



AEROPORTO GUGLIELMO MARCONI di BOLOGNA S.p.A.

REALIZZAZIONE DEL NUOVO PIAZZALE DI SOSTA AEROMOBILI III LOTTO



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 - 20100 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 DEFINITIVO

ELABORATO:

Relazione Specialistica Idraulica

n° ELABORATO:

R.02.03.01

E.009	1.35	PD	OC	R	6	2							
CODICE WBS	OPERA	FASE	ARG	DOC	NUM	REV	Cover.dwg						
CODICE ENAC							SETTORE: SI						
7													
6													
5													
4													
3													
2		REVISIONE POST VERIFICA_2°FASE					GIU 18	KTC	MGA	GSA			
1		REVISIONE POST VERIFICA					MAG 18	KTC	MGA	GSA			
0		EMISSIONE					APR 18	KTC	MGA	GSA			
REV.	DESCRIZIONE						DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO			

1	Premessa	2
2	Inquadramento territoriale	3
3	Inquadramento normativo	4
3.1	Compatibilità idraulica	4
3.2	La tutela qualitativa delle acque	5
4	Descrizione dello stato di fatto	10
5	Descrizione dell'intervento in progetto	11
5.1	Interferenze con le reti esistenti	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	15
6.5	Corpo idrico ricettore	15
7	Dimensionamento delle reti di raccolta e trasporto delle acque meteoriche	17
7.1	Determinazione delle portate di progetto	17
7.2	Dimensionamento dei canali e delle condotte di progetto	20
8	Calcolo dei volumi di invaso	25
8.1	Reperimento dei volumi di invaso	25
9	Verifica del corpo idrico ricettore	26
10	Sistema di trattamento delle acque di prima pioggia	27
11	Conclusioni	30

1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le opere idrauliche previste nel progetto definitivo "Realizzazione nuovo piazzale aeromobili 3° Lotto" dell'Aeroporto di Bologna-Borgo Panigale "Guglielmo Marconi" (LIPE).

L'intervento è finalizzato alla costruzione di un nuovo piazzale di sosta aeromobili che amplierà l'attuale APRON 3 collegandola con l'APRON 4 (Aviazione Generale).

Esso si colloca in un'area attualmente a verde pertanto si rende necessario dotare l'area di:

- 1) Un sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche in accordo con la normativa vigente relativamente all'invarianza idraulica;
- 2) Un sistema di trattamento delle acque di dilavamento di prima pioggia dimensionato in base alle normative regionali vigenti.

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

Il dimensionamento degli impianti di gestione delle acque di prima pioggia è stato condotto tenendo conto delle disposizioni nazionali e regionali in materia, in particolare:

- 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 svolgono 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 1.

Per quanto riguarda le competenze per il rilascio delle autorizzazioni allo scarico, la richiesta è formulata al Comune nel caso in cui le acque di prima pioggia e reflue di dilavamento siano scaricate in rete fognaria (nera, mista e bianca). La richiesta è formulata alla Provincia nel caso in cui le acque di prima pioggia e reflue di dilavamento siano scaricate in corpo idrico superficiale o sul suolo.

Si riporta una tabella riassuntiva con indicazione dei valori limite di emissione degli scarichi:

Tab.7

	<i>Pubblica fognatura Nera e mista</i>	<i>Acque superficiali e pubblica fognatura bianca</i>	<i>Suolo</i>
<i>Acque 1° pioggia</i>	<i>Parametri specifici di cui alla Tabella "Scarichi industriali" dei singoli Regolamenti di Fognatura Comunali**</i>	<i>Parametri specifici di cui alla Tab 3 allegato 5 parte terza DLgs 152/06 (Scarico in acque superficiali)**</i>	<i>Parametri specifici di cui alla Tab 4 allegato 5 parte terza DLgs 152/06</i>
<i>Acque 2° Pioggia</i>	<i>Non soggette al rispetto dei limiti</i>		
<i>Acque reflue di Dilavamento</i>	<i>Parametri specifici di cui alla Tabella "Scarichi industriali" dei singoli Regolamenti di Fognatura Comunali</i>	<i>Tab 3 allegato 5 parte terza DLgs 152/06</i>	<i>Tab 4 allegato 5 parte terza DLgs 152/06</i>
<i>Acque meteoriche pulite (coperture fabbricati, aree verdi aree escluse dalla applic. della direttiva ecc.)</i>	<i>Non soggette al rispetto dei limiti</i>		

**Solidi Sospesi Totali, COD e Idrocarburi totali ed eventuali altri parametri ritenuti significativi.

Figura 3-1: tabella sui limiti di emissione degli scarichi.

Con riferimento alla particolare area di intervento oggetto della presente relazione si deve inoltre fare riferimento alla Deliberazione della Giunta Regionale 1 ottobre 2012, n.1402 nella quale la Regione elenca alcune prescrizioni in merito alla pronuncia di compatibilità ambientale del Masterplan 2009-2023 dell'Aeroporto di Bologna. Per quanto riguarda la qualità delle acque si prescrive che:

- *il dimensionamento dei nuovi impianti di gestione delle acque di prima pioggia, dovrà essere effettuato tenendo conto delle disposizioni nazionali e regionali vigenti, in particolare le delibere di Giunta Regionale 286/2005 e 1860/2006; a tal fine, considerata l'estensione territoriale dell'intervento, le caratteristiche delle attività e degli usi presenti e futuri delle aree esterne, nonché tutte le molteplici procedure operative, gestionali e di sicurezza adottate e da adottarsi, si ritiene accettabile e compatibile con i criteri di cui al punto 3.1 della delibere di Giunta Regionale 286/2005, la scelta progettuale di riferirsi ad un volume di mc 25 per ettaro, per definire il volume di prima pioggia da separare fisicamente e sottoporre a trattamento;*
- *[...]*
- *con riferimento all'Area ovest, qualora lo studio idraulico richiesto ne evidenzi la necessità, dovrà essere verificata la possibilità di immettere, previa adeguata laminazione, le sole acque non contaminate (acque di seconda pioggia provenienti dal dilavamento del piazzale aeromobili e dall'area dedicata al deposito carburanti, unitamente a quelle provenienti dal dilavamento delle altre superfici pavimentate e a quelle derivanti dal dilavamento delle superfici coperte) nel limitrofo Fosso Cava; per lo smaltimento delle acque reflue domestiche, delle acque reflue di dilavamento/industriali (bacini di contenimento) e delle acque di prima pioggia della zona deposito carburanti Jet A1, dovrà essere realizzata un'apposita rete*

fognaria da collegarsi alla rete fognaria pubblica nera o mista esistente del Comune di Bologna, secondo le indicazioni che fornirà il gestore della rete fognaria; ogni singolo bacino di contenimento dei serbatoi carburanti dovrà avere una capacità minima pari ad un terzo del volume massimo stoccabile all'interno dei relativi serbatoi e comunque non inferiore al volume del serbatoio più grande in esso presente;

In definitiva quindi devono essere trattate le acque meteoriche di prima pioggia provenienti dal piazzale aeromobili con riferimento ad un range tra 2,5 mm-5mm di pioggia distribuiti uniformemente su tutta la superficie di raccolta.

4 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

L'area oggetto di intervento si colloca tra la taxiway T a nord, la taxiway TV e il piazzale TAG a ovest, la strada di servizio a sud e l'attuale piazzale aeromobili a est e copre una superficie di circa 4.5 ha di cui 4.2 attualmente coperti da superficie verde.

All'interno della pianificazione dei nuovi interventi descritta nel Masterplan 2009-2023 l'area oggetto di intervento rientra nella zona identificata come Area Ovest.

Come indicato nello studio sulla rete di drenaggio dell'aeroporto, tale area trova recapito nella cava Olmi e quindi nel fosso consorziale Fontana. Questo ha una capacità di deflusso pari a 1,5mc/s.

L'area dove verrà realizzato il nuovo piazzale aeromobili non è servita da una rete di raccolta delle acque meteoriche in quanto la capacità di smaltimento è totalmente affidata alla permeabilità del terreno, tuttavia l'area è attraversata in direzione SE-NO da due infrastrutture idrauliche di dimensioni considerevoli.

La prima funge da recapito per le reti di progetto previste.

Essa consiste in una condotta scatolare che funge da collettamento delle portate e invaso dei volumi di pioggia che vengono raccolti nel piazzale aeromobili esistente e nelle relative vie di accesso e taxiway esistenti. L'attraversamento della zona di intervento avviene con un primo tratto in condotte circolari di diametro 200 cm, un secondo tratto in condotte scatolari di dimensioni interne 320x270 cm e un terzo tratto in condotte scatolari 450x300 cm. L'ultimo tratto sottopassa la taxiway TV e termina in un pozzetto di grandi dimensioni dal quale esce un condotto DN1400 che funziona da limitatore di portata permettendo la funzione di invaso dello scatolare. Questo condotto convoglia le portate alla cava Olmi.

La seconda è il collettore scatolare 400x250 cm di recente realizzazione che costituisce il tratto tombinato dello scolo Canocchia. Il collettore attraversa tutta l'area di intervento e nei pressi della taxiway TV si unisce al collettore scatolare 300x300 che attraversa tutta l'infrastruttura aeroportuale verso nord, sottopassando vie di rullaggio e pista, per poi riemergere nella parte superiore del sedime.

All'interno dell'area di intervento la prima infrastruttura idraulica è caratterizzata dalla presenza di due botti a sifone, la prima realizzata con un tratto di condotta DN2000 per permettere l'attraversamento a quota superiore dello scatolare Canocchia, la seconda realizzata con tre tubazioni DN1200 affiancate per l'attraversamento della condotta di oleodotto denominata POL. Attualmente si sta realizzando lo spostamento dell'oleodotto dall'area di intervento pertanto nella presente progettazione la sua presenza non viene presa in considerazione.

Per maggiori dettagli riguardo alla rete attuale si rimanda alla tavola allegata "D070100 Sistemazioni idrauliche Planimetria Stato di Fatto".

5 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

La realizzazione del nuovo piazzale aeromobili del terzo lotto insiste su un'area di intervento che si estende per circa 5.4 ha. Di questi circa 1 ha è coperto da superfici impermeabili, mentre i restanti 4.4 ha, circa, sono costituiti da aree verdi.

Quindi, l'intervento in oggetto provoca l'impermeabilizzazione di una superficie pari a circa 44200 mq di cui 38.000 mq di nuova pavimentazione. 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 Fontana.

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

La normativa sul trattamento delle acque di dilavamento impone invece la realizzazione di impianti di trattamento delle acque di prima pioggia. Si riportano di seguito per punti gli interventi di materia idraulica in progetto:

- Posa di canalette prefabbricate in calcestruzzo armato vibrocompresso, aventi larghezza pari a 30/40 cm e altezza variabile. Queste sono dotate di griglie in ghisa sferoidale F900 per la raccolta delle acque meteoriche del nuovo piazzale aeromobili.
- Posa di una nuova rete di condotte di trasporto, in calcestruzzo e pvc, con diametri compresi tra DN315 e DN800.
- Realizzazione di due impianti di trattamento delle acque di prima pioggia in continuo lungo le due condotte di collettamento, prima dell'immissione nella rete esistente, con capacità di trattamento di ognuna pari a 125 l/s;
- Ampliamento del volume di invaso fornito dagli scatolari esistenti tramite la posa un nuovo scatolare di dimensioni interne 400x300 cm per una lunghezza di 220m. Il nuovo tratto di scatolare viene affiancato a quello esistente 450x300 cm e collegato ad esso tramite due tratti di tubazioni a sezione rettangolare 200x150 cm.

Per maggiori dettagli riguardo alla rete attuale si rimanda alla tavola allegata "D070200 Sistemazioni idrauliche Planimetria Stato di Progetto".

5.1 Interferenze con le reti esistenti

La presenza delle due condotte, il tratto tombinato dello scolo Canocchia e il collettore scatolare del piazzale esistente rappresentano un vincolo importante nella definizione del sistema di raccolta e smaltimento del nuovo piazzale. A causa della loro collocazione altimetrica poco profonda (ricoprimento compreso tra 0.40 e 1 m) non è possibile realizzare attraversamenti con nuove tubazioni superiormente. D'altra parte sono da evitare gli attraversamenti inferiormente tramite botti a sifone.

La scelta progettuale adottata permette di evitare gli attraversamenti suddividendo l'area di intervento in due sottobacini indipendenti e omogenei per estensione che confluiscono in due diversi pozzetti della rete di collettamento esistente.

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.

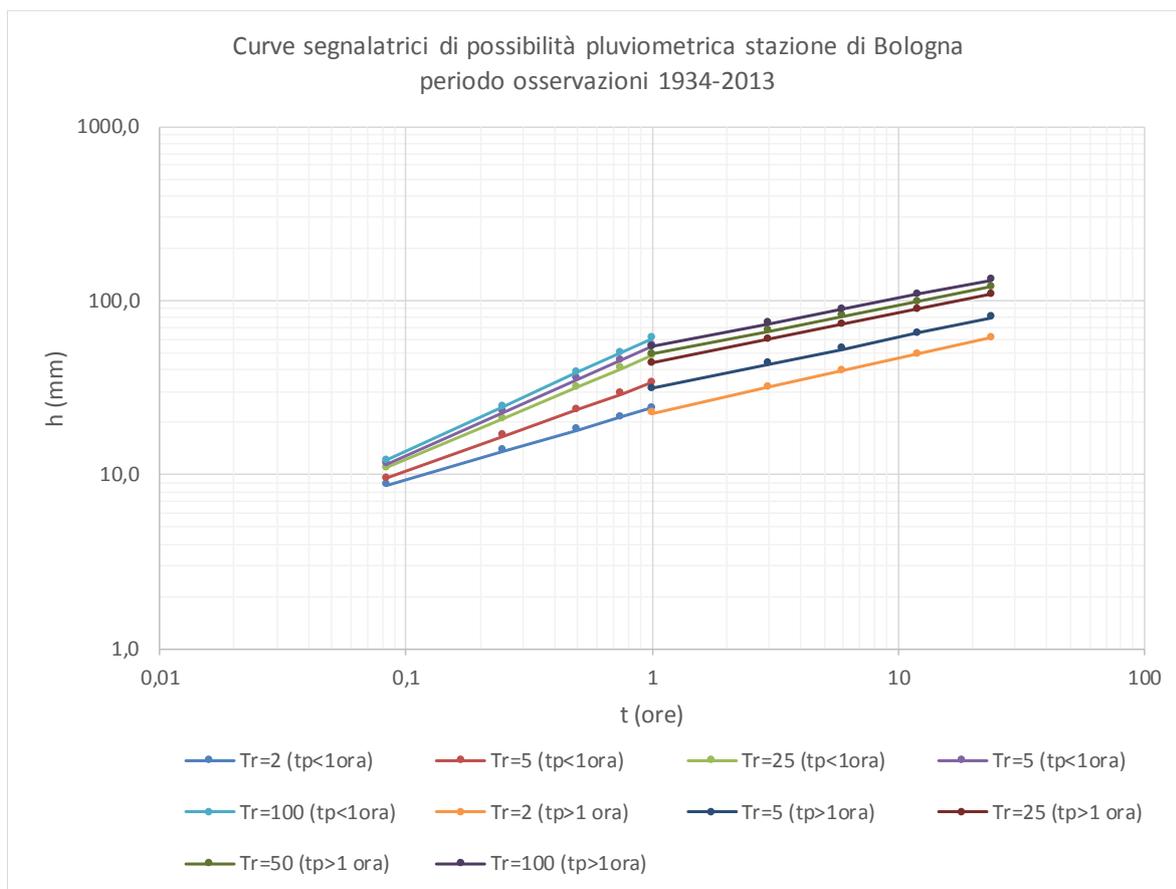


Figura 6-1. Rappresentazione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica relative alle precipitazioni massime effettive per diverse durate e tempi di ritorno.

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

Superficie	Coefficiente di deflusso ϕ
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:

$$\phi = \frac{\sum \phi_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

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.

Si riportano di seguito le caratteristiche dell'area oggetto di intervento.

6.3 Lo stato di fatto

L'area oggetto di intervento s copre una superficie di circa 5.4ha di cui 4.4ha attualmente coperti da superficie verde.

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

Area	Stato di Fatto		
	S [mq]	ϕ	S ϕ [mq]
agricola		0.1	0.00
verde	44163.75	0.2	8832.75
semipermeabile	0.00	0.3	0.00
impermeabile	10014.04	1.0	10014.04
Totale (mq)	54177.79	34.8%	18846.79
Totale (ha)	5.42		

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

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

Stato di Progetto			
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	54177.79	1.00	54177.79
Totale (mq)	54177.79	100.0%	54177.79
Totale (ha)	5.42		

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

Il bacino di trasformazione, ovvero l'ulteriore impermeabilizzazione introdotta dal layout di progetto, sul quale applicare il principio di invarianza idraulica, ha le seguenti caratteristiche.

Bacino di trasformazione			
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	44163.75	1.00	44163.75
Totale (mq)	44163.75	100.0%	44163.75
Totale (ha)	4.42		

Tabella 6-5: Superfici e caratteristiche di permeabilità dell'area di trasformazione allo stato di progetto.

6.5 Corpo idrico ricettore

La nuova rete di raccolta e collettamento avrà due punti di recapito nel collettore esistente che funge da laminazione e invaso delle acque raccolte dai piazzali airside per poi recapitare le acque laminate alla cava Olmi e quindi al fosso Fontana.

Si individuano due punti di recapito:

- il primo nel pozzetto a monte della botte a sifone che sottopassa lo scatolare Canocchia,
- il secondo nel pozzetto a monte del tratto di scatolare 450x300.

Si prevede, inoltre, un nuovo scatolare di invaso che funziona parallelamente a quello esistente e che garantisce l'invaso dei nuovi volumi meteorici generati dall'impermeabilizzazione di progetto.

Per questo la capacità di invaso e di deflusso delle opere attuali vengono preservate.

In ogni caso, Il collettore che funge da recapito è stato posato secondo la pianificazione prevista dal Masterplan 2009-2023 per cui tiene conto anche delle acque defluenti dal piazzale di progetto che rientra nelle opere previste dal Maspterplan.

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].

Il piazzale di progetto è suddiviso in due sottobacini dei quali si riportano sotto le estensioni e le portate meteoriche di afflusso per un tempo di ritorno pari a 25anni.

Denominazione sottobacino	Bacino Nord	Bacino Sud
Tempo di precipitazione T_p min	15.00	10.00
Area afferente Impermeabile S [mq]	23320.00	19989.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	1.00	1.00
Area afferente semipermeabile S [mq]	0.00	0.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	0.60	0.60
Area afferente verde S [mq]	0.00	0.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	0.20	0.20
Area di deflusso $S\phi$ [mq]	23320.00	19989.00
Altezza di pioggia h [mm]	21.09	16.54
Volume defluente W_e [mc]	491.90	330.59
Contributo di invaso [mc/ha]	210.93	165.38
Intensità di pioggia j [mm/ora]	84.37	99.23
Portate [mc/s]	0.547	0.551
Portate [mc/h]	1967.60	1983.51

Figura 7-1: portate di progetto TR25anni per i due sottobacini scolanti.

I sottobacini sono stati ulteriormente suddivisi per individuare le portate afferenti ad ogni singolo tratto di rete in progetto.

Denominazione sottobacino	P1-P2	P2-P5	P4-P5	P5-P6	P6-P7
Tempo di precipitazione T_p min	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Area afferente Impermeabile S [mq]	3010.00	3010.00	7329.00	19989.00	19989.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area afferente semipermeabile S [mq]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Area afferente verde S [mq]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Area di deflusso $S\phi$ [mq]	3010.00	3010.00	7329.00	19989.00	19989.00
Altezza di pioggia h [mm]	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54
Volume defluente W_e [mc]	49.78	49.78	121.21	330.59	330.59
Contributo di invaso [mc/ha]	165.38	165.38	165.38	165.38	165.38
Intensità di pioggia j [mm/ora]	99.23	99.23	99.23	99.23	99.23
Portate [mc/s]	0.083	0.083	0.202	0.551	0.107
Portate [mc/h]	298.68	298.68	727.26	1983.51	384.30

Figura 7-2: portate di progetto TR25anni afferenti ad ogni tratto di rete in progetto.

Denominazione sottobacino	P7-P8	P8-P9	P6-P60	P60-P61	P61-P7
Tempo di precipitazione T_p min	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Area afferente Impermeabile S [mq]	19989.00	19989.00	19989.00	19989.00	19989.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area afferente semipermeabile S [mq]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Area afferente verde S [mq]	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Area di deflusso $S\phi$ [mq]	19989.00	19989.20	19989.40	19989.60	19989.80
Altezza di pioggia h [mm]	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54
Volume defluente W_e [mc]	330.59	330.59	330.59	330.60	330.60
Contributo di invaso [mc/ha]	165.38	165.39	165.39	165.39	165.39
Intensità di pioggia j [mm/ora]	99.23	99.23	99.23	99.23	99.23
Portate [mc/s]	0.107	0.551	0.444	0.444	0.444
Portate [mc/h]	384.30	1983.53	1599.23	1599.23	1599.23

Figura 7-3: portate di progetto TR25anni afferenti ad ogni tratto di rete in progetto.

Denominazione sottobacino	P10-P11	P11-P12	P12-P13	P13-P14	P14-P15
Tempo di precipitazione T_p min	10.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Area afferente Impermeabile S [mq]	10052.00	15080.00	19200.00	23320.00	23320.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area afferente semipermeabile S [mq]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Area afferente verde S [mq]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Area di deflusso $S\phi$ [mq]	10052.00	15080.00	19200.00	23320.00	23320.00
Altezza di pioggia h [mm]	16.54	21.09	21.09	21.09	21.09
Volume defluente W_e [mc]	166.24	318.09	404.99	491.90	491.90
Contributo di invaso [mc/ha]	165.38	210.93	210.93	210.93	210.93
Intensità di pioggia j [mm/ora]	99.23	84.37	84.37	84.37	84.37
Portate [mc/s]	0.277	0.353	0.450	0.547	0.117
Portate [mc/h]	997.46	1272.36	1619.98	1967.60	419.76

Figura 7-4: portate di progetto TR25anni afferenti ad ogni tratto di rete in progetto.

Denominazione sottobacino	P15-P16	P16-P20	P14-P17	P17-P18	P18-P16
Tempo di precipitazione T_p min	15.00	15.00	15.00	20.00	20.00
Area afferente impermeabile S [mq]	23320.00	23320.00	23320.00	23320.00	23320.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area afferente semipermeabile S [mq]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Area afferente verde S [mq]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coefficiente di permeabilità ϕ	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Area di deflusso S_ϕ [mq]	23320.00	23320.00	23320.00	23320.00	23320.00
Altezza di pioggia h [mm]	21.09	21.09	21.09	25.07	25.07
Volume defluente W_e [mc]	491.90	491.90	491.90	584.57	584.57
Contributo di invaso [mc/ha]	210.93	210.93	210.93	250.67	250.67
Intensità di pioggia j [mm/ora]	84.37	84.37	84.37	75.20	75.20
Portate [mc/s]	0.117	0.547	0.430	0.430	0.430
Portate [mc/h]	419.76	1967.60	1547.84	1547.84	1547.84

Figura 7-5: portate di progetto TR25anni afferenti ad ogni tratto di rete in progetto.

7.2 Dimensionamento dei canali e delle condotte 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.

Le canalette vengono verificate considerando il tirante di monte secondo il profilo di chiamata on tirante critico a valle:

$$y_m = \sqrt{3} y_c$$

dove:

y_m = tirante di monte [m];

y_c = tirante critico di valle [m].

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

Denominazione tratto	C1-P1	C4-P4	C5-P4	C3-P5	C3-P20
Area afferente S [mq]	2709.00	5407.20	1188.90	8685.00	1104.30
Portata Q [mc/s]	0.10	0.20	0.04	0.32	0.04
Lunghezza L [m]	197.80	125.70	32.70	128.80	15.00
Pendenza di fondo i [m/m]	0.002	0.002	0.005	0.002	0.005
Coefficiente di Gauckler Strickler Ks [$m^{1/3}/s$]	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Larghezza b [m]	0.30	0.40	0.30	0.40	0.30
Tirante a moto uniforme Y [m]	0.45	0.56	0.16	0.85	0.15
Altezza interna h [m]	0.50	0.60	0.30	0.90	0.30
Dimensioni interne b*h [mm]	300*500	400*650	300*300	400*900	300*300
Dimensioni esterne b*h [mm]	300*650	400*750	300*450	400*1050	300*450
Area A [mq]	0.15	0.24	0.09	0.36	0.09
Hydraulic radius Rh [m]	0.12	0.15	0.10	0.16	0.10
Capacità di deflusso Q0 [mc/s]	0.11	0.21	0.10	0.34	0.10
Rapporto di portata Q/Q0	0.89	0.93	0.45	0.94	0.42
Grado di riempimento Y/H	0.90	0.94	0.53	0.94	0.51
Velocità di deflusso v [m/s]	0.74	0.88	1.07	0.94	1.07
Tirante critico Yc [m]	0.222	0.291	0.128	0.399	0.122
Tirante di monte Ym [m]	0.39	0.50	0.22	0.69	0.21
Quota terreno monte p.c. [m s.m.m.]	35.80	35.54	35.90	35.57	35.57
Quota terreno valle p.c. [m s.m.m.]	35.80	35.90	35.90	35.65	35.55

Figura 7-6: Caratteristiche tecniche e idrauliche dei canali grigliati di raccolta delle acque meteoriche.

Denominazione tratto	C10-C11	C12-C11	C13-C12	C14-C13	C15-C14
Area afferente S [mq]	4523.40	4523.40	4525.20	3708.00	3708.00
Portata Q [mc/s]	0.12	0.12	0.12	0.09	0.09
Lunghezza L [m]	67.55	68.15	68.15	67.65	65.45
Pendenza di fondo i [m/m]	0.005	0.005	0.005	0.002	0.002
Coefficiente di Gauckler Strickler Ks [$m^{1/3}/s$]	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Larghezza b [m]	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Tirante a moto uniforme Y [m]	0.37	0.37	0.37	0.40	0.40
Altezza interna h [m]	0.55	0.55	0.55	0.50	0.50
Dimensioni interne b*h [mm]	300*550	300*550	300*550	300*500	300*500
Dimensioni esterne b*h [mm]	300*700	300*700	300*700	300*650	300*650
Area A [mq]	0.17	0.17	0.17	0.15	0.15
Hydraulic radius Rh [m]	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Capacità di deflusso Q0 [mc/s]	0.20	0.20	0.20	0.11	0.11
Rapporto di portata Q/Q0	0.64	0.64	0.64	0.78	0.78
Grado di riempimento Y/H	0.68	0.68	0.68	0.81	0.81
Velocità di deflusso v [m/s]	1.19	1.19	1.19	0.74	0.74
Tirante critico Yc [m]	0.260	0.260	0.260	0.205	0.205
Tirante di monte Ym [m]	0.45	0.45	0.45	0.35	0.35
Quota terreno monte p.c. [m s.m.m.]	35.43	35.47	35.48	35.50	35.52
Quota terreno valle p.c. [m s.m.m.]	35.45	35.45	35.47	35.48	35.50

Figura 7-7: Caratteristiche tecniche e idrauliche dei canali grigliati di raccolta delle acque meteoriche.

Denominazione tratto tubazione	P1-P2	P2-P5	P4-P5	P5-P6
Area afferente S [mq]	3010	3010	7329	19989
Portata meteorica Q [mc/s]	0.083	0.083	0.202	0.551
Materiale	CLS	CLS	CLS	CLS
Diametro interno Di [m]	0.400	0.400	0.600	0.800
Diametro nominale DN [mm]	400	400	600	800
Area di deflusso A [mq]	0.13	0.13	0.28	0.50
Pendenza di scorrimento i [m/m]	0.005	0.005	0.003	0.003
Coefficiente di scabrezza Ks [m ^{1/3} /s]	70	70	70	70
Capacità di deflusso Q ₀ [mc/s]	0.13	0.13	0.31	0.66
Rapporto di portata Q/Q ₀	0.62	0.62	0.66	0.84
Grado di riempimento y/D	0.56	0.56	0.59	0.69
Tirante Y [m]	0.22	0.22	0.35	0.55
Raggio idraulico Rh [m]	0.11	0.11	0.17	0.24
Velocità v [m/s]	1.12	1.12	1.15	1.46
Lunghezza L [m]	25.85	11.95	67.75	9.50
Quota terreno monte p.c. [msmm]	35.80	35.92	35.90	35.84
Quota terreno valle p.c. [msmm]	35.92	35.84	35.84	35.86
Quota scorrimento monte q.f. [msmm]	34.14	34.01	34.02	33.62
Quota scorrimento valle q.f. [msmm]	34.01	33.95	33.82	33.59

Figura 7-8: Caratteristiche tecniche e idrauliche dei condotti di trasporto delle acque meteoriche.

Denominazione tratto tubazione	P6-P7	P7-P8	P8-P9	P6-P60
Area afferente S [mq]	19989	19989	19989	19989
Portata meteorica Q [mc/s]	0.100	0.100	0.551	0.451
Materiale	PVC	PVC	CLS	CLS
Diametro interno Di [m]	0.297	0.297	0.800	0.600
Diametro nominale DN [mm]	315	315	800	600
Area di deflusso A [mq]	0.07	0.07	0.50	0.28
Pendenza di scorrimento i [m/m]	0.005	0.005	0.003	0.007
Coefficiente di scabrezza Ks [m ^{1/3} /s]	90	90	70	70
Capacità di deflusso Q ₀ [mc/s]	0.08	0.08	0.66	0.47
Rapporto di portata Q/Q ₀	1.28	1.28	0.84	0.96
Grado di riempimento y/D	1.00	1.00	0.69	0.78
Tirante Y [m]	0.30	0.30	0.55	0.47
Raggio idraulico Rh [m]	0.07	0.07	0.24	0.18
Velocità v [m/s]	1.12	1.12	1.46	1.88
Lunghezza L [m]	3.00	2.00	7.10	3.00
Quota terreno monte p.c. [msmm]	35.86	35.81	35.80	35.86
Quota terreno valle p.c. [msmm]	35.81	35.80	35.79	36.79
Quota scorrimento monte q.f. [msmm]	33.59	33.57	33.06	33.72
Quota scorrimento valle q.f. [msmm]	33.57	33.56	33.04	33.70

Figura 7-9: Caratteristiche tecniche e idrauliche dei condotti di trasporto delle acque meteoriche.

Denominazione tratto tubazione	P60-P61	P61-P7
Area afferente S [mq]	19989	19989
Portata meteorica Q [mc/s]	0.451	0.451
Materiale	CLS	CLS
Diametro interno Di [m]	0.600	0.800
Diametro nominale DN [mm]	600	800
Area di deflusso A [mq]	0.28	0.50
Pendenza di scorrimento i [m/m]	0.007	0.006
Coefficiente di scabrezza Ks [m ^{1/3} /s]	70	70
Capacità di deflusso Q ₀ [mc/s]	0.47	0.93
Rapporto di portata Q/Q ₀	0.96	0.48
Grado di riempimento y/D	0.78	0.49
Tirante Y [m]	0.47	0.39
Raggio idraulico Rh [m]	0.18	0.20
Velocità v [m/s]	1.88	1.84
Lunghezza L [m]	14.05	3.00
Quota terreno monte p.c. [msmm]	36.79	37.79
Quota terreno valle p.c. [msmm]	37.79	35.81
Quota scorrimento monte q.f. [msmm]	33.70	33.40
Quota scorrimento valle q.f. [msmm]	33.60	33.38

Figura 7-10: Caratteristiche tecniche e idrauliche dei condotti di trasporto delle acque meteoriche.

Denominazione tratto tubazione	P10-P11	P11-P12	P12-P13	P13-P14
Area afferente S [mq]	10052	10052	10052	10052
Portata meteorica Q [mc/s]	0.277	0.353	0.450	0.547
Materiale	CLS	CLS	CLS	CLS
Diametro interno Di [m]	0.600	0.600	0.800	0.800
Diametro nominale DN [mm]	600	600	800	800
Area di deflusso A [mq]	0.28	0.28	0.50	0.50
Pendenza di scorrimento i [m/m]	0.005	0.005	0.003	0.003
Coefficiente di scabrezza Ks [m ^{1/3} /s]	70	70	70	70
Capacità di deflusso Q ₀ [mc/s]	0.40	0.40	0.66	0.66
Rapporto di portata Q/Q ₀	0.70	0.89	0.68	0.83
Grado di riempimento y/D	0.61	0.73	0.60	0.69
Tirante Y [m]	0.37	0.44	0.48	0.55
Raggio idraulico Rh [m]	0.17	0.18	0.22	0.24
Velocità v [m/s]	1.51	1.58	1.41	1.46
Lunghezza L [m]	68.15	68.15	67.60	60.45
Quota terreno monte p.c. [msmm]	35.45	35.47	35.48	35.50
Quota terreno valle p.c. [msmm]	35.47	35.48	35.50	35.52
Quota scorrimento monte q.f. [msmm]	33.57	33.23	32.69	32.49
Quota scorrimento valle q.f. [msmm]	33.23	32.89	32.49	32.30

Figura 7-11: Caratteristiche tecniche e idrauliche dei condotti di trasporto delle acque meteoriche.

Denominazione tratto tubazione	P14-P15	P15-P16	P16-P20	P14-P17
Area afferente S [mq]	10052	10052	10052	10052
Portata meteorica Q [mc/s]	0.117	0.117	0.547	0.430
Materiale	PVC	PVC	CLS	0.000
Diametro interno Di [m]	0.297	0.297	0.800	0.600
Diametro nominale DN [mm]	315	315	800	600
Area di deflusso A [mq]	0.07	0.07	0.50	0.28
Pendenza di scorrimento i [m/m]	0.005	0.005	0.003	0.005
Coefficiente di scabrezza Ks [m ^{1/3} /s]	90	90	70	70
Capacità di deflusso Q ₀ [mc/s]	0.08	0.08	0.66	0.40
Rapporto di portata Q/Q ₀	1.50	1.50	0.83	1.09
Grado di riempimento y/D	1.00	1.00	0.69	1.00
Tirante Y [m]	0.30	0.30	0.55	0.60
Raggio idraulico Rh [m]	0.07	0.07	0.24	0.15
Velocità v [m/s]	1.12	1.12	1.46	1.40
Lunghezza L [m]	2.00	2.00	7.65	3.00
Quota terreno monte p.c. [msmm]	35.52	35.50	35.50	35.52
Quota terreno valle p.c. [msmm]	35.50	35.50	35.80	35.50
Quota scorrimento monte q.f. [msmm]	32.30	32.29	31.78	32.40
Quota scorrimento valle q.f. [msmm]	32.29	32.28	31.76	32.39

Figura 7-12: Caratteristiche tecniche e idrauliche dei condotti di trasporto delle acque meteoriche.

Denominazione tratto tubazione	P17-P18	P18-P16
Area afferente S [mq]	10052	10052
Portata meteorica Q [mc/s]	0.430	0.430
Materiale	0.000	0.000
Diametro interno Di [m]	0.600	0.600
Diametro nominale DN [mm]	600	600
Area di deflusso A [mq]	0.28	0.28
Pendenza di scorrimento i [m/m]	0.005	0.005
Coefficiente di scabrezza Ks [m ^{1/3} /s]	70	70
Capacità di deflusso Q ₀ [mc/s]	0.40	0.40
Rapporto di portata Q/Q ₀	1.09	1.09
Grado di riempimento y/D	1.00	1.00
Tirante Y [m]	0.60	0.60
Raggio idraulico Rh [m]	0.15	0.15
Velocità v [m/s]	1.40	1.40
Lunghezza L [m]	14.05	3.00
Quota terreno monte p.c. [msmm]	35.50	35.50
Quota terreno valle p.c. [msmm]	35.50	35.50
Quota scorrimento monte q.f. [msmm]	32.39	32.32
Quota scorrimento valle q.f. [msmm]	32.32	32.30

Figura 7-13: 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 impermeabilizzata è pari a 44200 mq c.a., è necessario realizzare invasi che complessivamente siano in grado di accumulare almeno 2208 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 400x300 m per una lunghezza totale di 218 m. La condotta sarà posta parallelamente allo scatolare 450x300 m esistente che funge da bacino di laminazione per il piazzale aeromobili attuale e collegata ad esso tramite due tratti di tubazioni scatoleari 200 x 150 cm. La pendenza di scorrimento è la stessa dello scatolare esistente con cui comunica, quindi pari a 0.25%.

Denominazione tratto	SC1-SC2	SC2-SC3
Larghezza [m]	4.00	4.00
Altezza [m]	3.00	3.00
Lunghezza [m]	30.00	188.00
Pendenza di scorrimento if [m/m]	0.0025	0.0025
Quota p.c. inizio [m]	35.85	35.85
Quota p.c. fine [m]	35.85	35.85
Quota f.t. inizio [m s.m.m.]	31.50	31.42
Quota f.t. fine [m s.m.m.]	31.42	30.95
Quota di massimo invaso [m s.m.m.]	33.80	
Area liquida media [mq]	9.37	10.46
Volume invasato [mc]	281.10	1966.48
Volume da invasare [mc]	2208.19	
Volume totale invasato [mc]	2247.58	

Figura 8-1: caratteristiche delle opere di invaso e volume invasato.

Il volume invasato è pari a circa 2250mc, maggiore di quello richiesto.

Per maggiori dettagli sulle opere di invaso si rimanda alle tavole allegate "D070200 Sistemazioni idrauliche Planimetria Stato di Progetto", "D070300 Sistemazioni idrauliche Planimetria Demolizioni e Costruzioni", "D070401 Sistemazioni idrauliche Dettagli costruttivi".

9 VERIFICA DEL CORPO IDRICO RICETTORE

Le massime portate calcolate per un tempo di ritorno di 25 anni che vengono recapitate nei due punti di immissione della nuova rete nella rete acque meteoriche esistente sono riassunte nella seguente tabella:

Denominazione sottobacino	Bacino Nord	Bacino Sud
Portate [mc/s]	0.547	0.551
Portate [mc/h]	1967.60	1983.51

Figura 9-1: portate scaricate dai sistemi di trasporto nello scatolare di invaso esistente – TR25anni.

Le condotte di recapito sono in grado di accogliere i picchi di portata così calcolati in quanto sono dimensionate non rispetto alla portata ma per garantire l'invaso richiesto dall'invarianza idraulica.

Inoltre, si prevede l'installazione del nuovo scatolare parallelo all'esistente, tale da garantire l'invaso dei nuovi volumi meteorici.

Per questo, i sistemi di trasporto e invaso delle acque meteoriche in progetto assicurano l'invarianza del regime idraulico del fosso Fontana, che costituisce il recapito finale della rete a servizio dell'area ovest, dove ricade l'intervento di progetto.

Volume invasato [mc]	Portata scaricata [mc/s]
2247.58	0.0441

Nel caso in cui non sia presente un manufatto di laminazione nel pozzetto di scarico dagli scatolari di invaso alla condotta DN1400, sarà necessario verificare la portata scaricabile in relazione all'intera area scolante a tale sezione di chiusura e quindi dimensionare il manufatto limitatore in base a questa.

Per maggiori dettagli sulle opere di invaso si rimanda alle tavole allegate "D070200 Sistemazioni idrauliche Planimetria Stato di Progetto", "D070300 Sistemazioni idrauliche Planimetria Demolizioni e Costruzioni", "D070401 Sistemazioni idrauliche Dettagli costruttivi".

10 SISTEMA DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Le caratteristiche del sito suggeriscono l'adozione di un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia di tipo continuo con pozzetto di bypass in quanto:

- I volumi trattati sono maggiori a parità di dimensione delle vasche;
- Non è necessaria la presenza di opere elettromeccaniche (pompe di sollevamento);
- Permette il trattamento anche di più eventi concomitanti.
- Necessita di minor manutenzione.

Nei sistemi di trattamento in continuo il dimensionamento della vasca di sedimentazione e della vasca di disoleazione, avviene in base alle portate da trattare in continuo e al tempo di ritenzione in vasca necessario a favorire i processi di separazione.

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. Essa definisce le acque di prima pioggia come i 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.

L'articolo 8 del DGR n.286/2005 distingue tre casi per quanto la gestione delle acque meteoriche di dilavamento. L'intervento di progetto ricade nel caso 1 essendo una superficie impermeabile scoperta il cui dilavamento si esaurisce nell'arco di tempo definito per la valutazione delle acque di prima pioggia (15 minuti).

Per cui si prevede la separazione delle acque di prima e seconda pioggia per trattare le prime piogge e inviare le seconde direttamente allo scarico terminale.

Data la destinazione d'uso del piazzale, la portata di prima pioggia è valutata per i primi 4,5mm uniformemente distribuiti sull'intero bacino per un tempo massimo di 15 minuti.

L'area di intervento è suddivisa in due sottobacini, per ognuno dei quali si prevede un impianto di trattamento prima dell'immissione nella rete principale, si riporta nella tabella seguente il calcolo delle portate di progetto di prima pioggia da inviare a trattamento.

Trattamento 1 ^a pioggia		Bacino nord	Bacino sud
Altezza di pioggia h	[mm]	4.5	4.5
Superficie totale	[mq]	23320.00	19989.00
Sup. totale	ha	2.332	1.999
Coefficiente di Deflusso		1.00	1.00
Tempo di corrivazione	min	15	15
Volume Prima Pioggia	mc	105	90
Q trattamento	l/s	117	100

Tabella 10-1 Portate di prima pioggia da inviare al trattamento

Il sistema di trattamento per ogni sottobacino previsto verrà realizzato con vasche monoblocco prefabbricate in calcestruzzo con capacità di trattamento superiore a quella minima sopra calcolata (pari a 125l/s).

Nello specifico ogni impianto sarà composto da:

- 1 pozzetto scolmatore by-pass con la funzione di separare le acque di prima pioggia da quelle di seconda pioggia.
- 1 vasca dissabbiatrice per la sedimentazione delle particelle sabbiose per gravità;
- 1 disoleatore/separatore oli con filtri a coalescenza e dispositivo di chiusura automatica che ha la specifica funzione di separare naturalmente, senza l'ausilio di additivi chimici gli oli minerali e gli idrocarburi presenti nelle acque reflue in ingresso,
- Ogni vasca di dissabbiatura deve essere dotata di una soglia tarata, appositamente posizionata in maniera da permettere lo sfioro delle acque di "seconda pioggia" che essendo diluite come carico inquinante possono essere inviate direttamente al ricettore attraverso un bypass.

Nella figura seguente è indicata la sezione tipologica dell'impianto di trattamento.

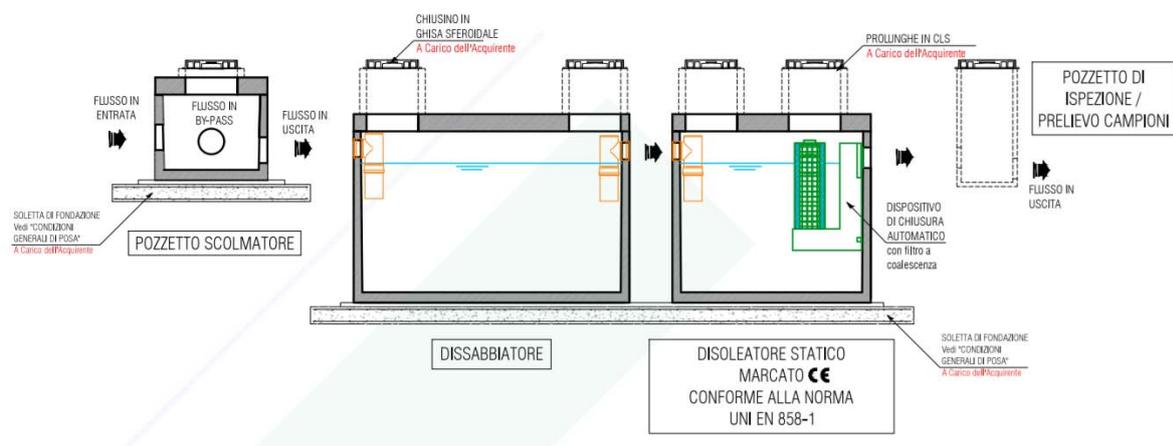


Figura 10-1 Schema tipologico di sistema di trattamento in continuo costituito da 1 vasca di sedimentazione e 1 vasca di disoleazione in serie.

Per maggiori dettagli sugli impianti di trattamento si rimanda alla tavola allegata "D070401 Sistemazioni idrauliche Dettagli costruttivi".

11 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 Fontana, recapito finale dell'intera area Ovest.

Di contro la realizzazione di un sistema dipendente da quello esistente necessita di maggiori accorgimenti in fase di progettazione per la verifica delle iterazioni tra i due. È opportuno pertanto che nelle successive fasi progettuali si analizzi il comportamento idraulico della porzione di sedime aeroportuale che recapita nel fosso Cava, e che comprende il nuovo piazzale in progetto, anche tramite strumenti di modellazione idraulica, con il fine di:

- definire la capacità di invaso residua della rete esistente e in tal modo poter eventualmente ridurre le dimensioni della nuova condotta di invaso in progetto;
- verificare che le quote di posa della nuova rete e le quote di sbocco nella rete esistente, in relazione ai livelli idrici che si possono realizzare negli invasi, non determinino fenomeni di rigurgito e garantiscano il corretto smaltimento delle acque dal piazzale;

L'analisi del comportamento del sistema idraulico nello stato di progetto finale potrà essere conseguita solo a seguito di un rilievo di dettaglio della rete meteorica nello stato di fatto.