

PROGETTO

**Parco dello Sport e dell'educazione Ambientale**  
**Cluster 1 - Cittadella dello Sport**

**CLIENTE**  
Città di Torino  
**Dipartimento Manutenzioni e Servizi Tecnici**  
**Divisione Manutenzioni**  
**Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport**  
**Dipartimento Grandi Opere, Infrastrutture e Mobilità**  
**Divisione Verde e Parchi**

**RUP/CP**  
Arch.Maria Vitetta

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Determina D.D. N° 5381 DEL 27/09/2023

SOCIETA' MANDATARIA / Coordinatore del Gruppo di Progettazione / Progettista



**1AX srl**  
Via F.Crispi, 69  
67051 - Avezzano (AQ)  
info@1ax.it

PROGETTISTA IMPIANTI



**Proimpianti srl**  
Via Garibaldi, 89  
67051 - Avezzano (AQ)  
c.granata@proimpianti.it

GEOLOGO

**Dott. Geologo Andrea Piano**  
Via Provenzale 6  
14100 - Asti  
andrea@actispianogeologi.it

CONSULENTI

**PAESAGGIO**  
Arch.Paesaggista Diego Colonna  
**AMBIENTE**  
Studio Biosfera - Dott. Biologo Gianni Bettini  
Myricae s.r.l.- Dott. Agronomo Giordano Fossi  
Dott. Agronomo Tommaso Vai

**CUP** CODICE OPERA  
**C15B2200090006** **5056**

FASE PROGETTUALE

**PROGETTO ESECUTIVO**

ELABORATO

**Relazione di calcolo impianti meccanici**

CODICE ELABORATO								COD		REL.IMP.		DATA		SCALA
COD.LAVORO	FASE DI PROGETTAZIONE	AUTORE	AREA	LIVELLO	TIPO FILE	DISCIPLINA	N. DOCUMENTO	07/06/2024						-
104-1	DEFINITIVO	Proimpianti s.r.l.	IMP	PT	.pdf	IMP	31	REV.	01					

NOME FILE 31-104\_1\_ESE\_5056\_IMP-CALC.IMP.-31-01-Relazione di calcolo impianti meccanici



# RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI MECCANICI

## CLUSTER 1

### 1. SOMMARIO

<b>1.</b>	<b>IMPIANTO IDRICO ADDUZIONE ACQUA POTABILE .....</b>	<b>3</b>
	2.1 SPOGLIATOI .....	3
	2.1.1 Dimensionamento .....	3
<b>2.</b>	<b>SCARICO ACQUE REFLUE NERE .....</b>	<b>5</b>
	2.1 SPOGLIATOI .....	5
<b>3.</b>	<b>SCARICO ACQUE PIOVANE - BIANCHE .....</b>	<b>6</b>
	3.1 SPOGLIATOI .....	6
<b>4.</b>	<b>Dimensionamento IMPIANTI DI DEPURAZIONE – CLUSTER .....</b>	<b>9</b>

# 1. IMPIANTO IDRICO ADDUZIONE ACQUA POTABILE

## 2.1 SPOGLIATOI

### 2.1.1 Dimensionamento

Le reti idriche sono dimensionate secondo le Norme UNI 9182 o valori esperienziali utilizzando le unità di carico (corrispondente a 10 volte la portata unitaria in l/s) con i seguenti valori:

	UC acqua calda	UC acqua fredda	Portata
Lavabo	1,00	1,00	0,10 l/s
Doccia	1,50	1,50	0,15 l/s
Vaso (WC) -		1,00	0,10 l/s
Bidet	1,00	1,00	0,10 l/s

Di seguito le utenze previste:

SPOGLIATOIO 1 CLUSTER 1				
UTENZA	PORTATA NOMINALE (l/s)	QUANTITA'	PORTATA TOT (l/s)	PORTATA CONTEMPORANEA (l/s)
Lavabo (WC)	0,10	2	0,20	
Vaso cassetta (WC)	0,10	1	0,10	
Doccia	0,15	2	0,30	
			<b>0,60</b>	<b>0,30</b>

SPOGLIATOIO 2 CLUSTER 1				
UTENZA	PORTATA NOMINALE (l/s)	QUANTITA'	PORTATA TOT (l/s)	PORTATA CONTEMPORANEA (l/s)
Lavabo (WC)	0,10	2	0,20	
Vaso cassetta (WC)	0,10	1	0,10	
Doccia	0,15	2	0,30	
			<b>0,60</b>	<b>0,30</b>

WC ACCESSIBILI CLUSTER 1				
UTENZA	PORTATA NOMINALE (l/s)	QUANTITA'	PORTATA TOT (l/s)	PORTATA CONTEMPORANEA (l/s)
Lavabo (WC)	0,10	2	0,20	
Vaso cassetta (WC)	0,10	2	0,20	
Doccia	0,15	2	0,30	
			<b>0,70</b>	<b>0,35</b>

PORTATA IDRICA TOTALE RICHIESTA				
UTENZA	PORTATA NOMINALE (l/s)	QUANTITA'	PORTATA TOT (l/s)	PORTATA CONTEMPORANEA (l/s)
Lavabo (WC)	0,10	6	0,60	
Vaso cassetta (WC)	0,10	4	0,40	
Doccia	0,15	6	0,90	
			<b>1,90</b>	<b>0,95</b>

I diametri delle tubazioni sono indicati nella tavola allegate e in particolare si son previsti diametri che garantiscono delle perdite di carico inferiori a 110 mm c.a./m e velocità nelle tubazioni inferiori a 2.0 m/s.

TEMPERATURA ACQUA	°C =	<b>15</b>
PESO SPECIFICO ACQUA	K =	<b>999,6</b>
COEFFICIENTE DI SCABROSITA'	M =	<b>0,045</b>
VISCOSITA' CINEMATICA	U =	<b>1,31</b>

TRATTO	Q	>	L	R	Pd	N	LxR	Z	P
DESCRIZIONE	kg/h	mm	m	Pa/m	Pa	n°	Pa	Pa	Pa
Portata tot:	<b>3 420</b>	<b>32,00</b>		598	712		598		<b>598</b>
Spogliatoio 1	<b>1 080</b>	<b>20,00</b>		738	465		738		<b>738</b>
Spogliatoio 2	<b>1 080</b>	<b>20,00</b>		738	465		738		<b>738</b>
WC accessibile	<b>1 080</b>	<b>20,00</b>		738	465		738		<b>738</b>
Linea WC accessibile	<b>1 080</b>	<b>20,00</b>	10,00	738	465	3	7385	1396	<b>8781</b>
WC accessibile + spogliatoio 1	<b>2 160</b>	<b>26,00</b>	3,00	718	652	3	2154		<b>2154</b>
Portata tot:	<b>3 420</b>	<b>32,00</b>	10,00	598	712	3	5980	2137	<b>8116</b>
Adduzione in PEAD	<b>3 420</b>	<b>31,00</b>	255,00	700	809	16	178538	12938	<b>191476</b>

**MAGGIORAZIONE PER PERDITE DI LINEA (m.c.a.)**

<b>+ 5% perdite tubazioni</b>	<b>1,05</b>
<b>totale tubazioni</b>	<b>21,05</b>

## 2. SCARICO ACQUE REFLUE NERE

### 2.1 SPOGLIATOI

Dimensionamento rete raccolta acque reflue

Le pendenze ipotizzate a progetto delle tubazioni di raccolta sono:

- Collettori orizzontali 1%

I carichi previsti totali tengono conto della contemporaneità di scarico

	Portata nominale	Quantità	Portata nominale TOT
	l/s		Gt
Lavabo	0,5	6	3,0
Vaso WC	2,5	4	10,0
Docce	0,5	6	3,0
TOT contemporaneo			$0.7*\sqrt{16} = 2.8$

#### PORTATA DI SCARICO DELLE ACQUE REFLUE NERE CLUSTER 1

TRATTO	PORTATA (l/s)	PENDENZA	DIAMETRO SELEZIONATO	PORTATA NOMINALE DIAMETRO SELEZIONATO	GRADO DI RIEMPIMENTO MAX	VERIFICA
1-2	2,50	0.5%	125	2.85	0,80	VERO
2-3	2,60	0.5%	125	2.85	0,80	VERO
3-4	2,50	0.5%	125	2.85	0,80	VERO
4-5	2,85	0.5%	125	2.85	0,80	VERO

#### PORTATA DI SCARICO DELLE ACQUE REFLUE GRIGIE CLUSTER 1

TRATTO	PORTATA (l/s)	PENDENZA	DIAMETRO SELEZIONATO	PORTATA NOMINALE DIAMETRO SELEZIONATO	GRADO DI RIEMPIMENTO MAX	VERIFICA
8-9	1.41	0.5%	110	1.95	0,80	VERO
9-10	1,71	0.5%	110	1.95	0,80	VERO

Il progettò del sistema è stato eseguito in conformità alle seguenti normative:

UNI EN 12056-2:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti ad acque reflue, progettazione e calcolo.

UNI EN 12056-4:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici -Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo.

La definizione del diametro delle tubazioni di scarico è funzione della portata, del tipo di sistema di scarico, del tipo di ventilazione del sistema o del tipo di braga.

La determinazione delle portate di acque reflue è ottenuta moltiplicando la somma delle unità di scarico dei singoli apparecchi per il coefficiente di frequenza (funzione del tipo di utilizzo degli apparecchi):

$$Q_{WW} = K \cdot \sqrt{\sum (DU)}$$

Il calcolo dell'impianto di scarico è stato eseguito considerando le contemporaneità definite dalla norma UNI EN 12056-2. Contestualmente si è utilizzato un coefficiente di frequenza pari a 0.7.

Di seguito i dettagli di calcolo (per consultare la posizione dei nodi di consultare le tavole.

### 3. SCARICO ACQUE PIOVANE - BIANCHE

#### 3.1 SPOGLIATOI

Il dimensionamento è effettuato utilizzando le specifiche richieste dalla vigente norma europea UNI EN 12056-3, che regola i sistemi di scarico funzionanti a gravità per l'evacuazione delle acque meteoriche.

Per calcolare l'area effettiva della copertura da servire con i canali di gronda e con i tubi pluviali, se non diversamente specificato da regolamenti nazionali e locali, non deve essere applicata alcuna tolleranza per il vento.

L'Area totale della copertura è pari a 185 mq.

Al fine di determinare le portate idrauliche necessarie per il dimensionamento e la verifica delle condotte e dei sistemi di allontanamento nel terreno, è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica rappresentata dalla formula:

$$h = a \times t^n$$

$$U = h / t$$

h = altezza di pioggia (mm)

a= massima precipitazione di durata 1h (mm)

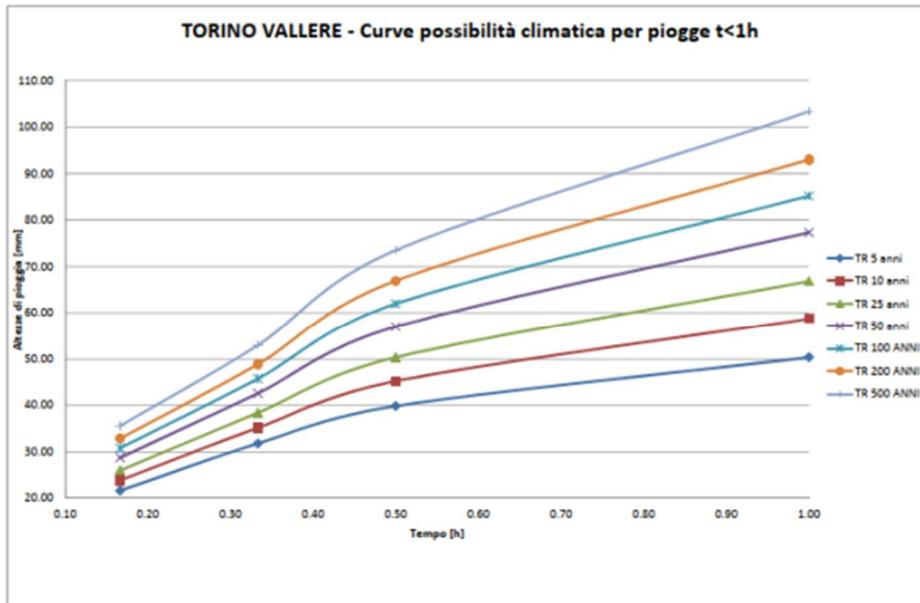
t = durata della pioggia (ore)

n= esponente in funzione del tempo di ritorno dell'evento pluviometrico

U = contributo unitario specifico (l/s m<sup>2</sup>)

Nel caso in esame al fine di determinare i parametri "a" ed "n" si è fatto riferimento alla "curva di possibilità pluviometrica" con tempo di ritorno Tr = 20 anni, e alle correlate altezze di pioggia correlate a tempi di pioggia di 0,50, 1 e 3 ore. Nello specifico la "curva di possibilità pluviometrica" utilizzata è quella elaborata tenendo

conto dei dati di pioggia di durata inferiore all'ora registrati dalla stazione termopluviometrica "Vallere" di Torino (Codice stazione 249 - ARPA Piemonte).



Curve di possibilità climatica per piogge di durata inferiore all'ora e tempi di ritorno compresi tra 5 e 500 anni

<b>Curve possibilità climatica per pioggia t&lt;1h</b>		
<b>Tr [ANNI]</b>	<b>a</b>	<b>n</b>
5	52.45	0.47
10	60.94	0.51
20	69.08	0.53
50	79.62	0.56
100	87.52	0.58
200	95.40	0.59
500	105.79	0.61

$$h = 69.08 \times t^{0.53} \quad \text{per } Tr = 20 \text{ anni}$$

In particolare, per il calcolo della portata derivante dalle precipitazioni intense si fa riferimento ad un tempo di ritorno  $Tr = 20$  anni (valore cautelativo dal momento che la letteratura prevede di utilizzare  $Tr = 5 - 10$  anni per il dimensionamento di reti di fognatura bianca), valutando le altezze di pioggia per un tempo pari ad 1 ora. In tal modo si ottiene:

$$h = 69.08 \times 1^{0.53} = 69.08 \text{ mm}$$

Considerando un evento meteorologico intenso della durata di 10 minuti si ottiene invece un'intensità di pioggia pari a 160 mm/h, che viene cautelativamente utilizzata ai fini del dimensionamento dei sistemi di smaltimento.

Per la determinazione delle portate pluviali si utilizza la formula razionale in base alla quale il collettore che serve una data area  $A$  (mq) deve smaltire la portata seguente:

$$Q = A \times U \times fi$$

dove

- $f_i$  = coefficiente di afflusso  $\rightarrow 1$  (valore cautelativo per copertura impermeabile a falda)
- $A$  = superficie copertura
- $U$  = intensità di pioggia

Nel caso specifico:

$$Q = A \times U \times f_i = 250 \times 160 = 40\,000 \frac{mm}{h} = 40\,000 \frac{l}{h} = 11.11 \frac{l}{s}$$

I pluviali non dovranno avere portata superiore a quella riportata dalla seguente tabella. Si prevedono per la copertura n.5 pluviali da 125 mm di diametro ciascuno che quindi garantiscono ampiamente la portata totale prevista.

#### Capacità di pluviali verticali

Diametro interno del pluviale $d_i$ (mm)	Capacità idraulica $Q_{RWP}$ (l/s)		Diametro interno del pluviale $d_i$ (mm)	Capacità idraulica $Q_{RWP}$ (l/s)	
	Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$		Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$
50	0,7	1,7	140	11,4	26,3
55	0,9	2,2	150	13,7	31,6
60	1,2	2,7	160	16,3	37,5
65	1,5	3,4	170	19,1	44,1
70	1,8	4,1	180	22,3	51,4
75	2,2	5,0	190	25,7	59,3
80	2,6	5,9	200	29,5	68,0
85	3,0	6,9	220	38,1	87,7
90	3,5	8,1	240	48,0	110,6
95	4,0	9,3	260	59,4	137,0
100	4,6	10,7	280	72,4	166,9
110	6,0	13,8	300	87,1	200,6
120	7,6	17,4	>300	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton
130	9,4	21,6			

Nota  
Sulla base dell'equazione di Wyly-Eaton:  
 $Q_{RWP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot K_b^{-0,167} \cdot d_i^{2,667} \cdot f^{1,667}$   
dove:  
 $Q_{RWP}$  è la capacità del pluviale, in litri al secondo (l/s);  
 $K_b$  è la scabrezza del pluviale, in millimetri (considerata 0,25 mm);  
 $d_i$  è il diametro interno del pluviale, in millimetri (mm);  
 $f$  è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua, adimensionale.

PORTATA PLUVIALI CLUSTER 1					
Identificativo	PORTATA (l/s)	DIAMETRO SELEZIONATO	PORTATA NOMINALE DIAMETRO SELEZIONATO	GRADO DI RIEMPIMENTO MAX	VERIFICA
P1	2,22	125	17,4	0,33	VERO
P2	2,22	125	17,4	0,33	VERO
P3	2,22	125	17,4	0,33	VERO
P4	2,22	125	17,4	0,33	VERO
P5	2,22	125	17,4	0,33	VERO

## 4. DIMENSIONAMENTO IMPIANTI DI DEPURAZIONE – CLUSTER

La corretta progettazione degli impianti depurazione prevede il calcolo preventivo del numero degli Abitanti Equivalenti in funzione dei quali saranno selezionati i vari componenti dell'impianto.

Sanitari installati:

$$4 \text{ WC} = 4 \times 2.5 \text{ l/s} = 10 \text{ l/s}$$

$$6 \text{ docce} = 6 \times 0.5 \text{ l/s} = 3 \text{ l/s}$$

$$6 \text{ lavandini} = 6 \times 0.5 = 3 \text{ l/s}$$

**A.E. = 16**

L'impianto scelto tiene conto dell'impossibilità di scaricare nella pubblica fognatura, in quanto la zona non ne è servita. Si è scelto quindi di creare un bacino di fitodepurazione a monte del quale saranno inseriti un degrassatore e una fossa imhoff.

Pretrattamenti:

I due componenti sono di tipo prefabbricato, si selezionano le taglie tali da poter servire 16 A.E. In particolare sono stati scelti un degrassatore da 18 AE (>16A.E) e una vasca imhoff da 18 A.E. (>16A.E).

### **Dimensionamento del bacino di fitodepurazione:**

A valle dell'impianto di fitodepurazione lo scarico sarà a dispersione sul suolo, pertanto si dovranno rispettare i parametri degli inquinanti secondo la Tabella 4 all'Allegato 5 della Parte Terza del D.Lgs. 152/06; se ne riporta di seguito uno stralcio relativo ai principali inquinanti.

**Tabella 4. Limiti di emissione per le acque reflue urbane ed industriali che recapitano sul suolo**

		unità di misura	(il valore della concentrazione deve essere minore o uguale a quello indicato)
1	pH		6-8
2	SAR		10
3	Materiali grossolani	-	assenti
4	Solidi sospesi totali	mg/L	25
5	BOD5	mg O2/L	20
6	COD	mg O2/L	100
7	Azoto totale	mg N/L	15
8	Fosforo totale	mg P/L	2
9	Tensioattivi totali	mg/L	0,5
10	Alluminio	mg/L	1
11	Berillio	mg/L	0,1
12	Arsenico	mg/L	0,05
13	Bario	mg/L	10
14	Boro	mg/L	0,5
15	Cromo totale	mg/L	1
16	Ferro	mg/L	2
17	Manganese	mg/L	0,2
18	Nichel	mg/L	0,2
19	Piombo	mg/L	0,1

Si calcolano preventivamente l'intensità di scarico totale e l'intensità di scarico contemporaneo.

Intensità di scarico tot = 16 l/s

Intensità di scarico contemporaneo =  $0.7 \sqrt{16} = 2.8 \text{ l/s} = 0.003 \text{ m}^3/\text{s}$

Per insediamenti di piccole dimensioni i manuali pratici consigliano di utilizzare un'area di bacino pari a 5 m<sup>2</sup> per Abitante Equivalente (rif: "Fitodepurazione – Gestione sostenibile delle acque" di *Floriana Romagnoli* e ISPRA – Linee guida Fitodepurazione 2012)

Area vasca:  $5 \text{ m}^2 \times AE = 5 \times 16 = 80 \text{ m}^2$

L'area superficiale risulta determinata dai risultati del dimensionamento eseguito utilizzando l'equazione precedente.

L'area trasversale minima, necessaria a smaltire la portata di refluo di progetto, può essere calcolata con l'equazione di Darcy.

$$A_t = \frac{Q_s}{k_f \cdot \frac{dh}{ds}}$$

$A_t$  = area trasversale ( $\text{m}^2$ );  
 $Q_s$  = Portata media del refluo ( $\text{m}^3/\text{s}$ );  
 $k_f$  = Conducibilità idraulica del medium di riempimento ( $\text{m/s}$ );  
 $dh/ds$  = pendenza del fondo vasca ( $\text{m/m}$ );  
 $h$  = profondità del letto ( $\text{m}$ );  
 $s$  = lunghezza del letto ( $\text{m}$ ).

### Altri parametri da rispettare:

Per evitare che si verifichi un corto circuito idraulico e che il tempo di residenza idraulico all'interno del bacino sia troppo basso, diminuendo l'efficienza depurativa, il rapporto tra lunghezza e larghezza del bacino dev'essere compreso tra 0.5 e 3.

Inoltre, l'USEPA consiglia di garantire una sezione trasversale con area pari da garantire un valore di carico organico per unità di superficie trasversale non superiore a  $0.2 \text{ kg BOD}_5/\text{m}^2$  per evitare problemi di intasamento del medium.

Di seguito si riportano le relazioni dei due vincoli:

- 1)  $0.5 < L/W < 3$
- 2)  $2) \text{ kg}(\text{BOD}_5)/\text{m}^2 \approx 0.2$

Si procede quindi al dimensionamento dell'area trasversale, fissando i due parametri:

$K_f$  sabbia mista =  $0.05 \text{ m/s}$

$dh/ds = 1.2\%$

Area trasversale =  $0.003 / (0.05 \times 0.012) = 0.003/0.0006 = 5 \text{ m}^2$

Fisso  $h = 0.7 \text{ m}$

$W = 5/0.7 = 7.2 \text{ m}$

$L = A/W = 80/7.2 = 11.2 \text{ m}$

$L/W = 11.2 / 7.2 = 1.55$  [Verifica superata](#)

$\text{Kg}(\text{BOD}_5) = 60 \text{ g/AE} \times 16 = 60 \times 16 = 960 \text{ g} = 0.96 \text{ kg}$

$\text{Kg}/\text{m}^2 = 0.96 / 5 = 0.2 \text{ kg}(\text{BOD}_5)/\text{m}^2$  [Verifica superata](#)

Le specie vegetali opportune per altezze del letto limitate ( $h = 0.7 \text{ m}$ ) sono:

*Typha latifolia* – apparato radicale 30-40 cm

*Phragmites australis* o *communis* – Apparato radicale 70 cm

Per essere certi di rispettare i limiti di Tabella 4 (più vincolanti rispetto a quelli della Tabella3) è previsto, a valle del bacino di fitodepurazione, il ricircolo dei fanghi sulla imhoff installata a monte del bacino.

IL PROGETTISTA:

Ing. Carlo Granata

