



PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA

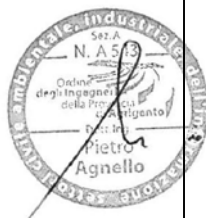
POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

CUP F520C05000070003

GRUPPO DI PROGETTAZIONE (ATI):

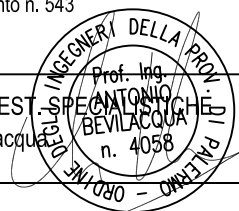
SIS S.r.l. (MANDATARIA)
A&S Engineering S.r.l.
BONIFICA ITALIA S.r.l.
CO.RE. INGEGNERIA
OMNISERVICE Engineering S.r.l.



RESPONSABILI DI PROGETTO:

Prof. Ing. Antonio Bevilacqua
Ordine Ingegneri di Palermo n. 4058
Dott. Ing. Franco Persio Bocchetto
Ordine Ingegneri di Roma n. 8664
Dott. Ing. Vincenzo Calzona
Ordine Ingegneri di Roma n. 16656
Dott. Ing. Pietro Agnello
Ordine Ingegneri di Agrigento n. 543

RESPONS. INTEG. PREST. SPEC. ANT. BEVILACQUA
Prof. Ing. Antonio Bevilacqua n. 4058



UFFICIO DEL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Dott. Ing. Vincenzo Corallo

ASSISTENTE
Dott. Ing. Salvatore Dipasquale

IDROLOGIA E STUDI IDRAULICI Relazione idrologica


CODICE: PD-ID01-IDR-RE01-B

SCALA:

DATA: Ottobre 2010


NOME FILE: PD-ID01-IDR-RE01-B .DWG

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Visto	Approvato
A	Luglio 2010	EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO	MICELI	COGLITORE	AGNELLO
B	Ottobre 2010	REVISIONE GIUSTA NOTA PROV. RG PROT. 052241 DEL 02/09/2010	MICELI	COGLITORE	AGNELLO

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO.....	2
2.1.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE.....	2
2.2.	CENNI SULLA MORFOLOGIA	3
2.3.	IDROGRAFIA E IDROLOGIA	4
2.4.	PERMEABILITÀ DEI SUOLI	5
2.5.	SEZIONI DI CALCOLO	5
3.	STUDI E CALCOLI IDROLOGICI.....	6
3.1.	PORTATE DI PIENA	6
3.2.	PIOGGIA DI MASSIMA INTENSITÀ	6
3.3.	TEMPO DI CORRIVAZIONE T_c	10
3.4.	COEFFICIENTE MEDIO DI DEFLUSSO Ψ	13
3.5.	TEMPO DI RITORNO T	16
3.6.	FATTORE DI FREQUENZA K	16
3.7.	TABELLA DELLE PORTATE DI PIENA	19

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

1. Premessa

Scopo dello studio idrologico e idraulico è quello di analizzare le interazioni fra l'opera in progetto e il reticolo idrografico insistente sull'area al fine di fornire tutti gli elementi necessari per il mantenimento della continuità della rete di drenaggio superficiale prevedendo le opportune opere di attraversamento ovvero il dimensionamento di tutti quelle opere idrauliche, dalla captazione e allontanamento delle acque di versante alla captazione e allontanamento delle acque meteoriche afferenti l'area di sedime stradale.

L'obiettivo della presente relazione è la definizione delle portate di piena calcolati con tempi di ritorno prescritti per le verifiche delle opere di attraversamento e delle opere di difesa.

Come previsto dal capitolato d'oneri, per il dimensionamento delle opere idrauliche si sono adottati i seguenti tempi di ritorno :

- 50 anni, per i fossi di guardia dell'asse principale; 20 anni nelle secondarie;
- 200 anni per i ponti e le difese fluviali, oltre che per i tombini e ponticelli con aree scolanti $S > 10 \text{ kmq}$;
- 100 anni per i tombini e ponticelli con aree scolanti $S < 10 \text{ kmq}$.


La struttura viaria in progetto interferisce con il reticolo idrografico dei Torrenti Cava Favarotta, Cava Fontanazza, Cava del Bosco e con affluenti del Torrente Volpe, a sua volta affluente del Fiume Ippari.

Nell'ottica delle interferenze tra tracciato stradale e reticolo idrografico di notevole impatto risulta essere l'attuale canalizzazione del Torrente Cava del Bosco all'altezza dell'area aeroportuale di Comiso, canale interposto tra il confine Nord-Ovest dell'area aeroportuale (in sinistra idraulica) e la Strada Provinciale n.5 (in destra idraulica), per uno sviluppo complessivo di circa 2.200 m.

2. Caratterizzazione del bacino idrografico

2.1. Inquadramento geografico generale

Il bacino idrografico del Fiume Ippari, di cui i Torrenti sopra citati sono degli affluenti, è localizzato nella Sicilia sud – orientale, al limite sud occidentale dell'altopiano Ibleo, comprendendo interamente la piana di Vittoria - Comiso. Il bacino è delimitato a Nord, Nord-Est dal massiccio Ibleo, ad Ovest e Nord - Ovest dal Bacino del Torrente Dirillo o Acate, ad Est e Sud - Est dal bacino del Torrente Grassullo, a Sud Sud-Ovest dal mare Mediterraneo.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

Il bacino ha un estensione di circa 259,00 Km² ed altimetria compresa fra 0 m s.l.m. e 882 m s.l.m di Serra di Burgio. Cartograficamente ricade all'interno dei fogli IGM in scala 1:50000 n°: 272 – 273 - 276 – 648, e nella cartografica regionale C.T.R. in scala 1:10.000 ricade nelle sezioni n° 644150-644160-645130-647020-647030-647040-647060-647070-647080-647100-647110-648010.

L'area circoscritta dal bacino del Fiume Ippari ricade interamente nel territorio amministrativo della Provincia di Ragusa interessando i territori comunali di Chiaramonte Gulfi, Comiso, Ragusa e Vittoria.

Il sottobacino del Torrente Volpe, che nella sua parte più alta in successione prende la denominazione di Torrente Cava Favarotto, Cava Fontanazza e Cava del Bosco, insiste sulla parte Nord, Nord-Est del bacino del F. Ippari. E' delimitato nella sua parte di monte dai rilievi S. Marco (688 m s.l.m.) Serra Grande (610 m s.l.m.) Serra di bugio (882 m s.l.m.) e confluisce nel F. Ippari, in destra idraulica a quota 92 m s.l.m. in località Molino Martorina subito dopo il ponte Passo Scarpaio.

2.2. *Cenni sulla morfologia*


Dal punto di vista morfologico il bacino del fiume Ippari, presenta caratteri diversi, infatti, all'interno del bacino è possibile distinguere tre settori a diversa ampiezza, ma con caratteri morfologici univoci: un settore montano, uno pedemontano e uno pianeggiante.

La zona montana, compresa tra i 400 mt s.l.m. e gli 882 mt di Serra di Bugio si estende da Comiso sino ai pressi di Chiaramonte Gulfi. Le forme del rilievo risultano fortemente condizionate dagli affioramenti calcarei della F.ne Ragusa dove si osservano morfologie aspre con percorsi a forte pendenza e decisamente incassati in valli strette con versanti molto ripidi.

La zona pedemontana è una stretta fascia che borda gli affioramenti calcarei oligo-miocenici ed è costituita da conoidi recenti caratterizzate da morfologia più blanda e da forme tipiche di questi depositi.

La zona di pianura, compresa tra l'isoipsa 300 e il livello del mare, è caratterizzata dalla netta predominanza di depositi plio-pleistocenici, per lo più sciolti. La parte bassa della pianura, dall'abitato di Comiso sino al mare, è solcata dall'incisione del Fiume Ippari, il cui andamento è del tipo meandriforme incassato nel tratto compreso tra Comiso e Vittoria, mentre da Vittoria alla foce scorre in una valle ad ampiezza via via crescente.

Per una più completa descrizione morfologica si rimanda alla relazione geologica allegata al progetto.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

2.3. *Idrografia e idrologia*

Il fiume Ippari, così come il suo principale affluente Torrente Volpe, nasce dalla confluenza di diverse aste montane nella zona pedemontana. Le pendenze medie variano da pendenze superiori al 5 %, nella parte montana, a 2 %, nella parte pedemontana, a pendenze modeste nella parte finale.

Il reticolo è caratterizzato da una forte asimmetria visto che, ad esclusione del Torrente Volpe, il F. Ippari riceve affluenti solo in sinistra idraulica.

Altra caratteristica riguarda le diverse entità e forme che assumono gli impluvi presenti che passano dalla zona montana, in cui si presentano abbastanza marcati, a quella pianeggiante nella parte pedemontana, nella quale alcuni scompaiono per la differenza di permeabilità e per la brusca variazione di pendenza.

Il Torrente Cava del Bosco si presenta piuttosto ramificato nella sua parte di monte (in cui prende la denominazione di Cava Favarotto) con la presenza di tre rami principali. I primi due si riuniscono in Contrada Coffa a quota 321 mt s.l.m., mentre il terzo raggiunge i precedenti in prossimità di Contrada Cultrera a quota 299 mt s.l.m.

Nella parte intermedia non si apprezzano affluenti. All'altezza dell'aeroporto, a quota 195 mt s.l.m., il torrente risulta incanalato per tutto il tratto che costeggia l'aeroporto stesso. I deflussi, infatti, sono convogliati da un canale in c.a. posto tra la S.P. n.5 e il confine dell'aeroporto. A quota 195 mt s.l.m., dopo l'attraversamento di un tombino stradale, il torrente ritorna nel suo naturale tracciato per ricevere a quota 170 mt s.l.m. un affluente e, come già sopra detto, confluire nel F. Ippari a quota 92 m s.l.m. in località Molino Martorina.


Per definire il microclima del settore della Sicilia sud-orientale nel quale ricade il bacino idrografico del fiume Ippari e delle aree comprese tra il bacino idrografico del Fiume Acate – Dirillo e il bacino idrografico del Fiume Irminio, sono stati considerati gli elementi climatici temperatura e piovosità.

In particolare, il regime termico e pluviometrico dell'area è stato ricavato considerando i dati registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate all'interno del bacino in esame, di seguito elencate.

In riguardo alla climatologia dell'area di interesse, sul territorio insistono le stazioni pluviometriche di Acate e Santa Croce Camerina e la stazione termo-pluviometrica di Vittoria che è stata utilizzata per le elaborazioni del caso.

Il territorio in esame mostra un andamento termico piuttosto regolare, con massime di circa 30°C nei mesi caldi e minime pari a circa 7°C nei mesi freddi. I valori di temperatura relativamente alle escursioni termiche annue registrate nel bacino sono dell'ordine di 14°-15°. La temperatura media annua dell'intero territorio in esame è pari a circa 18°C.

I caratteri pluviometrici delineano un clima di tipo temperato-mediterraneo, caratterizzato da precipitazioni concentrate nel periodo autunnale - invernale e quasi assenti in quello estivo. Gli

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

elementi climatici influiscono direttamente sul regime delle acque sotterranee e, essendo le piogge concentrate in pochi mesi, assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale, di infiltrazione e di evaporazione. L'evaporazione, che è sempre modesta nei mesi freddi e nelle zone di affioramento dei termini litoidi di natura calcareo-calcareo marnosa, lo è anche nei mesi caldi, a causa dell'elevata permeabilità di tali litotipi (per fessurazione e/o per porosità nella coltre d'alterazione) che favorisce notevolmente l'infiltrazione delle acque ruscellanti. Inoltre, il ruscellamento superficiale risulta moderato anche a causa della morfologia dell'area in esame, la quale mostra rilievi a pendenza generalmente bassa o moderata; esso, pertanto, diviene preponderante soltanto nelle zone in cui affiorano i terreni impermeabili e qualora si verificino forti rovesci della durata di poche ore.

2.4. Permeabilità dei suoli


Per la determinazione delle portate di piena, notevole importanza ha la determinazione dei coefficienti di deflusso che a suo volta sono legati alle caratteristiche idrogeologiche riguardanti la permeabilità dei suoli.

La classificazione dei suoli si basa su una valutazione delle caratteristiche granulometriche e tessiturali che le varie formazioni geologiche e le loro coltri di alterazione assumono in superficie in funzione dei litotipi di cui sono costituite.

In tale riguardo, lo studio geologico allegato al progetto e a cui si rimanda per una più precisa descrizione, classifica le aree di interesse in base al grado di permeabilità distinguendo in complessi idrogeologici con permeabilità k compresa tra 10 e 10^{-4} cm/sec e complessi con permeabilità k compresa tra 10^{-4} e 10^{-7} cm/sec.

2.5. Sezioni di calcolo

Lungo le aste principali o lungo gli impluvi secondari sono state individuate delle sezioni di calcolo per la stima della portata di piena. Tali sezioni, riportate nelle corografie dei bacini idrografici, sono state individuate tenendo conto delle interferenze con il tracciato stradale in progetto e coincidono coi principali attraversamenti previsti con tombini di diversa tipologia (in corografia visualizzati con simbolo tombino e abbreviazione di tombino principale: TPn°). Per le sezioni di calcolo che non coincidono con attraversamenti di progetto si fa riferimento all'intersezione fra l'impluvio e la viabilità di progetto. In questo caso la sezione di calcolo verrà indicata con l'abbreviazione Int.S.I. n° (intersezione strada impluvio).

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

3. Studi e calcoli idrologici

3.1. Portate di piena

La stima delle portate di piena verrà eseguita seguendo le indicazioni sviluppate dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche nell'ambito del Progetto VAPI (Valutazione delle Piene in Italia), rielaborando l'applicazione della formula razionale, espressa in forma probabilistica, per la stima della portata al colmo di piena di assegnata frequenza probabile :

$$Q = \frac{\phi \cdot h_{tc,T} \cdot S}{3,6 \cdot t_c} = \frac{K(T,t) \cdot \Psi \cdot h_{tc,T} \cdot S}{3,6 \cdot t_c}$$

in cui:

S : superficie del bacino;

t_c : tempo di corrivazione;

T : tempo di ritorno;

ϕ : coefficiente di deflusso;

$h_{tc,T}$: altezza di pioggia per una durata pari t_c e per un tempo di ritorno T

$K(T,t)$: fattore di frequenza


Ψ : coefficiente medio di deflusso

La stima del coefficiente di deflusso ϕ , introducendo le distribuzioni dei massimi annuali delle portate al colmo e dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata che si abbattano sul bacino, assume l'espressione $\phi = K(T,t) \Psi$. In essa Ψ , coefficiente medio di deflusso, è un fattore di scala legato ai valori medi dei parametri idrologici del bacino (caratteristiche geologiche riguardanti la permeabilità dei suoli, stato della copertura vegetale, contenuto idrico iniziale etc..), mentre $K(T,t)$ è un fattore di frequenza che amplifica il coefficiente medio Ψ in relazione alla durata e al tempo di ritorno dell'evento.

La valutazione di K si basa sulla conoscenza delle distribuzioni di probabilità delle piogge e delle portate di piena al colmo nel territorio, mentre quella di Ψ sulle caratteristiche dei suoli e dello stato di copertura vegetale.

3.2. Pioggia di massima intensità

La stima della pioggia di massima intensità $h_{tc,T}$ per dato tempo di corrivazione e per dato tempo di ritorno viene condotta secondo i criteri sviluppati dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche pubblicati nel rapporto "Valutazione delle piene in Sicilia" relativamente alla Linea 1 "Previsione e prevenzione degli eventi idrologici estremi e loro controllo". Nell'ambito di tale studio si è utilizzata l'informazione pluviografica e idrometrica raccolta dal Servizio

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

Idrografico Italiano elaborando tecniche di analisi statistica a scala regionale ed applicando la legge di distribuzione a doppia componente su tre livelli successivi di regionalizzazione.

Nel primo livello di regionalizzazione, nell'ipotesi che la Sicilia fosse una zona pluviometrica omogenea si è testata l'applicabilità della legge di distribuzione TCEV (Two Component Extreme Value distribution) o legge di distribuzione a doppia componente. Il modello probabilistico su base regionale TCEV ipotizza la serie dei massimi annuali come provenienti da due diverse popolazioni di dati legati a due differenti fenomenologie meteorologiche. I valori estremamente più elevati degli altri (Outliers) ma rari e una componente base o ordinaria che assume valori non elevati ma frequenti. L'altezza di precipitazione $h(t, T)$ di durata t genericc e tempo di ritorno T , secondo tale metodo si scrive :

$$h_{t,T} = h'_{t,T} \mu \quad (1)$$

con $h'_{t,T}$ curva di crescita, variabile dipendente dalla sottozona geografica in cui è stata divisa la Sicilia, dalla durata t e dal tempo di ritorno T , e μ media teorica della variabile idrologica nella legge probabilistica.

Il secondo livello di regionalizzazione suddivide il territorio siciliano in tre “sottozone omogenee” denominate A, B e C e definite rispettivamente:

- A. Sottozona Ovest, delimitata ad Est dallo spartiacque del F. Imera Meridionale e del F. Pollina.;
- B. Sottozona Nord-Est, delimitata dai bacini del F. Pollina a Ovest e del F. Salso-Simeto a Sud;
- C. Sottozona Sud-Est, delimitata a Nord dal bacino Salso-Simeto e ad Ovest dallo spartiacque del F. Imera Meridionale.

Per ciascuna sottozona lo studio VAPI fornisce l'espressione esplicita approssimata, valida per tempi di ritorno superiori a 10 anni, della curva di crescita (cioè la legge di distribuzione della variabile adimensionale $h' = x/\mu$, avendo indicato con x la variabile idrologica e con μ il valore medio teorico della legge TCEV).

Per la sottozona A tale curva si scrive:

$$h'_{t,T} = 0.5391 - 0.001635 t + (0.0002212 t^2 + 0.00117 t + 0.9966) \log T \quad (2).$$


Per la sottozona B tale curva si scrive:

$$h'_{t,T} = 0.5135 - 0.002264 t + (0.000198 t^2 + 0.00329 t + 1.0508) \log T \quad (3).$$

Per la sottozona C tale curva si scrive:

$$h'_{t,T} = 0.5015 - 0.003516 t + (0.000372 t^2 + 0.00102 t + 1.0101) \log T \quad (4).$$

nella quale t indica la durata di precipitazione e T il tempo di ritorno.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

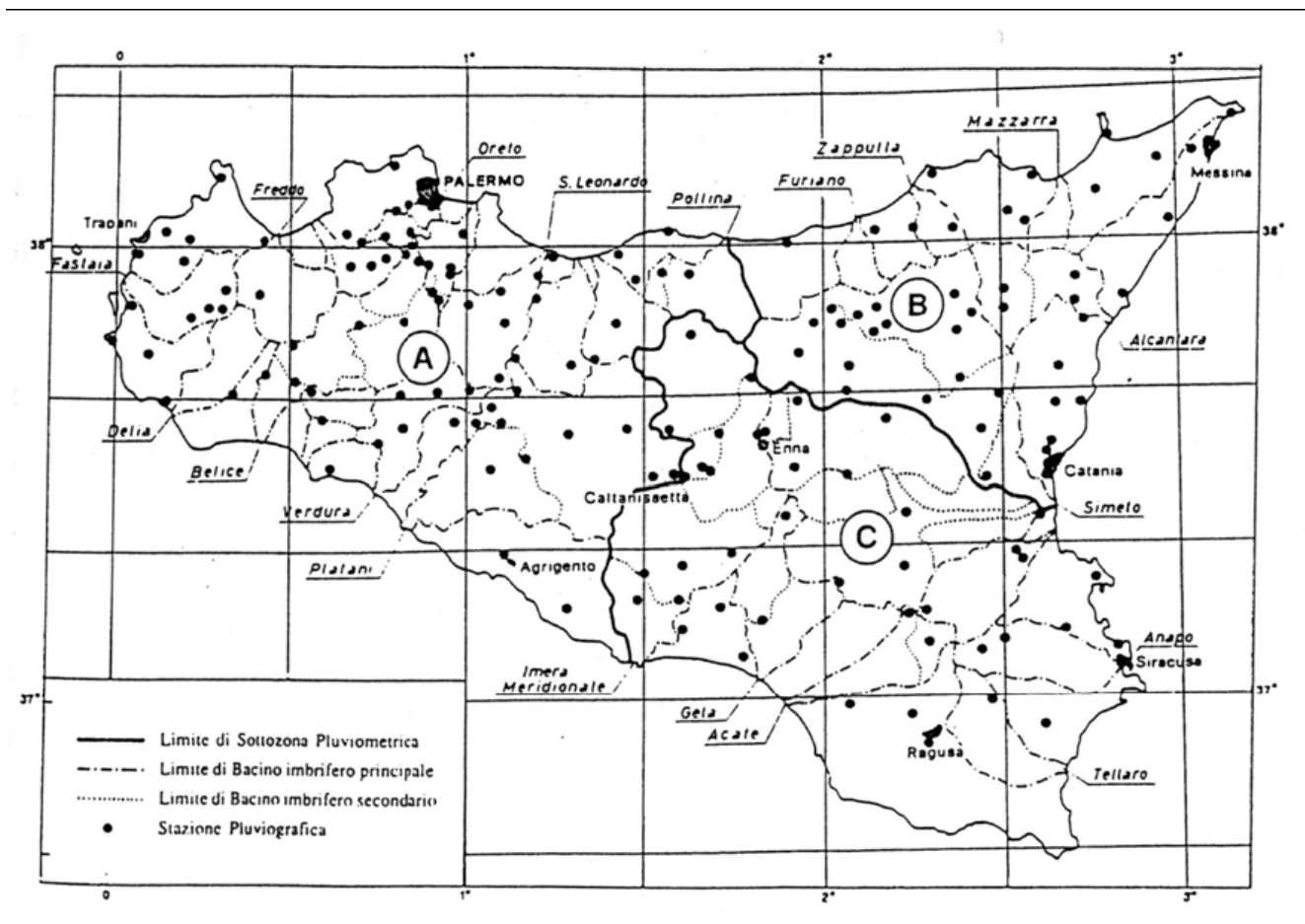


Figura 1 - Suddivisione in sottozone omogenee effettuata nell'ambito del progetto VAPI

Nel terzo livello di regionalizzazione, per ciascuna stazione siciliana, si sono confrontate le medie teoriche μ con le medie campionarie M_c , riscontrando che possono ritenersi, con buona approssimazione, coincidenti. Pertanto è stato possibile determinare un legame tipo monomio per la media M_c , relativa alle durate di precipitazione considerate (1, 3, 6, 12 e 24 ore), per ciascuna delle stazioni pluviografiche siciliane, secondo l'espressione :

$$\mu = M_c(t) = a t^n \quad (5)$$


Per tutte le stazioni pluviografiche siciliane sono stati elaborati e tabellati i valori delle costanti a ed n .

Per la stazione pluviografica di Vittoria, ricadente nella sottozona omogenea "C" si ha :

Codice stazione : 119 $a = 29.9 \text{ [mm/ora}^n\text{]}$ $n = 0,2345$

da cui:

$$\mu = M_c(t) = 29 t^{0.2345} \quad (5')$$

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

In definitiva l'altezza di precipitazione $h(t,T)$ di durata t generico e tempo di ritorno T , avrà la seguente espressione ricavata sostituendo nella (1) $h'_{t,T}$ e μ con le espressioni riportate rispettivamente nella (4) e nella (5'):

$$h_{t,T} = [0.5015 - 0.003516 t + (0.000372 t^2 + 0.00102 t + 1.0101) \log T] 29,9 t^{0,2354} \quad (6)$$

E' stato tuttavia riconosciuto che tale curva non fornisce risultati attendibili per durate della pioggia inferiori all'ora. In questo caso, occorre prima calcolare la pioggia di massima intensità e di durata 1 ora attraverso la formula sopra riportata e poi applicare la seguente formula di riduzione di Ferro e Ferreri valida per il territorio siciliano:

$$h_{t,T} = h_{1,T} \left(\frac{t}{60} \right)^{0.385} \quad (7)$$


in cui t è la durata in minuti primi.

Concludendo la stima della pioggia di massima intensità $h_{t,T}$ per tempi di corrvazione maggiori di una ora (1h) verrà stimata attraverso la relazione (6), mentre per tempi di corrvazione inferiori di una ora (1h) verrà stimata attraverso la relazione (7) dopo aver calcolato l'altezza di pioggia di durata pari ad una ora per un tempo di ritorno T attraverso la relazione (6).

Si riporta nella seguente tabella il calcolo delle altezze di pioggia di massima intensità relative ad una durata pari ad una ora (1h) per diversi tempi di ritorno.

T (anni)	t (ore)	$h_{t,T}$ (mm)
20	1.00	57.79
25	1.00	60.98
50	1.00	70.91
100	1.00	80.84
200	1.00	90.76

Tabella1: altezza di pioggia di massima intensità $h_{t,T}$ di durata $t=1$ ora per dato tempo T di ritorno

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

Per una completa descrizione di tutti i parametri non specificati (tempi di corrivazione, coefficiente medio di deflusso Ψ , fattore di frequenza K , ect.) si rimanda all’elaborato “Relazione idrologica e idraulica”.

3.3. *Tempo di corrivazione t_c*

Per la stima dei tempi di corrivazione si sono adoperate diverse espressioni comunemente usate. Queste sono:

Formula di Puglisi:

$$t_c = \frac{6L^{0,67}}{(H_{\max} - H_{\min})^{0,33}} (ore)$$

dove:

L è la lunghezza dell’asta principale (Km);

H_{\max} è l’altitudine massima del bacino s.l.m. (m);

H_{\min} è la quota d’imposta s.l.m. (m).

Formula di Pezzoli:

$$t_c = \frac{0,055L}{i^{0,5}} (ore)$$

dove:

i è la pendenza media dell’asta.


Formula di Ventura:

$$t_c = 0,1272 \sqrt{\frac{S}{i}} (ore)$$

dove:

S è la superficie del bacino (kmq)

i è la pendenza media dell’asta.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

Formula Viparelli

$$t_c = \frac{L}{V}$$

dove:


L è la lunghezza dell'asta principale (Km);

V è la velocità fittizia dell'acqua fissata pari a 5,4 km/h per pendenze dell'asta maggiori di 4% e 3,6 km/h per pendenze inferiori, mentre per i bacini in cui l'asta principale presenta lunghi tratti incanalati si è posto V uguale a 9,0 km/h.

I risultati determinati con l'applicazione delle formule sopra riportate hanno dato risultati comparabili solo per i bacini con estensione superiore a 10 kmq e, in questo caso, la determinazione del tempo di corrivazione di calcolo è stata determinata attraverso la media dei quattro valori ricavati.


Per i bacini con estensione inferiore a 10 kmq la formulazione del tempo di corrivazione proposta dal Pugliesi ha evidenziato valori eccessivamente discordanti con i risultati delle altre formulazioni ragione per cui i valori ricavati sono stati esclusi nella determinazione del tempo di corrivazione di calcolo (in questo caso, quindi, ricavato come media tra i valori determinati con le formulazioni di Ventura, Pezzoli e Viparelli).

Di seguito si riportano tabellati i risultati ottenuti:

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

Bacini	Sezione di calcolo	S	L. max. asta	Hmax	Hmin	i	PUGLISI	PEZZOLI	VENTURA	VIPARELLI	media
							τ_c	τ_c	τ_c	τ_c	t_c
		mq	m	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	%	[ore]	[ore]	[ore]	[ore]	[ore]
B. 1	TP 01	517.774	713,00	200,0	160,0	5,6%	-	0,17	0,39	0,20	0,25
B. 3	TP02	2.897.248	2.458	247,0	188,7	2,4%	-	0,88	1,40	0,68	0,99
B. 4,1	Int.S.I.1	220.936	993	211,8	193,0	1,9%	-	0,40	0,43	0,28	0,37
B. 3+4.1	TP02	3.118.184	2.458	247,0	188,7	2,4%	-	0,88	1,46	0,68	1,01
B. 4,2	Int.S.I.2	253.656	1.089	211,8	194,0	1,6%	-	0,47	0,50	0,30	0,42
B. 5	TP03	1.612.156	1.887	214,0	194,4	1,0%	-	1,02	1,58	0,52	1,04
B. 4.2+5	TP03	1.865.812	1.887	214,0	194,4	1,0%	-	1,02	1,70	0,52	1,08
B. 6	TP04	2.415.709	2.581	219,0	196,0	0,9%	-	1,50	2,09	0,72	1,44
B. 7	P. Volpe	16.119.384	11.913	412,9	192,0	1,9%	2,94	4,81	3,74	3,31	3,70
B. 8	Int.S.I.3	1.105.768	1.830	237,0	209,0	1,5%	-	0,81	1,08	0,51	0,80
B. 7+8	P. Volpe	17.225.152	11.913	412,9	192,0	1,9%	2,94	4,81	3,87	3,31	3,73
B. 9.5	TP11	8.460.960	6.820	882,0	314,0	8,3%	1,48	1,30	1,28	1,26	1,33
B. 9.4	T S.P.82	17.570.000	11.948	882,0	229,0	5,5%	2,06	2,81	2,28	2,21	2,34
B. 9.3	TP06	18.372.719	12.684	882,0	221,0	5,2%	2,14	3,06	2,38	2,35	2,48
B. 9.2	TS14	19.184.153	12.957	882,0	218,0	5,1%	2,16	3,15	2,46	2,40	2,54
B. 9.1	T S.P.5	20.875.718	15.290	882,0	191,0	4,5%	2,39	3,96	2,73	1,70	2,69
B. 10	TP07	311.706	1.289	280,0	257,0	1,8%	-	0,53	0,53	0,36	0,47
B. 11	TP09	1.092.905	2.826	366,5	260,0	3,8%	-	0,80	0,68	0,52	0,67
B. 12	TP08	617.001	2.440	366,5	260,0	4,4%	-	0,64	0,48	0,45	0,52
B. 13	TP10	670.976	1.237	366,5	288,0	6,3%	-	0,27	0,41	0,23	0,30
B. 11+12+13	TP08	2.380.882	2.914	366,5	260,0	3,7%	-	0,84	1,03	0,54	0,80

Tabella 2: determinazione dei tempi di corrivazione di calcolo: $t_c \equiv media$

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

3.4. Coefficiente medio di deflusso Ψ

Per quanto riguarda la stima del coefficiente medio di deflusso Ψ sono state proposte varie correlazioni in funzione delle caratteristiche dei terreni e della copertura vegetale del suolo, pervenendo infine all'espressione:

$$\psi = \frac{12,3}{S_p + S_B}$$

per i bacini che presentano zone boschive e l'espressione:

$$\psi = \frac{9,25}{S_p}$$

per i bacini che sono privi di zone boschive.

In esse compaiono rispettivamente la percentuale di superficie permeabile S_p del bacino idrografico sotteso dalla sezione di calcolo e la percentuale di superficie ricoperta da boschi S_B .

La classificazione dei suoli si basa su una valutazione empirica delle caratteristiche granulometriche e tessiturali che le varie formazioni geologiche e le loro coltri di alterazione assumono in superficie in funzione dei litotipi di cui sono costituite. L'esigenza di adottare un criterio applicabile a scala di bacino, ha indotto il gruppo di studio del Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche nell'ambito del progetto VAPI, a classificare la permeabilità dello strato superficiale in tre soli gruppi :

P = Permeabile ; MP = Mediamente Permeabile; BP = Bassa Permeabilità


senza precisare una scala di valori numerici.

Come già detto, lo studio geologico allegato al progetto classifica le aree di interesse in base al grado di permeabilità distinguendo in complessi idrogeologici con permeabilità k compresa tra 10 e 10^{-4} cm/sec e complessi con permeabilità k compresa tra 10^{-4} e 10^{-7} cm/sec.


Di seguito viene riportata la classificazione AFTES in base a classi definite all'interno di un intervallo di permeabilità:

CLASSE DI PERMEABILITA'	PERMEABILITA'
Molto alta – Alta	$K > 10^{-2}$ cm/s
Alta – Media	10^{-2} cm/s $> K > 10^{-4}$ cm/s
Media – Bassa	10^{-4} cm/s $> K > 10^{-6}$ cm/s
Bassa - Molto bassa	$K < 10^{-6}$ cm/s

Per la stima del coefficiente di deflusso si sono considerate permeabili (P) le aree con $K \geq 10^{-4}$ cm/s.


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

Si riporta la tabella riassuntiva dei valori medi calcolati o fissati visto che per bacini prevalentemente poco permeabili la formula non è applicabile:

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

Bacino		Superficie	Superficie	Sup. con $k \leq 10E-4$ cm/s	Sup. con $k > 10E-4$ cm/s	Superficie con presenza di boschi	Percentuale di superficiale con $k > 10E-4$ cm/s	Percentuale di superficie ricoperta da boschi	Coef. Medio di deflusso x bacino con % di sup. boscata $\psi = 12,3/(S_P + S_B)$	Coef. Medio di deflusso x bacino senza % di sup. boscata $\psi = 9,25/S_P$	Coef. Medio di deflusso x bacino prevalentemente poco permeabili
		S mq	S kmq	S _{MP} mq	S _P mq	S _B mq	S _P % %	S _B % %	ψ	ψ	ψ
B.	1	517.774	0,52	80.093	437.681	0	84,5	0	-	0,11	-
B.	3	2.897.248	2,90	787.126	2.110.122	0	72,8	0	-	0,13	-
B.	4,1	220.936	0,22	0	220.936	0	100,0	0	-	0,09	-
B.	3+4.1	3.118.184	3,12	787.126	2.331.058	0	74,8	0	-	0,12	-
B.	4,2	253.656	0,25	0	253.656	0	100,0	0	-	0,09	-
B.	5	1.612.156	1,61	0	1.612.156	0	100,0	0	-	0,09	-
B.	4,2+5	1.865.812	1,87	0	1.865.812	0	100,0	0	-	0,09	-
B.	6	2.415.709	2,42	0	2.415.709	0	100,0	0	-	0,09	-
B.	7	16.119.384	16,12	4.662.637	11.456.747	0	71,1	0	-	0,13	-
B.	8	1.105.768	1,11	1.020.121	85.647	0	7,7	0	-	-	0,2
B.	7+8	17.225.152	17,23	5.597.111	11.628.041	0	67,5	0	-	0,14	-
B.	9.5	8.460.960	8,46	461.162	7.999.798	3.557.598	94,5	42	0,09	-	-
B.	9.4	17.570.000	17,57	3.520.606	14.049.394	3.557.598	80,0	20	0,12	-	-
B.	9.3	18.372.719	18,37	4.137.976	14.234.743	3.557.598	77,5	19	0,13	-	-
B.	9.2	19.184.153	19,18	4.319.962	14.864.191	3.557.598	77,5	19	0,13	-	-
B.	9.1	20.875.718	20,88	5.921.990	14.953.728	3.557.598	71,6	17	0,14	-	-
B.	10	311.706	0,31	311.706	0	0	0,0	0	-	-	0,2
B.	11	1.092.905	1,09	737.173	355.732	0	32,5	0	-	-	0,2
B.	12	617.001	0,62	494.828	122.173	0	19,8	0	-	-	0,2
B.	13	670.976	0,67	315.244	355.732	0	53,0	0	-	0,17	-
B.	11+12+13	2.380.882	2,38	1.902.977	477.905	0	20,1	0	-	-	0,2

Tabella 3: determinazione dei coefficienti medi di deflusso ψ

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

3.5. *Tempo di ritorno T*

Il rischio idraulico a cui si può sottoporre la struttura e/o la porzione di territorio interessato dall'evento dipendono essenzialmente da tre componenti principali:

- Pericolosità idraulica dell'evento considerato e del Tempo di Ritorno;
- Valore delle cose a rischio;
- Vulnerabilità delle cose a rischio.

La pericolosità idraulica relativa al superamento della portata di dimensionamento delle opere può determinare il temporaneo innalzamento dei livelli idrici a monte e nella peggiore delle ipotesi, il collasso del manufatto per raggiunta vetustà o cattivo stato di manutenzione dello stesso. La frequenza del fenomeno idraulico è direttamente connessa con il Tempo di Ritorno che rappresenta il lasso temporale nel quale un dato evento ha probabilità di accadere almeno una volta. Un basso tempo di ritorno individua una probabilità alta di verifica dell'evento idraulico, un alto tempo di ritorno una bassa probabilità.

Il valore delle cose esposte a rischio, trattandosi di viabilità assume aspetto rilevante per la possibilità di perdita di vita umana, mentre aspetto secondario assume l'allagamento di terreni agrari scarsamente antropizzati o danni alle strutture viarie stesse.


La vulnerabilità delle aree e dei beni insediati non assume particolare interesse, se non per la presenza dell'infrastruttura viaria e per la situazione di rischio per la vita umana connessa all'uso della stessa.

In relazione a quanto sopra, ed in accordo del capitolato d'oneri per la redazione del progetto definitivo, per la redazione dei calcoli idraulici, si sono adottati i seguenti tempi di ritorno :

- 50 anni, per i fossi di guardia dell'asse principale; 20 anni nelle secondarie;
- 200 anni per i ponti e le difese fluviali, oltre che per i tombini e ponticelli con aree scolanti $S > 10 \text{ kmq}$;
- 100 anni per i tombini e ponticelli con aree scolanti $S < 10 \text{ kmq}$;
- 100 anni per i sottopassi e le strade secondarie depresse.

3.6. *Fattore di frequenza K*

Per la determinazione del fattore di frequenza $K(T,t)$ lo studio di regionalizzazione propone la seguente espressione:


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

$$K(T, t) = \frac{b + c \log T}{d + et + (ft^2 + gt + h) \log T}$$

legata tramite i coefficienti numerici b, c, d, e, f, g, h al territorio di ciascuna sottozona in cui viene divisa la Sicilia (fig. 1), e dipendente dal tempo di ritorno T e dalla durata di pioggia t.


Sottozona	b	c	d	e	f	g	h
A	0,3232	1,6171	0,5391	-0,00164	0,000221	0,00117	0,9966
B	0,267	1,7503	0,5135	-0,00226	0,000198	0,00329	1,0508
C	0,1785	1,9611	0,5015	-0,00352	0,000372	0,00102	1,1014

Si riportano i risultati nella seguente tabella:

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

BACINO		t _c [ore]	K 20 [anni]	K 50 [anni]	K 100 [anni]	K 200 [anni]
B.	1	0,25	1,412	1,480	1,517	1,545
B.	3	0,99	1,412	1,480	1,517	1,545
B.	4,1	0,37	1,412	1,480	1,517	1,545
B.	3+4.1	1,01	1,412	1,480	1,517	1,545
B.	4,2	0,42	1,412	1,480	1,517	1,545
B.	5	1,04	1,413	1,480	1,517	1,545
B.	4.2+5	1,08	1,413	1,480	1,517	1,545
B.	6	1,44	1,413	1,480	1,517	1,545
B.	7	3,70	1,412	1,478	1,514	1,541
B.	8	0,80	1,412	1,480	1,517	1,545
B.	7+8	3,73	1,412	1,478	1,514	1,541
B.	9.5	1,33	1,413	1,480	1,517	1,545
B.	9.4	2,34	1,413	1,480	1,516	1,544
B.	9.3	2,48	1,413	1,480	1,516	1,544
B.	9.2	2,54	1,413	1,480	1,516	1,544
B.	9.1	2,69	1,413	1,480	1,516	1,544
B.	10	0,47	1,412	1,480	1,517	1,545
B.	11	0,67	1,412	1,480	1,517	1,545
B.	12	0,52	1,412	1,480	1,517	1,545
B.	13	0,30	1,412	1,480	1,517	1,545
B.	11+12+13	0,80	1,412	1,480	1,517	1,545

Tabella 4: determinazione dei fattori di frequenza K

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idrologica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

3.7. *Tabella delle portate di piena*

In ultimo si riportano la tabella riassuntiva delle portate calcolate con il metodo e con i dati sopra riportati ricordando che la formula adottata è la seguente:

$$Q = \frac{\phi \cdot h_{tc,T} \cdot S}{3,6 \cdot t_c} = \frac{K(T,t) \cdot \psi \cdot h_{tc,T} \cdot S}{3,6 \cdot t_c}$$

in cui:

S : superficie del bacino;

t_c : tempo di corrivazione;

T : tempo di ritorno;

ϕ : coefficiente di deflusso;

$h_{tc,T}$: altezza di pioggia per una durata pari t_c e per un tempo di ritorno T .

Bacino	Sezione di calcolo	Bacini S kmq	τ_c [ore]	$h_{tc,20}$ [mm]	$h_{tc,50}$ [mm]	$h_{tc,100}$ [mm]	$h_{tc,200}$ [mm]	ψ	$\psi \times K_{20}$ 20 anni	$\psi \times K_{50}$ 50 anni	$\psi \times K_{100}$ 100 anni	$\psi \times K_{200}$ 200 anni	Q				q=Q/S				
													T = 20 [m³/s]	T = 50 [m³/s]	T = 100 [m³/s]	T = 200 [m³/s]	T = 20 [m³/s/km²]	T = 50 [m³/s/km²]	T = 100 [m³/s/km²]	T = 200 [m³/s/km²]	
B.	1	TP01	0,518	0,25	33,88	41,57	47,39	53,21	0,11	0,15	0,16	0,17	0,17	3,01	3,88	4,53	5,18	5,82	7,48	8,74	8,74
B.	3	TP02	2,897	0,99	57,52	70,58	80,46	90,34	0,13	0,18	0,19	0,19	0,20	8,40	10,81	12,63	14,44	2,90	3,73	4,36	4,36
B.	4,1	Int.S.I.1	0,221	0,37	39,36	48,30	55,06	61,82	0,09	0,13	0,14	0,14	0,14	0,86	1,10	1,29	1,47	3,87	4,98	5,82	5,82
B.	3+4.1	TP02	3,118	1,01	57,86	71,00	80,94	90,88	0,12	0,17	0,18	0,19	0,19	8,71	11,20	13,08	14,97	2,79	3,59	4,20	4,20
B.	4,2	Int.S.I.2	0,254	0,42	41,52	50,95	58,08	65,22	0,09	0,13	0,14	0,14	0,14	0,90	1,16	1,35	1,55	3,55	4,57	5,34	5,34
B.	5	TP03	1,612	1,04	58,34	71,59	81,61	91,63	0,09	0,13	0,14	0,14	0,14	3,28	4,21	4,92	5,63	2,03	2,61	3,05	3,05
B.	4.2+5	TP03	1,866	1,08	58,86	72,23	82,34	92,45	0,09	0,13	0,14	0,14	0,14	3,69	4,74	5,54	6,33	1,98	2,54	2,97	2,97
B.	6	TP04	2,416	1,44	62,91	77,20	88,02	98,83	0,09	0,13	0,14	0,14	0,14	3,84	4,94	5,77	6,60	1,59	2,04	2,39	2,39
B.	7	P. Volpe	16,119	3,70	78,56	96,51	110,10	123,68	0,13	0,18	0,19	0,20	0,20	17,47	22,46	26,23	30,01	1,08	1,39	1,63	1,63
B.	8	Int.S.I.3	1,106	0,80	53,05	65,09	74,20	83,31	0,20	0,28	0,30	0,30	0,31	5,75	7,39	8,64	9,88	5,20	6,69	7,81	7,81
B.	7+8	P. Volpe	17,225	3,73	78,72	96,71	110,32	123,93	0,14	0,19	0,20	0,21	0,21	19,52	25,10	29,33	33,55	1,13	1,46	1,70	1,70
B.	9.5	TP11	8,461	1,33	61,79	75,83	86,45	97,07	0,09	0,13	0,13	0,14	0,14	13,88	17,84	20,84	23,84	1,64	2,11	2,46	2,46
B.	9.5	TP S.P. 82	17,570	2,34	70,51	86,58	98,73	110,88	0,12	0,17	0,18	0,19	0,19	25,50	32,79	38,31	43,82	1,45	1,87	2,18	2,18
B.	9.3	TP06	18,373	2,48	71,49	87,78	100,10	112,42	0,13	0,18	0,19	0,19	0,20	26,39	33,93	39,63	45,34	1,44	1,85	2,16	2,16
B.	9.2	TS14	19,184	2,54	71,90	88,28	100,68	113,07	0,13	0,18	0,19	0,19	0,20	27,28	35,07	40,97	46,87	1,42	1,83	2,14	2,14
B.	9.1	TP S.P.5	20,876	2,69	72,88	89,49	102,06	114,62	0,14	0,20	0,21	0,21	0,21	30,76	39,55	46,20	52,85	1,47	1,89	2,21	2,21
B.	10	TP07	0,312	0,47	43,33	53,16	60,60	68,05	0,20	0,28	0,30	0,30	0,31	2,24	2,88	3,36	3,85	7,18	9,24	10,79	10,79
B.	11	TP09	1,093	0,67	49,51	60,75	69,26	77,76	0,20	0,28	0,30	0,30	0,31	6,34	8,16	9,53	10,90	5,80	7,46	8,72	8,72
B.	12	TP08	0,617	0,52	45,06	55,29	63,03	70,76	0,20	0,28	0,30	0,30	0,31	4,16	5,35	6,25	7,16	6,75	8,68	10,14	10,14
B.	13	TP10	0,671	0,30	36,54	44,84	51,11	57,39	0,17	0,25	0,26	0,26	0,27	5,52	7,10	8,29	9,49	8,22	10,58	12,36	12,36
B.	11+12+13	TP08	2,381	0,80	53,06	65,10	74,22	83,33	0,20	0,28	0,30	0,30	0,31	12,37	15,91	18,59	21,27	5,20	6,68	7,81	7,81

Tabella 5: portate di massima piena per dato tempo di ritorno e relative portate specifiche