

**Comune di Cavaglià, località Gerbido (BI)
Impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante
combustione di rifiuti speciali non pericolosi
PAUR ai sensi dell'art. 27-bis D.Lgs. 152/06 e s.m.i.**

Relazione Acque Meteoriche

Marzo 2024

Titolo progetto <i>Project title</i>	Comune di Cavaglià, località Gerbido (BI) Impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di rifiuti speciali non pericolosi PAUR ai sensi dell'art. 27-bis D.Lgs. 152/06 e s.m.i.
Titolo documento <i>Document title</i>	Relazione Acque Meteoriche
Livello del documento <i>Document Level of Detail</i>	Autorizzazione
Codice documento A2A <i>A2A Document code</i>	CAVA06-V02-F15-GN-10-000-P-E-001-R00
Derivato da <i>Drawn by</i>	

Progettazione	FICHTNER	Codice documento progettista <i>Designer Document code</i>
		-
Il Progettista <i>Designer</i>		
 		

Rev	Liv	Scopo <i>Scope</i>	Data <i>Date</i>	Descrizione <i>Description</i>	Redatto <i>Edited</i>	Verificato <i>Revised</i>	Approvato <i>Approved</i>
00	AU	-	Marzo 2024	Revisione per richiesta chiarimenti/integrazioni, ai sensi D. Lgs. 152/06 ss.mm.ii. Art. 27 bis comma 5	F. Sormani	F. Sormani	F. Sormani

A2A Ambiente	A2A Ambiente S.p.A.	
Data <i>Date</i>	Verificato <i>Revisited</i>	Approvato <i>Approved</i>
Marzo 2024	M. Mazzearella	C. Donati

Cliente/Committente	A2A Ambiente S.p.A.
Data <i>Date</i>	Validato <i>Validated</i>
Marzo 2024	F. Roncari

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	6
2	INQUADRAMENTO	7
3	IDROLOGIA	9
4	CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....	12
5	MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI.....	13
6	ACQUE DI PRIMA PIOGGIA.....	17
7	CALCOLO DEL VOLUME VOLANO	19
8	TRINCEA DRENANTE – SUBIRRIGAZIONE.....	21
9	TIPOLOGIE COSTRUTTIVE – PRIME INDICAZIONI.....	23
10	CONCLUSIONI.....	24

1 INTRODUZIONE

La presente relazione contiene il calcolo ed il dimensionamento preliminare dei collettori terminali della rete di drenaggio delle acque meteoriche del nuovo impianto di produzione di energia elettrica ottenuta tramite la combustione di rifiuti e dell'area della stazione elettrica a servizio dell'impianto. La progettazione delle reti e dei manufatti idraulici è stata effettuata nel rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica.

Il principio di invarianza idraulica mira al perseguimento di un progressivo riequilibrio del regime idrologico ed idraulico e, quindi, alla conseguente attenuazione del rischio idraulico nei ricettori di valle. Per ottenerlo occorre studiare nel dettaglio la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, ottenendola riduzione quantitativa dei deflussi.

L'invarianza idraulica è il principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle, non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione; l'invarianza idrologica è il principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione.

2 INQUADRAMENTO

L'area su cui si andrà a sviluppare l'impianto di recupero energetico di rifiuti speciali non pericolosi si estende per una superficie complessiva di circa 8,56 ha mentre la stazione elettrica circa 1,52 ha. Le aree possono a loro volta essere considerate suddivisibili nelle seguenti tipologie costruttive.

Area impianto di combustione	
Tipologia di uso del suolo	Superficie (mq.)
Area destinata ad edifici (coperture)	14.241
Area destinata ad edifici (coperture con tetti verdi)	8.140
Superfici pavimentate (piazze e vie di corsa)	31.355
Superfici semipermeabili	1.185
Superfici a verde permeabili	30.765
Totale	85.686

Tabella 1- Superfici di intervento area impianto di combustione suddivise per tipologia

Area stazione elettrica	
Tipologia di uso del suolo	Superficie (mq.)
Area destinata ad edifici (coperture)	457
Superfici pavimentate (piazze e vie di corsa)	10.568
Superfici semipermeabili	0
Superfici a verde permeabili	4.260
Totale	15.285

Tabella 2- Superfici di intervento area stazione elettrica suddivise per tipologia

Per i fini del presente lavoro, a ciascuna tipologia di uso del suolo è stato assegnato un proprio coefficiente Φ_i , identificativo del relativo contributo al deflusso superficiale, prendendo a riferimento i valori ormai standardizzati dalla bibliografia tecnica di settore.

Sono state, in tal senso, identificate le aree definite "contributive" da quelle "non contributive" ai fini della produzione delle portate meteoriche in quanto, queste ultime, non confluenti nella rete di drenaggio, come visualizzabile nella tabella seguente.

Tipologia di uso del suolo area impianto di combustione	Superficie contributiva (mq.)	Superficie non contributiva (mq.)	Φ_i
Area destinata ad edifici (coperture)	14.241		0,95
Area destinata ad edifici (con tetti verdi)	8.140		0,65
Superfici pavimentate (piazzi e viabilità)	31.355		0,95
Superfici semipermeabili	1.185		0,65
Superfici a verde permeabili		30.765	0,30
Totale	54.921	30.765	

Tabella 3- Identificazione superfici contributive e non contributive al deflusso - coefficiente Φ_i

Tipologia di uso del suolo area stazione elettrica	Superficie contributiva (mq.)	Superficie non contributiva (mq.)	Φ_i
Area destinata ad edifici (coperture)	457		0,95
Superfici pavimentate (piazzi e viabilità)	10.568		0,95
Superfici semipermeabili	0		
Superfici a verde permeabili		4.260	0,30
Totale	11.025	4.260	

Tabella 4- Identificazione superfici contributive e non contributive al deflusso - coefficiente Φ_i

La superficie della quale si terrà conto nella progettazione delle reti di drenaggio dell'impianto di combustione risulta pertanto pari a $S = 54.921$ mq, mentre quella della stazione elettrica a $S=11.025$ mq.

3 IDROLOGIA

Per l'analisi idrologica, sono state considerate le curve di possibilità pluviometrica, descritte dalla funzione:

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

ove:

- **h** = altezza di pioggia in mm,
- **t** = durata di pioggia in ore,
- **a e n** = parametri della curva da determinarsi in base alle caratteristiche pluviometriche della zona.

Per il presente lavoro si è fatto riferimento ai tempi di ritorno compresi fra $T_r = 2$ e $T_r = 200$ anni.

Le curve di possibilità pluviometrica sono state calcolate secondo i dati forniti da A.R.P.A. Piemonte (Atlante delle piogge intense del Piemonte predisposto nell'ambito del progetto interregionale IVa/Strada).

Risulta:

	Tpioggia > 1 ora	
T ritorno		
T = 2 anni	29,7	0,309
T = 5 anni	40,8	0,309
T = 10 anni	48,1	0,309
T = 20 anni	55,1	0,309
T = 50 anni	64,2	0,309
T = 100 anni	70,9	0,309
T = 200 anni	77,7	0,309

Tabella 5- Curve di possibilità pluviometrica per piogge di durata superiore all'ora

Le elaborazioni effettuate fanno riferimento al tempo di ritorno T.

La probabilità P(h) è legata al tempo di ritorno dalla relazione:

$$P(h) = T - \frac{1}{T}$$

I dati disponibili vengono trattati con metodo statistico al fine di determinare le relative distribuzioni di probabilità e le curve di possibilità pluviometrica corrispondenti a prefissati valori del tempo di ritorno.

Per quanto riguarda la distribuzione di probabilità si è considerata la legge di Gumbel.

Calcolando infatti i valori della frequenza di non superamento:

$$F = \frac{i}{n} + 1$$

con:

i = n° d'ordine dell'elemento generico del campione ordinato in senso crescente.

n = numero degli elementi,

e riportando su carta probabilistica di Gumbel i punti (h,F) , si è verificato che essi si dispongono in maniera uniforme intorno ad una retta.

Nel caso della legge di Gumbel la funzione è la seguente:

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

in cui:

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

è chiamata variabile ridotta e " α " e " u " sono parametri calcolati sulla base dei dati disponibili attraverso il metodo dei momenti.

Pertanto, si trova che " α " e " u " sono legati alla media " h " e allo scarto quadratico medio " σ " dalle seguenti relazioni:

$$\alpha = \frac{1,283}{\sigma}$$
$$u = h - 0,45 \sigma$$

Si ricava quindi, per la legge di Gumbel, la seguente espressione:

$$h = u - \frac{1}{a} \ln(\ln T - \frac{1}{T})$$

la quale lega i valori di h corrispondenti a prefissati valori di T .

Le altezze di pioggia di assegnata durata, relative alle suddette curve di possibilità pluviometrica, sono visualizzabili nella figura 1 e nella tabella 6 seguenti.

Pioggie di assegnato tempo di ritorno per durate da 10 minuti a 24 ore (mm)

CSV Exo

Durata	Tempo di ritorno in anni							
	2	5	10	20	50	100		
10 minuti	16.8	23.1	27.2	31.2	36.3	40.2		44
20 minuti	21.1	28.9	34.1	39.1	45.5	50.3		55.1
30 minuti	24	32.9	38.8	44.4	51.7	57.2		62.7
1 ora	29.7	40.8	48.1	55.1	64.2	70.9		77.7
3 ore	41.8	57.2	67.5	77.3	90	99.6		109.1
6 ore	51.7	70.9	83.6	95.8	111.5	123.3		135.1
12 ore	64	87.8	103.5	118.6	138.1	152.7		167.3
24 ore	79.3	108.7	128.2	146.9	171.1	189.2		207.2

Tabella 6- Altezze di pioggia di diversa durata in funzione del tempo di ritorno

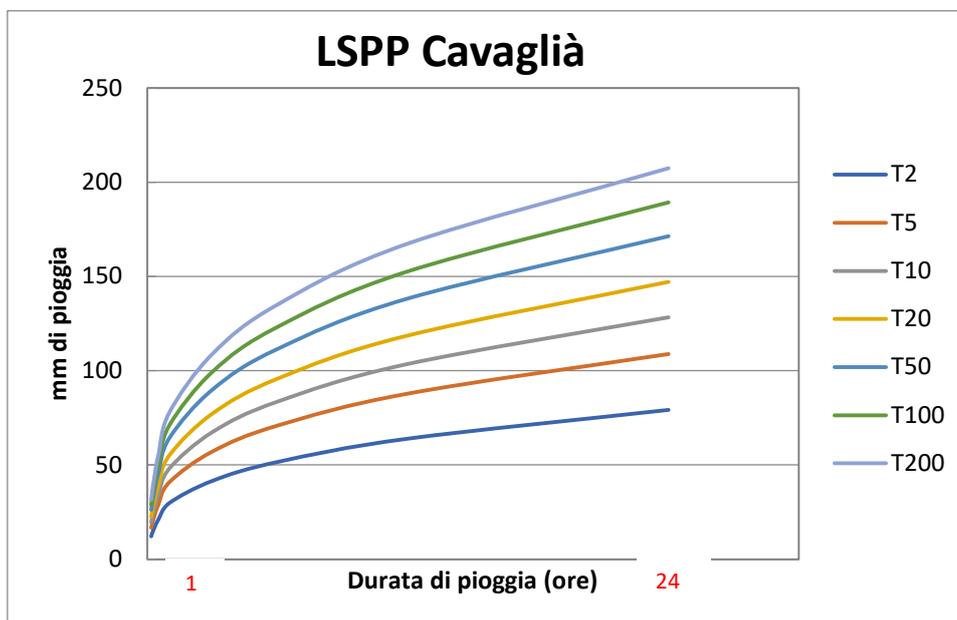


Figura 1- Curve di possibilità pluviometrica comune di Cavaglià

4 CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

La valutazione dell'afflusso meteorico di assegnata durata e probabile frequenza non può essere considerata come isolata e risoltrice del problema, prescindendo cioè dagli innumerevoli e complessi fenomeni che modificano il percorso dei volumi di precipitazione, ma occorre considerare un bilancio idrologico.

L'equazione di quest'ultimo può essere espressa come:

$$W = I + ET + W_{net} + F + \Delta S$$

con:

- W = volume totale di pioggia;
- I = pioggia intercettata;
- ET = evapotraspirazione;
- W_{net} = volume di pioggia netto;
- F = volume di pioggia infiltratosi complessivamente;
- ΔS = variazione di volume invasato nel bacino fra l'inizio e la fine della piena.

Mentre si possono tralasciare i valori dell'intercettazione e dell'evapotraspirazione (ininfluenti ai fini del calcolo dei deflussi per piogge particolarmente intense), non si possono trascurare le capacità di infiltrazione e di immagazzinamento superficiale proprie dei terreni interessati dalla precipitazione.

Tali perdite sono variabili nel tempo e, alla luce dei recenti studi, di difficile quantificazione. Di conseguenza sono stati sviluppati diversi metodi in cui si utilizza, ai fini della valutazione della pioggia netta, uno ietogramma ad intensità costante considerando quindi costanti, durante tutto l'evento, le perdite complessive che si verificano nel bacino in esame.

Il metodo utilizzato per la stima è fondato sulle seguenti ipotesi di base:

- piogge ad intensità costante,
- perdite idrologiche descritte dal metodo percentuale, attraverso la definizione del coefficiente di afflusso costante (anche se nella realtà tale coefficiente varia in funzione della precipitazione, passando da un valore massimo ad inizio dell'evento meteorico ad un minimo in presenza di saturazione del terreno);
- modello di trasformazione afflussi-deflussi lineare.

La definizione del coefficiente di afflusso (deflusso) medio specifico Φ_m è quella di seguito riportata e calcolata come media pesata secondo la seguente relazione:

$$\Phi_m = \frac{(\sum \Phi_i \cdot A_i)}{A}$$

Si sottolinea che per la rete di drenaggio dei piazzali e per quella delle coperture verranno calcolati gli appositi coefficienti di afflusso, tenendo conto delle superfici scolanti per ciascuna tipologia.

5 MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI

Una volta quantificate le piogge nette, sulla base di quanto esposto in precedenza, si possono ricavare le portate effettivamente affluenti nella rete di drenaggio e, di conseguenza, i volumi d'acqua da smaltire.

La metodologia adottata per la risoluzione del problema idrologico-idraulico di un determinato bacino consiste nel ricorrere a modelli matematici di trasformazione afflussi-deflussi, cioè ad algoritmi che, basandosi sulle ipotesi di linearità e stazionarietà, calcolano le onde di piena partendo dalle elaborazioni pluviometriche succitate.

Con tali modelli, basati essenzialmente sui concetti fisici dell'invaso e della corrivazione, si riesce a simulare il comportamento dei bacini studiati, ottenendo direttamente le portate al colmo nelle sezioni di chiusura in funzione delle portate di precipitazione.

Per il caso in esame si è utilizzata la procedura di calcolo descritta dal consolidato metodo diretto italiano, la cui espressione finale conduce al calcolo del coefficiente udometrico (rapporto fra la portata critica e l'area del bacino):

$$u = 2168 * n_0' * \frac{(\Phi_m * a')^{\frac{1}{n_0}}}{W^{\frac{1}{n_0}-1}}$$

con:

- u = coefficiente udometrico (contributo di piena per unità di area) in l/s per ha;
- $n_0' = 4/3 n'$ è l'esponente della curva di possibilità pluviometrica, incrementata per tenere conto della variabilità del coefficiente Φ in funzione dell'intensità della precipitazione;
- Φ_m = coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino, calcolato come al paragrafo precedente. Si sono calcolati i coefficienti Φ_m relativi ai collettori terminali che costituiscono le due dorsali principali di deflusso (piazzali e coperture) adducenti alle vasche volano;
- w = invaso specifico della rete idrografica, comprendente sia l'invaso superficiale, sia i piccoli invasi.

Il volume dei piccoli invasi è costituito da diverse componenti quali:

- volume delle piccole capacità della rete (appendici stradali, tubazioni, pozzetti ecc.);
- volume del velo d'acqua superficiale che ricopre tutta l'area scolante;
- volume degli invasi superficiali (cunette, ecc.).

La quantità d'acqua che costituisce tale volume dipende essenzialmente dalla pendenza media del bacino e dal coefficiente di assorbimento.

I dati riportati in letteratura e l'esperienza accumulata in materia portano a valutare il valore del volume dei piccoli invasi, per il caso in esame, pari a 50 m³/ha.

Il volume di invaso è stato calcolato mediante la formula semplificata di Iannelli, fondata sull'assunto che il rapporto fra il volume dei piccoli invasi W_0 e quello proprio del collettore w è funzione dell'area e della pendenza media del bacino.

È stata adottata l'espressione per bacini pianeggianti:

$$W = W_0 * (1 + 0,33S^{0,227})$$

I risultati relativi al calcolo delle portate al colmo sono di seguito tabellati, considerandoli relativi alle due sezioni di ingresso nelle vasche volano.

Si sono distinte due sezioni per le due diverse linee di tubazioni (quelle relative alle coperture e quelle drenanti i piazzali e le strade).

1) Area impianto di combustione

Acque delle coperture

Sezione di ingresso alla vasca volano (superficie scolante = 22.381 m².); coefficiente di deflusso Φ_{mA} = 0,84.

(Tr = 2 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	45,7	95

(Tr = 5 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	102,4	213

(Tr = 10 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	152,7	318

(Tr = 20 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	212,3	443

(Tr = 50 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	307,7	642

(Tr = 100 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	391,6	817

(Tr = 200 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	489,1	1.020

Acque delle strade e piazzali

Sezione di ingresso alla vasca volano (superficie scolante = 32.540 m².); coefficiente di deflusso Φ_{mA} = 0,939.

(Tr = 2 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
----------------------	----------------	---------

Sez. terminale	57,7	196
----------------	------	-----

(Tr = 5 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	129	439

(Tr = 10 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	192	655

(Tr = 20 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	268	911

(Tr = 50 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	388	1.320

(Tr = 100 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	494	1.680

(Tr = 200 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	617	2.098

Il tempo di corrivazione t_c , per le due linee principali di tubazioni, è stato stimato in circa 20 minuti, dove:

$$t_c = t_e + t_r$$

t_e = tempo di percorrenza delle aree scolanti sino al punto di immissione nella rete;

t_r = tempo di percorrenza delle canalizzazioni di drenaggio lungo il percorso idraulicamente più lungo.

2) Area stazione elettrica

Acque meteoriche

Per le acque meteoriche della stazione elettrica, considerando la superficie esigua delle coperture, verrà predisposta un'unica vasca comune ai due sistemi di raccolta (superficie scolante = 11.025mq.); coefficiente di deflusso $\Phi_{mA} = 0,95$.

(Tr = 2 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
Sez. terminale	21.06	23.22

(Tr = 5 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
----------------------	----------------	---------

<i>Sez. terminale</i>	45.51	50.18
-----------------------	-------	-------

(Tr = 10 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
<i>Sez. terminale</i>	67.86	74.82

(Tr = 20 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
<i>Sez. terminale</i>	94.38	104.05

(Tr = 50 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
<i>Sez. terminale</i>	136.77	150.79

(Tr = 100 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
<i>Sez. terminale</i>	174.03	191.87

(Tr = 200 anni)	μ (l/s*ha)	Q (l/s)
<i>Sez. terminale</i>	217.35	239.63

Il tempo di corrivazione t_c , per le due linee principali di tubazioni, è stato stimato in circa 15 minuti, dove:

$$t_c = t_e + t_r$$

t_e = tempo di percorrenza delle aree scolanti sino al punto di immissione nella rete;

t_r = tempo di percorrenza delle canalizzazioni di drenaggio lungo il percorso idraulicamente più lungo.

6 ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

La normativa presa a riferimento è il R.R. 20.02.2006 n°1/R di cui alla Legge Regionale 29.12.2000 n°61, della quale si riporta un estratto.

Si definiscono "acque di prima pioggia quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche.

La formazione, il convogliamento, la separazione, la raccolta, il trattamento e l'immissione nel recapito finale delle acque di prima pioggia e di lavaggio sono soggetti alle disposizioni del presente Capo qualora provengano dalle superfici scolanti di insediamenti ed installazioni in cui si svolgono o siano insediati:

a) le attività di cui all'Allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59 (Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento);

b) gli impianti stradali o lacuali di distribuzione del carburante, come definiti dalla normativa regionale vigente in materia di rete distributiva dei carburanti;

c) gli stabilimenti di lavorazione di oli minerali non rientranti nelle fattispecie di cui alla lettera a) ed i depositi per uso commerciale delle stesse sostanze soggetti ad autorizzazione ai sensi normativa vigente in materia;

d) i centri di raccolta, deposito e trattamento di veicoli fuori uso;

e) i depositi e gli impianti soggetti ad autorizzazione o comunicazione ai sensi della vigente normativa in materia di gestione dei rifiuti e non rientranti nelle attività di cui alla lettera a);

f) i centri intermodali previsti dal Piano territoriale regionale.

Le acque di prima pioggia e di lavaggio sono recapitate:

a) in pubblica rete fognaria;

b) in acque superficiali;

c) sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, in assenza di alternative tecnicamente ed economicamente realizzabili anche in rapporto ai benefici ambientali conseguibili.

In particolari situazioni di pericolo per l'ambiente, l'autorità competente può richiedere che le acque di prima pioggia e di lavaggio siano trattate come rifiuti, ai sensi della vigente normativa in materia.

L'immissione nei recapiti di cui all'articolo precedente delle acque di prima pioggia e delle acque di lavaggio è soggetta all'adozione e al mantenimento in buono stato di manutenzione dei sistemi di raccolta e trattamento proposti nel piano di prevenzione e di gestione redatto in conformità alle disposizioni di cui all'Allegato A ed approvati, con le prescrizioni del caso, dall'autorità competente al controllo degli scarichi.

Fermo restando quanto previsto dall'articolo 16 del d.lgs. 59/2005, la mancata presentazione entro i termini previsti del piano di prevenzione e di gestione o l'inosservanza delle previsioni del medesimo e delle prescrizioni dettate in merito dall'autorità competente è punita con la sanzione di cui all'articolo 59, comma 6 quater del d.lgs. 152/1999.

Nel complesso la somma delle aree considerate ai fini del calcolo dei volumi di prima pioggia da stoccare è quella relativa ai piazzali, le vie di corsa ed alle aree pavimentate, la cui estensione è pari a circa $S=32.540$ m².

Le condizioni che l'impianto di prima pioggia deve soddisfare sono principalmente le seguenti:

- 1) separazione delle acque di prima pioggia da quelle cadute successivamente;

- 2) smaltimento con sistemi separati dei due diversi tipi di acque;
- 3) possibilità di rilevare campioni delle acque separate.

Le acque di prima pioggia saranno, se possibile, riutilizzate all'interno dell'impianto; altrimenti verranno smaltite presso impianti terzi.

Cautelativamente verranno considerate come acque di prima pioggia il volume associato ai primi 10 mm di ogni evento meteorico caduti sulle superfici impermeabili scoperte. Inoltre, a favore di sicurezza, nel conteggio del volume di prima pioggia non si considererà il coefficiente di afflusso, il quale avrebbe diminuito di circa 6% il volume associato alla prima pioggia. Inoltre, si evidenzia che verrà trattato un volume di prima pioggia doppio rispetto a quello definito dalla normativa.

Pertanto, il volume minimo da stoccare dell'area d'impianto sarà:

$$W_{pp} = 32.540 * 0,01 = 325,4 \text{ m}^3$$

A favore di sicurezza verrà realizzata una vasca da 340 m³.

Mentre per la stazione elettrica non sarà presente una vasca di prima pioggia, in quanto l'area non ricade nelle attività riportate nel R.R. 20.02.2006 n°1/R.

7 CALCOLO DEL VOLUME VOLANO

Il concetto di laminazione è descritto matematicamente, nel tempo t , da un sistema di equazioni così riportate:

$$q_e(t) - q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt} \text{ equazione di continuità}$$

$$q_u(t) = q_u(H(t), t) \text{ legge di efflusso che governa l'invaso}$$

- $W(t) = W(H(t))$ (legame geometrico tra il volume invasato ed il battente idrico H dell'invaso)
- $q_e(t)$ = portata entrante;
- $q_u(t)$ = portata uscente;
- $W(t)$ = volume invasato;
- $H(t)$ = battente idrico nel bacino.

A favore di sicurezza, per determinare la volumetria necessaria, si è utilizzato il cosiddetto "Metodo cinematico". Questo sistema ha il vantaggio della velocità e della semplicità nel determinare il volume minimo di stoccaggio. Essendo "grossolano" tende a sovradimensionare il volume minimo di stoccaggio, facendo prevedere delle vasche in genere il 10% maggiori di quanto risulterebbe da uno studio più approfondito del modello afflussi deflussi.

Le ragioni di tale scelta di progettazione risiedono nel fatto che, considerando l'importanza dell'opera, il contesto idrogeologico in cui è inserita e il continuo cambio degli eventi meteorici, si preferisce realizzare dei manufatti in grado di stoccare un evento meteorico più importante.

I parametri in ingresso da fornire al modello per determinare il volume di stoccaggio delle acque di seconda pioggia dell'area d'impianto sono:

- $a(T=20\text{anni}) = 55,1\text{mm}$;
- $n=0,309$;
- $T_i=10$ min (tempo ingresso in rete);
- $T_r=10$ min (tempo di scorrimento in rete);
- $S_{\text{equivalente}}=30.557 \text{ m}^2$;
- Portata uscente dalla vasca= 100 l/s;
- θ durata della pioggia.

Di conseguenza si ottiene la volumetria della vasca di laminazione delle acque di seconda pioggia:

$$V = \varphi * S * a * \theta_{cr}^n + T * Q_{out}^2 * \frac{\theta_{cr}^{n-1}}{\varphi * S * a} - Q_{out} * \theta_{cr} - Q_{out} * T = 1.303 \text{ m}^3$$

Considerando la volumetria della vasca di prima pioggia, pari a 340 m^3 , sarà realizzata una vasca di laminazione da 1.150 m^3 , in modo da laminare l'onda di piena e mantenere un ulteriore margine a favore di sicurezza. In questo modo una parte delle acque stoccate verrà riutilizzata all'interno dell'impianto, mentre lo scarico da 100 l/s verrà convogliato in fognatura.

Per l'area della stazione elettrica, in cui non è previsto presenza fissa di traffico veicolare, né tantomeno stoccaggi all'aperto di rifiuti o di materie prime, sarà presente un'unica vasca sia per le acque meteoriche dei piazzali sia delle coperture, i parametri sono i seguenti:

- $a(T=20\text{anni}) = 55,1\text{mm}$;
- $n=0,309$;
- $T_i=10\text{ min}$ (tempo ingresso in rete);
- $T_r=5\text{ min}$ (tempo di scorrimento in rete);
- $S_{\text{equivalente}}=10.473\text{ m}^2$;
- Portata uscente dalla vasca= 50 l/s;
- θ durata della pioggia.

Di conseguenza si ottiene la volumetria della vasca di laminazione delle acque meteoriche:

$$V = \varphi * S * a * \theta_{cr}^n + T * Q_{out}^2 * \frac{\theta_{cr}^{n-1}}{\varphi * S * a} - Q_{out} * \theta_{cr} - Q_{out} * T = 360\text{ m}^3$$

8 TRINCEA DRENANTE – SUBIRRIGAZIONE

I parametri in ingresso da fornire al modello per determinare il volume di stoccaggio delle acque bianche sono:

- $a(T=20\text{anni}) = 55,1\text{mm}$;
- $n=0,309$;
- $T_i = 10\text{ min}$ (tempo ingresso in rete);
- $T_r = 10\text{ min}$ (tempo di scorrimento in rete);
- $S_{\text{equivalente}} = 18.820\text{ m}^2$;
- Portata uscente dalla vasca = 100 l/s ;
- θ durata della pioggia.

Di conseguenza si ottiene la volumetria della vasca di laminazione delle acque meteoriche delle coperture:

$$V = \varphi * S * a * \theta_{cr}^n + T * Q_{out}^2 * \frac{\theta_{cr}^{n-1}}{\varphi * S * a} - Q_{out} * \theta_{cr} - Q_{out} * T = 612\text{ m}^3$$

L'equazione è implicita, per risolverla occorre utilizzare un risolutore numerico imponendo la condizione di volume massimo V al variare di θ .

Per poter recuperare e riutilizzare una maggior componente delle acque bianche, verrà predisposta una vasca in grado di stoccare 1.000 m^3 , pari a circa 53 mm di pioggia.

L'eventuale accesso non accumulabile delle acque bianche dei tetti verrà inviato in fognatura; è tuttavia presente un sistema di emergenza che scarica in un sistema a dispersione. Tramite un sistema di troppo pieno che si attiverà unicamente una volta riempita la vasca le acque verranno inviate al sistema di trincee drenanti.

Pertanto, è stata verificata quale fosse la portata teoricamente smaltibile dai sistemi di dispersione nel sottosuolo, ipotizzando questo valore pari alla portata mandata in fognatura.

Il calcolo della portata dispersa nel terreno varia in funzione dell'altezza della falda; rappresenta un moto a simmetria radiale, che si raccorda alla falda esistente quando questa sia relativamente elevata, oppure si affonda in modo sostanzialmente verticale in una falda profonda. Questo comportamento viene descritto dalle seguenti figure:

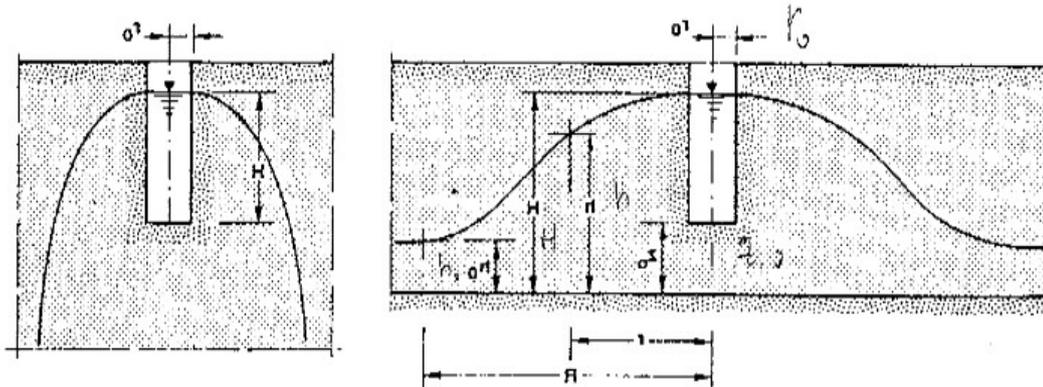


Figura 2- Schemi di moto da pozzo in falda profonda e poco profonda

Nel caso di falda profonda, come quello in esame (la profondità della falda è pari a $\approx 30,0$ m dal p.c. con oscillazioni massime dell'ordine di qualche metro come risulta dalle misure di profondità della prima falda condotte nei piezometri presenti negli impianti A2A adiacenti al sito di progetto, si veda per dettagli Elaborato CAVA06V02F14GN10000PW001 - Relazione di calcolo di verifica disponibilità acqua industriale), si può considerare la formula di Darcy:

$$Q = k * A * i$$

- K è la permeabilità del terreno, misurata in m/s;
- i è il gradiente idraulico, è una grandezza adimensionale che esprime il rapporto tra la perdita di carico tra due punti e la distanza che li separa. Concettualmente rappresenta la forza motrice che permette all'acqua di spostarsi all'interno di un materiale. In genere nel caso in cui il tirante idrico su un terreno sia molto inferiore rispetto alla distanza con la falda il gradiente può essere approssimato pari a 1. Maggiore è il tirante idrico e maggiore sarà il valore.
- A è la superficie di infiltrazione, espressa in m².

Il valore di permeabilità è pari a circa $k = 3,39 * 10^{-3}$ m/s, che sta a caratterizzare la presenza di terreni grossolani, indicati fino ad una profondità di circa 50-60 m. dal p.c..

La superficie in cui verranno messe le trincee drenanti è pari a circa 600 m².

Inserendo, cautelativamente, nel calcolo il valore di $k = 1 * 10^{-3}$ m/s, risulta:

Q dispersione $\approx 600,0$ l/s

Si evidenzia che la portata smaltibile dal sistema di dispersione è superiore alla portata di picco associata ad un evento meteorico con T=20 anni.

Considerando questo valore molto maggiore della portata in uscita dalla vasca volano, anche le acque provenienti dalla collina verranno convogliate in questo sistema di dispersione.

9 TIPOLOGIE COSTRUTTIVE – PRIME INDICAZIONI

Oltre allo schema idraulico proposto, relativo alla gestione delle acque meteoriche scolanti sul nuovo comparto, si riportano 'indicazioni delle tipologie costruttive dei vari componenti la struttura impiantistica.

Drenaggio superficiale

La cattura delle acque meteoriche è prevista mediante caditoie e griglie stradali, realizzate con elementi prefabbricati in c.l.s. con coperchi in ghisa.

Di uguale fattura saranno i pozzetti di ispezione propri delle canalizzazioni fognarie; queste ultime sono previste da realizzare in materiale plastico (tubazioni in polivinilcloruro o polietilene).

Vasca di prima pioggia

La vasca di prima pioggia sarà realizzata in opera in getto di calcestruzzo armato.

Vasche volano

Saranno realizzate in opera, in calcestruzzo armato e saranno interrate in corrispondenza dell'area adibita all'installazione degli aerocondensatori, insieme allo scolmatore e alla vasca di prima pioggia.

Il tirante relativo al volume utile delle stesse è previsto pari a circa 3,0 m.

Lo schema idraulico di riempimento sarà differente per le acque meteoriche scolanti sulle coperture rispetto a quelle di seconda pioggia.

In particolare, per le prime, è previsto lo stoccaggio completo delle acque precipitate fino al valore pari a 30 mm di pioggia (in modo da riusarle all'interno dell'impianto), limite oltre il quale le acque verranno disperse nei primi strati del sottosuolo mediante i pozzi perdenti.

Le acque di dilavamento delle strade e piazzali saranno trattenute, oltre quelle di prima pioggia (10 mm) in una vasca di laminazione (detta di 2° pioggia), dimensionata considerando una portata costante di restituzione in fognatura pari a $Q = 100$ l/s.

Una parte delle acque di seconda pioggia verrà mandata in una vasca di stoccaggio, in modo da poterla riutilizzare all'interno dell'impianto, mentre l'eccedenza verrà convogliata in fognatura, mantenendo sempre come vincolo la portata media di $Q=100$ l/s.

Ogni vasca sarà equipaggiata con le necessarie apparecchiature elettromeccaniche che regoleranno i flussi di portata fra i vari stadi di processo.

10 CONCLUSIONI

A conclusione del presente lavoro, e con il fine di riassumere i risultati a cui si è pervenuti, si pone in evidenza ancora quanto segue:

- La gestione delle acque meteoriche di pertinenza del nuovo polo a servizio degli impianti di produzione di energia elettrica e termica ottenuta dalla combustione di rifiuti è differenziata in due settori: le acque scolanti sulle coperture, che si considerano non passibili di contaminazione e le acque di dilavamento di piazzali e strade, a loro volta divise in acque di prima e seconda pioggia. Le reti di drenaggio ed i manufatti di accumulo saranno pertanto distinti e le acque di competenza delle stesse avranno recapiti finali differenziati.
- Il calcolo idrologico ed idraulico è stato effettuato individuando due dorsali principali di tubazioni (pensate in doppia rete separata), con la quantificazione dell'estensione degli ipotetici bacini di competenza.
- Il tracciamento delle curve di possibilità pluviometrica è stato condotto ponendo, come base, i dati registrati da A.R.P.A. Piemonte **nell'ambito del progetto interregionale IVa/Strada.**
- **Il tempo di ritorno indice preso a riferimento nei calcoli è quello relativo all'evento pluviometrico ventennale.**
- Le acque di prima pioggia, nell'ottica della massima salvaguardia ambientale, saranno stoccate in apposite vasche in misura doppia rispetto a quella prescritta dalla normativa regionale; anziché i primi 5mm verranno stoccati 10 mm di pioggia, considerando un evento meteorico uniforme sull'intera superficie adibita a vie di corsa e piazzali.
- Il calcolo del volume volano è stato condotto seguendo il modello cinematico.
- Il calcolo delle portate al colmo è stato previsto considerando due sezioni terminali (quelle di ingresso alle vasche volano), rimandando il calcolo di dettaglio al layout esecutivo di progetto.
- In modo analogo, si è operato un predimensionamento dei sistemi di dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche di competenza delle coperture.

Allegati:

All. 1 – CAVA06V02F15GN10000AA003 TAV 21 Planimetria generale reti a gravità – acque meteoriche e reflui civili

All. 2 – CAVA06V02F15GN10000PF001 Schema idraulico a blocchi di gestione delle acque meteoriche