

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO**

Progetto Cantiere C.na Romanellotta del Comune di Pozzolo Formigaro

Progetto Esecutivo Integrativo WBS DP22 " C.na Romanellotta"

Presidi di Protezione Ambientale Deposito Intermedio Cascina Romanellotta

Relazione di Calcolo Idraulico

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. E. Pagani	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 2	E	C V	C L	D P 2 2 0 0	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	ISAF SRL 	20/04/16	COCIV	20/04/16	A. Mancarella 	20/04/16	 Dott. Ing. A. Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
A01	Revisione integrale	ISAF SRL 	13/05/16	COCIV	13/05/16	A. Mancarella 	13/05/16	

n. Elab.:	File: IG51-02-E-CV-CL-DP22-00-001-A00
-----------	---------------------------------------

CUP: F81H92000000008



INDICE

1.0 – INTRODUZIONE	2
2.0 – PORTATE PROGETTO	3
3.0 – VERIFICHE IDRAULICHE.....	5
3.1 – Volumi di Invaso.....	5
3.2 – Collettamento alle Vasche di Raccolta.....	6
3.3 – Collettamento a Riutilizzo e Scarico.....	7
3.4 – Fosso Naturale.....	8

TABELLE

1	Parametri
2	Precipitazioni e Portate - Fase I
3	Precipitazioni e Portate - Fase II
4	Precipitazioni e Portate - Fase III
5	Verifica Tratto AB
6	Verifica Tratto CD
7	Verifica Tubazione Collettamento a Riutilizzo
8	Verifica Tubazione di Scarico
9	Verifica Fosso Naturale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	CODIFICA DOCUMENTO IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01	Foglio 2 di 9

1.0 – INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione di calcolo idraulico del progetto esecutivo dei presidi ambientali del deposito intermedio di terre di scavo dai lavori della Tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi, previsto in località Cascina Romanellotta, nel comune di Pozzolo Formigaro (AL).

Tale relazione è finalizzata a:

- calcolare le portate di progetto per il dimensionamento dell’impianto di trattamento e di tutte le opere idrauliche associate (Capitolo 2.0);
- verificare il dimensionamento di tutti i collettori principali previsti a progetto, a monte e valle dell’impianto di trattamento (Capitolo 3.0);
- verificare l’idoneità del fosso naturale ove scaricherà l’impianto, rispetto alle portate di scarico (Capitolo 4.0).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	CODIFICA DOCUMENTO IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01	Foglio 3 di 9

2.0 – PORTATE PROGETTO

Il calcolo delle portate di progetto parte dall'analisi pluviometrica, per la quale si è fatto riferimento alla curva a due parametri di probabilità pluviometrica, nella forma:

$$h(t) = a t^n \quad (1)$$

dove h è la precipitazione in millimetri, t la durata di pioggia in ore ed a e n sono due coefficienti che dipendono dalla località e dal periodo di ritorno della precipitazione.

I parametri a ed n sono stati desunti nelle tabelle predisposte nel quadro del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino di Po. Tali tabelle forniscono i coefficienti a ed n per un numero specifico di località ed in funzione del tempo di ritorno. Tra le località considerate nella tabella, la più vicina al sito di progetto è Tortona. Poiché l'esercizio del deposito sarà minore del tempo di costruzione dell'opera ferroviaria, un periodo di ritorno di 10 anni risulta largamente cautelativo. Per tale periodo di ritorno i coefficienti a ed n risultano rispettivamente eguali a 43,89 e 0,272.

Utilizzando tali coefficienti si sono calcolate le precipitazioni per diverse durate di pioggia e, in funzione dell'area impermeabilizzata, si è calcolato la precipitazione totale sull'area per ciascuna durata di pioggia. A tale precipitazione va aggiunta la quantità di liquido ceduta dal fango, la quale, come discusso nella Relazione Tecnica Illustrativa è assunta pari al 20 per cento del volume del fango, in un periodo di sette giorni. In effetti, nell'effettuare tale somma, va considerato che, mentre in assenza di fango l'area è impermeabile e quindi il coefficiente di deflusso è 1, in presenza di fango vi è una pur modesta infiltrazione, cosicché appare appropriato (e cautelativo) adottare un coefficiente di deflusso pari a 0,8.

Il volume di acqua da trattare V_T , in un dato intervallo di tempo t , $V_T(t)$ allora risulta

$$V_T(t) = \text{Max} [(h(t) S), (\Phi h(t) S + R_f(t))] \quad (2)$$

dove S è la superficie impermeabilizzata, Φ il coefficiente di deflusso e $R_f(t)$ è la quantità di liquido rilasciata dall'insieme dei fanghi stoccati nel periodo t , che, è data da (con t in ore):

$$R_f(t) = 0,2 (S - S_S) D / 168 \quad (3)$$

dove S_S è la superficie impermeabilizzata di servizio (non utilizzata per deposito di fanghi) e D è l'altezza di deposito dei fanghi

I valori per i parametri di calcolo, nelle tre fasi di progetto come individuate in Tavola 7, sono riportati in Tabella 1, mentre nelle Tabelle 2, 3 e 4, si è proceduto all'applicazione delle

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	CODIFICA DOCUMENTO IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01	Foglio 4 di 9

formule (1) (2) e (3) nelle diverse fasi dell'intervento, come definite precedentemente. In tali tabelle sono riportati anche la portate medie di ciascuna linea di trattamento $Q(t)$ necessarie nel periodo t , in funzione del numero di linee (n), data da:

$$Q(t) = V_T(t) / (t n) \quad (4)$$

Dall'analisi delle Tabelle 2, 3 e 4 emerge che la realizzazione di N. 2 linee di trattamento da 150 metri cubi per ora permette di trattare la portata con periodo di ritorno 10 anni:

- mediata sulla giornata in Fase 1;
- mediata su meno di due giorni in Fase 2;
- mediata su tre giorni in Fase 3.

Nelle Tabelle 2, 3 e 4 sono poi indicati, per ciascuna fase, i volumi di picco che si accumulano rispetto alla capacità di trattamento delle suddette linee e che devono, trovare volumi di invaso, che, come detto nella Relazione Tecnica Illustrativa, sono affidati essenzialmente ai fossi di guardia. I valori massimi di tali volumi sono:

- Fase 1: circa 2.900 metri cubi;
- Fase 2: circa 4.000 metri cubi;
- Fase 3: circa 7.100 metri cubi.

Le portate di trattamento (da addurre, quindi, all'impianto) ed i volumi di invaso sopra indicati, per le diverse fasi, sono adottati nelle verifiche idrauliche successive.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	CODIFICA DOCUMENTO IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01	Foglio 5 di 9

3.0 – VERIFICHE IDRAULICHE

Nel presente capitolo sono presentate le verifiche idrauliche, così articolate:

- verifiche dei volumi di invaso (Paragrafo 3.1);
- verifiche delle capacità di collettamento al trattamento (Paragrafo 3.2);
- verifiche delle capacità di collettamento dopo il trattamento, al riutilizzo e scarico (Paragrafo 3.3);
- verifica dell'effetto dello scarico rispetto alla capacità idraulica del fosso naturale ove avviene (Paragrafo 3.4).

3.1 – VOLUMI DI INVASO

La capacità di invaso è, in prima istanza, affidata alle briglie, che formano dei bacini di invaso caratterizzati da una sezione di 3 metri quadrati ed una altezza utile di un metro, in corrispondenza della briglia, che si riduce linearmente a monte, al salire della quota di fondo fosso (si veda Tavola 9). Da Tavola 9, si ha:

- Fase 1: cinque briglie, per cinque invasi, di cui tre da circa 200 metri di lunghezza e due da circa 100 metri;
- Fase 2: sei briglie, per sei invasi, di cui quattro da circa 200 metri di lunghezza e due da circa 100 metri;
- Fase 2: otto briglie, per sei invasi, di cui quattro da circa 200 metri di lunghezza, due da circa 100 metri e due da circa 300 metri.

Il volume invasato in ciascun invaso è dato da:

$$V_I = A L / 2 \quad (5)$$

dove A ed L sono rispettivamente l'area e la lunghezza di invaso.

Applicando l'equazione (5), con riferimento a ciascuna fase, si ha una capacità di invaso primaria):

- Fase 1: 1.200 metri cubi;
- Fase 2: 1.500 metri cubi;
- Fase 2: 2.400 metri cubi.

Tale capacità di invaso assume che il livello di acqua nel fosso di guardia non ecceda un metro dal fondo, cioè rimanga sempre mezzo metro sotto la sommità del fosso. In effetti, in caso di forti eventi, può essere utilizzata, senza alcuna penalizzazione operativa, una ulteriore capacità di invaso, che assume che il livello idrico raggiunga la sommità del fosso nel punto più basso, cioè il livello di 156,70 metri s.l.m., per la porzione a Sud ed il livello di 155,99

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	CODIFICA DOCUMENTO IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01	Foglio 6 di 9

metri s.l.m., nella porzione a Nord. A tale livello si genera, in dipendenza della geometria del fosso, una ulteriore capacità di invaso di 4,5 metri cubi per metro per tutta la lunghezza fino alla seconda¹ briglia a monte del punto di scarico. Conseguentemente si ha una capacità di invaso addizionale (capacità di invaso secondaria) nel fosso di:

- Fasi 1 e 2: 1.800 metri cubi;
- Fase 3²: 4.500 metri cubi

Sommando la capacità di invaso primaria e secondaria e confrontando tali valori con i fabbisogni di invaso indicati nel Capitolo 2.0, si ha che:

- il fabbisogno di invaso in Fase 1 è garantito;
- in Fase 2 mancherebbero circa 700 metri cubi di invaso;
- in Fase 3 mancherebbero circa 400 metri cubi di invaso.

Il fabbisogno di invaso insoddisfatto determinerà, al verificarsi degli eventi meteorici estremi, una tracimazione nelle immediate adiacenze del punto più basso del fosso, con un allagamento per qualche migliaia di metri quadrati di aree operative, con un battente di qualche decina di centimetri. Tale fatto non ha alcuna conseguenza di natura ambientale, essendo l'intera area impermeabilizzata contenuta da un dosso di altezza un metro; essa costituisce esclusivamente una limitazione operativa, che COCIV ritiene accettabile.

Si noti che, mentre la capacità di invaso primaria può essere interamente utilizzata senza alcun effetto al di fuori del riempimento parziale del fosso a tergo delle briglie, la capacità secondaria implica il raggiungimento di un livello idrico uniforme a quota 156,70. La sommità delle vasche di raccolta (intradosso soletta superiore) si trova a 155,90 (Tavola 8), per cui, raggiungendo 156,70 l'acqua uscirà dalla vasca, attraverso i passi d'uomo, ed entrerà nelle prolunghe che racchiudono i passi d'uomo; pertanto è necessario che i tombini che chiudono i passi d'uomo non siano sigillati (per non creare sovrappressioni) e che le prolunghe intorno ai passi d'uomo sia perfettamente sigillate, come indicato in Tavola 8³.

In conclusione la combinazione di due linee di trattamenti da 150 metri cubi per ora e dei volumi di invaso risultanti dai fossi di guardia come previsti a progetto costituisce una soluzione idonea a prevenire ogni rischio di diffusione di acque non trattate all'esterno dal sito ed a garantire l'operatività dell'impianto con minime limitazioni⁴.

3.2 – COLLETTAMENTO ALLE VASCHE DI RACCOLTA

¹ La prima briglia ha quota di fondo molto prossima a quella del punto di scarico.

² L'intero perimetro dell'area Nord è disponibile per tale capacità di invaso addizionale.

³ Dal punto di vista ambientale, eventuali piccole infiltrazioni attraverso tali sigillature sono, comunque, contenute nella "conca" al di sotto delle vasche di raccolta e recuperabili con i pozzi di emungimento di emergenza.

⁴ Tale limitazioni possono essere rimosse realizzando l'eventuale vasca discussa nel Capitolo 5.0 della Relazione Tecnica Illustrativa.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	CODIFICA DOCUMENTO IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01	Foglio 7 di 9

Il collettamento alle vasche di raccolta è effettuato mediante N. 2 linee costituite, ciascuna, da N. 2 tubi DN400 in PE PN10 ed individuate, in Tavola 16, nelle tratte AB (lunghezza pari a 43 metri) e CD (lunghezza pari a 373 metri).

La portata di progetto nel tratto AB è assunta pari a 450 metri cubi per ora e nella tratta CD è pari a 150 metri cubi per ora⁵. Il dislivello monte-valle nel tratto AB è pari a 20 centimetri e nel tratto CD è pari a 29 centimetri e le rispettive pendenze sono pari al 5 e allo 0,8 per mille.

La verifica è effettuata in condizioni molto cautelative, ovvero, assumendo che tutta la portata defluisca attraverso uno solo dei due tubi di ciascuna tratta.

La verifica di ciascuna tratta, nelle ipotesi cautelative di cui sopra, è stata effettuata, mediante il software Pipe Flow, sia in termini di verifica della caduta di pressione lungo la tratta che in termini di massima portata defluibile fissando un carico iniziale trascurabile (pari a 1 millimetro), in modo da simulare, sempre in via cautelativa, un moto non supportato da un battente a monte, sebbene il fosso da cui hanno origine le due linee permetta un battente dell'ordine del metro che, chiaramente, favorisce il deflusso. Inoltre, nel tratto AB si è considerata la presenza di N. 2 curve a 90° e nel tratto CD di N. 6 curve; tali elementi non corrispondono ad una precisa disposizione di progetto, tuttavia permettono di tenere in considerazione gli effetti di perdita di carico dovuti alle eventuali singolarità presenti sulle linee.

Stante quanto sopra, in Tabella 5 e 6 sono riportati i risultati delle verifiche effettuate, rispettivamente, per il tratto AB e CD.

Con riferimento a Tabella 5, il tratto AB risulta ampiamente verificato in quanto il singolo tubo è in grado di smaltire la portata di progetto (450 metri cubi per ora) con una caduta di pressione inferiore al carico disponibile (salto di quota) e la massima portata transitabile nel tubo (con trascurabile carico a monte) è leggermente maggiore di quella di progetto.

Con riferimento a Tabella 6, il tratto CD risulta verificato, in quanto la caduta di pressione una portata pari a quella di progetto (150 metri cubi per ora) è negativa (ovvero, il deflusso avviene a pelo libero lungo il tubo) e la massima portata transitabile nel tubo (con trascurabile carico a monte) è maggiore di quella di progetto.

3.3 – COLLETTAMENTO A RIUTILIZZO E SCARICO

Come indicato in Tavola 19, il collettamento a riutilizzo è effettuato mediante una tubazione in PE PN10 DN250 di lunghezza pari a 715 metri servita da N.2 pompe da 100 metri cubi ora

⁵ Tali valori sono congruenti con i volumi di invaso disponibili nel fosso di guardia ed idonei ad evitare ogni limitazione operativa qualora fosse realizzata l'eventuale vasca.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	CODIFICA DOCUMENTO IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01	Foglio 8 di 9

e 40 metri di prevalenza, mentre lo scarico è effettuato mediante una tubazione DN500 in PE PN10 di lunghezza pari a 90 metri, servita da un serbatoio di altezza pari a 6 metri. Entrambe le tubazioni, come indicato in Tavola 19, devono risalire e attraversare il dosso di contenimento, di altezza dell'ordine del metro. Su ciascuna tubazione sono assunte presenti N. 6 curve a 90°.

Le verifiche sono effettuate, mediante il software Pipe Flow calcolando il carico necessario per il transito della portata di progetto e valutandone la congruità con il carico disponibile; la portata di progetto è pari a 200 metri cubi per ora per il collettamento a riutilizzo e 300 metri cubi per ora per lo scarico. In via cautelativa, le tubazioni sono assunte a quota costante, trascurando la pendenza.

In Tabella 7 e 8 sono riportati gli esiti delle verifiche, rispettivamente, per la tubazione di collettamento al riutilizzo e per quella di scarico.

Sulla base di quanto riportato in Tabella 7, la tubazione di collettamento a riutilizzo risulta verificata perché la caduta di pressione (pari a circa 5 metri) risulta ampiamente nelle capacità operative della pompa in testa alla linea. Dalla Tabella 8, la tubazione di scarico è largamente verificata, poiché la caduta di pressione (pari a pochi centimetri) è ampiamente compensata dai livelli operativi del serbatoio di accumulo in testa alla linea; si è ritenuto, comunque, di conservare un sovradimensionamento di tale tubazione, in prospettiva di una eventuale necessità di prolungamento della stessa, come discusso in altre parti del presente progetto.

3.4 – FOSSO NATURALE

Il tubo di scarico recapiterà la portata di progetto (pari a 300 metri cubi per ora) nel fosso naturale, nella posizione indicata in Tavola 19. Il fosso ha sezione approssimativamente trapezoidale, con base maggiore pari a 5,09 metri, base minore pari a 1,42 metri e altezza pari a 1,58 metri. La pendenza del canale è dell'ordine del 5 per mille.

In regime di moto uniforme, applicando l'equazione di Chézy è possibile ricavare l'altezza del pelo libero della corrente, che ai fini della verifica della sezione, dovrà risultare minore (con adeguato franco) dell'altezza totale della stessa.

La formula di Chézy espressa con il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strikler pone:

$$u = k_s R^{2/3} i_f^{1/2}$$

Dove k_s è il coefficiente di scabrezza, R è il raggio idraulico e i_f è la pendenza del fondo.

I calcoli effettuati sono riepilogati (come scala di deflusso) in Tabella 9 e mostrano che la portata di progetto (pari a 0,09 metri cubi al secondo) defluisce con un'altezza di moto

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>CODIFICA DOCUMENTO IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01</p>	<p>Foglio 9 di 9</p>

uniforme pari a poco più di 10 centimetri (pari a meno del 10 per cento dell'altezza totale). Il contributo dello scarico è, pertanto, quasi irrilevante rispetto alla capacità idraulica del fosso.

GENERAL CONTRACTOR  <small>Consorzio Codiviani Progetti Relati</small>	ALTA Sorveglianza  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	CODIFICA DOCUMENTO IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01
	Foglie 1 di 1

TABELLA 1
PARAMETRI

Parametro	simbolo	U.d.M.	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Superficie totale impermeabile	<i>S</i>	mq	66.000	80.000	124.000
Superficie impermeabile di servizio senza stoccaggio fanghi	<i>S_s</i>	mq	26.000	32.000	45.000
Altezza fanghi	<i>D</i>	m	1,2	1,2	1,2
Coefficiente di diflusso	ϕ	-	0,8	0,8	0,8

TABELLA 2
PRECIPITAZIONI E PORTATE FASE 1

Durata (t) [hr]	Precipitazione con tempo ritorno T=10anni (h)	Precipitazione su superficie impermeabile (VT)	Precipitazione corretta per ruscellamento su fanghi (VT)	Elutato da fanghi prodotto nella durata (Rf)	Portata oraria (Q)	Portata oraria su 2 linee (Q/2)	Necessità invaso con 2 linee 150 mc/h (VI)
[hr]	[mm]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc/hr]	[mc/hr]	[mc]
0,5	36	2.399	1.919	29	4.798	2.399	2.249
1	44	2.897	2.317	57	2.897	1.448	2.597
2	53	3.498	2.798	114	1.749	874	2.898
6	71	4.716	3.773	343	786	393	2.916
12	86	5.694	4.556	686	475	237	2.094
18	96	6.358	5.087	1.029	353	177	958
24	104	6.876	5.501	1.371	286	143	-

TABELLA 3
PRECIPITAZIONI E PORTATE FASE 2

Durata (t) [hr]	Precipitazione con tempo ritorno T=10anni (h)	Precipitazione su superficie impermeabile (VT)	Precipitazione corretta per ruscellamento su fanghi (VT)	Elutato da fanghi prodotto nella durata (Rf)	Portata oraria (Q)	Portata oraria su 2 linee (Q/2)	Necessità invaso con 2 linee 150 mc/h (VI)
[hr]	[mm]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc/hr]	[mc/hr]	[mc]
0,5	36	2.908	2.326	34	5.816	2.908	2.758
1	44	3.511	2.809	69	3.511	1.756	3.211
2	53	4.240	3.392	137	2.120	1.060	3.640
6	71	5.716	4.573	411	953	476	3.916
12	86	6.902	5.522	823	575	288	3.302
18	96	7.707	6.166	1.234	428	214	2.307
24	104	8.334	6.667	1.646	347	174	1.134
48	126	10.064	8.051	3.291	236	118	-

 <small>GENERAL CONTRACTOR</small> <small>Consorzio Codiviani Provat Risc</small>	 <small>ALTA SORVEGLIANZA</small> <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANO</small>	<small>CODIFICA DOCUMENTO</small> <small>IG51-02-E-CV-CL-DP1200-001-A01</small>	<small>Foglie</small> <small>1 di 1</small>
--	--	--	--

TABELLA 4
PRECIPITAZIONI E PORTATE FASE 3

Durata (t) [hr]	Precipitazione con tempo ritorno T=10anni (h)	Precipitazione su superficie impermeabile (VT)	Precipitazione corretta per ruscellamento su fanghi (VT)	Elutato da fanghi prodotto nella durata (Rf)	Portata oraria (Q)	Portata oraria su 2 linee (Q/2)	Necessità invaso con 2 linee 150 mc/h (VI)
[hr]	[mm]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc/hr]	[mc/hr]	[mc]
0,5	36	4.507	3.606	56	9.014	4.507	4.357
1	44	5.442	4.354	113	5.442	2.721	5.142
2	53	6.572	5.257	226	3.286	1.643	5.972
6	71	8.860	7.088	677	1.477	738	7.060
12	86	10.699	8.559	1.354	892	446	7.099
18	96	11.946	9.557	2.031	664	332	6.546
24	104	12.918	10.335	2.709	543	272	5.843
48	126	15.599	12.479	5.417	373	186	3.496
72	140	17.417	13.934	8.126	306	153	460
96	152	18.835	15.068	10.834	270	135	-

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Costruttori Italiani	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	CODIFICA DOCUMENTO IGS1-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01	Foglie 1 di 1
---	--	--	------------------

TABELLA 5
VERIFICA TRATTO AB

CALCOLO CADUTA PRESSIONE			CALCOLO MASSIMA PORTATA		
Pipe material	polyethylene		Pipe material	polyethylene	
Internal diameter	352,6	mm	Internal diameter	352,6	mm
Internal roughness	0,001	mm	Internal roughness	0,001	mm
Length	43	m	Length	43	m
Pipe fittings	2		Pipe fittings	2	
Standard bend	2		Standard bend	2	
Total 'K' value of fittings	0,78		Total 'K' value of fittings	0,78	
Elevation change	0,2	m Fall	Elevation change	0,2	m Fall
Flow	450	m ³ /hr	Flow	450,627	m³/hr
Fluid	Water @ 20°C (68°F)		Fluid	Water @ 20°C (68°F)	
Flow type	Turbulent		Flow type	Turbulent	
Reynold's number	449577		Reynold's number	450204	
Friction factor	0,013		Friction factor	0,013	
Fluid velocity	1,28	m/s	Fluid velocity	1,282	m/s
Pressure drop	0,001	m hd	Available pressure	0,001	m hd
Nota: in grassetto sono indicati gli output dei calcoli rilevanti per la verifica					

		Foglio
CODIFICA DOCUMENTO IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01		1 di 1

TABELLA 6
VERIFICA TRATTO CD

CALCOLO CADUTA PRESSIONE			CALCOLO MASSIMA PORTATA		
Pipe material	polyethylene		Pipe material	polyethylene	
Internal diameter	352,6	mm	Internal diameter	352,6	mm
Internal roughness	0,001	mm	Internal roughness	0,001	mm
Length	373	m	Length	373	m
Pipe fittings	6		Pipe fittings	6	
Standard bend	6		Standard bend	6	
Total 'K' value of fittings	2,34		Total 'K' value of fittings	2,34	
Elevation change	0,29	m Fall	Elevation change	0,29	m Fall
Flow	150	m ³ /hr	Flow	195,064	m³/hr
Fluid	Water @ 20°C (68°F)		Fluid	Water @ 20°C (68°F)	
Flow type	Turbulent		Flow type	Turbulent	
Reynold's number	149859		Reynold's number	194880	
Friction factor	0,016		Friction factor	0,016	
Fluid velocity	0,427	m/s	Fluid velocity	0,555	m/s
Pressure drop	-0,107	m hd	Available pressure	0,001	m hd
Nota: in grassetto sono indicati gli output dei calcoli rilevanti per la verifica					

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collettamenti Progetti Retici	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
CODIFICA DOCUMENTO IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01		Foglio 1 di 1

TABELLA 7
VERIFICA TUBAZIONE COLLETTAMENTO A RIUTILIZZO

CALCOLO CADUTA PRESSIONE		
Pipe material	polyethylene	
Internal diameter	221,6	mm
Internal roughness	0,001	mm
Length	715	m
Pipe fittings	6	
Standard bend	6	
Total 'K' value of fittings	2,52	
Elevation change	0	m Rise
Flow	200	m ³ /hr
Fluid	Water @ 20°C (68°F)	
Flow type	Turbulent	
Reynold's number	317932	
Friction factor	0,014	
Fluid velocity	1,44	m/s
Pressure drop	5,12	m hd
Nota: in grassetto sono indicati gli output dei calcoli rilevanti per la verifica		

		
CODIFICA DOCUMENTO IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01		Foglio 1 di 1

TABELLA 8
VERIFICA TUBAZIONE DI SCARICO

CALCOLO CADUTA PRESSIONE		
Pipe material	polyethylene	
Internal diameter	440,6	mm
Internal roughness	0,001	mm
Length	90	m
Pipe fittings	6	
Standard bend	6	
Total 'K' value of fittings	2,16	
Elevation change	0	m Rise
Flow	300	m ³ /hr
Fluid	Water @ 20°C (68°F)	
Flow type	Turbulent	
Reynold's number	231856	
Friction factor	0,015	
Fluid velocity	0,547	m/s
Pressure drop	0,079	m hd
Nota: in grassetto sono indicati gli output dei calcoli rilevanti per la verifica		

<small>GENERAL CONTRACTOR</small>  <small>Consorzio Colagrosso Progetti Rilievi</small>	<small>ALTA SORVEGLIANZA</small>  <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	<small>CODIFICA DOCUMENTO</small> <small>IG51-02-E-CV-CL-DP2200-001-A01</small>	<small>Foglio</small> <small>1 di 1</small>
--	--	--	--

TABELLA 9
VERIFICA FOSSO NATURALE

SCALA DELLE PORTATE								
h (m)	Q(mc/s)	V (m/s)	A (mq)	L (m)	C (m)	R (m)	Qcrit (m/s)	Cs (m ^{^(0.5)} /s)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0,075	0,495	0,151	1,592	1,684	0,089	0,145	23,406
0,2	0,236	0,74	0,318	1,764	1,948	0,163	0,424	25,881
0,3	0,464	0,923	0,503	1,936	2,211	0,228	0,804	27,349
0,4	0,756	1,072	0,706	2,108	2,475	0,285	1,278	28,394
0,5	1,11	1,2	0,925	2,28	2,739	0,338	1,845	29,208
0,6	1,526	1,314	1,162	2,452	3,003	0,387	2,504	29,876
0,7	2,006	1,417	1,415	2,624	3,267	0,433	3,255	30,446
0,8	2,55	1,512	1,686	2,796	3,53	0,478	4,101	30,945
0,9	3,162	1,601	1,975	2,968	3,794	0,52	5,044	31,39
1	3,842	1,685	2,28	3,14	4,058	0,562	6,084	31,794
1,1	4,593	1,765	2,603	3,312	4,322	0,602	7,225	32,163
1,2	5,418	1,841	2,942	3,484	4,585	0,642	8,468	32,505
1,3	6,317	1,915	3,299	3,656	4,849	0,68	9,815	32,824
1,4	7,293	1,985	3,674	3,828	5,113	0,718	11,269	33,124
1,5	8,349	2,054	4,065	4	5,377	0,756	12,832	33,406

Nota: in grassetto sono evidenziati i parametri che corrispondono (approssimativamente) alla portata di progetto