



AEROPORTO GUGLIELMO MARCONI di BOLOGNA S.p.A.

**OPERE DI URBANIZZAZIONE
AREA NUOVI IMPIANTI DI
STOCCAGGIO CARBURANTI**



AEROPORTO G. MARCONI di BOLOGNA S.p.a.
Direzione Infrastrutture

Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Domenico Terra

Post Holder Progettazione Infrastrutture e Sistemi
Ing. Giancarlo Guarrera

Post Holder Manutenzione Infrastrutture
Ing. Leonardo Marchi

Post Holder Movimento e Terminal
Dott.ssa Laura Nobili

Post Holder Manutenzione Sistemi
Ing. Marco Rossetto

ONEWORKS:

One Works s.p.a

Via A.Sciesa 3 - 20135 Milano, Italia

T +39 02 655913.1 - F +39 02 655913.60

milano@one-works.com

Progettazione:

Progettista:
Ing. Gianluigi Santinello

Project Manager:
Ing. Massimo Gallina

Collaboratori:
Geom. Mirco Neri
Ing. Katia Tiozzo
Ing. Carlotta Godenzoni
Ing. Giuseppe Perta



PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO:

Relazione specialistica Idraulica

n° ELABORATO:

R.02.03.00

G.001	1.55	PE	OC	IDR	5	0	R.02.03.00-00_Relazione specialistica - Idraulica					
CODICE WBS	OPERA	FASE	ARG	DOC	NUM	REV	SETTORE: SI					
CODICE ENAC												
7												
6												
5												
4												
3												
2												
1												
0	EMISSIONE						GIU 18	KTC	MGA	GSA		
REV.	DESCRIZIONE						DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO		

1	Premessa	3
2	Inquadramento territoriale	4
3	Inquadramento normativo	5
3.1	Compatibilità idraulica	5
3.2	La tutela qualitativa delle acque	7
4	Descrizione dello stato di fatto	10
5	Descrizione dell'intervento in progetto	11
6	Determinazione dei deflussi meteorici efficaci	12
6.1	Curve di possibilità pluviometrica	12
6.2	Calcolo del coefficiente di deflusso	13
6.3	Lo stato di fatto	14
6.4	Lo stato di progetto	14
6.5	Corpo idrico ricettore	15
7	Dimensionamento delle reti di raccolta e trasporto delle acque meteoriche	16
7.1	Determinazione delle portate di progetto	16
7.2	Dimensionamento delle condotte di trasporto di progetto	18
8	Calcolo dei volumi di invaso	21
8.1	Reperimento dei volumi di invaso	21
8.2	Setto limitatore di portata	22
9	Verifica del corpo idrico ricettore	23
10	Tombino sul fosso Cava	24
11	Rete acque reflue	26
11.1	Determinazione delle portate di progetto	26
11.2	Dimensionamento delle condotte	26
11.3	Stazioni di pompaggio	28
12	Descrizione delle opere di progetto	33
12.1	Rete di raccolta, trasporto e invaso delle acque meteoriche	33

12.2	Rete di trasporto delle acque reflue _____	33
13	Conclusioni _____	35
14	Appendice: stazioni di sollevamento tipologiche _____	36
14.1	Stazione di sollevamento S1 _____	36
14.2	Stazione di sollevamento S2 _____	39

1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le opere idrauliche previste nel progetto esecutivo “Opere di urbanizzazione area nuovi impianto di stoccaggio carburanti” dell’Aeroporto di Bologna-Borgo Panigale “Guglielmo Marconi” (LIPE).

L’intervento contempla la riqualifica della viabilità perimetrale, il cui tracciato viene rivisto a seguito dell’urbanizzazione prevista nell’area a sud-ovest della pista di volo.

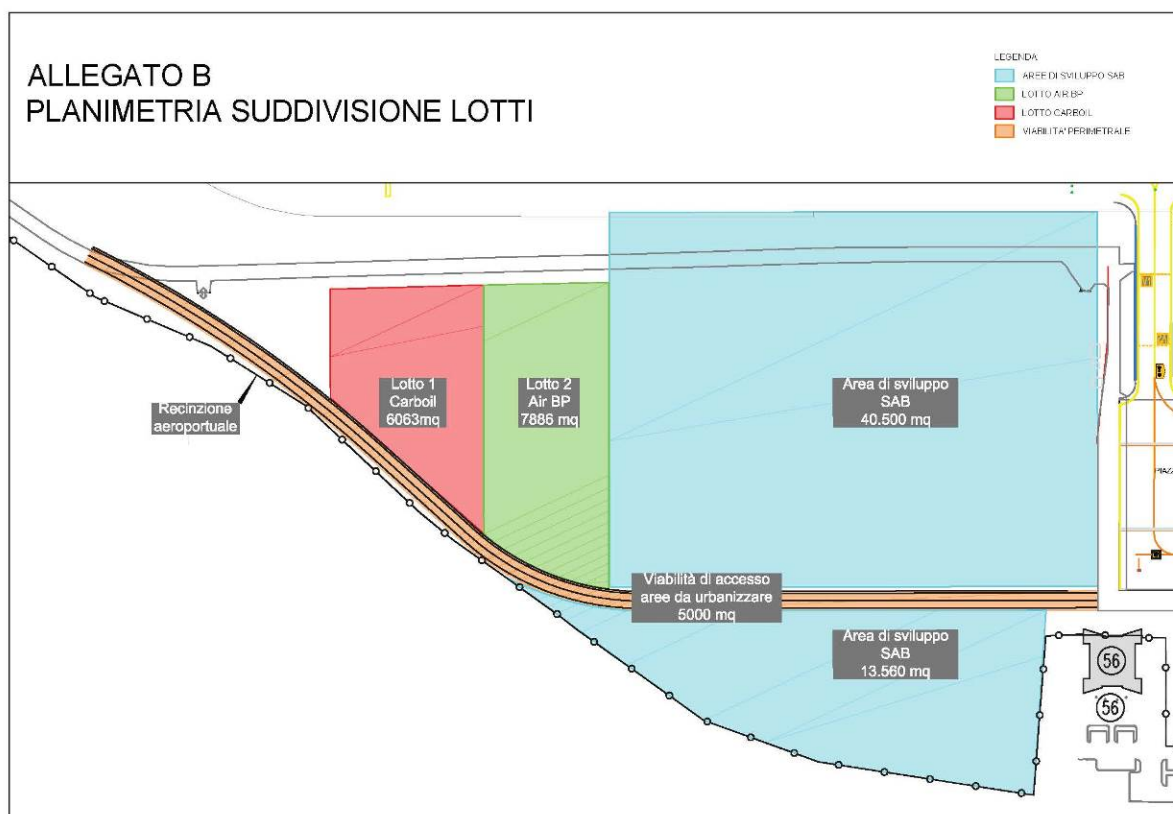


Figura 1-1 – Suddivisione lotti previsti

Il corpo stradale di progetto interessa un tratto del fosso Cava che dovrà quindi essere tombinato.

Esso si colloca in un’area attualmente a verde pertanto si rende necessario dotare l’area di un sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche in accordo con la normativa vigente relativamente all’invarianza idraulica.

Non sono necessarie, invece, opere di trattamento delle acque meteoriche.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Nella figura successiva è individuata in rosso l'area di intervento, all'interno del sedime.



Figura 2-1 – Area di intervento

L'Aeroporto di Bologna-Borgo Panigale si colloca ad una distanza dalla città di circa 2,0 Km, in direzione Nord-Ovest rispetto ad essa ed ha una elevazione di 123 ft (37,49 m.s.l.m.m.) – fonte A.I.P. – Italia.

Secondo quanto riportato, sempre dall'AIP – ITALIA (Aeronautical Information Publication) nell'aggiornamento Febbraio 2016, le coordinate geografiche del "punto di riferimento" dell'Aeroporto ("ARP") sono 44°31'51" N e 011°17'49" E.

3 INQUADRAMENTO NORMATIVO

3.1 Compatibilità idraulica

Per quanto riguarda il rispetto della normativa che concerne l'invarianza idraulica degli interventi di nuova urbanizzazione si è fatto riferimento a:

- “*Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico*” adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale dell’Autorità Bacino Reno n.1/1 del 5 marzo 2014 in particolare l’articolo 20 che contiene le norme relative al controllo degli apporti d’acqua.
- “*Linee guida per la progettazione dei sistemi di raccolta delle acque piovane per il controllo degli apporti nelle reti idrografiche di pianura*” approvate dall’Autorità di Bacino del Reno e contenute nell’allegato A) della deliberazione n.1/3 del 5 marzo 2014.
- Deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna 1 ottobre 2012, n. 1402 “*Parere in merito alla pronuncia di compatibilità ambientale sul Masterplan 2009-2023 dell’Aeroporto di Bologna (D.Lgs. 3 aprile 2006, n.152 e successive modifiche ed integrazioni)*”

L’articolo 20 del “*Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico*” ai commi 1, 2 e 3 specifica che:

1. *Al fine di non incrementare gli apporti d’acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, per le aree ricadenti nel territorio di pianura e pedecollina indicate nelle tavole del “Titolo II Assetto della Rete Idrografica” i Comuni prevedono nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, che la realizzazione di interventi edilizi sia subordinata alla realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale*
2. *I sistemi di raccolta di cui al comma precedente, ad uso di una o più delle zone di espansione, devono essere localizzati in modo tale da raccogliere le acque piovane prima della loro immissione nel corso d’acqua o collettore di bonifica ricevente individuato dall’Autorità idraulica competente. Essi possono essere inoltre previsti*

negli strumenti urbanistici come interventi complessivi elaborati d'intesa con l'Autorità idraulica competente.

3. *Le caratteristiche funzionali dei sistemi di raccolta delle acque piovane sono stabilite, anche in caso di scarico indiretto nei corsi d'acqua o nei canali di bonifica, dall'Autorità idraulica competente (Servizi Tecnici di bacino o Consorzi di bonifica) con la quale devono essere preventivamente concordati i criteri di gestione e alla quale dovrà essere consentito il controllo funzionale nel tempo dei sistemi di raccolta. Il progetto dei sistemi di raccolta dovrà, salvo quanto diversamente disposto dall'Autorità idraulica competente, far riferimento a quanto previsto nel documento d'indirizzo "Linee guida per la progettazione dei sistemi di raccolta delle acque piovane per il controllo degli apporti nelle reti idrografiche di pianura".*

Nelle "Linee guida" inoltre si precisa che: "i sistemi di raccolta delle acque piovane previsti dalla norma hanno come finalità primaria la laminazione delle portate superiori a quelle dovute allo scolo delle acque di pioggia da un terreno coltivato (orientativamente da 10 a 15 l/s per ettaro)"

Nella DGR n.1402 del 2012 si prescrive che:

"con riferimento alla componente acque:

- in sede di richiesta ai sensi dell'articolo 81 del DPR n. 616/1977 dovrà essere presentato uno specifico Studio Idraulico volto, per ogni area interessata da interventi, a:

- *calcolare la portata attualmente ancora utile della rete fognaria aeroportuale, al netto della portata attualmente circolante in presenza di eventi meteorici con TR 25 anni;*
- *quantificare il volume aggiuntivo di laminazione idraulica necessario a sostenere le superfici di nuova impermeabilizzazione;*

[...]

Area ovest ed Area sud

dimensionare e progettare eventuali nuove opere di laminazione da realizzare nel Fosso Cava e gli interventi di adeguamento/ampliamento dei manufatti esistenti con recapito in Fosso Fontana;

[...]

resta fermo che dovrà essere comunque garantito il rispetto dei vincoli idraulici imposto dalla vigente normativa regionale in materia di “Prevenzione e Tutela dal Rischio Idraulico” (principio di invarianza idraulica) e le eventuali limitazioni di portata allo scarico indicate dal Consorzio della Bonifica Renana;

contestualmente al suddetto studio idraulico e sulla base dello stesso, dovrà essere presentato un quadro riassuntivo (relazione tecnica descrittiva e tavola progettuale che individui le aree interessate) delle superfici impermeabili esistenti e delle superfici impermeabili di nuova realizzazione e dei rispettivi volumi di laminazione necessari anche in rapporto alle diverse fasi di realizzazione degli interventi.”

Tale prescrizione è stata recepita nella redazione dello “Studio idraulico della rete di drenaggio dell’Aeroporto G. Marconi di Bologna” redatto nel marzo 2015 dal dipartimento DICAM dell’Università di Bologna. Nello studio viene svolta la modellazione idraulica del bacino aeroportuale.

3.2 La tutela qualitativa delle acque

Le disposizioni nazionali e regionali da considerare in materia di tutela delle acque sono le seguenti:

- D.Lgs. n. 152/2006 “Testo unico ambientale”
- “Piano di Tutela delle Acque” approvato dall’assemblea legislativa con deliberazione n.40 del 21 dicembre 2005.
- Deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna del 14 febbraio 2005, n. 286 “Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (art. 39, DLgs 11 maggio 1999, n. 152)”
- Deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna 18 dicembre 2006, n. 1860 “Linee guida di indirizzo per gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.R. n. 286 del 14/2/2005”
- “Criteri di applicazione DGR 286/05 e 1860/06 – Acque meteoriche di dilavamento” redatte da Arpa Emilia Romagna
- Deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna 1 ottobre 2012, n. 1402 “Parere in merito alla pronuncia di compatibilità ambientale sul Masterplan 2009-2023 dell’Aeroporto di Bologna (D.Lgs. 3 aprile 2006, n.152 e successive modifiche ed integrazioni)”

L'articolo 113 del D.Lgs. n. 152/2006 (ex articolo 39 del D.Lgs. n.152/99) "*Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia*" al comma 1 punto b stabilisce che le regioni disciplinano e attuano "i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione." Al comma 3 inoltre specifica che "*Le regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari condizioni nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.*"

Le Regioni attuano tali disposizioni attraverso i Piani di Tutela delle Acque.

A sua volta, l'articolo 28 comma 5 del Piano di tutela delle Acque della regione Emilia Romagna rimanda alla Deliberazione di Giunta Regionale n.286/2005 per quanto riguarda la disciplina delle acque di prima pioggia.

Innanzitutto la normativa distingue tra le acque di prima pioggia, di seconda pioggia e le acque reflue di dilavamento fornendo le seguenti definizioni:

Acque di prima pioggia: sono identificate nei primi 2,5-5 mm di acqua meteorica di dilavamento, uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di drenaggio. Per il calcolo delle relative portate si assume che tale valore venga raggiunto dopo un periodo di tempo di 15 minuti di pioggia.

Acque di seconda pioggia: sono identificate come le acque meteoriche di dilavamento, derivanti dalla superficie scolante servita dal sistema di drenaggio e avviata allo scarico nel corpo idrico ricettore in tempi successivi a quelli definiti per il calcolo delle acque di prima pioggia (dopo i primi 15 minuti)

Acque reflue di dilavamento. Il dilavamento delle superfici scoperte, in relazione alle attività che in esse si svolgono o agli usi previsti, non si esaurisce con le acque di prima pioggia bensì si protrae nell'arco di tempo in cui permangono gli eventi piovosi. In linea generale tali condizioni si realizzano quando non sono state adottate le misure atte ad evitare/contenere, durante il periodo di pioggia, il dilavamento delle zone nelle quali si svolgano fasi di lavorazione o attività di deposito/stoccaggio di materie prime/scarti o rifiuti. A titolo esemplificativo rientrano in questo ambito particolari lavorazioni che per loro natura non possono essere svolte di norma in ambienti chiusi o per le quali non è fattibile realizzare interventi di protezione dalle acque di pioggia, ovvero le operazioni per loro natura tipicamente sporcanti.

L'articolo 8 del DGR n.286/2005 distingue tre casi per quanto la gestione delle acque meteoriche di dilavamento.

Caso 0: Superfici impermeabili scoperte destinate esclusivamente a parcheggio degli autoveicoli delle maestranze e dei clienti, compresi quelli a servizio delle dell'attività dell'azienda, nonché al transito degli automezzi anche pesanti connessi alle attività svolte. Tali aree sono escluse dall'ambito di applicazione della direttiva e su di esse non vige l'obbligo di trattamento delle acque meteoriche.

Caso 1: Superfici impermeabili scoperte il cui dilavamento si esaurisce nell'arco di tempo definito per la valutazione delle acque di prima pioggia (15 minuti). In questo caso si dovrà procedere alla separazione delle acque di prima e seconda pioggia e all'invio di queste ultime direttamente allo scarico terminale. Nel caso di scarico in corpo idrico superficiale, le acque di prima pioggia dovranno essere sottoposte a trattamento di sedimentazione e disoleatura. I trattamenti adottati dovranno garantire rese di abbattimento in linea con i più recenti dati di letteratura.

Caso 2: Superfici impermeabili scoperte con presenza di aree adibite all'accumulo/deposito/stoccaggio di materie prime, prodotti o scarti/rifiuti o allo svolgimento di fasi di lavorazione per le quali ci sia possibilità di dilavamento di sostanze pericolose o inquinanti in maniera continua durante tutto l'evento piovoso. In questo caso il carico inquinante non si esaurisce con le acque di prima pioggia, ma dovranno essere sottoposte a trattamento anche quelle di seconda pioggia e di lavaggio. Ai fini dello scarico nei corpi idrici superficiali le acque di dilavamento sono in questo caso equiparate ad acque reflue industriali e dovranno perciò essere conformi ai valori limite di emissione previsto dall'allegato 5 parte terza del D.Lgs. 152/2006.

Il progetto rientra nel caso 0 per cui non necessita di opere di trattamento delle acque meteoriche.

4 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

L'intervento in oggetto rientra nel piano di sviluppo dell'aeroporto 2009-2023 e ricade nella cosiddetta Area Ovest.

L'area di costruzione della deviazione della perimetrale in progetto, occupa una superficie attualmente a verde, per cui non dotata di rete di raccolta delle acque meteoriche.

Tale superficie scola nel fosso Cava esistente, in gestione al consorzio della Bonifica Renana, che ha una capacità massima di 500l/s, come riportato nello "studio idraulico della rete di drenaggio dell'aeroporto G. Marconi di Bologna".

Il fosso Cava nasce proprio a sud dell'aeroporto e scorre da sud a nord in prossimità dei piazzali AAMM attuali. In questa zona è caratterizzato da una sezione a cielo aperto con alcuni tombini localizzati per l'attraversamento della viabilità di servizio aeroportuale.

Attualmente non sono presenti presidi dediti a servizi terzi per cui anche la rete acque reflue non è presente.

Per maggiori dettagli riguardo alle reti attuali si rimanda alle tavole allegate "D050101 Rete acque meteoriche - Planimetria Stato di Fatto" e "D060101 Rete acque reflue - Planimetria Stato di Fatto".

5 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

La nuova viabilità perimetrale verrà costruita a sud dei lotti di urbanizzazione previsti nell'area a sud-ovest della pista di volo.

La sua realizzazione comporta l'impermeabilizzazione di una superficie pari a 4800 mq. Tale superficie dovrà essere dotata di un sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche. Il punto di recapito finale è identificato nella rete esistente che recapita nella cava olmi e quindi nel fosso Cava.

La normativa sull'invarianza idraulica impone di invasare all'interno del lotto un volume d'acqua pari a 500 m³ per ettaro.

L'area, invece, non necessita di impianti di trattamento di prima pioggia secondo la normativa sulla tutela delle acque.

Si prevede, quindi, la realizzazione di un sistema di caditoie per la raccolta delle acque di pioggia.

Le acque meteoriche vengono poi convogliate dal sistema di condotte allo scatolare di invaso che termina con un pozzetto dotato di setto limitatore di portata. La portata, così laminata, viene quindi scaricata nel fosso Cava in corrispondenza del tombamento di progetto nel rispetto del principio di invarianza idraulica.

Il fosso Cava verrà tombinato per una lunghezza di circa 18m tramite la posa di uno scatolare di dimensioni 150x125cm. Allo stato del sopralluogo, il fosso risulta necessitare, inoltre, un intervento di manutenzione per la pulizia dell'alveo dello stesso.

Lungo la strada, è prevista la posa della rete di trasporto delle acque reflue che andrà a collettare le portate scaricate dalle utenze previste nei lotti di urbanizzazione a nord della stessa.

Essa dovrà essere dotata di due stazioni di sollevamento data la lunghezza del percorso previsto, circa 505m. È prevista la posa di stazioni prefabbricate in GRP dotate di pompa funzionante e pompa di stand-by.

Per maggiori dettagli riguardo alle reti di progetto si rimanda alle tavole allegate "D050102 Rete acque meteoriche - Planimetria Stato di Progetto", "D060102 Rete acque reflue - Planimetria Stato di Progetto".

6 DETERMINAZIONE DEI DEFLUSSI METEORICI EFFICACI

6.1 Curve di possibilità pluviometrica

Si utilizzano le curve di possibilità pluviometrica contenute nello “Studio idraulico della rete di drenaggio dell’Aeroporto G. Marconi di Bologna” dell’università di Bologna e ottenute dall’elaborazione dei dati di pioggia registrati nella stazione pluviometrica di Bologna tra il 1934 e il 2013.

La curva di possibilità pluviometrica rappresentative è la seguente formula a due parametri:

$$h = a t^n$$

La curva è stata ottenuta suddividendo i dati in due gruppi, quelli di durata fino all’ora e quelli di durata da 1 ora a 24 ore. Nella tabella si riportano i valori dei parametri per i diversi tempi di ritorno:

TR	Fino all'ora		da 1 a 24 ore	
	a	n	a	n
2	24,14	0,410	22,54	0,313
3	28,64	0,461	26,58	0,304
4	31,56	0,489	29,17	0,300
5	33,73	0,507	31,09	0,297
7	36,90	0,532	33,88	0,293
10	40,19	0,554	36,75	0,290
15	43,87	0,576	39,95	0,287
20	46,46	0,590	42,19	0,285
25	48,46	0,600	43,91	0,284
30	50,09	0,608	45,32	0,283
50	54,64	0,628	49,23	0,280
100	60,82	0,652	54,50	0,277

Tabella 6-1 – Parametri della Curva di Possibilità pluviometrica al variare del tempo di ritorno.

Per il dimensionamento delle opere di raccolta e trasporto delle acque meteoriche si farà riferimento ad un tempo di ritorno pari a 25 anni, in accordo con quanto stabilito nelle prescrizioni contenute del DGR 1402 del 2012.

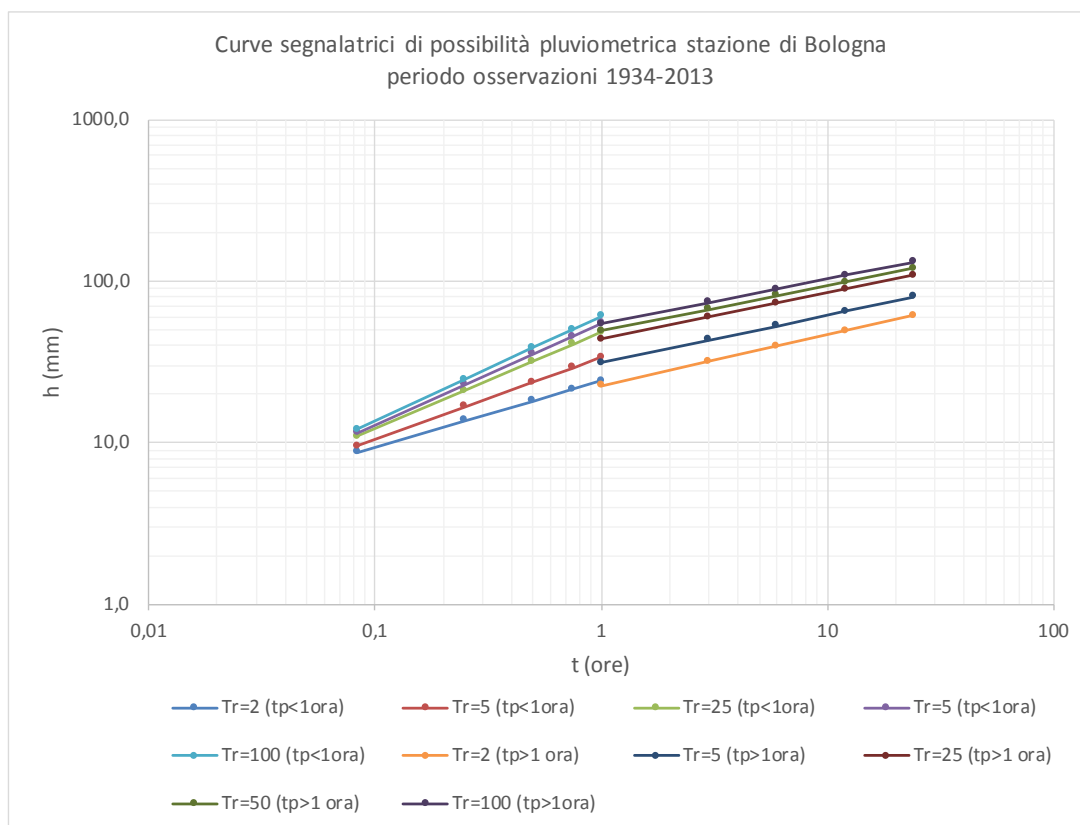


Figura 6-1 –Rappresentazione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica relative alle precipitazioni massime effettive per diverse durate e tempi di ritorno.

6.2 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso indica la frazione del volume di pioggia che giunge alla rete di fognatura distinguendola da quella che viene direttamente assorbita dal terreno e consente di individuare la superficie efficace, ovvero la porzione di superficie che effettivamente contribuisce a determinare deflussi superficiali, separandoli dalla porzione che viene dispersa per infiltrazione nel terreno.

Una variazione del coefficiente di deflusso in aumento determina un aggravio di volumi scaricati e un incremento delle portate di punta, e in genere richiede interventi per la laminazione delle portate di piena mediante realizzazione di volumi di invaso e di manufatti di controllo delle portate scaricate.

La D.G.R. 1860/2006 definisce i seguenti valori guida da utilizzare quali coefficienti di deflusso, nel caso in cui non vengano calcolati analiticamente:

Superficie	Coefficiente di deflusso ϕ
Superfici totalmente impermeabili	1.0
Cemento o ardesia	0.8
Ghiaia	0.3
Stabilizzato	0.3

Tabella 6-2: Coefficienti di deflusso suggeriti dalla D.G.R. 1860/2006.

Il coefficiente di deflusso medio viene stimato sulla base della suddivisione in aree caratterizzate da coefficiente di deflusso omogeneo.

Il coefficiente di deflusso, viene calcolato come valore medio pesato sull'area:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

Nel caso specifico tutta l'area di intervento attualmente adibita a verde verrà impermeabilizzata pertanto si assume per tutto il bacino di intervento un coefficiente di deflusso pari a 1.

6.3 Lo stato di fatto

L'area oggetto di intervento "S" copre una superficie di circa 4800mq di attualmente coperti da superficie verde.

Si riportano di seguito le caratteristiche delle superfici allo stato di fatto.

Area	S [mq]	φ	S φ [mq]
agricola	0.00	0.1	0.00
verde	4800.00	0.2	960.00
semipermeabile	0.00	0.3	0.00
impermeabile	0.00	1.0	0.00
Totale (mq)	4800.00	20.0%	960.00
Totale (ha)	0.48		

Tabella 6-3: Superfici e caratteristiche di permeabilità dell'area di intervento allo stato di fatto.

La risposta idrologica dell'area verde oggetto di impermeabilizzazione viene valutata pari a 10 l/sha, in linea con quanto riportato nello studio idraulico del sistema di drenaggio dell'aeroporto approvato con deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna 1 ottobre 2012, n. 1402 "Parere in merito alla pronuncia di compatibilità ambientale sul Masterplan 2009-2023 dell'Aeroporto di Bologna (D.Lgs. 3 aprile 2006, n.152 e successive modifiche ed integrazioni)".

6.4 Lo stato di progetto

La realizzazione del nuovo piazzale di sosta aeromobili comporta l'impermeabilizzazione dell'area coinvolta dall'intervento.

Si riportano di seguito le caratteristiche delle superfici allo stato di fatto.

Area	S [mq]	φ	S φ [mq]
agricola	0.00	0.1	0.00
verde	0.00	0.2	0.00
semipermeabile	0.00	0.3	0.00
impermeabile	4800.00	1.00	4800.00
Totale (mq)	4800.00	100.0%	4800.00
Totale (ha)	0.48		

Tabella 6-4: Superfici e caratteristiche di permeabilità dell'area di intervento allo stato di progetto.

6.5 Corpo idrico ricettore

La nuova rete di raccolta e collettamento trova recapito nel fosso Cava in corrispondenza del tombino di progetto.

Lo scarico avviene previo invaso e laminazione delle portate di pioggia garantendo l'invarianza della risposta idrologica dell'area e del regime idraulico del fosso Cava.

Quest'ultimo ha una capacità massima di 500l/s secondo lo "studio idraulico della rete di drenaggio dell'aeroporto G. Marconi di Bologna".

Il fosso Cava nasce proprio a sud dell'aeroporto e scorre da sud a nord in prossimità dei piazzali AAMM attuali. In questa zona è caratterizzato da una sezione a cielo aperto con alcuni tombini localizzati per l'attraversamento della viabilità di servizio aeroportuale. A monte della pista, si immette in un condotto di diametro 1200mm per poi tornare in superficie oltre l'aeroporto e proseguire in direzione nord superando la zona industriale di Predazzo, costeggiando Calderara di Reno per poi sfociare, qualche chilometro più a nord, nel canale Dosolo.

7 DIMENSIONAMENTO DELLE RETE DI RACCOLTA E TRASPORTO DELLE ACQUE METEORICHE

7.1 Determinazione delle portate di progetto

Per determinare la massima portata affluente alle condotte di progetto previamente illustrate è stato utilizzato il metodo cinematico che consente di valutare la portata al colmo introducendo semplificazioni che riguardano sia le leggi che governano le varie fasi del processo di deflusso della portata che la rappresentazione geomorfologica ed idrografica del sottobacino stesso.

Esso riduce l'idrogramma di piena ad un trapezio. Secondo tale ipotesi la portata massima che mette in crisi il bacino risulta essere quella generata da un evento meteorico di durata pari al tempo di corrivazione del bacino stesso.

Il metodo razionale è stato applicato ai sottobacini scolanti, noti per ognuno di esso i valori della superficie totale, impermeabilizzata e verde.

Per cui data l'altezza di pioggia h la portata efficace da essa generata sarà:

$$Q = \frac{\varphi S h}{t_p} \quad \left[\frac{mc}{s} \right];$$

dove:

φ = coefficiente di permeabilità media del bacino;

S = area del bacino [mq];

h = altezza di pioggia in un tempo di pioggia t_p [m];

t_p = tempo di precipitazione assunto secondo ipotesi del metodo cinematico pari al tempo di corrivazione [s].

Si riporta di seguito la portata affluente dalla viabilità perimetrale di progetto per un tempo di ritorno pari a 25anni.

Il tempo di corrivazione del bacino scolante è pari a 20minuti.

Tempo di precipitazione T_p [min]	20
Area afferente S [mq]	4800
Coefficiente di deflusso ϕ	1.00
Area efficace ϕS [mq]	4800
Altezza di pioggia h [mm]	25.07
Intensità di pioggia j [mm/ora]	75.20
Volume affluente [mc]	120.32
Contributo di invaso [mc/ha]	286.59
Portata [mc/s]	0.100

Tabella 7-1 – portate di progetto TR25anni per la nuova perimetrale.

L'area di progetto è stata ulteriormente suddivisa per individuare le portate afferenti ad ogni singolo tratto di rete in progetto.

Tratto di afferenza	P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6
Tempo di precipitazione T_p [min]	5	5	5	5	5
Area afferente S [mq]	329	552	776	1000	1218
Coefficiente di deflusso ϕ	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Area efficace ϕS [mq]	329	1105	2327	3999	6088
Altezza di pioggia h [mm]	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91
Intensità di pioggia j [mm/ora]	130.94	130.94	130.94	130.94	130.94
Volume affluente [mc]	3.59	6.03	8.46	10.91	13.28
Contributo di invaso [mc/ha]	109.11	109.11	109.11	109.11	109.11
Portata [mc/s]	0.012	0.020	0.028	0.036	0.044

Tabella 7-2 – portate di progetto TR25anni afferenti ad ogni tratto di rete in progetto.

Tratto di afferenza	P6-P7	P7-P8	P8-P9	P9-P10	P10-P11
Tempo di precipitazione T_p [min]	10	10	10	10	10
Area afferente S [mq]	1440	1665	1890	2117	2338
Coefficiente di deflusso ϕ	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
Area efficace ϕS [mq]	8639	11654	15118	19049	23380
Altezza di pioggia h [mm]	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54
Intensità di pioggia j [mm/ora]	99.23	99.23	99.23	99.23	99.23
Volume affluente [mc]	23.81	27.53	31.25	35.01	38.67
Contributo di invaso [mc/ha]	165.38	165.38	165.38	165.38	165.38
Portata [mc/s]	0.040	0.046	0.052	0.058	0.064

Tabella 7-3 – portate di progetto TR25anni afferenti ad ogni tratto di rete in progetto.

Tratto di afferenza	P11-P12	P12-P13	P13-P14	P14-P15	P15-P16
Tempo di precipitazione T_p [min]	10	15	15	15	15
Area afferente S [mq]	2582	2817	3051	3286	3336
Coefficiente di deflusso ϕ	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00
Area efficace ϕS [mq]	28401	33802	39660	46000	50042
Altezza di pioggia h [mm]	16.54	21.09	21.09	21.09	21.09
Intensità di pioggia j [mm/ora]	99.23	84.37	84.37	84.37	84.37
Volume affluente [mc]	42.70	59.42	64.35	69.31	70.37
Contributo di invaso [mc/ha]	165.38	210.93	210.93	210.93	210.93
Portata [mc/s]	0.071	0.066	0.072	0.077	0.078

Tabella 7-4 – portate di progetto TR25anni afferenti ad ogni tratto di rete in progetto.

Tratto di afferenza	P16-P17	P17-P18
Tempo di precipitazione T_p [min]	15	20
Area afferente S [mq]	3768	4800
Coefficiente di deflusso ϕ	16.00	17.00
Area efficace ϕS [mq]	60290	81607
Altezza di pioggia h [mm]	21.09	25.07
Intensità di pioggia j [mm/ora]	84.37	75.20
Volume affluente [mc]	79.48	120.33
Contributo di invaso [mc/ha]	210.93	250.67
Portata [mc/s]	0.088	0.100

Tabella 7-5 – portate di progetto TR25anni afferenti ad ogni tratto di rete in progetto.

7.2 Dimensionamento delle condotte di trasporto di progetto

Il dimensionamento delle condotte di progetto è stato eseguito secondo la formula di Gauckler-Strickler che descrive il moto uniforme a gravità:

$$Q = k_s R_H^{2/3} A \sqrt{i}$$

dove:

k_s = coefficiente di scabrezza Gauckler-Strickler [$m^{1/3}/s$];

R_H = raggio idraulico della sezione di deflusso;

A = area di deflusso [m^2];

i = pendenza di fondo della condotta [m/m].

Il coefficiente di Strickler che indica la scabrezza della condotta è uguale a 70 $m^{1/3}/s$ per le condotte in calcestruzzo e 80 $m^{1/3}/s$ per le condotte in PVC.

Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche delle condotte di progetto nel piazzale aeromobili.

Denominazione tratto tubazione		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6
Area afferente	S [mq]	106	329	552	776	1000
Portata meteorica	Q [mc/s]	0.003	0.011	0.018	0.025	0.033
Materiale		PVC	PVC	PVC	PVC	CLS
Diametro interno	Di [m]	0.285	0.285	0.285	0.285	0.400
Diametro nominale	DN [mm]	315	315	315	315	400
Spessore tubazione	s [m]	0.0150	0.0150	0.0150	0.0150	0.0650
Area di deflusso	A [mq]	0.06	0.06	0.06	0.06	0.13
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Coefficiente di scabrezza	Ks [m ^{1/3} /s]	90	90	90	90	70
Capacità di deflusso	Q ₀ [mc/s]	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08
Rapporto di portata	Q/Q ₀	0.08	0.24	0.41	0.58	0.39
Grado di riempimento	y/D	0.18	0.33	0.44	0.54	0.43
Tirante	Y [m]	0.05	0.09	0.13	0.15	0.17
Raggio idraulico	Rh [m]	0.03	0.05	0.07	0.07	0.09
Velocità	v [m/s]	0.44	0.59	0.67	0.72	0.63
Lunghezza	L [m]	24.80	24.80	24.80	24.90	24.20
Quota terreno monte	pc [m smm]	35.01	35.01	35.01	35.01	35.01
Quota terreno valle	pc [m smm]	35.01	35.01	35.01	35.01	35.01
Quota scorrimento monte	qf [m smm]	34.11	34.06	34.01	33.96	33.80
Quota scorrimento valle	qf [m smm]	34.06	34.01	33.96	33.91	33.75

Tabella 7-6 – Caratteristiche tecniche e idrauliche dei condotti di trasporto delle acque meteoriche.

Denominazione tratto tubazione		P6-P7	P7-P8	P8-P9	P9-P10	P10-P11
Area afferente	S [mq]	1218	1440	1665	1890	2117
Portata meteorica	Q [mc/s]	0.030	0.036	0.041	0.047	0.053
Materiale		CLS	CLS	CLS	CLS	CLS
Diametro interno	Di [m]	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Diametro nominale	DN [mm]	400	400	400	400	400
Spessore tubazione	s [m]	0.0650	0.0650	0.0650	0.0650	0.0650
Area di deflusso	A [mq]	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Coefficiente di scabrezza	Ks [m ^{1/3} /s]	70	70	70	70	70
Capacità di deflusso	Q ₀ [mc/s]	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Rapporto di portata	Q/Q ₀	0.36	0.42	0.49	0.55	0.62
Grado di riempimento	y/D	0.41	0.45	0.49	0.53	0.56
Tirante	Y [m]	0.16	0.18	0.20	0.21	0.22
Raggio idraulico	Rh [m]	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11
Velocità	v [m/s]	0.62	0.65	0.67	0.69	0.73
Lunghezza	L [m]	24.70	25.00	25.00	25.20	24.60
Quota terreno monte	pc [m smm]	35.01	35.01	35.01	35.01	35.01
Quota terreno valle	pc [m smm]	35.01	35.01	35.01	35.01	35.01
Quota scorrimento monte	qf [m smm]	33.75	33.70	33.65	33.60	33.55
Quota scorrimento valle	qf [m smm]	33.70	33.65	33.60	33.55	33.50

Tabella 7-7 – Caratteristiche tecniche e idrauliche dei condotti di trasporto delle acque meteoriche.

Denominazione tratto tubazione		P11-P12	P12-P13	P13-P14	P14-P15	P15-P16
Area afferente	S [mq]	2338	2582	2817	3051	3286
Portata meteorica	Q [mc/s]	0.058	0.054	0.059	0.064	0.064
Materiale		CLS	CLS	CLS	CLS	CLS
Diametro interno	Di [m]	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Diametro nominale	DN [mm]	400	400	400	400	400
Spessore tubazione	s [m]	0.0650	0.0650	0.0650	0.0650	0.0650
Area di deflusso	A [mq]	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Pendenza di scorrimento	i [m/m]	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Coefficiente di scabrezza	Ks [m ^{1/3} /s]	70	70	70	70	70
Capacità di deflusso	Q ₀ [mc/s]	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Rapporto di portata	Q/Q ₀	0.68	0.64	0.70	0.76	0.76
Grado di riempimento	y/D	0.60	0.58	0.61	0.65	0.65
Tirante	Y [m]	0.24	0.23	0.24	0.26	0.26
Raggio idraulico	Rh [m]	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12
Velocità	v [m/s]	0.74	0.72	0.74	0.74	0.74
Lunghezza	L [m]	27.10	26.10	26.00	26.10	5.60
Quota terreno monte	pc [m smm]	35.01	35.01	35.01	35.03	35.16
Quota terreno valle	pc [m smm]	35.01	35.01	35.03	35.16	34.90
Quota scorrimento monte	qf [m smm]	33.50	33.44	33.39	33.34	33.29
Quota scorrimento valle	qf [m smm]	33.44	33.39	33.34	33.29	33.28

Tabella 7-8 – Caratteristiche tecniche e idrauliche dei condotti di trasporto delle acque meteoriche.

Il grado di riempimento delle condotte è minore di quello massimo ammissibile pari all'80%.

8 CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO

Per il rispetto dell'invarianza idraulica, secondo le indicazioni dell'autorità di Bacino del Reno occorre realizzare invasi di volume pari a 500 m³ per ogni ettaro di superficie urbanizzata. Pertanto poiché la superficie di nuova pavimentazione è pari a 4800 mq, è necessario realizzare invasi che complessivamente siano in grado di accumulare almeno 240 m³.

8.1 Reperimento dei volumi di invaso

L'invaso calcolato verrà garantito mediante la realizzazione di una condotta scatolare costituita da elementi in cemento armato prefabbricati di dimensioni interne pari a 200x100 m per una lunghezza totale di 140 m. La condotta sarà posta parallelamente alla strada di progetto, nell'area verde a sud della stessa.

Denominazione tratto	P16-P17	P17-P18	P18-P19
DN/Altezza [mm]	1000	1000	1000
Larghezza [m]	2.00	2.00	2.00
Altezza [m]	1.00	1.00	1.00
Lunghezza [m]	48.00	47.00	45.00
Pendenza di scorrimento if [m/m]	0.0005	0.0005	0.0005
Quota p.c.monte [m]	34.90	34.89	35.15
Quota p.c. valle [m]	34.89	35.15	35.27
Quota f.t. monte [m s.m.m.]	32.68	32.65	32.63
Quota f.t. valle [m s.m.m.]	32.65	32.63	32.61
Quota di massimo invaso [m s.m.m.]	33.56		
Volume invasato [mc]	85.63	86.08	84.49
Volume da invasare [mc]	240.00		
Volume totale invasato [mc]	256.20		

Tabella 8-1 – caratteristiche delle opere di invaso e volume invasato.

Il volume invasato è pari a circa 260mc, maggiore di quello richiesto.

Per maggiori dettagli sulle opere di invaso si rimanda alle tavole allegate "D050102 Rete acque meteoriche - Planimetria Stato di Progetto", "D050200 Rete acque meteoriche - Dettagli costruttivi", "D02030000 Infrastrutture - Profili longitudinali".

8.2 Setto limitatore di portata

La regolazione delle portate di restituzione verrà garantita tramite la posa di un setto dotato di bocca tarata che regola la portata in uscita tramite un efflusso a battente. Esso è stato dimensionato secondo le formule della foronomia riportate sotto.

$$Q = C_q A \sqrt{2gy} \quad (\text{i.e. } A = \frac{Q}{C_q \sqrt{2gy}})$$

Dove:

Q: portata effluente [m³/s];

C_q: coefficiente di efflusso (uguale a 0.5 per funzionamento a battente);

A: area della luce di efflusso;

y: carico idraulico sulla luce di efflusso.

Tirante y [m]	0,95
Portata massima scaricabile Q [mc/s]	0,0048
Coefficiente di efflusso C_q	0,5
Area della luce di efflusso [mq]	0,002
Diametro luce di efflusso [m]	0,050
Portata in uscita Q [mc/s]	0,0042

Tabella 8-2 – Caratteristiche del moto idraulico nel setto di regolazione delle portate scaricate.

La luce di efflusso permette il passaggio di una portata pari a 4,2 l/s, minore della massima portata scaricabile al ricettore.

9 VERIFICA DEL CORPO IDRICO RICETTORE

La massima portata affluente per un tempo di ritorno di 25 anni è pari a 0,1 mc/s.

Tale portata viene però laminata nei termini di 500mc/ha, grazie alle opere di laminazione e invaso previste. La portata scaricata è, quindi, pari a 4,2 l/s.

Dato che la risposta idrologica del bacino in oggetto rimane invariata rispetto allo stato di fatto è assicurata l'invarianza del regime idraulico del fosso Cava, che rimane quindi in grado di ricevere le portate di progetto scaricate.

Volume invasato [mc]	Portata scaricata [mc/s]
456	0,0042

Tabella 9-1 – Volume invasato e portate scaricate.

Per maggiori dettagli sulle opere di invaso si rimanda alle tavole allegate “D050102 Rete acque meteoriche - Planimetria Stato di Progetto”, “D050200 Rete acque meteoriche - Dettagli costruttivi”.

10 TOMBINO SUL FOSSO CAVA

Il dimensionamento del tombino sul fosso Cava viene effettuato tenendo conto della capacità di portata dello stesso pari a 500 l/s, riportata nello “studio idraulico della rete di drenaggio dell’aeroporto G. Marconi di Bologna”.

Il dimensionamento è stato eseguito secondo la formula di Gauckler-Strickler che descrive il moto uniforme a gravità:

$$Q = k_s R_H^{2/3} A \sqrt{i}$$

dove:

k_s = coefficiente di scabrezza Gauckler-Strickler [$m^{1/3}/s$];

R_H = raggio idraulico della sezione di deflusso;

A = area di deflusso [m^2];

i = pendenza di fondo della condotta [m/m].

Il coefficiente di Strickler che indica la scabrezza della condotta è uguale a 70 $m^{1/3}/s$ per le condotte in calcestruzzo.

Base	1.50 m
Altezza	1.25 m
Area	1.88 mq
Pendenza	0.0005 m/m
Grado di riempimento y/H	0.80
Perimetro bagnato	3.50 m
Raggio idraulico R_h	0.54 m
Coefficiente di Gauckler Strickler K_s	70.00 $m^{1/3}/s$
Portata	1.94 mc/s

Tabella 10-1 – Caratteristiche del tombino di progetto.

Il tombino di progetto è costituito da uno scatolare di dimensioni 150x125cm con capacità di deflusso molto maggiore rispetto ai 500 l/s.

Le dimensioni sono legate alla geometria del canale a cielo aperto e sono tali da assicurare una luce di sbocco non sommersa. Lo scatolare si sviluppa per una lunghezza di 18m ed è preceduto e seguito da una zona di transizione dalle due diverse sezioni. Questa ha lunghezza di 2m e angolo di allargamento del fondo pari a circa 11°.

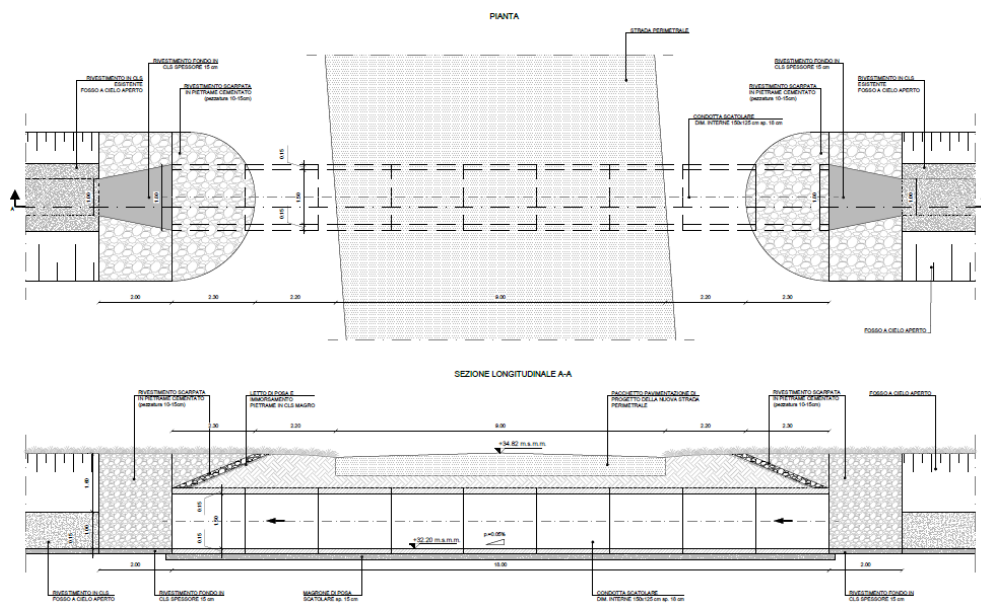


Figura 10-1 –Tombino di progetto – estratto della tavole dei dettagli idraulici.

11 RETE ACQUE REFLUE

11.1 Determinazione delle portate di progetto

Per il calcolo della portata delle acque reflue sono stati considerati i layout degli edifici previsti nei lotti di urbanizzazione a nord della viabilità perimetrale di progetto:

- “Nuovo deposito di stoccaggio e distribuzione carburanti” progetto preliminare del 23/12/2016;
- Progetto preliminare del deposito in gestione a Carboil.

Per l’area di futura gestione SAB sono state ipotizzate le unità di scarico in analogia agli altri edifici tenendo conto che quest’ultima sarà circa 6 volte maggiore rispetto agli altri due lotti.

Nella tabella seguente sono riportati i dati di progetto.

Edificio	Tipo di apparecchi idrosanitari	Nro unità di scarico	Unità di scarico DU [l/s]	Coefficiente di frequenza K	Somma delle unità di scarico $\sum DU$ [l/s]	Portata di acque reflue Q _{ww} [l/s]
Lotto Carboil	WC - capacità cassetta 9,0 l/s	2	2.50	0.5	5.00	1.47
	Lavabo, Bidet	4	0.30	0.5	1.20	
	Orinatoio a parete	2	0.20	0.5	0.40	
	Doccia con tappo	4	0.50	0.5	2.00	
Lotto AirBP	WC - capacità cassetta 9,0 l/s	4	2.50	0.5	10.00	1.89
	Lavabo, Bidet	5	0.30	0.5	1.50	
	Orinatoio a parete	4	0.20	0.5	0.80	
	Doccia con tappo	4	0.50	0.5	2.00	
Edificio servizi-capannone	WC - capacità cassetta 9,0 l/s	24	2.50	0.5	60.00	4.58
	Lavabo, Bidet	24	0.30	0.5	7.20	
	Orinatoio a parete	24	0.20	0.5	4.80	
	Doccia con tappo	24	0.50	0.5	12.00	
Portata di acque reflue totale Q _{ww} [l/s]						5.17

Tabella 11-1 – Calcolo della portata delle acque reflue.

La portata globale di progetto è pari a 5,2 l/s.

11.2 Dimensionamento delle condotte

Il dimensionamento delle condotte necessarie al trasporto delle acque reflue secondo il layout di progetto è stato eseguito secondo la formula di Gauckler-Strickler che descrive il moto uniforme a gravità:

$$Q = k_s R_H^{2/3} A \sqrt{i}$$

dove:

ks= coefficiente di scabrezza Gauckler-Strickler [m^{1/3}/s];

RH= raggio idraulico della sezione di deflusso;

A= area di deflusso [mq];

i = pendenza di fondo della condotta [m/m].

Il coefficiente di Gauckler-Strickler che indica la scabrezza della condotta è uguale a $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ considerando una condotta in pead.

Denominazione tratto	N1-N2	N2-N3	N3-N4	N4-N5	N5-N6
Portata reflua [mc/s]	0.0015	0.0015	0.0015	0.0024	0.0024
Diametro nominale DN [mm]	200	200	200	200	200
Diametro interno Di [m]	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181
Pendenza di scorrimento i [m/m]	0.015	0.015	0.015	0.01	0.01
Lunghezza L [m]	35.00	35.00	35.00	20.00	20.00
Coefficiente di scabrezza Ks [$\text{m}^{1/3}/\text{s}$]	90	90	90	90	90
Capacità di deflusso Q0 [mc/s]	0.036	0.036	0.036	0.029	0.029
Grado di riempimento y/D	0.13	0.13	0.13	0.19	0.19
Tirante y [m]	0.024	0.024	0.024	0.034	0.034
Raggio idraulico Rh [m]	0.015	0.015	0.015	0.021	0.021
Tensione tangenziale τ [Pa]	2.16	2.16	2.16	2.04	2.04
Velocità di deflusso v [m/s]	0.66	0.66	0.66	0.68	0.68
Quota terreno monte [m smm]	35.07	34.97	34.93	34.90	34.89
Quota terreno valle [m smm]	34.97	34.93	34.90	34.89	34.89
Quota fondo monte [m smm]	33.38	32.85	32.33	31.80	31.60
Quota fondo valle [m smm]	32.85	32.33	31.80	31.60	31.40

Tabella 11-2 – Caratteristiche tecniche e idrauliche dei condotti di trasporto delle acque reflue.

Denominazione tratto	N6-N7	N7-S1	S1-N8	N8-N9	N9-N10
Portata reflua [mc/s]	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024
Diametro nominale DN [mm]	200	200	200	200	200
Diametro interno Di [m]	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181
Pendenza di scorrimento i [m/m]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Lunghezza L [m]	20.00	19.90	30.00	30.00	30.00
Coefficiente di scabrezza Ks [$\text{m}^{1/3}/\text{s}$]	90	90	90	90	90
Capacità di deflusso Q0 [mc/s]	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029
Grado di riempimento y/D	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Tirante y [m]	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034
Raggio idraulico Rh [m]	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
Tensione tangenziale τ [Pa]	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04
Velocità di deflusso v [m/s]	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
Quota terreno monte [m smm]	34.89	34.89	34.91	35.02	35.19
Quota terreno valle [m smm]	34.89	34.91	35.02	35.19	35.35
Quota fondo monte [m smm]	31.40	31.20	33.92	33.62	33.32
Quota fondo valle [m smm]	31.20	31.01	33.62	33.32	33.02

Tabella 11-3 – Caratteristiche tecniche e idrauliche dei condotti di trasporto delle acque reflue.

Denominazione tratto	N10-N11	N11-N12	N12-S2	S2-N13	N13-N14
Portata reflua [mc/s]	0.0024	0.0052	0.0052	0.0052	0.0052
Diametro nominale DN [mm]	200	200	200	200	200
Diametro interno Di [m]	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181
Pendenza di scorrimento i [m/m]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Lunghezza L [m]	30.00	30.00	24.00	18.00	14.00
Coefficiente di scabrezza Ks [m ^{1/3} /s]	90	90	90	90	90
Capacità di deflusso Q0 [mc/s]	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029
Grado di riempimento y/D	0.19	0.28	0.28	0.28	0.28
Tirante y [m]	0.034	0.051	0.051	0.051	0.051
Raggio idraulico Rh [m]	0.021	0.029	0.029	0.029	0.029
Tensione tangenziale τ [Pa]	2.04	2.86	2.86	2.86	2.86
Velocità di deflusso v [m/s]	0.68	0.85	0.85	0.85	0.85
Quota terreno monte [m smm]	35.35	35.49	35.62	35.72	35.82
Quota terreno valle [m smm]	35.49	35.62	35.72	35.82	36.09
Quota fondo monte [m smm]	33.02	32.72	32.42	34.73	34.55
Quota fondo valle [m smm]	32.72	32.42	32.18	34.55	34.41

Tabella 11-4 – Caratteristiche tecniche e idrauliche dei condotti di trasporto delle acque reflue.

Le scelte progettuali tengono conto sia del contesto ambientale di posa (andamento plano-altimetrico della strada, intersezione con altri servizi), sia del buon progettare secondo i dettami dell'idraulica.

Si individua la pendenza minima che le condotte dovranno avere per garantire:

- il trasporto solido ed evitare il deposito di materiale nella condotta che andrebbe a diminuire la sezione utile e modificarne la pendenza di scorrimento (>2 Pa)
- velocità tali da evitare il danneggiamento delle pareti delle condotte (tra 0,5 m/s e 2,5 m/s).

Il diametro ottimale della condotta è stato identificato dal grado di riempimento derivante dalla portata di acque reflue e dalla pendenza di progetto. In via cautelativa si è scelto di usare DN 200 per la condotta principale in vista di un eventuale aumento delle portate.

11.3 Stazioni di pompaggio

È prevista la posa di due stazioni di pompaggio al fine di evitare di raggiungere profondità troppo elevate che porterebbero a costi ed opere di scavo ingenti. Inoltre, si rende necessario il sollevamento per l'attraversamento del tombino del fosso Cava di progetto e per lo scarico nella rete esistente.

È fatto obbligo verificare la posizione plano-altimetrica delle reti esistenti in fase di cantiere.

Vista l'entità della portata si sceglie la stazione di sollevamento prefabbricata. La stazione di sollevamento in GRP è leggera da trasportare per cui si caratterizza per una maggiore rapidità di posa in opera. Inoltre, questa assicura una perfetta tenuta idraulica ed ha conformazione di fondo tale da evitare il ristagno del materiale organico.

Le dimensioni delle stazioni di sollevamento dipendono dalla portata da sollevare e dalla prevalenza totale da superare sennonché dalle caratteristiche delle pompe. Le stazioni di sollevamento sono dotate di una pompa funzionante ed una di riserva.

Le portate di progetto sono sotto riportate.

Denominazione stazione di sollevamento	Portata di progetto
S1	2,4 l/s
S2	5,2 l/s

La prevalenza totale è data dalla somma del dislivello geodetico e le perdite di carico nella condotta di mandata.

Esse risentono del contributo delle perdite continue, dovute alla scabrezza della tubazione, e di quelle accidentali, dovute a variazioni plano-altimetriche o variazioni della sezione liquida.

$$H = H_g + \Delta H \quad [m]$$

Dove:

H= prevalenza totale [m];

H_g= dislivello geodetico [m];

ΔH= perdita di carico totale nella condotta [m].

Le perdite di carico totali in mandata saranno date da:

$$\Delta H = (\text{coeff}_{\text{imbocco}} + j) \frac{v^2}{2g};$$

dove:

ΔH= perdita di carico totale [m];

coeffimbocco= coefficiente adimensionale uguale a 0,5;

j= perdita di carico unitaria [m/m];

v= velocità media di deflusso [m/s];

g= coefficiente di gravità [pari a 9,81 m/s²].

Le perdite di carico totali in mandata saranno date da:

$$\Delta H = jL + (\sum k_i) \frac{v^2}{2g};$$

dove:

ΔH = perdita di carico totale [m];

k_i = coefficiente adimensionale che esprime il peso delle perdite concentrate che assume i seguenti valori:

k valvole = 0,3;

k imbocco = 0,5;

k sbocco = 1,0;

k curve 90° = 1,0;

k curve < 90° = 0,2;

j = perdita di carico unitaria [m/m];

v = velocità media di deflusso [m/s];

g = coefficiente di gravità [pari a 9,81 m/s²].

In questo caso è da considerarsi la presenza di una valvola di non ritorno, di una saracinesca e delle curve, nelle condotte di mandata della singola pompa. Le condotte di mandata si uniscono nella condotta in uscita a gravità.

Portata [mc/s]	0.002	0.005
Quota minima del pelo libero nella vasca [msmm]	30.33	31.51
Quota massima della condotta a valle [msmm]	33.92	34.73
Dislivello geodetico [m]	3.59	3.22
Perdite di carico [m]	0.09	0.09
Prevalenza totale [m]	3.68	3.31
Potenza richiesta [kW]	0.12	0.24
Numero di pompe [in funzione+riserva]	1+1	1+1
Diametro della condotta di mandata [mm]	110	110
Velocità di deflusso in mandata [m/s]	0.68	0.68

Tab. 9.1: Caratteristiche piezometriche del moto in pressione.

Si individua la pompa più efficiente in funzione della portata da sollevare e della prevalenza da affrontare (vedi schede tecniche allegate nell'appendice).

Affianco alla pompa funzionante dovrà essere disposta un'altra pompa di riserva di uguali caratteristiche che entri in funzione in caso di guasto.

Per il dimensionamento della camera delle pompe si calcola il volume utile per l'avviamento e l'arresto della pompa in funzione del massimo numero di attacchi-stacchi che la pompa può sopportare, come da caratteristiche tecniche del catalogo sapendo che:

$$V = \frac{Q}{4z};$$

dove V= volume utile [mc];

Q= portata sollevata [mc/h];

z= numero massimo di avviamenti orari della pompa.

Tab. 9.2: Caratteristiche di funzionamento dell'elettropompa sommergibile tipo DP3045 MT.

Portata [mc/s]	0,005	0,005
Numero di cicli [n/ora]	10	10
Volume utile [mc]	0,45	0,45
Area di alloggiamento pompa - diametro [m]	1,00	1,00
Tirante di avviamento [m]	0,57	0,57
Quota di avviamento [msmm]	30,91	32,08
Quota di arresto [msmm]	30,33	31,51

La vasca delle pompe è configurata in modo da garantire un buon funzionamento dell'impianto. Ovvero sono da evitare la formazione di vortici, che danneggerebbero la girante della pompa, o di calma, che favorirebbe il deposito di sedimenti.

Per il buon funzionamento della pompa sommergibile si deve garantire la presenza perenne di una lama d'acqua di 15 *cm*.

Seguente alla vasca, invece, ci sarà un altro pozzetto che contiene le valvole poste nelle condotte di mandata: valvola di non ritorno, saracinesca, manicotti.

Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola allegata "D060200 Rete acque reflue - Dettagli costruttivi".

12 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

12.1 Rete di raccolta, trasporto e invaso delle acque meteoriche

Si descrivono di seguito le opere idrauliche previste per la raccolta, l'allontanamento e l'invaso delle acque meteoriche:

- n° 4 pozzetti di ispezione prefabbricati in calcestruzzo a base quadrata di dimensioni interne 60x60 cm;
- n° 11 pozzetti di ispezione prefabbricati in calcestruzzo a base quadrata di dimensioni interne 100x100 cm;
- n° 1 pozzetto di ispezione prefabbricato in calcestruzzo a base quadrata di dimensioni interne 100x100 cm per innesto nello scatolare fosso Cava;
- n° 3 conci dello scatolare dim.200x100cm dotati di prolunga per l'ispezione con dimensioni interne di 100x100cm, prefabbricati in calcestruzzo;
- n° 1 pozzetti di ispezione prefabbricati in calcestruzzo a base rettangolare di dimensioni interne 300x200 cm;
- n° 43 caditoie prefabbricate in calcestruzzo con griglia in ghisa classe di carico F900 di dimensioni interne 50x50 cm;
- Condotte in PVC DN 160 classe SN8 per una lunghezza totale di 287 m;
- Condotte in PVC DN 200 classe SN8 per una lunghezza totale di 37 m;
- Condotte in PVC DN 315 classe SN8 per una lunghezza totale di 106 m;
- Condotte in calcestruzzo DN 400 per una lunghezza totale di 260 m;
- Condotte scatolari prefabbricate in calcestruzzo di dimensioni interne 200x100 cm per una lunghezza totale di 140 m;
- Condotte scatolari prefabbricate in calcestruzzo di dimensioni interne 150x125 cm per una lunghezza totale di 18 m;
- Chiusini in ghisa F900 con diametro di 60cm.

12.2 Rete di trasporto delle acque reflue

Si descrivono di seguito i manufatti che compongono le reti di progetto di raccolta e trasporto delle acque reflue.

La rete di progetto è costituita da:

- n° 1 pozzetti di ispezione prefabbricati in calcestruzzo a base circolare di diametro interno 50 cm per l'allaccio di collettori;
- n° 13 pozzetti di ispezione prefabbricati di tipo Komplet in calcestruzzo a base circolare di diametro interno 100 cm;
- condotte in PEAD DN200 SN4 per una lunghezza totale di circa 505 m;
- chiusini in ghisa F900 con diametro di 60cm;
- n° 2 stazioni di sollevamento prefabbricate in GRP di diametro pari a 1m dotata di due pompe equivalenti;
- n° 2 pozzetti di ispezione prefabbricati in calcestruzzo a base rettangolare di dimensioni interne 200x125 cm.

Per maggiori dettagli si rimanda alle relative tavole già citate, allegate alla presente relazione.

13 CONCLUSIONI

Le opere idrauliche di progetto garantiscono la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche dall'area di intervento in modo da mantenere un livello di sicurezza idraulico in linea con gli usi previsti e con le normative regionali e nazionali vigenti.

Il sistema di invaso inoltre garantisce l'invarianza della risposta idraulica del lotto e quindi del regime idraulico del fosso Cava.

La rete di collettamento delle acque nere garantisce l'allontanamento dei reflui prodotti dalle future lottizzazioni afferenti alla nuova viabilità perimetrale in sicurezza e tenuta idraulica.

14 APPENDICE: STAZIONI DI SOLLEVAMENTO TIPOLOGICHE

14.1 Stazione di sollevamento S1

Dimensioni:

Diametro:	1000 mm	
Profondità del pozzo	4.5 m	Da quota terreno alla piastra di ancoraggio sul fondo
Ingresso 1 diam.	160 mm	Bocchelli laminati
Mandata diam.	50 mm	Ingresso diretto.
Entrata cavi diam.	110 mm	Bocchelli con anello di tenuta.

Coperchio

Parte superiore con coperchio.

Layout tubazioni: Senza valvole.

Piede di accoppiamento DN 50.

Numero di piedi di accoppiamento in ghisa: 2 con DN 50.

Valvole:

n. 0 di in ghisa. DN .

n. 0 di saracinesche in ghisa. DN .

Caratteristiche della pompa

Elettropompa sommergibile Flygt:

Q.tà:	2	n.	Codice pompa:	DP-3045.181-MT	
Mandata:	50	mm	Numero curva:	230	
Potenza nominale:	1,2	kW	Potenza assorbita:	0	kW
Tensione:	400	V	Corrente nominale:	2,8	A
Tipo di avviamento:	D-O-L		Sensori:	Thermal contact	
Numero di avviamenti:	7	/h			

Accessori inclusi:

Staffa porta galleggianti a quattro ganci.

Staffa sostegno tubi TOP 65 (2 fascette DN 50)

Attacco portaguida superiore (20 mm) acciaio inox.

Descrizione del prodotto

La stazione di pompaggio tipo TOP è completa di n. 2 elettropompe DP-3045 MT 230 con piede di accoppiamento DN 50 mm ed è completa di manufatto idraulico e relativi componenti ed accessori.

Le pompe sono installate tramite tubi guida collegati ai piedi di accoppiamento già installati sul fondo del pozzo.

Il disegno brevettato del pozzo è stato idraulicamente ottimizzato al fine di incrementare la turbolenza durante il pompaggio in modo da provocare la risospensione dei solidi sedimentati perché possano essere espulsi, lasciando un minimo di residuo sotto la pompa, facilmente eliminabile coi cicli successivi.

Materiale della stazione di pompaggio

La stazione di pompaggio TOP è realizzata in poliestere rinforzato con fibra di vetro (GPR), un materiale robusto e leggero dotato di eccezionali proprietà di resistenza alla corrosione.

Sono inoltre presenti additivi chimici ignifughi e pigmenti coloranti.

Struttura realizzata mediante laminazione.

Contenuto di vetro: min. 25%, in peso

Contenuto di resina: min. 35%, in peso

La struttura laminata è infine rivestita con un materiale protettivo trasparente avente spessore di 0,2 mm.

E' inoltre progettata per lavorare completamente immerse in acqua di falda.

Materiale tubazione

Manufatto idraulico: Acciaio Inox AISI 304.

Tubi guida: Acciaio Inox AISI 304.

Accessori di fissaggio, rondelle, bulloni e viti sono in acciaio inox.

14.2 Stazione di sollevamento S2

Dimensioni:

Diametro:	1000 mm	
Profondità del pozzo	5.1 m	Da quota terreno alla piastra di ancoraggio sul fondo
Ingresso 1 diam.	160 mm	Bocchelli laminati
Mandata diam.	50 mm	Ingresso diretto.
Entrata cavi diam.	110 mm	Bocchelli con anello di tenuta.

Coperchio

Parte superiore con coperchio.

Layout tubazioni: Senza valvole.

Piede di accoppiamento DN 50.

Numero di piedi di accoppiamento in ghisa: 2 con DN 50.

Valvole:

n. 0 di in ghisa. DN .

n. 0 di saracinesche in ghisa. DN .

Caratteristiche della pompa

Elettropompa sommergibile Flygt:

Q.tà:	2	n.	Codice pompa:	DP-3045.181-MT	
Mandata:	50	mm	Numero curva:	230	
Potenza nominale:	1,2	kW	Potenza assorbita:	0	kW
Tensione:	400	V	Corrente nominale:	2,8	A
Tipo di avviamento:	Y/D		Sensori:	?	
Numero di avviamenti:	7	/h			

Accessori inclusi:

Staffa porta galleggianti a quattro ganci.

Staffa sostegno tubi TOP 65 (2 fascette DN 50)

Attacco portaguida superiore (20 mm) acciaio inox.

Descrizione del prodotto

La stazione di pompaggio tipo TOP è completa di n. 2 elettropompe DP-3045 MT 230 con piede di accoppiamento DN 50 mm ed è completa di manufatto idraulico e relativi componenti ed accessori.

Le pompe sono installate tramite tubi guida collegati ai piedi di accoppiamento già installati sul fondo del pozzo.

Il disegno brevettato del pozzo è stato idraulicamente ottimizzato al fine di incrementare la turbolenza durante il pompaggio in modo da provocare la risospensione dei solidi sedimentati perché possano essere espulsi, lasciando un minimo di residuo sotto la pompa, facilmente eliminabile coi cicli successivi.

Materiale della stazione di pompaggio

La stazione di pompaggio TOP è realizzata in poliestere rinforzato con fibra di vetro (GPR), un materiale robusto e leggero dotato di eccezionali proprietà di resistenza alla corrosione.

Sono inoltre presenti additivi chimici ignifughi e pigmenti coloranti.

Struttura realizzata mediante laminazione.

Contenuto di vetro: min. 25%, in peso

Contenuto di resina: min. 35%, in peso

La struttura laminata è infine rivestita con un materiale protettivo trasparente avente spessore di 0,2 mm.

E' inoltre progettata per lavorare completamente immerse in acqua di falda.

Materiale tubazione

Manufatto idraulico: Acciaio Inox AISI 304.

Tubi guida: Acciaio Inox AISI 304.

Accessori di fissaggio, rondelle, bulloni e viti sono in acciaio inox.