



COMUNE DI BUGGERRU
Provincia Sud Sardegna



***INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLE DISCARICHE PRESENTI IN
PROSSIMITÀ DELLA SPIAGGIA DI BUGGERRU E MESSA IN SICUREZZA
PERMANENTE DELLE VECCHIE DIGHE STERILI A RIDOSSO DELL'AREA
PORTUALE***

PROGETTO DEFINITIVO

**ALLEGATO F - RELAZIONE DIMENSIONAMENTO
OPERE IDRAULICHE**

*SDG
Studio Di Geologia
Dott. Geol. Franco Cherchi
Via Malpighi n 1 – Iglesias
Tel 078124009
e-mail francocherchi2015@gmail.com*

*SDI
Studio Di Ingegneria
Dott. Ing. Salvatore Angelo Figus
Via Giusti n 10 – Iglesias
Tel 07811986250
e-mail angelo.figus@gmail.com*

OTTOBRE 2018

INDICE

1 - INTRODUZIONE.....	2
1.1 - PREMESSA.....	2
1.2 - IDROLOGIA.....	2
1.3 - ELEMENTI DI CARATTERIZZAZIONE GEOGRAFICA E MORFOLOGICA DEL BACINO IDROGRAFICO.....	3
1.4 - VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA.....	4
2 - DIMENSIONAMENTO CANALE.....	5
3 - IMPIANTO FOGNARIO ACQUE BIANCHE	6
3.1 - PIAZZALE BARCHE.....	6
3.2 - PIAZZALE EX CAMPO SPORTIVO.....	8
3.3 - PIAZZALE QUOTA +22.50 m.s.l.m.....	9
4.4 - SUPERFICI RIMODELLAMENTO DISCARICA.....	9
4.2 - VERIFICA IDRAULICA DELLA CONDOTTA.....	10

1 - INTRODUZIONE

1.1 - PREMESSA

Nel presente progetto sono state previste opere idrauliche a protezione dell'area discarica e sito di abbancamento fini dalle acque di corrivazione superficiale provenienti dal soprastante del bacino, mediante canale di guardia in c.a., mentre le acque gravifiche verranno allontanate da sistemi di drenaggio, a canale aperta nella discarica e da caditoie e condotte interrato nelle parti in cui la messa in sicurezza permanente verrà realizzata con platea in c.a.

1.2 - IDROLOGIA

I corsi d'acqua presentano un carattere torrentizio che si manifesta solo in occasione di piogge piuttosto intense, lasciando in secca gli scolatori nel restante periodo dell'anno.

Per quanto attiene il regime piovoso, si rileva che la distribuzione degli afflussi meteorici nell'anno segue l'andamento tipico del clima mediterraneo, dunque la stagione piovosa è irregolare e variabile.

Le prime piogge dopo la siccità estiva si verificano nei mesi di settembre-ottobre, con caratteristiche di acquazzoni estivi, mentre il normale periodo piovoso si estende da novembre-dicembre ad aprile, interrotto quasi sempre da periodi asciutti che generalmente iniziano in gennaio ed hanno nel mese una breve durata, ma, che a volte, si prolungano sino a febbraio ed oltre.

Le piogge insistenti e continue sono rare ed insolite, mentre sono sempre più frequenti le precipitazioni violente ed abbondanti che in occasioni eccezionali sono capaci di provocare vere alluvioni.

L'analisi dell'idrologia del sito è circoscritta allo studio del piccolo bacino imbrifero ubicato immediatamente a monte della discarica.

Il bacino considerato è delimitato a valle da un tratto della strada provinciale Buggerru-Fluminimaggiore che si sviluppa fra le quote +48.40 m s.l.m. e +80,80 m s.l.m. e si chiude a monte alla quota +497,40 m s.l.m. costituendo un'area pressoché triangolare con una forte pendenza.

La rete idrografica all'interno di detta area è limitata a due scolatori dei quali il maggiore ha una lunghezza di circa 400 m e dato il loro ridotto sviluppo, non possiedono alcun toponimo.

Il tratto di strada che chiude il bacino idrografico a valle, raccoglie tutta l'acqua di corrivazione superficiale che insiste sullo stesso configurandosi dunque come un canale di guardia di protezione alla discarica.

L'acqua si concentra nella parte più depressa della strada a quota 48.40 riversandosi nel corpo discarica per mezzo di un attraversamento stradale costituito da un tubo in cls.

In condizioni di precipitazioni intense l'attraversamento stradale non è in grado di smaltire la portata, in tali condizioni l'acqua sormonta la sede stradale precipitando a cascata nel versante in modo non regimato, producendo erosione e trasporto nell'arenile sottostante dei materiali contenuti nella discarica.

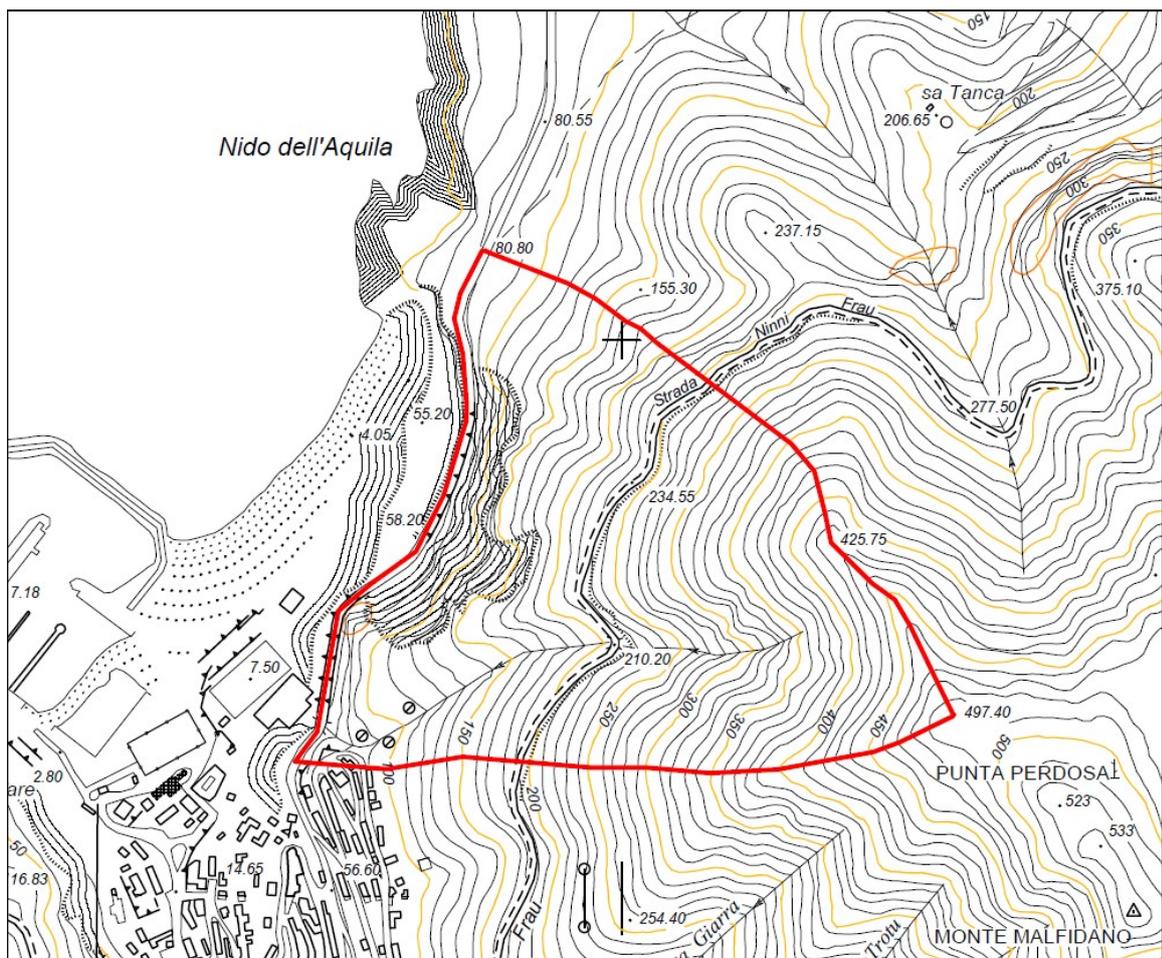


Figura 2 – Stralcio del Carta Tecnica Regionale con l'indicazione del bacino idrografico di riferimento.

1.3 - ELEMENTI DI CARATTERIZZAZIONE GEOGRAFICA E MORFOLOGICA DEL BACINO IDROGRAFICO

Il bacino idrografico è impostato su un'unica litologia costituita dai calcari cambri caratterizzati da un alto valore di permeabilità per fessurazione e carsismo.

Si riportano di seguito i dati morfometrici del bacino e i rispettivi calcoli delle portate per i differenti tempi di ritorno.

Il bacino ha come stazione pluviografica di riferimento "Fluminimaggiore" che appartiene al I gruppo omogeneo.

I Parametri morfometrici sono i seguenti:

Dati morfometrici		
Pendenza media asta principale	0,304	30.4 %
Superficie bacino (mq e kmq)	365952,00	0,365
Quota sezione di riferimento (m)	48,00	
Lunghezza asta principale (m e km)	956,00	0,956
Quota media bacino (m)	241,40	

1.4 - VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

La valutazione della portata di massima piena è stata eseguita considerando come sezione di riferimento la sezione in corrispondenza della parte più depressa della strada provinciale.

Per la determinazione della portata di massima piena, si è utilizzato il metodo razionale che si è rivelato il più attendibile per bacini di piccole dimensioni e molto pendenti come quelli in oggetto; la portata massima è data dalla formula:

$$Q_{max} = (S \times h_{tc} \times \psi) / (3.6 \times T_c) \text{ in mc/s}$$

dove:

S = superficie del bacino in Km^2

h_{tc} = altezza di precipitazione critica (mm);

ψ = coefficiente di riduzione della piena (adimensionale);

T_c = tempo di corrivazione (h).

E' stato quindi necessario determinare i parametri che compaiono direttamente o indirettamente nella relazione; in particolare sono stati determinati:

S = superficie del bacino idrografico in Km^2 ;

L = lunghezza dell'asta principale;

H_m = altitudine media del bacino;

I_m = pendenza media dell'asta principale;

T_c = tempo di corrivazione (h);

h_{tc} = altezza di precipitazione critica (mm);

ψ = coefficiente di riduzione della piena (adimensionale);

H_o = quota sezione che sottende il bacino;

I = pendenza del fondo alveo in prossimità della sezione di verifica;

Per la determinazione della superficie del bacino idrografico si è utilizzata la cartografia CTR in scala 1:10.000

Altezza di precipitazione critica

Per il calcolo dell'altezza di precipitazione critica sono state utilizzate le equazioni delle curve di possibilità pluviometrica per le stazioni pluviometriche che ricadono nel I° gruppo come nel nostro caso (la stazione pluviometrica di riferimento è quella di Fluminimaggiore).

La curva di possibilità pluviometrica è data dalla formula:

$$h_{tc} = h_1 * T_c (a + bu);$$

$$\text{con } \log h_1 = c + du$$

I coefficienti da utilizzare nella curva sono i seguenti:

Coefficienti curve	I gruppo	II gruppo	III gruppo	IV gruppo
a	1,273175	1,296258	1,379027	1,460799
b	0,179731	0,167487	0,164598	0,191831
c	0,305043	0,359699	0,418225	0,497194
d	0,0171463	0,0179413	0,0090927	0,0412504

Il coefficiente u è il frattile della distribuzione normale standardizzata relativa alla probabilità di non superamento del tempo di ritorno. Nel nostro caso sono stati utilizzati i seguenti tempi $T=50$ anni, $T=100$ anni, $T=200$, $T=500$ ottenendo i seguenti risultati:

Superficie del bacino $A=0,365 \text{ km}^2$;

Lunghezza dell'asta principale $L = 0,956 \text{ km}$;

Tempo di corrivazione (ore).

Formula di Giandotti	0,3464
----------------------	--------

Coefficiente di riduzione della piena

In considerazione dell'alta permeabilità del substrato roccioso si è considerato un coefficiente riduttore della piena $\psi=0.5$.

Parametri adottati:

Psi	Coeff deflusso	0.50			
c	Coeff. curva	0.31			
d	Coeff. curva	-0.02			
a	Coeff. curva	1.27			
b	Coeff. curva	0.18			
		T=50	T=100	T=200	T=500
U	fratt. Normale stand.	2.05	2.33	2.58	2.88
A	Superficie Bacino	0.37			
log h1		1.64	1.69	1.74	1.79
h1		43.88	49.12	54.47	61.73

Altezza precipitazione critica		T=50	T=100	T=200	T=500
htc Giandotti		32.97	37.09	41.31	47.07
Calcolo della portata	$Q=Psi*htc*A/3,6*tc$				
		T=50	T=100	T=200	T=500
Portata con Giandotti		4.84	5.44	6.06	6.91

La sezione del canale di protezione del corpo scarica da ubicarsi alla base della scarpata, verrà dimensionata considerando la portata al tempo $T=500$ anni pari a $6.91 \text{ m}^3/\text{s}$.

2 - DIMENSIONAMENTO CANALE

Il canale di guardia è compreso fra quota + 18 m s.l.m. e 2.50 m s.l.m., ha una lunghezza di circa 140 m con pendenza media dell'11% .

Il calcolo della sezione idraulica necessaria per smaltire la portata di circa 7 mc/s è stato eseguito considerando la pendenza minima del canale in corrispondenza dell'ultimo tratto allo sbocco sulla spiaggia pari al 3%.

Per smaltire tale portata è sufficiente una sezione trapezia con base minore =1.50 m, base maggiore 3 m altezza 1.50 m, con una pendenza di 6 mm/m smaltisce la portata garantendo un franco di 0.5 m.

Si riportano di seguito i risultati del calcolo

Franco: 0,5 m;

Altezza di moto uniforme (h): 1 m;

Area Bagnata (A): 2,0 m² ;

Contorno Bagnato (C): 3.73 m;

Velocità: 3,215003 m/s;

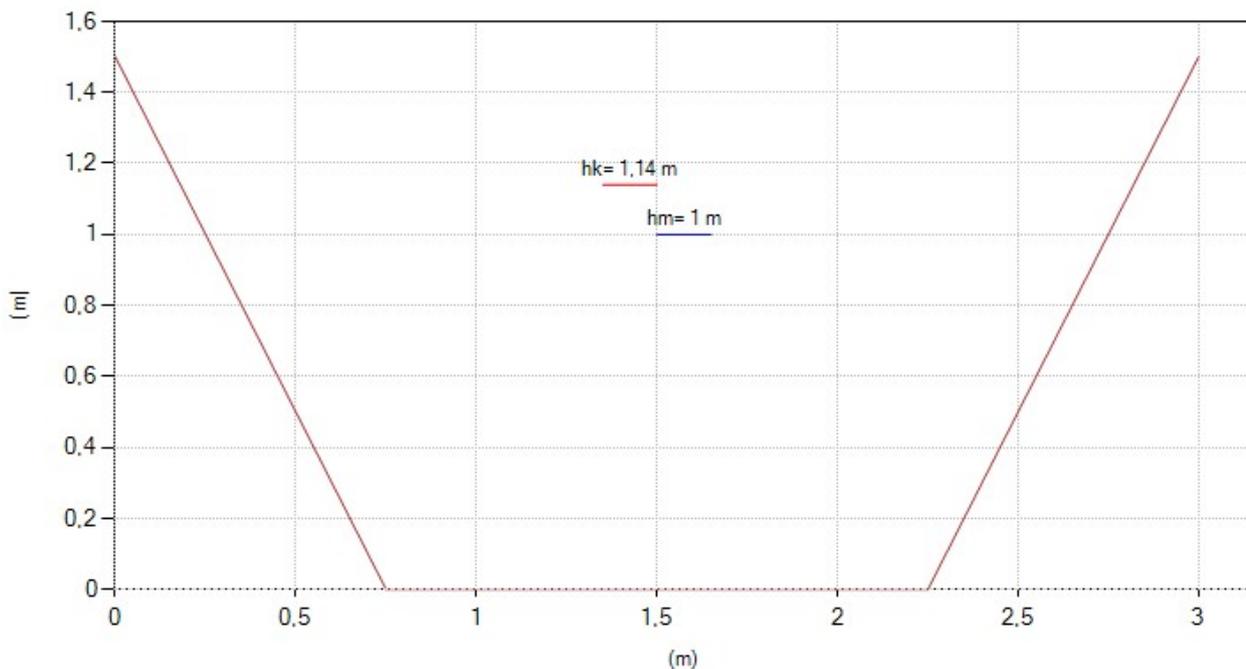
Energia: 1,62 m;

Energia Minima: 1,60 m;

Alveo a forte pendenza altezza critica (hk): 1,14 m;

Portata oltre la quale l'alveo diventa a forte pendenza (Qkcr): 5.60 m³/s;

Altezza in corrispondenza della portata Qk (hqk): 1.



3 - IMPIANTO FOGNARIO ACQUE BIANCHE

3.1 - PIAZZALE BARCHE

La valutazione della portata di massima piena da smaltire con la condotta delle acque bianche è stata eseguita considerando come sezione di riferimento la sezione in corrispondenza allo sbocco dal piazzale.

Per la determinazione della portata di massima piena, si è utilizzato il metodo razionale;

la portata massima è data dalla formula:

$Q_{max} = (S \times h_{tc} \times \psi) / (3.6 \times T_c)$ in mc/s dove:

S = superficie del bacino in Km²

h_{tc} = altezza di precipitazione critica (mm)

ψ = coefficiente di riduzione della piena (adimensionale)

T_c = tempo di corrivazione (h).

E' stato quindi necessario determinare i parametri che compaiono direttamente o indirettamente nella relazione; in particolare sono stati determinati:

S = superficie del bacino idrografico in Km²;
 L = lunghezza dell'asta principale;
 H_m = altitudine media del bacino;
 I_m = pendenza media dell'asta principale;
 T_c = tempo di corrivazione (h);
 h_{tc} = altezza di precipitazione critica (mm);
 ψ = coefficiente di riduzione della piena(adimensionale);
 H_o = quota sezione che sottende il bacino;
 I = pendenza del fondo alveo in prossimità della sezione di verifica;

Le superfici di bacino considerata per il calcolo è pari a 7118 mq = 0.007 km², la lunghezza dell'asta principale $L = 0,120$ km.

Altezza di precipitazione critica

Per il calcolo dell'altezza di precipitazione critica sono state utilizzate le equazioni delle curve di possibilità pluviometrica per le stazioni pluviometriche che ricadono nel I° gruppo come nel nostro caso (la stazione pluviometrica di riferimento è quella di Fluminimaggiore).

La curva di possibilità pluviometrica è data dalla formula:

$$h_{tc} = h_1 * T_c (a + bu);$$

$$\text{con } \log h_1 = c + du$$

I coefficienti da utilizzare nella curva sono i seguenti:

<i>Coefficienti curve</i>	<i>I gruppo</i>	<i>II gruppo</i>	<i>III gruppo</i>	<i>IV gruppo</i>
<i>a</i>	1,273175	1,296258	1,379027	1,460799
<i>b</i>	0,179731	0,167487	0,164598	0,191831
<i>c</i>	0,305043	0,359699	0,418225	0,497194
<i>d</i>	-0,0171463	-0,0179413	0,0090927	0,0412504

Il coefficiente u è il frattile della distribuzione normale standardizzata relativa alla probabilità di non superamento del tempo di ritorno. Nel nostro caso sono stati utilizzati i seguenti tempi $T=5$ anni, $T=10$ anni, $T=20$ anni.

Coefficiente di riduzione della piena

Essendo le superfici considerate per il calcolo completamente impermeabili si è considerato un coefficiente riduttore della piena $\psi=1$.

Psi	Coeff deflusso	1		
c	Coeff. curva	0.305043		
d	Coeff. curva	-0.0179413		
a	Coeff. curva	1.273175		
b	Coeff. curva	0.179731		
		T=5	T=10	T=20
U	fratt. Normale stand.	0.842	1.282	1.645
A	Superficie Bacino	0.007118		
log h1		1.4244404	1.5035095	1.568806
h1		26.57299	31.879356	37.05153

Altezza precipitazione critica		T=5	T=10	T=20
htc Giandotti		29.74	35.57	41.23

Calcolo della portata	Q=Psi*htc*A/3,6*tc			
		T=5	T=10	T=20
Portata con Giandotti		0.040	0.048	0.055

3.2 - PIAZZALE EX CAMPO SPORTIVO

Utilizzando lo stesso metodo il calcolo è stato eseguito anche per il piazzale che ha una superficie di 10.500 mq ottenendo le seguenti portate:

Psi	Coeff deflusso	1		
c	Coeff. curva	0.305043		
d	Coeff. curva	-0.0179413		
a	Coeff. curva	1.273175		
b	Coeff. curva	0.179731		
		T=5	T=10	T=20
U	fratt. Normale stand.	0.842	1.282	1.645
A	Superficie Bacino	0.0105		
log h1		1.424440426	1.5035095	1.568806
h1		26.57299011	31.879356	37.05153

Altezza precipitazione critica		T=5	T=10	T=20
htc Giandotti		33.99	40.50	46.81

Calcolo della portata	Q=Psi*htc*A/3,6*tc			
		T=5	T=10	T=20
Portata con Giandotti		0.042	0.051	0.058

3.3 - PIAZZALE QUOTA +22.50 m.s.l.m.

Il piazzale quota +22.50 m.s.l.m. ha una superficie di 4600 mq, si sono ottenute le seguenti portate:

Psi	Coeff deflusso	1		
c	Coeff. curva	0.305043		
d	Coeff. curva	-0.0179413		
a	Coeff. curva	1.273175		
b	Coeff. curva	0.179731		
		T=5	T=10	T=20
U	fratt. Normale stand.	0.842	1.282	1.645
A	Superficie Bacino	0.004612		
log h1		1.4244404	1.5035095	1.568806
h1		26.57299	31.879356	37.05153

Altezza precipitazione critica		T=5	T=10	T=20
htc Giandotti		26.70	32.03	37.22

Calcolo della portata	Q=Psi*htc*A/3,6*tc			
		T=5	T=10	T=20
Portata con Giandotti		0.034	0.040	0.047

4.4 - SUPERFICI RIMODELLAMENTO DISCARICA

Il calcolo delle portate da drenare è stato eseguito anche per le superfici rimodellate della discarica che per effetto della messa in sicurezza permanente risultano impermeabili.

I gradoni derivanti dalla stabilizzazione della discarica sono serviti da un sistema di canalette in c.a. collegate a condotte di scarico in pvc posizionate con passo di circa 100 m.

La superficie in pianta drenata per ogni gradone è pari a 9 m² per metro di lunghezza di gradone.

Sul profilo della discarica con passo di circa 100 m sono ubicati 12 pozzetti di scarico su ciascuno dei quali conferiscono due canale che drenano una superficie di gradone pari a 2 x 55 m x 9 m² = 990 mq, per cui ogni canale drena circa 500 m². La portata che scorre su ciascuna canale è stata calcolata per un tempo di ritorno T = 20 anni pari a 0.008 m³/sec.

Psi	Coeff deflusso	1		
c	Coeff. curva	0.305043		
d	Coeff. curva	-0.0179413		
a	Coeff. curva	1.273175		
b	Coeff. curva	0.179731		
		T=5	T=10	T=20
U	fratt. Normale stand.	0.842	1.282	1.645
A	Superficie Bacino	0.0005		
log h1		1.4244404	1.5035095	1.568806
h1		26.57299	31.879356	37.05153

Altezza precipitazione critica		T=5	T=10	T=20
htc Giandotti		22.11	26.66	31.12

Calcolo della portata	Q=Psi*htc*A/3,6*tc		
	T=5	T=10	T=20
Portata con Giandotti	0.006	0.007	0.008

Le canalette in c.a. hanno una sezione utile 40 cm x 40 cm con una pendenza di 5 mm/m e sono in grado di smaltire la portata garantendo un franco di 0.36 m.

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

Franco: 0,36 m;

Altezza di moto uniforme (h): 0.04 m;

Area Bagnata (A): 0,016 m²;

Contorno Bagnato (C): 0.48 m;

Velocità: 0.65 m/s;

Energia: 0,053 m;

Energia Minima: 0,053 m.

4.2 - VERIFICA IDRAULICA DELLA CONDOTTA

La condotta in pvc che smaltisce le acque di drenaggio dei gradoni ha un diametro di 300 mm ed è stata verificata nell'ultimo tratto prima dello sbocco in corrispondenza della portata massima pari a 2*0.008 mc/sx12=0.192 mc/s e pendenza minima pari a 7 cm/m, considerando un riempimento del 50% della sezione.

Per la verifica della condotta viene applicata la formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler.

Applicando la formula si avrà:

$$v = \chi \sqrt{Rj}$$

$Q = Sc(Rj)^{1/2}$;

$D =$ *Diametro interno del canale circolare= 0.30 m;*

$w =$ *Livello percentuale di riempimento = 50%;*

$i =$ *Pendenza del canale = 0.007 m/m;*

$k =$ *Coefficiente di scabrezza = 120;*

$R =$ *raggio idraulico = D/4;*

$S =$ *superficie sezione condotta;*

$Q =$ *Portata smaltibile dalla condotta mc/s = 0.199*

La portata smaltibile dalla condotta pari a 0.199 mc/s con un grado di riempimento del 50% è superiore alla portata di massimo afflusso pari a 0.192 mc/s pertanto il diametro adottato di 300 mm è compatibile con la portata da smaltire.

La condotta in pvc del diametro di 300 mm, con una pendenza di 6 mm/m è in grado di smaltire le portate di scarico degli impianti di drenaggio acque meteoriche (piazzale barche, campo sportivo e Piazzale quota +22.50 m s.l.m.).

Ottobre 2018

Dott. Ing. Salvatore Angelo Figus

Dott. Geol. Franco Cherchi