

Puglia



Taranto



Castellaneta



COMUNE DI CASTELLANETA

Progetto di fattibilità tecnica ed economica

Interventi di mitigazione del dissesto idrogeologico in località “San Martino” ed in località “Fontanelle”

C - Relazione idrogeologica ed idraulica

Scala:

-

Tecnici:

**ing. COMES Francesco
geom. MASTRONARDI Vito**

RUP:

arch. DE FINIS Pantaleo



INDICE

1	PREMESSA.....	2
2.1	Inquadramento generale dell'assetto dell'area	3
2.2	Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici.....	4
3	STUDIO IDROLOGICO	6
3.1	Analisi pluviometrica	6
3.2	Caratterizzazione del tempo di risposta e della potenzialità al deflusso dei bacini	13
3.3	Portate al colmo di piena.....	15
4	SEZIONI DI PROGETTO	18



1 PREMESSA

La presente relazione riguarda il progetto “Interventi di mitigazione del dissesto in località San Martino ed in località Fontanelle-Castellaneta (TA)”.

L'area in località San Martino risulta un'area perimetrata ai sensi delle NTA del PAI Puglia ed è classificata sia come ad alta media e bassa pericolosità idraulica che come area a pericolosità geomorfologica molto elevata PG3.

L'area in località Fontanelle, invece è interessata dal solo vincolo PG3, ma dalla consultazione degli elaborati grafici allegati al PUG, risulta anch'essa interessata da vincoli legati alla presenza del reticolo idrografico. In particolare le linee classificate dal PUG in IS.pai.ca (IS.pai.ca- invariante strutturale dell'assetto idrologico: corso d'acqua) corrispondono all'Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali del PAI “Piano di Assetto Idrogeologico - Assetto idraulico” dell'Autorità di Bacino della Puglia (Del. Comitato Istituzionale n. 39 del 30.11.2005 e succ.). L'Alveo in modellamento attivo è la porzione di territorio interessata dal deflusso concentrato delle acque, ancorché non continuativo, legato a fenomeni di piena con frequenza stagionale; l'area golenale è la porzione di territorio contermina all'alveo in modellamento attivo, interessata dal deflusso concentrato delle acque, ancorché non continuativo, per fenomeni di piena di frequenza pluriennale. Dette aree sono sottoposte alle prescrizioni di cui all'art. 6 delle NTA del PAI.

Al fine di definire l'assetto idraulico dell'area, si è ritenuto di dover procedere con uno studio idraulico, a scala di bacino, volto non soltanto a caratterizzarne il regime idraulico, ma, soprattutto, a definirne con la maggiore accuratezza possibile l'andamento dei deflussi sul territorio in relazione agli eventi che stabiliscono le condizioni di "sicurezza idraulica" secondo quanto stabilito dalle N.T.A. del PAI.

Di seguito si illustrano le fasi previste per la redazione dello studio:

- reperimento della cartografia di base (I.G.M. in scala 1:25.000, rilievi aerofotogrammetrici della cartografia CTR 1:5.000 della Regione Puglia, ortofoto);
- individuazione e caratterizzazione dei bacini idrografici che abbracciano i rami del reticolo idrografico oggetto di approfondimento;
- studio della pluviometria con i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, di riferimento per le condizioni di sicurezza idraulica, tramite procedure di regionalizzazione proprie del progetto VAPI Puglia;
- definizione della pioggia critica netta e della relativa durata, per la quantificazione



del massimo volume di piena, attraverso il metodo di trasformazione afflussi-deflussi dell'SCS-CN;

- definizione delle portate di piena attraverso il metodo SCS (Soil Conservation Service).

2 STUDIO MORFOLOGICO

2.1 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'ASSETTO DELL'AREA

L'area d'intervento si estende in agro di Castellaneta (TA), ad un'altitudine media di 230 m s.l.m. e si presenta con una rete infrastrutturale abbastanza sviluppata. I reticoli idrografici di studio sono reticoli secondari che confluiscono poco a valle nel reticolo denominato Lama di Castellaneta.



Figura 1 Individuazione dei reticoli di studio



I bacini, pertanto, ricadono nell'ambito dei bacini dell'arco ionico con corsi d'acqua tipo "gravina", tale ambito comprende i bacini di una serie di corsi d'acqua, accomunati dalla condizione di avere come recapito finale il mare Jonio, nel tratto compreso tra la foce del Bradano e il litorale tarantino orientale, e di mostrare in molti casi, soprattutto nei tratti medio-montani, condizioni morfologiche della sezione di deflusso molto strette e profonde, che localmente sono chiamate "gravine".

Tutti gli impluvi dell'area hanno un regime effimero caratterizzato da lunghi periodi estivi di asciutta alternati a periodi, generalmente invernali, in cui presentano deboli portate.

2.2 ANALISI MORFOLOGICA E MORFOMETRICA DEI BACINI IDROGRAFICI

A partire da un ampio territorio, si è delimitato i bacini di studio, in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che potesse avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse.

Le operazioni cartografiche sono state effettuate attraverso l'applicazione di software GIS, costruendo il DEM (Digital Elevation Model) dai dati cartografici prima citati. Occorre evidenziare come per tali operazioni, visto il piccolo ordine di estensione territoriale delle aree di interesse, si è impostata definizione di 8m x 8m, ricercando, in tal modo, la massima precisione possibile.

Infine, si è fatto uso della carta geolitologica della regione Puglia e della carta dell'uso del suolo.

Al fine di assicurare la necessaria rappresentatività allo studio, il criterio inizialmente stabilito per estrapolare la significatività delle modellazioni idrologiche ed idrauliche con specifico riguardo alla zona di cui trattasi, è stato quello di indagare, ad una scala di dettaglio spinto, su un'area molto più ampia di quella strettamente interessata dagli interventi.

Le caratteristiche fisiografiche dei bacini così definiti (nell'ordine: superficie, pendenza media dei versanti, quota minima, massima e media s.l.m., lunghezza totale dell'asta alla cresta spartiacque) sono riportate nella tabella a seguire.

CARATTERISTICHE FISIOGRAFICHE BACINI IDROGRAFICI



Bacino	Area (Km ²)	i _m (%)	H _{min} (m s.l.m.)	H _{max} (m s.l.m.)	H _{ave} (m s.l.m.)	L _{max} (Km)
Bacino A	0.11	10.137	226.28	267.00	256.25	0.623
Bacino B	0.22	1.575	228.27	269.00	265.81	1.515
Bacino C	0.44	5.864	220.37	269.00	254.35	1.756
Bacino D	0.33	4.931	179.02	224.00	210.01	1.059

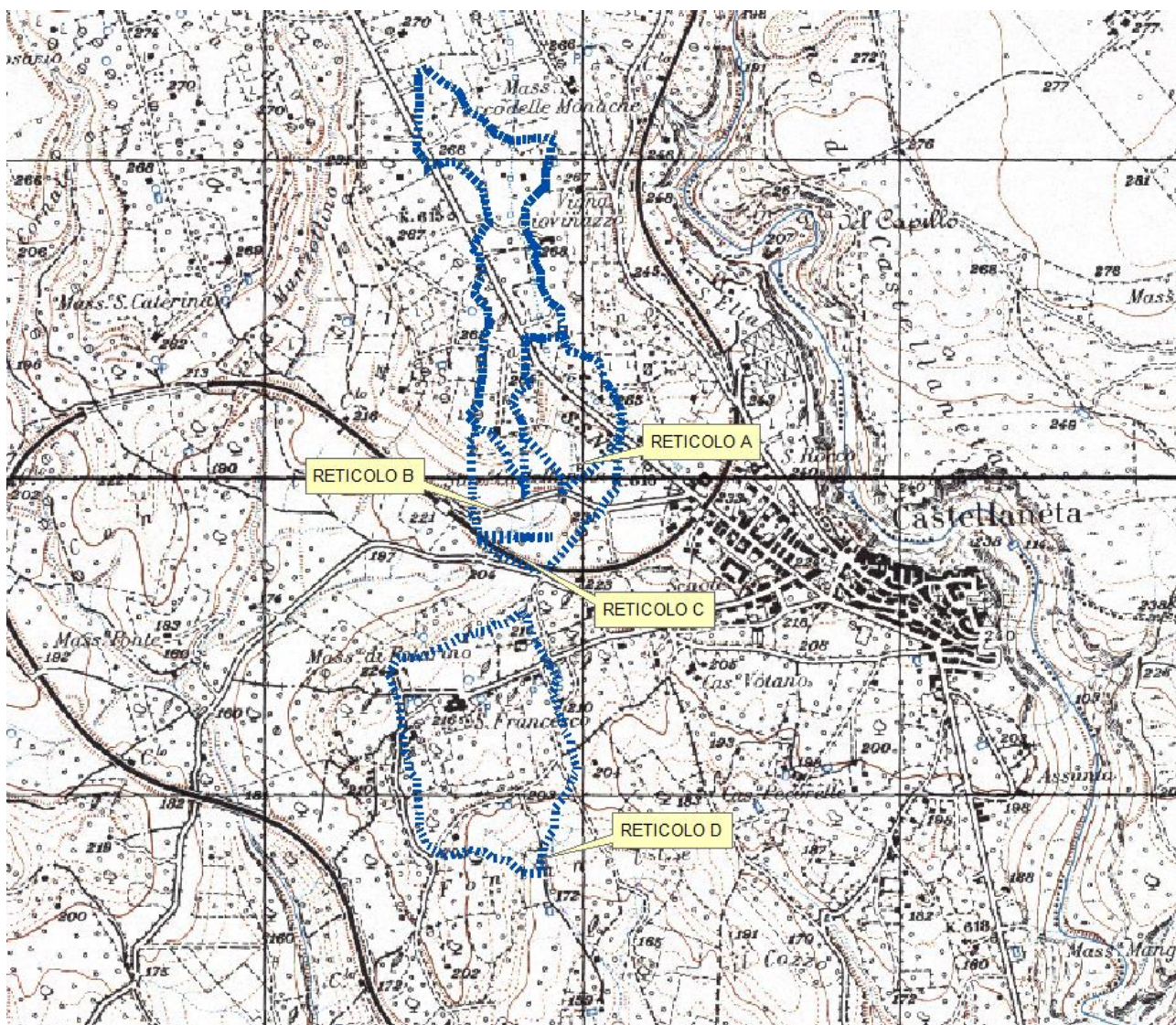


Figura 2 Bacini idrografici



3 STUDIO IDROLOGICO

3.1 ANALISI PLUVIOMETRICA

Effettuato lo studio morfologico, la metodologia da utilizzare per le analisi idrologiche deve essere individuata in base alle peculiarità del bacino e del reticolo idrografico che lo drena.

L'analisi idrologica ha come obiettivo la valutazione delle portate di piena e dei relativi volumi che, per prefissati tempi di ritorno, interessano il bacino idrografico e, di conseguenza, il territorio e tutti gli elementi vulnerabili in esso presenti.

In congruenza con le finalità dello studio, volto a definire un assetto idraulico dei luoghi di interesse adeguato allo stato di fatto, si deve fare riferimento ad eventi con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, attraverso i quali si stabiliscono le condizioni di sicurezza idraulica.

Il D.P.C.M. 29.09.1998, in materia di difesa del suolo, stabilisce che *"Ove possibile è consigliabile che si traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, dalle elaborazioni eseguite dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, oppure dai rapporti tecnici del progetto Va. Pi. messo a disposizione dal G.N.D.C.I. - C.N.R."*.

Il progetto VAPI sulla valutazione delle piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, si prefigge l'obiettivo di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali. Scopo di tale rapporto è quello di fornire uno strumento ed una guida ai ricercatori ed ai tecnici operanti sul territorio, per comprendere i fenomeni coinvolti nella produzione delle portate di piena naturali e per effettuare previsioni sui valori futuri delle piene in una sezione di un bacino naturale con il minimo possibile di incertezza.

I bacini in analisi non drenano aree di dimensioni tali da presupporre portate significative ai fini della strumentazione idrometrica da parte del Servizio Idrografico e Mareografico. Inoltre, la citata metodologia del progetto Va. Pi. che propone la stima indiretta della piena indice nella sezione di chiusura del bacino oggetto di studio, così come specificato nel rapporto sintetico regionale, è limitata a bacini di area compresa tra



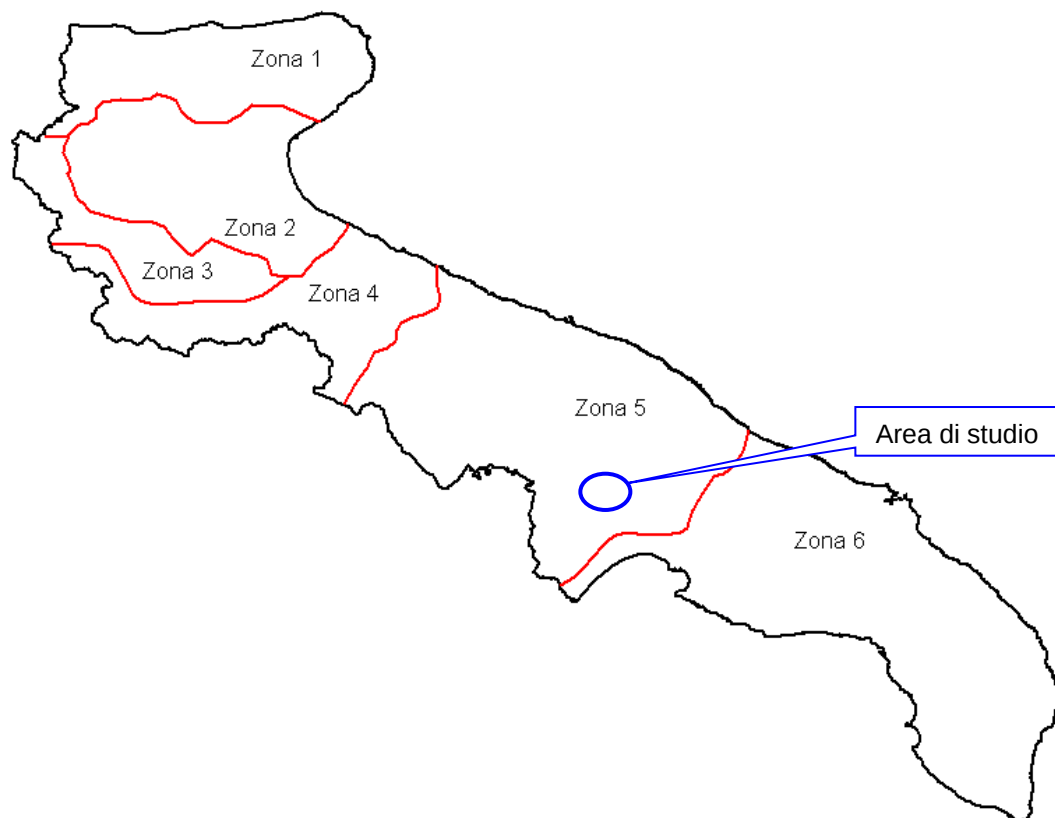
10 e 2000 Km², pertanto non risulta applicabile al caso in esame per la definizione dei deflussi di bacini di modeste dimensioni.

Per conoscere le caratteristiche di deflusso per i bacini di studio, in assenza di misure dirette, occorre utilizzare un modello di trasformazione afflussi – deflussi che permette di valutare la risposta dei bacini ad un determinato evento di pioggia.

Spesso nelle applicazioni idrologiche si presenta la necessità di stimare valori di una determinata grandezza, per esempio la precipitazione in siti non strumentati oppure, come nel caso in esame, con dati misurati che si ritengono insufficienti per numero e qualità.

Le procedure di regionalizzazione, che si utilizzeranno per la definizione della pluviometria di riferimento, rispondono a tale esigenza.

La metodologia propria del progetto Va.Pi. effettua la regionalizzazione delle piogge su sei zone omogenee, in cui è stata suddivisa la Puglia, con formulazioni diverse per ognuna di esse;





Nel VAPI l'analisi idrologica è basata sulla legge di distribuzione statistica TCEV (Rossi et al 1984); la peculiarità di questo modello è quella di riuscire a considerare anche gli estremi idrologici, che sono di fatto gli eventi che inducono un livello di pericolosità più elevato, riconducendosi al prodotto di due funzioni di distribuzione di probabilità tipo Gumbel, una che riproduce l'andamento degli eventi ordinari e l'altra che riproduce l'andamento degli eventi eccezionali. La TCEV (two components extreme value - legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente) ha la caratteristica di conferire al modello idrologico maggiore flessibilità e capacità di adattamento alle serie di dati disponibili, tuttavia occorre disporre di una serie storica di dati sufficientemente lunga per non incorrere in errori di campionatura. Tale legge rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa variabile segua la legge di Poisson (Rossi e Versace, 1982; Rossi et al 1984).

Il modello proposto ammette che le due componenti, quella straordinaria e quella ordinaria, appartengano a popolazioni diverse ma tuttavia interferiscono tra loro seguendo un processo poissoniano. Il processo individua una variabile X che rappresenta il massimo valore in una certa durata D , di una variabile casuale Y distribuita secondo la miscela di due esponenziali ($Y1$ e $Y2$) con funzione di probabilità cumulata (CDF):

$$FY(y) = [Y \leq y] = p(1 - e^{-y/\Theta_1}) + (1-p)(1 - e^{-y/\Theta_2}); Y \geq 0 \quad 0 < p \leq 1$$

dove gli indici 1 e 2 si riferiscono alla componente ordinaria e straordinaria e p indica la proporzione della prima componente nella miscela.

Il numero di occorrenze K , cioè il numero di superamenti della variabile Y , in una durata D , è distribuito secondo la legge di Poisson con parametri uguali a Λ_1 e Λ_2 tali che:

$$\Lambda = \Lambda_1 + \Lambda_2 = E[Kt]$$

in cui Λ rappresenta la funzione parametro del processo, espressa come la media dei superamenti. Ipotizzando che $Y1$ e $Y2$ siano distribuite esponenzialmente con valori medi:



$$\Theta_1 = E[Y_1] \quad \Theta_2 = E[Y_2]$$

l'equazione diventa:

$$F_{kt}(k) = \exp [-\Lambda_1 \exp(-k/\Theta_1) - \Lambda_2 \exp(-k/\Theta_2)]$$

che definisce la distribuzione TCEV.

La probabilità p_2 che un certo valore della X provenga dalla componente straordinaria è espresso dalla relazione:

$$p_2 = -\Lambda_*/\Theta_* \sum_j (-1)^j / j! \Lambda_*^j \Gamma(j+1/\Theta_*)$$

nella quale Γ è la funzione speciale e:

$$\Theta_* = \Theta_2/\Theta_1, \quad \Lambda_* = \Lambda_2/(\Lambda_1^{1/\Theta_*})$$

Se si dispone di un campione $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ della variabile X (massimo annuale delle Y) osservato in n anni, la stima dei parametri della distribuzione può essere effettuata utilizzando le serie dei massimi annuali applicando il metodo della massima verosimiglianza (ML).

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria (G), quindi risultano costanti i due parametri Θ_* e Λ_* ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione, e quindi il parametro Λ_1 che da esso dipende (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di più piccole aree, tra il parametro di posizione della distribuzione di probabilità della X e le caratteristiche morfologiche. In particolare si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento. L'analisi condotta per l'intero territorio pugliese suggerisce la presenza di una unica zona omogenea di primo livello (cioè caratterizzate dalla costanza di Θ_* e Λ_*), comprensiva di tutte le stazioni della Puglia, e di due sottozone omogenee al secondo livello.

L'analisi regionale dei dati di precipitazione al primo e al secondo livello di regionalizzazione è finalizzata alla determinazione delle curve regionali di crescita della

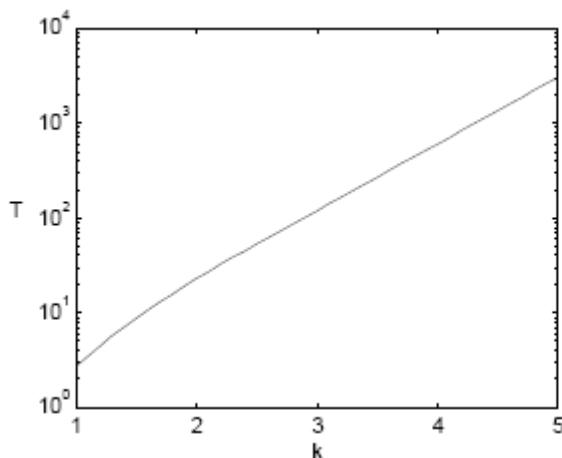


grandezza in esame. In particolare per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della legge TCEV (CV e G), è utile rappresentare la legge $F(Xt)$ della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata Xt come prodotto tra il suo valore medio $\mu(Xt)$ ed una quantità $K_{T,t}$, detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno T e della durata t , definito dal rapporto:

$$K_{t,T} = X_{t,T} / \mu(X_t) \quad (a)$$

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto (a) corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali, in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i tre parametri della TCEV.

E' possibile rappresentare graficamente la funzione $K_T = K_T(T)$ al variare del tempo di ritorno Tr ; si riporta nel grafico successivo tale legge di variazione.



Fattore di crescita al variare del tempo di ritorno

In alternativa alle rappresentazioni grafiche delle curve di crescita, il valore di K_T può essere ricavato direttamente in funzione di Tr attraverso una approssimazione asintotica (Rossi e Villani, 1995) della legge di crescita. E' utile sottolineare che l'uso di questa approssimazione comporta una leggera sottostima del fattore di crescita, con valori che sono superiori al 5% solo per $T < 40$ anni. La relazione è la seguente:



$$KT = a + b \ln T \quad (1)$$

in cui :

$$a = (\Theta \ln \Lambda^* + \ln \Lambda_1) / \eta$$

$$b = \Theta^* / \eta$$

$$\eta = \ln \Lambda_1 + C - T_0$$

T_0 è una funzione il cui valore è stato ottenuto grazie a un programma di calcolo iterativo.

Pertanto nella tabella seguente sono riportati i valori dei parametri a e b , e i relativi valori η e T_0 , che consentono di determinare nella forma (1) le leggi di crescita relative all'area in esame:

Zona omogenea	a	b	T_0	η
Puglia centro-merid.	0.0183	0.6219	-0.8256	4.2673

Coefficienti utilizzabili per l'uso dell'espressione asintotica (1)

Le aree omogenee individuate al primo e secondo livello di regionalizzazione si parzializzano al terzo livello, nel quale si analizza la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali.

Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica (Viparelli, 1964), per ciascuna stazione è stato possibile correlare il valore medio x_t dei massimi annuali della precipitazione media di durata t alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$x_t = a \cdot t^n \quad (2)$$

essendo a ed n due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica.

Si riporta la relazione tra l'altezza media di precipitazione al variare della durata, in dipendenza con la quota del sito oggetto dello studio:

$$x_t = a \cdot t^{(C \cdot h + D + \log \alpha - \log a) / \log 24} \quad (4)$$



dove:

a è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di x_1 relativi alle serie con $N \geq 10$ anni ricadenti nella zona omogenea;

$\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata $t=24$ ore per serie storiche relative ad uno stesso periodo di misura. Per la Puglia il valore del coefficiente a è risultato in pratica costante sull'intera regione e pari a 0.89.

C e D sono i coefficienti della regressione lineare fra il valore medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota del sito di riferimento.

I valori delle stime dei parametri sono riportati nel prospetto seguente:

α	a	C	D
0.89	28.2	0.0002	4.0837

Valori delle stime dei parametri utilizzati nella relazione (4)

I bacini studiati ricadono nell'area omogenea di pioggia denominata "zona 5".

La curva di possibilità pluviometrica di base (C.P.P.) utilizzata per le valutazioni idrologiche è la seguente:

zona 5: $x(t,z) = 28.2 \cdot t^{(0.0002z+0.628)/3.178}$

Definita la C.P.P., a questa si devono applicare coefficienti moltiplicativi relativamente al Fattore di Crescita K_T , funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, che nel caso in oggetto è stato assunto pari a 30, 200 e 500 anni, ed al Fattore di Riduzione Areale K_A che tiene conto della non contemporaneità dell'evento sull'intera estensione del bacino. Nel caso in esame detto fattore non è stato computato sui sottobacini di superficie più esigua.

Per quanto concerne il Fattore di Crescita nelle zone 1-2-3-4 (Puglia Settentrionale):

$$K_T = 0.5648 + 0.415 \ln T$$

Di seguito si riportano i valori singolari tabellati dal rapporto sintetico.

Tempo di Ritorno (anni)												
	2	5	10	20	25	30	40	50	100	200	500	1000
K_T	0.91	1.26	1.53	1.81	1.9	1.98	2.1	2.19	2.48	2.77	3.15	3.43



Il Fattore di Riduzione Areale è così espresso:

$$K_A = 1 - (1 - e^{(-0.0021A)}) e^{(-0.53d^{0.25})}$$

con d che rappresenta la durata dell'evento ed A la superficie del bacino considerato.

3.2 CARATTERIZZAZIONE DEL TEMPO DI RISPOSTA E DELLA POTENZIALITÀ AL DEFLUSSO DEI BACINI

Nell'individuazione delle caratteristiche pluviometriche, riveste particolare importanza la scelta della durata dell'evento, che di norma si assume pari al tempo critico di risposta del bacino oggetto di studio, assimilabile al tempo di corrivazione. È quindi fondamentale la determinazione di detta grandezza che, deve essere desunta attraverso procedure appropriate alla tipologia del bacino. Le peculiarità dei sottobacini in esame spingono la scelta verso il metodo SCS, secondo il quale, il tempo di ritardo del bacino idrografico viene calcolato con la formula di Mockus, per cui:

$$t_r = 0.342 * (((L)^{0.8}) / ((s)^{0.5})) * (((1000/CN) - 9))^{0.7}$$

in cui s è la pendenza (%) del bacino ed L è la lunghezza massima dell'asta principale (Km).

Il passaggio dal tempo di ritardo al tempo di corrivazione del bacino avviene attraverso la seguente formula:

$$t_c = t_r / 0,6.$$

Il metodo citato si basa innanzi tutto sulla determinazione del Curve Number (CN), parametro adimensionale decrescente in funzione della permeabilità, intesa come caratteristica globale del tipo e dell'uso del suolo. La sua determinazione è ottenuta in base al grado di umidità del terreno prima dell'evento meteorico esaminato, alla tipologia pedologica e litologica dei suoli ed all'uso del suolo. Il suo valore è compreso tra 0 e 100 ed è diffusamente tabulato.



Nell'applicazione del metodo sono previste tre classi, rispettivamente la I, la II, e la III del grado di umidità del terreno, in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento esaminato (Antecedent Moisture Condition): molto asciutto (<50 mm), standard (tra 50 e 110 mm) e molto umido (oltre 110 mm). Poiché lo studio è rivolto al calcolo delle portate di piena relative ad eventi estremi, considerato che in occasione di queste ultime molto spesso il terreno del bacino soggetto all'evento meteorico si presenta in condizioni di elevato imbibimento e che il bacino in esame, nella parte di monte, ha pendenze elevate, si è preferito adottare il valore di CN corrispondente alla classe AMC-tipo III, legato alla classe standard dalla relazione:

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057CN_{II}}$$

La classificazione dei tipi di suolo è funzione delle caratteristiche di permeabilità secondo la suddivisione proposta dal Soil Conservation Service che prevede quattro classi aventi, rispettivamente, potenzialità di deflusso scarsa (A), moderatamente bassa (B), moderatamente alta (C) e molto alta (D). La suddivisione in base al tipo di copertura o uso del suolo comprende, invece, diverse situazioni di aree caratterizzate da differenti morfologie (pascoli, terrazzamenti, etc.) varie coperture vegetali (boschi, praterie, parchi), condizioni di conservazione e destinazione d'uso (coltivazioni, parcheggi, distretti industriali o altro).

Il bacino scolante viene analizzato suddividendo l'intera superficie, in base al tipo e all'uso del suolo, in zone omogenee caratterizzate dal medesimo valore del parametro stesso; si ottengono così varie sub-aree isoparametriche la cui somma fornisce la superficie complessiva del sottobacino. Per ogni sottobacino viene ricavato poi un valore medio pesato sulle sub aree del parametro CN:

$$CN = p_1CN_1 + p_2CN_2 + \dots + p_nCN_n$$

dove $p_1, p_2, \dots, p_n$ sono le percentuali dell'area totale del bacino caratterizzate da un valore del parametro rispettivamente pari a $CN_1, CN_2, \dots, CN_n$.

Nella individuazione e caratterizzazione delle zone omogenee si fa riferimento alla Carta dell'uso del suolo ed alle Carte litologiche, i cui stralci con la sovrapposizione dei bacini di studio si riportano negli elaborati grafici allegati.

Tabella 1 Tabella di sintesi che indica il valore del parametro CN_{II} riferito alle varie zone omogenee.



Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree Urbane	98	98	98	98
Area residenziale	77	85	90	92
Cava	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini di acqua	100	100	100	100
Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanente	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

Infine, i valori dei parametri CN_{II} e quelli dei derivati parametri CN_{III} , determinati come sopra descritto, sono riportati nella tabella a seguire, dove sono indicati anche il tempo di ritardo ed il tempo di corrivazione dei bacini calcolati come specificato prima.

PARAMETRO CN E TEMPI CARATTERISTICI DEI BACINI				
Bacino	CN_{II}	CN_{III}	Tempo di ritardo (ore)	Tempo di corrivazione (ore)
Bacino A	82.38	92.46	0.16	0.27
Bacino B	75.29	88.03	1.05	1.75
Bacino C	79.14	90.48	0.55	0.91
Bacino D	82.35	92.44	0.36	0.60

3.3 PORTATE AL COLMO DI PIENA

La quantificazione delle portate al colmo di piena, ancora in coerenza con quanto esposto in precedenza in merito alle peculiarità dei bacini imbriferi studiati, è stata effettuata attraverso l'applicazione SCS-CN.



Il procedimento consente di ricavare il valore delle portate al colmo di piena Q_p attraverso la determinazione del volume V di deflusso della piena stessa così espresso:

$$V = (h - 0,2S)^2 / (h + 0,8S)$$

ove h è l'altezza di pioggia prima calcolata in corrispondenza di un evento con assegnato tempo di ritorno ed S , che rappresenta il massimo volume di invaso del suolo, è calcolato come:

$$S = 25.4(1000/CN-10)$$

Per il calcolo della portata al colmo si considera un diagramma di piena triangolare, che ha una fase crescente di durata t_a (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata t_e (tempo di esaurimento).

$$t_a = 0.5 t_c + t_r$$

l'area sottesa da tale triangolo definisce la portata al colmo di piena, che, pertanto, assume la formulazione seguente:

$$Q_p = 0,208 V A / t_a$$

di seguito si riportano i valori della portata al colmo per i bacini studiati e per un valore del CN coincidente con quello del CNIII.

PORTATE AL COLMO DI PIENA Q (m^3/s)			
Bacino	Tr 30 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
Bacino A	1.79	3.24	3.96
Bacino B	0.78	1.44	1.77
Bacino C	2.79	5.03	6.14
Bacino D	3.15	5.55	6.73





4 SEZIONI DI PROGETTO

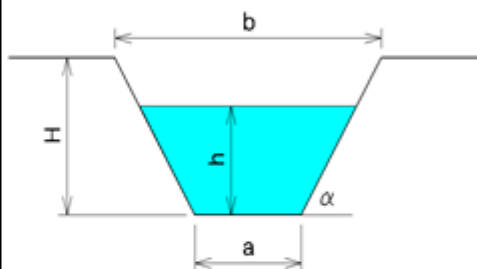
Nella fase preliminare per il dimensionamento delle sezioni da attribuire ai reticoli di studio si utilizzeranno le formule proprie del moto uniforme. I canali sono stati dimensionati per un valore delle portate pari a quelle bicentinarie così come prevede il soddisfacimento delle condizioni di sicurezza idraulica e con un franco rispetto al transito della stessa di 1m.



CARATTERISTICHE SEZIONE RETICOLO A

DATI NOTI (da inserire)

H	⇒	1.50	ALTEZZA [m]
a	⇒	1.00	[m]
b	⇒	4.00	[m]
h	⇒	0.50	[m]
p	⇒	5%	Pendenza
m	⇒	1.25	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarp:	α	⇒	45.0
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \sin \alpha$	⇒	2.414 [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \cdot \tan(90 - \alpha)]$	⇒	0.7500 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0.311 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua $h = 0.50$ m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \cdot \sqrt{Ri \cdot p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \cdot \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇒	30.84
V	⇒	3.84 [m/sec]
Q	⇒	2.883 [m ³ /sec]



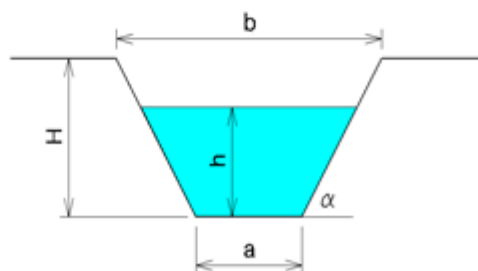
**CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE
per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

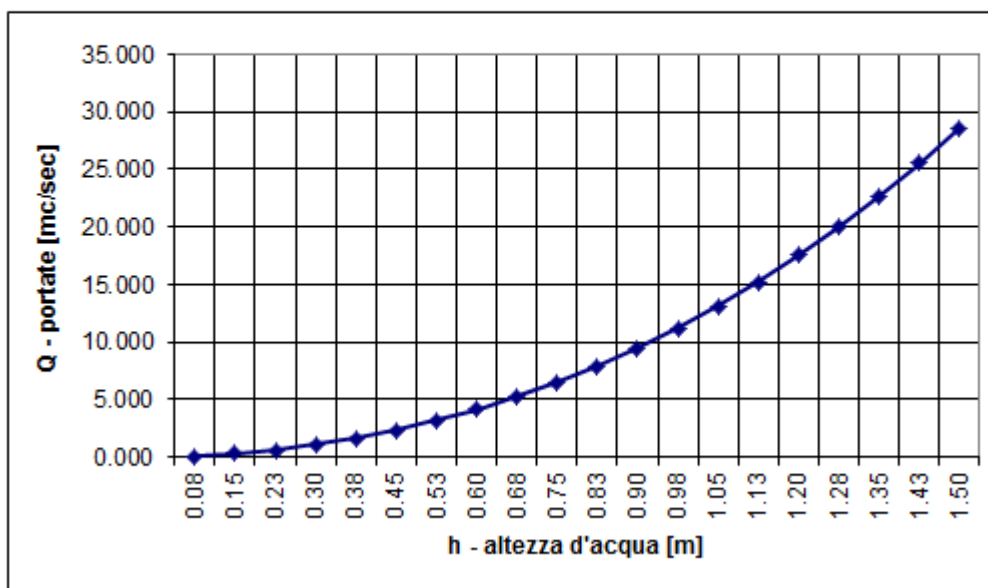
H	1.50	ALTEZZA [m]
a	1.00	[m]
b	4.00	[m]

p	5%	Pendenza
m	1.25	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m³/sec]
0.08	0.080
0.15	0.292
0.23	0.625
0.30	1.076
0.38	1.648
0.45	2.346
0.53	3.173
0.60	4.138
0.68	5.245
0.75	6.500
0.83	7.911
0.90	9.484
0.98	11.224
1.05	13.138
1.13	15.233
1.20	17.513
1.28	19.986
1.35	22.658
1.43	25.534
1.50	28.619



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente

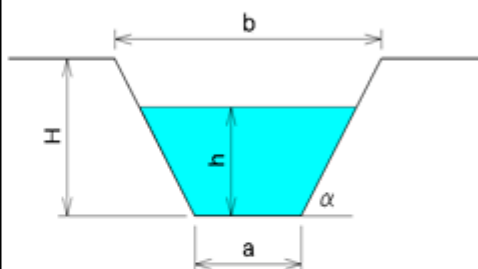




CARATTERISTICHE SEZIONE RETICOLO B

DATI NOTI (da inserire)

H	⇒	1.50	ALTEZZA [m]
a	⇒	1.00	[m]
b	⇒	4.00	[m]
h	⇒	0.50	[m]
p	⇒	2%	Pendenza
m	⇒	1.25	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarp:	α	⇒	45.0
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \sin \alpha$	⇒	2.414 [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \cdot \tan(90 - \alpha)]$	⇒	0.7500 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0.311 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0.50 m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri \cdot p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇒	30.84
V	⇒	2.43 [m/sec]
Q	⇒	1.823 [m ³ /sec]



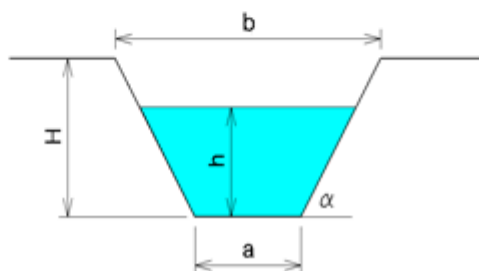
**CAPACITA' DI SMALITIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE
per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

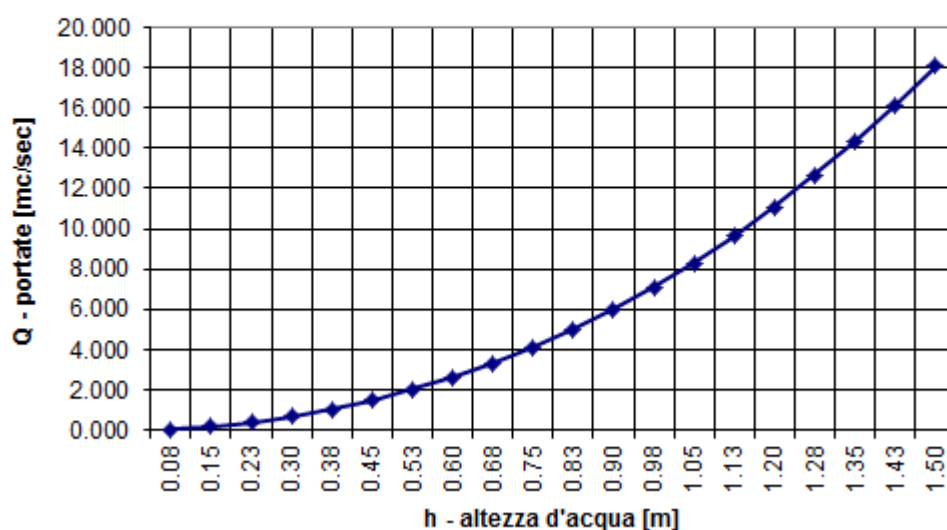
H	1.50	ALTEZZA [m]
a	1.00	[m]
b	4.00	[m]

p	2%	Pendenza
m	1.25	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m³/sec]
0.08	0.050
0.15	0.185
0.23	0.395
0.30	0.681
0.38	1.043
0.45	1.483
0.53	2.007
0.60	2.617
0.68	3.317
0.75	4.111
0.83	5.004
0.90	5.998
0.98	7.099
1.05	8.309
1.13	9.634
1.20	11.076
1.28	12.641
1.35	14.330
1.43	16.149
1.50	18.100



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente

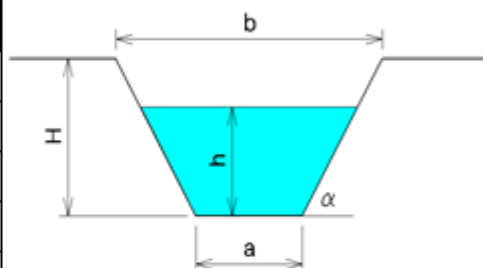




CARATTERISTICHE SEZIONE RETICOLO D

DATI NOTI (da inserire)

H	⇒	1.70	ALTEZZA [m]
a	⇒	2.00	[m]
b	⇒	6.00	[m]
h	⇒	0.70	[m]
p	⇒	2%	Pendenza
m	⇒	1.25	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarp:	α	⇒	40.4
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \sin \alpha$	⇒	4.162 [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha)]$	⇒	1.9765 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0.475 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua $h = 0.70$ m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri \cdot p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇒	35.54
V	⇒	3.46 [m/sec]
Q	⇒	6.846 [m ³ /sec]



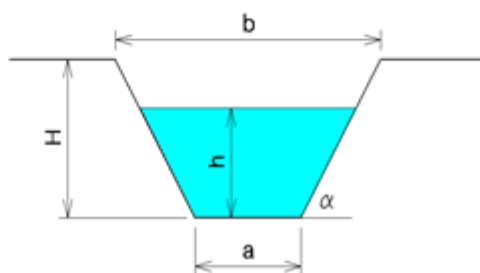
**CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE
per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

H	1.70	ALTEZZA [m]
a	2.00	[m]
b	6.00	[m]

p	2%	Pendenza
m	1.25	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m³/sec]
0.09	0.130
0.17	0.479
0.26	1.021
0.34	1.747
0.43	2.654
0.51	3.742
0.60	5.014
0.68	6.474
0.77	8.128
0.85	9.979
0.94	12.034
1.02	14.298
1.11	16.778
1.19	19.479
1.28	22.406
1.36	25.567
1.45	28.967
1.53	32.611
1.62	36.507
1.70	40.659



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente

