

Proponente

**FLUMINI MANNU**

**FLUMINI MANNU LIMITED**

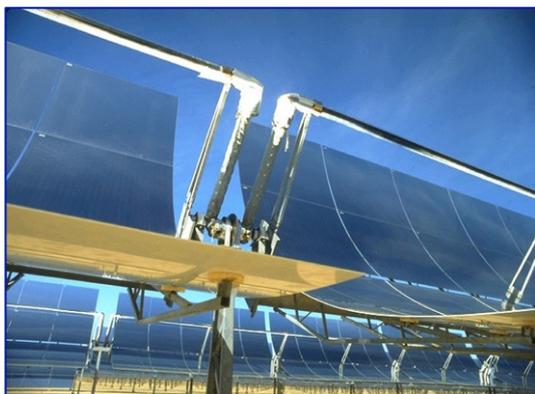
Sede Legale: Bow Road 221 - Londra - Regno Unito  
Filiale Italiana: Corso Umberto I, 08015 Macomer (NU)

**Provincia di Cagliari**

**Comuni di Villasor e Decimoputzu**

Nome progetto

**Impianto Solare Termodinamico della potenza lorda di  
55 MWe denominato "FLUMINI MANNU"**



**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE**

**PROPOSTA DI SISTEMAZIONE IDRAULICA AREA D'INTERVENTO**

Titolo Documento:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Sviluppo:



**Energogreen Renewables S.r.l.**

Via E. Fermi 19, 62010 Pollenza (MC)

[www.energogreen.com](http://www.energogreen.com)

e-mail: [info@energogreen.com](mailto:info@energogreen.com)

Rev.	Data	Descrizione	Codice di Riferimento
			<b>PSISTIDRARELCALC001</b>
1	09/2013	Revisione emissione per Istanza di VIA	
0	07/2013	Emissione per Istanza di VIA	

Proprietà e diritti del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata

**Gruppo di lavoro Energogreen Renewables:**



*Energogreen Renewables Srl*  
*Via E. Fermi, 19 - 62010 - Pollenza (MC)*

1. *Dott. Ing. Cecilia Bubbolini*
2. *Dott. Ing. Loretta Maccari*
3. *Ing. Carlo Foresi*
4. *Dott. Ing. Devis Bozzi*

**Consulenza Esterna:**

- *Dott. Arch. Luciano Viridis: Analisi Territoriale*
- *Dott. Manuel Floris: "Rapporto Tecnico di Analisi delle Misure di DNI - Sito Flumini Mannu (CA)*
- *Dott. Agr. Vincenzo Satta: "Relazioni su Flora, Vegetazione, Pedologia e Uso del Suolo"*
- *Dott. Agr. Vincenzo Sechi: "Relazione faunistica"*
- *Dott. Agr. V. Satta e Dott. Agr. V. Sechi: "Relazione Agronomica"*
- *Dott. Geol. Eugenio Pistolesi: "Indagine Geologica Preliminare di Fattibilità"*
- *Studio Associato Ingg. Deffenu e Lostia: "Documento di Previsione d'Impatto Acustico"*
- *Dott. Arch. Leonardo Annessi: Rendering e Fotoinserimenti*
- *Tecsa S.p.A.: "Rapporto Preliminare di Sicurezza"*

<b>FLUMINI MANNU</b>	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "FLUMINI MANNU"</i>	
	<i>Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento</i>	

## **PREMESSA**

L'inserimento dell'impianto solare termodinamico in progetto impone la sistemazione idraulica dell'area d'inserimento attualmente asservita ad un uso prevalentemente agro-pastorale.

La sistemazione è indirizzata ad uno duplice scopo:

- permettere l'inserimento materiale dei componenti della centrale;
- migliorare il drenaggio ed il deflusso delle acque superficiali di natura meteorica;
- rendere razionale l'impostazione dei canali di scolo secondo una struttura ordinata, tale da non interferire con la presenza delle vaie parti dell'impianto.

Gli elaborati contenenti gli elementi di valutazione preliminare relativa alla nuova rete di drenaggio superficiale da realizzare nell'area interessata sono già stati sottoposti alla valutazione degli enti competenti in materia, ovvero il Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale ed il Genio Civile di Cagliari (data consegna 11 Giugno 2013) .

Si sta aspettando il nulla osta formale dagli stessi.

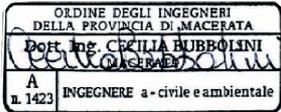
Gli elaborati e tutta la documentazione volta a definire la nuova rete di drenaggio riportano un'area d'impianto più vasta, poiché il layout definitivo è stato ottimizzato a posteriori.

Si fa notare che il layout del progetto in oggetto rientra nell'area sottoposta a sistemazione idraulica, che si riporta di seguito e negli allegati, quindi il nulla osta che si riceverà può essere considerato valido anche per l'impianto in oggetto.

<p><i>Proponente:</i></p> <p style="text-align: center;"><b>FLUMINI MANNU LTD</b></p> <p style="text-align: center;">124 Cromwell Road - Kensington London SW/ 4ET UK</p> <p style="text-align: center;">ITALIAN BRANCH: Corso Umberto I, 226 - 08015 Macomer (NU)</p>	<p><i>Sviluppo:</i></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Energogreen Renewables S.r.l. Via E. Fermi 19, 62010 Pollenza (MC) <a href="http://www.energogreen.com">www.energogreen.com</a> e-mail: <a href="mailto:info@energogreen.com">info@energogreen.com</a></p>
--	---

<p><i>Nome progetto</i></p> <p><b>Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe</b></p> <p><b>“Flumini Mannu”</b></p> <p><b>Comuni di Villasor e Decimoputzu (CA)</b></p>
---



<p><i>Progettista:</i></p> <p><b>Dott. Ing. Cecilia Bubbolini</b> Energogreen Renewables Srl Via E. Fermi, 19 - 62010 - Pollenza (MC) <a href="mailto:cecilia.bubbolini@energogreen.com">cecilia.bubbolini@energogreen.com</a></p>	<p><i>Timbro e Firma:</i></p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><i>Titolo documento</i></p> <p style="text-align: center;"><b>PROPOSTA DI SISTEMAZIONE IDRAULICA AREA DI INTERVENTO</b></p>
--	--	--

<p><i>Consulenza:</i></p> <p><b>Arch. Luciano Viridis</b></p>	<p><i>Timbro e Firma:</i></p>	<p><i>Sottotitolo documento</i></p> <p style="text-align: center;"><b>DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLE OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA</b></p>
---	-------------------------------	---

1	05/2013	Prima emissione
Rev.	Data	Descrizione

*Proprietà e diritti del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata*

## **INDICE**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. DESCRIZIONE DEL METODO DI CALCOLO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. DISPOSIZIONE PLANIMETRICA .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PIOGGE .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. STUDIO DEI CASI CRITICI.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. METODO DI GUMBEL .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. APPLICAZIONE DEL METODO DI GUMBEL .....</b>	<b>14</b>
<b>3. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1. METODO DELL'INVASO .....</b>	<b>19</b>
3.1.1. Ipotesi alla base del Metodo dell'Invaso.....	19
3.1.2. Descrizione del Metodo dell'Invaso .....	22
<b>3.2. APPLICAZIONE DEL METODO DELL'INVASO: DIMENSIONAMENTO DEI         CANALI DI DRENAGGIO .....</b>	<b>24</b>
<b>4. CONCLUSIONI .....</b>	<b>27</b>
<b><u>CALCOLO SEZIONI CANALI IN PROGETTO .....</u></b>	<b>28</b>
<b><u>VERIFICA DELLE SEZIONI DEI TRATTI INDIVIDUATI .....</u></b>	<b>29</b>

## **INDICE FIGURE**

<i>Figura 1: Presa Fotografica Sopralluogo Marzo 2013 .....</i>	<i>1</i>
<i>Figura 2: Presa Fotografica Sopralluogo Maggio 2013.....</i>	<i>2</i>
<i>Figura 3: Area esterna Impianto: Riu Porcus - Canale Tutelato (Sopralluogo Marzo 2013) .....</i>	<i>2</i>
<i>Figura 4: Area esterna Impianto: Gora Piscina Manna - Canale Tutelato (Sopralluogo .....</i>	<i>2</i>
<i>Figura 5: Divisione delle aree scolanti - Allegato 4 .....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 6: Altezze piogge orarie .....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 7: Tabelle delle altezze critiche .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 8: Grafico relativo all'equazione di possibilità pluviometrica riferito a piogge orarie .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 9: Sezione Trapezia .....</i>	<i>26</i>

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

## 1. PREMESSA

L'area interessata dall'impianto, sita nella pianura fra i comuni di Villasor e Decimoputzu (CA), ha una superficie totale di circa 270 ettari ed è caratterizzata da una zona pianeggiante destinata ad uso prevalentemente agricolo - pastorale. L'area circostante è attraversata da una serie di corsi d'acqua di varia dimensione per la maggior parte identificati dal PPR come beni da tutelare; il sito prescelto per la realizzazione dell'impianto, invece, è "circondato" dai canali tutelati, ma all'interno non ne racchiude nessuno, solo resti di vecchi fossi agricoli ormai non più attivi.

Dai sopralluoghi effettuati, infatti, si notano fossi in terra ricoperti da vegetazione, nella parte interna all'area d'impianto, e i canali esterni risultano di natura antropica, poco mantenuti e, evidentemente, con presenza di acqua non continua nel corso dell'anno (*figure 1 e 2*).

Tale situazione è testimoniata dai rilievi fotografici effettuati in loco durante gli ultimi sopralluoghi (Marzo 2013 e Maggio 2013), dai quali è visibile la differenza dello stato dei luoghi a soli due mesi di distanza.

Per un quadro completo di quanto scritto si rimanda alla "Relazione Illustrativa" riferita allo stesso progetto.



**Figura 1: Presa Fotografica Sopralluogo Marzo 2013**



**Figura 2: Presa Fotografica Sopralluogo Maggio 2013**



**Figura 3: Area esterna Impianto: Riu Porcus - Canale Tutelato (Sopralluogo Marzo 2013)**



**Figura 4: Area esterna Impianto: Gora Piscina Manna - Canale Tutelato (Sopralluogo Maggio 2013)**

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

## 1.1. DESCRIZIONE DEL METODO DI CALCOLO

Le esigenze da soddisfare nel progetto dei canali sono essenzialmente:

- a) il valore della velocità dell'acqua che deve impedire erosioni e garantire la conservazione del canale;
- b) la quota del pelo libero in condizioni di piena, tale da garantire il franco di sicurezza;
- c) la profondità del canale che non deve essere così elevata da deprimere troppo la falda a canale vuoto.

I canali avranno una sezione di forma trapezia aperta, in terra non rivestita; la pendenza delle sponde è determinata in base alla natura del terreno, assumendo valori inferiori all'angolo di attrito interno, in modo da garantire un certo margine di sicurezza per la conservazione della sponda stessa.

Le pendenze dei canali di bonifica sono in genere molto basse, e sono determinate in base ai valori ammissibili della velocità dell'acqua.

La velocità massima ammissibile, legata alla necessità di evitare erosioni ed altri inconvenienti, può essere assunta pari a circa 0,6 m/s, tenendo conto del tipo di terreno dell'area.

Il calcolo idraulico di questi canali viene eseguito utilizzando la formula di Gauckler-Strickler:

$$v = k_s R_H^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

con

- $v$  [m/s] velocità media;
- $R_H$  [m] raggio idraulico, ovvero sezione/perimetro bagnato;
- $i$  pendenza del fondo;
- $K_s$  coefficiente di Gauckler-Strickler.

Ai fini della determinazione dell'afflusso idrico dovuto alle piogge, si è reso

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

necessario utilizzare le registrazioni, riportate sugli Annali Idrologici della Regione Sardegna, di più stazioni pluviometriche appartenenti allo stesso bacino, nel quale è compresa anche l'area in studio; ciò al fine di ottenere un numero di dati riferiti a 57 anni (dati disponibili).

Le stazioni pluviometriche scelte come riferimento sono quella di Sanluri (distanza di circa 20 km) e quella di Decimomannu (distanza di circa 9 km) appartenenti al bacino idrografico Fluminimannu, stesso bacino idrografico dell'area in oggetto.

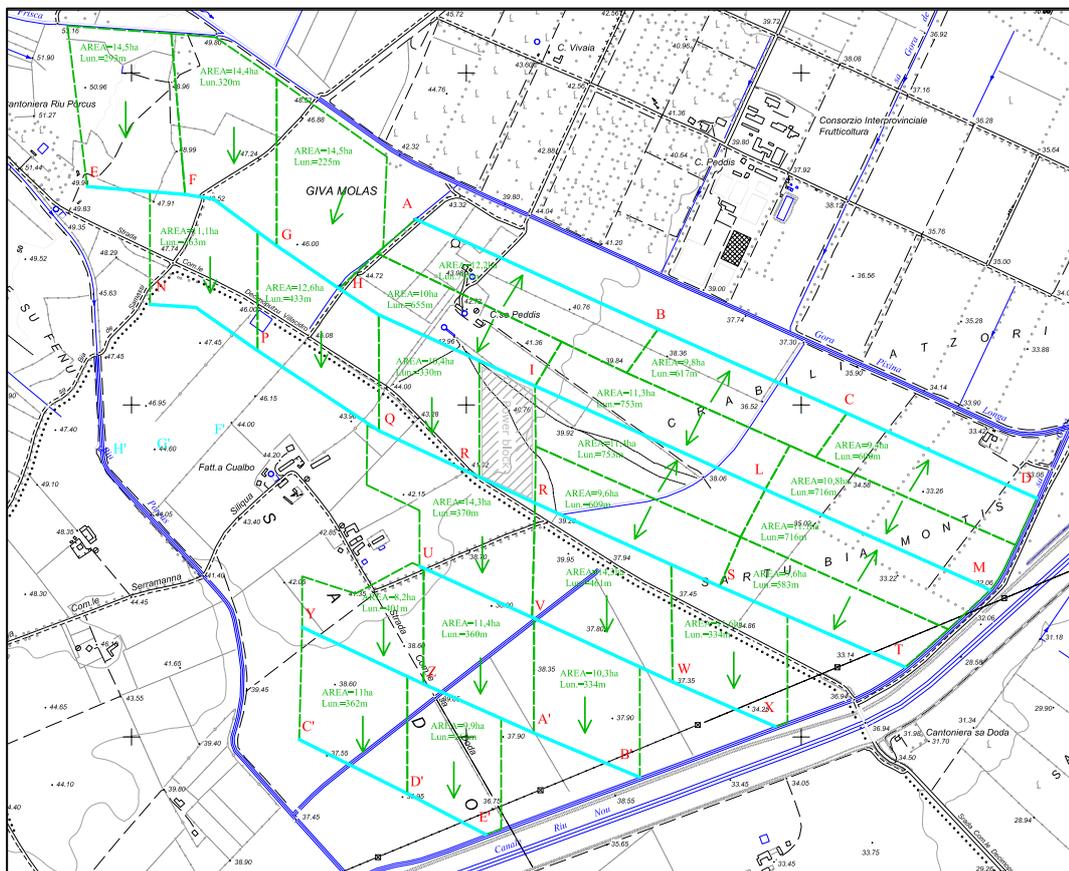
Dalle registrazioni pluviografiche è possibile risalire alla curva di possibilità climatica del tipo:  $h=at^n$ .

La portata massima che defluisce dall'unità di superficie del comprensorio è detta coefficiente udometrico, che è stato definito mediante il metodo dell'invaso.

## 1.2. DISPOSIZIONE PLANIMETRICA

Considerata l'ampia superficie interessata dall'intervento e l'assenza di attuali canali di deflusso attivi, si è scelto di realizzare delle scoline dimensionate per convogliare il quantitativo massimo di pioggia nel canale esistente sito nel lato sud est dell'area d'impianto e parallelo al Canale Riu Nou, nel quale esso si immette poco più a nord.

Le scoline saranno in terra non rivestite e a sezione aperta, allo scopo di intercettare l'interflusso e di drenare la falda.



**Figura 5: Divisione delle aree scolanti - Allegato 4**

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

## 2. ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PIOGGE

La stima delle precipitazioni ha come obiettivo la determinazione della grandezza  $h(t)$  (altezza di pioggia in funzione del tempo).

Per un adeguato dimensionamento del sistema di drenaggio è necessario procedere alla preventiva elaborazione dei dati relativi alla stazione pluviometrica più vicina alla zona dove si opera, al fine di caratterizzare l'andamento delle precipitazioni.

I dati necessari sono registrati sugli *ANNALI IDROLOGICI*, pubblicati dalla "Sezione Autonoma del Genio Civile con sede in Cagliari per i bacini con foce al litorale della Sardegna" che riportano tutti gli eventi meteorici dell'anno.

I dati utilizzati sono stati estratti, in particolare, dalle *tabelle III* (valori registrati con pluviografo registratore) della parte prima degli annali; sono state riportate le precipitazioni di massima intensità di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Non essendo presente una stazione pluviometrica installata nei pressi dell'area d'intervento con registrazioni di almeno 50 anni, sono stati presi, per la maggior parte, i dati dalle stazioni pluviometriche più vicine al sito, ovvero quelle di Sanluri e di Decimomannu, Bacino Idrografico del Fluminimannu, che distano rispettivamente circa 20 km e circa 9 km dalla zona d'interesse.

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

## 2.1. STUDIO DEI CASI CRITICI

I dati (altezze in mm) presenti nelle tabelle di cui sopra vengono ordinati in senso decrescente, svincolandoci così dall'ordine temporale.

Si ottiene quindi una matrice di n righe (n=57, 57 misurazioni delle altezze massime dei 57 anni disponibili) e m colonne (m=5, durate considerate).

	<b>PIOGGE ORARIE</b>				
	<b>ORE</b>				
	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>24</b>
<b>1</b>	44,30	60,00	101,00	133,80	135,50
<b>2</b>	40,80	60,00	68,80	85,80	115,40
<b>3</b>	40,00	58,00	68,00	80,80	102,20
<b>4</b>	38,00	56,00	68,00	71,80	95,80
<b>5</b>	38,00	52,60	68,00	68,00	87,70
<b>6</b>	36,00	49,00	57,00	66,80	80,80
<b>7</b>	33,40	47,80	51,00	66,40	79,50
<b>8</b>	33,20	47,00	50,20	65,40	77,00
<b>9</b>	33,00	44,00	49,60	65,40	75,40
<b>10</b>	32,80	43,50	48,50	62,20	73,20
<b>11</b>	31,20	43,00	47,80	60,40	71,80
<b>12</b>	30,70	42,20	47,00	58,20	71,80
<b>13</b>	29,80	41,80	45,00	56,40	69,00
<b>14</b>	28,00	37,00	43,50	53,10	67,60
<b>15</b>	26,60	36,20	43,00	52,20	62,20
<b>16</b>	25,80	34,60	41,80	51,40	61,20
<b>17</b>	24,00	34,60	41,40	49,40	58,20
<b>18</b>	24,00	34,10	40,80	47,80	57,60
<b>19</b>	23,80	33,00	40,80	46,60	56,40
<b>20</b>	23,40	33,00	40,40	45,60	54,60
<b>21</b>	23,00	32,80	39,80	44,70	54,40
<b>22</b>	23,00	32,80	37,80	43,60	52,60
<b>23</b>	23,00	32,20	36,80	43,00	49,00
<b>24</b>	22,00	31,80	36,20	43,00	48,40
<b>25</b>	22,00	31,60	35,40	41,80	47,80
<b>26</b>	21,60	31,00	34,40	41,60	44,80
<b>27</b>	21,00	30,00	33,00	39,00	44,70
<b>28</b>	20,20	29,00	33,00	38,60	43,20
<b>29</b>	20,00	27,40	33,00	38,40	43,00
<b>30</b>	20,00	25,00	32,80	38,00	42,80
<b>31</b>	19,40	24,60	32,80	38,00	42,00

<b>32</b>	17,40	24,50	31,20	36,20	40,00
<b>33</b>	17,20	24,20	30,20	34,60	39,00
<b>34</b>	15,80	23,60	30,00	34,50	38,80
<b>35</b>	15,60	22,80	27,80	34,40	38,60
<b>36</b>	15,40	22,20	27,20	33,00	38,40
<b>37</b>	15,20	21,60	27,10	33,00	37,5
<b>38</b>	15,10	21,60	27,00	32,80	36,20
<b>39</b>	14,40	20,00	27,00	32,60	36,20
<b>40</b>	14,00	19,80	26,00	32,40	36,00
<b>41</b>	13,40	19,60	24,50	31,40	35,80
<b>42</b>	12,40	19,00	23,40	31,00	35,20
<b>43</b>	11,80	19,00	23,4	30,40	34,40
<b>44</b>	11,80	18,40	23,2	29,80	33,60
<b>45</b>	11,50	18,20	22,80	28,0	33,20
<b>46</b>	11,40	17,40	22,40	27,80	31,60
<b>47</b>	11,4	17,20	21,40	27,40	31,60
<b>48</b>	11,3	17,00	20,80	27,2	31,60
<b>49</b>	11,2	16,8	20,80	25,2	30,20
<b>50</b>	11,00	16,0	20,40	24,50	30,2
<b>51</b>	10,80	15,6	20,20	24,10	29,1
<b>52</b>	10,40	15,00	19,6	23,20	28,40
<b>53</b>	10,20	13,40	18,60	22,80	28,00
<b>54</b>	10,00	12,60	17,60	22,40	25,60
<b>55</b>	9,00	11,20	16,80	22,40	24,30
<b>56</b>	9,00	10,80	15,20	19,40	19,80
<b>57</b>	7,50	10,80	15,00	15,40	19,80

**Figura 6: Altezze piogge orarie**

La prima riga è quindi costituita dai massimi valori osservati nell'arco temporale in cui è stata in funzione la stazione, ma è rappresentativa di un evento climatico abbastanza raro: si definisce così il *primo caso critico*.

Se si rappresentano nel piano  $(h,t)$  le misurazioni delle prime 3 righe si ottiene per ognuna di esse una "spezzata" che può essere interpolata con una "curva" del tipo:

$$h = a \cdot \tau^n$$

Queste tre curve corrispondono all'andamento dei primi tre casi critici.

Si possono rappresentare sul piano logaritmico come rette nella forma:

$$y = a + n \cdot \tau$$

con:

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

- $n$  = coefficiente angolare;
  - $a = \log a$ ;
  - $y = \log h$ ;
  - $\tau = \log \tau$
- per una assegnata frequenza (che dà la misura della rarità dell'evento), decrescendo l'intensità  $j = \frac{h}{\tau} = \frac{a\tau^n}{\tau} = a\tau^{n-1}$  della precipitazione in base alla durata,  $n$  risulta essere sempre  $< 1$ ;
  - le rette dei casi critici dovrebbero essere parallele, cioè tutte con lo stesso coefficiente angolare  $n$  (circa lo stesso); se si intersecassero il caso sottostante darebbe altezze maggiori.

Per ottenere i parametri "a" e "n" si può utilizzare il "procedimento dei minimi quadrati" che "minimizza la somma dei quadrati dei minimi scarti tra i valori misurati ( $y_M$ ) e calcolati ( $y_T$ )":

$$S = \sum_I^N (y_{M_i} - y_{T_i})^2$$

dove

- $y_M$  = altezza di pioggia misurata al tempo  $\tau$
- $y_T$  = altezza di pioggia appartenente alla retta  $y = a + n\tau$

$S$  dipende quindi da  $a$  e da  $n$ : ponendo le derivate parziali uguali a zero si ricavano quali valori di  $a$  e di  $n$  determinano il minimo:

$$\frac{\partial S}{\partial a} = 0 \quad \frac{\partial S}{\partial n} = 0$$

$$n = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^N x_i \cdot y_{M_i} - \sum_{i=1}^N x_i \cdot \sum_{i=1}^N y_{M_i}}{N \cdot \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^N x_i \right)^2}$$

*(0,25 < n < 0,45 in Italia)*

$$\log a = \frac{\sum_{i=1}^N y_{M_i}}{N} - n \cdot \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

$$a = \left[ \frac{mm}{h^n} \right]$$

Dove:

- $y_{M_i}$  = altezza misurata i-esima;
- $x_i$  = variabile t (1, 3, 6, 12, 24);
- $N$  = numero di punti (coppie valori).

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

## 2.2. METODO DI GUMBEL

Le equazioni dei casi critici, essendo ottenute dai valori massimi delle misurazioni, non danno modo di individuare ogni evento con la sua frequenza probabile: non consentono cioè di valutare quale sia la ricorrenza media del suo verificarsi, ovvero non permettono di ricavare un'equazione di possibilità pluviometrica per eventi che hanno frequenza minore di quella relativa al numero di anni di osservazione.

Inoltre i casi critici si basano su eventi passati, mentre nella progettazione di nuove reti bisogna proiettare gli eventi nel futuro: si dovrà quindi attribuire una *probabilità* che negli anni futuri succeda quello che è successo in passato.

La probabilità del verificarsi dell'evento corrisponde *alla stima del rischio*: quindi dipende molto dall'importanza dell'opera.

Per determinate altezze di pioggia è necessario conoscere *la frequenza di accadimento* (p.es. se su 35 anni di dati, si sono superati gli 11 mm di pioggia in due volte, 17,5 anni è l'intervallo di tempo in cui mi aspetto che *mediamente* sia superato questo valore): per marcare in forma esplicita ogni evento col valore della sua frequenza probabile.

Nel sistema di drenaggio, l'intervallo di tempo da considerare è di 5÷10 anni, si cerca di prevedere quindi che i valori saranno superati in questi intervalli.

Si definisce ora la "*frequenza cumulativa relativa*" come:

$$F_{c_r} = \frac{N.O.}{N+1} = P_{(x < x^*)}$$

e la si eguaglia alla probabilità di non superamento, grazie all' "*ipotesi di buon adattamento*".

dove:

- N.O. è il numero d'ordine della misurazione, dopo che i valori sono stati messi in ordine decrescente;
- N+1 è invece la dimensione del campione aumentata di una unità;
- $P_{(x < x^*)}$  è la probabilità di non superamento.

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

La grandezza  $F_{cr}$  serve anch'essa per marcare in forma esplicita ogni evento col valore della sua frequenza probabile, essa corrisponde alla *probabilità* che un evento *non* sia *superato* (*Weibull*) proprio grazie all'ipotesi che adatta le serie di dati alle leggi probabilistiche; si mantiene quindi uno stretto legame con la dimensione del campione (N).

Per considerare più accuratamente questo aspetto, disponendo di una lunga serie di osservazioni, si può determinare una grandezza in cui una variabile viene mediamente uguagliata o superata: il cosiddetto "*tempo o periodo di ritorno*" ( $Tr$ ).

Il tempo di ritorno è definito come "*il numero di anni nel quale un determinato evento è mediamente uguagliato o superato*".

Il legame tra  $Tr$  e  $P(x)$  si può esprimere così:

$$\frac{1}{F_{c_r}} = Tr = \frac{1}{1 - P_{(y)}} \Rightarrow P_{(y)} = \frac{Tr - 1}{Tr}$$

I metodi statistico-probabilistici consentono di allargare il campo delle previsioni oltre il periodo di osservazione, benché l'attendibilità si riduce all'aumentare del periodo di ritorno, in rapporto specialmente all'estensione del periodo di osservazione.

Tra le leggi probabilistiche (Gauss, ecc..) che esistono, quella più usata e che meglio si adatta a rappresentare eventi estremi è la "*Legge di Gumbel*": infatti le precipitazioni *massime* di una certa durata (h) sono eventi estremi fra loro *indipendenti*, e possono quindi essere legate alle probabilità di non superamento *dopo* essere state legate alla variabile della legge di probabilità.

Se si adotta:

$$P(y) = e^{-e^{-y}}$$

si intende "y" come *variabile ridotta* (o standardizzata: cioè non è un'altezza in mm, e non dipende dalle dimensioni del campione) perché adimensionale.

Il legame con l'altezza di pioggia è:

$$x(Tr) = U + \frac{y(Tr)}{\alpha}$$

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

dove i termini " $\alpha$ " e " $U$ " sono i "*parametri di Gumbel*" e fanno riferimento ai parametri statistici definiti successivamente quali *scarto quadratico medio* e *media*.

### 2.3. APPLICAZIONE DEL METODO DI GUMBEL

L'applicazione del metodo di Gumbel alle nostre serie di dati ha come obiettivo la definizione delle equazioni di possibilità pluviometrica relative ai diversi tempi di ritorno considerati.

Di seguito riportiamo le tabelle ed i grafici ottenuti con il metodo di Gumbel.

#### TABELLA DELLE ALTEZZE CRITICHE

ORE	a	U	h	ln h	ln t	ln t* ln h	ln t <sup>2</sup>
1	8,1424	16,4985	40,6829	3,7058	0,0000	0,0000	0,0000
3	11,2923	23,3186	56,8589	4,0406	1,0986	4,4390	1,2069
6	13,8993	28,2380	69,5215	4,2416	1,7918	7,6000	3,2104
12	17,1323	33,9456	84,8320	4,4407	2,4849	11,0347	6,1748
24	20,4598	39,7538	100,5236	4,6104	3,1781	14,6521	10,1000
SOMMA				21,0391	8,5533	37,7257	20,6921

<b>loga =</b>	3,718095308
<b>n =</b>	0,286275028
<b>a =</b>	41,18587295

$$n = (N \times \Sigma(\ln t \cdot \ln h) - \Sigma \ln t \cdot \Sigma \ln h) / (N \cdot \Sigma(\ln t)^2 - (\Sigma \ln t)^2)$$

Numeratore	8,674476422
N x Σ (ln t x ln h)	188,6287344
Denominatore	30,3012
N x Σ (ln t) <sup>2</sup>	103,4606908

<b>EQUAZIONE DELLA CURVA SEGNALETRICE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA <math>h = a \cdot t^n</math></b>
<b><math>h = 41,18587 \cdot (t \wedge 0,286275)</math></b>

**Figura 7: Tabelle delle altezze critiche**

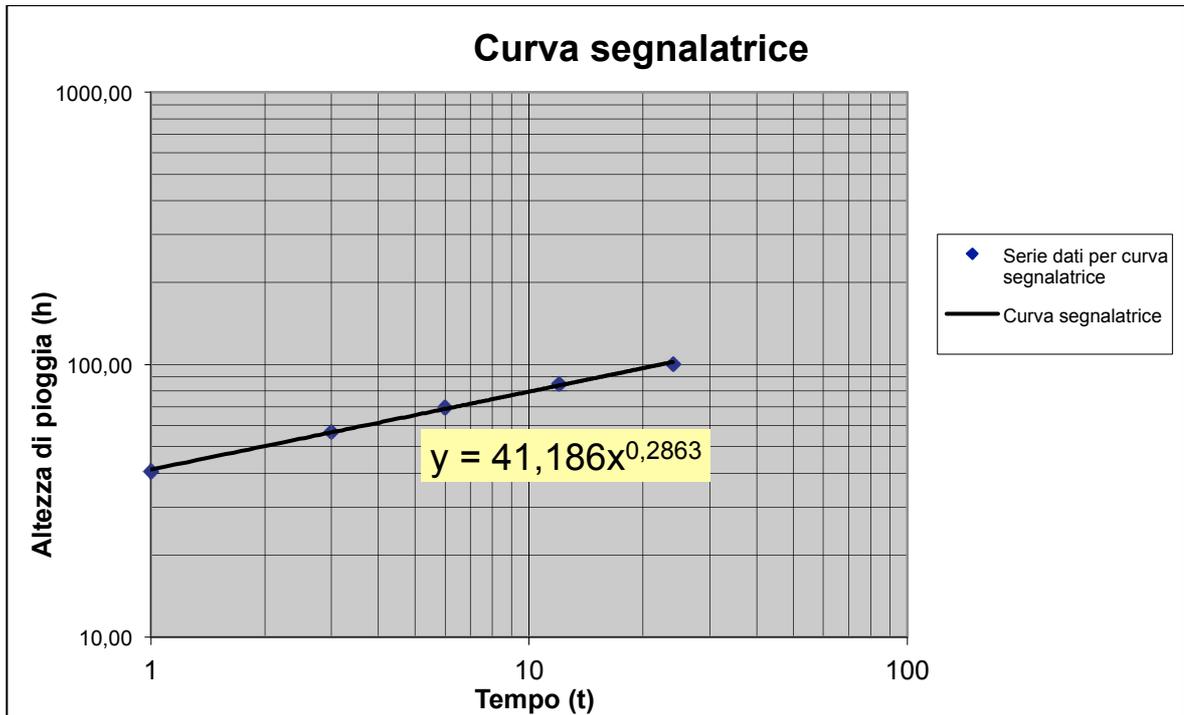


Figura 8: Grafico relativo all'equazione di possibilità pluviometrica riferito a piogge orarie

### 3. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Dimensionare una rete drenante significa definire la forma e le dimensioni delle sezioni perché la portata di progetto possa transitare con un certo franco di sicurezza.

La portata di progetto dipende dalla quantità di acqua che deve essere allontanata dal territorio servito dalla rete, che è legata a molti fattori e ad un insieme di fenomeni fisici, che concorrono alla formazione del deflusso, non facilmente interpretabili e modellabili.

L'eccesso d'acqua è dovuto, solitamente, alla pioggia, quindi la portata che passa attraverso una sezione della rete dipende dalla precipitazione avvenuta sul bacino di cui quella sezione costituisce la sezione di chiusura attraverso il complesso fenomeno della trasformazione afflussi-deflussi.

La portata di progetto può essere determinata direttamente con elaborazioni statistiche a partire da misurazioni esistenti di portata oppure può essere determinata a partire da misure di pioggia.

Nell'ultimo caso, quello utilizzato nel presente progetto, è necessario ricorrere a modelli di trasformazione afflussi-deflussi che consentano di ricavare la relazione con la quale a partire dall'altezza di pioggia di progetto si ricava un valore di portata, portata al colmo di piena.

La teoria dei modelli di trasformazione afflussi-deflussi si basa sulla teoria dei sistemi.

Il bacino rappresenta un sistema considerato lineare e invariante nel tempo: l'ingresso nel sistema è rappresentato dalla pioggia, l'uscita dalla portata.

Le ipotesi alla base di questo modello sono:

1. Il "ragguaglio delle piogge all'area": cioè il legame tra la legge puntuale  $h=a\tau^n$ , con intensità variabile, e la portata  $Q$  relativa ad una certa area. Questo avviene modificando i coefficienti  $a$  e  $n$  con le *formule di Puppini*:

$$- a' = a \left[ 1 - 0,0052 \cdot \frac{S}{100} + 0,02 \cdot \left( \frac{S}{100} \right)^2 \right]$$

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

$$- \quad n' = n + 0,0175 \cdot \frac{S}{100} \quad \text{con } S < 1300 \text{ ha, } \tau \text{ in ore.}$$

## 2. L'utilizzo di un *coefficiente di deflusso* :

$$- \quad \varphi = \frac{V_{defl}}{V_{affl}} \quad \text{con } 0 < \varphi < 1$$

che esprime la perdita subita dalla pioggia nel passaggio da afflusso a deflusso: esso è influenzato dalla natura del terreno o superficie scolante, dall'umidità presente nell'atmosfera, dal grado di saturazione della superficie, dalla durata dell'evento, ecc..

Una relazione proposta è:

$$- \quad \varphi = \mu \cdot h^{\frac{1}{3}} = \mu \cdot a^{\frac{1}{3}} \cdot \tau^{\frac{n}{3}} = \varphi_1 \cdot \tau^{\frac{n}{3}}$$

$$- \quad V_{defl} = \varphi \cdot V_{affl} = \varphi_1 \cdot \tau^{\frac{n}{3}} \cdot h \cdot S$$

(dove  $\varphi_1$ , "il coefficiente di deflusso della permeabilità oraria", assume vari valori reperibili su manuali dipendenti dalla sola permeabilità del terreno).

3. Il concetto di "*bacino scolante o tributario*" (introdotto da Legge Galli): è necessario capire *da dove* viene l'acqua che scorre nella sezione della condotta, cioè definire l'area scolante tenendo conto della pendenza, delle modifiche provocate dalle costruzioni, ecc..

Dopo queste ipotesi è possibile individuare la portata al colmo di piena utilizzando delle procedure semplificate che consistono in relazioni algebriche con le quali, conoscendo l'intensità di pioggia di progetto e le caratteristiche fisiche del bacino è possibile ricavare, con buona approssimazione, la portata al colmo per un evento di piena di assegnato tempo di ritorno.

Uno dei metodi per la determinazione di questa portata è il metodo della portata specifica massima o coefficiente udometrico, un modello di piena globale.

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

Dalla conoscenza del coefficiente udometrico sull'area sottesa è possibile ricavare la portata di dimensionamento semplicemente moltiplicandolo per l'area della superficie.

Il metodo che sarà utilizzato per il calcolo del coefficiente udometrico è il *metodo del volume d'invaso*.

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

### 3.1. METODO DELL'INVASO

Il metodo del volume d'invaso, proposto da Paladini e Fantoli per le fognature e adattato alle bonifiche da Puppini, tiene conto dell'invaso della rete e dei volumi ad essa collegati.

Si suppone il concetto fisico che schematizza il processo di deflusso come un serbatoio riempito dalle portate provenienti dalle superfici scolanti ( $Q$ ) e svuotato da una portata uscente ( $P \neq Q$ ), quindi avremo come incognite  $P$ ,  $Q$  e  $h$  (altezza dell'acqua dentro la condotta).

#### 3.1.1. IPOTESI ALLA BASE DEL METODO DELL'INVASO

1. Si ipotizza che l'intensità di pioggia  $j$  sia costante:

$$j = a \cdot \tau^{n-1}$$

$$p = \varphi \cdot j \cdot S$$

Quindi  $p \cdot dt = \varphi \cdot j \cdot S \cdot dt$  corrisponde al volume che affluisce al canale durante il tempo  $dt$ , essendo  $\varphi$  il coefficiente di deflusso e  $S$  la superficie scolante che alimenta il serbatoio (canale).

Si può quindi scrivere l'Equazione di Continuità:

$$- p - Q = \frac{dW}{dt} \quad \text{per } t \leq \tau \quad (1)$$

$$- -Q = \frac{dW}{dt} \quad \text{per } t > \tau$$

2. Il Metodo dell'Invaso afferma che il processo di moto, che si sviluppa generalmente di "moto vario per fluidi reali", "ha una debole variazione di  $Q$  e della  $y(h)$  nello spazio e nel tempo".

Il moto vario risulta quindi descritto da una successione di *stati di moto uniforme*.

Perciò nella generale equazione del moto:

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

$$\frac{\partial y}{\partial s} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial s} + \frac{1}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial t} - i + J = 0$$

si possono trascurare i primi tre termini rispetto gli ultimi due, ottenendo:

$$i = J$$

e cioè che la pendenza del collettore è uguale alla cadente.

Dalla formula di Gauckler-Strickler, con  $J = \frac{v^2}{k_s^2 \cdot R_H^{4/3}}$ , si ha che:

$$v^2 = k_s^2 \cdot R_H^{4/3} \cdot \sqrt{i} \Rightarrow v = k_s \cdot R_H^{2/3} \sqrt{i}$$

con

- $k_s$  coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
- $R_H = \frac{A_b}{P_b}$  (raggio idraulico)

quindi la portata Q che defluisce dal canale con moto uniforme è pari a

$$Q = A_b \cdot v = A_b \cdot K_s \cdot \left( \frac{A_b}{P_b} \right)^{2/3} \sqrt{i} = c \cdot A_b^\alpha \quad (2)$$

dove  $A_b$  e  $P_b$  sono rispettivamente l'Area e il Perimetro bagnati della sezione liquida del collettore, c rappresenta tutti i termini costanti e  $A_b$  esprime la dipendenza degli altri termini dall'area liquida (*scala delle portate*).

Essendo  $p$  una grandezza costante, rimangono 3 variabili (Q,  $W = \text{volume di serbatoio}$ ,  $A_b$ ) e 2 sole equazioni, la (1) e la (2).

Si deve, quindi, cercare un legame tra le variabili.

3. "Il funzionamento Sincrono della rete", cioè considerare "*il riempimento contemporaneo in tutta la rete di drenaggio*" (uniformemente distribuito), permette di esprimere una delle variabili in funzione di un'altra, riducendo il numero delle incognite a 2.

Ciò non è molto lontano dalla realtà in quanto i canali sono distribuiti in modo capillare, lungo tutta la condotta, il livello cresce (o decresce) allo stesso modo con legge:

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

$$W = A_b \cdot L$$

quindi il legame fra  $W$  e  $Q$  risulta:

$$\frac{Q}{Q_0} = \left( \frac{A_b}{A_0} \right)^\alpha \Rightarrow \frac{W}{W_0} = \left( \frac{Q}{Q_0} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \Rightarrow W = W_0 \cdot \left( \frac{Q}{Q_0} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (3)$$

### 3.1.2. DESCRIZIONE DEL METODO DELL'INVASO

Derivando la (1) si ottiene:

$$p - Q = \frac{dW}{dt} = \frac{W_0}{\alpha \cdot Q_0^{\frac{1}{\alpha}}} \cdot Q^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \cdot \frac{dQ}{dt} \quad (4)$$

per le sezioni chiuse è lecito prendere  $\alpha=1$  che semplifica di molto i calcoli, mentre per le sezioni aperte, caso in oggetto, l'esponente  $\alpha$  è convenzionalmente pari a circa 1,5.

Riprendendo l'equazione (1):

$$p - Q = \frac{W_0}{Q_0} \cdot \frac{dQ}{dt} \Rightarrow dt = \frac{W_0}{Q_0} \cdot \frac{1}{p - Q} \cdot dQ$$

$$dt = \frac{W_0}{\alpha Q_0^{\frac{1}{\alpha}}} \cdot \frac{Q^{(1-\alpha)/\alpha}}{1 - Q/p} \cdot dQ$$

e ponendo:

$$z = Q/p \Rightarrow dQ = pdz$$

la precedente integrata fra  $t_1$  e  $t_2$  dà:

$$t_2 - t_1 = \frac{W_0 p^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1 - z} dz = \frac{W_0 p^{(1-\alpha)/\alpha}}{Q_0^{1/\alpha}} \left[ \left( z_2^{1/\alpha} \xi_\alpha(z_2) - z_1^{1/\alpha} \xi_\alpha(z_1) \right) \right]$$

Per  $t_1=0$ ,  $z_1=0$  (cioè  $Q_1=Q$ ),  $z_2=z$  e  $z=Q/p$ , si ha il tempo di riempimento  $t_R$ :

$$t_R = \frac{W_0}{p} \left( \frac{p}{Q_0} \right)^{1/\alpha} \cdot z^{1/\alpha} \xi_\alpha(z) = \frac{W_0}{p} \xi_\alpha(z) = \frac{W_0}{Q_0} \xi_\alpha(z)$$

che permette la verifica del sistema di drenaggio.

La funzione  $\xi_\alpha(z)$  è tabulata in funzione a vari valori di  $\alpha$  e di  $z$ .

Il confronto fra  $\tau$  e  $t_R$  permette di giudicare la dimensione del canale.

Il diametro del canale sarà quindi corretto se il riempimento avverrà esattamente

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

quando finirà un evento di pioggia di durata  $\tau$ .

Quindi se:

- $\tau \leq t_R \Rightarrow$  la condotta è insufficiente;
- $\tau > t_R \Rightarrow$  la condotta è esuberante;
- $\tau > t_R \Rightarrow$  la condotta è corretta.

Occorre verificare che la condizione  $\tau \geq t_R$  sia verificata per qualsiasi intensità di pioggia.

Per quanto riguarda il coefficiente uometrico, per le sezioni aperte, esistono formule semplificate.

Assegnate le seguenti dimensioni:

$$[u] = \text{l/s ha} \quad [a] = \text{metri} \cdot \text{ore}^{-n} \quad [W_0] = \text{metri}$$

$$u = 24(26\alpha + 66)n \frac{(\varphi a)^{1/n}}{W_0^{(1-n)/n}}$$

### 3.2. APPLICAZIONE DEL METODO DELL'INVASO: DIMENSIONAMENTO DEI CANALI DI DRENAGGIO

Dall'elaborazione delle precipitazioni orarie, precedentemente riportata, si è definita l'equazione della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica  $h = a\tau^n$ .

Date le caratteristiche del terreno, pressoché pianeggiante, le aree di influenza sono state suddivise in base a semplici considerazioni geometriche (Allegato 5).

Dopo aver determinato le superfici scolanti relative ai singoli collettori e le complessive superfici dei "bacini idrografici", tutte minori di 1300 Ha, si è proseguito alla correzione dei coefficienti  $a$  e  $n$  in funzione delle superfici considerate con le formule di Puppini e pertanto si sono ottenuti nuovi valori di  $a'$  e  $n'$ .

Per ogni superficie, sostanzialmente tutte "aree omogenee verdi", si è considerato un coefficiente di deflusso  $\varphi$  pari a 0,56 (valore tipico utilizzato per le *bonifiche*).

Per l'applicazione del metodo dell'invaso si è calcolato, quindi, il coefficiente udometrico per le sezioni aperte ( $\alpha = 1,5$ ) con la seguente formula:

$$u = 24(26\alpha + 66)n \frac{(\varphi a)^{1/n}}{W_0^{(1-n)/n}}$$

Il dimensionamento della sezione, scelta di forma trapezia tipica per i canali in terra di piccole e medie dimensioni, è stato basato sulla ricerca del diametro utile di una condotta circolare che possa contenere la portata di progetto (portata al colmo di piena) con un grado di riempimento di circa il 75% (assumendo come limiti  $0,5 < y/D < 0,8$ ).

Come visto dalle formule analizzate precedentemente, il coefficiente udometrico  $u$  dipende dal volume di invaso specifico  $w_0$ , ottenuto, a sua volta, dalla somma di due termini:

$$w_0 = \frac{W_0}{S} = w_s + w_p;$$

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

dove:

- $w_s$  è il volume di invaso specifico superficiale, preso pari a  $250 \left[ \frac{m^3}{ha} \right]$
- $w_p = \frac{W_p}{S} = \frac{A_b \cdot L}{S}$  è il volume d'invaso specifico profondo.

Per il dimensionamento della condotta si pone inizialmente:

$$w_0 = \frac{W_0}{S} = w_s + w_p = 250 \left[ \frac{m^3}{ha} \right]$$

dopodiché noto  $u$ , si ricava  $Q = u \cdot S$  e quindi la relativa area liquida  $A_b' = \frac{Q}{v}$ .

Successivamente a questo si ipotizza un diametro  $D$  che si avvicini il più possibile ad un grado di riempimento pari a  $0,70 \div 0,75$ .

Si parte con un diametro di tentativo, si calcola il rapporto  $\frac{A_b'}{D}$  e si va a trovare su una apposita tabella a quale "grado di riempimento" si avvicina di più.

Da  $\frac{y}{D}$ , si trova  $\frac{A_b}{D}$  e di conseguenza  $W_p$ .

A questo punto, si reitera la procedura, ponendo però  $w_0 = 250 + \frac{W_p}{S}$ , fin quando non si ottengono consecutivamente due  $W_p$  identici.

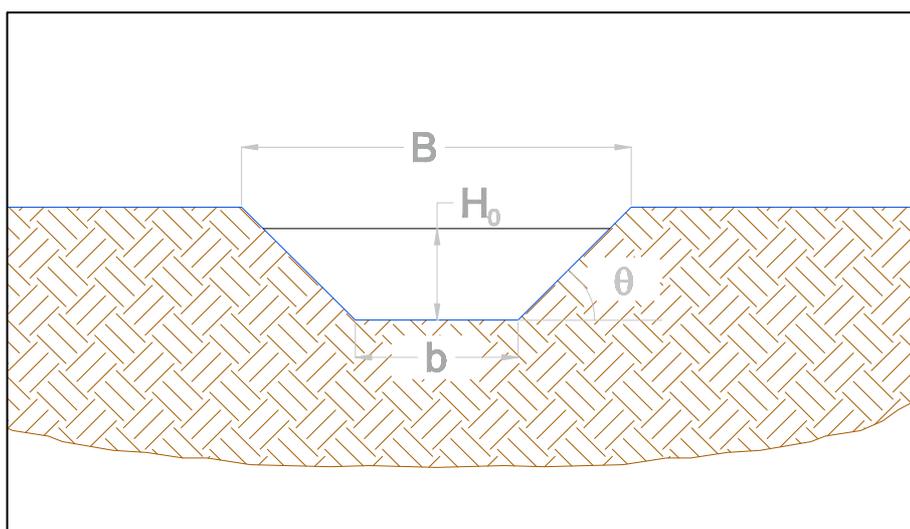
Quando si ricerca il diametro di collettori successivi al primo, bisogna valutare che nel  $w_0$  iniziale siano considerati tutti i  $W_p$  di ogni collettore che si trova a monte.

Durante le iterazioni si è costretti a modificare il diametro, proprio per mantenere il rapporto  $y/D$  non superiore a  $0,8$ .

Trovata l'area della sezione circolare la si usa per determinare le dimensioni fondamentali di un'equivalente sezione trapezia, ponendo attenzione a ricavare raggi idraulici di simile valore.

Le dimensioni di progetto di una sezione trapezia sono:

- $b$ , la base minore;
- $H_0$ , il tirante idraulico;
- $\theta$ , l'angolo della scarpa.



**Figura 9: Sezione Trapezia**

I tiranti idraulici trovati sono stati aumentati del 10% a favore di sicurezza, la velocità è stata imposta a 0,6 m/s (valore tipico per canali in terra) e la pendenza ricavata tramite la formula di Gauckler-Strickler.

Infine le sezioni sono state verificate tramite un ulteriore foglio di calcolo apposito per canali aperti di sezione trapezia (ponendo come incognita la portata massima  $Q_0$  contenuta nella sezione e confrontandola con quella di progetto).

Dalle verifiche effettuate tutte le sezioni scelte sono verificate.

Di seguito si riportano le tabelle relative alla determinazione delle sezioni dei tronchi in cui è stata suddivisa la rete di drenaggio, la verifica delle varie sezioni individuate e, negli Allegati 2 e 4, la planimetria dell'area in cui sono evidenziati i tratti di canale di nuova realizzazione con le relative sezioni ottenute dai calcoli.

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

## 4. CONCLUSIONI

Le sezioni individuate e proposte appaiono, alla luce dei sopralluoghi effettuati, di dimensioni maggiori di quelle dei corpi idrici presenti in sito; inoltre, la presenza dell'impianto in progetto garantirà una manutenzione costante degli stessi.

Il progetto definitivo ed esecutivo di tali opere idrauliche sarà basato su dati più dettagliati al fine di non eseguire lavori eccessivi rispetto alla necessità dei luoghi.

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"

Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare  
Opere di Sistemazione Idraulica



## CALCOLO SEZIONI CANALI IN PROGETTO

SEZIONE TRAPEZIA

Condotta	S [ha]	φ	L [m]	a	n <sub>best</sub>	ε	K <sub>c</sub>	S <sub>BACKING</sub> [ha]
AB	12,2	0,400	795,00	40,5215	0,2918	2,075	421,995	31,400

CONDOTTIA A-B								
Wp(m/s) Wp	U <sub>(best) [m/s]</sub>	Q <sub>0</sub> [(l/sec)	A' (m <sup>2</sup> )	D [m]	A/D <sup>2</sup>	Y/D	Vc= A*L	Wp
250	4,163	50,785	0,085	0,400	0,53080	0,640	0,0849	5,534
255,53	3,947	48,156	0,080	0,380	0,55940	0,670	0,0808	5,264
255,26	3,957	48,280	0,080	0,380	0,55940	0,670	0,0808	5,264

Condotta	S [ha]	φ	L [m]	a	n <sub>best</sub>	ε	K <sub>c</sub>	S <sub>BACKING</sub> [ha]
BC	22	0,400	617,00	40,5215	0,2918	2,075	421,995	31,400

CONDOTTIA B-C								
Wp(m/s) Wp	U <sub>(best) [m/s]</sub>	Q <sub>0</sub> [(l/sec)	A' (m <sup>2</sup> )	D [m]	A/D <sup>2</sup>	Y/D	Vc= A*L	Wp
252,919	4,047	89,034	0,148	0,600	0,59360	0,710	0,59640	2,935
255,63	3,935	86,580	0,144	0,500	0,57720	0,690	0,57800	2,839
255,76	3,939	86,654	0,144	0,500	0,57770	0,690	0,57800	2,839

Condotta	S [ha]	φ	L [m]	a	n <sub>best</sub>	ε	K <sub>c</sub>	S <sub>BACKING</sub> [ha]
CD	31,4	0,400	600,00	40,5215	0,2918	2,075	421,995	31,400

CONDOTTIA C-D								
Wp(m/s) Wp	U <sub>(best) [m/s]</sub>	Q <sub>0</sub> [(l/sec)	A' (m <sup>2</sup> )	D [m]	A/D <sup>2</sup>	Y/D	Vc= A*L	Wp
254,88	3,972	124,711	0,208	0,600	0,57740	0,690	0,57800	3,976
258,86	3,825	120,112	0,200	0,560	0,59510	0,710	0,59640	3,834
258,72	3,830	120,272	0,200	0,560	0,59590	0,710	0,59640	3,834

Condotta	S [ha]	φ	L [m]	a	n <sub>best</sub>	ε	K <sub>c</sub>	S <sub>BACKING</sub> [ha]
EF	14,5	0,400	293,00	39,1661	0,3034	2,022	432,312	98,000

CONDOTTIA E-F								
Wp(m/s) Wp	U <sub>(best) [m/s]</sub>	Q <sub>0</sub> [(l/sec)	A' (m <sup>2</sup> )	D [m]	A/D <sup>2</sup>	Y/D	Vc= A*L	Wp
250,00	4,097	59,406	0,099	0,400	0,61880	0,730	0,61430	0,9883
251,99	4,023	56,337	0,097	0,400	0,60770	0,720	0,60540	0,9969
251,96	4,024	56,352	0,097	0,400	0,60780	0,720	0,60540	0,9969

Condotta	S [ha]	φ	L [m]	a	n <sub>best</sub>	ε	K <sub>c</sub>	S <sub>BACKING</sub> [ha]
FG	28,9	0,400	320,00	39,1661	0,3034	2,022	432,312	98,000

CONDOTTIA F-G								
Wp(m/s) Wp	U <sub>(best) [m/s]</sub>	Q <sub>0</sub> [(l/sec)	A' (m <sup>2</sup> )	D [m]	A/D <sup>2</sup>	Y/D	Vc= A*L	Wp
250,98	4,060	117,342	0,196	0,560	0,58140	0,700	0,58720	2,187
253,17	3,980	115,028	0,192	0,560	0,56990	0,680	0,56870	2,118
253,10	3,983	115,100	0,192	0,560	0,57030	0,680	0,56870	2,118

CONDOTTIA A-B						
A	b	H <sub>0</sub>	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI
0,0908	0,300	0,196	0,225	0,577	1,047	60
0,0908	0,300	0,172	0,197	1,000	0,785	45
0,0908	0,300	0,146	0,168	1,732	0,524	30

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0,600	0,130	30,000	0,0061	4,841

CONDOTTIA B-C						
A	b	H <sub>0</sub>	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI
0,1445	0,300	0,304	0,350	0,577	1,047	60
0,1445	0,300	0,259	0,297	1,000	0,785	45
0,1445	0,300	0,215	0,247	1,732	0,524	30

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0,600	0,156	30,000	0,0048	2,935

CONDOTTIA C-D						
A	b	H <sub>0</sub>	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI
0,2006	0,300	0,383	0,442	0,577	1,047	60
0,2006	0,300	0,323	0,371	1,000	0,785	45
0,2006	0,300	0,265	0,304	1,732	0,524	30

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0,600	0,175	30,000	0,0041	2,449

CONDOTTIA E-F						
A	b	H <sub>0</sub>	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI
0,0969	0,300	0,225	0,259	0,577	1,047	60
0,0969	0,300	0,195	0,225	1,000	0,785	45
0,0969	0,300	0,165	0,190	1,732	0,524	30

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0,600	0,137	30,000	0,0057	1,657

CONDOTTIA F-G						
A	b	H <sub>0</sub>	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI
0,1913	0,300	0,372	0,428	0,577	1,047	60
0,1913	0,300	0,312	0,359	1,000	0,785	45
0,1913	0,300	0,257	0,295	1,732	0,524	30

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0,600	0,172	30,000	0,0042	1,336

Condotta	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{over}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{MAGNO}$ [ha]
GH	43.4	0.400	225.00	39.1661	0.3034	2.022	432.312	98.000

CONDOTTA G-H								
$W_{p0.5} W_p$	$U_{(sec-HB)}$	$Q_0 (l/sec)$	$A (m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$V_c = A \cdot L$	Wp
251.41	4.044	175.527	0.293	0.700	0.59640	0.710	65.753	1.515
252.93	3.989	173.123	0.289	0.700	0.58720	0.700	64.739	1.492
252.90	3.990	173.160	0.289	0.700	0.58720	0.700	64.739	1.492

Condotta	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{over}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{MAGNO}$ [ha]
HI	53.4	0.400	655.00	39.1661	0.3034	2.022	432.312	98.000

CONDOTTA H-I								
$W_{p0.5} W_p$	$U_{(sec-HB)}$	$Q_0 (l/sec)$	$A (m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$V_c = A \cdot L$	Wp
251.21	4.062	215.363	0.361	0.750	0.64060	0.760	236.984	4.119
255.63	3.693	207.872	0.346	0.750	0.61430	0.730	226.331	4.238
255.45	3.699	208.210	0.347	0.750	0.61430	0.730	226.331	4.238

Condotta	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{over}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{MAGNO}$ [ha]
IL	76.1	0.400	753.00	39.1661	0.3034	2.022	432.312	98.000

CONDOTTA I-L								
$W_{p0.5} W_p$	$U_{(sec-HB)}$	$Q_0 (l/sec)$	$A (m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$V_c = A \cdot L$	Wp
252.97	3.987	303.430	0.506	0.900	0.62310	0.740	360.047	4.984
257.97	3.812	290.114	0.484	0.900	0.59640	0.710	363.762	4.760
257.75	3.820	290.667	0.484	0.900	0.59640	0.710	363.762	4.760

Condotta	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{over}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{MAGNO}$ [ha]
LM	98	0.400	716.00	39.1661	0.3034	2.022	432.312	98.000

CONDOTTA L-M								
$W_{p0.5} W_p$	$U_{(sec-HB)}$	$Q_0 (l/sec)$	$A (m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$V_c = A \cdot L$	Wp
253.71	3.961	388.147	0.647	1.000	0.64890	0.770	464.612	4.741
258.45	3.796	371.996	0.620	1.000	0.62010	0.740	446.140	4.552
258.26	3.802	372.620	0.621	1.000	0.62310	0.740	446.140	4.552

CONDOTTA G-H								
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Rhsicurezza
0.2877	0.400	0.440	0.506	0.577	1.047	60	0.203	0.209
0.2877	0.400	0.373	0.428	1.000	0.785	45	0.198	0.216
0.2877	0.400	0.308	0.354	1.732	0.524	30	0.176	0.203

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0.600	0.216	30.000	0.0031	0.693

CONDOTTA H-I								
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Rhsicurezza
0.3455	0.400	0.501	0.576	0.577	1.047	60	0.222	0.222
0.3455	0.400	0.421	0.484	1.000	0.785	45	0.217	0.231
0.3455	0.400	0.346	0.398	1.732	0.524	30	0.194	0.218

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0.600	0.231	30.000	0.0028	1.850

CONDOTTA I-L								
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Rhsicurezza
0.4831	0.600	0.533	0.612	0.577	1.047	60	0.264	0.288
0.4831	0.600	0.457	0.526	1.000	0.785	45	0.255	0.294
0.4831	0.600	0.383	0.440	1.732	0.524	30	0.227	0.272

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0.600	0.294	30.000	0.0020	1.541

CONDOTTA L-M								
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Rhsicurezza
0.6231	0.600	0.642	0.738	0.577	1.047	60	0.299	0.310
0.6231	0.600	0.545	0.626	1.000	0.785	45	0.291	0.320
0.6231	0.600	0.451	0.519	1.732	0.524	30	0.259	0.300

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0.600	0.320	30.000	0.0018	1.307

Condotta NP	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
	11,1	0,400	363,00	40,0678	0,2956	2,057	425,244	53,300

CONDOTTA N-P										
$Wp_{(M/s-Wp)}$	$U_{(M/s-Ha)}$	$Q_{(l/sec-Ha)}$	$A'(m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$Vc=A \cdot L$	A	$A/D^2$	Wp
250,00	4,139	45,939	0,077	0,350	0,6250	0,740	27,708	0,0763	0,62310	2,496
252,50	4,005	44,451	0,074	0,350	0,6048	0,720	26,921	0,0742	0,60540	2,425
252,43	4,007	44,480	0,074	0,350	0,6052	0,720	26,921	0,0742	0,60540	2,425

Condotta PQ	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
	23,7	0,400	433,00	40,0678	0,2956	2,057	425,244	53,300

CONDOTTA P-Q										
$Wp_{(M/s-Wp)}$	$U_{(M/s-Ha)}$	$Q_{(l/sec-Ha)}$	$A'(m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$Vc=A \cdot L$	A	$A/D^2$	Wp
251,14	4,094	97,032	0,162	0,550	0,5346	0,640	69,526	0,1606	0,53080	2,934
254,07	3,982	94,383	0,157	0,550	0,5200	0,630	68,268	0,1577	0,52120	2,861
254,02	3,984	94,430	0,157	0,550	0,5203	0,630	68,268	0,1577	0,52120	2,861

Condotta QR	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
	34,1	0,400	330,00	40,0678	0,2956	2,057	425,244	53,300

CONDOTTA Q-R										
$Wp_{(M/s-Wp)}$	$U_{(M/s-Ha)}$	$Q_{(l/sec-Ha)}$	$A'(m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$Vc=A \cdot L$	A	$A/D^2$	Wp
252,00	4,061	138,471	0,231	0,600	0,6411	0,760	76,091	0,2306	0,64050	2,231
254,23	3,976	135,592	0,226	0,600	0,6277	0,740	74,024	0,2243	0,62310	2,171
254,17	3,979	135,669	0,226	0,600	0,6281	0,740	74,024	0,2243	0,62310	2,171

Condotta RS	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
	43,7	0,400	609,00	40,0678	0,2956	2,057	425,244	53,300

CONDOTTA R-S										
$Wp_{(M/s-Wp)}$	$U_{(M/s-Ha)}$	$Q_{(l/sec-Ha)}$	$A'(m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$Vc=A \cdot L$	A	$A/D^2$	Wp
251,69	4,073	177,972	0,297	0,700	0,6053	0,720	180,657	0,2966	0,60540	4,134
255,53	3,918	171,165	0,285	0,700	0,5823	0,700	175,226	0,2877	0,58720	4,010
255,70	3,922	171,393	0,286	0,700	0,5830	0,700	175,226	0,2877	0,58720	4,010

Condotta ST	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
	53,3	0,400	583,00	40,0678	0,2956	2,057	425,244	53,300

CONDOTTA S-T										
$Wp_{(M/s-Wp)}$	$U_{(M/s-Ha)}$	$Q_{(l/sec-Ha)}$	$A'(m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$Vc=A \cdot L$	A	$A/D^2$	Wp
253,29	4,012	213,828	0,356	0,750	0,6336	0,750	207,224	0,3554	0,63190	3,888
257,18	3,869	206,205	0,344	0,750	0,6110	0,730	201,452	0,3455	0,61430	3,760
257,07	3,873	206,412	0,344	0,750	0,6116	0,730	201,452	0,3455	0,61430	3,760

CONDOTTA N-P						
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI
0,0742	0,300	0,183	0,210	0,577	1,047	60
0,0742	0,300	0,161	0,185	1,000	0,785	45
0,0742	0,300	0,138	0,158	1,732	0,524	30

Velocità (m/s)			Dislivello (m)		
0,600	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	30,000	0,0063	2,283
	0,127				

CONDOTTA P-Q						
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI
0,1577	0,300	0,324	0,372	0,577	1,047	60
0,1577	0,300	0,275	0,316	1,000	0,785	45
0,1577	0,300	0,227	0,261	1,732	0,524	30

Velocità (m/s)			Dislivello (m)		
0,600	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	30,000	0,0046	1,981
	0,161				

CONDOTTA Q-R						
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI
0,2243	0,300	0,415	0,478	0,577	1,047	60
0,2243	0,300	0,347	0,399	1,000	0,785	45
0,2243	0,300	0,284	0,326	1,732	0,524	30

Velocità (m/s)			Dislivello (m)		
0,600	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	30,000	0,0039	1,275
	0,183				

CONDOTTA R-S						
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI
0,2877	0,400	0,440	0,506	0,577	1,047	60
0,2877	0,400	0,373	0,428	1,000	0,785	45
0,2877	0,400	0,308	0,354	1,732	0,524	30

Velocità (m/s)			Dislivello (m)		
0,600	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	30,000	0,0031	1,876
	0,216				

CONDOTTA S-T						
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI
0,3455	0,400	0,501	0,576	0,577	1,047	60
0,3455	0,400	0,421	0,484	1,000	0,785	45
0,3455	0,400	0,346	0,398	1,732	0,524	30

Velocità (m/s)			Dislivello (m)		
0,600	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	30,000	0,0028	1,646
	0,231				

Condotta UV	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
	14,3	0,400	370,00	40,3382	0,2933	2,068	423,284	40,200

CONDOTTA U-V										
$W_{(sec)} W_{(p)}$	$U_{(sec-Ha)}$	$Q_{(l/sec)}$	$A(m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$A/D^2$	A	$V_c = A \cdot L$	Wp
250,00	4,153	59,384	0,099	0,400	0,6186	0,730	0,61430	0,0983	36,367	2,543
252,54	4,053	57,953	0,097	0,400	0,6037	0,720	0,60540	0,0969	35,840	2,506
252,51	4,054	57,974	0,097	0,400	0,6039	0,720	0,60540	0,0969	35,840	2,506

Condotta VW	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
	28,6	0,400	461,00	40,3382	0,2933	2,068	423,284	40,200

CONDOTTA V-W										
$W_{(sec)} W_{(p)}$	$U_{(sec-Ha)}$	$Q_{(l/sec)}$	$A(m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$A/D^2$	A	$V_c = A \cdot L$	Wp
251,23	4,103	117,346	0,196	0,550	0,6465	0,770	0,64890	0,1963	90,491	3,164
254,42	3,981	113,860	0,190	0,550	0,6273	0,740	0,62310	0,1885	86,693	3,038
254,29	3,986	113,996	0,190	0,550	0,6281	0,740	0,62310	0,1885	86,693	3,038

Condotta WX	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
	40,2	0,400	334,00	40,3382	0,2933	2,068	423,284	40,200

CONDOTTA W-X										
$W_{(sec)} W_{(p)}$	$U_{(sec-Ha)}$	$Q_{(l/sec)}$	$A(m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$A/D^2$	A	$V_c = A \cdot L$	Wp
252,16	4,067	163,512	0,273	0,660	0,6256	0,740	0,62310	0,2714	90,655	2,255
254,42	3,981	160,042	0,267	0,660	0,6123	0,730	0,61430	0,2676	89,375	2,223
254,38	3,982	160,090	0,267	0,660	0,6125	0,730	0,61430	0,2676	89,375	2,223

Condotta YZ	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
	8,2	0,400	401,00	40,5529	0,2915	2,076	421,777	29,900

CONDOTTA Y-Z										
$W_{(sec)} W_{(p)}$	$U_{(sec-Ha)}$	$Q_{(l/sec)}$	$A(m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$A/D^2$	A	$V_c = A \cdot L$	Wp
250,00	4,164	84,148	0,057	0,300	0,6324	0,750	0,63190	0,0569	22,805	2,761
252,78	4,054	83,242	0,055	0,300	0,6156	0,730	0,61430	0,0553	22,170	2,704
252,70	4,057	83,267	0,055	0,300	0,6161	0,730	0,61430	0,0553	22,170	2,704

Condotta ZA'	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
	19,6	0,400	360,00	40,5529	0,2915	2,076	421,777	29,900

CONDOTTA Z-A'										
$W_{(sec)} W_{(p)}$	$U_{(sec-Ha)}$	$Q_{(l/sec)}$	$A(m^2)$	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$A/D^2$	A	$V_c = A \cdot L$	Wp
251,13	4,119	80,732	0,135	0,460	0,6369	0,760	0,64090	0,1355	48,791	2,469
253,62	4,021	78,819	0,131	0,460	0,6208	0,740	0,62310	0,1318	47,465	2,422
253,55	4,024	78,870	0,131	0,460	0,6212	0,740	0,62310	0,1318	47,465	2,422

CONDOTTA U-V									
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Risicurezza	B SPONDE
0,0969	0,300	0,225	0,259	0,577	1,047	60	0,118	0,136	0,599
0,0969	0,300	0,196	0,225	1,000	0,785	45	0,114	0,137	0,750
0,0969	0,300	0,165	0,190	1,732	0,524	30	0,101	0,126	0,958

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0,600	0,137	30,000	0,0057	2,084

CONDOTTA V-W									
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Risicurezza	B SPONDE
0,1885	0,300	0,368	0,423	0,577	1,047	60	0,164	0,164	0,728
0,1885	0,300	0,309	0,356	1,000	0,785	45	0,160	0,171	1,012
0,1885	0,300	0,255	0,293	1,732	0,524	30	0,143	0,161	1,314

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0,600	0,171	30,000	0,0042	1,938

CONDOTTA W-X									
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Risicurezza	B SPONDE
0,2676	0,400	0,418	0,480	0,577	1,047	60	0,196	0,205	0,954
0,2676	0,400	0,355	0,408	1,000	0,785	45	0,191	0,211	1,216
0,2676	0,400	0,294	0,338	1,732	0,524	30	0,170	0,197	1,572

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0,600	0,211	30,000	0,0032	1,063

CONDOTTA Y-Z									
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Risicurezza	B SPONDE
0,0553	0,300	0,144	0,166	0,577	1,047	60	0,087	0,119	0,491
0,0553	0,300	0,129	0,148	1,000	0,785	45	0,083	0,117	0,596
0,0553	0,300	0,112	0,129	1,732	0,524	30	0,074	0,105	0,746

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0,600	0,117	30,000	0,0070	2,803

CONDOTTA Z-A'									
A	b	$H_0$	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Risicurezza	B SPONDE
0,1318	0,300	0,284	0,327	0,577	1,047	60	0,138	0,148	0,877
0,1318	0,300	0,243	0,279	1,000	0,785	45	0,134	0,151	0,858
0,1318	0,300	0,203	0,233	1,732	0,524	30	0,119	0,141	1,107

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	i	Dislivello (m)
0,600	0,151	30,000	0,0050	1,787

Condotta	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
AB'	29,9	0,400	334,00	40,5529	0,2915	2,076	421,777	29,900

CONDOTTA A-B'										
$W_p$ (MVs)	$U$ (l/sec-Ha)	$Q_d$ (l/sec)	$A$ (m <sup>2</sup> )	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$A/D^2$	A	Vc= A <sup>1/L</sup>	Wp
251,59	4,101	122,615	0,204	0,570	0,6290	0,750	0,63190	0,2053	68,572	2,293
253,68	4,011	119,940	0,200	0,570	0,6163	0,730	0,61430	0,1996	66,662	2,229
253,82	4,014	120,014	0,200	0,570	0,6166	0,730	0,61430	0,1996	66,662	2,229

Condotta	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
C'D'	11	0,400	362,00	40,7419	0,2899	2,083	420,483	20,900

CONDOTTA C-D'										
$W_p$ (MVs)	$U$ (l/sec-Ha)	$Q_d$ (l/sec)	$A$ (m <sup>2</sup> )	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$A/D^2$	A	Vc= A <sup>1/L</sup>	Wp
250,00	4,175	45,926	0,077	0,350	0,6248	0,740	0,62310	0,0763	27,631	2,512
252,51	4,074	44,815	0,075	0,350	0,6097	0,730	0,61430	0,0753	27,241	2,476
252,48	4,075	44,850	0,075	0,350	0,6099	0,730	0,61430	0,0753	27,241	2,476

Condotta	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
D'E'	20,9	0,400	264,00	40,7419	0,2899	2,083	420,485	20,900

CONDOTTA D-E'										
$W_p$ (MVs)	$U$ (l/sec-Ha)	$Q_d$ (l/sec)	$A$ (m <sup>2</sup> )	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$A/D^2$	A	Vc= A <sup>1/L</sup>	Wp
251,30	4,122	86,155	0,144	0,480	0,6232	0,740	0,62310	0,1436	37,900	1,813
253,12	4,050	84,651	0,141	0,480	0,6123	0,730	0,61430	0,1415	37,365	1,768
253,09	4,051	84,672	0,141	0,480	0,6125	0,730	0,61430	0,1415	37,365	1,768

Condotta	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
FG'	6,7	0,400	170,00	40,8559	0,2890	2,088	419,718	15,500

CONDOTTA F-G'										
$W_p$ (MVs)	$U$ (l/sec-Ha)	$Q_d$ (l/sec)	$A$ (m <sup>2</sup> )	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$A/D^2$	A	Vc= A <sup>1/L</sup>	Wp
250,00	4,182	28,017	0,047	0,280	0,5966	0,710	0,59640	0,0468	7,949	1,166
251,19	4,133	27,693	0,046	0,280	0,5867	0,700	0,58480	0,0509	8,649	1,291
251,29	4,129	27,664	0,046	0,280	0,5881	0,700	0,58480	0,0509	8,649	1,291

Condotta	S [ha]	$\phi$	L [m]	a	$n_{best}$	$\epsilon$	$K_c$	$S_{BACINO}$ [ha]
GH'	15,5	0,400	196,00	40,8559	0,2890	2,088	419,718	15,500

CONDOTTA G-H'										
$W_p$ (MVs)	$U$ (l/sec-Ha)	$Q_d$ (l/sec)	$A$ (m <sup>2</sup> )	D [m]	$A/D^2$	Y/D	$A/D^2$	A	Vc= A <sup>1/L</sup>	Wp
252,25	4,091	27,406	0,046	0,280	0,5826	0,700	0,58720	0,0460	7,826	1,168
251,17	4,134	27,698	0,046	0,280	0,5888	0,700	0,58720	0,0460	7,826	1,168

CONDOTTA A'-B'									
A	b	H <sub>0</sub>	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Risicurezza	B SPONDE
0,1996	0,300	0,383	0,440	0,577	1,047	60	0,168	0,167	0,809
0,1996	0,300	0,321	0,430	1,000	0,785	45	0,165	0,175	1,039
0,1996	0,300	0,264	0,303	1,732	0,524	30	0,147	0,185	1,351

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	I	Dislivello (m)
0,600	0,175	30,000	0,0041	1,367

CONDOTTA C'-D'									
A	b	H <sub>0</sub>	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Risicurezza	B SPONDE
0,0753	0,300	0,185	0,213	0,577	1,047	60	0,103	0,128	0,545
0,0753	0,300	0,163	0,187	1,000	0,785	45	0,099	0,127	0,674
0,0753	0,300	0,139	0,160	1,732	0,524	30	0,088	0,115	0,854

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	I	Dislivello (m)
0,600	0,127	30,000	0,0062	2,262

CONDOTTA D'-E'									
A	b	H <sub>0</sub>	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Risicurezza	B SPONDE
0,1415	0,300	0,300	0,344	0,577	1,047	60	0,143	0,151	0,697
0,1415	0,300	0,255	0,293	1,000	0,785	45	0,139	0,155	0,887
0,1415	0,300	0,212	0,244	1,732	0,524	30	0,123	0,145	1,145

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	I	Dislivello (m)
0,600	0,155	30,000	0,0048	1,269

CONDOTTA F'-G'									
A	b	H <sub>0</sub>	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Risicurezza	B SPONDE
0,0509	0,300	0,135	0,155	0,577	1,047	60	0,083	0,118	0,479
0,0509	0,300	0,121	0,139	1,000	0,785	45	0,079	0,115	0,678
0,0509	0,200	0,123	0,142	1,732	0,524	30	0,073	0,089	0,690

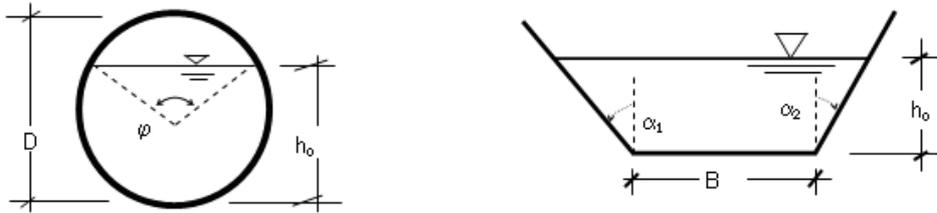
Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	I	Dislivello (m)
0,600	0,115	30,000	0,0072	1,220

CONDOTTA G'-H'									
A	b	H <sub>0</sub>	Hsicurezza	COTANGENTE	RAD	GRADI	RH	Risicurezza	B SPONDE
0,0460	0,300	0,124	0,143	0,577	1,047	60	0,079	0,115	0,464
0,1415	0,300	0,255	0,293	1,000	0,785	45	0,139	0,155	0,887
0,1415	0,300	0,212	0,244	1,732	0,524	30	0,123	0,145	1,145

Velocità (m/s)	RH	Ks(Gauckler-Strickler)	I	Dislivello (m)
0,600	0,155	30,000	0,0048	0,942

## VERIFICA DELLE SEZIONI DEI TRATTI INDIVIDUATI

### TRATTO V-A-B - TIPOLOGIA DI SEZIONE 1



#### **CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata**

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### **Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 0,5$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 0,381$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,28\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### **Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 0,33566$  mq

contorno bagnato,  $C = 1,578$  m

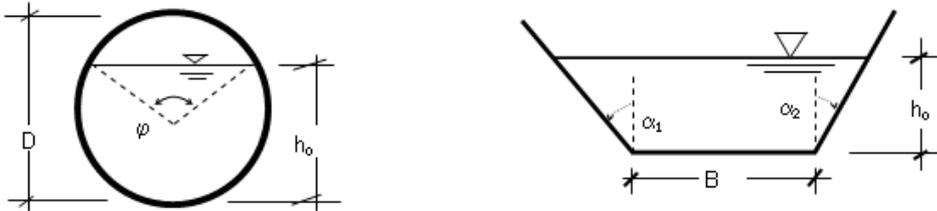
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,2128$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 23,1795$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R^*)^{0,5} = 0,5658$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 0,1899$  mc/s

### TRATTO B-C - TIPOLOGIA DI SEZIONE 3



**CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata**

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

**Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 0,8$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 1,056$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,1\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

**Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 1,95994$  mq

contorno bagnato,  $C = 3,787$  m

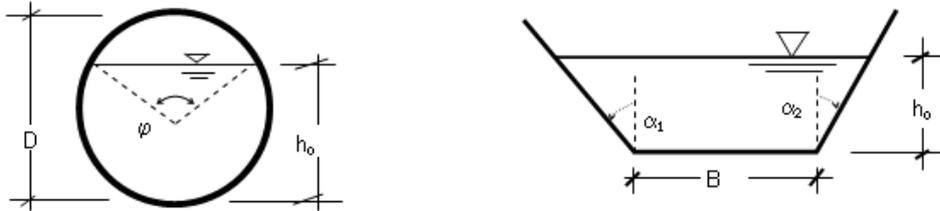
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,5176$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 26,8812$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R^*)^{0,5} = 0,6116$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 1,1986$  mc/s

## TRATTO C-D - TIPOLOGIA DI SEZIONE 4



### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### **Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 0,8$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 1,115$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,1\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### **Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 2,13523$  mq

contorno bagnato,  $C = 3,954$  m

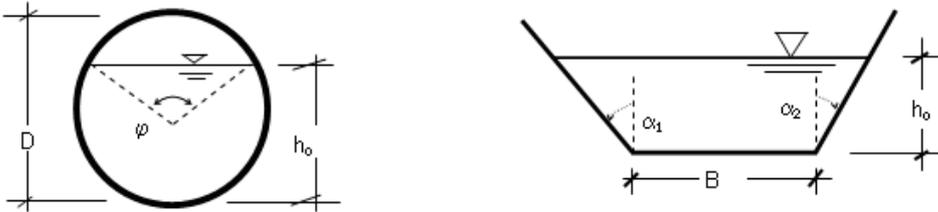
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,5401$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 27,0725$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R^*)^{0,5} = 0,6291$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 1,3434$  mc/s

### TRATTO U-D - TIPOLOGIA DI SEZIONE 3



#### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### **Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 0,8$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 0,814$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,13\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### **Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 1,3138$  mq

contorno bagnato,  $C = 3,102$  m

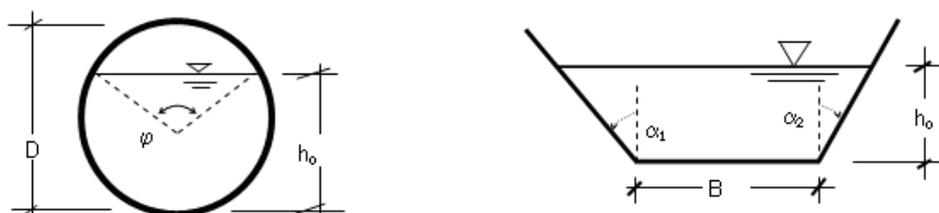
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,4235$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 25,9973$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R^*)^{0,5} = 0,61$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 0,8014$  mc/s

## TRATTO D-E-L - TIPOLOGIA DI SEZIONE 5



### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### Input

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 1,2$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 1,506$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,06\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### Output

area della sezione idrica,  $A_o = 4,07524$  mq

contorno bagnato,  $C = 5,46$  m

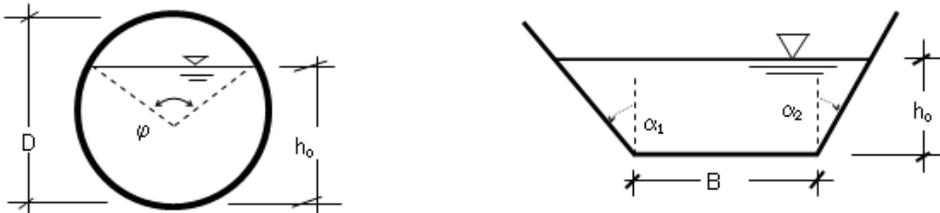
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,7464$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 28,5728$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R^*)^{0,5} = 0,6047$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 2,4642$  mc/s

## TRATTO G-H - TIPOLOGIA DI SEZIONE 1



### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### Input

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 0,5$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 0,443$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,26\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### Output

area della sezione idrica,  $A_o = 0,41775$  mq

contorno bagnato,  $C = 1,753$  m

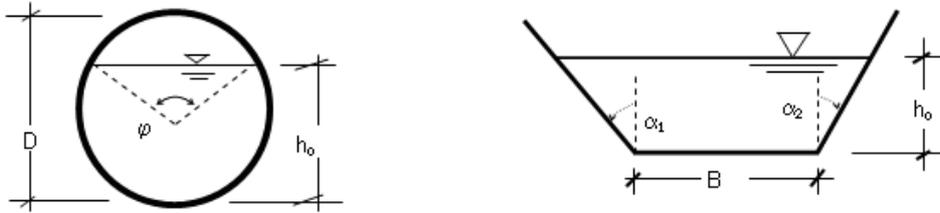
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,2383$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 23,6217$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R^*)^{0,5} = 0,588$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 0,2456$  mc/s

### TRATTO H-I-I' - TIPOLOGIA DI SEZIONE 3



#### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### **Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 0,8$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 0,546$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,16\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### **Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 0,73492$  mq

contorno bagnato,  $C = 2,344$  m

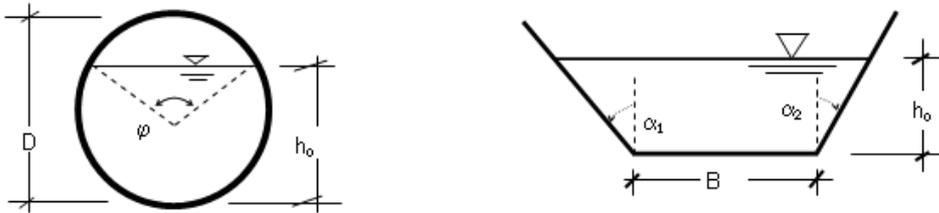
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,3135$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 24,7262$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R \cdot i)^{0,5} = 0,5538$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 0,407$  mc/s

## TRATTO Q-P-O - TIPOLOGIA DI SEZIONE 2



### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### **Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 0,5$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 0,659$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,2\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### **Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 0,76378$  mq

contorno bagnato,  $C = 2,364$  m

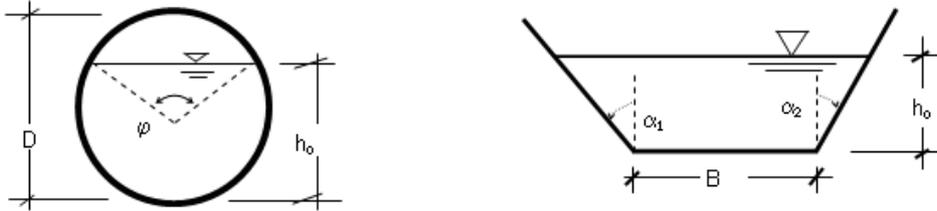
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,3231$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 24,851$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R^*)^{0,5} = 0,6317$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 0,4825$  mc/s

## TRATTO T-S - TIPOLOGIA DI SEZIONE 2



### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### **Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 0,5$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 0,546$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,23\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### **Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 0,57112$  mq

contorno bagnato,  $C = 2,044$  m

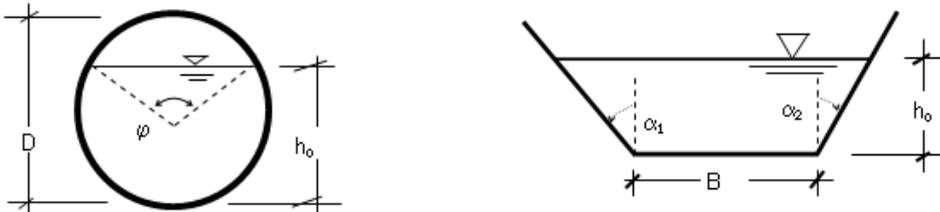
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,2794$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 24,2559$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R \cdot i)^{0,5} = 0,6148$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 0,3512$  mc/s

### TRATTO S-R - TIPOLOGIA DI SEZIONE 3



#### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### **Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 0,8$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 0,865$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,12\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### **Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 1,44023$  mq

contorno bagnato,  $C = 3,247$  m

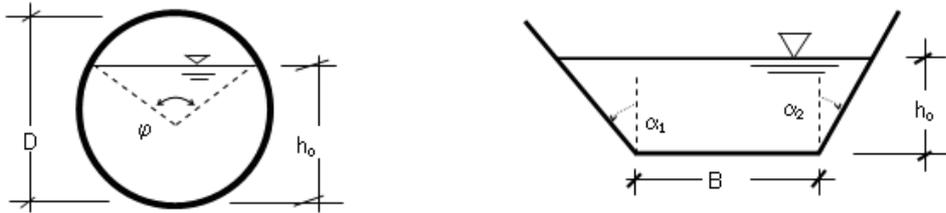
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,4436$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 26,1992$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R^*)^{0,5} = 0,6045$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 0,8706$  mc/s

### TRATTO R-O - TIPOLOGIA DI SEZIONE 3



#### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### **Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 0,8$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 0,96$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,11\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### **Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 1,6896$  mq

contorno bagnato,  $C = 3,515$  m

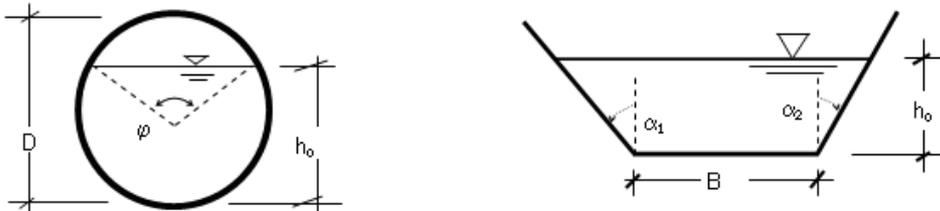
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,4806$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 26,5517$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R \cdot i)^{0,5} = 0,6105$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 1,0315$  mc/s

## TRATTO O-N - TIPOLOGIA DI SEZIONE 4



### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### **Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 0,8$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 1,27$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,09\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### **Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 2,6289$  mq

contorno bagnato,  $C = 4,392$  m

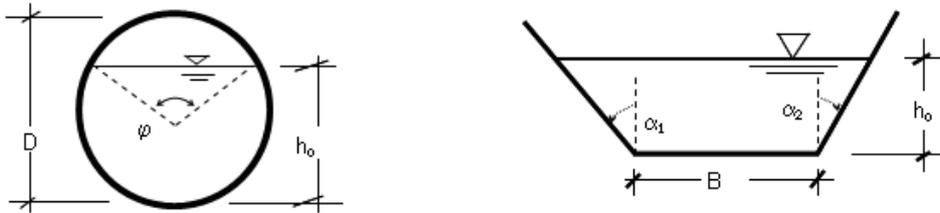
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,5986$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 27,5405$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R^*)^{0,5} = 0,6392$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 1,6804$  mc/s

## TRATTO N-M - TIPOLOGIA DI SEZIONE 5



### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### **Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 1,2$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 1,309$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,07\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### **Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 3,28428$  mq

contorno bagnato,  $C = 4,902$  m

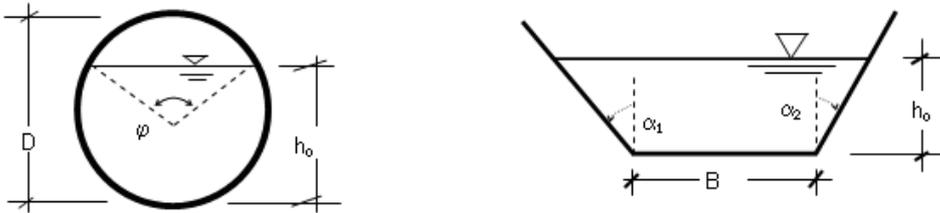
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,6699$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 28,0625$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R \cdot i)^{0,5} = 0,6077$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 1,9959$  mc/s

## TRATTO M-L - TIPOLOGIA DI SEZIONE 5



### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### **Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 1,2$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 1,35$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,07\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### **Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 3,4425$  mq

contorno bagnato,  $C = 5,018$  m

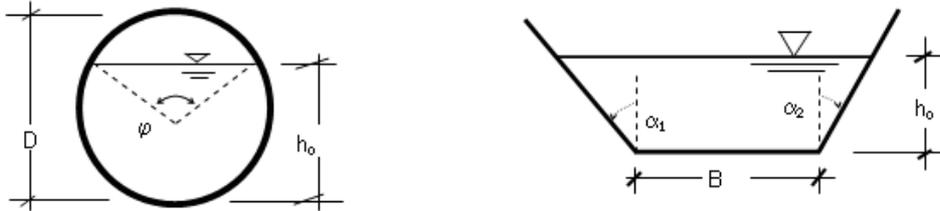
raggio idraulico,  $R = A_o/C = 0,686$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 28,1734$  m<sup>0,5</sup>/s

velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R^*)^{0,5} = 0,6174$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 2,1253$  mc/s

## TRATTO L-I' - TIPOLOGIA DI SEZIONE 6



### CALCOLO DI VERIFICA: incognita la portata

per la soluzione del problema viene utilizzata la formula di Chezy con coeff. di conduttanza calcolato con la formula di Bazin o di Kutter o di Strickler.

#### **Input**

sezione del canale/tubo: trapezia

base,  $B = 1,2$  m

angoli inclinazione sponde,  $\alpha_1 = 45^\circ$ ,  $\alpha_2 = 45^\circ$

tirante idrico,  $h_o = 2,264$  m

pendenza del fondo del canale/tubo,  $i = 0,05\%$

scabrezza delle pareti (Strickler),  $b = 1/6$ ,  $c =$

#### **Output**

area della sezione idrica,  $A_o = 7,8425$  mq

contorno bagnato,  $C = 7,604$  m

raggio idraulico,  $R = A_o/C = 1,0314$  m

coefficiente di conduttanza,  $X = 30,1551$  m<sup>0,5</sup>/s

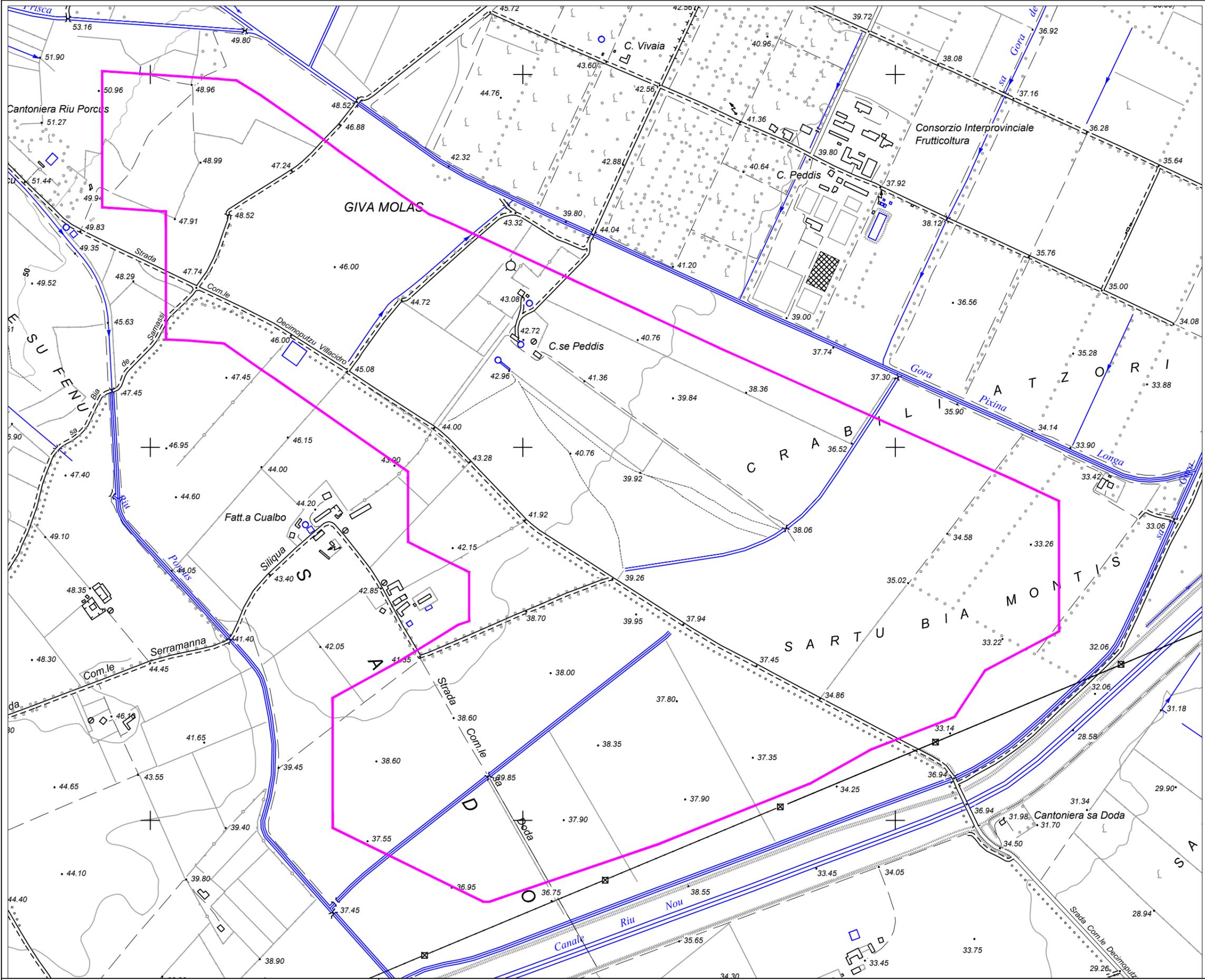
velocità di moto uniforme,  $V_o = X \cdot (R \cdot i)^{0,5} = 0,6848$  m/s

portata di moto uniforme,  $Q_o = A_o \cdot V_o = 5,3706$  mc/s

Impianto Solare Termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu"	
Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento - Dimensionamento Preliminare Opere di Sistemazione Idraulica	

## **ALLEGATI:**

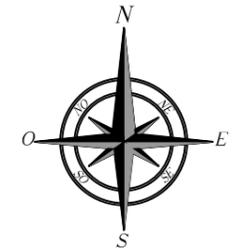
- **n.1:**  
**“Proposta di sistemazione idraulica area di intervento:  
Inquadramento su CTR 1:10.000 - Stato Attuale”**
  
- **n.2:**  
**“Proposta di sistemazione idraulica area di intervento:  
Inquadramento su CTR 1:10.000 - Stato Modificato”;**
  
- **n.3:**  
**“Proposta di sistemazione idraulica area di intervento:  
Sezioni Tipo Canali”**
  
- **n.4:**  
**“Proposta di sistemazione idraulica area di intervento:  
Aree di Influenza”**



# Allegato 1

## LEGENDA

Area impianto



Progetto:  
 Realizzazione impianto termodinamico 50 MW  
**"FLUMINI MANNU"**  
 Comuni di Villasor e Decimoputzu(CA)

**Titolo:** Proposta di sistemazione idraulica area di intervento: inquadramento su CTR - STATO ATTUALE

**Committente:** FLUMINI MANNU Ltd.  
 International House 124 Cromwell Road Kensington London  
 SW7 4ET UNITED KINGDOM  
 Filiale Italiana: C.so Umberto I, 226 Macomer (NU)

**Sviluppo:**  
 Energogreen Renewables S.r.l.  
 via E.Fermi 19, Pollenza (MC)

**Progettista:**  
 Dott. Ing. Cecilia Bubbolini

**Formato:**  
 A3 (420x297 mm)

**Scala:**  
 1:10.000

# Allegato 2

## LEGENDA

 Area impianto

Canali in progetto

 Tipologia 1

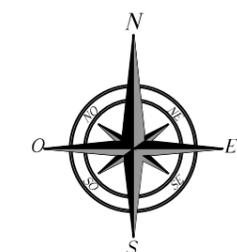
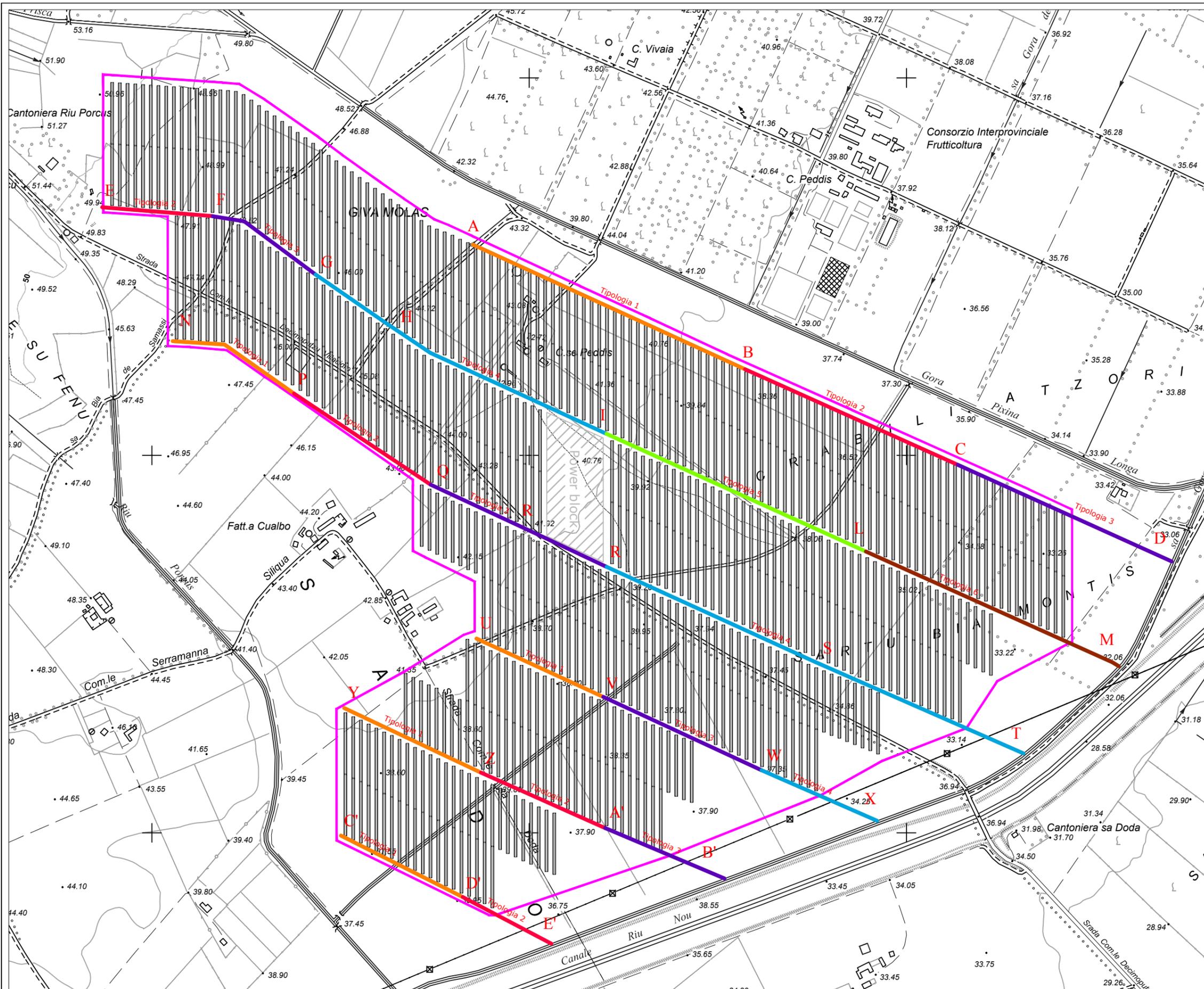
 Tipologia 2

 Tipologia 3

 Tipologia 4

 Tipologia 5

 Tipologia 6



Progetto:  
 Realizzazione impianto termodinamico 50 MW  
**"FLUMINI MANNU"**  
 Comuni di Villasor e Decimoputzu(CA)

Titolo: Proposta di sistemazione idraulica area di intervento: inquadramento su CTR - STATO MODIFICATO

Committente: **FLUMINI MANNU Ltd.**  
 International House 124 Cromwell Road Kensington London  
 SW7 4ET UNITED KINGDOM  
 Filiale Italiana: C.so Umberto I, 226 Macomer (NU)

Sviluppo:  **ENERGO GREEN** renewables  
 Energogreen Renewables S.r.l.  
 via E.Fermi 19, Pollenza (MC)

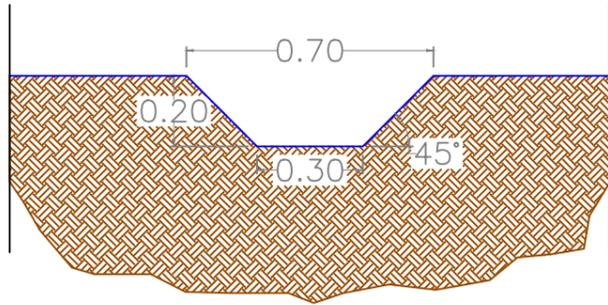
Progettista:  
 Dott. Ing. Cecilia Bubbolini

Formato:  
 A3 (420x297 mm)

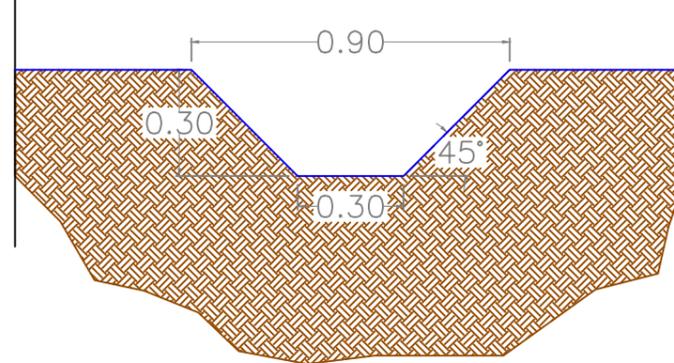
Scala:  
 1:10.000

# Allegato 3

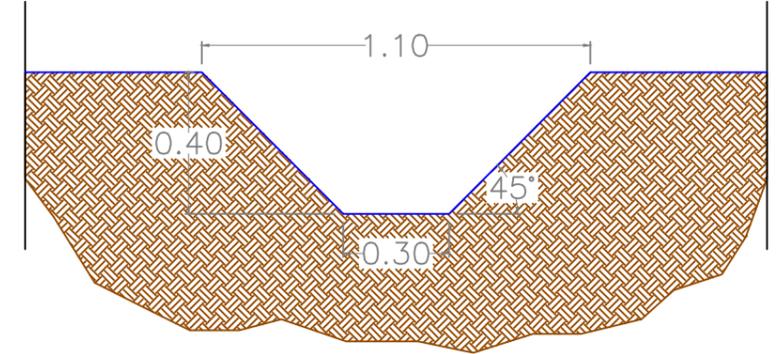
Tipologia 1



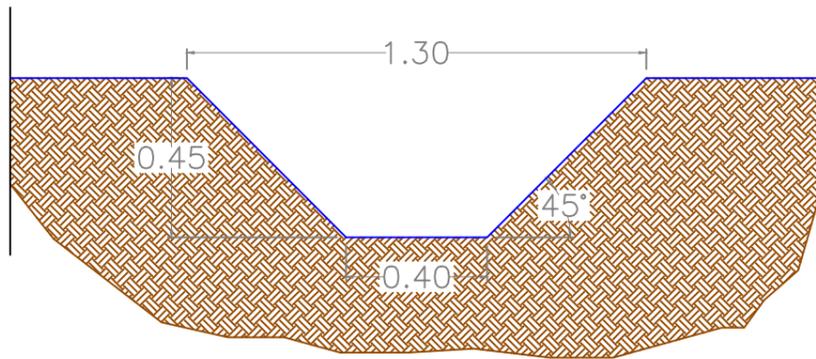
Tipologia 2



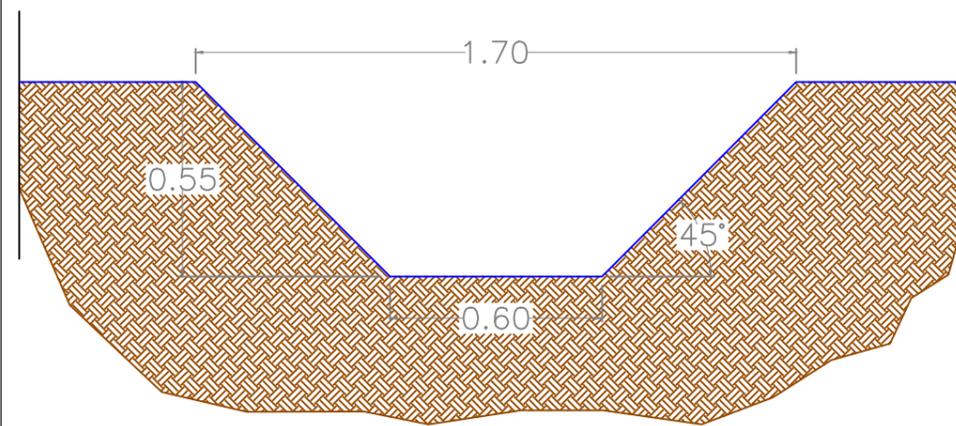
Tipologia 3



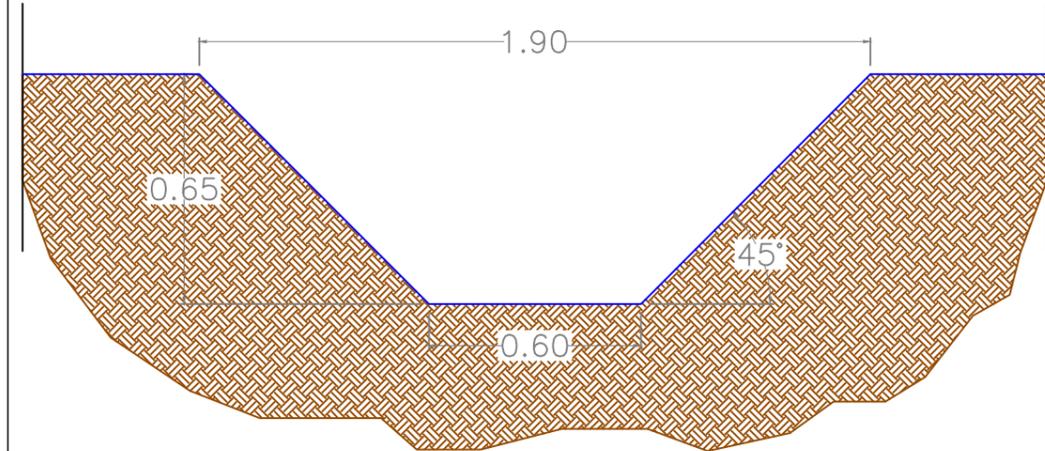
Tipologia 4



Tipologia 5



Tipologia 6



Progetto:  
Realizzazione impianto termodinamico 50 MW  
**"FLUMINI MANNU"**  
Comuni di Villasor e Decimoputzu(CA)

Titolo: Proposta di sistemazione idraulica area di intervento: SEZIONI TIPO CANALI

Committente: FLUMINI MANNU Ltd.  
International House 124 Cromwell Road Kensington London  
SW7 4ET UNITED KINGDOM  
Filiale Italiana: C.so Umberto I, 226 Macomer (NU)

Sviluppo:  
 Energogreen Renewables S.r.l.  
via E.Fermi 19, Pollenza (MC)

Progettista:  
Dott. Ing. Cecilia Bubbolini

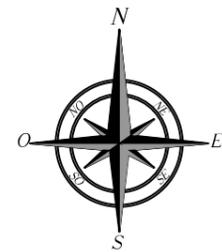
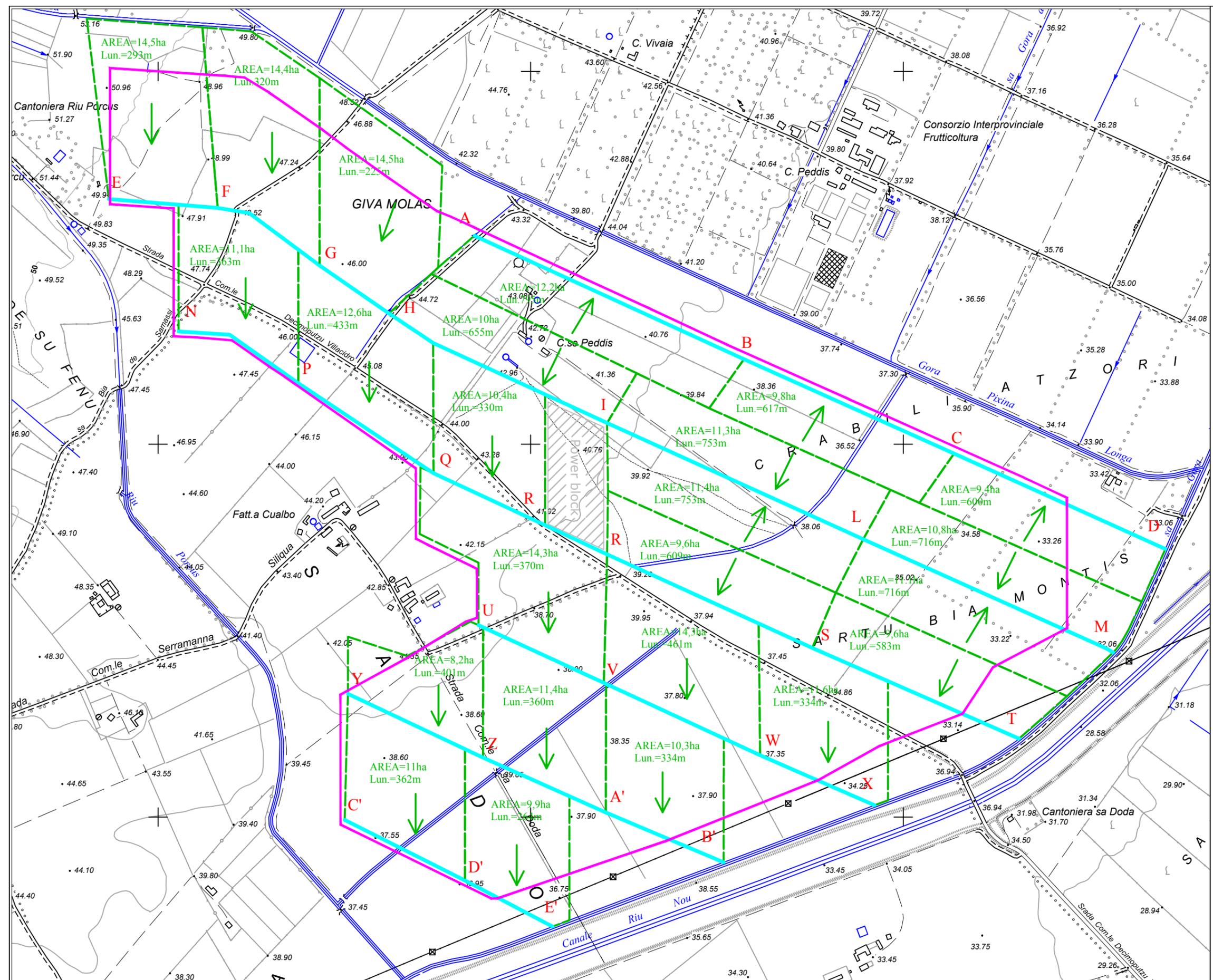
Formato:  
A3 (420x297 mm)

Misure  
in metri (m)

# Allegato 4

## LEGENDA

- Aree influenza canali
- Canali esistenti
- Canali in progetto
- Area impianto



Progetto:  
 Realizzazione impianto termodinamico 50 MW  
**"FLUMINI MANNU"**  
 Comuni di Villasor e Decimoputzu(CA)

Titolo: Proposta di sistemazione idraulica area di intervento: AREE INFLUENZA

Committente: **FLUMINI MANNU Ltd.**  
 International House 124 Cromwell Road Kensington London  
 SW7 4ET UNITED KINGDOM  
 Filiale Italiana: C.so Umberto I, 226 Macomer (NU)

Sviluppo: **ENERGO GREEN** renewables  
 Energogreen Renewables S.r.l.  
 via E.Fermi 19, Pollenza (MC)

Progettista:  
 Dott. Ing. Cecilia Bubbolini

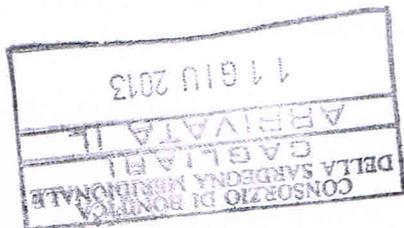
Formato:  
 A3 (420x297 mm)

Scala:  
 1:10.000

<b>FLUMINI MANNU</b>	<i>Impianto Solare Termodinamico da 55 MWe "FLUMINI MANNU"</i>	
	<i>Proposta di Sistemazione Idraulica Area d'Intervento</i>	

## **DOCUMENTI ALLEGATI:**

- Lettera di Richiesta Nulla Osta a Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale
- Lettera di Richiesta Nulla Osta a Genio Civile di Cagliari
- Risposta Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale
- Risposta Genio Civile di Cagliari



Spett.le  
Consorzio Bonifica Sardegna Meridionale  
Via Dante, 254  
09122 Cagliari

La società **Flumini Mannu Ltd. – Italian Branch**, con sede in C.so Umberto I n.226, Macomer (NU) in qualità di proponente del progetto "Realizzazione di un impianto solare termodinamico da 50 MWe ed opere connesse", ricadente nei Comuni di Villasor e Decimoputzu (CA),

**richiede**

il nulla osta per la realizzazione delle opere di sistemazione idraulica in progetto.

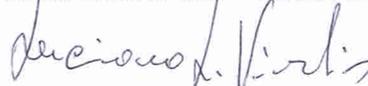
Si allegano alla presente:

- a. Proposta di sistemazione idraulica dell'area di intervento – Relazione illustrativa;
- b. Proposta di sistemazione idraulica dell'area di intervento – Dimensionamento preliminare opere di sistemazione idraulica;
- c. n.4 allegati cartografici alla relazione di cui al punto b.

Distinti Saluti

Macomer, li 06/06/2013

Flumini Mannu Ltd. – Italian Branch

  
FLUMINI MANNU LTD

Spett.le  
Servizio del Genio Civile di Cagliari  
Via San Simone, 60  
09122 Cagliari

La società **Flumini Mannu Ltd. – Italian Branch**, con sede in C.so Umberto I n.226, Macomer (NU) in qualità di proponente del progetto "Realizzazione di un impianto solare termodinamico da 50 MWe ed opere connesse", ricadente nei Comuni di Villasor e Decimoputzu (CA),

**richiede**

il nulla osta per la realizzazione delle opere di sistemazione idraulica in progetto.

Si allegano alla presente:

- a. Proposta di sistemazione idraulica dell'area di intervento – Relazione illustrativa;
- b. Proposta di sistemazione idraulica dell'area di intervento – Dimensionamento preliminare opere di sistemazione idraulica;
- c. n.4 allegati cartografici alla relazione di cui al punto b.

Distinti Saluti

Macomer, lì 06/06/2013



11 GIU. 2013

Flumini Mannu Ltd. – Italian Branch

*Luciano S. Virdis*  
FLUMINI MANNU LTD

MOD. INVIO:

- Racc.  
 Raccom. A/R  
 Corriere  
 Telematica  
 Posta P.  
 Fax  
 P.E.C.  
 A Mano

CONSORZIO DI BONIFICA  
SARDEGNA MERIDIONALE



Codice Amministrazione: \*\*\*\*\*  
Prot. Generale n: 0007692 P  
Data: 29/07/2013 Ora: 13:24  
Classificazione:

Spett.le Soc.

Flumini Mannu Ltd.-Italian Branch

Corso Umberto n° 226

08015 MACOMER (NU)

e p.c. Energogreen Renewables s.r.l.

Via E. Fermi n°19

62010 POLLENZA (MC)

email: info@energogreen.com

Allegati \_\_\_\_\_

## OGGETTO:

Richiesta Nulla Osta per la realizzazione di opere di sistemazione idraulica in progetto nei comuni di Villasor e Decimoputzu.

Si fa riferimento alla nota di prot. n°5990 del 12/06/2013, avanzata da codesta Spett.le Società, tendente ad ottenere il nulla osta alla realizzazione di opere di sistemazione idraulica nel progetto denominato "Realizzazione di un impianto solare termodinamico da 50 MWe ed opere connesse", ricadente nei Comuni di Villasor e Decimoputzu (CA).

In merito si comunica che, ai sensi della Legge Regionale del 23 Maggio 2008 n° 6, Legge quadro in materia di Consorzi di Bonifica, sono state rideterminate le funzioni assegnate ai Consorzi, limitandone l'operatività e la competenza ai corsi d'acqua artificiali: rete di dreno e di scolo collegata alla rete di distribuzione irrigua al diretto servizio della produzione agricola.

Trattandosi, al riguardo, di una sistemazione idraulica che raccoglie e convoglia le acque verso una rete di dreno e di scolo al di fuori della competenza di questo Consorzio, anche se la stessa rete principale è stata sistemata dallo stesso Consorzio negli anni passati, il Nulla Osta di cui all'oggetto deve necessariamente essere richiesto ad altri organismi competenti territorialmente.

Comunque, per quanto riguarda il progetto in corso di redazione, da un'attenta analisi degli elaborati progettuali allegati alla nota di cui sopra, non si rilevano particolari osservazioni o prescrizioni se non quelle legate al mantenimento delle fasce di rispetto laterali atte a garantire, in casi eccezionali o di interventi manutentori, il passaggio dei mezzi effossori.

Distinti saluti.

Il Direttore Generale  
(Ing. Roberto Meloni)





**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI

Direzione generale  
Servizio del Genio Civile di Cagliari

Cagliari, 17.10.2013

Prot. N. 35472  
Class. X.7.5

Spett.le FLUMINI MANNU Ltd  
Italian Branch  
Corso Umberto I n. 226  
Macomer (NU) 08015

Risposta a Nota N.  
Del 06/06/13

E p.c. ASS.TO EE.LL.  
Servizio Centrale Demanio e Patrimonio  
Viale Trieste – Cagliari

Oggetto: Realizzazione di un impianto termodinamico da 50 MWe "Flumini Mannu" in agro di Villasor e Decimoputzu.

In riferimento alla richiesta pervenuta in data 12/06/2013, n° 20265 di prot. e successive integrazioni, tesa ad ottenere l'autorizzazione ai sensi dell'art.93 del R.D. 523/1904 per la realizzazione delle opere in oggetto, preso atto della fattibilità dell'intervento sotto il profilo idraulico, al fine del rilascio della prescritta autorizzazione è necessario che la Ditta richiedente acquisisca preventivamente il N.O. del Consorzio di Bonifica per la Sardegna Meridionale, quale gestore dei canali interessati dall'intervento.

Il rilascio dell'autorizzazione è inoltre subordinato alla sdemanializzazione ed acquisizione delle aree di sedime dei canali di bonifica interessati dall'intervento, dall' Ass.to regionale in indirizzo e contemporaneamente, alla demanializzazione e cessione al demanio idrico regionale, dei nuovi canali in progetto.

Per ogni eventuale chiarimento, il funzionario incaricato dell'istruttoria è il Geom. Giovanni Puliga - Tel. 070/6066935 - mail: [gpuliga@regione.sardegna.it](mailto:gpuliga@regione.sardegna.it).

IL DIRETTORE DEL SERVIZIO

Dott. Ing. Rodolfo Contù



Settore Opere Idrauliche e Assetto Idrogeologico  
Resp. Dott. Geol. G.B. Novella  
Istrutt. GLP.

Via San Simone 60 09123 Cagliari – Direzione tel +39 070 606 6911 fax +39 070 606 6979 / [llpp.civile.ca@regione.sardegna.it](mailto:llpp.civile.ca@regione.sardegna.it)