



REGIONE PUGLIA

Comune di CELENZA VAL.RE  
(Provincia di Foggia)



*Progetto Esecutivo*

COMPLETAMENTO LAVORI DI CONSOLIDAMENTO E  
MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE COLLINARE  
- CENTRO URBANO - VALLE VIA F.LLI BANDIERA

TITOLO ELABORATO	ALLEGATO	
RELAZIONE IDRAULICA-IDROLOGICA	<i>M</i>	
Spazi per Timbri e Firme	<i>Scala</i>	<i>Data</i>
		23/09/2013
	<i>Il progettista</i>	
	dott. ing. <b>Caterina INGELIDO</b>	
	<i>Il Responsabile del Procedimento</i>	
	dott. ing. <b>Antonio PERRELLA</b>	
	<i>Supporto Relazioni Specialistiche</i>	
	dott. ing. <b>Dino D'AMELIO</b>	
	<i>Il Sindaco</i>	
	<b>Massimo VENDITTI</b>	
Importo progetto Euro 2.600.000		

# **STUDIO IDRAULICO**

## **1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO**

Il presente documento costituisce la Relazione Idrologica ed Idraulica rientrante nel corpo degli elaborati tecnici previsti nell'ambito delle attività definite come "Messa in sicurezza del versante collinare a valle di Via Fratelli Bandiera" nel comune di Celenza Valfortore".

La finalità del Progetto proposto è quella di stabilizzare un'area interessata da un movimento franoso tuttora in atto.

Le informazioni circa l'inquadramento e la descrizione delle aree dal punto di vista geologico-strutturale, geomorfologico, sismico, su cui si basa il presente elaborato, sono contenute in dettaglio nella Relazione Geologica e Geotecnica prodotta nell'ambito del progetto di cui sopra.

In particolare per un inquadramento generale della problematica idraulica inerente il collettamento del sistema delle acque meteoriche vanno affrontati i seguenti aspetti e le seguenti fasi di studio:

- Studio idrologico della curva delle piogge critiche;
- Analisi delle aree di bacino e dei coefficienti di riduzione;
- Analisi delle reti esistenti e dei recapiti;
- Dimensionamento delle reti di progetto;
- Verifiche dei canali ricettori a valle delle immissioni;

Per una lettura dei risultati ottenuti e di tutte le analisi effettuate si rimanda integralmente ai tabulati ed agli schemi grafici allegati.

Per quanto riguarda i profili e gli andamenti delle opere si rimanda alle tavole grafiche.

## **2. INQUADRAMENTO DELLO STUDIO**

Come accennato nella premessa grande rilevanza assume la conoscenza dei bacini affluenti con le aree specifiche e la rete idraulica esistente per l'allontanamento dell'acqua meteorica.

La tavola grafica allegata (Tav. 05) inerente il bacino imbrifero di Celenza Valfortore delimita tutte le aree scolanti che gravano sulla zona di abitato interessato. In particolare si può

notare che tutta l'acqua defluisce lungo i vicoli che immettono su via Fratelli Bandiera ed attraverso un sistema di raccolta costituite da griglie e pozzetti viene smaltita, a mezzo di fessure o canali presenti sul muro di sostegno ubicato a valle di via Fratelli Bandiera, sul versante di valle della zona stessa, in maniera del tutto casuale oltre che direttamente sul versante stesso, con ovvi problemi di erosione dello stesso,

Quest'acqua che non viene regimentata, confluisce, per scorrimento superficiale nella zona sotto la via Fratelli Bandiera da dove viene riversata lungo il versante sottostante per arrivare al canale ricettore a valle, aggravando la già precaria stabilità del versante.

L'area complessiva del sub - bacino idrografico che interessa le aree abitate ha una superficie complessiva di circa 1,8 ha.

L'intero nucleo del centro storico risulta in buona parte sprovvisto di aree a verde, con presenza quasi esclusiva di abitazioni e stradine pavimentate.

Nel centro storico le acque meteoriche defluiscono in parte per mezzo di una condotta esistente, e lungo le strade per poi confluire a grande velocità, visto le notevoli pendenze, sul versante a valle di Via Fratelli Bandiera.

### **3. STUDIO IDROLOGICO**

Lo studio idrologico sarà svolto in accordo a quanto indicato dalle Norme di Attuazione del “Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico per il bacino interregionale del Fiume Fortore” redatto dall'Autorità di Bacino Interregionale dei Fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore.

In particolare lo studio interesserà un areale di dettaglio, concordato unitamente alla zona del vallone interferente sottostante il versante a valle di via Fratelli Bandiera.

### **4. METODO DELLE CURVE INVILUPPO**

Il metodo delle Curve Inviluppo riportato dalle sopradette “Norme di Attuazione – assetto idraulico e di versante” e contenute nell'Allegato 1 “Indirizzi Tecnici per la redazione di studi e verifiche idrauliche” dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Fortore, fornisce i seguenti valori delle Portate di Piena:

Tempo di Ritorno	Curva Inviluppo
30	$Q = 10 * A^{0,75}$
100	$Q = 13 * A^{0,75}$
200	$Q = 16 * A^{0,75}$
500	$Q = 19 * A^{0,75}$

## 5. DATI BASE DELLO STUDIO IDRAULICO

Le portate di piena con tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni sono state desunte attraverso l'applicazione del metodo delle Curve Inviluppo (Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Fortore), del metodo CN-SCS, con curve di possibilità pluviometrica calcolate con metodologia propria del progetto VAPI Puglia del G.N.D.C.I. e attraverso formule razionali.

Per i successivi calcoli idraulici si utilizzerà il valore della portata di piena, con tempo di ritorno  $T_r=200$  anni, definito con il metodo delle Curve Inviluppo che rappresenta il massimo valore determinato con le varie metodologie.

*Bacino sotteso Centro Abitato: superficie  $S = 0,018540 \text{ km}^2 = \text{Ha } 1.85.40$*

Tempo di Ritorno	Curva Inviluppo	Portata di Piena ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
30	$Q = 10 * A^{0,75}$	0,50
100	$Q = 13 * A^{0,75}$	0,65
200	$Q = 16 * A^{0,75}$	<b>0,80</b>
500	$Q = 19 * A^{0,75}$	0,95

*Bacino sotteso Sez. 39 canale: superficie  $S = 0.4025 \text{ km}^2 = \text{Ha } 40.25.00$*

Tempo di Ritorno	Curva Inviluppo	Portata di Piena ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
30	$Q = 10 * A^{0,75}$	5,05
100	$Q = 13 * A^{0,75}$	6,57
200	$Q = 16 * A^{0,75}$	<b>8,09</b>
500	$Q = 19 * A^{0,75}$	9,60

*Bacino sotteso Sez. 57 canale: superficie  $S = 1.0564 \text{ km}^2 = \text{Ha } 105.64.00$*

<b>Tempo di Ritorno</b>	<b>Curva Inviluppo</b>	<b>Portata di Piena</b> (m <sup>3</sup> /s)
30	$Q = 10 * A^{0,75}$	10,42
100	$Q = 13 * A^{0,75}$	13,55
200	$Q = 16 * A^{0,75}$	<b>16,67</b>
500	$Q = 19 * A^{0,75}$	19,80

## **6. CAPTAZIONE E CONVOGLIAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE**

Tutte le acque superficiali di ruscellamento del versante interessato saranno raccolte da un canale in materassi tipo Reno e gabbioni e da esso convogliate a valle verso il vallone di Carlantino.

Precisamente, per la regimentazione delle acque superficiali di ruscellamento si è prevista la realizzazione di:

- un primo tronco di fogna bianca con tubazione in PVC del diametro di mm 630, ubicato a ridosso della struttura di sostegno su micropali, prevista in progetto.
- un secondo tratto che si sviluppa lungo il versante, fino a raggiungere il sottostante canale, con tubazione in cemento vibrato del diametro di m 1000
- un primo tratto di canale costituito da una combinazione di gabbioni 2x1 m e materassi tipo Reno a formazione di un canale rettangolare largo 1 m da realizzare lungo la parte alta del versante;
- un secondo tratto di canale costituito da terreno naturale a formazione di un canale trapezoidale largo 1,5 m alla base minore e 5,0 m alla base maggiore ed una altezza di mt 2,00 da realizzare lungo la restante parte del versante.

I gabbioni sono parallelepipedi in rete a doppia torsione a maglia esagonale, di largo uso negli interventi di consolidamento e di difesa dei centri abitati e delle infrastrutture stradali. Alle strutture in gabbioni vanno riconosciute, oltre alla facilità di assemblaggio e di posa in opera, altre proprietà di elevato pregio come:

- la capacità drenante ovvero la capacità di allontanare l'acqua a tergo della struttura, attenuando uno dei fattori di instabilità del terreno;

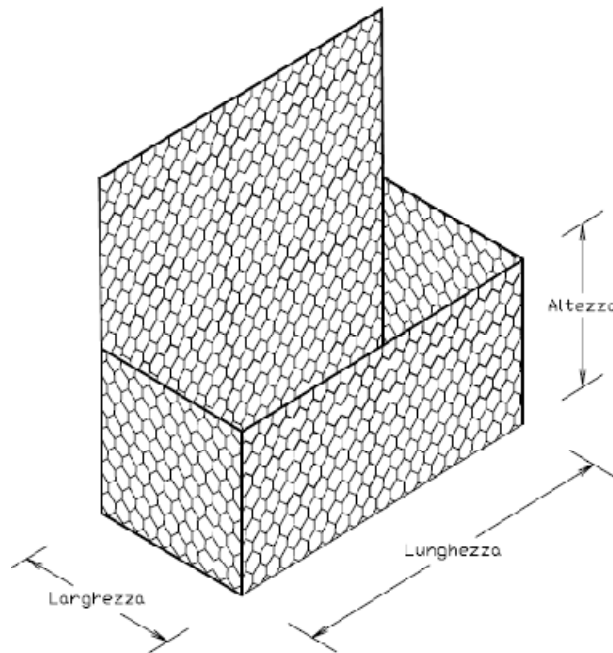
- la deformabilità ovvero la capacità di adeguarsi alle molteplici e disomogenee evoluzioni del terreno legate ad esempio ad inattesi cedimenti.

Inoltre la presenza della rete a doppia torsione rende la struttura armata in grado di assorbire sia sollecitazioni a compressione sia a trazione.

Negli ultimi decenni le opere in gabbioni hanno trovato larga applicazione anche nell'ambito degli interventi di mitigazione dell'impatto ambientale, rientrando tra quelle strutture che non ostacolano, bensì favoriscono, la ripresa della vegetazione danneggiata dai grossi interventi di antropizzazione. Queste strutture rappresentano oggi il miglior connubio tra le esigenze strutturali e quelle ambientali, infatti a differenza delle strutture in cemento armato, combinandosi con piante vive si integrano perfettamente all'ambiente circostante.

Le gabbionate sono contraddistinte da una estrema facilità di posa in opera, non richiedono l'uso di attrezzature particolari se non normali attrezzi da cantiere. Gli elementi prismatici sono collegati tra loro mediante legature continue eseguite con filo di acciaio delle stesse caratteristiche di quello usato per la tessitura della rete o con punti metallici meccanizzati in acciaio ad alta resistenza.

In queste opere una importanza notevole è ricoperta anche dal materiale di riempimento che, oltre ad avere un elevato peso specifico, deve essere non friabile e non gelivo. La pezzatura deve essere superiore alle dimensioni della maglia.



## 7. VERIFICA IDRAULICA DELLE SEZIONI DEI CANALI

L'analisi di verifica idraulica è effettuata nella ipotesi di moto permanente, sulla base di una portata di piena per un tempo di ritorno  $T = 200$  anni, che deve smaltire le acque del bacino di progetto situato a Nord-Est dell'abitato di Celenza Valfortore (FG), nei pressi del versante a valle di via Fratelli Bandiera, avente le caratteristiche definite nei paragrafi precedenti.

Per la determinazione della portata massima che può defluire attraverso le sezioni e per verificare, quindi, le sezioni di progetto si applica la nota relazione di Chezy:

$$Q = X \cdot A \cdot (R \cdot i)^{1/2}$$

con:

$X = K_S R^{1/6}$  = coeff. di scabrezza (formula di Gauckler- Strickler);

$K_S$  = coeff. di resistenza pareti ( $m^{1/3}/s$ );

$R = A/C$  raggio idraulico;

$A$  = area di sezione liquida;

$C$  = perimetro bagnato;

$i$  = pendenza della soglia di fondo.

L'analisi idraulica viene condotta sulle sezioni trasversali di seguito elencate, interessate dagli interventi di natura idraulica:

- Sezione trapezia del canale tipo 1;
- Sezione trapezia del canale tipo 2;
- Sezione circolare condotta  $\Phi 630$ ;
- Sezione circolare condotta  $\Phi 1000$ .

## 7.1 Verifica canale a sezione trapezia – Tratto n° 1

La sezione che si verifica nel seguito è quella utilizzata per il rivestimento e regolarizzazione dell'incile naturale costituente il primo tratto dell'asta principale del bacino idrografico di progetto.

I dati di letteratura per i canali (Datei, 1999) forniscono per il rivestimento “in pietrame ad opera incerta” un range per il coefficiente di resistenza  $20 < kS < 50$ ; in accordo con i valori forniti da AdB Fortore si assume per esso in fase di calcolo un valore medio pari a  $kS=40$  ( $m^{1/3}/s$ ).

### Dati della sezione

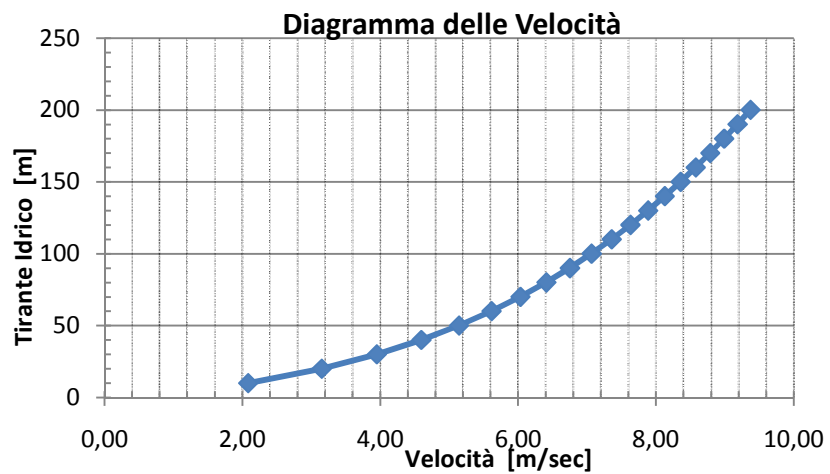
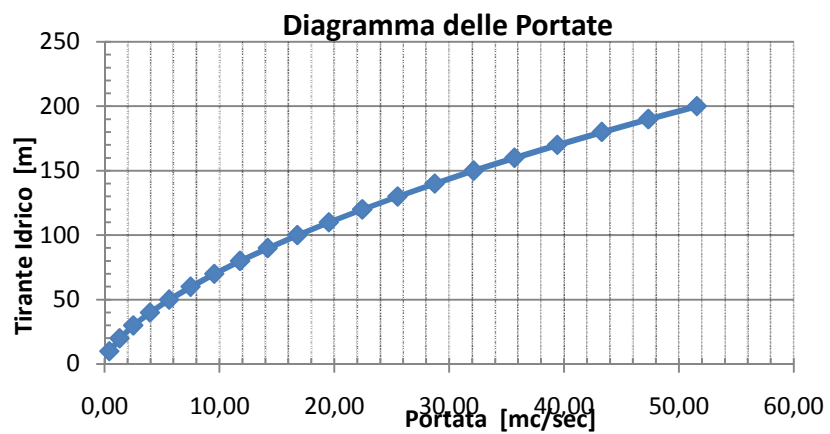
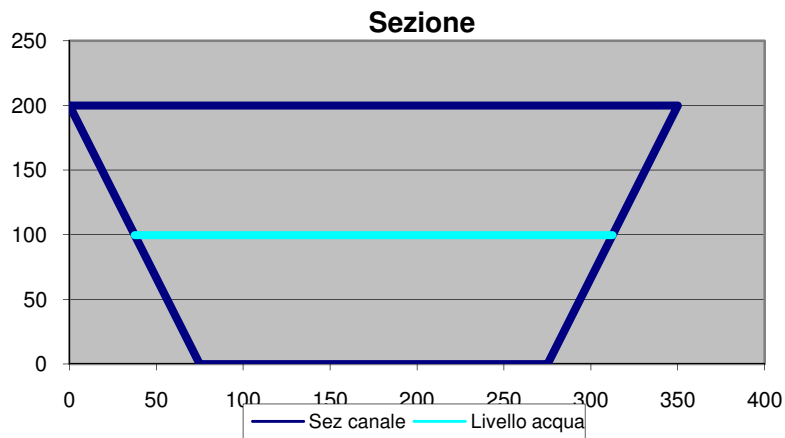
<b>H=</b>	<b>200</b>	cm	(Altezza sezione)
<b>b=</b>	<b>100</b>	cm	(Base minore sezione)
<b>B=</b>	<b>250</b>	cm	(Base maggiore)
<b>Angolo</b>	<b>20.5664715</b>	gradi	
<b>Area=</b>	<b>3.50</b>	mq	
<b>Pendenza</b>	<b>6.54</b>	%	
<b>K</b>	<b>40</b>	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
<b>Portata di progetto</b>	<b>8.09</b>	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
10	121,36	0,104	0,085	0,21	1,99
20	142,72	0,215	0,151	0,62	2,90
30	164,08	0,334	0,203	1,18	3,54
40	185,45	0,460	0,248	1,86	4,04
50	206,81	0,594	0,287	2,64	4,45
60	228,17	0,735	0,322	3,53	4,81
70	249,53	0,884	0,354	4,53	5,12
80	270,89	1,040	0,384	5,62	5,40
90	292,25	1,204	0,412	6,82	5,66
100	313,61	1,375	0,439	8,12	5,90
110	334,98	1,554	0,464	9,53	6,13
120	356,34	1,740	0,488	11,04	6,34
130	377,70	1,934	0,512	12,66	6,55
140	399,06	2,135	0,535	14,40	6,74
150	420,42	2,344	0,558	16,25	6,93
160	441,78	2,561	0,580	18,21	7,11
170	463,14	2,784	0,601	20,29	7,29
180	484,51	3,016	0,622	22,49	7,46
190	505,87	3,254	0,643	24,81	7,62
200	527,23	3,501	0,664	27,26	7,79



La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
99,73	313,16	1,371	0,438	8,091	5,89923



## 7.2 Verifica canale a sezione trapezia – Tratto n° 2

La sezione che si verifica nel seguito è quella utilizzata per il rivestimento e regolarizzazione dell'incile naturale relativo al secondo tronco dell'asta principale del bacino idrografico di progetto.

I dati di letteratura per i canali (Datei, 1999) forniscono per il rivestimento “in pietrame ad opera incerta” un range per il coefficiente di resistenza  $20 < kS < 50$ ; in accordo con i valori forniti da AdB Fortore si assume per esso in fase di calcolo un valore medio pari a  $kS=40$  (m<sup>1/3</sup>/s).

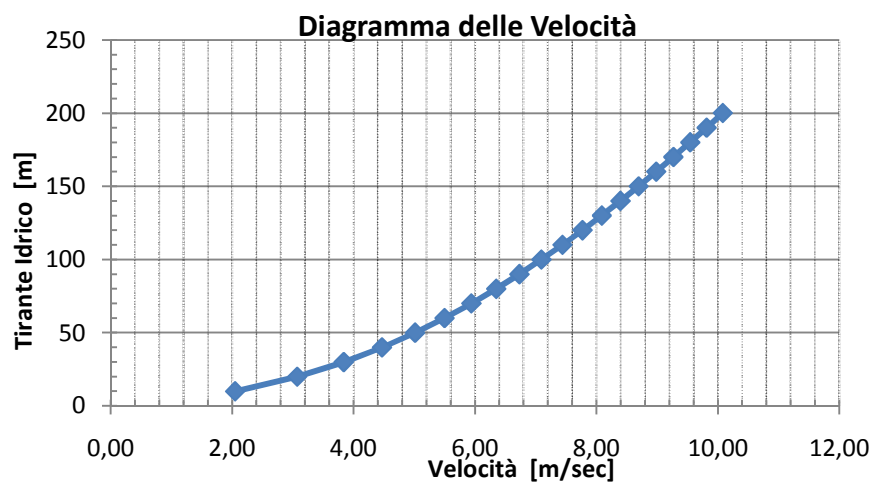
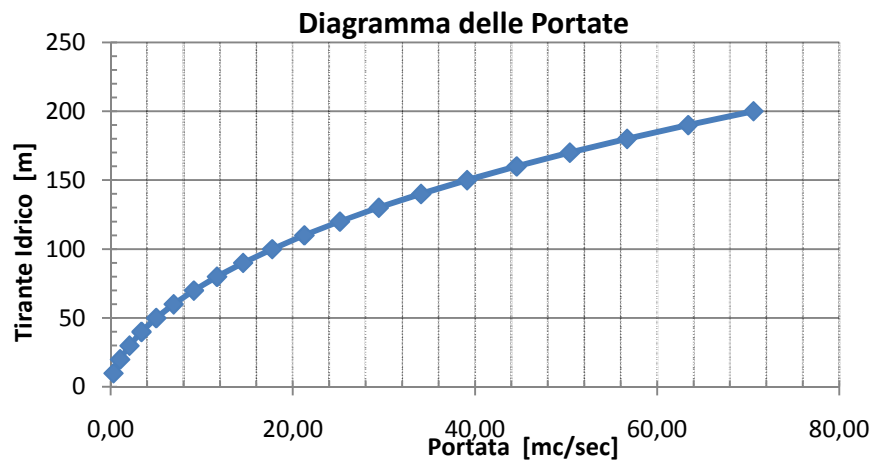
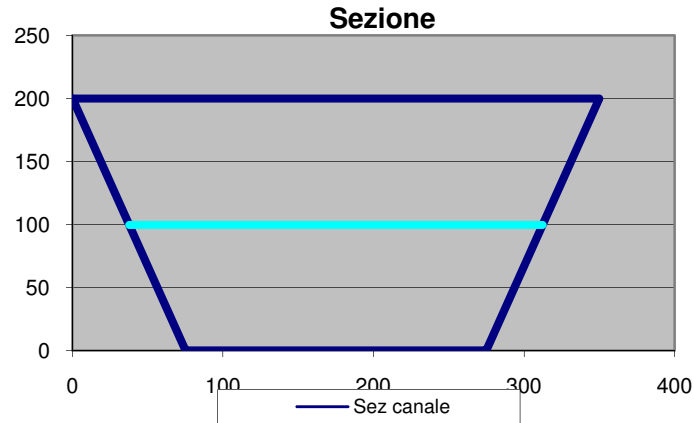
### Dati della sezione

<b>H=</b>	<b>200</b>	cm	(Altezza sezione)
<b>b=</b>	<b>150</b>	cm	(Base minore sezione)
<b>B=</b>	<b>500</b>	cm	(Base maggiore)
<i>Angolo</i>	<b>41.20682</b>	gradi	
<i>Area=</i>	<b>6.50</b>	mq	
<b>Pendenza</b>	<b>6.54</b>	%	
<b>K</b>	<b>40</b>	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
<b>Portata di progetto</b>		<b>16.67</b>	mc/sec

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
10	176,58	0,159	0,090	0,33	2,05
20	203,17	0,335	0,165	1,03	3,08
30	229,75	0,529	0,230	2,03	3,84
40	256,34	0,740	0,289	3,31	4,47
50	282,92	0,969	0,342	4,85	5,01
60	309,50	1,215	0,393	6,67	5,49
70	336,09	1,479	0,440	8,75	5,92
80	362,67	1,760	0,485	11,12	6,32
90	389,25	2,059	0,529	13,78	6,69
100	415,84	2,376	0,571	16,73	7,04
110	442,42	2,710	0,612	19,99	7,38
120	469,01	3,061	0,653	23,56	7,70
130	495,59	3,430	0,692	27,45	8,00
140	522,17	3,816	0,731	31,67	8,30
150	548,76	4,220	0,769	36,24	8,59
160	575,34	4,642	0,807	41,15	8,87
170	601,93	5,081	0,844	46,42	9,14
180	628,51	5,537	0,881	52,05	9,40
190	655,09	6,011	0,918	58,06	9,66
200	681,68	6,503	0,954	64,46	9,91

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

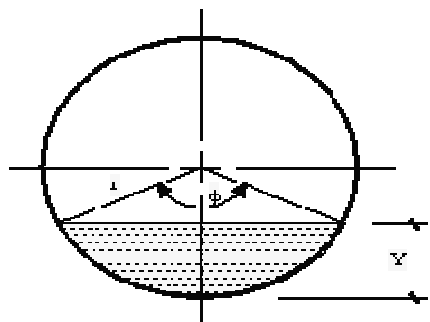
H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
99,79	415,28	2,370	0,570	16,670	7,0356



### 7.3 Verifica condotta sezione circolare $\Phi$ 630 mm

Si riporta nel seguito la verifica idraulica dello speco nell'ipotesi di moto uniforme, come per le precedenti verifiche riportate nei punti precedenti.

Il valore assunto per il coefficiente di resistenza di Gauckler-Strickler è  $kS=120$  ( $m^{1/3}/s$ ).



$$Y = r \times \left(1 - \cos\left(\frac{\phi}{2}\right)\right)$$

$$A = \frac{r^2}{2} \times (\phi - \sin\phi)$$

$$C = r \times \phi$$

$$R = \frac{A}{C}$$

$$\% = \frac{Y}{2 \times r}$$

Dati canale: Diametro= **0,60** metri  
 Area 0,2827431 mq  
 Pendenza canale= **0,0365** m/m  
 Coeff ScabrezzaG.-Strickler= **120**  
 Portata di progetto= **0,8** mc/s

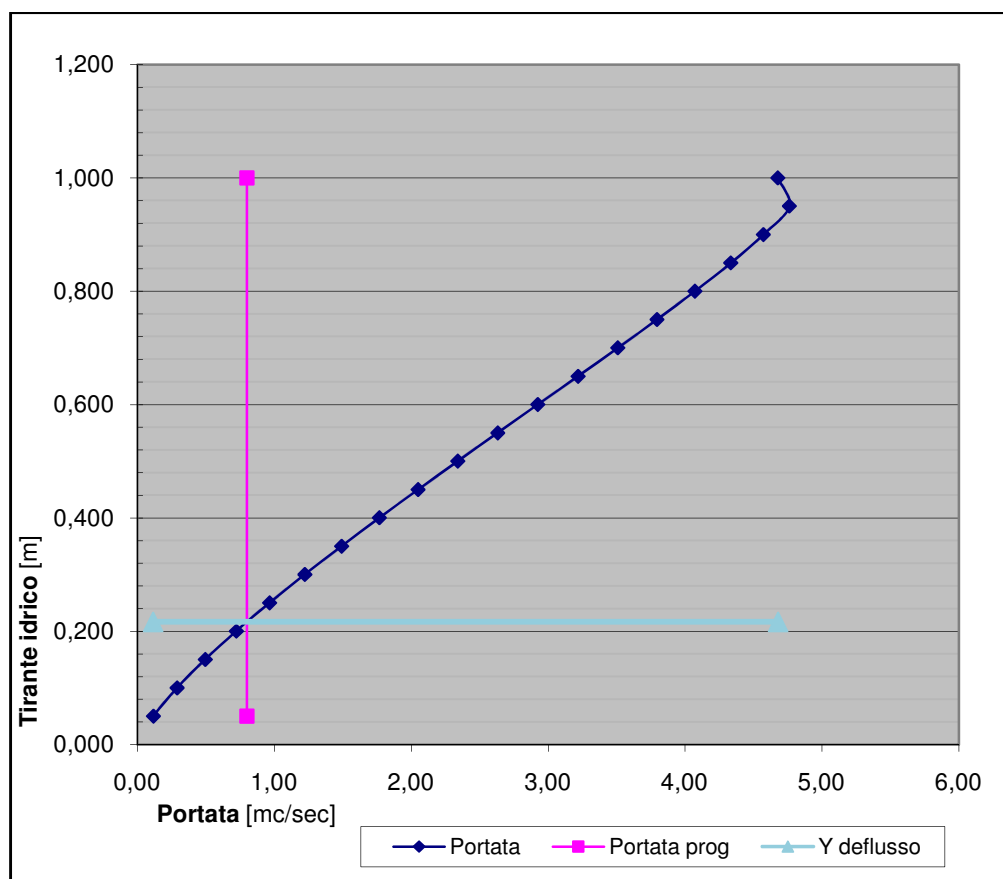
Lunghezza= **10,00** metri  
 L/D= **15,9**

in % **3,65**

% riempim.	gradi	rad.	Area defl.	Cont. Bagn.	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s
5%	51,68	0,90	0,01	0,27	0,05	0,05	0,030	3,701
10%	73,74	1,29	0,03	0,39	0,07	0,13	0,060	4,635
15%	91,15	1,59	0,04	0,48	0,09	0,22	0,090	5,274
20%	106,26	1,85	0,06	0,56	0,10	0,33	0,120	5,767
25%	120,00	2,09	0,07	0,63	0,11	0,44	0,150	6,171
30%	132,84	2,32	0,08	0,70	0,12	0,55	0,180	6,512
35%	145,08	2,53	0,10	0,76	0,13	0,67	0,210	6,805
40%	156,93	2,74	0,11	0,82	0,14	0,80	0,240	7,060
45%	168,52	2,94	0,13	0,88	0,14	0,93	0,270	7,282
50%	180,00	3,14	0,14	0,94	0,15	1,06	0,300	7,476
55%	191,48	3,34	0,16	1,00	0,16	1,19	0,330	7,645
60%	203,07	3,54	0,17	1,06	0,16	1,32	0,360	7,790
65%	214,92	3,75	0,18	1,13	0,16	1,45	0,390	7,912
70%	227,16	3,96	0,20	1,19	0,17	1,59	0,420	8,012
75%	240,00	4,19	0,21	1,26	0,17	1,71	0,450	8,087
80%	253,74	4,43	0,23	1,33	0,17	1,84	0,480	8,135
85%	268,85	4,69	0,24	1,41	0,17	1,96	0,510	8,150
90%	286,26	5,00	0,25	1,50	0,17	2,07	0,540	8,119
95%	308,32	5,38	0,27	1,61	0,17	2,15	0,570	8,011
100%	360,00	6,28	0,28	1,88	0,15	2,11	0,600	7,476

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

40%	157,11	2,74	0,11	0,82	0,14	0,80	0,240	7,063
-----	--------	------	------	------	------	------	-------	-------



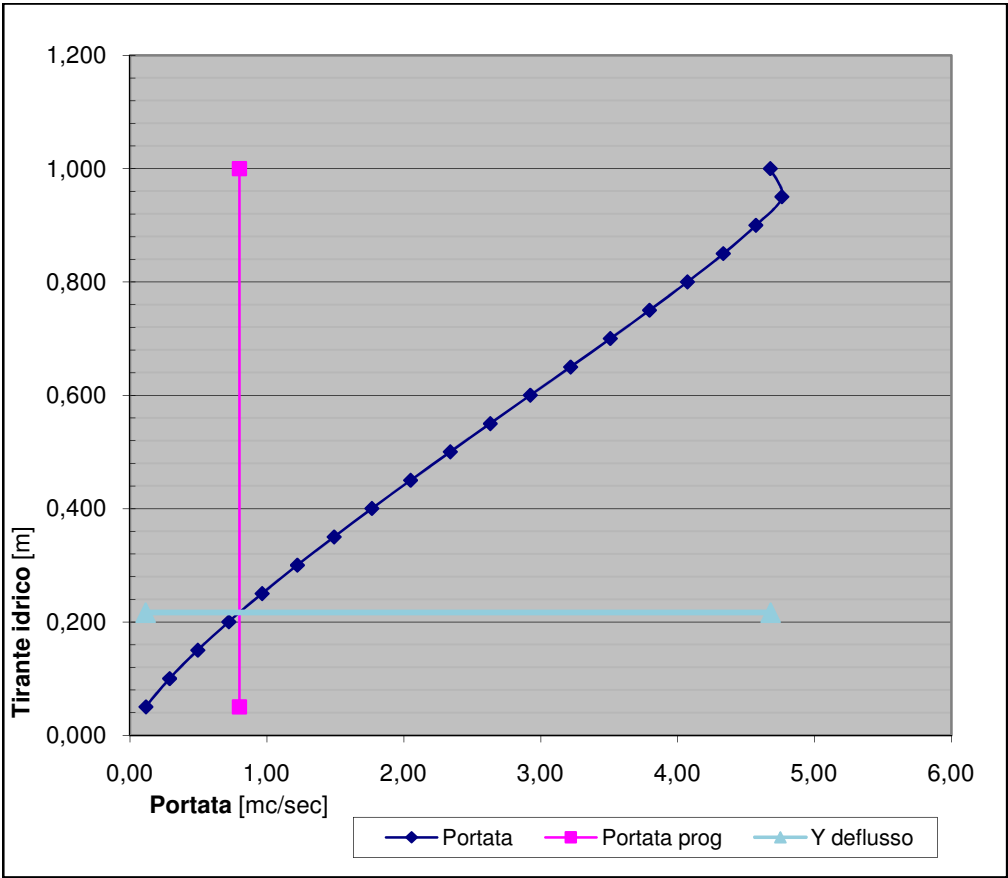
## 7.4 Verifica condotta sezione circolare $\Phi$ 1000 mm

Dati canale:      Diametro= **1,00** metri      Lunghezza= **39,69** metri  
                          Area 0,7853975 mq      L/D= **39,7**  
                          Pendenza canale= **0,0626** m/m      in % **6,26**  
                          Coeff ScabrezzaG.-Strickler= **60**  
                          Portata di progetto= **0,8** mc/s

% riempim.	gradi	rad.	Area defl.	Cont. Bagn.	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s
5%	51,68	0,90	0,04	0,45	0,09	0,12	0,050	2,949
10%	73,74	1,29	0,08	0,64	0,12	0,29	0,100	3,694
15%	91,15	1,59	0,12	0,80	0,15	0,50	0,150	4,202
20%	106,26	1,85	0,16	0,93	0,17	0,72	0,200	4,596
25%	120,00	2,09	0,20	1,05	0,19	0,97	0,250	4,918
30%	132,84	2,32	0,24	1,16	0,20	1,22	0,300	5,189
35%	145,08	2,53	0,27	1,27	0,22	1,49	0,350	5,423
40%	156,93	2,74	0,31	1,37	0,23	1,77	0,400	5,626
45%	168,52	2,94	0,35	1,47	0,24	2,05	0,450	5,803
50%	180,00	3,14	0,39	1,57	0,25	2,34	0,500	5,958
55%	191,48	3,34	0,43	1,67	0,26	2,63	0,550	6,092
60%	203,07	3,54	0,47	1,77	0,27	2,93	0,600	6,208
65%	214,92	3,75	0,51	1,88	0,27	3,22	0,650	6,305
70%	227,16	3,96	0,55	1,98	0,28	3,51	0,700	6,384
75%	240,00	4,19	0,59	2,09	0,28	3,80	0,750	6,444
80%	253,74	4,43	0,63	2,21	0,28	4,07	0,800	6,482
85%	268,85	4,69	0,67	2,35	0,28	4,34	0,850	6,494
90%	286,26	5,00	0,71	2,50	0,28	4,57	0,900	6,470
95%	308,32	5,38	0,75	2,69	0,28	4,76	0,950	6,384
100%	360,00	6,28	0,79	3,14	0,25	4,68	1,000	5,958

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

22%	110,88	1,94	0,17	0,97	0,18	0,80	0,216	4,708
-----	--------	------	------	------	------	------	-------	-------



Il progettista  
(ing. Caterina Ingelido)