



ALISEA spa



CITTA' METROPOLITANA DI VENEZIA



COMUNE DI JESOLO

Opere di messa in sicurezza, completamento, riprofilatura e compensazione ambientale della discarica di Piave Nuovo a Jesolo

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE



Dott. Ing. Samuele Colombo
Ordine degli Ingegneri della Provincia
di Venezia n. 3012

Service tecnico

Insula

Elab.

F

RELAZIONE IDRAULICA
IMPIANTI DI EMUNGIMENTO PERCOLATO
E CAPTAZIONE BIOGAS

Il Legale Rappresentante della
Ditta Proponente

.....

00	GENNAIO 2018	EMISSIONE			
REVISIONE	DATA	MOTIVO	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

Sommario

1	PREMESSA	2
2	ASPETTI IDRAULICI	3
2.1	SISTEMA DI COPERTURA FINALE DELLA DISCARICA.	3
2.2	INVARIANZA IDRAULICA	6
2.2.1	TEMPO DI RITORNO	6
2.2.2	ELABORAZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO	6
2.2.3	DIMENSIONAMENTO DEGLI INVASI COMPENSATIVI	8
2.2.4	METODO DELL'INVASO	8
2.2.5	SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE	15

1 Premessa

In questa relazione vengono approfondite le tecniche relative al deflusso superficiale delle acque meteoriche e le opere per garantire l'invarianza idraulica dell'intervento.

Il presente lavoro si inserisce nei lavori di messa in sicurezza, completamento, riprofilatura e compensazione ambientale della Discarica di "Piave Nuovo" gestita dalla Società Alisea S.p.A.. L'area oggetto di studio è situata nella Bassa Pianura Padano-Veneta, a Nord rispetto al centro di Jesolo e a Sud del Fiume Piave, tra le località di Ca' Callegari, Cà Soldati, Cà Pirami. Nell'immagine satellitare seguente si definisce l'area della discarica.



Figura 1: Immagine satellitare con zona indicativa dell'intervento.

L'impianto attualmente in funzione è costituito da una discarica controllata per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani.

Nel sito si distinguono due lotti di riferimento: il Lotto Est, attualmente esaurito, ed il lotto Ovest, di forma trapezoidale suddiviso a sua volta in area Nord ed area Sud.

2 Aspetti idraulici

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici del progetto vengono, in un primo momento, descritte le scelte progettuali di ricoprimento finale al termine dei lavori.

Vengono successivamente riportate le valutazioni riguardanti la compatibilità idraulica inerente alle modifiche riportate al progetto del 2005.

2.1 Sistema di copertura finale della discarica.

La sistemazione finale dei lotti Ovest e Nord/Ovest ha lo scopo di rispondere a diverse esigenze di carattere ambientale e funzionale tra cui il controllo delle emissioni di biogas, la limitazione delle infiltrazioni di acque meteoriche, la stabilità meccanica delle strutture costituenti la discarica ed il ripristino a verde delle superfici esterne.

Facendo riferimento a queste problematiche, è necessario considerare criteri generali per la realizzazione della copertura finale:

- struttura e spessore della copertura finale tale da permettere lo sviluppo vegetativo delle essenze previste;
- infrastrutture di servizio tali da consentire l'accesso alle varie parti dell'impianto per lo svolgimento delle normali attività di manutenzione e controllo del sito;
- conformazione delle superfici finali tale da consentire un adeguato allontanamento delle acque meteoriche, evitando l'insorgere di fenomeni erosivi e tenendo conto dell'occorrenza nel tempo degli assestamenti differenziali dei rifiuti;
- efficacia ed omogenea distribuzione del sistema di captazione e gestione delle emissioni di biogas;
- impermeabilizzazione della superficie sommitale e delle scarpate laterali della copertura finale.

Per la definizione della copertura finale il progetto fa riferimento ai criteri base previsti dal decreto in materia di discariche (D. Lgs.n. 36/03).

La copertura prevista dal progetto riguarderà l'intera superficie della discarica, comprendente cioè sia il Lotto Ovest, con conferimenti terminate da oltre 13 anni, sia il Nuovo lotto 1 (comprensivo sia delle colmate già eseguite, sia dei nuovi volume di riprofilatura). L'alternanza degli strati, come illustrato nella figura che segue, ricalca in via generale quanto previsto nel D.Lgs.n. 36703) e cioè, partendo dall'alto verso l'alto:

- Strato di regolazione interno
- Stesa di geotessile tessuto non tessuto 250 gr/mq
- Strato di materiale incoerente drenante di spessore minimo 50 cm
- Stesa di geotessile tessuto non tessuto 250 gr/mq
- Strato argilloso impermeabilizzante di spessore minimo 50 cm
- Stesa di geotessile tessuto non tessuto 250 gr/mq
- Strato di materiale incoerente drenante di spessore minimo 50 cm
- Stesa di geotessile tessuto non tessuto 250 gr/mq
- Stesa di terreno superficiale di spessore minimo 1 m

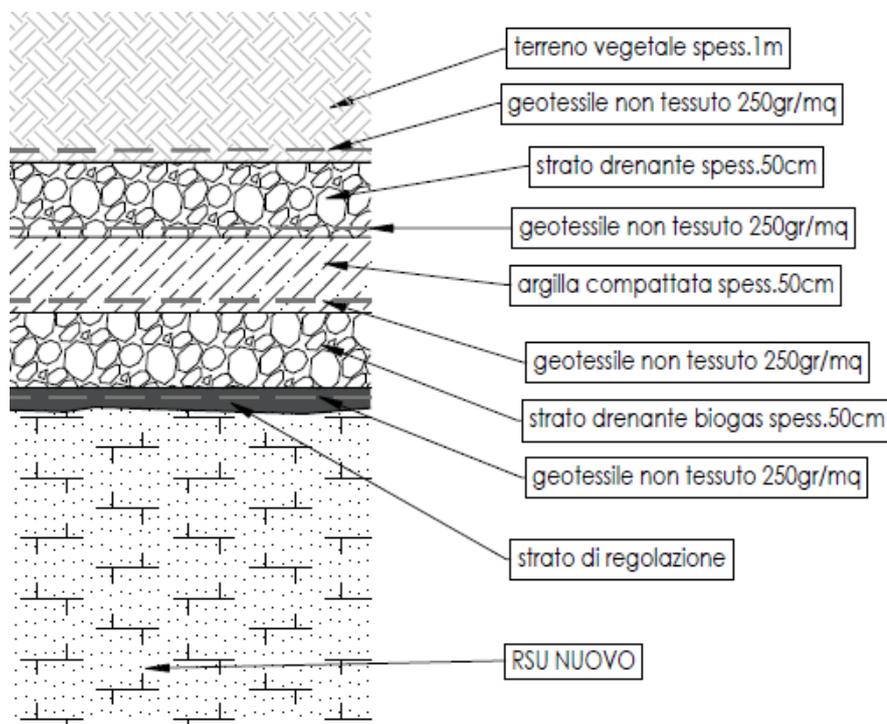


Figura 2: Rappresentazione grafica Capping finale.

Per adattare quanto previsto dalla norma alle condizioni reali del sito ed, in particolare, garantire una corretta impermeabilizzazione e drenaggio delle acque nei tratti perimetrali ad elevate pendenza, si procederà nelle sponde alla sostituzione dello strato di argilla con un geocomposito bentonitico e di quello drenante con un apposite element, sempre di tipo geosintetico, con adeguata capacità drenante. Il sostegno delle scarpate sarà garantito da una geostuoia tridimensionale, oltre che da un piccolo gabbione in pietra avente anche funzione drenante per le acque di infiltrazione. Tutte le acque di ruscellamento ed infiltrazione convogliate dagli strati drenanti verranno convogliate, tramite apposite canalette ad embrice, in fossi perimetrali di guardia e da qui alla rete idraulica ricetrice. In corrispondenza delle sponde e del vecchio Lotto Ovest (stante l'ormai limitatissima produzione di biogas) non si procederà alla stesa dello strato in ghiaia di captazione al di sotto dell'impermeabilizzazione.

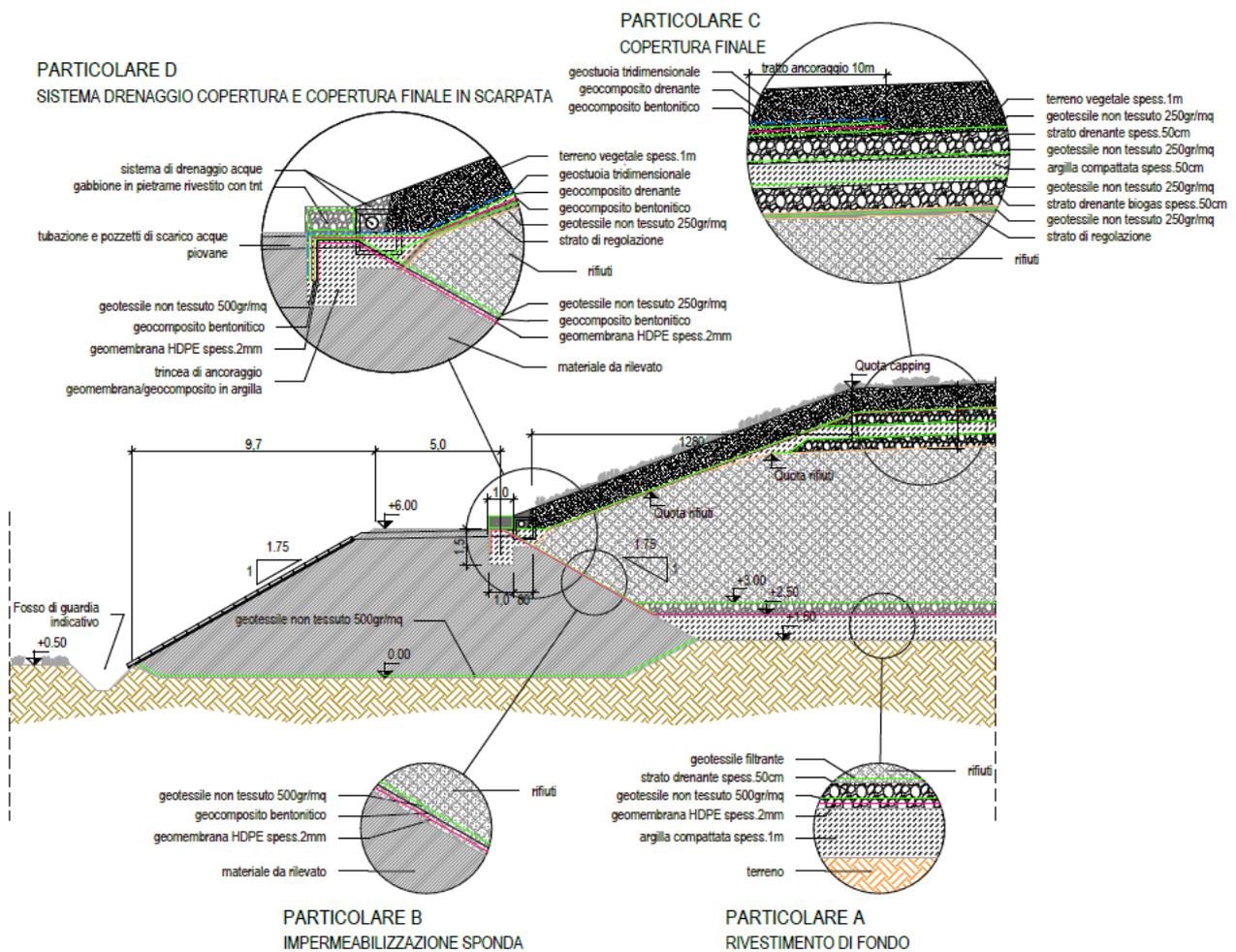


Figura 3: Sezione Arginale Sud.

2.2 Invarianza idraulica

La realizzazione dello strato di copertura superficiale comporta una modifica della permeabilità dei suoli esistenti.

La Delibera della Giunta Regionale n. 2948/2009, in relazione al principio dell'invarianza idraulica ha evidenziato, in linea generale, che le misure compensative da individuarsi nell'ambito dei singoli interventi di trasformazione d'uso dei suoli, sono da ricondurre alla predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione.

I contenuti tecnici relativi al complesso normativo che fa riferimento alla cosiddetta "invarianza idraulica" sono stati oggetto di una specifica elaborazione da parte dell'Area tecnica del Consorzio di Bonifica Veneto Orientale competente nell'ambito dei luoghi di intervento.

2.2.1 Tempo di ritorno

Un primo parametro fondamentale per l'individuazione delle caratteristiche pluviometriche di progetto, è il tempo di ritorno T_r degli eventi pluviometrici, ovvero il periodo di tempo mediamente intercorrente tra due eventi pluviometrici di prefissata intensità.

Lo scopo di un'analisi pluviometrica consiste nel determinare, una stima dell'altezza di pioggia puntuale per differenti durate dell'evento.

2.2.2 Elaborazione della curva di possibilità pluviometrica di riferimento

L'analisi condotta ha portato alla curva segnalatrice di possibilità pluviometrica, formula che esprime la precipitazione h , in funzione della durata t dell'evento meteorico, per ogni tempo di ritorno. Tutte le relazioni proposte in letteratura evidenziano la legge fisica in base alla quale l'intensità di pioggia diminuisce con la durata del fenomeno. Una delle formule più diffuse ed utilizzata in questi calcoli è quella con struttura a tre parametri:

$$h = \frac{a}{(t + b)^c} t$$

La scelta della forma tri-parametrica è motivata dal fatto che essa consente una migliore approssimazione dei valori di altezza di precipitazione al variare della durata dell'evento.

Una serie di elaborazioni hanno portato alla definizione delle curve di possibilità climatica di tipo tri-parametrico per durate dai 5 minuti alle 24 ore (ma estrapolabili fino a 48 ore).

I parametri individuati per i diversi tempi di ritorno sono riassunti in tabella:

T	a	b	c
2	18.5	10.8	0.819
5	23.8	11.8	0.813
10	25.4	11.7	0.799
20	25.9	11.3	0.781
30	25.8	10.9	0.769
50	25.4	10.4	0.754
100	24.5	9.6	0.732
200	23.2	8.7	0.709

Figura 4: Parametri relativi alle curve tri-parametriche per diversi tempi di ritorno.

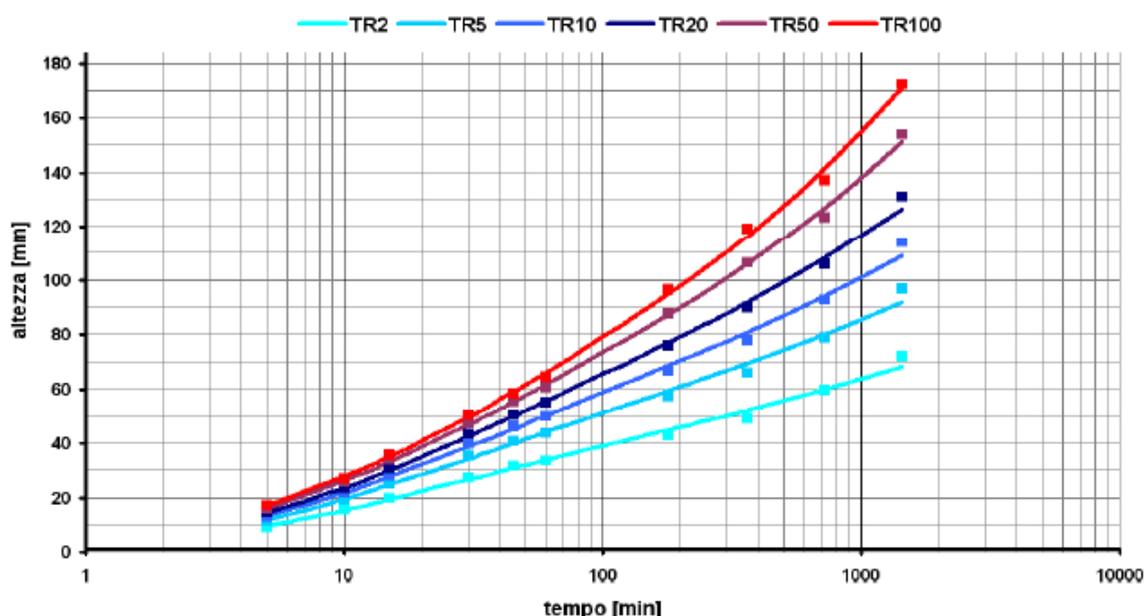


Figura 5: Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica tri-parametriche per eventi di durata inferiore alle 24 ore per diversi tempi di ritorno.

2.2.3 Dimensionamento degli invasi compensativi

Portata a termine l'analisi regionalizzata delle precipitazioni, avendo dunque a disposizione una previsione aggiornata ed affidabile della quantità di pioggia attesa al suolo per diversi tempi di ritorno, è stato possibile quantificare l'entità dei volumi di laminazione da realizzare per garantire l'invarianza idraulica delle singole trasformazioni.

In linea con la D.G.R. 1322/2006, 2948/2009 e ss.mm.ii., tali opere compensative vanno dimensionate facendo riferimento ad un tempo di ritorno cinquantennale imponendo che la portata in uscita dall'ambito di trasformazione sia invariata rispetto allo stato ante-operam.

Secondo il concetto di *"invarianza idraulica"* sancito dalle Delibere Regionali, si rende necessario determinare caso per caso quale sia la portata in uscita dall'ambito di trasformazione allo stato antecedente la trasformazione, così da assumerla a riferimento per la progettazione degli invasi. Tale valore viene esplicitato in letteratura per unità di superficie, ovvero come *coefficiente udometrico u*, espresso in $[l/(s*ha)]$

Nonostante il valore di u sia variabile caso per caso a seconda delle condizioni geomorfologiche, pedologiche ed idrauliche del sito specifiche, si è assunto un coefficiente udometrico pari a $10 l/(s*ha)$.

2.2.4 Metodo dell'invaso

Per il dimensionamento delle opere compensative viene utilizzato il *"metodo dell'invaso"*, è opportuno specificare che gli sviluppi analitici assumono l'ipotesi che l'evento meteorico sia caratterizzato da uno ietogramma di pioggia costante nel tempo:

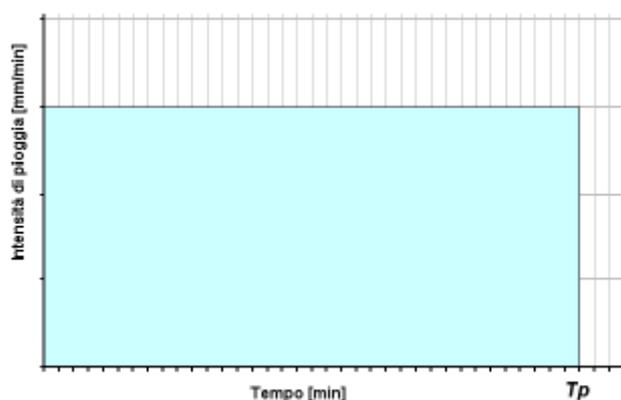


Figura 6: Schema ietogramma costante nel tempo

Il metodo dell'invaso, basato sull'ipotesi di linearità tra il volume contenuto in un serbatoio e la portata in uscita da questo, traduce il legame tra la quantità d'acqua immagazzinata a monte, il carico idraulico che se ne determina e la portata in uscita dalla rete. Le equazioni chiave della trattazione del metodo possono essere ritenute tre:

- 1) equazione di continuità (bilancio di massa tra quanto piove, quanto si immagazzina in rete e quanto defluisce verso valle)
- 2) equazione del moto nella rete (approssimata a moto uniforme)
- 3) imposizione tempo di pioggia = tempo di riempimento dalla rete (evento di crisi del sistema)

Nei casi pratici del principio di invarianza idraulica è necessario, fissata a priori la portata massima (Q_0) in uscita verso valle, determinare il Volume (V_0) da realizzare a monte per sostenere l'evento pluviometrico più gravoso. Il calcolo viene condotto per unità di superficie afferente (S) e pertanto la portata massima in uscita dal sistema viene espresso come coefficiente udometrico:

$$u[l/(s * ha)] = Q_0/S$$

Ed il volume da invasare a monte della sezione di chiusura, incognita del problema, sarà un volume specifico:

$$v_0[mc/ha] = V_0/S$$

La trattazione analitica porta nel caso in esame, con $u=10 l/(s*ha)$, ai seguenti risultati evidenziati nella tabella e nel diagramma seguente:

Zona Veneto Orientale - Tr = 50 anni		Comuni: Annone Veneto, Caorle, Ceggia, Cesalto, Chiarano, Cinto Caomaggiore, Concordia Sagittaria, Eraclea, Fossalta di Portogruaro, Gorgo al Monticano, Gruaro, Motta di Livenza, Noventa di Piave, Oderzo, Portogruaro, Pramaggiore, S.Donà di Piave, S.Michele al Tagliamento, S.Stino di Livenza, Salgareda, Teglieto Veneto, Torre di Mosto.									
a	25,4	[mm min ⁶¹]									
b	10,4	[min]									
c	0,754	[-]									
Esponente scala portate		1									
VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m ³ /ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA - METODO DELL'INVASO (CPP a 3 parametri)											
φ	Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0,1	105	82	63	53	46	41	37	33	30	28	25
0,15	181	143	111	95	84	76	69	64	59	55	52
0,2	265	210	165	142	127	115	106	99	93	87	82
0,25	357	283	223	193	173	158	147	137	129	122	116
0,3	455	361	285	247	223	204	190	178	168	160	152
0,35	558	444	351	305	275	253	236	222	210	199	190
0,4	666	530	420	365	330	304	284	267	253	241	231
0,45	779	620	492	428	387	357	334	315	299	285	273
0,5	896	713	566	493	446	412	386	364	346	330	317
0,55	1017	810	643	561	508	469	439	415	395	377	362
0,6	1142	909	722	630	571	528	495	468	445	426	409
0,65	1270	1011	804	701	636	588	552	522	497	475	457
0,7	1401	1116	887	775	702	650	610	577	550	526	506
0,75	1535	1223	973	850	771	714	669	634	604	579	556
0,8	1673	1333	1060	926	840	778	730	692	660	632	608
0,85	1813	1444	1149	1004	911	844	793	751	716	687	661
0,9	1955	1558	1240	1084	984	912	856	811	774	742	714
0,95	2101	1674	1333	1165	1058	980	921	873	833	799	769
1	2249	1792	1427	1247	1133	1050	987	935	893	856	825

Figura 7: Volumi specifici di invaso da realizzare per diversi gradi di impermeabilizzazione e diversi coefficienti udometrici ammessi in uscita secondo il metodo dell'invaso Tr= 50 anni

Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo dell'Invaso

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso ϕ e del coefficiente idrometrico imposto u allo scarico
Zona Veneto Orientale - Tr = 50 anni (CPP a 3 parametri)

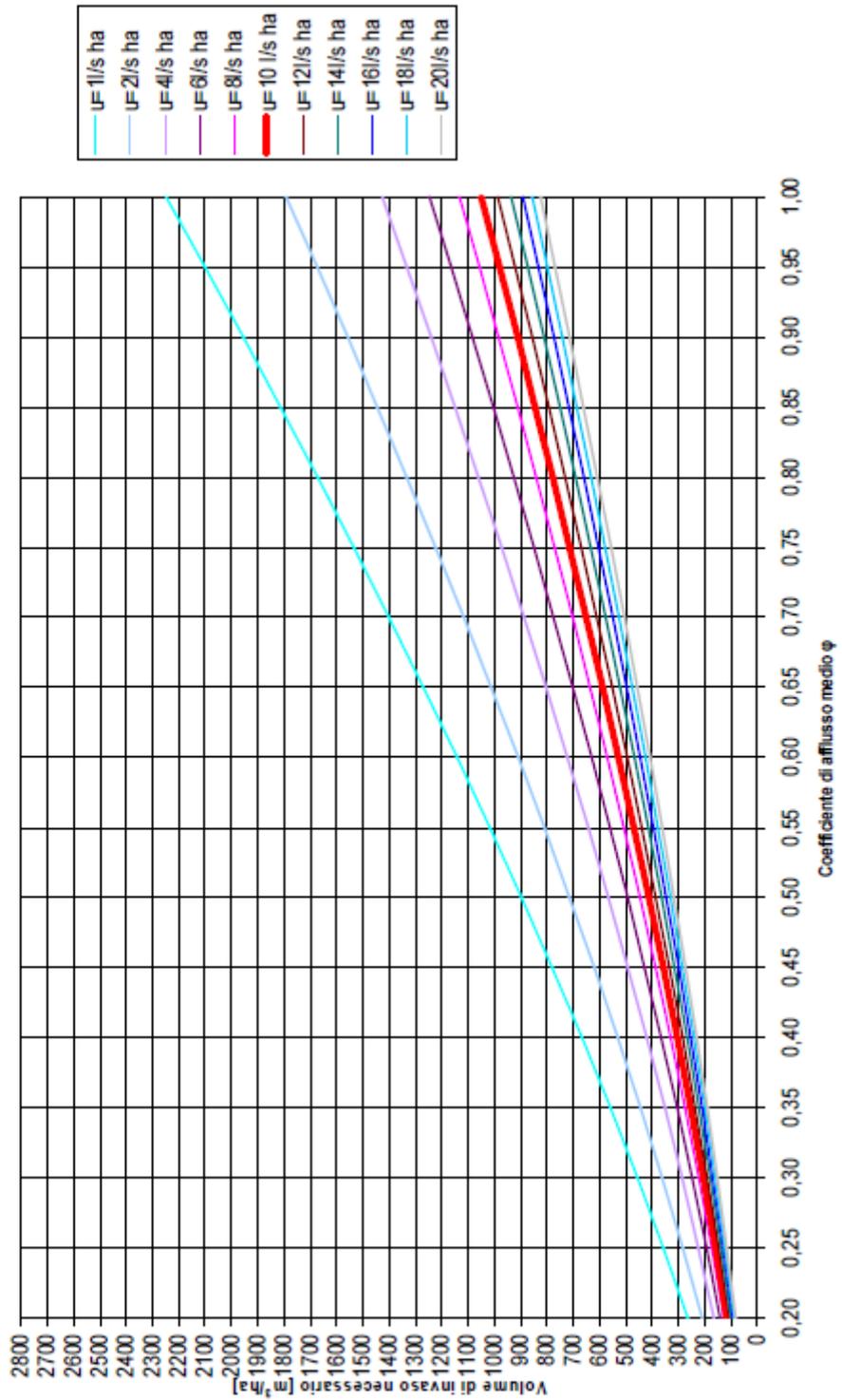


Figura 8: Volumi specifici di invaso da realizzare per diversi gradi di impermeabilizzazione e diversi coefficienti udometrici ammessi in uscita secondo il Metodo dell'Invaso Tr =50 anni

In sede di progettazione è stato stimato il coefficiente di afflusso di progetto dipendente dal livello di impermeabilizzazione e con questo dato, assumendo la portata specifica in uscita u che meglio rappresenta le condizioni particolari del sito ante-operam è stato determinato il volume specifico di invaso.

Il valore determinato in tabella va moltiplicato per l'estensione dell'area afferente all'invaso:

$$V_{da_invasare} = v_{da_invasare} * S$$

Essendo:

- $V_{da_invasare} [mc]$ l'invaso da realizzare
- $v_{da_invasare} [mc/ha]$ l'invaso specifico da realizzare, determinato con la tabella o il grafico.
- $S [ha]$ la superficie afferente all'invaso

Va tenuto presente infine, che quota parte del volume di invaso v_0 si realizza per accumulo di portata nei manufatti presenti all'interno della rete quali pozzetti e caditoie, nonché per effetto del velo idrico di qualche millimetro che copre le superfici scolanti prima di raggiungere per ruscellamento la rete stessa. La somma di questi due fenomeni origina il "volume dei piccoli invasi", il cui contributo, in sede di dimensionamento delle opere compensative da realizzare, va sottratto dal volume necessario totale V_0 desunto dal grafico:

$$v_0 = v_{0_piccoli_invasi} + v_{0_da_realizzare}$$

Il contributo dei "piccoli invasi" può variare tra i 35 ed i 45 mc/ha , in dipendenza dalla morfologia e dalla destinazione d'uso della superficie afferente. La variabilità di questo apporto è stata schematizzata come funzione del livello di impermeabilizzazione del suolo secondo la seguente tabella di riferimento:

TIPOLOGIA SUPERFICIE AFFERENTE	VOLUME PER VELO IDRICO SUPERFICIALE	VOLUME PER INVASO IN POZZETTI / CADITOIE	SOMMA VOLUME PICCOLI INVASI [mc/ha]
Superfici a verde	25	10	35
Superfici parzialmente drenanti, semi-permeabili, ghiaia, terra battuta	17	24	41
Superfici asfaltate, edificate o comunque fortemente impermeabilizzate	10	35	45

Figura 9: Contributo specifico dei "piccoli invasi" per diverse tipologie di superficie.

Per il calcolo dei volumi è necessario specificare la tipologia di terreno considerato, vengono quindi riportati nella Tabella sottostante i valori del Coefficiente di deflusso utilizzati nelle rispettive aree (Figura 9).

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ...)	0,9
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...)	0,6
Superfici permeabili (aree verdi)	0,2

Figura 10: Tabella con coefficienti di deflusso.

Nel caso specifico della superficie di copertura della discarica con 1 m di terreno vegetale e 50 cm di strato drenante sopra lo strato impermeabile, a favore di sicurezza, è stato adottato un $C_d=0.6$.

In seguito, pertanto (Figura 10), è stato valutato il coefficiente di deflusso ponderato sulle caratteristiche e le rispettive aree delle superfici in esame ottenendo un valore medio pari a $C_d=0.55$.

Superficie	[m ²]	coefficiente di deflusso	coefficiente di afflusso medio ponderato
Area centrale	250000	0.6	
Area contorno	92000	0.2	
Area impianti	38000	0.9	
Area Totale	380000		0.533157895

Figura 11: Coefficiente di deflusso ponderato.

Tenendo presente il valore del coefficiente di deflusso ponderato ottenuto, a favore di sicurezza, è stato considerato per il calcolo dei valori necessari all'invarianza idraulica un coefficiente di deflusso pari a Cd=0.6 (Figura 10).

Metodo dell'invaso a 3 parametri				
Tr anni	50	50	50	50
coefficiente di deflusso	0.3	0.4	0.5	0.6
coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]	10	10	10	10
Superficie intervento [m ²]	380000	380000	380000	380000
Volume d'invaso da realizzare per diversi gradi di impermeabilizzazione	204	304	412	528
Volume richiesto per l'invarianza [m ³]	7752	11552	15656	20064
piccoli invasi [mc/ha]	41	41	41	41
piccoli invasi da poter eliminare [m ³]	1558	1558	1558	1558
Volume finale [m ³]	6194	9994	14098	18506

Figura 12: Tabella calcoli invarianza idraulica.

2.2.5 Sistema di gestione delle acque

Il sistema di gestione delle acque meteoriche deve tener conto delle indicazioni del Consorzio di Bonifica Veneto Orientale.

Da una parte le acque provenienti dall'area della discarica verranno convogliate in un canale situato lungo tutto il perimetro lato Nord-Ovest.

Per quanto riguarda la gestione delle acque provenienti dall'area asfaltata, sono state predisposte due aree di riferimento, una lato Est la seconda lato Nord, la prima avrà il suo convogliamento in una tubazione DN800 lato Est la seconda andrà al raccordo perimetrale lato Nord.

Il convogliamento delle acque provenienti dalla canaletta perimetrale lato Sud-Ovest avverrà predisponendo uno sfioratore longitudinale che scaricherà nel canale consortile.

Riassumendo, vengono quindi predisposti i seguenti punti di raccolta:

Tubazione perimetrale di raccolta acque meteoriche lato Est:

- lunghezza complessiva = 700 m
- Diametro complessivo = 0,8 m
- Grado di riempimento condotta = 90%
- Volume disponibile = 310 mc

Canaletta perimetrale lato Sud-Ovest

- lunghezza complessiva = 1.037 m
- sezione liquida utile media = 19 mq
- volume invasabile con Tr 50 anni (con annullamento del franco) = **19.024 mc**
- volume invasabile con Tr 50 anni (con 10 cm di franco) = **16.744 mc**

Canaletta di raccordo perimetrale lato Nord:

- lunghezza complessiva = 116 m
- sezione liquida utile media = 3 mq
- volume invasabile = **323 mc**

VOLUME COMPLESSIVO INVASABILE

Il volume complessivo invasabile con un annullamento del franco, è di **19.600 mc** soddisfacendo l'ipotesi di invarianza con un $C_d=0.6$; nel caso in cui si consideri invece un franco di 10 cm il volume totale risulta pari a **17.377 mc** sostenendo i volumi richiesti utilizzando un $C_d=0.5$.

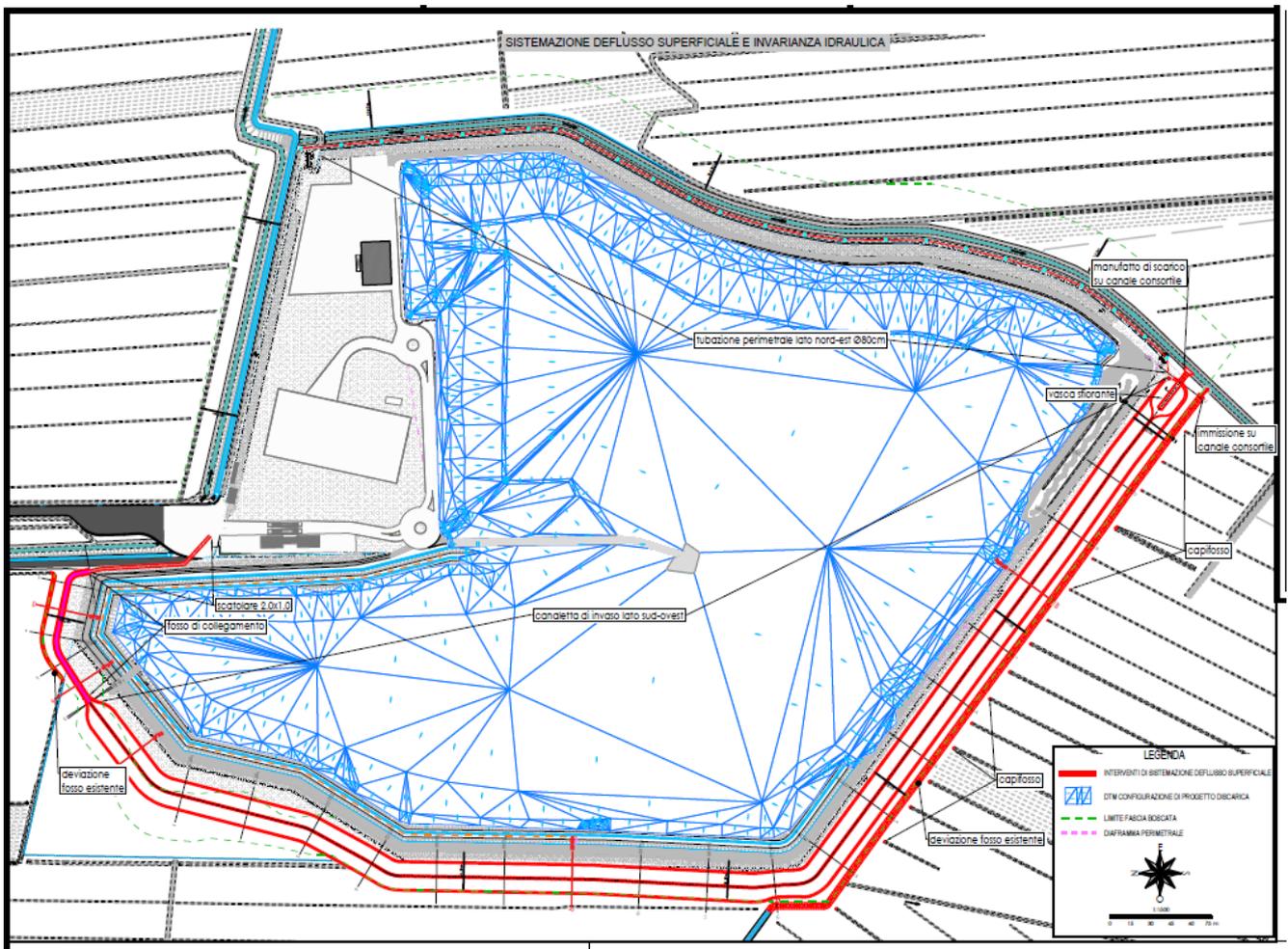


Figura 13: Sistemazione deflusso superficiale.

Manufatto di Scarico

Nel caso in esame è stato utilizzato uno sfioratore a stramazzo con luce di fondo.

La luce di fondo è stata dimensionata imponendo un coefficiente udometrico allo scarico pari a 10 (l/s·ha). Nel caso in esame, avendo una superficie totale pari a 38 ha, la portata totale da garantire allo scarico è pari a 0.38 mc/s.

Partendo da questo valore di portata e considerando un'altezza totale dello sfioro pari a 1.1 m prevedendo un apporto di materiale in arrivo allo scarico, a favore di sicurezza, si sono stabiliti due scarichi di fondo delle seguenti dimensioni:

Q [mc/s]	0.32195	Q [mc/s]	0.186
h [m]	0.9	h [m]	0.95
D [m]	0.4	D [m]	0.3
Cc	0.61	Cc	0.61

Garantendo, quindi, una portata totale allo scarico pari a $Q=0.51$ mc/s.

Lo sfioratore è costituito da un petto p e il carico è considerato come il dislivello geodetico tra il pelo libero nella sezione a monte della chiamata allo sbocco e il punto più elevato dello stramazzo.

La portata considerata per il dimensionamento del manufatto è stata determinata attraverso l'utilizzo del software URBIS 2003, determinata considerando i seguenti parametri:

- le curve pluviometriche con un un Tr pari a 50 anni
- un tempo di pioggia pari a 60 minuti.
- Un tempo di corrivazione (Metodo di Nash) pari a 60 minuti
- Una superficie di 38 ha
- Un coefficiente di deflusso medio delle superfici pari a 0.55

La portata ricavata risulta pari a 6.84 mc/s.

La lunghezza complessiva necessaria per soddisfare la portata in arrivo è determinata attraverso la seguente relazione:

$$L = \frac{Q}{Cq \cdot h \cdot \sqrt{2gh}}$$

Imponendo:

- coefficiente Cq il valore pari a 0.61 (valore da letteratura)
- Carico sullo stramazzo h pari a 0.2 m

La lunghezza complessiva del manufatto, a favore di sicurezza, risulta pari a 50 m (TAV.16).

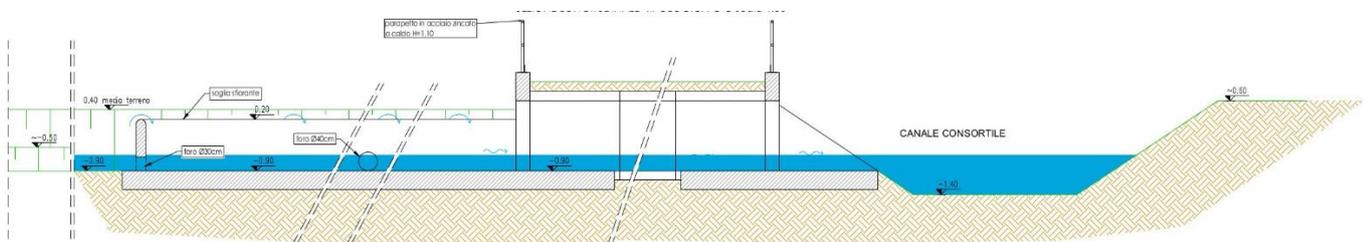


Figura 14: Manufatto di scarico.