

DISCARICA CA' LUCIO MODIFICA NON SOSTANZIALE



		PROGETTO ESECUTIVO			Gara
INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

COMMITTENTE

Marche Multiservizi S.p.A.

via dei Canonici 144, 61122 Pesaro
C.F./P.IVA/Reg. Imp. PU 02059030417

dott. ing. Franco Macor



SCALA:

ELABORATO:

A.2

PROGETTO:

Studio di ingegneria civile e idraulica - dott. ing. Enrico Gara

via Barcaglione n°1 - 60015 Falconara (AN) - tel. 071 910010 +39 335 7781984 email enrigar@tin.it

Agosto 2017



IMPIANTO DI SMALTIMENTO RIFIUTI NON PERICOLOSI

SITO IN LOCALITÀ CA' LUCIO DI URBINO (PU)

PROGETTO ESECUTIVO

MODIFICA NON SOSTANZIALE

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

SOMMARIO

1. IL SITO OGGETTO DI STUDIO	3
2. APPLICAZIONE DELLA LEGGE DI GUMBEL.....	6
3. DESCRIZIONE DELLA RETE DI REGIMAZIONE SUPERFICIALE ..	9
4. DIMENSIONAMENTO CANALIZZAZIONI	10

1. IL SITO OGGETTO DI STUDIO

Il fosso di Pian del Lombardo è un corso d'acqua del reticolo minore in sinistra orografica del Fiume Metauro. Il fosso Pian di Lombardo confluisce a valle dell'area di discarica sul fosso delle Repuglie.

La zona della discarica è caratterizzata da due ricettori finali naturali costituiti da impluvi che si immettono a valle sul fosso di Pian di Lombardo.

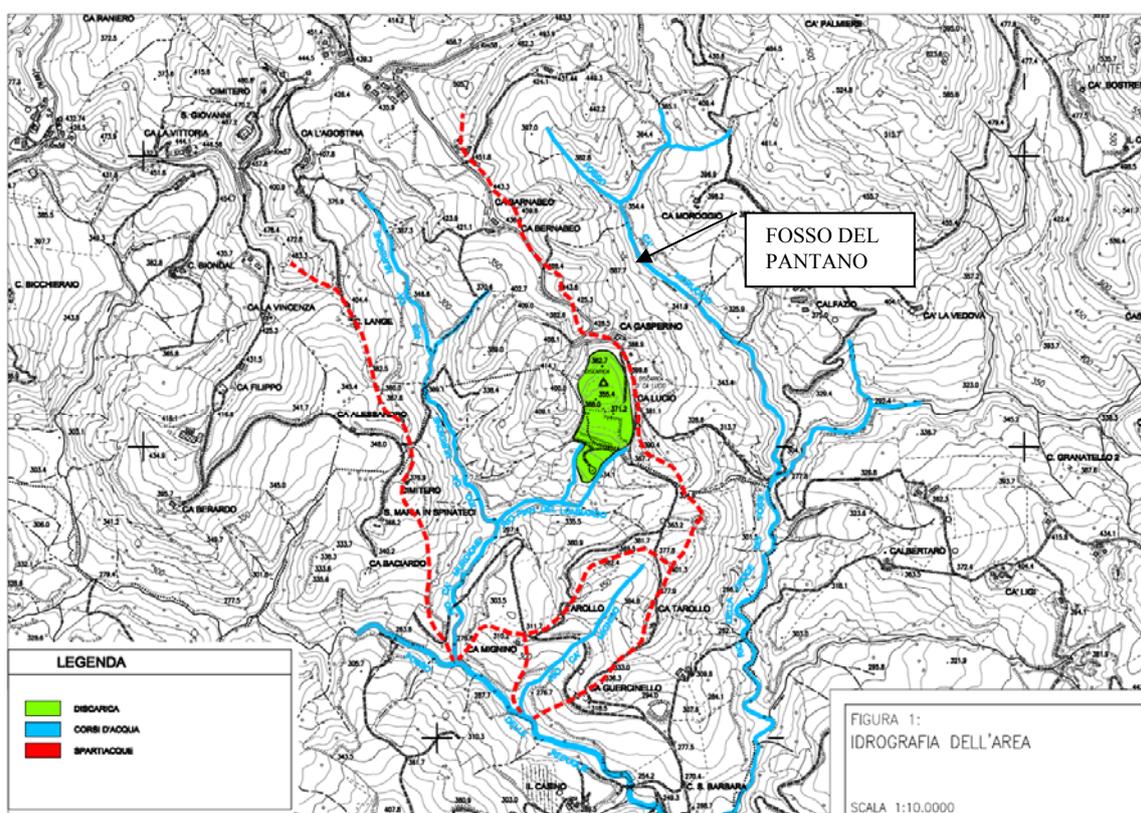


Figura 1: Idrografia zona Ca' Lucio

La rete di drenaggio proposta è caratterizzata da un pattern ramificato sopra il corpo discarica, per evitare canalizzazioni di grosse dimensioni.

In particolare abbiamo tre fossi perimetrali uno a Est, uno a Ovest e il terzo a sud (a valle) del corpo discarica, i tre rami principali sono alimentati da una rete secondaria di fossi in terra distribuiti con una certa regolarità sopra il corpo discarica.

Le scelte progettuali hanno avuto come obiettivo la suddivisione dell'area in tre bacini per evitare grosse dimensioni dei fossi in progetto, per evitare l'accumulo di acqua al centro del corpo discarica con notevoli quantitativi di acqua presenti al di sopra dei rifiuti e possibilità di future infiltrazioni ed aumento del percolato prodotto.

Il calcolo delle portate che la rete di canalizzazione superficiale deve smaltire richiede la conoscenza delle piogge cadute all'interno del bacino idrografico di pertinenza; le piogge che interessano i piccoli bacini di scolo, quali sono quelli dell'area di interesse, sono piogge di breve durata o piogge intense (durata inferiore alle 24 ore).

La misura delle piogge e' affidata alla protezione Civile della Regione Marche.

Per la stesura della relazione idrologica sono stati utilizzati i dati della stazione di Urbino (altitudine del pluviografo 451 m s.l.m.), la più vicina al sito in interesse.

Per l'elaborazione statistica dei dati idrografici è stata utilizzata la legge di Gumbel; l'utilizzo di tale legge matematica permette di ottenere l'altezza di pioggia in funzione della sua durata con un associato tempo di ritorno che, nel caso in esame è stato fissato in *50 anni*, in linea con il progetto originario anche se al punto 2.3. del D.L. 13 gennaio 2003, n.36 è previsto un tempo di ritorno di 10 anni per il dimensionamento delle opere idrauliche. Il tempo di ritorno rappresenta, statisticamente, il numero di anni in cui l'evento considerato si presenterà nel futuro.

Nella tabella 1 sono riportati i dati rilevati nella stazione di Urbino, per il periodo che va dal 1951 al 2007.

Stazione di Urbino 451 m.s.l.m. (1951-2010)					
anno *	precip. 1 ora (mm)	precip. 3 ore (mm)	precip. 6 ore (mm)	precip. 12 ore (mm)	precip. 24 ore (mm)
1951	1,0	3,0	6,0	12,0	24,0
1952	9,2	15,0	18,2	27,6	40,6
1953	14,0	17,2	23,8	30,4	41,0
1954	14,0	20,0	26,0	34,6	41,6
1955	14,6	23,6	26,6	35,0	43,0
1956	14,8	23,8	27,0	35,6	45,6
1957	17,6	24,0	29,4	37,6	45,6
1958	19,0	24,4	31,8	38,6	45,6
1959	19,2	24,4	32,4	39,0	46,2
1960	19,4	26,2	32,6	40,8	47,0
1961	19,6	26,2	33,0	41,0	48,8
1962	20,0	26,4	34,0	42,8	50,0
1965	20,0	27,0	34,0	43,0	50,0
1966	20,6	27,2	35,0	44,0	51,4
1967	21,0	29,4	36,0	44,2	52,4
1968	21,0	29,6	36,4	45,4	55,0
1969	21,4	30,2	38,2	45,6	55,8
1970	23,0	30,2	38,4	45,8	60,4
1972	23,4	30,4	38,6	46,0	61,0
1973	23,6	31,0	39,0	47,0	62,2
1974	23,6	31,4	41,0	47,4	62,8
1975	23,8	33,0	41,6	50,2	64,8
1976	24,8	33,6	42,2	51,4	65,2
1978	25,0	34,2	44,0	53,0	65,4
1979	26,4	35,0	44,8	54,6	65,8
1980	27,0	36,4	45,6	55,8	66,4
1981	28,0	38,2	45,6	55,8	66,6
1982	28,4	38,8	46,2	56,8	69,0
1985	30,2	39,0	46,4	57,0	70,8
1986	30,2	41,2	48,6	58,0	72,2
1987	30,4	41,2	49,6	59,2	74,0
1988	30,8	41,4	50,2	62,4	75,0
1989	31,0	41,4	52,0	64,2	75,4
1992	32,8	41,8	55,0	65,8	84,2
1993	33,8	42,8	55,6	70,0	88,8
1994	34,2	44,8	55,8	70,2	92,6
1995	34,2	47,0	55,8	70,6	93,6
1997	37,0	48,0	56,0	71,2	95,0
1998	37,0	48,4	60,4	75,4	96,6
1999	37,4	49,4	63,6	75,4	97,6
2001	40,0	49,4	65,6	75,6	97,6
2002	44,2	50,8	66,6	79,0	101,0
2003	44,6	63,0	75,4	81,4	102,6
2004	46,4	70,2	78,4	87,4	110,0
2006	47,6	75,4	87,2	105,0	112,6
2007	58,2	78,0	96,6	111,8	114,4

Tabella 1 - Stazione di Urbino, altezza pluviografo 451 m s.l.m.

2. APPLICAZIONE DELLA LEGGE DI GUMBEL

Partendo dai dati pluviometrici forniti dalla stazione di Urbino, è possibile eseguire le elaborazioni necessarie per ottenere le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni in funzione della loro durata. L'equazione che collega queste due variabili ha la seguente forma:

$$h = a t^n$$

con:

- h = altezza dell'afflusso meteorico (mm)
- a = variabile funzione del tempo di ritorno [a(Tr)]
- t = durata dell'afflusso meteorico (ore)
- n = costante dipendente dalle condizioni locali

La relazione prende il nome di curva segnalatrice di possibilità climatica o pluviometrica. Una stima sufficientemente attendibile della curva segnalatrice di possibilità climatica richiede l'utilizzo di registrazioni che coprano almeno un intervallo di 30-35 anni.

La figura 1 riporta l'andamento delle curve orarie di possibilità climatica per assegnato tempo di ritorno, dedotte dai dati pluviometrici analizzati.

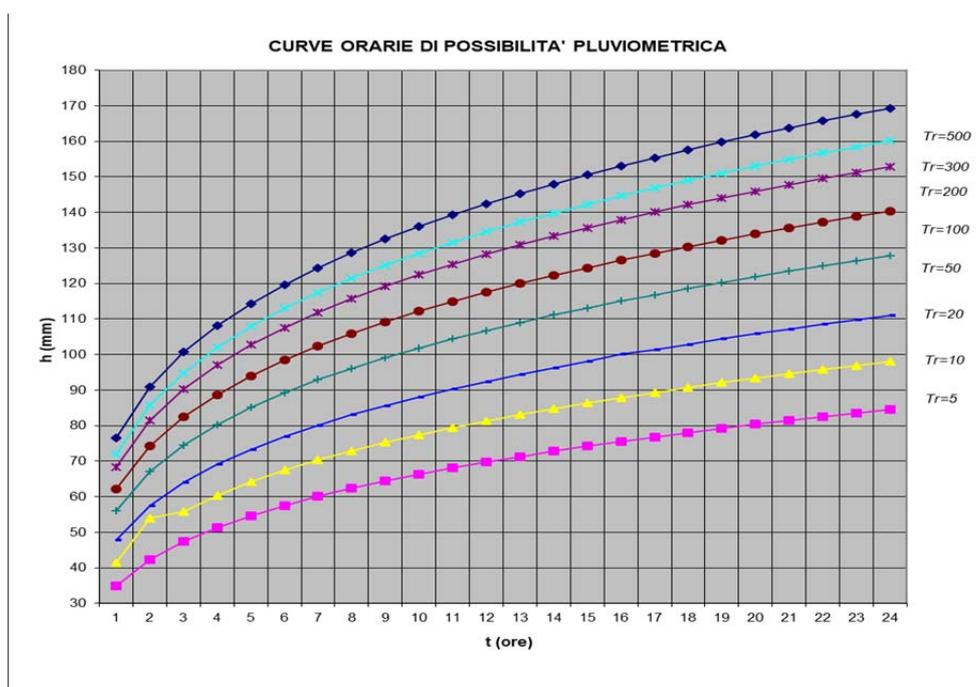


Figura 1 Curve orarie di possibilità pluviometrica

Partendo dalla curva di possibilità pluviometrica calcolata per il caso critico prescelto e ponendo le ipotesi di piovosità costante ed uniforme nel bacino scolante (cosa del tutto plausibile viste le limitate dimensioni delle superfici interessate) e la condizione di tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione ($T_p = T_c$) si ricava il caso limite in cui tutto il bacino per un istante contemporaneamente contribuisce al deflusso, in presenza di una pioggia di durata minima e quindi più intensa.

Il tempo di corrivazione (T_c) rappresenta il tempo necessario perché una particella di acqua caduta nel punto idraulicamente più lontano dal bacino possa raggiungere la sezione di riferimento.

μ	27,03	36,59	45,35	55,23	68,42
σ	10,9330	14,9323	17,5872	19,5605	22,5190
α	0,1174	0,0859	0,0730	0,0656	0,0570
u	22,1106	29,8674	37,4379	46,4282	58,2839

$\mu =$ media delle precipitazioni per ciascuna intensità
 $\sigma =$ scarto quadratico medio delle precipitazioni = $\text{radq}(\text{som.}(h_i - \mu)^2 / (n-1)) = \text{radq}(\text{somma di } x_i / (n-1))$
 $\alpha = 1,283 / \sigma(h)$
 $u = \mu(h) - 0,45 \sigma(h)$

$$z = \alpha(h - u)$$

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

$$z = -\ln(-\ln(P(z))) = \text{variabile ridotta}$$

$$P(z) = (T_r - 1) / T_r = \text{prob. cumulata}$$

$$T_r = \text{tempo di ritorno}$$

T_r	$P(z)$	z
5	0,8000	1,499939987
10	0,9000	2,250367327
20	0,9500	2,970195249
50	0,9800	3,901938658
100	0,9900	4,600149227
200	0,9950	5,295812143
300	0,9967	5,702113489
500	0,9980	6,213607264

Figura 2: Parametri per la ricostruzione della curva di possibilità pluviometrica

Tempo di ritorno di 50 anni

dati per la regressione			
t (ore)	h (mm)	log (t)	log (h)
1	55,3607	0,00	1,74
3	75,2804	0,48	1,88
6	90,9251	0,78	1,96
12	105,9168	1,08	2,02
24	126,7699	1,38	2,10

Tempo di ritorno di 50 anni			
n	log(a)	a	r
0,259	1,749	56,08	0,999

$$h = at^n$$

Tempo di ritorno di 50 anni	
dati per il grafico	
t (ore)	h (mm)
1	56,082
2	67,114
3	74,549
4	80,318
5	85,098
6	89,214
7	92,850
8	96,118
9	99,097
10	101,839
11	104,385
12	106,765
13	109,002
14	111,116
15	113,120
16	115,027
17	116,848
18	118,592
19	120,265
20	121,874
21	123,424
22	124,921
23	126,368
24	127,769

Figura 3: Altezza di pioggia per un tempo di ritorno Tr50

3. DESCRIZIONE DELLA RETE DI REGIMAZIONE SUPERFICIALE

Una volta raggiunte le quote di progetto finali e ultimato il capping definitivo la regimazione delle acque piovane verrà garantita da una serie di canalette incise nel terreno vegetale di copertura finale, che raccoglieranno e convoglieranno le acque piovane al sistema di drenaggio perimetrale costituito da canalette in acciaio zincato ondulato.

La distribuzione della rete drenante è formata da una serie di fossi in terra a sezione trapezoidale che confluiscono su tre linee di deflusso principali poste, due ai lati del corpo discarica ed una a valle.

Le linee di drenaggio principali saranno costituite da canali in acciaio ondulato zincato (ARMCO FINSIDER) e confluiranno a valle nel Fosso Piano di Lombardo tributario di Sinistra del Fosso delle Repuglie.

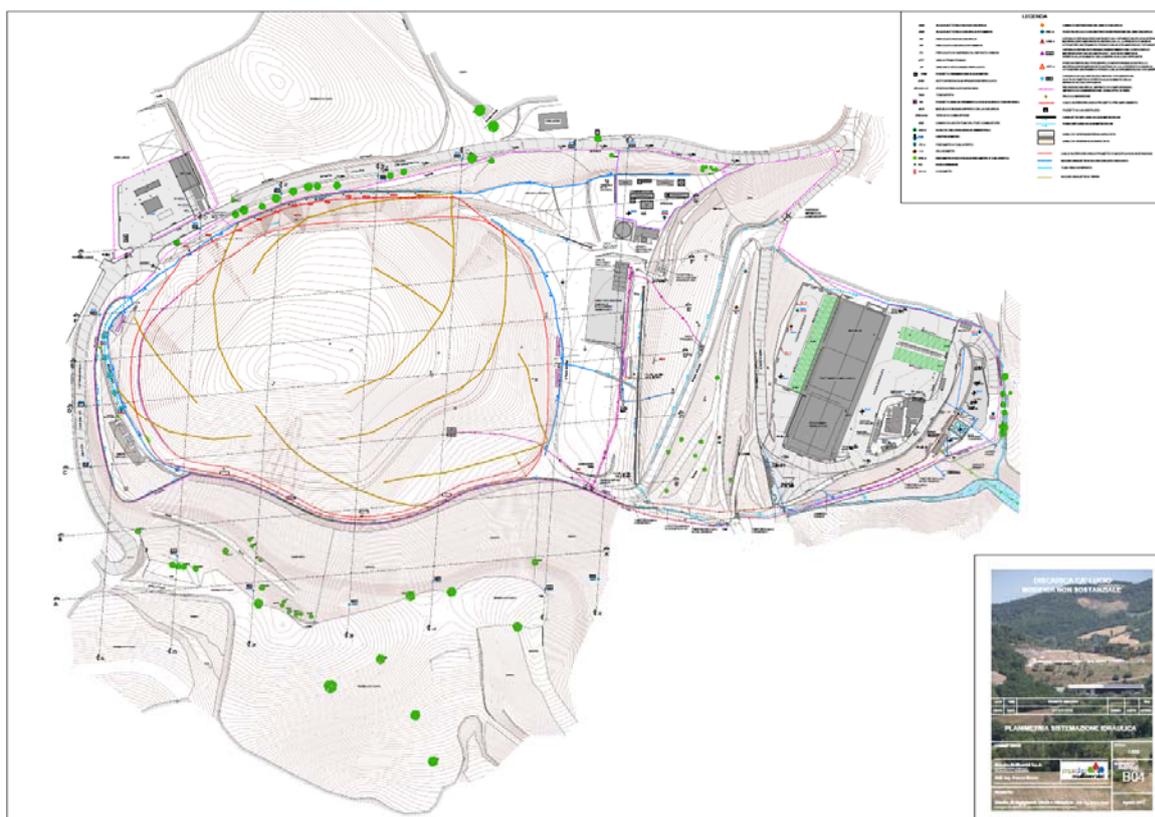


Figura 4 Rete drenante

4. DIMENSIONAMENTO CANALIZZAZIONI

Il dimensionamento delle canalette è stato effettuato considerando la portata massima attesa, calcolata con la formula di Turazza:

$$Q = (C \times h \times A) / (3,6 \times Tc)$$

con:

C = coefficiente di deflusso, calcolato con il metodo di Hudson

h = altezza di pioggia (mm)

A = superficie scolante (km²)

Tc = tempo di corrivazione (ore)

Per la determinazione del tempo di corrivazione si è fatto uso della formula di Giandotti:

$$Tc = (4 \times \sqrt{S} + 1,5 \times L) / (0,8 \times \sqrt{H})$$

con:

S = superficie del bacino sottesa (km²)

L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km)

H = altezza media del bacino sotteso (m)

Le sezioni di progetto sono state poi verificate tenendo conto della velocità massima di deflusso, secondo la formula di Chezy:

$$V = cs \times \sqrt{(R \times i)}$$

con:

cs = coefficiente di Chezy = $(100 \times \sqrt{R}) / (m + \sqrt{R})$

m = coefficiente di scabrezza

R = raggio idraulico = a/p (m)

i = pendenza del fondo (%)

a = area bagnata massima (m²)

p = perimetro bagnato massimo (m)

Per le canalette in terra il calcolo della sezione è stato effettuato per una superficie e per una lunghezza tipo, in quanto il rapporto superficie “scolante/lunghezza della canaletta” risulta essere pressoché costante.

Il coefficiente di scabrezza è stato ricavato utilizzando il metodo di Manning che tiene conto delle caratteristiche del canale (materiale, percorso, uniformità...).

La rete di drenaggio in canalette zincate in acciaio, è stata suddivisa in tratti significativi, in modo da consentire un più dettagliato dimensionamento delle canalette stesse (vedi planimetrie di seguito allegate).

Per il calcolo del coefficiente di scabrezza, delle sezioni in acciaio zincato è stato applicato il metodo di Kutter, mentre per la determinazione del coefficiente di deflusso è stato applicato il metodo Razionale, che esprime il coefficiente C in funzione della pendenza, dell'uso e del tipo di suolo.

Il dimensionamento della rete è stato effettuato ipotizzando la condizione di abbancamento dei rifiuti e capping definitivo ultimati, al fine di verificare il sistema di regimazione delle acque superficiali dell'intero corpo collinare.

Le canalette laterali (EST ed OVEST) e la canaletta di VALLE per la raccolta delle acque su tutta la superficie oggetto del ripristino ambientale saranno dimensionate per le portate da smaltire con la rete di drenaggio superficiale

Le canalette verranno realizzati con canalette metalliche in lamiera ondulata con diametro di 0,80 metro nella sezione massima, che garantiscono:

- 1) efficienza idraulica con riduzione delle velocità di trasporto,
- 2) elasticità per far fronte agli assestamenti prevedibili,
- 3) massima facilità di manutenzione e pulizia periodica;
- 4) franco di 10 cm rispetto all'altezza massima della canaletta

5) perfetta tenuta senza pericoli di distacco tra gli elementi o dissesto dei manufatti come è frequente osservare nelle canalette in cls e conseguente dispersione delle acque nel terreno.

Per riportare il versante alle originali condizioni di naturalità i fossi secondari saranno realizzati in terra e la manutenzione ordinaria delle opere a verde previste nel ripristino ambientale provvederà a conservarne la funzionalità.



Figura 5: Bacini di influenza dei canali principali

CANALETTE IN TERRA

Le canalette in terra sono state progettate con un'area del bacino di influenza massimo pari a 1,60 ha

DATI

Canalette a forma trapezoidale di dimensioni

Base maggiore 60 cm

Base minore 20 cm

Altezza 35 cm

Bacino di influenza 1,60 ha

Tempo di corrivazione $T_c = 0,308$ h

Precipitazione $h_{tc} = 32,129$ mm

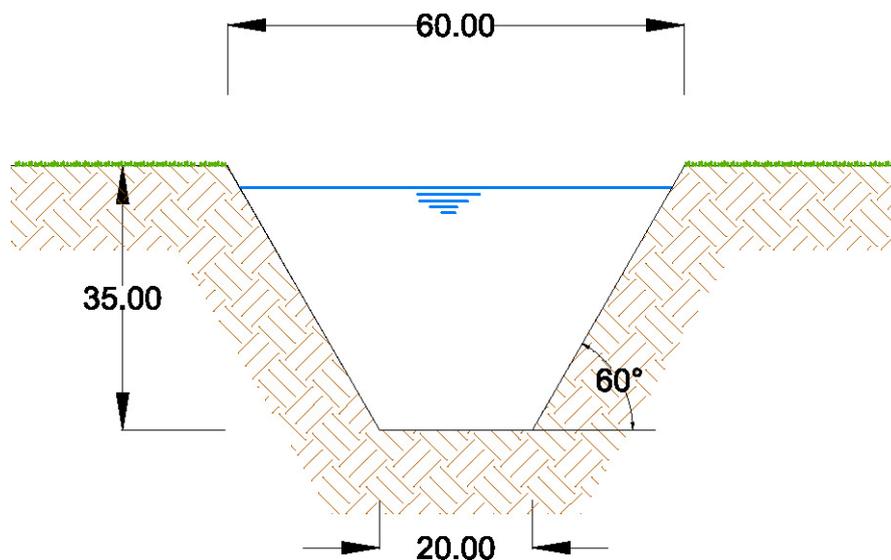


Figura 6 Sezione trapezoidale della canaletta in terra

CANALETTA IN ARMCO FINSIDER:

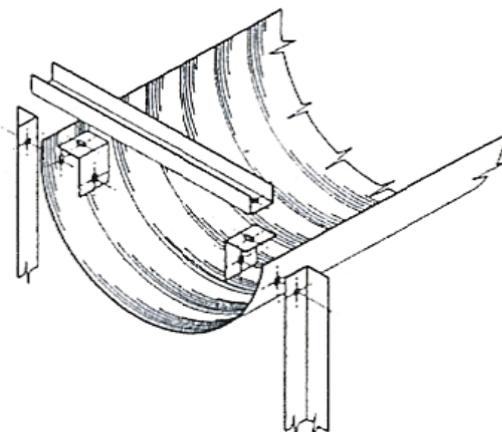


Figura 7 Vista assonometrica della canaletta in Armco - Finsider

CANALETTA EST:

Canaletta semicircolare a sezione costante in acciaio zincato ondulato

DATI:

Diametro: 50 cm

Bacino di influenza 1,75 ha

Tempo di corrivazione $T_c = 0,237$ h

Precipitazione $h_{tc} = 32,860$ mm

CANALETTA DI VALLE:

Canaletta semicircolare a sezione costante in acciaio zincato ondulato

DATI:

Diametro: 50 cm

Bacino di influenza 1,06 ha

Tempo di corrivazione $T_c = 0,196$ h

Precipitazione $h_{tc} = 28,860$ mm

CANALETTA OVEST:

Canaletta semicircolare a sezione costante in acciaio zincato ondulato

DATI:

Diametro: 60 cm

Bacino di influenza 2,35 ha

Tempo di corrivazione $T_c = 0,286$ h

Precipitazione $h_{tc} = 36,860$ mm

CANALETTA IN TERRA
Tempo di corrivazione t_c (formula di Giandotti)

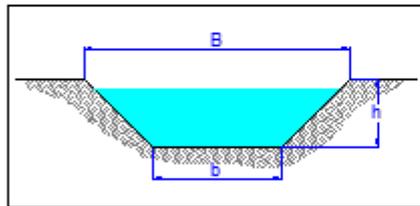
$$t_c = [4 \times (S^{0,5}) + 1,5 \times L] / [0,8 \times (H^{0,5})] \quad \text{ore} \quad \boxed{0,308}$$

con:	S = superficie del bacino sottesa	kmq	0,01600
	L = lunghezza dell'asta fluviale principale	km	0,208
	H = altezza media del bacino sotteso	mt	11

Portata massima attesa Q (formula di Turazza)

$$Q = (C \times h \times A) / (3,6 \times t_c) \quad \text{mc/sec} \quad \boxed{0,19}$$

con:	C = coefficiente deflusso		0,4
	h = altezza di pioggia	mm	32,129
	A = superficie scolante	kmq	0,01600
	t_c = tempo di corrivazione	ore	0,308

Canaletta in progetto:
**canaletta a sezione trapezoidale
IN TERRA**


base magg. (m)	0,60
base min. (m)	0,20
altezza (m)	0,30
sezione (mq)	0,12

Velocità massima di deflusso V (formula di Chezy) m/s

$$V = c_s \times (R \times i)^{0,5} \quad \boxed{2,33}$$

con:	m = coeff. di scabrezza (Kutter)		1,25
	c_s = coeff. di Chezy = $(100 \times R^{0,5}) / (m + R^{0,5})$		22,41
	R = raggio idraulico (a/p)	m	0,13
	i = pendenza media del fondo	%	8,30%
	a = area bagnata massima	mq	0,12
	p = perimetro bagnato massimo	m	0,92

Dimensionamento della sezione di deflusso minima necessaria

$$\text{Sezione di deflusso } S = Q / V \quad \text{mq} \quad \boxed{0,08}$$

CANALETTA EST
Tempo di corrivazione t_c (formula di Giandotti)

$$t_c = [4 \times (S^{0,5}) + 1,5 \times L] / [0,8 \times (H^{0,5})]$$

	ore	0,237
--	------------	--------------

con:	S = superficie del bacino sottesa	kmq	0,01750
	L = lunghezza dell'asta fluviale principale	km	0,280
	H = altezza media del bacino sotteso	mt	25

Portata massima attesa Q (formula di Turazza)

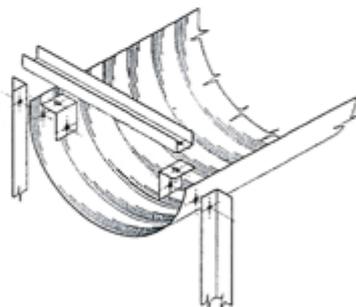
$$Q = (C \times h \times A) / (3,6 \times t_c)$$

	mc/sec	0,27
--	---------------	-------------

con:	C = coefficiente deflusso		0,4
	h = altezza di pioggia	mm	32,860
	A = superficie scolante	kmq	0,01750
	t_c = tempo di corrivazione	ore	0,237

Canaletta in progetto:
**canaletta semicircolare
 IN ACCIAIO ONDULATO ZINCATO**

 diametro (m) 0,50

 sezione (mq) 0,098

Velocità massima di deflusso V (formula di Chezy)

$$V = c_s \times (R \times i)^{0,5}$$

	m/s	3,44
--	------------	-------------

con:	m = coeff. di scabrezza (Kutter)		0,275
	c_s = coeff. di Chezy = $(100 \times R^{0,5}) / (m + R^{0,5})$		56,25
	R = raggio idraulico (a/p)	m	0,13
	i = pendenza media del fondo	%	3,00%
	a = area bagnata massima	mq	0,098
	p = perimetro bagnato massimo	m	0,785

Dimensionamento della sezione di deflusso minima necessaria

$$\text{Sezione di deflusso } S = Q / V$$

	mq	0,078
--	-----------	--------------

CANALETTA DI VALLE
Tempo di corrivazione t_c (formula di Giandotti)

$$t_c = [4 \times (S^{0,5}) + 1,5 \times L] / [0,8 \times (H^{0,5})] \quad \text{ore} \quad \boxed{0,196}$$

con:	S = superficie del bacino sottesa	kmq	0,01060
	L = lunghezza dell'asta fluviale principale	km	0,247
	H = altezza media del bacino sotteso	mt	25

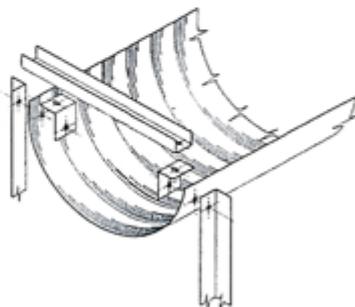
Portata massima attesa Q (formula di Turazza)

$$Q = (C \times h \times A) / (3,6 \times t_c) \quad \text{mc/sec} \quad \boxed{0,17}$$

con:	C = coefficiente deflusso		0,4
	h = altezza di pioggia	mm	28,860
	A = superficie scolante	kmq	0,01060
	t_c = tempo di corrivazione	ore	0,196

Canaletta in progetto:
**canaletta semicircolare
 IN ACCIAIO ONDULATO ZINCATO**

 diametro (m) **0,50**

 sezione (mq) **0,098**

Velocità massima di deflusso V (formula di Chezy)

 m/s **1,99**

$$V = c_s \times (R \times i)^{0,5}$$

con:	m = coeff. di scabrezza (Kutter)		0,275
	c_s = coeff. di Chezy = $(100 \times R^{0,5}) / (m + R^{0,5})$		56,25
	R = raggio idraulico (a/p)	m	0,13
	i = pendenza media del fondo	%	1,00%
	a = area bagnata massima	mq	0,098
	p = perimetro bagnato massimo	m	0,785

Dimensionamento della sezione di deflusso minima necessaria

$$\text{Sezione di deflusso } S = Q / V \quad \text{mq} \quad \boxed{0,087}$$

CANALETTA OVEST
Tempo di corrivazione t_c (formula di Giandotti)

$$t_c = [4 \times (S^{0,5}) + 1,5 \times L] / [0,8 \times (H^{0,5})]$$

	ore	0,286
--	------------	--------------

con: S = superficie del bacino sottesa	kmq	0,02350
L = lunghezza dell'asta fluviale principale	km	0,353
H = altezza media del bacino sotteso	mt	25

Portata massima attesa Q (formula di Turazza)

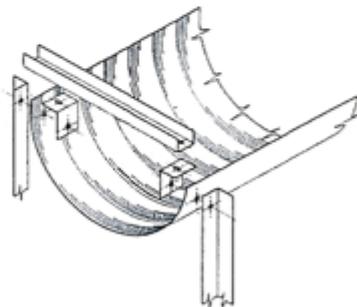
$$Q = (C \times h \times A) / (3,6 \times t_c)$$

	mc/sec	0,34
--	---------------	-------------

con: C = coefficiente deflusso		0,4
h = altezza di pioggia	mm	36,860
A = superficie scolante	kmq	0,02350
t_c = tempo di corrivazione	ore	0,286

Canaletta in progetto:
**canaletta semicircolare
 IN ACCIAIO ONDULATO ZINCATO**

 diametro (m) **0,60**

 sezione (mq) **0,141**

Velocità massima di deflusso V (formula di Chezy)
m/s **2,77**

$$V = c_s \times (R \times i)^{0,5}$$

con: m = coeff. di scabrezza (Kutter)		0,275
c_s = coeff. di Chezy = $(100 \times R^{0,5}) / (m + R^{0,5})$		58,48
R = raggio idraulico (a/p)	m	0,15
i = pendenza media del fondo	%	1,50%
a = area bagnata massima	mq	0,141
p = perimetro bagnato massimo	m	0,942

Dimensionamento della sezione di deflusso minima necessaria
Sezione di deflusso $S = Q / V$ **mq** **0,121**