



Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

AEROPORTO "L. DA VINCI" FIUMICINO - ROMA



REALIZZAZIONE NUOVI PIAZZALI IN AREA OVEST - 2^A FASE

PROGETTO ESECUTIVO

Idraulica

Relazione di Calcolo del Nuovo Sistema di Captazione e Smaltimento Acque Meteoriche di Piattaforma

<p>IL PROGETTISTA SPECIALISTICO</p> <p>Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia n. 1739</p>	<p>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</p> <p>Ing. Alessandro Allegrucci Ord. Ingg. Roma n. A 20455</p> <p>CAPO PROGETTO</p>	<p>IL DIRETTORE TECNICO</p> <p>Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano n. 16492</p> <p>DIREZIONE OPERATIVA TECNICA E PROGETTAZIONE</p>
---	--	--

RIFERIMENTI COMMITTENTE: rif. DSA.037/09..A1 Incarico: U005431 del 08.08.2013						DATA: 05/2016		REVISIONE												
RIFERIMENTI ELABORATO:								n. data												
DIRETTORIO			FILE																	
Codice Commessa	N.	Unità / Ufficio	Classe	Argomento	N. elaborato	Rev.	SCALA: ---													
0	A	6	6	2	X	1	P	I	V	O	C	I	D	R	0	0	1	-		

 gruppo Atlantia	RESPONSABILE Progettazione Infrastrutture di volo Ing. Gregorio Maria Ulini		ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :		
			ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :		-
	CONSULENZA A CURA DI :		IL RESPONSABILE UNITA' UFFICI SPECIALISTICI:		Ing. Andrea Tanzi Ord. Ingg. Parma n. 1154

Visto del Committente: **Aeroporti di Roma S.p.A.**

<p>IL RESPONSABILE DELL' INIZIATIVA</p> <p>Ing. Giorgio Gregori DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURE</p>	<p>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p>Ing. Nunzio D'Auria PROGRAM MANAGER INFRASTRUTTURE DI VOLO E VIABILITA' DI ACCESSO</p>	<p>IL POST HOLDER DI AREA:</p> <p>PROGETTAZIONE INFRASTRUTTURE E SISTEMI Ing. Paolo Cambula</p> <p>AREA MOVIMENTO Ing. Marco Pellegrino</p> <p>MANUTENZIONE FCO CIVILE, IMPIANTI E SISTEMI Ing. Ivan Bassato</p>
---	---	--

INDICE

1. PREMESSA	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	4
2.1 NORMATIVA NAZIONALE.....	4
2.2 NORMATIVA REGIONALE.....	6
3. ANALISI IDROLOGICA	7
3.1 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	7
3.2 TEMPO DI RITORNO ASSUNTO PER LA PROGETTAZIONE.....	7
3.3 DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO.....	9
4. VERIFICHE IDRAULICHE	11
4.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI RACCOLTA	11
4.1.1 <i>Canaletta grigliata in CLS</i>	11
4.1.2 <i>Canaletta grigliata in PEAD</i>	13
4.2 DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI IN PP.....	15
5. DEVIAZIONE DEL COLLETTORE ESISTENTE A SERVIZIO DEL LATO EST DEL PIAZZALE	20
5.1 TRATTO DI COLLETTORE ESISTENTE DA DEVIARE.....	20
5.2 DEVIAZIONE IN PROGETTO.....	20
6. CONCLUSIONI	21

1. **PREMESSA**

La presente relazione descrive le verifiche idrauliche effettuate per il dimensionamento del sistema di drenaggio relativo all'ampliamento del Piazzale Ovest ubicato ad est della Pista di Volo 16R/34L presso l'aeroporto "Leonardo da Vinci di Fiumicino.

La rete idraulica in progetto ha lo scopo di raccogliere e allontanare le piogge che cadono sul piazzale in progetto. Il sistema è sostanzialmente composto dagli elementi di raccolta, costituiti da canalette grigliate continue in calcestruzzo e in PEAD, e dagli elementi di convogliamento, costituiti da tubazioni in PEAD, posti in essere nell'area di intervento.

Come recapito finale stati individuati due collettori esistenti che sono presenti nell'area di intervento. Il primo denominato "*collettore Ovest*", scorre nella parte Ovest del piazzale, mentre il secondo scorre in corrispondenza della parte Est del piazzale ed è individuato dai pozzetti esistenti n. 84, 76, 71, 38, 42, 45, 46, 47.

I contributi afferenti a quest'ultimo collettore rimangono, in termini quantitativi, immutati rispetto allo stato attuale per cui è garantita l'invarianza idraulica. Tuttavia risulta però necessario deviare questo collettore nella tratta compresa tra i pozzetti 71 e 46, per poter garantire un ricoprimento adeguato degli stessi. La deviazione prevede la posa di due tubazioni in PEAD DN1000 in grado di garantire un miglioramento delle condizioni di deflusso rispetto alla situazione attuale. Per la zona Est del piazzale rimangono quindi confermate le verifiche idrauliche svolte nel Progetto Definitivo, previa una riverifica degli interassi di scarico adottati per gli elementi di raccolta e delle dimensioni dei collettori di convogliamento.

Per quanto riguarda il collettore Ovest invece, allo stato attuale, esso non è in grado di ricevere e smaltire senza rigurgiti e allagamenti le maggiori portate derivanti dall'aumento della superficie pavimentata.

Si rende quindi necessario un suo potenziamento idraulico per renderlo compatibile con le portate drenate dal nuovo piazzale in progetto. **Tale intervento di adeguamento e potenziamento è già stato sviluppato nell'ambito di un altro progetto e dovrà realizzarsi prima della realizzazione della rete di drenaggio del Piazzale Ovest di II Fase. Analogamente i pozzetti di scarico nel collettore**

Ovest e nel suo potenziamento andranno realizzati prima della realizzazione della rete di drenaggio oggetto del presente progetto.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Normativa nazionale

Di seguito vengono riportate le principali leggi nazionali specifiche all'ambito di interesse, accompagnate da un breve stralcio descrittivo.

- *L. 319/76 (Legge Merli)*

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. La legge sancisce l'obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.

- *L. 431/85 (Legge Galasso)*

Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

- *L. 183/89*

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1). Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12). Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).

- *DL 04-12-1993 n° 496*

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).

- *L. 36/94 (Legge Galli)*

Disposizioni in materia di risorse idriche.

- *DPCM 4/3/96*

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).

- *D. Lgs. 152/99*

Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento.

- *D Lgs. 152/2006*

Ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Tale Decreto legislativo disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Istituisce i distretti idrografici nei quali sarà istituita l'Autorità di bacino distrettuale, che va a sostituire la o le Autorità di Bacino previste dalla legge n. 183/1989. In forza del recente D. Lgs. 8 novembre 2006, n. 284, nelle more della costituzione dei distretti idrografici di cui al Titolo II della Parte terza del d.lgs. 152/2006 e della revisione della relativa disciplina legislativa con un decreto legislativo correttivo, le Autorità di Bacino di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183, sono prorogate fino alla data di entrata in vigore del decreto correttivo che, ai sensi dell'articolo 1, comma 6, della legge n. 308 del 2004, definisca la relativa disciplina. Fino alla data di entrata in vigore del decreto legislativo correttivo di cui al comma 2-bis dell'articolo 170 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, come inserito dal comma 3, sono fatti salvi gli atti posti in essere dalle Autorità di Bacino dal 30 aprile 2006. Inoltre l'articolo 113 del medesimo Decreto legislativo, stabilisce, in materia di controllo dell'inquinamento prodotto dal dilavamento delle acque meteoriche, che "...le regioni disciplinano: b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque di dilavamento ...siano sottoposte a particolari prescrizioni..", art. 113 comma 1, e che "... i casi in cui può essere richiesto.. siano convogliate e opportunamente trattate.. in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose..", art. 113 comma 3.

- *DM 14/01/2008*

"Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni". Il decreto si compone di due articoli e precisamente dell'articolo 1 con cui viene approvato il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni ad eccezione delle tabelle 4.4.III e 4.4.IV e del Capitolo 11.7. Le nuove norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 settembre 2005. Nel paragrafo 5.1.7.4, denominato "Smaltimento dei liquidi provenienti dall'impalcato", si prescrive che: "... il progetto del ponte deve essere corredato dallo schema delle opere di convogliamento e di scarico. Per opere di particolare importanza, o per la natura dell'opera stessa o per la natura dell'ambiente circostante, si deve prevedere la realizzazione di un apposito impianto di depurazione e/o decantazione." Successivamente con il DM 06/05/2008

"Integrazioni al decreto 14 gennaio 2008" sono stati approvati il capitolo 11.7 e le tabelle 4.4.III e 4.4.IV del testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni allegate al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

- *Decreto n. 131 del 16/06/2008*

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto (GU n. 187 del 11/08/2008 - Suppl. Ordinario n. 189).

- *Decreto n. 56 del 14/04/2009*

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo" (GU n.124 del 30/05/2009 - Suppl. Ordinario n. 8).

2.2 Normativa Regionale

- *Delibera del Consiglio Regionale 27/09/07 n.42*

Approvazione del Piano di Tutela delle Acque. Tale piano, persegue il mantenimento della risorsa idrica. Le Norme di Attuazione del Piano all'articolo 24 (Acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne), disciplinano ai sensi del comma 3 dell'articolo 113, del Decreto legislativo 3 aprile 2006 n°152, "...le acque...dei piazzali e aree esterne industriali dove avvengono lavorazioni...", indicando che "...devono essere convogliate ed opportunamente trattate, prima dello scarico nel corpo ricettore...". Inoltre definisce, art. 24, comma 7, le acque di prima pioggia. Le acque di dilavamento delle superfici stradali/autostradali non vengono disciplinate da tale norma e, pertanto, non devono essere sottoposte a trattamento di tipo qualitativo.

3. ANALISI IDROLOGICA

3.1 Curve di possibilità pluviometrica

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica si è fatto riferimento alla metodologia VAPI secondo la quale l'altezza di pioggia è determinata attraverso la seguente relazione:

$$h = \frac{a * d}{(b + d)^m} * ARF$$

dove:

- h [mm] = altezza di pioggia;
- a è funzione del tempo di ritorno T_R ;
- d [ore] = tempo di pioggia;
- b [ore] = 0.1705;
- $m = 0.7881$;
- ARF [-] = "Areal Reduction Factor".

$$ARF = [1 + 0.02 * A^{0.37} * d^{0.48}]^{-2}$$

Nella tabella seguente si riportano i valori assunti dal parametro a in funzione del tempo di ritorno.

T_R [anni]	a
200	141.10
100	119.48
50	98.26
20	73.40
10	59.36

Tabella 1 – Valori assunti dal parametro a in funzione del tempo di ritorno.

3.2 Tempo di ritorno assunto per la progettazione

La grandezza comunemente presa a riferimento come valore di progetto (per esempio, per valutare il grado di protezione dagli allagamenti offerto dalla rete di drenaggio) è il tempo di ritorno T_R della portata di dimensionamento. Questo indica il numero di anni in cui il superamento del valore assegnato avviene mediamente una volta; alternativamente, il tempo di ritorno rappresenta il numero di anni che in

media separano il verificarsi di due eventi di entità eguale o superiore alla soglia assegnata. Il tempo di ritorno da assumere alla base della progettazione deve essere da un lato sufficientemente elevato da garantire il buon funzionamento della rete idraulica, e dall'altro accuratamente ponderato onde consentire un dimensionamento non eccessivamente oneroso. Si tratta, quindi, di trovare il giusto compromesso tecnico-economico. La scelta del valore del tempo di ritorno da utilizzare nell'analisi idraulica è stata eseguita sulla base della tipologia e dell'importanza strategica e funzionale delle singole opere in progetto, basandosi su un'attenta analisi del cosiddetto rischio d'insufficienza. Si definisce rischio associato ad una certa portata la probabilità che la portata stessa sia superata almeno una volta in un numero prefissato di anni; pertanto il rischio dipende dall'estensione del periodo considerato e dalla portata in esame, ovvero dal suo tempo di ritorno. Se il dimensionamento dell'opera è stato condotto con riferimento alla portata $Q(T_R)$ di T_R anni di tempo di ritorno, il rischio $R_N[Q(T_R)]$, ovvero la probabilità che, durante N anni di funzionamento, l'opera risulti insufficiente una o più volte, è esprimibile come:

$$R_N[Q(T_r)] = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^N$$

La tabella seguente fornisce i valori del rischio di insufficienza di un'opera dimensionata sulla base di un valore di portata corrispondente ad un tempo di ritorno di 20 anni:

Anni di vita dell'opera N [anni]	Rischio d'insufficienza RN [%]
5	22.62
10	40.13
20	64.15
25	72.26
50	92.31
100	99.41
200	100.00

Tabella 2 - Valutazione del rischio d'insufficienza per $T_R = 20$ anni

Dalla tabella risulta che il verificarsi di uno o più crisi di una rete di drenaggio durante il suo periodo di funzionamento sia un evento alquanto probabile, praticamente certo. Ciò peraltro corrisponde ad una precisa scelta progettuale, in quanto il contenimento del rischio di insufficienza della rete comporta la necessità di incrementare sensibilmente il tempo di ritorno di progetto, con i conseguenti (ed in genere inaccettabili) incrementi delle dimensioni ed aggravii dei costi delle canalizzazioni. Discende da ciò che nei calcoli di verifica o dimensionamento occorre preliminarmente stabilire quale rischio d'insufficienza si vuole accettare. In altri termini occorre fissare il valore del tempo di ritorno T_R di progetto. La scelta di T_R discende da un compromesso tra l'esigenza di contenere la frequenza delle insufficienze idrauliche e la necessità di contenere le dimensioni dei collettori.

Per il dimensionamento degli elementi di raccolta e di convogliamento del piazzale si è scelto di fare riferimento a un tempo di ritorno di 20 anni.

3.3 **Definizione delle portate di progetto**

Una volta effettuata la stima dei parametri della curva di possibilità pluviometrica si è proceduto al calcolo della massima portata al colmo di piena utilizzando il *metodo razionale* (o *di corrivazione*) secondo cui la massima portata al colmo si verifica per una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino.

Il modello adottato ammette la determinazione di due parametri fondamentali e basilari per poter raggiungere una rappresentazione abbastanza accettabile del fenomeno delle piene: il tempo di corrivazione ed il coefficiente di deflusso (equivalente al coefficiente di assorbimento orario nella nomenclatura del metodo italiano). Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso f , trattandosi di superfici completamente pavimentate, è stato assunto un valore pari ad 0.9, mentre per la determinazione del tempo di corrivazione occorre fare qualche considerazione in merito a tale parametro.

In base alla teoria dell'onda cinematica si ha che la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Trascurando il tempo di percorrenza dell'elemento da dimensionare si ha che il tempo di corrivazione è pari al tempo di afflusso da una falda piana che è dato dalla seguente formula:

$$t_a = t_c = 3.26 (1.1 - \varphi) \frac{L_{eff}^{0.5}}{j^{1/3}}$$

dove:

$j = \sqrt{j_l^2 + j_t^2}$ pendenza della strada lungo la linea di corrente (j_l pendenza longitudinale; j_t pendenza trasversale);

$L_{eff} = b \left[1 + \left(\frac{j_l}{j_t} \right)^2 \right]^{1/2}$ lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le

canalizzazioni a lato della carreggiata.

Nel presente progetto si è adottato un tempo di corrivazione costante per tutti gli elementi pari a **10 minuti** in quanto viste le pendenze molto basse delle arre scolanti i tempi di corrivazione calcolati risultano maggiori. La scelta di adottare un tempo di corrivazione costante pari a 10 minuti risulta quindi a favore di sicurezza.

Si sono quindi individuate le aree scolanti afferenti a ciascun tratto in progetto e sulla base delle considerazioni fatte sopra per ognuna di esse è stata calcolata la portata di progetto corrispondente ad un tempo di ritorno di 20 anni.

Con riferimento alla planimetria delle aree scolanti (tavola IDR003) nella tabella seguente si riportano le principali caratteristiche delle aree a la portata di progetto calcolata.

Area scolante	Superficie [mq]	T_{CORRIVAZIONE} [h]	ARF	i [mm/h]	Q_{PROGETTO} [mc/s]
1	14744	0.167	0.996	172.29	0.64
2	17147	0.167	0.996	172.25	0.74
3	17312	0.167	0.996	172.25	0.75
4	15606	0.167	0.996	172.28	0.67
5	7016	0.167	0.997	172.44	0.30
6	3301	0.167	0.998	172.55	0.14
7	2774	0.167	0.998	172.57	0.12
8	8112	0.167	0.997	172.41	0.35
9	7456	0.167	0.997	172.43	0.32

Tabella 3 – Aree scolanti e portate di progetto afferenti

4. VERIFICHE IDRAULICHE

4.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta

La raccolta delle acque affluenti sul piazzale Ovest viene effettuata con elementi continui, dimensionati per soddisfare in modo corretto la loro funzione che è quella di limitare i tiranti idrici sulla pavimentazione a valori compatibili con la transitabilità, per garantire la dovuta sicurezza del sistema infrastruttura. Nel presente progetto vengono utilizzati come elementi di raccolta le canalette grigliate in calcestruzzo per l'area del piazzale, e la canaletta grigliata in PEAD per la viabilità perimetrale.

Il dimensionamento di entrambe consiste nel determinare gli interassi dei pozzetti di scarico calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente per unità di lunghezza.

Per le dimensioni e le caratteristiche realizzative degli elementi di drenaggio, ai pozzetti di scarico e di confluenza si rimanda alla tavola dei particolari costruttivi, mentre per lo schema di funzionamento del sistema di drenaggio e dei relativi collettori si rimanda alla planimetria di idraulica di progetto e alle tavole dei profili longitudinali delle tubazioni.

4.1.1 Canaletta grigliata in CLS

Come già anticipato nel paragrafo precedente in tutto il progetto, ad eccezione della viabilità perimetrale del piazzale, come elemento di raccolta è stata adottata una canaletta grigliata in calcestruzzo. Dal punto di vista della manutenzione, la griglia impedisce l'ingresso nei collettori dei materiali grossolani e risulta facilmente lavabile tramite rimozione della griglia ed utilizzo di una lancia a pressione. La canaletta grigliata scarica nel collettore sottostante, laddove necessario, attraverso dei pozzetti in C.A. di dimensione variabile in termini di altezza e di larghezza. Considerando un'altezza minima della canaletta pari a **60 cm**, ed un'altezza massima di **1,20 m** e imponendo un riempimento massimo pari all'80%, si ottengono le seguenti grandezze idrauliche:

- $A = 0.192 \text{ m}^2$ e $P = 1.36 \text{ m}$ ($H = 60 \text{ cm}$);
- $A = 0.384 \text{ m}^2$ e $P = 2.32 \text{ m}$. ($H = 1.2 \text{ m}$).

La portata massima transitante nella canaletta grigliata è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ($n = 0.0167 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$).

Si ottiene quindi una portata specifica pari a **$0.3123 \text{ m}^3/\text{s}$** per H_{min} e **$0.6946 \text{ m}^3/\text{s}$** per H_{max} .

Il tratto massimo di piazzale che la canaletta riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (riportata nella figura seguente in funzione della pendenza longitudinale) e la massima portata defluente per unità di larghezza (q_0).

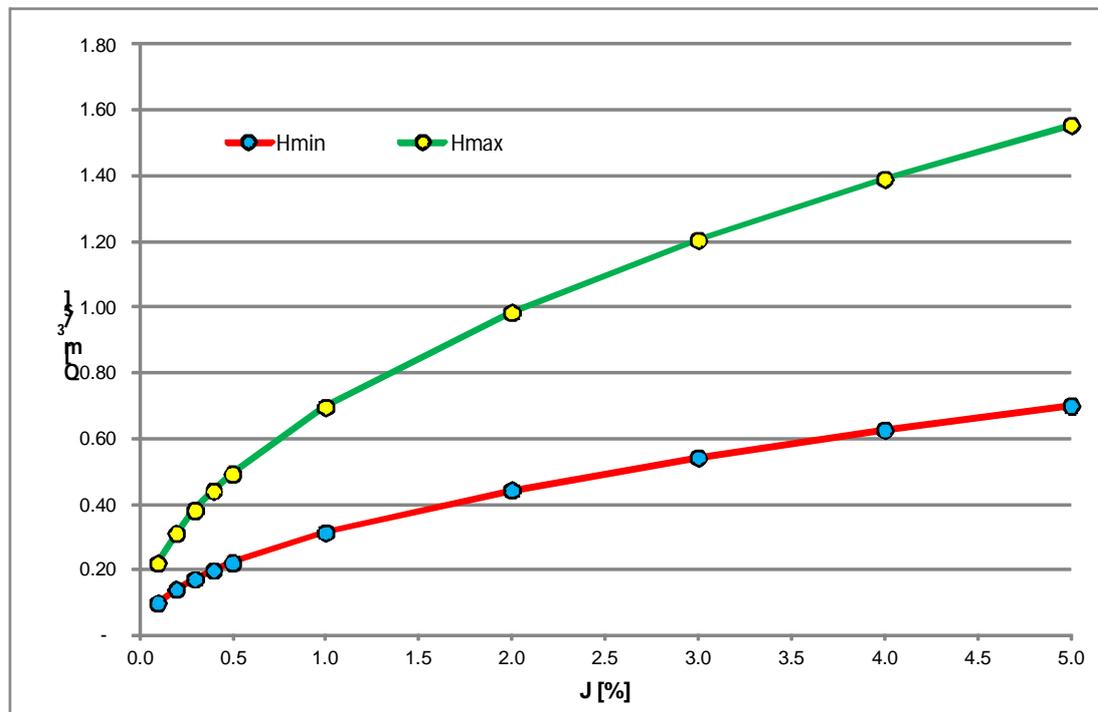


Figura 1 – Portata massima transitante per canaletta grigliata in CLS in funzione della pendenza longitudinale per le altezze massima e minima

Nel piazzale in progetto l'altezza massima della canaletta non supera mai i 70-75 cm (vedi tavole relative ai profili longitudinali) per cui per il calcolo degli interassi si è fatto riferimento unicamente alla configurazione con H_{min} e quindi a favore di sicurezza. Nella tabella seguente, con riferimento alle aree scolanti individuate, si riportano le principali grandezze calcolate e gli interassi massimi di scarico massimo dei pozzetti. Più precisamente:

- Q = portata di progetto [m^3/s];
- L = lunghezza della canaletta grigliata [m];
- q_0 = portata specifica [$l/s*m$];
- H = altezza della canaletta [m];
- h = riempimento massimo ammissibile [m];
- i = pendenza di fondo della canaletta;
- K = coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$].

Area scolante	Q m^3/s	L m	q_0 $l/s*m$	H m	h m	i [-]	K	Interasse calcolato [m]	Interasse massimo consentito [m]
1	0.64	285.0	2.25	0.60	0.48	0.20%	60	62	50
2	0.74	185.0	4.00	0.60	0.48	0.20%	60	35	30
3	0.75	185.0	4.05	0.60	0.48	0.20%	60	34	30
8	0.35	100.0	3.50	0.60	0.48	0.20%	60	40	30
9	0.32	82.00	3.76	0.60	0.48	0.20%	60	37	30

Tabella 4 – Dimensionamento delle canalette grigliate in CLS

Occorre evidenziare che in alcuni tratti l'interasse di scarico risulta inferiore in quanto nelle aree di manovra degli aeromobili, per ragioni di sicurezza, non è consentito posizionare i pozzetti di scarico delle canalette.

4.1.2 Canaletta grigliata in PEAD

Nella viabilità perimetrale del piazzale, come elemento di raccolta, è stata adottata una canaletta grigliata in PEAD di dimensioni 20 x 25 (vedi tavola particolari costruttivi). Dal punto di vista della manutenzione, la griglia impedisce l'ingresso nei collettori dei materiali grossolani ed è facilmente lavabile tramite rimozione della griglia ed utilizzo di una lancia a pressione.

Per il dimensionamento idraulico si è posto un riempimento massimo di 20 cm sui 25 totali (80%). Con tale riempimento si ha che:

$$A = 0,0396 m^2 \quad C = 0,5744 m$$

La portata massima transitante nella canaletta grigliata è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 80 ($n = 0.0125$).

Il tratto massimo di autostrada che la canaletta riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (riportata nella figura seguente) e la massima portata di progetto defluente dalla falda piana per unità di lunghezza (q_0).

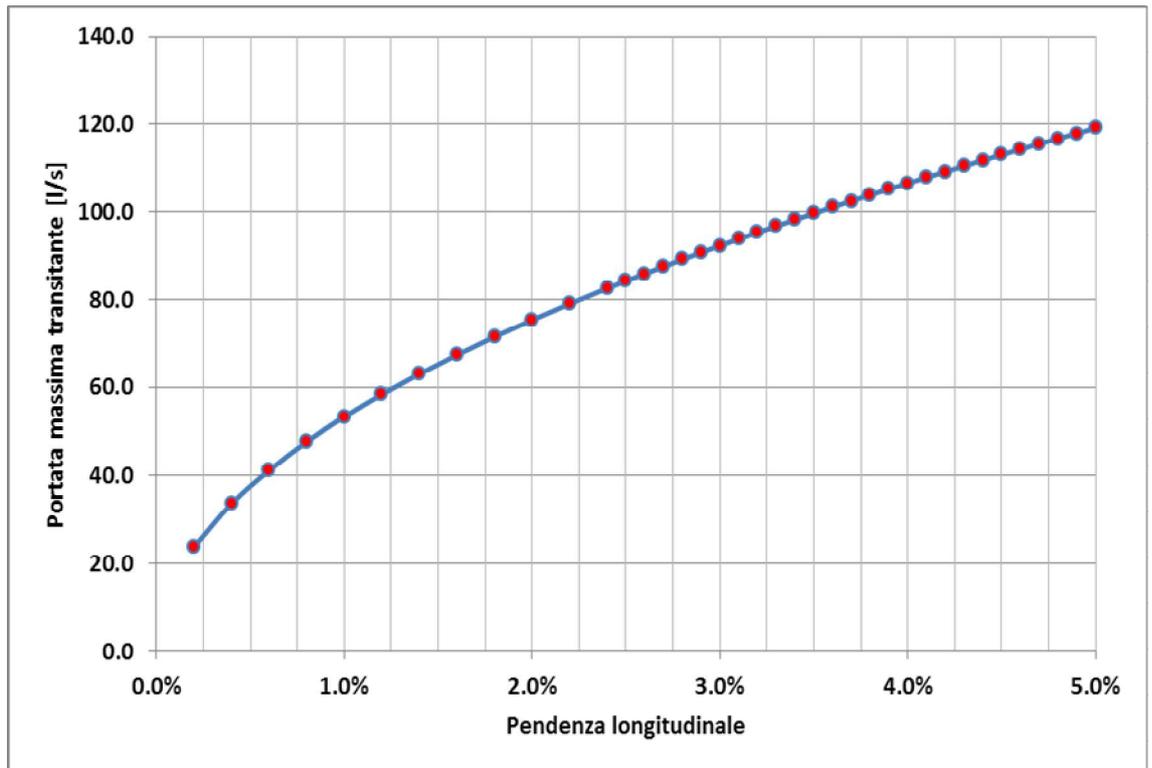


Figura 2 – Portata massima transitante per canaletta grigliata in PEAD in funzione della pendenza longitudinale per le altezze massima e minima

Lo scarico nel collettore sottostante avviene tramite un discendente costituito da un tubo anch'esso in PEAD, avente diametro nominale DN160.

La portata massima che può portare il discendente può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2gh}$$

Essendo $C_q = 0.6$, A l'area della sezione del discendente e h il carico sulla sezione contratta. Considerando h pari a 20 cm si ottiene che il discendente DN160, avente diametro interno pari a 137 mm, è in grado di smaltire una portata pari a **18,0 l/s**. Il

tratto massimo di strada che il discendente riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (17,5 l/s) e la massima portata di progetto defluente dalla falda piana per unità di lunghezza (q_0). Il passo calcolato con questa seconda metodologia è sempre inferiore a quello calcolato in funzione del massimo riempimento della canaletta grigliata e quindi viene preso come passo per disporre i discendenti. E' stato tuttavia adottato un interasse minimo di 10 metri per evitare numerosi pozzetti lungo le canalette

Nella tabella seguente, con riferimento alle aree scolanti individuate, si riportano le principali grandezze calcolate e gli interassi di scarico dei pozzetti. Più precisamente:

- Q = portata di progetto [m^3/s];
- L = lunghezza della canaletta grigliata [m];
- q_0 = portata specifica [$l/s*m$];
- H = altezza della canaletta [m];
- h = riempimento massimo ammissibile [m];
- i = pendenza di fondo della canaletta;
- K = coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$].

Area scolante	Q <i>m³/s</i>	L <i>m</i>	q₀ <i>l/s*m</i>	H <i>m</i>	h <i>m</i>	i <i>[-]</i>	K	Interasse calcolato <i>[m]</i>	Interasse adottato <i>[m]</i>
4	0.67	288.0	2.33	0.25	0.20	0.20	80	8	10
5	0.30	104.0	2.88	0.25	0.20	0.15	80	6	10
6	0.14	40.0	3.50	0.25	0.20	0.50	80	5	10
7	0.12	55.0	2.18	0.25	0.20	0.30	80	8	10

Tabella 5 – Dimensionamento delle canalette grigliate in CLS

4.2 Dimensionamento dei collettori in PP

Quando gli elementi di raccolta (raggiungono il riempimento massimo, scaricano nei collettori sottostanti. Nel caso in esame vengono utilizzati dei collettori in PP (Polietilene ad alta densità) SN 16 kN/m² conformi alla norma UNI 10968 in quanto si necessita di una resistenza a schiacciamento importante essendo soggetti ai passaggi dei veicoli e degli aeromobili.

Per il dimensionamento si considera il diametro interno (riportato nella tabella seguente), ed un coefficiente di scabrezza di Strikler pari a 80. Laddove possibile si utilizza la pendenza del pavimentato, mentre per i tratti molto molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale si adotta una pendenza minima dello 0,20% ed una velocità minima di 0,5 m/s in modo da avere una velocità dell'acqua in grado di asportare eventuali sedimenti accumulatisi nel tempo. Come diametro minimo si è utilizzato il DN400.

DN	Spessore	Raggio interno
(mm)	(mm)	(mm)
400	26.5	173.5
500	33.5	216.5
630	47.5	267.5
800	61.0	339.0
1000	74.0	426.0
1200	85.0	515.0

Tabella 6 – Diametri interni dei collettori in PP-SN 16 kN/m²

Per il dimensionamento delle tubazioni, si considera un riempimento massimo dell'80% con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 20 anni. Nei grafici seguenti si riportano le portate massime smaltibili dai collettori in PP-SN16 considerando il valore di riempimento massimo indicato.

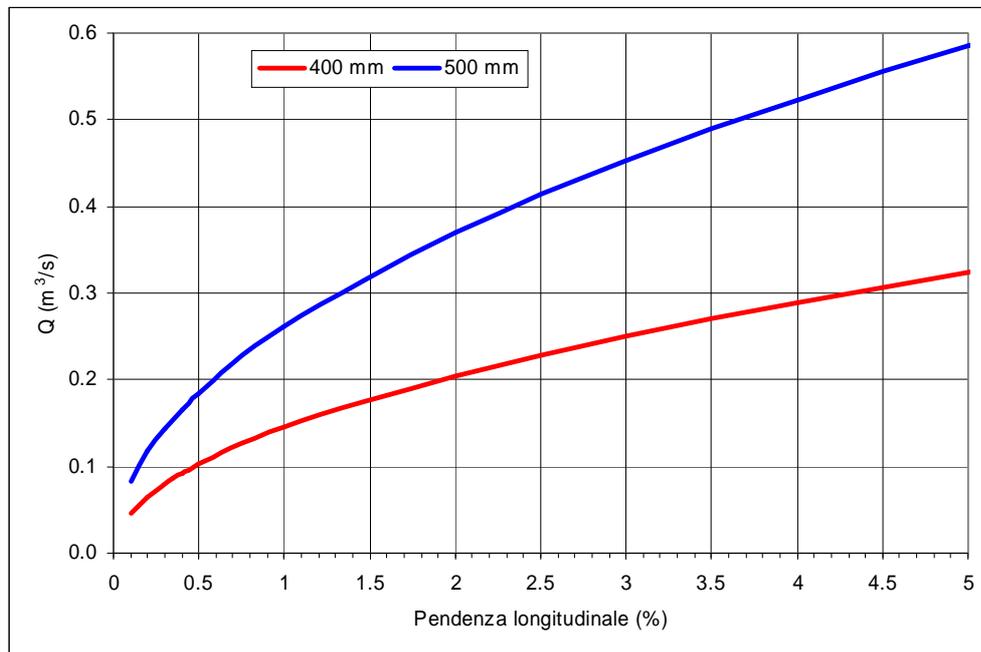


Figura 3 – Portata massima transitante per collettori circolari in PP-SN16 DN400-500

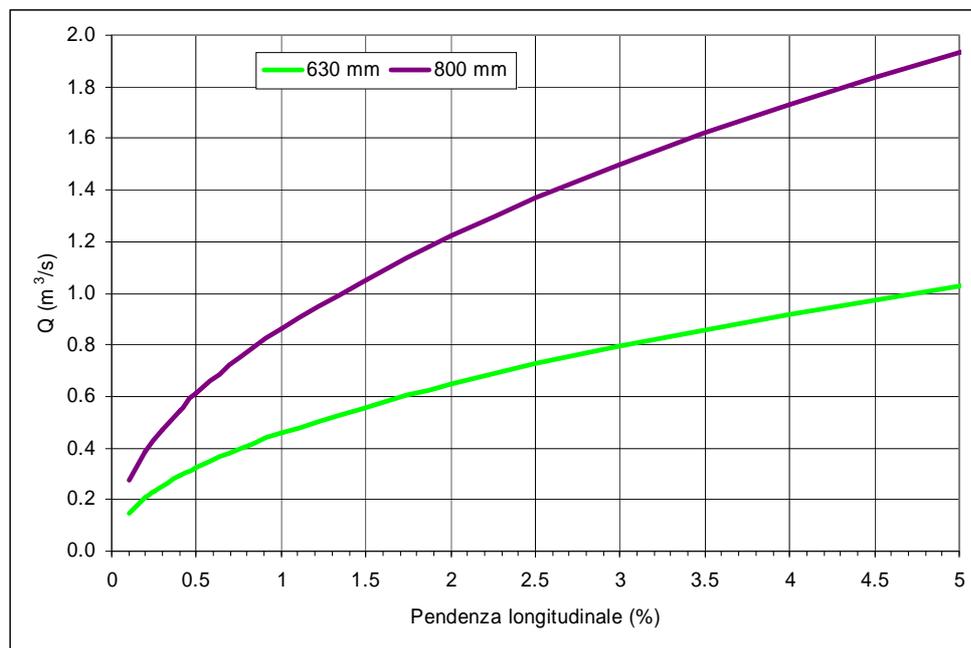


Figura 4 – Portata massima transitante per collettori circolari in PP-SN16 DN630-800

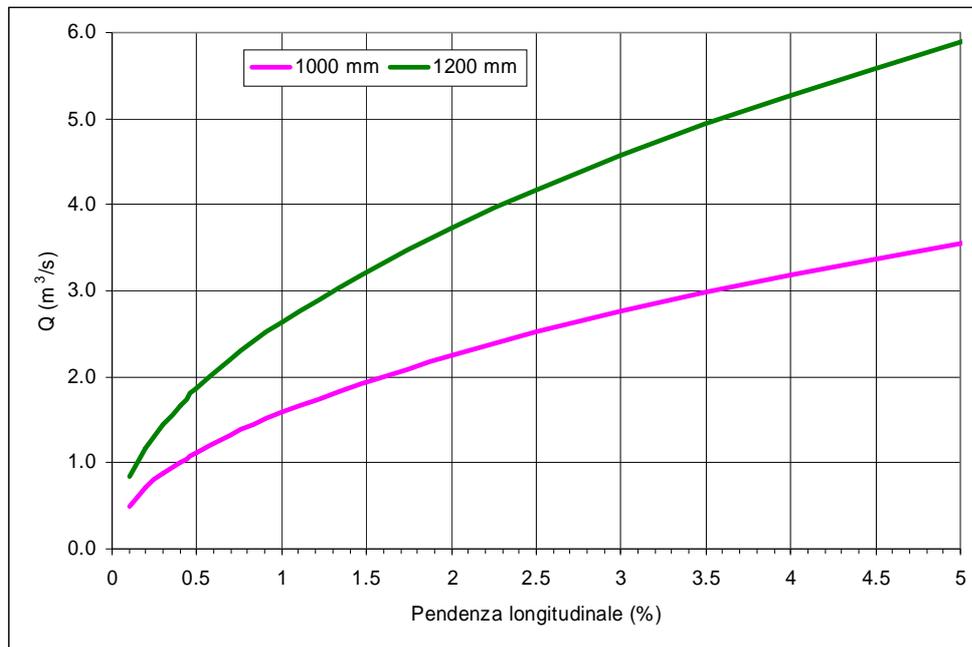


Figura 5 – Portata massima transitante per collettori circolari in PP-SN16 DN1000-1200

Nella tabella seguente, con riferimento alle aree scolanti individuate, si riportano i diametri dei collettori in progetto le principali grandezze calcolate. Più precisamente:

- DN = diametro nominale della condotta [mm];
- Di = diametro interno [mm];
- i = pendenza di fondo della tubazione [%];
- K = coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$];
- Q = portata di progetto [m^3/s];
- Q_c = portata smaltibile dal collettore [m^3/s];
- h/D = grado di riempimento massimo;

Area scolante	DN [mm]	Di [mm]	i [%]	K [$m^{1/3}/s$]	Q [m^3/s]	Q_c [m^3/s]	h/D
1	1000	852	0.20	80	0.64	0.71	0.8
2	1000	852	0.30	80	0.74	0.87	0.8
3	1000	852	0.30	80	0.75	0.87	0.8
4	1000	852	0.25	80	0.67	0.80	0.8

5	800	678	0.20	80	0.30	0.39	0.8
6	630	535	0.20	80	0.14	0.21	0.8
7	630	535	0.30	80	0.12	0.25	0.8
8	800	678	0.20	80	0.35	0.39	0.8
9	800	678	0.20	80	0.32	0.39	0.8

Tabella 7 – Dimensionamento idraulico dei collettori a servizio delle canalette grigliate

Occorre tuttavia ricordare che, sebbene il dimensionamento idraulico dei collettori sottostanti gli elementi di raccolta (canalette grigliate in CLS e PEAD) sia stato fatto assumendo un grado di riempimento massimo dell'80%, vista la condizione generale di funzionamento in pressione della rete esistente, ed in particolare dei recapiti finali (collettore esistente a servizio della porzione Est del piazzale e ramo sud collettore Ovest), e vista l'impossibilità di allineare i cieli delle condotte (ricoprimenti minimi non garantiti per mancanza di pendenza), il funzionamento delle tubazioni risulta in pressione. Tuttavia i rigurgiti all'interno delle tubazioni risultano contenuti e non danno luogo ad allagamenti sul piazzale in progetto e nelle aree limitrofe.

5. DEVIAZIONE DEL COLLETTORE ESISTENTE A SERVIZIO DEL LATO EST DEL PIAZZALE

Il collettore esistente compreso tra i pozzetti denominati 84 e 47 viene deviato nel tratto compreso tra i pozzetti 71 e 46 in quanto nelle condizioni di progetto presenterebbe ricoprimenti molto bassi e non compatibili con le necessità aeroportuali.

La deviazione, visibile nella planimetria idraulica, è stata progettata in modo da mantenere invariate le quote di scorrimento a monte e a valle della deviazione e in modo che le portate massime oggi smaltibili continuino a poter essere convogliate dal sistema in progetto. Si è potuto aumentare il ricoprimento spostando planimetricamente il collettore in una zona del piazzale a cui competono quote di pavimentato superiori. Riducendo, anche se di poco, la lunghezza delle tubazioni, si è aumentata la pendenza del condotto, garantendo una condizione di deflusso idraulico leggermente migliore rispetto a quella dello stato esistente.

5.1 Tratto di collettore esistente da deviare

Il sistema esistente è costituito da due collettori in calcestruzzo DN1000 posti tra loro in parallelo e con stesse caratteristiche. La lunghezza del tratto, compreso tra i pozzetti 84 e 47, è pari a 217.50 m e le quote di scorrimento in corrispondenza della sezione di monte e di valle sono pari rispettivamente a -0.59 e -0.78 m s.l.m. I due collettori hanno dunque una pendenza media pari a $i = 0.09\%$.

5.2 Deviazione in progetto

La deviazione viene progettata considerando un sistema costituito da due tubi DN1000 in PP SN16 aventi tra loro le stesse caratteristiche. La lunghezza della deviazione risulta essere pari a circa 196.10 m. Per quanto riguarda le quote di scorrimento, come già detto in precedenza, sono state mantenute invariate rispetto a quelle dello stato di fatto: in corrispondenza della sezione di monte e di valle sono pari rispettivamente a -0.59 e -0.78 m s.l.m. La pendenza dei due collettori in progetto è quindi pari a $i = 0.10\%$. Il sistema in progetto consente quindi di convogliare con un grado di riempimento dell'80% una portata maggiore rispetto a quella convogliabile attualmente.

6. CONCLUSIONI

Il progetto idraulico del piazzale Ovest prevede che la raccolta dell'acqua piovana mediante canalette grigliate continue in calcestruzzo e in PEAD; quest'ultime esclusivamente collocate lungo la viabilità perimetrale del piazzale. Tali canalette, nei casi in cui non sono sufficienti a svolgere da sole anche la funzione di convogliamento delle portate, vengono affiancate a collettori in PP SN16 in quanto necessitano di resistenze a schiacciamento elevate essendo soggetti ai passaggi dei veicoli e degli aeromobili.

Il collegamento idraulico canaletta grigliata-collettore avviene invece mediante un pozzetto gettato in opera nel caso di canalette in calcestruzzo e tramite un discendente DN160 per le canalette in PEAD (vedi tavola particolari costruttivi).

Il sistema di raccolta e di convogliamento delle acque di piazzale recapita in due differenti tubazioni esistenti, situate una a Est e una a Ovest del piazzale in progetto. Dal punto di vista idraulico, si garantisce l'invarianza in termini di portate recapitate al collettore posto lungo il lato Est in quanto il bacino scolante non subisce variazioni in termini di area ridotta passando dalle condizioni *ante operam* a quelle *post operam*.

Tale invarianza non si verifica invece per il collettore Ovest in quanto si ha un aumento della superficie pavimentata nella zona Ovest del piazzale e di conseguenza un aumento delle portate recapitanti in esso.

Dalle verifiche idrauliche effettuate è risultato che il collettore Ovest non è idoneo a smaltire le portate scolanti per cui risulta necessario un ampliamento e/o un suo adeguamento idraulico. **L'intervento di potenziamento è già stato sviluppato nell'ambito di un altro progetto.**

Si evidenzia ancora una volta che il corretto funzionamento del sistema di drenaggio in progetto è subordinato alla capacità di ricevere e smaltire le portate di progetto del reticolo idraulico posto a valle del sistema sopra descritto. Essendo **la condizione generale di funzionamento in pressione della rete esistente, ed in particolare dei recapiti finali** (collettore esistente a servizio della porzione Est del piazzale e ramo sud collettore Ovest), **il funzionamento delle tubazioni risulta in pressione. Tuttavia i rigurgiti all'interno delle tubazioni risultano contenuti e non danno luogo ad allagamenti sul piazzale in progetto e nelle aree limitrofe.**