

SCALA  <b>N.A.</b>	SEDE PROGETTO  <b>CAGLIARI</b>		FORMATO  <b>A4</b>	
REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	02/10/2023	Ing. R. Sacconi	Innova Service S.r.l.	SKI 40 S.r.l.
DATA  <b>02/10/2023</b>	TIPO DI EMISSIONE  <b>Prima Emissione</b>			
<b>Proponente - Sviluppo progetto FV:</b> <b>SKI 40 S.r.l.</b> Via Caradosso n. 9 - Milano (MI) P.IVA 11584400961 		<b>Studio di progettazione:</b> <b>LA SIA S.p.A.</b> Viale L. Schiavonetti, 28600173-Roma (RM) P.IVA 08207411003 		
PROGETTO  <b>Progetto Definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Mogoro Agrisolare” della potenza di picco di 65.902,20 kW + BESS, ubicato nel comune di Mogoro (OR), e relative opere di connessione alla RTN</b>				
TITOLO ELABORATO  <b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
<b>Coordinamento Progettisti:</b> <b>INNOVA SERVICE S.r.l.</b> Via Santa Margherita, 4 - 09124 Cagliari (CA) P.IVA 03379940921, PEC: <a href="mailto:innovaserviceca@pec.it">innovaserviceca@pec.it</a>				
<b>GRUPPO DI LAVORO:</b> <b>per INNOVA SERVICE S.r.l.</b> Giorgio Roberto Porpiglia - Architetto Silvio Matta - Ingegnere Elettrico Aurora Melis - Geometra		<b>per La SIA S.p.A.</b> Riccardo Sacconi - Ingegnere Civile Antonio Dedoni - Ingegnere Idraulico Alberto Mossa - Archeologo Simone Manconi - Geologo Franco Milito - Agronomo Francesco Paolo Pinchera - Biologo Rita Bosi - Agronomo		
NOME ELABORATO  <b>REL_SP_IDRA</b>			REV  <b>00</b>	

Provincia di Oristano

# COMUNE DI MOGORO

*PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO*

*AGRO-FOTOVOLTAICO*

*NEL COMUNE DI MOGORO*

## RELAZIONE IDRAULICA

INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CALCOLI IDROLOGICI.....</b>	<b>3</b>
2.1	<i>Determinazione dell'altezza di pioggia critica .....</i>	4
2.2	<i>Portate di piena bacini interni all'impianto .....</i>	5
<b>3</b>	<b>CALCOLI IDRAULICI.....</b>	<b>8</b>

## 1 PREMESSA

Il presente documento costituisce relazione di dimensionamento idraulico della rete di regimazione delle acque meteoriche interne di un impianto agro-fotovoltaico nel comune di Mogoro.

E' prevista una rete di smaltimento delle acque meteoriche delle nuove strade dell'impianto, progettata per tempi di ritorno dei fenomeni temporaleschi  $TR = 5$  anni, costituita da canalette continue in terra, con pendenza minima dello 1%, con sezione triangolare, base 400 mm (larghezza), 200 mm (altezza); le portate sono poi convogliate mediante delle tubazioni in cemento rotocompresso, diametro interno pari a 600 mm e pendenza 1%, di collegamento tra le canalette oppure ai corpi ricettori presenti nell'area.

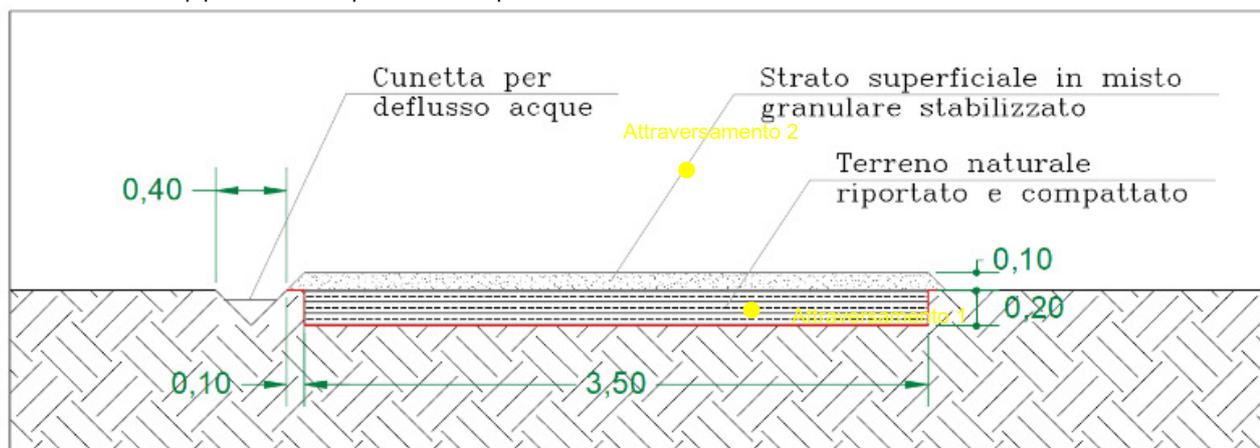


Figura 1 – Sezione trasversale strada con indicazione della cunetta

Dall'utilizzo del modello digitale del terreno, passo 10 m, fornito dal portale della Regione Sardegna, sono stati individuate le curve di livello dell'area dell'impianto.

## 2 CALCOLI IDROLOGICI

La portata sarà stimata simulando, mediante un modello deterministico a fondamento cinematico, il processo di trasformazione afflussi-deflussi che avviene nel bacino idrografico.

Le ipotesi di base del metodo sono:

- la formazione della piena è dovuta esclusivamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione in cui essa è caduta;
- la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna scorre indipendentemente dalle altre;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura.

La portata di massima piena che scaturisce dalle suddette ipotesi è fornita dalla relazione:

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \psi \cdot \frac{h_{T_c}}{T_c} \cdot S \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

dove:

- $T_c$  = tempo di corrivazione [ore]
- $S$  = superficie del bacino [ $\text{km}^2$ ]
- $h_{T_c}$  = pioggia critica di durata  $T_c$  [mm]
- $\psi$  = coefficiente di deflusso.

Lo ietogramma di progetto per la stima del coefficiente di afflusso è di tipo rettangolare, ovvero l'intensità della pioggia si suppone costante durante tutta la durata dell'evento meteorico. Questa ipotesi è applicabile al regime idrologico della Sardegna poiché le piogge presentano prevalentemente breve durata e alta intensità.

Il metodo cinematico solitamente ben si adatta alle stime di portata di piena dei piccoli bacini, fra i quali, con un criterio del tutto empirico possono essere classificati i bacini di estensione massima pari a qualche centinaio di  $\text{Km}^2$ , mentre per bacini di maggiori dimensioni fornisce risultati che in genere risultano sovrastimati.

### 2.1 Determinazione dell'altezza di pioggia critica

Per quanto riguarda la determinazione dell'altezza di pioggia critica lorda  $h_{T_c}$  da utilizzare per l'applicazione della formula razionale si fa usualmente ricorso alle curve di possibilità pluviometrica ricavate utilizzando la distribuzione TCEV.

La pioggia lorda  $h$  viene ricavata dalla nota formula:

$$h(T_p) = a \cdot T_p^n$$

dove:

$$\begin{cases} a = a_1 \cdot a_2 \\ n = n_1 + n_2 \end{cases}$$

SZO	Durata $\leq 1$ ora	Durata $> 1$ ora
Sottozona 1	$a=0.46420+1.0376 \cdot \text{Log}(T)$	$a=0.46420+1.0376 \cdot \text{Log}(T)$
	$n=-0.18488+0.22960 \cdot \text{Log}(T)-3.3216 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$n=-1.0469 \cdot 10^{-2}-7.8505 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$
Sottozona 2	$a=0.43797+1.0890 \cdot \text{Log}(T)$	$a=0.43797+1.0890 \cdot \text{Log}(T)$
	$n=-0.18722+0.24862 \cdot \text{Log}(T)-3.36305 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$n=-6.3887 \cdot 10^{-3}-4.5420 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$
Sottozona 3	$a=0.40926+1.1441 \cdot \text{Log}(T)$	$a=0.40926+1.1441 \cdot \text{Log}(T)$
	$n=-0.19060+0.264438 \cdot \text{Log}(T)-3.8969 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$n=1.4929 \cdot 10^{-2}+7.1973 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$

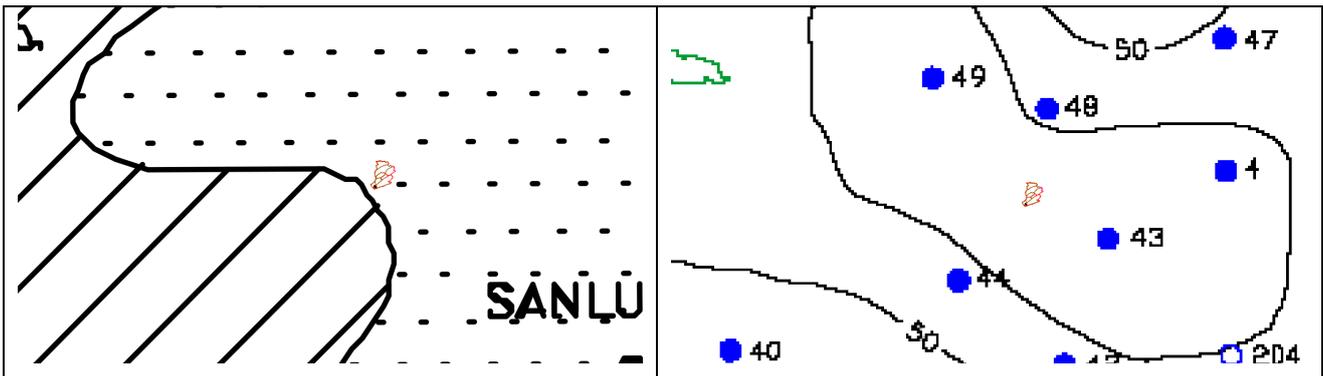
I valori di  $a_1$  e  $n_1$  si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera  $\mu_g$  data dalla media dei massimi annui di precipitazione giornaliera; tali valori sono stati calcolati per diverse zone della Sardegna secondo la carta delle Isoiete.

$$a_1 = \frac{\mu_g}{0,886 \cdot 24^{n_1}}$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \log \mu_g$$

Per quanto riguarda a2 e n2 si determinano con relazioni differenti per tempi di ritorno TR maggiori o minori di 10 anni, per durate di pioggia Tp maggiori o minori di 1 ora e a seconda delle 3 sottozone omogenee (SZO) in cui è stata suddivisa la Sardegna1.

Le superfici scolanti che interessano l'area di intervento ricadono nella SZO 2. E' stato utilizzato un coefficiente  $\mu_g$  pari a 53.



## 2.2 Portate di piena bacini interni all'impianto

L'evento di precipitazione considerato ai fini della verifica della rete di scarico delle acque meteoriche è dato da uno istogramma di durata T stimato come la somma del tempo di accesso in rete più il tempo di percorrenza della rete.

Sulla base della tipologia di strada è stato attribuito un coefficiente di afflusso pari a 0,7.

Nella tabella sotto riportata sono indicate le portate per ciascun tratto di strada:

---

Tratto di strada	Superficie [mq]	Portata tempo di ritorno 5 anni [l/s]
1-2	2328	30.4
3-2	315	10.9
2-4	3243	34.5
4-5	990	21.0
6-8	1740	27.0
7-8	2340	30.5
8-9	4680	39.3
10-12	630	16.6
11-12	315	10.9
13-15	810	19.0
14-15	240	9.0
17-18	3660	36.1
16-18	1620	26.2
19-20	1350	24.2
20-22	825	19.2
21-22	450	13.7
21-23	330	11.2
24-23	540	15.2

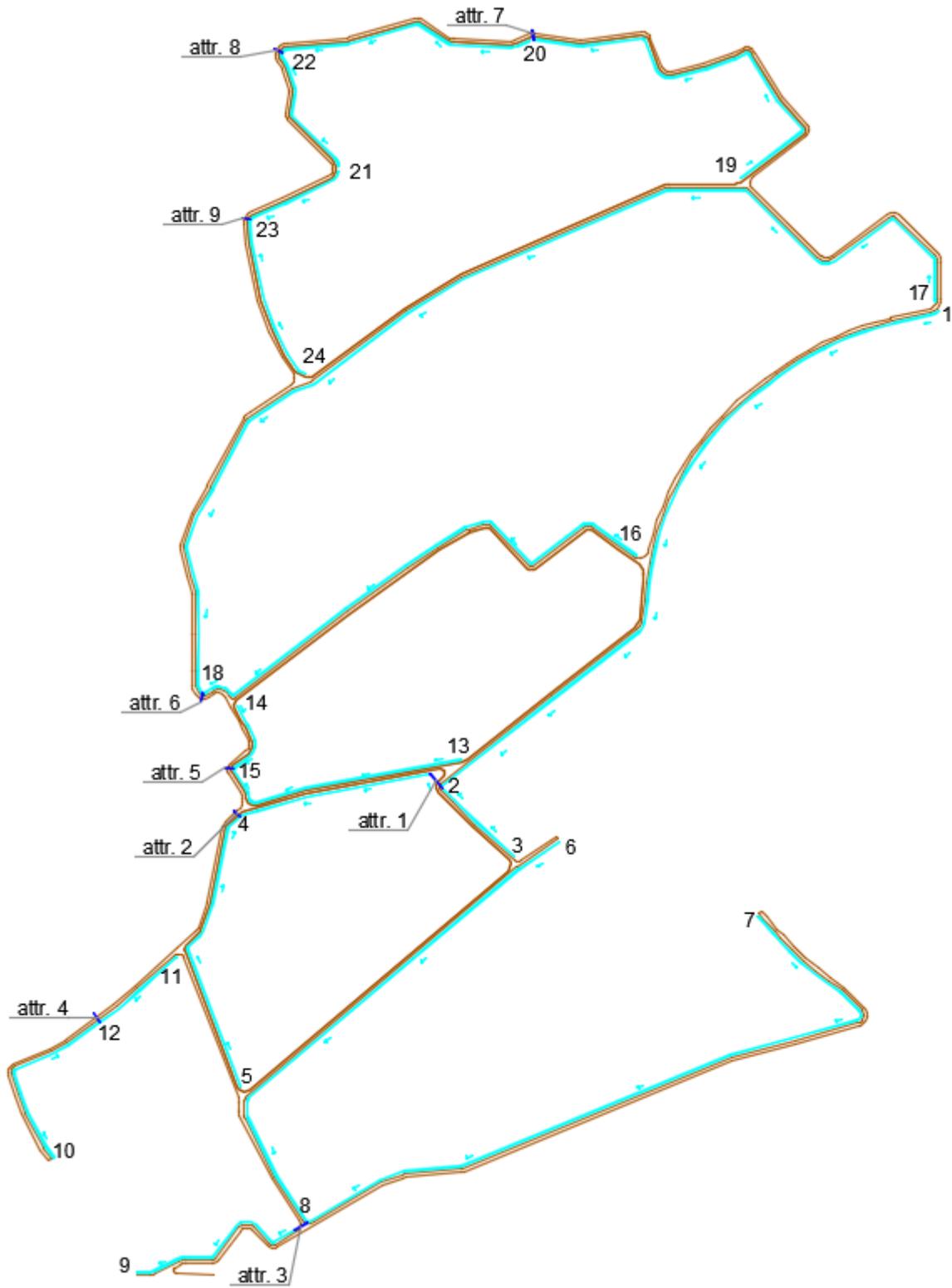


Figura 2 – Planimetria delle caditoie e attraversamenti viabilità

### 3 CALCOLI IDRAULICI

Per la verifica idraulica della rete sono stati individuati le superfici scolanti relativi a ciascun tratto della rete.

#### VERIFICA IDRAULICA A PELO LIBERO DELLE CANALETTE E DELLE TUBAZIONI

La verifica idraulica dei tratti a pelo libero in progetto è stata effettuata utilizzando la formula di Chezy-Bazin che assume la seguente formula:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Dove:

- Q = portata (mc/s);
- A = sezione bagnata
- C = contorno bagnato
- R = raggio idraulico = A/C
- i = pendenza del collettore

$\chi$  = coefficiente di scabrezza calcolato come segue:

$$\chi = ks \cdot R^{1/6} \quad \text{dove:}$$

ks = coefficiente di Strikler.

Nel caso particolare si è adottato un valore del coefficiente di Strikler pari a 60 per le canalette in terra e pari a 80 per le tubazioni in cemento in servizio.

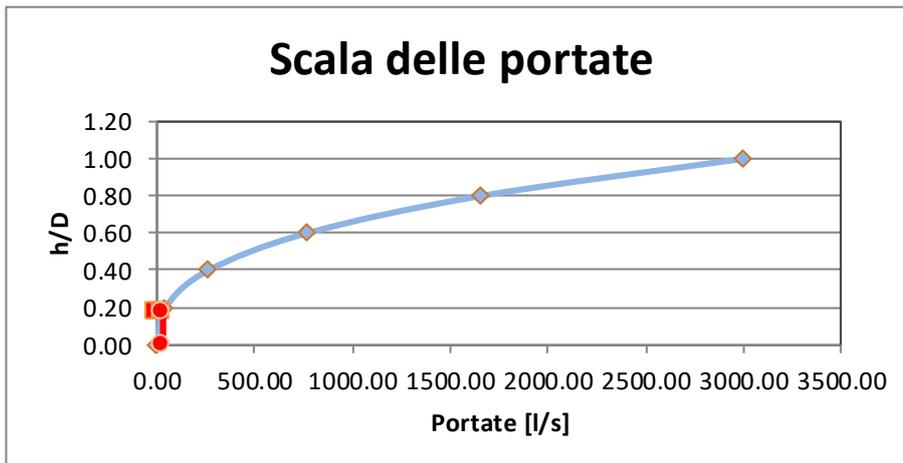
Sono state verificati i tratti principali del sistema di canalette (quelli con portate maggiori) e le tubazioni di attraversamento e di scarico diametro interno 600 mm.

Le canalette continue sono realizzate in terra, con pendenza minima dello 1,0 %, con sezione triangolare, base 400 mm (larghezza), 200 mm (altezza).

Si riporta di seguito una tabella con indicazione dei tratti oggetto di verifica.

<b>Canaletta o tubazione</b>	<b>Superfici raccolte</b>	<b>Portata [l/s]</b>	<b>Caratteristiche geometriche</b>
<b>Canaletta tratto 1-2</b>	Strada 1-2	30.4	Sezione triangolare B= 400 mm H= 200mm, Pendenza minima 1,0%
<b>Canaletta tratto 8-9</b>	Strada 8-9	39.3	Sezione triangolare B= 400 mm H= 200mm, Pendenza minima 1,0%
<b>Canaletta tratto 17-18</b>	Strada 17-18	36.1	Sezione triangolare B= 400 mm H= 200mm, Pendenza minima 1,0%
<b>Tubazione Attraversamento 2</b>	Strade 4-2 + 4-5	55.5	Tubazione in cemento diametro 600 mm Pendenza 1,0%
<b>Tubazione Attraversamento 3</b>	Strade 7-8 + 6-8	57.5	Tubazione in cemento diametro 600 mm Pendenza 1,0%
<b>Tubazione Attraversamento 6</b>	Strade 16-18 + 17-18	62.3	Tubazione in cemento diametro 600 mm Pendenza 1,0%

Canaletta tratto 1-2							
Materiale attraversamento					Terra		
BASE [m]					0		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [ $m^{1/3}/s$ ]					60		
Pendenza sponde					1		
Pendenza [m/m]					0.010		
h	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.18	0.03	0.51	0.06	37.87	30.40	0.95	79.85



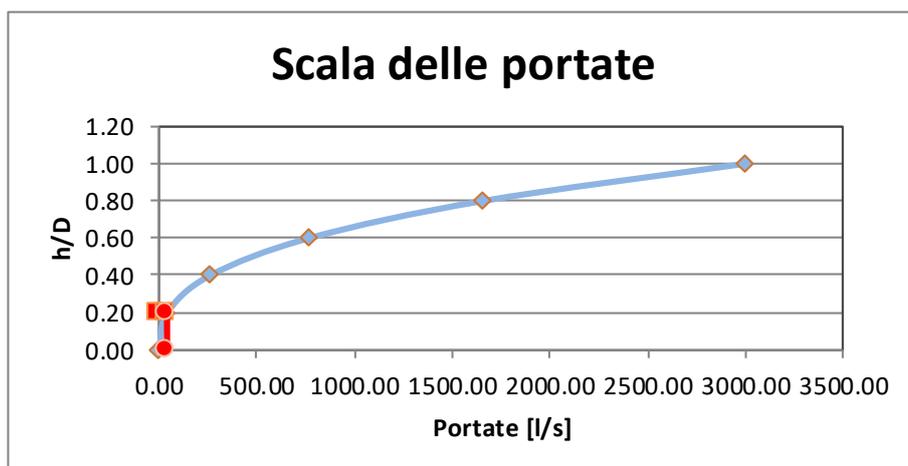
Legenda:

h: altezza idrica
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
$\chi$ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate

h	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	0.04	0.57	0.07	38.58	41.04	1.03	100.00

Canaletta tratto 8-9							
Materiale attraversamento					Terra		
BASE [m]					0		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [ $m^{1/3}/s$ ]					60		
Pendenza sponde					1		
Pendenza [m/m]					0.010		
h	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.20	0.04	0.56	0.07	38.48	39.30	1.01	96.80



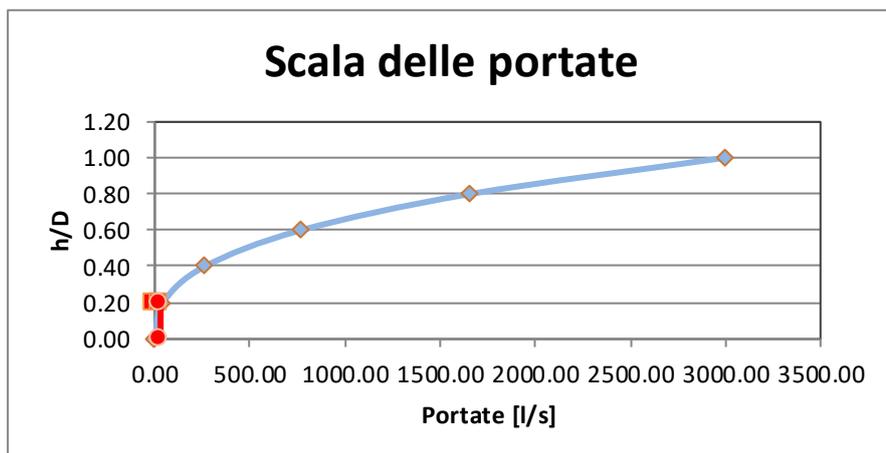
Legenda:

h: altezza idrica
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
$\chi$ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate

h	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	0.04	0.57	0.07	38.58	41.04	1.03	100.00

Canaletta tratto 17-18							
Materiale attraversamento					Terra		
BASE [m]					0		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [ $m^{1/3}/s$ ]					60		
Pendenza sponde					1		
Pendenza [m/m]					0.010		
h	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.19	0.04	0.54	0.07	38.28	36.10	0.99	90.83



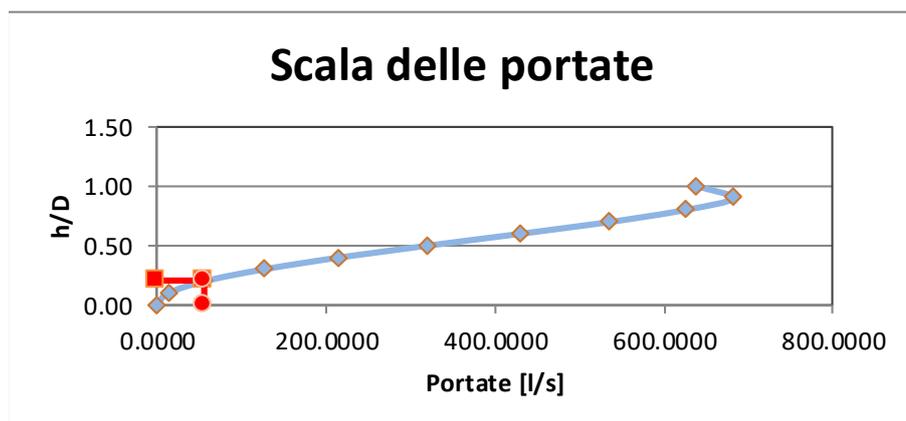
Legenda:

h: altezza idrica
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
$\chi$ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate

h	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	0.04	0.57	0.07	38.58	41.04	1.03	100.00

Attrav.2							
Materiale tubazione					CEMENTO		
Diametro interno (mm)					600		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [ $m^{1/3}/s$ ]					80		
Pendenza [m/m]					0.010		
Portata progetto [l/s]					55.500		
h/D	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.20	0.04	0.56	0.07	51.61	55.50	1.39	14.16



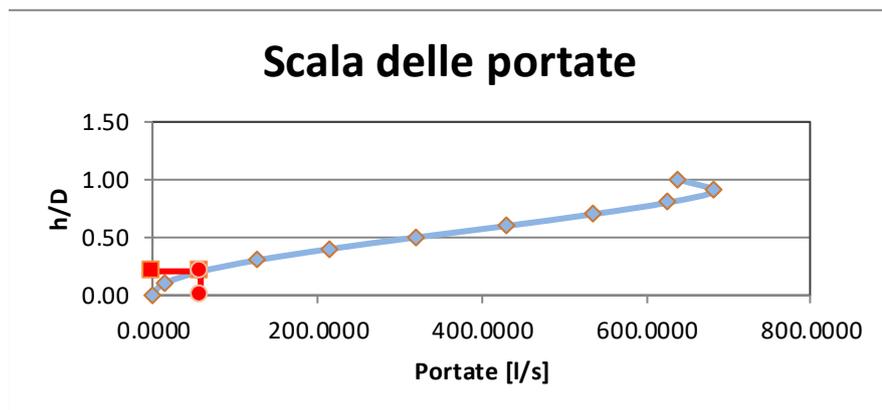
Legenda:

h/D: rapporto altezza/diametro
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
$\chi$ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

#### Scala delle portate tubazione

h/D	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
0.10	0.01	0.39	0.04	46.41	13.3320	0.91	5.20
0.20	0.04	0.56	0.07	51.64	55.9206	1.39	14.24
0.30	0.07	0.70	0.10	54.73	125.0523	1.75	25.23
0.40	0.11	0.82	0.13	56.83	215.1910	2.04	37.35
0.50	0.14	0.94	0.15	58.31	319.2860	2.26	50.00
0.60	0.18	1.06	0.17	59.34	429.0183	2.42	62.65
0.70	0.21	1.19	0.18	59.99	534.6365	2.53	74.77
0.80	0.24	1.33	0.18	60.25	624.1830	2.57	85.76
0.90	0.27	1.50	0.18	60.05	680.5883	2.54	94.80
1.00	0.28	1.88	0.15	58.31	638.5720	2.26	100.00

Attrav.3							
Materiale tubazione					CEMENTO		
Diametro interno (mm)					600		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [ $m^{1/3}/s$ ]					80		
Pendenza [m/m]					0.010		
Portata progetto [l/s]					57.500		
h /D	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.20	0.04	0.56	0.07	51.75	57.50	1.40	14.52



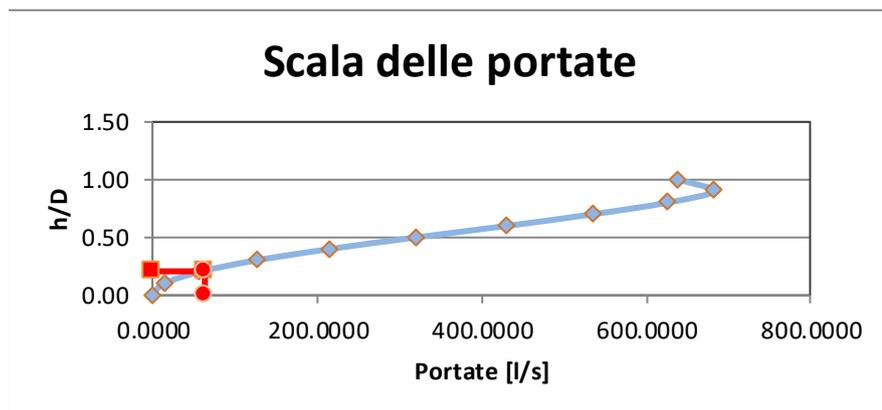
Legenda:

h/D: rapporto altezza/diametro
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
$\chi$ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate tubazione

h /D	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
0.10	0.01	0.39	0.04	46.41	13.3320	0.91	5.20
0.20	0.04	0.56	0.07	51.64	55.9206	1.39	14.24
0.30	0.07	0.70	0.10	54.73	125.0523	1.75	25.23
0.40	0.11	0.82	0.13	56.83	215.1910	2.04	37.35
0.50	0.14	0.94	0.15	58.31	319.2860	2.26	50.00
0.60	0.18	1.06	0.17	59.34	429.0183	2.42	62.65
0.70	0.21	1.19	0.18	59.99	534.6365	2.53	74.77
0.80	0.24	1.33	0.18	60.25	624.1830	2.57	85.76
0.90	0.27	1.50	0.18	60.05	680.5883	2.54	94.80
1.00	0.28	1.88	0.15	58.31	638.5720	2.26	100.00

Attrav.6							
Materiale tubazione					CEMENTO		
Diametro interno (mm)					600		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [ $m^{1/3}/s$ ]					80		
Pendenza [m/m]					0.010		
Portata progetto [l/s]					62.299		
h /D	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.21	0.04	0.57	0.08	52.05	62.30	1.43	15.37



Legenda:

h/D: rapporto altezza/diametro
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
$\chi$ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate tubazione

h /D	A [m <sup>2</sup> ]	B [m]	R [m]	$\chi$	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
0.10	0.01	0.39	0.04	46.41	13.3320	0.91	5.20
0.20	0.04	0.56	0.07	51.64	55.9206	1.39	14.24
0.30	0.07	0.70	0.10	54.73	125.0523	1.75	25.23
0.40	0.11	0.82	0.13	56.83	215.1910	2.04	37.35
0.50	0.14	0.94	0.15	58.31	319.2860	2.26	50.00
0.60	0.18	1.06	0.17	59.34	429.0183	2.42	62.65
0.70	0.21	1.19	0.18	59.99	534.6365	2.53	74.77
0.80	0.24	1.33	0.18	60.25	624.1830	2.57	85.76
0.90	0.27	1.50	0.18	60.05	680.5883	2.54	94.80
1.00	0.28	1.88	0.15	58.31	638.5720	2.26	100.00