

PNC – PNRR: Piano Nazionale Complementare al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza nei territori colpiti dal sisma 2009–2016, Sub–misura A4, "Investimenti sulla rete stradale statale"

Lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in t.s. e potenziamento delle intersezioni – 1° Stralcio lungo la S.S. n. 502 "Cingoli" – S.S. n. 78 "Picena" – Belforte del Chienti – Sarnano"

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Ing. Marco Salvi</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A30808		I PROGETTISTI SPECIALISTICI <i>Ing. Isidoro Guerrini</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15764 <i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657 <i>Ing. Giovanni.C.Alfredo Dalenz Cultrera</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14069 <i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629		PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)  <i>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</i>    <small>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</small>	
IL GEOLOGO <i>Dott. Geol. Marco Leonardi</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1541		(Mandante) (Mandante)			
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO <i>Ing. Marco Mancina</i>		(Mandante)		IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12) <i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> ORDINE INGEGNERI ROMA N° 14035	
PROTOCOLLO	DATA	(Mandante)		<i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035	

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idraulica

CODICE PROGETTO PROGETTO LIV.PROG. ANNO <input type="text"/> <input type="text"/>			NOME FILE T01ID00IDRRE02B			REVISIONE	SCALA
CODICE ELAB.			<input type="text"/>			<input type="text"/>	-
D							
C							
B	Rimissione a seguito di aggiornamento E.P. 2022/2		29/06/22	O.Bassotti	I.Guerrini	G.Guiducci	
A	Emissione a seguito di CdS		Giugno '22	O.Bassotti	I.Guerrini	G.Guiducci	
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1. <u>Idraulica fluviale</u>	2
2. <u>Idraulica di piattaforma</u>	3
3. <u>Verifica delle opere di smaltimento</u>	9
<u>APPENDICE A</u>	11
<i>Calcolo della capacità di smaltimento</i>	11

1. Idraulica fluviale

1.1 Introduzione

L'analisi delle interazioni che si verificano fra la corrente idrica, l'alveo del corso d'acqua in cui questa defluisce e le strutture in alveo degli attraversamenti fluviali è stata oggetto negli ultimi anni di una rinnovata attenzione da parte di progettisti e ricercatori.

La presenza di un attraversamento, infatti, quand'anche si prescinda dai problemi derivanti da un suo eventuale collasso o danneggiamento, può indurre conseguenze rilevanti sulla morfologia dell'alveo fluviale, sulle caratteristiche idrauliche della corrente e sullo stesso regime delle portate di piena. Ad esempio, si possono verificare migrazioni laterali d'alveo indotte dalla presenza in alveo delle infrastrutture del ponte, in particolare dei rilevati di accesso, riduzione della capacità di deflusso e conseguente rialzo dei livelli del pelo libero di monte, e formazione di invasi a monte del manufatto di attraversamento che possono essere amplificati dalla parziale ostruzione delle luci del ponte ad opera di detriti lapidei e vegetali trasportati dalla corrente. La formazione di tali invasi temporanei può avere conseguenze particolarmente rilevanti, poiché da un lato può provocare un sensibile rialzamento dei livelli a monte e conseguente sormonto dell'impalcato, dall'altro l'insorgenza di sollecitazioni anomale sia sulle pile dei ponti che soprattutto sull'impalcato. Ciò può portare al collasso del ponte, fenomeno che si sviluppa usualmente in tempi piuttosto brevi; si verifica così lo svaso rapido del volume idrico accumulato a monte, che si traduce in un incremento anche notevole della valore di portata del colmo di piena transitante a valle rispetto alla situazione di alveo indisturbato.

Nei paragrafi seguenti, dopo una sintesi dei principali riferimenti normativi relativi alla progettazione ed alla verifica della sicurezza degli attraversamenti fluviali, sono brevemente descritte gli approcci metodologici, i parametri idraulici e le formule applicative utilizzate per la valutazione quantitativa dei fenomeni di rigurgito della corrente a monte degli attraversamenti e dei fenomeni erosivi alla base delle strutture in alveo.

1.2 Riferimenti normativi

Le norme prescrivono di assumere normalmente quale portata di progetto quella corrispondente a tempo di ritorno duecentennale per la quale i calcoli idraulici dovranno verificare la sussistenza di un franco minimo tra il livello di massima piena e l'impalcato del ponte. Viene inoltre suggerito di stimare la frequenza probabile dell'evento di piena che dà luogo all'annullamento del franco ed in ogni caso si stabilisce che, per i corsi d'acqua arginati, la quota di sottotrave del ponte deve essere non inferiore a quella della sommità arginale.

Nello studio idraulico dell'opera, devono essere oggetto d'indagine i seguenti problemi: classificazione del corso d'acqua; valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme ed alle dimensioni delle pile, delle spalle, delle fondazioni nonché dei rilevati; valutazione degli effetti dovuti all'eventuale presenza di correnti veloci; esame delle conseguenze della presenza di eventuali corpi natanti, flottanti e trasportati dalle acque, ove ricorra detta possibilità, nonché delle conseguenze di eventuali ostruzioni delle luci, specie se queste possono creare invasi anche temporanei a monte, sia in fase costruttiva, sia durante l'esercizio delle opere. In situazioni particolarmente complesse si suggerisce di sviluppare le indagini anche con l'ausilio di modelli fisici in scala ridotta.

1.3 Metodi di calcolo

PROGETTAZIONE ATI:

I fenomeni di deflusso in esame si caratterizzano per la prevalenza di una dimensione rispetto alle altre, ed appare quindi del tutto ragionevole l'accettazione della ipotesi di monodimensionalità del moto che, consentendo notevoli semplificazioni del sistema di equazioni differenziali che governando il fenomeno, ne assicurano la risolubilità con tempi di calcolo ragionevoli. Tale ipotesi, ancorché generalmente adottata, deve essere tuttavia attentamente valutata in presenza di estesi fenomeni di esondazione o in prossimità di ostacoli presenti in alveo quali ponti, soglie, o briglie, cui consegue per il moto l'acquisizione di spiccati caratteri di bi o tridimensionalità.

Nella relazione idrologica sono riportati tutti i riferimenti del caso.

2. Idraulica di piattaforma

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle opere di drenaggio della piattaforma stradale, fornendo gli elementi e i criteri utili per il corretto dimensionamento e verifica delle stesse. Gli schemi della rete di smaltimento verranno studiati per consentire lo scarico a gravità delle acque di drenaggio verso i recapiti finali costituiti prevalentemente dai fossi scolanti e i corsi d'acqua naturali limitrofi al tracciato.

In merito al dimensionamento, sarà opportuno, tenuto conto dell'importanza delle opere da realizzare e della necessità di garantire un facile allontanamento delle acque dalle pavimentazioni, assumere dati di progetto che assicurino le migliori condizioni di esercizio.

Nel calcolo del drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione meteorica da assumere alla base del progetto è quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni; per essa si dovrà verificare che tutti gli elementi idraulici di drenaggio raggiungano un grado di riempimento massimo compatibile con la funzione svolta.

I criteri progettuali da rispettare sono i seguenti:

- mantenimento della sicurezza sul piano viario anche in caso di apporti meteorici eccezionali;
- protezione dall'erosione di trincee, rilevati e opere d'arte che possono essere interessate dal deflusso di acque canalizzate;
- protezione dall'erosione e mantenimento della sicurezza a valle dei recapiti della rete di drenaggio.

2.1 Sistemi di raccolta delle acque

Data la tipologia di intervento nel presente progetto non si è previsto di realizzare un sistema differenziato di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento della sede stradale e delle acque di ruscellamento provenienti dai versanti naturali e dalle scarpate artificiali.

Il sistema di raccolta delle acque provenienti dai versanti naturali, dalle scarpate artificiali e dalle infiltrazioni a tergo delle gallerie saranno direttamente convogliate, per il tramite dei fossi di guardia, ai recettori superficiali ubicati in posizione favorevole in relazione all'andamento delle pendenze del terreno. Questi ultimi recettori saranno indicati, con differente simbologia, sulla stessa planimetria idraulica.

2.2 Stima delle portate di progetto

Per giungere al dimensionamento di tutti i rami della rete di drenaggio occorre preventivamente definire, sulla base degli elementi idrologici, idraulici e geometrici disponibili, le portate generate da un evento meteorico, di preassegnata frequenza probabile, assunto come sollecitazione di progetto. Come già illustrato in altra relazione, le ipotesi alla base del progetto sono quelle di considerare un evento corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni e proporzionare la rete di drenaggio in modo che tutti gli elementi della rete raggiungano un grado di riempimento accettabile.

PROGETTAZIONE ATI:

La stima delle portate affluenti dalla piattaforma stradale, dalla scarpata e dai bacini contribuenti viene effettuata utilizzando il "metodo razionale" secondo il quale la portata al colmo può essere espressa tramite la nota relazione:

$$Q = c i A$$

dove:

- i è l'intensità di pioggia corrispondente ad una durata pari al tempo di corrivazione del bacino;
- A è l'area del bacino versante o superficie contribuente (la larghezza media della piattaforma di una carreggiata stradale è assunta pari a 10,50 m);
- c è il coefficiente di deflusso complessivo del bacino.

Per la stima delle portate di progetto in sezioni che sottendono bacini variamente composti, si utilizza l'espressione:

$$Q = i \sum_{i=1}^n c_i A_i$$

in cui n è il numero di aree con differenti caratteristiche di superficie e coefficiente di deflusso. I coefficienti di deflusso, da assumere per il calcolo, sono:

- c = 0,90 per le superfici pavimentate;
- c = 0,50 per le superfici di scarpate e/o versanti;
- c = 0,20 per le superfici di campagna con pendenze modeste e notevole permeabilità.

2.3 Opere di drenaggio

Nel seguito vengono delineate le principali tipologie di opere di drenaggio in relazione alle specifiche applicazioni.

2.3.1. Sezioni in rilevato

La soluzione adottata consiste nello scarico dei deflussi meteorici provenienti dalla piattaforma, attraverso gli embrici, in fossi di guardia rivestiti in cls collocati al piede dei rilevati. La geometria del fosso è di tipo trapezoidale, con larghezza di base ed altezza pari a 50 cm e sponde aventi pendenza pari a 1/1. Gli embrici vengono sistemati lungo le scarpate ad interasse di 20 metri nei tratti rettilinei ed opportunamente infittiti nei tratti in curva lungo le rampe.

Nel caso in cui sia previsto un muro di sottoscarpa al piede del rilevato, oltre al fosso di guardia alla base del muro verrà realizzata una canaletta in cls a tergo di esso per la raccolta delle acque scolanti lungo la scarpata.

2.3.2. Sezioni in trincea

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese in cls di larghezza di fondo 1 m.

Le acque raccolte dalla cunetta, provenienti dalla corrispondente carreggiata scolante saranno trasferite per mezzo di caditoie poste ad interasse di 25 m, protette da griglie carrabili in ghisa sagomate come la stessa cunetta, alla sottostante tubazione di allontanamento in cls.

Lungo il ciglio delle scarpate artificiali, per il drenaggio delle acque provenienti dai versanti naturali ed afferenti al sistema di scarico delle acque, sono previsti fossi di guardia rivestiti in cls di tipo trapezoidale, con larghezza di base ed altezza pari a 50 cm e sponde aventi pendenza pari a 1/1.

Nel caso in cui sia previsto un muro di controripa, oltre al fosso di guardia lungo il ciglio della scarpata verrà realizzata una canaletta in cls a tergo del muro per la raccolta delle acque scolanti lungo la scarpata stessa.

PROGETTAZIONE ATI:

2.3.3. Sezioni in viadotto e ponte

Nel caso del viadotto sono previste lungo le banchine delle caditoie stradali, con interasse massimo di 25 m, munite di griglie carrabili in ghisa, collegate alla sottostante tubazione di raccolta che per il tratto scoperto verrà prevista in acciaio ed ancorata all'impalcato mediante staffaggi.

La tubazione di raccolta sarà connessa al relativo comparto di allontanamento e raccolta.

2.3.4. Sezioni in galleria

Nei tratti in galleria sono previsti due distinti sistemi di drenaggio: tubazioni in cls al di sotto della banchina, alimentate mediamente ogni 25 m da caditoie a bocca di lupo con relativo pozzetto in cls, per la raccolta dei liquidi eventualmente scolanti sulla piattaforma (ad esempio i liquidi accidentalmente sversati in caso di incidenti che possono coinvolgere autobotti o mezzi di trasporto di sostanze pericolose) e due tubazioni in cls $\phi 250$, lungo i margini della carreggiata, per la raccolta, mediante pozzetti in cls con interasse 100 m, delle acque di infiltrazione preliminarmente convogliate lungo tubazioni di drenaggio in PVC $\phi 125$ poste a tergo della calotta ed a contatto con il terreno di scavo.

2.3.5. Raccordi tra i fossi di guardia

Per realizzare le connessioni all'interno della rete dei fossi di guardia che drenano le acque e consentire l'attraversamento della sede stradale lungo i tratti in rilevato, verranno previsti tombini in cls di diametro minimo $\phi 1000$, dotati alle sezioni di imbocco di pozzetti quadrati in cls di lato almeno 120 cm, aventi funzione di raccordo ed interconnessione tra i diversi rami confluenti nei punti di minima quota.

2.4 Verifiche idrauliche preliminari delle opere di drenaggio

2.4.1. Verifica della capacità di smaltimento del sistema cordolo – embrice e cordolo - caditoia

Il drenaggio della piattaforma in rilevato è realizzato per mezzo di un impluvio confinato da un cordolo bituminoso delimitante la piattaforma ed opportunamente sagomato per il deflusso negli embrici. Nel tratto in cui la piattaforma viene drenata da apposita tubazione sotto banchina, gli embrici vengono utilizzati esclusivamente per il drenaggio delle scarpate.

Gli embrici vengono posati con un interasse medio pari a 20 m sulla scarpa del rilevato, avente pendenza trasversale pari a 2/3, e proseguono, nel tratto terminale, con una pendenza inferiore fino a raggiungere il fosso di guardia. Nei tratti in curva tale interasse viene necessariamente infittito.

La verifica idraulica è svolta per il caso più gravoso. Per una singola canaletta embriciata è:

$$Q = \frac{1}{3.6 \cdot 10^6} \varphi A i$$

dove:

φ = coefficiente di deflusso = 0.90

A = area del bacino contribuente, compreso tra due embrici successivi, per una larghezza della carreggiata pari a 10,50 m = $20 \times 10,50 = 210$ mq

i = intensità di pioggia di progetto = 131,64 mm/ora

Si ricava:

$$Q = \frac{1}{3.6 \cdot 10^6} 0.90 \cdot 210 \cdot 131,64 = 0.0069 \quad \text{mc/s}$$

Per la verifica si applica la formula del moto uniforme:

PROGETTAZIONE ATI:

$$Q = K_s AR_H^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$$

utilizzando i valori di $K_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ e $i = 2/3$ e ponendo pari a 35 cm la larghezza media della base della canaletta (sezione rettangolare). Risolvendo rispetto ad h si ottiene:

$$0.0069 = 70 \cdot 0.35 \cdot h \cdot \left(\frac{0.35 \cdot h}{0.35 + 2h} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \left(\frac{2}{3} \right)^{\frac{1}{2}}$$

da cui $h = 0.010 \text{ m}$.

Considerando l'altezza media di una canaletta pari a circa 15 cm, la verifica è ampiamente soddisfatta.

Tra gli imbocchi di due embrici successivi si verifica inoltre la larghezza dello scorrimento in banchina lungo il cordolo, tenendo conto della presenza della cunetta laterale in cls di larghezza 40 cm. Applicando la legge di Chezy per un canale a sezione triangolare di pendenza longitudinale minima $i = 0.009$, pendenza trasversale della cunetta $j = 0.122$ raccordata alla pendenza trasversale del manto stradale (2,5%), $K_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, $\varphi = 0,90$, $i = 131,64 \text{ mm}/\text{ora}$, si ottiene un'altezza idrica $h = 6 \text{ cm}$, valore ampiamente cautelativo se confrontato con i 17 cm di altezza della cunetta. La corrispondente larghezza di scorrimento in banchina è pari a 70 cm.

2.4.2. Verifica delle cunette in cls

Per la verifica idraulica delle cunette a sezione triangolare ("alla francese") realizzate lungo i tratti in scavo si ricorre alla formula del moto uniforme precedentemente enunciata.

La portata di progetto viene calcolata mediante la formula razionale, considerando una superficie scolante di larghezza pari ad una carreggiata stradale e lunghezza pari alla distanza tra due caditoie consecutive (25 m).

Si ottiene:

$$Q = \frac{1}{3.6 \cdot 10^6} \varphi A i = \frac{1}{3.6 \cdot 10^6} 0.90 \cdot (25 \cdot 9.75) \cdot 131.64 = 0.0080 \quad (\text{mc/s})$$

Applicando la legge di Chezy per un canale a sezione triangolare di pendenza longitudinale minima $i = 0.002$, pendenza trasversale $j = 0.122$ raccordata alla pendenza trasversale del manto stradale (2,5%), $K_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, $\varphi = 0,90$, $i = 131,64 \text{ mm}/\text{ora}$, si ottiene un'altezza idrica $h = 7 \text{ cm}$, valore ampiamente cautelativo se confrontato con i 40 cm di altezza della cunetta. La corrispondente larghezza di scorrimento è pari a 57 cm.

2.4.4. Verifica dei fossi di guardia

Le acque provenienti dalla sede stradale vengono scaricate attraverso gli embrici disposti sulla scarpa del rilevato stradale di pendenza 2/3.

Le acque meteoriche, scaricate tramite gli embrici, raggiungono il fosso rivestito ai piedi del rilevato stradale realizzato da un canale in calcestruzzo a sezione trapezia delle dimensioni di m 0,50 x 0,50 x 0,50 con pendenza delle scarpe 1/1; sono prescritte larghezza di fondo ed altezza minime di 0,50 m e pendenza longitudinale minima di 0,001. Si fissa un franco minimo di 0,10 m.

La portata transitante in una sezione del fosso di guardia è data dalla somma delle portate convogliate dagli embrici che scaricano a monte di tale sezione ed eventualmente quelle provenienti dai terreni naturali circostanti.

La verifica della sezione viene svolta mediante la formula del moto uniforme di Chezy precedentemente enunciata. Per i fossi di guardia rivestiti in cls a sezione trapezia con pendenza

della scarpa 1/1 e larghezza del fondo di cm 50 può essere adottato un coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler pari a 70 m^{1/3}/s.

Nel caso in cui il fosso di guardia venga spezzato in tratte a diversa pendenza, in questo caso, in via cautelativa, la verifica viene effettuata applicando il valore minore della pendenza sull'intero sviluppo del fosso di guardia.

La verifica delle sezioni dei fossi andrà effettuata caso per caso a seconda delle caratteristiche locali dei bacini drenati. La sezione trapezia proposta risulta comunque cautelativa in quanto i fossi di guardia, drenando acqua "pulita" o comunque non destinata alla raccolta della prima pioggia, possono scaricare frequentemente ai recettori superficiali.

2.4.5. Dimensionamento preliminare

Le ipotesi di progetto fissate per le diverse opere di drenaggio sono sintetizzate nelle tabelle seguenti dove:

B, larghezza complessiva della fascia contribuente [m];

p.i., percentuale impermeabile;

gr., grado di riempimento dello speco.

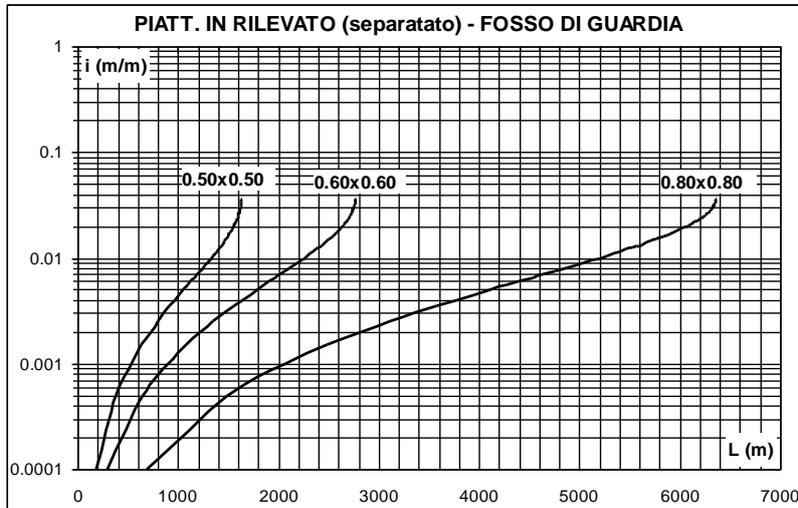
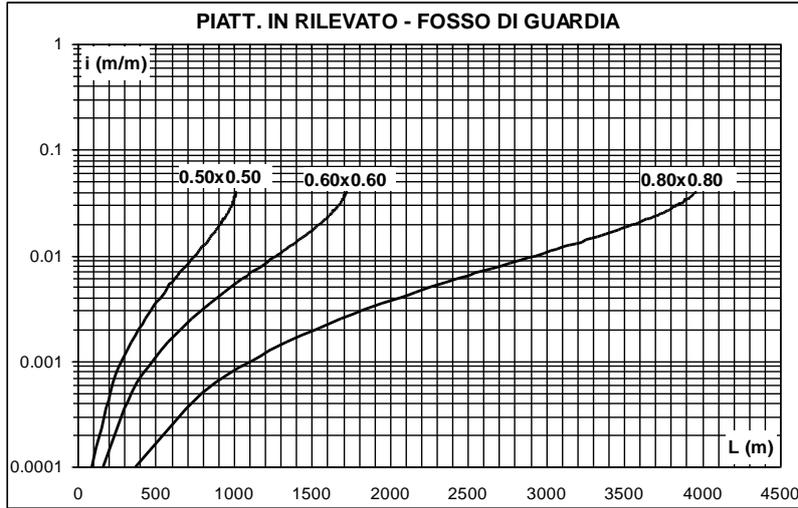
DRENAGGIO IN RILEVATO				
Tipologia speco	dimensioni	B	p.i.	gr.
	(m)	(m)	(%)	(%)
fosso di guardia trapezio	0.50x0.50 - 0.60x0.60 - 0.80x0.80	71.7	27	70
canaletta banca trapezia	0.30x0.30	6	30	70

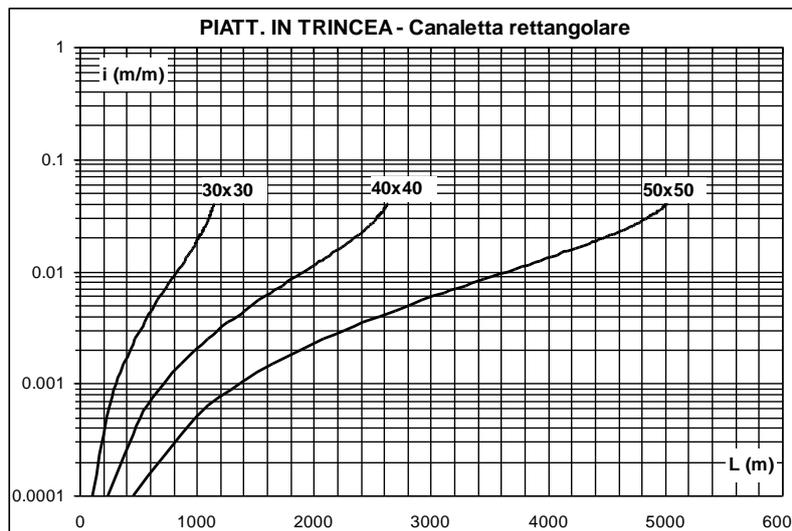
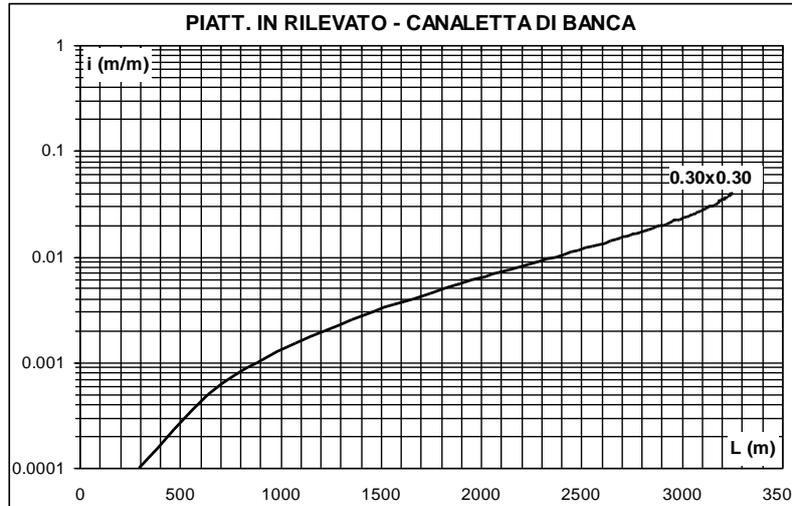
DRENAGGIO IN RILEVATO SEPARATO				
Tipologia speco	dimensioni	B	p.i.	gr.
	(m)	(m)	(%)	(%)
fosso di guardia trapezio	0.50x0.50 - 0.60x0.60 - 0.80x0.80	60	13	70
canaletta banca trapezia	0.30x0.30	6	30	70
collettore circolare	Φ400 – Φ500 – Φ600 – Φ800	11.7	100	50 - 60 - 70

DRENAGGIO IN TRINCEA				
Tipologia speco	dimensioni	B	p.i.	gr.
	(m)	(m)	(%)	(%)
fosso di guardia trapezio	0.50x0.50 - 0.60x0.60 - 0.80x0.80	50	10	70
collettore circolare	Φ400 – Φ500 – Φ600 – Φ800	11.7	100	50 - 60 - 70
canaletta scarpata rettangolare	0.30x0.30 - 0.40x0.40 - 0.50x0.50	7.5	30	70

PROGETTAZIONE ATI:

DRENAGGIO IN VIADOTTO				
Tipologia speco	dimensioni (mm)	B (m)	p.i. (%)	gr. (%)
collettore circolare	Φ300 – Φ400 – Φ500 – Φ600	11.2	100	50 - 60





3. Verifica delle opere di smaltimento

Il presente paragrafo si riferisce alla verifica della capacità di smaltimento delle sezioni idrauliche degli assi stradali in progetto, relativi la realizzazione del collegamento viario tra Belforte del Chianti e Sarnano. Le dimensioni dei singoli attraversamenti sono state calcolate sulla base delle portate al colmo per ogni corso d'acqua e rappresentano le dimensioni minime a cui ogni attraversamento dovrà essere dimensionato, onde garantire il deflusso delle acque dei corsi d'acqua in esame, valutate a tempi di ritorno di 200 anni.

PROGETTAZIONE ATI:

	portata di massima piena con tempo di ritorno di 200 anni	dimensioni minime tombino per garantire la capacità di smaltimento
P01_1_N_SeZ_5-6	113,50 m ³	3,7x3,7 m
P01_2_N_su tratto esistente	13,35 m ³	1,7x1,7 m
P01_3_S_SeZ_1-2	113,97 m ³	3,8x3,8 m
P01_4_S_SeZ_3-4	25,15 m ³	2,1x2,1 m
P01_5_S_SeZ_8-9	28,92 m ³	2,2x2,2 m
P01_6_S_SeZ_16-17	13,25 m ³	1,7x1,7 m

PROGETTAZIONE ATI:

APPENDICE A

CALCOLO DELLA CAPACITÀ DI SMALTIMENTO

PROGETTAZIONE ATI:

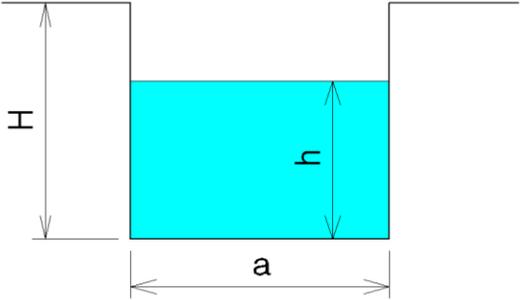
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA QUADRATA**

Descrizione: S.S. n. 502 "Cingoli" - S.S. n. 78 "Picena" - Belforte del Chianti - Sarnano"

Punto di sezione: 1_N_Sez_5-6

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)	
H ⇒	3,70 ALTEZZA [m]
a ⇒	3,70 [m]
h ⇒	2,78 [m]
p ⇒	2% Pendenza
m ⇒	0,35 Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI	
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$ ⇒ 9,250 [m]
Area di deflusso	$A = ah$ ⇒ 10,2675 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$ ⇒ 1,110 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 2,78 m

FORMULE (moto uniforme)	
Portata	$Q = AV$ dove A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$ 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	⇒ 75,06
V	⇒ 11,18 [m/sec]
Q	⇒ 114,834 [m ³ /sec]

PROGETTAZIONE ATI:

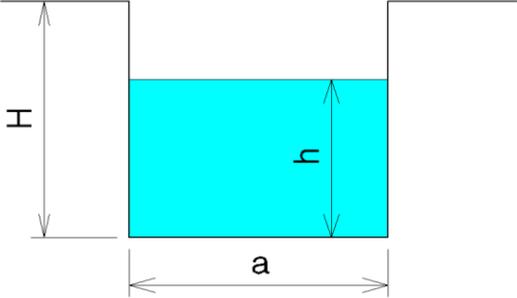
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA QUADRATA**

Descrizione: S.S. n. 502 "Cingoli" - S.S. n. 78 "Picena" - Belforte del Chianti - Sarnano"

Punto di sezione: 2_N_su tratto esistente

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)	
H ⇒	1,70 ALTEZZA [m]
a ⇒	1,70 [m]
h ⇒	1,28 [m]
p ⇒	2% Pendenza
m ⇒	0,35 Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI	
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$ ⇒ 4,250 [m]
Area di deflusso	$A = ah$ ⇒ 2,1675 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$ ⇒ 0,510 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 1,28 m

FORMULE (moto uniforme)	
Portata	$Q = AV$ dove A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$ 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	⇒ 67,11
V	⇒ 6,78 [m/sec]
Q	⇒ 14,691 [m ³ /sec]

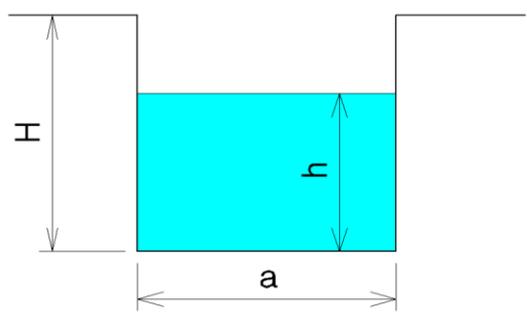
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA QUADRATA**

Descrizione: S.S. n. 502 "Cingoli" - S.S. n. 78 "Picena" - Belforte del Chianti - Sarnano

Punto di sezione: 3_S_Sez_1-2

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)		
H	⇒ 3,80	ALTEZZA [m]
a	⇒ 3,80	[m]
h	⇒ 2,85	[m]
p	⇒ 2%	Pendenza
m	⇒ 0,35	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI		
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇒ 9,500 [m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇒ 10,8300 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒ 1,140 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 2,85 m

FORMULE (moto uniforme)			
Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	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	⇒	75,31
V	⇒	11,37 [m/sec]
Q	⇒	123,158 [m ³ /sec]

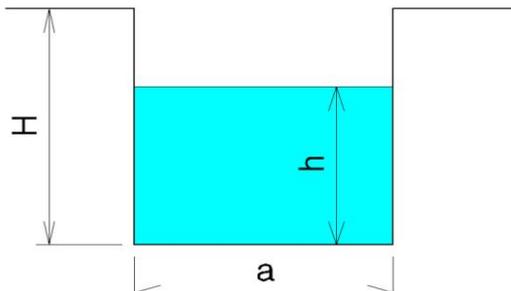
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA QUADRATA**

Descrizione: S.S. n. 502 "Cingoli" - S.S. n. 78 "Picena" - Belforte del Chianti - Sarnano

Punto di sezione: 4_S_Sez_3-4

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)		
H	⇒ 2,10	ALTEZZA [m]
a	⇒ 2,10	[m]
h	⇒ 1,58	[m]
p	⇒ 2%	Pendenza
m	⇒ 0,35	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI		
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇒ 5,250 [m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇒ 3,3075 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒ 0,630 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 1,58 m

FORMULE (moto uniforme)		
Portata	$Q = AV$	dove A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	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	⇒	69,40
V	⇒	7,79 [m/sec]
Q	⇒	25,765 [m³/sec]

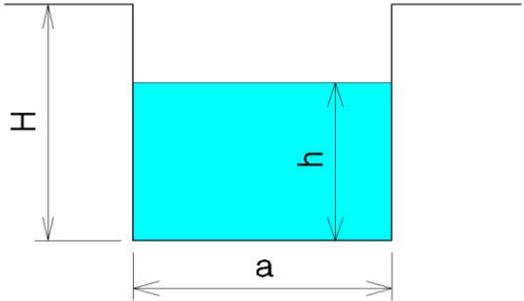
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA QUADRATA**

Descrizione: S.S. n. 502 "Cingoli" - S.S. n. 78 "Picena" - Belforte del Chianti - Sarnano

Punto di sezione: 5_S_SeZ_8-9

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)		
H	⇒ 2,20	ALTEZZA [m]
a	⇒ 2,20	[m]
h	⇒ 1,65	[m]
p	⇒ 2%	Pendenza
m	⇒ 0,35	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI		
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇒ 5,500 [m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇒ 3,6300 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒ 0,660 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 1,65 m

FORMULE (moto uniforme)		
Portata	$Q = AV$	dove A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	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	⇒	69,89
V	⇒	8,03 [m/sec]
Q	⇒	29,148 [m ³ /sec]

PROGETTAZIONE ATI:

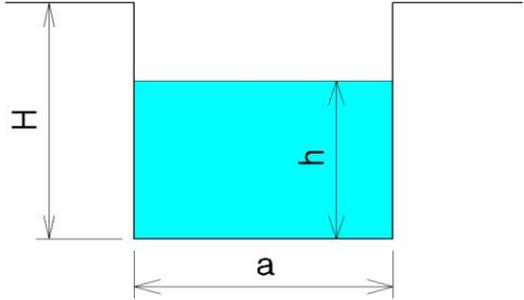
**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA QUADRATA**

Descrizione: S.S. n. 502 "Cingoli" - S.S. n. 78 "Picena" - Belforte del Chianti - Sarnano

Punto di sezione: 6_S_Sez_16-17

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)		
H	⇒ 1,70	ALTEZZA [m]
a	⇒ 1,70	[m]
h	⇒ 1,28	[m]
p	⇒ 2%	Pendenza
m	⇒ 0,35	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI		
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇒ 4,250 [m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇒ 2,1675 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒ 0,510 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 1,28 m

FORMULE (moto uniforme)		
Portata	$Q = AV$	dove A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	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	⇒	67,11
V	⇒	6,78 [m/sec]
Q	⇒	14,691 [m ³ /sec]