Presidenza del Consiglio dei Ministri

Commissario Delegato per gli eccezionali eventi meteorologici verificatisi nei territori dell'Isola di Ischia il 26 novembre 2022 - ex OCDPC 948/2022

LAVORI DI SOMMA URGENZA PER LA PULIZIA E MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELL'ALVEO UBICATO PRESSO VIA PENDIO DEL LAPILLO, COMUNE DI ISCHIA (NA) CODICE INTERVENTO CD-IS-1-017

CUP: E38H23000520001 - CIG: 9965537D47

PERIZIA GIUSTIFICATIVA DEI LAVORI DI SOMMA URGENZA

ELABORATO	RELAZIONE IDROLOGICA	Scala: -
PG_ED_02		Cod.:

Il Progettista e DL:

Il Responsabile del Procedimento:

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI NAPOLI
DOTT. ING. PONTICELLI ANTONIO
SEZIONE A
SETTORE CIVILE E AMBIENTALE
N° ISCRIZ.: 19845

(ing. Antonio Ponticelli)

(geom. Luca De Scisciolo)

0	Ottobre 2023	Emissione	A. Ponticelli	A. Ponticelli	L. De Scisciolo
Revisione	***Data***	***Descrizione***	***Elaborato***	***Verificato***	***Approvato***

Questo elaborato è di proprietà del tecnico progettista e non puo' essere riprodotto o divulgato a terzi senza autorizzazione scritta ai sensi della Legge 22.04.1941 e art. 2575 e sgg. del C.C.

INDICE

1 PREMESSA 2
2 ANDAMENTO DEI LAVORI DI SOMMA URGENZA 3
3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 5
4 IDROLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEI DEFLUSSI MEDI MENSILI ED ANNUI 6
4.1 VALUTAZIONE DELLA PIENA MEDIA ANNUA QM. 6
4.2 DURATA CRITICA E CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE ED ALTIMETRICHE DEI BACINI IDROGRAFICI 7
4.3 LA LEGGE DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA 8
4.4 IL COEFFICIENTE DI RIDUZIONE AREALE 9
4.5 FATTORE DI CRESCITA REGIONALE 9
4.6 VALUTAZIONE DELLE MASSIME PORTATE DI PIENA 10
5 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA 12

1 PREMESSA

Il presente progetto è inerente i lavori di somma urgenza finalizzati alla pulizia e manutenzione straordinaria dell'alveo ubicato presso via Pendio del Lapillo, nel Comune di Ischia (NA), il cui soggetto attuatore è il Commissario Delegato per gli eccezionali eventi meteorologici verificatisi nei territori dell'Isola di Ischia il 26 novembre 2022 – ex OCDPC 948/2022

Premesso che:

- che dalle prime ore del 26 novembre 2022 il territorio dell'isola di Ischia è stato interessato da eventi meteorologici di eccezionale intensità che hanno determinato una grave situazione di pericolo per l'incolumità delle persone, causando vittime, dispersi, l'allagamento e l'isolamento di diverse località e l'evacuazione di numerose famiglie dalle loro abitazioni;
- che con delibera del Consiglio dei ministri del 27 novembre 2022 è stato dichiarato lo stato di emergenza in conseguenza degli eccezionali eventi meteorologici verificatisi nel territorio dell'isola di Ischia (NA), a partire dal giorno 26 novembre 2022, per un periodo di dodici mesi, successivamente prorogato al 31 dicembre 2023 ex art. 4 del decreto-legge 3 dicembre 2022, n. 186;
- che con OCDPC n. 948 del 30 novembre 2022, recante "Primi interventi urgenti di protezione civile in conseguenza degli eccezionali eventi metereologici verificatisi nel territorio dell'isola di Ischia (NA), a partire dal giorno 26 novembre 2022" l'On. Avv. Giovanni Legnini, già Commissario straordinario del Governo per gli interventi nei territori dei Comuni di Casamicciola Terme, Forio, Lacco Ameno dell'isola di Ischia interessati dagli eventi sismici del giorno 21 agosto 2017, è stato nominato anche Commissario delegato al coordinamento degli interventi necessari a fronteggiare l'emergenza di Protezione Civile Nazionale;
- che con Ordinanza n. 9 del 10 marzo 2023 il Commissario delegato, recante "Disposizioni attuative degli interventi di somma ed estrema urgenza previsti nel Piano degli interventi e ulteriori disposizioni", ha disciplinato le modalità attuative per l'esecuzione degli interventi di somma urgenza e di estrema urgenza necessari per la messa in sicurezza delle aree interessate dagli eventi calamitosi del 26 novembre 2022, di cui all'articolo 25, comma 2, lettera b), del D. Lgs. n. 1 del 2018, contenuti nel Primo piano degli interventi urgenti predisposto in attuazione dell'articolo 4 dell'OCDPC n. 948 del 30 novembre 2022, approvato con nota del Capo del Dipartimento di protezione civile in data 3 marzo 2023 (prot. DPC 11790-03/03/2023);
- che, in ottemperanza a quanto disposto dall'art. 1, comma 3, della predetta Ordinanza n. 9/2023, il Comune di Ischia (NA), con nota n. 12535 del 22/03/2023, acquisita al protocollo

n. 915 in pari data, ha manifestato la volontà di avvalersi della Struttura commissariale per lo svolgimento delle attività di Soggetto attuatore, nello specifico l'intervento di pulizia e manutenzione straordinaria dell'alveo ubicato presso via Pendio del Lapillo - Codice Intervento CD-IS-1-017;

- che con Determina n. 4 del 30/05/2023 a firma del Dirigente Ing. Antonio Longo, il geom. Luca de Scisciolo è stato incaricato come Responsabile Unico del Procedimento dei lavori in parola;
- che sussiste una grave ed evidente situazione di pericolo per la pubblica incolumità ed occorre, pertanto, intervenire senza ulteriore indugio;
- che è stata ravvisata la necessità di consentire l'espletamento, in termini di somma urgenza, delle iniziative finalizzate alla tutela della pubblica incolumità, onde scongiurare il possibile peggioramento del dissesto idrogeologico, in caso di intenso/estremo fenomeno meteorologico;
- che in data 13 luglio 2023 è stato redatto apposito verbale di somma urgenza per i lavori di pulizia e manutenzione straordinaria dell'alveo ubicato presso via Pendio del Lapillo, nel Comune di Ischia (NA) - Codice Intervento CD-IS-1-017, ai sensi dell'art. 140 del D. Lgs. n. 36/2023;
- che l'Impresa esecutrice dei lavori è stata individuata nella società P.F.G. srl, con sede legale in Casamicciola Terme (NA) alla via Cittadini n. 4, P. IVA 05088901219.

2 ANDAMENTO DEI LAVORI DI SOMMA URGENZA

Il presente progetto è inerente ai lavori di somma urgenza finalizzati alla pulizia e manutenzione dell'alveo Lapillo sono iniziati in data 13/07/2023 e sono stati affidati alla società P.F.G. srl.

La prima fase delle lavorazioni ha riguardato sostanzialmente la pulizia dell'area del sentiero invaso da sterpaglie, arbusti e detriti, che rendevano impraticabile lo stesso.

Durante le fasi di sopralluogo sono emerse alcune criticità legate all'interruzione della continuità della via Pendio del Lapillo in corrispondenza dell'attraversamento delle SP. 270, tali da indurre ad alcune riflessioni progettuali sul ripristino di tale continuità.

In data 24/08/2023 la ditta incaricata ha inviato richiesta di proroga rispetto al termine prefissato per il 01/09/2023, di cui alla nota prot. n. 2546E/CD/Ischia, concessa dal RUP, previa acquisizione del parere del DL fino alla data del 19/09/2023.

In data 14/09/2023 i suddetti lavori sono stati sospesi, "***a causa dell'interferenza della signora Rosa Gloria, proprietaria dell'immobile sito sotto il cavalcavia della SP. 270, che ha realizzato alcuni manufatti sul sedime demaniale dell'alveo Lapillo"***, fermo restando gli obblighi dell'impresa che ha dovuto assicurare la guardiania delle opere eseguite oltre che la regimentazione idraulica e la manutenzione volta all'integrità della struttura.

In data 21/09/2023 e 23/09/2023 in seguito agli eventi meteorici, anche intensi, l'impresa ha provveduto alla rimozione del materiale lapideo proveniente da monte, che si è depositato in parte a valle ed in parte sulla SP.270.

In seguito a colloqui tra lo scrivente, il RUP e la signora Gloria si è addivenuti ad una soluzione tecnica, tale da far venir meno le circostanze che hanno comportato la sospensione dei lavori, per cui è nata l'esigenza di redigere la presente perizia di variante e suppletiva.

Tutto quanto sopra detto, al fine di consentire la ripresa dei lavori, volti al completamento delle opere di messa in sicurezza dell'alveo ubicato presso via Pendio del Lapillo, è stato necessario rimodulare l'idea progettuale iniziale, attraverso la suddetta perizia, ipotizzando un sistema di canalizzazione "provvisorio" che ripristini la continuità idraulica tra monte e valle della SP.270, prevedendo l'installazione di una tubazione "provvisoria" in PVC, da ancorare alla struttura del ponte della stessa strada provinciale, evitando di posizionare opere pubbliche sui manufatti realizzati privatamente dalla famiglia della signora Rosa Gloria; è stata prevista inoltre alche la realizzazione di una vasca di accumulo e laminazione, con una capacità di circa 20 mc, posta subito a monte dell'attraversamento, al fine di incrementare il livello di protezione per le abitazioni sottostanti.

Le opere idrauliche previste nella presente Perizia Giustificativa, rappresentano una soluzione "**temporanea**", atta a superare nell'immediato il grane nocumento alla pubblica e privata incolumità; le stesse sono state proporzionate cercando di coniugare da un lato la capacità di convogliamento delle portate meteoriche proventi da monte e dall'altro, lo spazio operativo su cui operare relativamente ridotto.

Per tanto sarà necessario successivamente provvedere ad una sistemazione definitiva dell'assetto idrogeologico dell'alveo di via Pendio del Lapillo, attraverso un progetto di riassetto generale già inserito dalla Struttura Commissariale nel Piano degli interventi urgenti ex OCDPC 948/22 di cui al Prot. n. 2696U/CD/Ischia del 11/09/2023; l'intervento denominato "Interventi di messa in sicurezza nell'area a valle di via Pendio del Lapillo, a via delle Ginestre fino al "Rio Corbore ha un importo stimato pari a 915'000 €.

Per tanto successivamente all'intervento previsto nella presente Perizia Giustificativa, definiti i limiti di proprietà attraverso operazioni di riconfinamento, individuando univocamente anche il sedime dell'area demaniale ed accertata l'eventuale leicità urbanistica degli immobili realizzati dalla famiglia

della signora Gloria Rosa, sarà possibile definire concretamente come rispristinare in maniera definitiva la continuità fisica ed idraulica di via Pendio del Lapillo, fino al recapito finale rappresentato dal Rio Corbore.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riportano di seguito i riferimenti normativi seguiti nella stesura del presente progetto.

- D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36 - Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'articolo 1 della legge 21 giugno 2022, n. 78, recante delega al Governo in materia di contratti pubblici;
- Allegato II.14 al D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36, Capo I, Sezione I;
- D.M. n. 49 del 7 Marzo 2018, art. 12;
- D. Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii. - Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;
- D.P.R. del 05/10/2010, n° 207 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163;
- D. Lgs. del 03/04/2006, n. 152 (art. 94) - Testo unico delle Norme in materia ambientale;
- L. del 08/08/1985, n° 431 - Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, che individua le aree interessate da dissesto idraulico ed idrogeologico;
- L. del 09-07-1908, n°445 - Titolo IV: Consolidamento di frane minaccianti abitati e trasferimento di abitati in nuova sede;
- L. del 18/05/1989, n° 183 - Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo;
- D. Lgs. del 22/012004, n. 42 e D.P.C.M. del 12/02/2005 - Codice dei beni culturali del paesaggio;
- D. Lgs. 29 ottobre 1999, n° 490 - Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'art. 1 della L. 8 ottobre 1997, n° 352;
- D.M. II. TT. del 17 gennaio 2018 - Testo Unitario delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;

4 IDROLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEI DEFLUSSI MEDI MENSILI ED ANNUI

L'analisi idrologica dei valori estremi delle precipitazioni e delle piene in Campania è stata effettuata nel Rapporto VAPI Campania attraverso una metodologia di analisi regionale di tipo gerarchico, basata sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente (TCEV Two Component Extreme Value).

Tale procedura si basa sulla considerazione che esistono zone geografiche ampie che possono considerarsi omogenee nei confronti dei parametri statistici della distribuzione, man mano che il loro ordine aumenta.

Con il metodo del Vapi urbano si determina la portata di pioggia massima, con assegnato periodo di ritorno T, in una sezione S della rete di drenaggio che sottende un bacino di area A.

Detta Q la variabile casuale corrispondente al massimo annuale della portata al colmo in detta sezione, interessa stimare QT, in cui T è il periodo di ritorno in anni, assegnato in base a considerazioni politico-economiche.

Il metodo che si utilizza è direttamente derivato dal metodo della piena indice, utilizzato per la stima delle portate di piena nei corsi d'acqua naturali. Si pone:

$$QT = KT,Q \cdot Q_m$$

in cui Q_m è il valore medio della variabile Q e KT, Q è comunemente detto fattore probabilistico di crescita con il periodo di ritorno (pari al rapporto tra la portata QT e la piena indice).

In pratica, la dipendenza dal periodo di ritorno è assegnata mediante la distribuzione di KT, Q, mentre la portata indice Q_m viene stimata con un modello di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi, e perciò dipende dal regime pluviometrico e dalle caratteristiche fisiche del bacino di drenaggio.

4.1 VALUTAZIONE DELLA PIENA MEDIA ANNUA QM.

È di uso comune stimare Q_m mediante la **formula razionale**, che esprime una trasformazione lineare delle piogge in portate mediante un **coefficiente di piena** C^*, che rappresenta il rapporto fra la portata massima e il valore medio della massima intensità di pioggia areale (con riferimento all'area della superficie del bacino) aggregata su una certa durata:

$$Q_m = C^* \cdot A \cdot i_{m,A}(d_k) / 3,6$$

Il divisore correttivo 3,6 serve a convertire le unità di misura. In particolare, la formula razionale, nel modo in cui è scritta, fornisce la portata Q_m in m^3/s, esprimendo l'area A in km^2 e l'intensità di pioggia $i_{m,A}(d_k)$ in mm/h.

Con d_k si è indicata la durata critica rispetto alla quale si considera il massimo annuale di pioggia areale, il cui valore medio è $i_{m,A}(d_k)$. Quest'ultimo viene messo in relazione con il valor medio del massimo annuale di pioggia puntuale di durata d_k, che indichiamo con $i_m(d_k)$, mediante un **fattore di riduzione areale f_A**, dipendente dall'area e dalla durata:

$$i_{m,A}(d_k) = f_A(A,d_k) \cdot i_m(d_k)$$

La stima della portata Q_T, perciò, richiede la stima delle grandezze d_k, $i_m(d_k)$, f_A, C^* e $K_{T,Q}$.

4.2 DURATA CRITICA E CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE ED ALTIMETRICHE DEI BACINI IDROGRAFICI

La durata critica d_k rappresenta la durata che deve avere lo ietogramma rettangolare, con intensità definita dalla legge di probabilità pluviometrica, in corrispondenza del quale si ottiene il massimo valore della portata al picco, una volta assegnato il modello di trasformazione afflussi-deflussi del bacino. Tale durata è normalmente intermedia fra il tempo di ritardo e il tempo di corrivazione del modello di risposta del bacino di drenaggio. Nella pratica, la durata critica viene spesso posta pari al tempo di ritardo nella risposta del bacino t_r. Dalle formule di Schaake, ottenute mediante indagini sperimentali su bacini urbani, t_r si può mettere in relazione con l'area impermeabile del bacino, e con lunghezza e pendenza media dell'asta principale:

$$t_r = 1{,}40 \cdot L^{0,24} \cdot P_i^{-0,24} \cdot P_m^{-0,16}$$

in cui L è la lunghezza dell'asta principale espressa in metri, P_i è la frazione di area impermeabile del bacino:

$$P_i = A_{imp} / A$$

e P_m è la pendenza idraulica media dell'asta principale (in %), calcolata secondo la formula di Taylor-Schwartz:

$$P_m = \left[\frac{L}{\sum_{j=1}^{n} \cdot \frac{l_j}{\sqrt{P_j}}} \right]^2$$

Pj e lj rappresentano rispettivamente la pendenza (in %) e la lunghezza (parziale) della j-ima livelletta

componente l'asta principale. È evidente che deve risultare:

$$\sum_{j=1}^{n} l_j = L$$

Allo stesso modo, le formule di Schaake pongono in relazione il valore del coefficiente di piena C^* con le caratteristiche fisiche del bacino:

$$C^* = 0{,}14 + 0{,}65 \bullet P_i + 0.05 \bullet P_m$$

4.3 LA LEGGE DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Il valore di $i_m(d_k)$, o, se si preferisce, di $i_m(t_r)$, va determinato dalla **legge di probabilità pluviometrica o legge intensità-durata** specifica della zona in cui si trova il bacino. Si può ricorrere a una stima diretta di tale legge da misurazioni in sito, utilizzando una classica legge monomia del tipo:

$$i_m(d) = a \bullet d^{\,n-1} \qquad\qquad 0 <= n <= 1$$

i cui parametri sono facilmente stimabili mediante regressione lineare in campo log-log. In tal caso si ricava, dalle serie storiche dei massimi annuali di pioggia a diverse durate, l'intensità media per ogni durata, e si procede alla regressione. Il Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale fornisce, sugli Annali Idrologici, il valore del massimo annuale per piogge di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore, e il valore di piogge particolarmente intense e di durata inferiore a 1 ora. Queste ultime possono anche essere considerate rappresentative dei massimi annuali.

In genere, si osserva che una legge monomia a 2 parametri si adatta molto bene ai dati per durate comprese fra 1÷3 h e 24 h. Una legge di potenza come sopra indicata, sembra adatta anche per durate inferiori a 1 h, ma i parametri a e n assumono valori differenti. Oltre ad avere cura di verificare di volta in volta in quale intervallo di durate si va a effettuare la stima, bisogna anche ricordare che una legge di questo tipo ha una singolarità nello zero, tende cioè a fornire un'intensità di pioggia che va all'infinito per durate molto piccole.

In alternativa si può adottare una legge a 4 parametri, di tipo iperbolico. Per la Campania, i parametri sono stati stimati su base regionale, dividendo il territorio in 6 zone omogenee diverse (Rapporto VAPI Campania, Rossi e Villani 1995):

$$i_m(d) = \frac{i_0}{\left[1 + \frac{d}{d_c}\right]^{C - D \bullet Z}}$$

in cui *Z* è la quota del bacino. I parametri i_0, d_c, C e D sono riportati nella tabella che segue. Va sottolineato che nella relazione appena esposta le durate vanno espresse in ore.

Area omogenea	n. stazioni	$m(i_0)$ (mm/ora)	d_c (ore)	C	$D*10^5$	ρ^2
1	14	77,08	0,3661	0,7995	8,6077	0,9994
2	12	83,75	0,3312	0,7031	7,7381	0,9991
3	5	116,70	0,0976	0,7360	8,7300	0,9980
4	3	78,61	0,3846	0,8100	24,8740	0,9930
5	6	231,80	0,0508	0,8351	10,8000	0,9993
6	4	87,87	0,2205	0,7265	8,8476	0,9969

Tabella – *Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea*

4.4 IL COEFFICIENTE DI RIDUZIONE AREALE

Note *A* e *tr*, si può calcolare il fattore di riduzione areale, utilizzando, per esempio, un'espressione del NERC:

$$f_A(A, t_r) = 1 - \exp(-c_2 \bullet t_r^{c_3}) \bullet [1 - e^{-c_1 \bullet A}]$$

in cui le aree sono espresse in km^2 e le durate in ore.

Per la Campania i parametri assumono i valori:

- c_1 = 0,0021
- c_2 = 0,53
- c_3 = 0,25

Vale la pena far notare come, **per bacini piccoli il coefficiente di riduzione areale sia, di fatto, pari a 1**. In pratica, considerato anche il fatto che tale fattore è sempre <= 1, **nel progetto di una rete di drenaggio urbano si pone f_A = 1**, commettendo un errore (in eccesso, e quindi conservativo) di minima entità.

4.5 FATTORE DI CRESCITA REGIONALE

Resta da determinare $K_{T,Q}$, rispetto al quale si introduce un'ulteriore ipotesi semplificativa. Si ipotizza che la trasformazione piogge-portate sia lineare e stazionaria, per cui la distribuzione di $K_{T,Q}$ risulta uguale a quella del fattore probabilistico di crescita con il periodo di ritorno delle piogge $K_{T,P}$. Se si adotta un modello probabilistico del valore estremo a doppia componente (TCEV, Rossi et al. 1984), si ha:

$$F_K(k) = exp\left(-\Lambda_1 e^{-k\eta} - \Lambda_1^{\frac{1}{\theta_*}} \bullet \Lambda_* e^{\frac{-k\eta}{\theta_*}}\right)$$

$$\eta = 0.5772 + \log(\Lambda_1) + T_0$$

$$T_0 = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^{j=1} \bullet \Lambda_*^j \Gamma(\frac{j}{\theta_*})}{j\,!}$$

Si può effettuare una stima dei parametri di forma (q* e L*) e di scala (L1) della distribuzione in base alle serie storiche dei massimi annuali di pioggia registrate in siti adiacenti.

Trattandosi, però, di parametri collegati a momenti della distribuzione di ordine elevato, la stima dei parametri da una singola serie storica è affetta da errori notevoli. Per questo si preferisce utilizzare, per i parametri, i valori ottenuti da una stima regionale. In quest'ultimo caso, si possono utilizzare i valori di $K_{T,P}$ riportati nella tabella che segue (vedi tabella 6.2 del rapporto VAPI),

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
Kt (piogge)	0,87	1,16	1,38	1,64	1,72	1,92	2,03	2,36	2,71	3,17	3,53

oppure stimare $K_{T,P}$ mediante la formula approssimata:

$$\mathrm{K}_T = \left(\frac{\theta_* \bullet log\Lambda_*}{\eta} + \frac{log\Lambda_1}{\eta}\right) + \frac{\theta_*}{\eta} \bullet \log T$$

Utilizzando i valori dei parametri riportati nella tabella 6.1 del rapporto VAPI, si ottiene:

$$K_T = -\ 0{,}0373 + 0{,}517 \ln T$$

4.6 VALUTAZIONE DELLE MASSIME PORTATE DI PIENA

Di seguito, si riportano i risultati ottenuti applicando la metodologia del *Vapi urbano* al bacino **dell'Alveo Lapillo.**

Per determinare la legge di probabilità pluviometrica si è fatto riferimento alla mappa delle aree pluviometriche omogenee riportata nel Rapporto VAPI – Campania si è riscontrato che i bacini in esame ricadono interamente nell'area omogenea A_1, per la quale i parametri della legge di probabilità pluviometrica areale valgono:

- $m[I_0]$ = 77,08 (mm/ora);
- d_c = 0.3661 (ore);

- C = 0.7995;
- D*10^5 = 3.6077.

Note le caratteristiche geomorfologiche dei piccoli bacini in esame (del tutto impermeabili essendo asfaltati), è stato possibile calcolare:

- i parametri del modello C^* e t_r;
- la media dei massimi annuali della intensità di pioggia di durata t_r;
- la media dei massimi annuali della intensità di pioggia areale di durata t_r ;
- la portata di piena media annua Q_m.

Determinati la portata di piena media annua Q_m (portata indice) e la legge regionale di crescita K_T delle portate, è stato possibile valutare la portata di piena relativa ad un periodo di ritorno di **200 anni** utilizzando la $Q_T = K_{T,Q} \bullet Q_m$.

5 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA

Vengono di seguito riportati i risultati ottenuti applicando la metodologia "Vapi urbano" sopra descritta.

Alvelo Lapillo - Sezione a monte della SP 270

Caratteristiche fisiografiche geomorfologiche del bacino						
BACINO	**A**	**A_{imp}**	**A_p**	**Y_{min}**	**Y_{max}**	**Y_{med}**
Alvelo Lapillo - Sezione a monte della SP 270	Area	Area impermeabile	Area permeabile	Quota minima	Quota massima	Quota media
	(km^2)	(km^2)	(km^2)	(m s.m.m.)	(m s.m.m.)	(m s.m.m.)
	0,022	0,006	0,016	0,00	308,9	116,5

Valutazione della piena media annua per tr calcolato con la formula di Rossi & Villani						
BACINO	**A**	**Cf**	**tr**	**K_a**	**$m[I_A(tr)]$**	**m(Q)**
Alvelo Lapillo - Sezione a monte della SP 270	Area	Coefficiente di deflusso	Tempo di ritardo	Coefficiente di riduzione areale	Media delle intensità di pioggia areale	Portata media annua
	(km^2)		(ore)		(mm/ora)	(m^3/s)
	0,022	0,26	0,07	1,00	66,72	0,07

Portate di piena con un preassegnato periodo di ritorno T per tr calcolato con la formula di Rossi & Villani										
Fattore di crescita KT	**Q_2**	**Q_5**	**Q_{10}**	**Q_{20}**	**Q_{25}**	**Q_{50}**	**Q_{100}**	**Q_{200}**	**Q_{500}**	**Q_{1000}**
	0,87	1,29	1,63	2,03	2,17	2,61	3,07	3,53	4,15	4,52
Portate	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
	0,06	0,09	0,11	0,14	0,15	0,18	0,21	0,25	0,29	0,32
Coefficienti udometrici	$m^3/(s*km^2)$	$m^3/(s*km^2)$	$m^3/(s*km^2)$	$m^3/(s*km^2)$	$m^3/(s*km^2)$	$m^3/(s*km^2)$	$m^3/(s*km^2)$	$m^3/(s*km^2)$	$m^3/(s*km^2)$	$m^3/(s*km^2)$
	2,74	4,06	5,13	6,38	6,82	8,21	9,66	11,10	13,05	14,22

La portata meteorica di piena per **T= 200 anni** è pari per tanto a **250 l/s.**