavano la media e lo scarto quadratico medio attraverso le seguenti espressioni:

$$\mu(Q) = \phi_1 \phi_2 \phi_3 \frac{\mu(h_c)}{t_c} S \quad (5)$$

$$\sigma(Q) = \phi_1 \phi_2 \phi_3 \frac{\sigma(h_c)}{t_c} S \quad (6)$$

con h_c massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata pari al tempo critico del bacino t_c ; ϕ_i sono rispettivamente il coefficiente di afflusso, di ragguglio delle piogge all'area e dell'effetto di laminazione del bacino.

Per ovviare alle ipotesi di uniformità spazio – temporali delle precipitazioni, ipotesi base nella formulazione del modello razionale, sono state introdotte nelle (5) e (6) la media e lo scarto quadratico medio dei valori puntuali delle durate di un giorno mediati su tutti i pluviometri ricadenti all'interno dei singoli bacini.

Utilizzando leggi di potenza la media e lo scarto quadratico possono esprimersi come:

$$\mu(Q) = \phi_1 \phi_2 \phi_3 \cdot \mu(h_g)^{\alpha} S^{\beta} \quad (7)$$

$$\sigma(Q) = \phi_1 \phi_2 \phi_3 \cdot \sigma(h_g)^{\alpha'} S^{\beta'} \quad (8)$$

adottando un coefficiente di afflusso medio ϕ rappresentativo del bacino si ottengono relazioni sintetiche del tipo

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>IDROLOGIA RELAZIONE IDROLOGICA</p>	<p>COMMESSA IBL1</p>	<p>LOTTO 10</p>	<p>CODIFICA D 11 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 00 01 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 17 di 29</p>

$$\mu(Q) = C_1 p^\alpha S^\beta \phi^\gamma \quad (9)$$

$$\sigma(Q) = C_2 p^{\alpha'} S^{\beta'} \phi^{\gamma'} \quad (10)$$

con p (mm) variabile pluviometrica rappresentante $\mu(h_g)$ e $\sigma(h_g)$; S (km²) la superficie del bacino drenata; ϕ il coefficiente di afflusso medio e C_1 , C_2 , α , β , γ , α' , β' e γ' parametri adimensionali.

Il primo livello di regionalizzazione ha consentito, per il bacino del Po di ricavare le seguenti espressioni

$$\mu(Q) = 0.014 \cdot S^{0.64} M_h^{1.46} \phi^{0.56} \quad (11)$$

$$\sigma(Q) = 0.86 \cdot S^{0.54} S_h^{0.80} \phi^{0.74} \quad (12)$$

dove M_h ed S_h sono la media e lo scarto quadratico medio dei valori campionari ed S la superficie del bacino (km²).

4.4 Il modello GEV

Il modello GEV, distribuzione generalizzata del valore estremo, è stato proposto per il bacino del Po da Rosso et altri nel 1996, in base ad esso le stime di una generica variabile x distribuita secondo tale legge possono essere condotte tramite una relazione del tipo:

$$X_T = \mu(x) \left(\varepsilon + \alpha \left((1 - \exp(-k y_T)) / k \right) \right)$$

Dove y_T indica la variabile ridotta di Gumbel, funzione del periodo di ritorno T , k , α e ε sono i parametri della distribuzione della variabile normalizzata $X / \mu(x)$ e $\mu(x)$ è la variabile indice assunta usualmente pari al valore atteso della variabile.


Valutati tramite raffinate indagini regionali i valori dei parametri k , α ed ε (vedi Rosso et altri 1997) la variabile di progetto va valutata in base alla relazione :

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA PROGETTO DEFINITIVO					
IDROLOGIA RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A	FOGLIO 18 di 29

$$X_T = \mu (x) K (T)$$

con $k(T)$, curva di crescita con il periodo di ritorno data dall'espressione

$$K(T) = \varepsilon + \alpha (1 - \exp(-k y_T)) / k$$

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
IDROLOGIA RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A	FOGLIO 19 di 29

5 ANALISI REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

5.1 Dati utilizzati

Obiettivo dell'analisi è la stima del massimo annuo della precipitazione per una durata qualsiasi (inferiore al giorno) nella zona di interesse, e relativa – in particolare – ad un periodo di ritorno di 50, 100, 200, 300 e 500 anni.

Al fine di definire in maniera dettagliata il regime pluviometrico caratteristico del comprensorio in studio, l'Autorità di Bacino ha preso in esame le serie storiche misurate alle stazioni dotate di pluviografo, presenti nell'area e ritenute rappresentative (24 stazioni pluviografiche), in particolare sono state considerate le durate pari a 15, 30, 45 min. e 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

L'osservazione dell'andamento dei dati delle stazioni esaminate ha permesso di stabilire, negli studi dell'AdB, che il modello probabilistico che meglio si adotta a caratterizzare la curvatura che presenta la legge di probabilità campionaria in carta probabilistica asintotica del massimo valore è quello costituito dalla GEV .

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 periodo di ritorno) K_T

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

Le curve di crescita hanno carattere regionale e sono state valutate con le tecniche statistiche dell'analisi regionale nello studio dell'AdB che ha proposto un'unica zona pluviometrica omogenea per il bacino dell'Isarco.

La legge di dipendenza della media dei massimi di precipitazione con la durata può esprimersi tramite la relazione:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA PROGETTO DEFINITIVO					
	IDROLOGIA RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A

$$\mu_t = a t^n$$

con i coefficienti a ed n funzione della durata t .

Di conseguenza per l'area dell'Isarco, le curve regionali di crescita delle precipitazioni con il periodo di ritorno possono essere rappresentate dalla relazione :

$$h_{t,T} = \mu_t \cdot K_T = a \cdot t^n \cdot K_T$$

In cui in base agli studi regionali su citati risulta che:

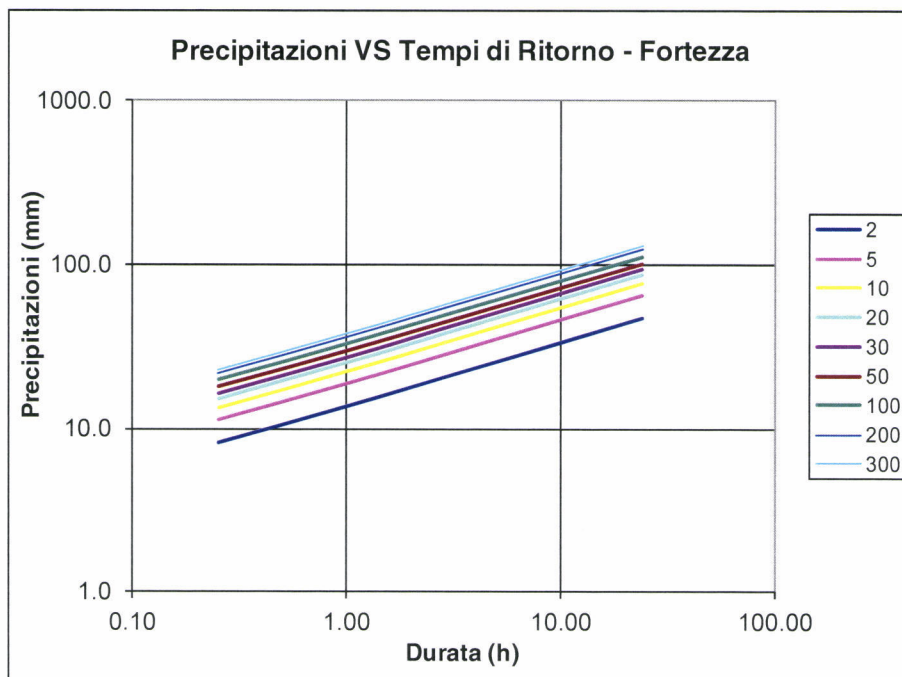
- i valori di a , n sono funzione della durata t , differenti per gli intervalli 15 min. – 1 ora e 1 ora – 24 ora, variabili da zona a zona in funzione dell'analisi regionale;

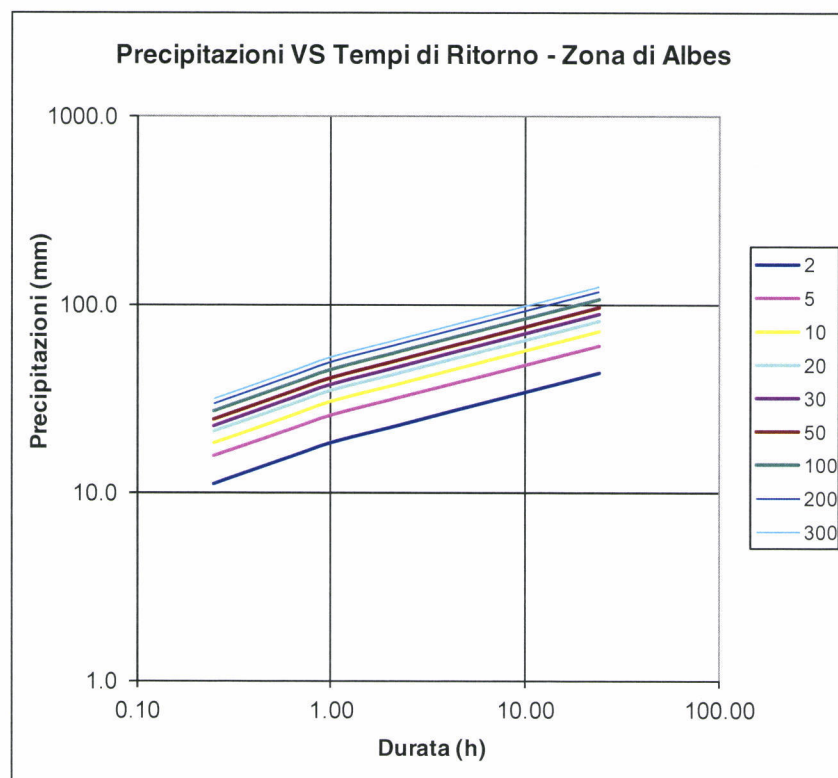
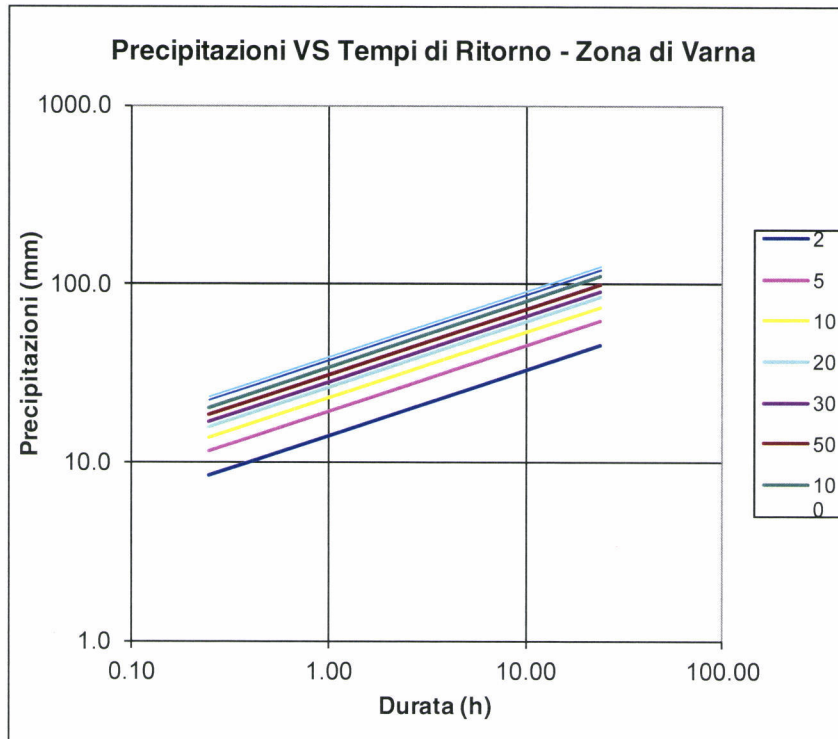
Zona	t < 1 ora		t > 1 ora	
	a'(mm)	n'	a(mm)	n
Bacini in zona Fortezza	13.8	0.37	13.8	0.39
Bacini in zona Varna	14.1	0.37	14.1	0.37
Bacini in zona Albes	18.8	0.37	18.8	0.27
Bacini in zona Funes (Viadotto in progetto)	15.7	0.37	15.7	0.38
Bacini in zona Chiusa	15.7	0.37	15.7	0.38
Bacini in zona Ponte Gardena	16.0	0.37	16.0	0.38

- quelli di K_T sono funzione del periodo di ritorno T valutati in base alla GEV dall'AdB e riportati in tabella.

T (anni)	K_T
50	1.884
100	2.168
200	2.452
500	2.828

Nei diagrammi seguenti si riportano le precipitazioni ne ltempo di ritorno per le zone di riferimento.







ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA
LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA

PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA

IBL1

LOTTO

10

CODIFICA

D 11 RI

DOCUMENTO

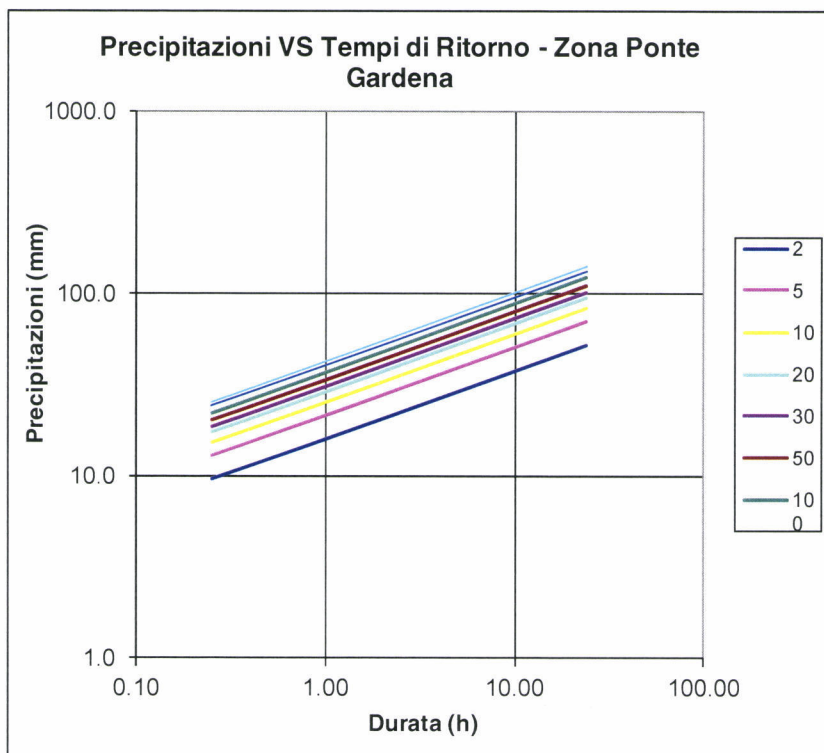
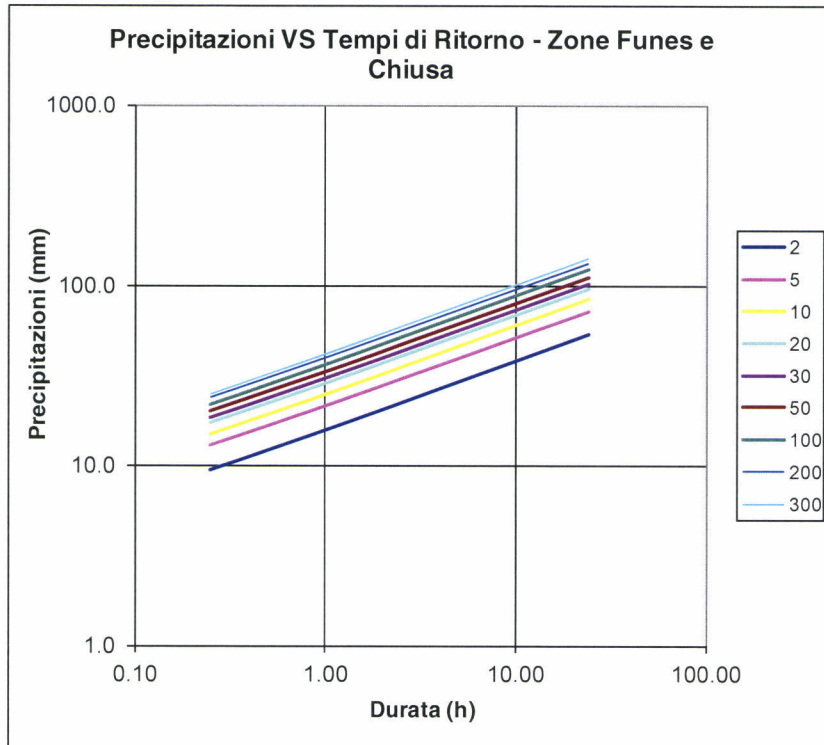
ID 00 01 001

REV.

A

FOGLIO

23 di 29



 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA PROGETTO DEFINITIVO					
	IDROLOGIA RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO ID 00.01 001	REV. A

6 ANALISI STATISTICA REGIONALE DELLE PIENE

6.1 Dati utilizzati ed analisi preliminare

Nella zona d'interesse hanno operato stazioni idrometrografiche del Servizio Idrografico: e Mareografico Italiano (SIMI) sia sul corso del fiume Isarco che su quello del suo principale affluente il Fiume Rienza.

I dati registrati sono stati elaborati dall'AdB in base al modello GEV e la stima delle portate di piena per fissato tempo di ritorno per bacini in progetto è stata condotta tramite il calcolo dei valori della media delle piene e la successiva amplificazione delle stesse nella logica della formula:

$$Q_T = \mu(Q) K_T$$

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 dall'AdB.

Nel caso, gli autori hanno identificato un'unica zona 'idrometriche' omogenee, nelle quali i parametri di ordine elevato dalla GEV sono costanti: La zona di interesse è caratterizzata dai seguenti valori di K_T corrispondenti ai periodi di ritorno di 50, 100, 200, 300 e 500 anni:

$$T=30 \quad \rightarrow \quad K_T=2.02$$

$$T=50 \quad \rightarrow \quad K_T=2.19$$

$$T=100 \quad \rightarrow \quad K_T=2.43$$

$$T=200 \quad \rightarrow \quad K_T=2.67$$

$$T=300 \quad \rightarrow \quad K_T=2.82$$

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
IDROLOGIA RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A	FOGLIO 25 di 29

$$T=500 \rightarrow K_T=3.07$$

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 in una durata pari al tempo di ritardo *tr* (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 d'invaso nella rete idrografica.

In questa formulazione, che risulta essere un'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).

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA PROGETTO DEFINITIVO					
IDROLOGIA RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A	FOGLIO 26 di 29

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 d'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 d'incertezza nella stima.

6.2.1 Il tempo di ritardo: bacini di dimensioni medio - grande

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.

	<p>ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA – VERONA LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>IDROLOGIA RELAZIONE IDROLOGICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBL1</td> <td>10</td> <td>D 11 RI</td> <td>ID 00 01 001</td> <td>A</td> <td>27 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IBL1	10	D 11 RI	ID 00 01 001	A	27 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IBL1	10	D 11 RI	ID 00 01 001	A	27 di 29								

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. Tale criterio è stato usato per verifica da Versace et al. (1989).

6.2.2 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 Rosso et al. (1999).

IDROLOGIA

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IBL1

10

D 11 RI

ID 00 01 001

A

28 di 29

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, 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

6.3 Calcolo della media delle portate al colmo

Il calcolo delle medie delle portate di piena al colmo nelle sezioni di interesse è stato effettuato facendo riferimento per il calcolo della portata media alla formula razionale

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

con il tempo di ritardo calcolato con il metodo cinematico. Il coefficiente statistico di piena è stato assunto portando in conto la percentuale di bacino considerata permeabile. I valori ottenuti per i bacini in esame sono riportati nella tabella seguente.

Sezione di riferimento	$Q_{media} [m^3/s]$
F. Isarco a Fortezza	98.39
F. Isarco a Funes (P.te in progetto)	312.74
F. Isarco a Ponte Gardena (monte Rio Gardena)	331.83
F. Isarco a Ponte Gardena (valle Rio Gardena)	352.66

IDROLOGIA

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RELAZIONE IDROLOGICA

IBL1

10

D 11 RI

ID 00 01 001

A

29 di 29

7 RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Nella tabella che segue sono riportati i parametri morfometrici dei bacini idrografici delimitati e i valori di portata stimate, per tempi di ritorno di 30, 50, 100, 200, 300 e 500 anni, applicando la metodologia descritta.

I simboli presenti nelle tabelle sono:

- S area del bacino in km²;
- H_{max} quota massima del bacino [m s.m.m.];
- H_{med} quota media del bacino [m s.m.m.];
- H_{min} quota minima del bacino alla sezione di chiusura [m s.m.m.].

Sezione di riferimento	Q _{T=30}	Q _{T=50}	Q _{T=100}	Q _{T=200}	Q _{T=300}	Q _{T=500}
F. Isarco a Fortezza	198.35	215.87	239.66	263.57	277.62	302.06
F. Isarco a Funes (P.te in progetto)	630.45	686.11	761.74	837.73	882.40	960.11
F. Isarco a Ponte Gardena (monte Rio Gardena)	668.95	728.01	808.26	888.88	936.28	1018.72
F. Isarco a Ponte Gardena (valle Rio Gardena)	710.92	773.69	858.97	944.66	995.04	1082.67