



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI
TRASPORTI ENTE NAZIONALE AVIAZIONE CIVILE



Garda Aeroporti

AEROPORTO VALERIO CATULLO DI VERONA VILLAFRANCA S.p.A.

MASTERPLAN IDRAULICO



COMMESSA	ELABORATO	TITOLO
NE1043	R.01	RELAZIONE DI PIANO

COMMITTENTE		
SOCIETA' DI GESTIONE AEROPORTO VALERIO CATULLO DI VERONA VILLAFRANCA		
ACCOUNTABLE MANAGER		
Dott. Ing. Corrado FISCHER		
POST HOLDER PROGETTAZIONE INFRASTRUTTURE E SISTEMI	POST HOLDER AREA MOVIMENTO	DIRETTORE OPERATIVO
Dott. Ing. Michele ADAMI	Cristiano FOLCHI	Dott. Ing. Riccardo VERGERIO
POST HOLDER MANUTENZIONE INFRASTRUTTURE E SISTEMI	POST HOLDER TERMINAL	RESPONSABILE AMBIENTE E SICUREZZA
Dott. Ing. Alberto CARLI	Pierluigi SAIU	Dott.ssa Antonella REDOLFI

DATA	SCALA	CODICE ELABORATO
30-05-2016		NE1043 - R.01

PROGETTO

Nordest Ingegneria S.r.l.
Via Paolo da Sarmeola, 1/A
35030 Rubano (PD)
Tel. 049-8975709
Fax. 049-630270
info@nordestingegneria.com
www.nordestingegneria.com

Progettisti:
Prof. Ing. Vincenzo BIXIO (Direttore Tecnico) Ing. Daniele TOSATO Ing. Corrado VAZZOLER Ing. Anna Chiara BIXIO

REV. N°	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE	REDIGE	VERIFICA	APPROVA
0	30-05-16	Prima emissione	NE	DT	VB

NE1043 MASTERPLAN IDRAULICO

Sommario

1	Premessa	7
2	Riferimenti normativi.....	9
2.1	La compatibilità idraulica.....	9
2.2	La tutela delle acque	16
3	Stato attuale della rete	23
3.1	Le vie di deflusso dell'area aeroportuale	23
3.1.1	Il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche del piazzale aeromobili	27
3.1.2	Interventi a breve periodo e interventi di medio-lungo termine	50
4	Analisi idrologiche per lo studio dell'invarianza idraulica e del rischio idraulico nell'area aeroportuale	63
4.1	Analisi idrologiche relative alla stazione di Villafranca Veronese	64
4.1.1	Le curve di possibilità pluviometrica	66
4.1.2	Considerazioni sulla scelta del tempo di ritorno da adottare nel dimensionamento delle opere idrauliche	70
4.2	Caratterizzazione dei suoli: tessitura e capacità di infiltrazione.....	71
4.3	Criteri per il dimensionamento delle opere idrauliche di scolo e di trattamento delle acque meteoriche	73
4.3.1	Determinazione dei deflussi meteorici	73
4.3.2	Sistemi di infiltrazione facilitata	74
4.3.3	Calcolo di volumi d'invaso	76
4.3.4	Verifica della capacità di infiltrazione del terreno per superfici disperdenti sul suolo..	80
4.3.5	Parametri per il dimensionamento delle vasche di raccolta e trattamento acque di prima pioggia	82
5	Analisi degli interventi del Master Plan	85
5.1	Premessa: obiettivi e strategie per la sicurezza idraulica del bacino aeroportuale	85
5.2	Interventi in sedime aeroportuale previsti al 2020	85
5.2.1	Sviluppo infrastrutturale dell'area aeroportuale previsto nel Masterplan al 2020.....	85
5.2.2	Analisi degli interventi al 2020	93
5.2.3	Opere idrauliche da realizzare al 2020	94
5.2.4	Stima dei costi.....	114
5.3	Interventi in sedime aeroportuale previsti al 2025	116
5.3.1	Sviluppo infrastrutturale dell'area aeroportuale previsto nel Masterplan al 2025.....	116
5.3.2	Analisi degli interventi al 2025	119
5.3.3	Opere idrauliche da realizzare al 2025.....	121
5.3.4	Stima dei costi.....	123
5.4	Interventi in sedime aeroportuale previsti al 2030	124
5.4.1	Sviluppo infrastrutturale dell'area aeroportuale previsto nel Masterplan al 2030.....	124
5.4.2	Analisi degli interventi al 2030	126
5.4.3	Opere idrauliche da realizzare al 2030	128
5.4.4	Stima dei costi.....	129
6	Riepilogo degli interventi previsti.....	131
7	Conclusioni.....	133
8	Riferimenti bibliografici	137

ELABORATI GRAFICI ALLEGATI.

- G.02.01 – Stato di fatto – Planimetria rete attuale e sottobacini
- G.02.02 – Configurazione al 2020 – Planimetria nuove opere idrauliche
- G.02.03 – Configurazione al 2025 – Planimetria nuove opere idrauliche
- G.02.04 – Configurazione al 2030 – Planimetria nuove opere idrauliche
- G.02.05 – Configurazione finale delle opere di collettamento delle acque meteoriche
- G.03.00 – Schede progettuali degli interventi del Master Plan Idraulico

1 PREMESSA

Aeroporto Valerio Catullo di Verona Villafranca S.p.A. ha conferito l'incarico a Nordest Ingegneria s.r.l. per la redazione del Master Plan idraulico dell'aeroporto Valerio Catullo di Verona - Villafranca.

Il Master Plan idraulico rappresenta uno studio specialistico del Master Plan generale, la cui redazione è stata ultimata nel novembre 2015 e attualmente è in fase di Valutazione di Impatto Ambientale, e intende coordinare e indirizzare la progettazione delle opere idrauliche a servizio del sedime aeroportuale, con riferimento alla situazione attuale e agli scenari futuri di espansione previsti nel Master Plan generale.

A tale riguardo, lo studio si pone i seguenti obiettivi strategici:

- assicurare la compatibilità idraulica degli interventi previsti dal Master Plan generale, secondo la normativa regionale sull'invarianza idraulica;
- garantire il sedime aeroportuale da possibili allagamenti, portando l'intera area ad un livello di sicurezza idraulica idoneo agli usi previsti;
- assicurare la conformità qualitativa alle normative vigenti delle acque di dilavamento di superfici potenzialmente inquinanti;
- garantire la continuità e la funzionalità del sistema irriguo del Consorzio di bonifica Veronese in armonia con gli interventi previsti dal Master Plan generale.

Lo studio si compone di quattro capitoli principali. Un primo capitolo introduttivo espone i contenuti della normativa attuale di riferimento della Regione Veneto sulla compatibilità idraulica e sulla tutela delle acque e in particolare sul recapito di acque meteoriche di dilavamento: la D.G.R. n. 2948/2009 per quanto riguarda la prima tematica, e l'art. 39 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di tutela delle Acque della Regione del Veneto per quanto attiene al secondo tema.

Nel successivo capitolo è descritto l'ambito territoriale dell'area allo studio, con particolare riferimento agli aspetti di tipo idraulico, e nello specifico all'attuale sistema di smaltimento delle acque meteoriche in ambito aeroportuale. Sono descritte nel dettaglio le opere di smaltimento, ed analizzati gli studi pregressi e quelli in corso relativi agli aspetti idrologici e

idraulici finalizzati alla risoluzione di criticità presenti nel sistema. Viene data infine una descrizione dei progetti in corso per la risoluzione delle criticità idrauliche.

Nel capitolo successivo si riporta uno studio idrologico dell'ambito aeroportuale, che individua i parametri idraulici di progetto necessari al dimensionamento delle opere, in particolare le curve di possibilità pluviometrica e le caratteristiche di permeabilità dei suoli; sono infine esposte le metodologie di dimensionamento delle opere idrauliche, con riferimento in particolare ai sistemi di dispersione nel sottosuolo, al calcolo dei volumi d'invaso per la laminazione delle portate meteoriche di piena e per il dimensionamento dei sistemi di trattamento delle acque di prima pioggia.

L'analisi dettagliata degli interventi previsti dal Master Plan è esposta nel capitolo seguente, nel quale sono affrontati i diversi scenari temporali previsti nel Master Plan generale al 2020, al 2025 e al 2030, secondo lo schema di seguito riportati.

- sviluppo infrastrutturale dell'area aeroportuale previsto nel Master Plan nella fase in analisi, con descrizione degli interventi di interesse per il presente studio alla luce della D.G.R. 2948/2009 e dell'Art. 39 delle N.T.A. del Piano di Tutela delle Acque;
- individuazione delle opere idrauliche da realizzare all'orizzonte temporale della fase in analisi, per garantire la sicurezza idraulica per tempi di ritorno superiori ai 50 o ai 100 anni, il rispetto della D.G.R. 2948/2009, e il rispetto dei contenuti dell'Art. 39 delle N.T.A. del Piano di Tutela delle Acque;
- preliminare progettazione e stima dei costi degli interventi idraulici proposti.

Allo studio sono allegate cinque tavole grafiche che illustrano lo stato di fatto, i tre scenari di interventi previsti dal Master Plan generale, con individuazione degli interventi idraulici proposti, e la configurazione finale del sistema di smaltimento delle acque meteoriche prevista. Allo studio è allegato inoltre un elaborato che raccoglie le schede di progettazione preliminare degli interventi proposti nel presente Master Plan Idraulico.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 La compatibilità idraulica

La fragilità intrinseca del territorio, unita alla sempre crescente urbanizzazione, ha indotto la Regione Veneto ad assumere vari provvedimenti per quanto attiene alla sicurezza idraulica.

Una prima Delibera della Giunta Regionale, n. 3637 del 13 dicembre 2002, ha previsto che per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che, comunque, possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, sia presentata una "*Valutazione di compatibilità idraulica*". Previsione poi confermata anche dal Piano di Tutela delle Acque adottato con delibera n. 4453 del 29 dicembre 2004 e suoi successivi aggiornamenti.

Scopo fondamentale dello studio di compatibilità idraulica è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche, fin dalla fase della loro formazione, tengano conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere la nuova edificazione, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali, nonché le possibili alterazione del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare.

In sintesi, lo studio idraulico deve verificare l'ammissibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico, prospettando soluzioni corrette dal punto di vista dell'assetto idraulico del territorio.

La normativa sull'invarianza idraulica è stata in seguito esplicitata in dettaglio con Delibera della Giunta Regionale n. 1322 del 10 maggio 2006, nella quale sono stati forniti riferimenti precisi, costituiti da modalità operative e da indicazioni tecniche, per la valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.

Tale documento è stato sostituito e modificato da successive delibere, fino alla Delibera della Giunta Regionale n. 2948 del 2009, la quale differisce dalle precedenti per i riferimenti alle competenze richieste per la redazione delle relazioni di compatibilità idraulica. Si riportano di seguito i contenuti della citata D.G.R. del Veneto.

Lo studio di compatibilità idraulica è parte integrante dello strumento urbanistico e ne dimostra la coerenza con le condizioni idrauliche del territorio.

Nella valutazione di compatibilità idraulica si deve assumere come riferimento tutta l'area interessata dallo strumento urbanistico in esame, cioè l'intero territorio comunale per i nuovi strumenti urbanistici (o anche più Comuni per strumenti intercomunali) PAT/PATI o PI, ovvero le aree interessate dalle nuove previsioni urbanistiche, oltre che quelle strettamente connesse, per le varianti agli strumenti urbanistici vigenti.

Il grado di approfondimento e dettaglio della valutazione di compatibilità idraulica dovrà essere rapportato all'entità e, soprattutto, alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche.

Per i nuovi strumenti urbanistici, o per le varianti, dovranno essere analizzate le problematiche di carattere idraulico, individuate le zone di tutela e fasce di rispetto a fini idraulici ed idrogeologici nonché dettate le specifiche discipline per non aggravare l'esistente livello di rischio idraulico, fino ad indicare tipologia e consistenza delle misure compensative da adottare nell'attuazione delle previsioni urbanistiche.

Nel corso del complessivo processo di approvazione degli interventi urbanistico-edilizi è richiesta con progressiva definizione la individuazione puntuale delle misure compensative, eventualmente articolata tra pianificazione strutturale (Piano di assetto del Territorio), operativa (Piano degli Interventi), ovvero Piani Urbanistici e attuativi. Nel caso di varianti successive, per le analisi idrauliche di carattere generale si può anche fare riferimento alla valutazione di compatibilità già esaminato in occasione di precedenti strumenti urbanistici.

Per interventi diffusi su interi comparti urbani, i proponenti una trasformazione territoriale che comporti un aumento dell'impermeabilizzazione dei suoli concordano preferibilmente la realizzazione di volumi complessivi al servizio dell'intero comparto urbano, di entità almeno pari alla somma dei volumi richiesti dai singoli interventi. Tali volumi andranno collocati comunque idraulicamente a monte del recapito finale.

Alla luce delle definizioni riportate, essendo il Master Plan aeroportuale inquadrabile quale strumento ibrido compreso tra una pianificazione urbanistica e un documento di programmazione di opere da realizzare, si ritiene che lo studio di compatibilità idraulica allegato a tale strumento debba non solo analizzare la trasformazione territoriale dell'ambito di studio nel suo complesso, individuando la realizzazione di volumi complessivi per l'ambito di studio, ove necessari in base alla normativa, ma anche definendo per ciascun intervento il suo impatto in termini di nuova impermeabilizzazione del suolo, l'eventuale volume di invaso

spettante, proponendo anche se necessario delle soluzioni di compensazione dei volumi tra i diversi interventi.

È di primaria importanza che i contenuti dell'elaborato di valutazione pervengano a dimostrare che, per effetto delle nuove previsioni urbanistiche, non venga aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né venga pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello.

A riguardo pertanto duplice è l'approccio che deve ispirare lo studio.

In primo luogo deve essere verificata l'ammissibilità dell'intervento, considerando le interferenze tra i dissesti idraulici presenti e le destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo collegate all'attuazione della variante. I relativi studi di compatibilità idraulica, previsti anche per i singoli interventi dalle normative di attuazione dei PAI, dovranno essere redatti secondo le direttive contenute nelle citate normative e potranno prevedere anche la realizzazione di interventi per la mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione del pericolo.

In secondo luogo va evidenziato che l'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Pertanto ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica.

Lo studio deve essere articolato in una descrizione della variante oggetto di studio, delle caratteristiche dei luoghi anche con riferimento alla variante, della proposta di misure compensative e di mitigazione del rischio.

Per quanto attiene alle condizioni di pericolosità derivanti dalla rete idrografica maggiore si dovranno considerare quelle definite dal PAI. Potranno altresì considerarsi altre condizioni di pericolosità, per la rete minore, derivanti da ulteriori analisi condotte da Enti o soggetti diversi, quali, ad esempio, la mappa della pericolosità idraulica redatta dai Consorzi di bonifica.

Per le zone considerate pericolose la valutazione di compatibilità idraulica dovrà analizzare la coerenza tra le condizioni di pericolosità riscontrate e le nuove previsioni

urbanistiche, eventualmente fornendo indicazioni di carattere costruttivo, quali ad esempio la possibilità di realizzare volumi utilizzabili al di sotto del piano campagna o la necessità di prevedere che la nuova edificazione avvenga a quote superiori a quelle del piano campagna.

Lo studio di compatibilità può altresì prevedere la realizzazione di interventi di mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione del pericolo.

Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene.

Potrà essere preso in considerazione il reperimento di nuove superfici atte a favorire l'infiltrazione dell'acqua, solamente come misura complementare in zone non a rischio di inquinamento della falda e ovviamente dove tale ipotesi possa essere efficace.

In relazione all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica lo studio dovrà essere corredato di analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico per le nuove aree da trasformare.

Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni. I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ...).

I metodi per il calcolo delle portate di piena potranno essere di tipo concettuale ovvero modelli matematici.

Tra i molti modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflussi disponibili in letteratura si può fare riferimento a tre che trovano ampia diffusione in ambito internazionale e nazionale:

- il Metodo Razionale, che rappresenta nel contesto italiano la formulazione sicuramente più utilizzata a livello operativo;
- il metodo Curve Numbers proposto dal Soil Conservation Service (SCS) americano [1972] ora Natural Resource Conservation Service (NRCS);
- il metodo dell'invaso.

Tuttavia è sempre consigliabile produrre stime delle portate con più metodi diversi e considerare ai fini delle decisioni i valori più cautelativi o comunque ritenuti appropriati dal progettista in base alle opportune considerazioni caso per caso.

In particolare, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.

Dovranno quindi essere definiti i contributi specifici delle singole aree oggetto di trasformazione dell'uso del suolo e confrontati con quelli della situazione antecedente, valutati con i rispettivi parametri anche in relazione alla relativa estensione superficiale.

Il volume da destinare a laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante.

Andranno pertanto predisposti nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica deflusso dalle aree stesse fornendo un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la formazione delle piene del corpo idrico recettore, garantendone l'effettiva invarianza del picco di piena; la predisposizione di tali volumi non garantisce automaticamente sul fatto che la portata uscente dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione.

Tuttavia è importante evidenziare che l'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative nei limiti di incertezza del modello adottato per i calcoli dei volumi, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

Appare opportuno inoltre introdurre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici.

Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella.

Tabella 1. Classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici.

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con impermeabilità <0,3
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con impermeabilità >0,3

Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

- nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
- nel caso di significativa impermeabilizzazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- nel caso di marcata impermeabilizzazione, è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

In caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di 10^{-3} m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione. Questi sistemi, che fungono da dispositivi di reimmissione in falda, possono essere realizzati, a titolo esemplificativo, sotto forma di vasche o condotte disperdenti posizionati negli strati superficiali del sottosuolo in cui sia consentito l'accumulo di un battente idraulico che favorisca l'infiltrazione e la dispersione nel terreno. I parametri assunti alla base del dimensionamento dovranno essere desunti da prove

sperimentali. Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata.

Qualora si voglia aumentare la percentuale di portata attribuita all'infiltrazione, fino ad una incidenza massima del 75%, Il progettista dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni antecedenti la trasformazione, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna e di 200 anni nei territori di pianura.

Qualora le condizioni del suolo lo consentano e nel caso in cui non sia prevista una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo recettore, ma i deflussi vengano dispersi sul terreno, non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica in quanto si può supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno.

Nei casi in cui lo scarico delle acque meteoriche da una superficie giunga direttamente al mare o ad altro corpo idrico il cui livello non risulti influenzato dagli apporti meteorici, l'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici è implicitamente garantita a prescindere dalla realizzazione di dispositivi di laminazione.

In conclusione si può affermare che per l'ambito aeroportuale la D.G.R. n. 2948/ 2009 non prescrive la realizzazione di dispositivi di invarianza idraulica in quanto, come meglio descritto nel seguito, le condizioni del suolo, dotato di elevata capacità di infiltrazione, l'assenza e l'anti economicità di realizzare una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo recettore, l'assenza di condizioni ostative affinché i deflussi vengano dispersi sul terreno, conducono obbligatoriamente alla soluzione di sistemi di smaltimento delle acque meteoriche mediante infiltrazione e dispersione sul suolo, e si può perciò supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno, il quale risulta influenzato dagli apporti meteorici solo su scala temporale stagionale o comunque molto più lunga rispetto alle durate degli eventi richiesti per gli studi di invarianza idraulica.

2.2 La tutela delle acque

Il Piano di Tutela delle Acque è lo strumento con il quale la Regione del Veneto individua le azioni per la protezione e la conservazione della risorsa idrica, in applicazione alla Parte Terza del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "*Norme in materia ambientale*" e s.m.i., e in conformità agli obiettivi e alle priorità d'intervento formulati dalle autorità di bacino.

Il Piano definisce gli interventi di protezione e risanamento dei corpi idrici superficiali e sotterranei e l'uso sostenibile dell'acqua, individuando le misure integrate di tutela qualitativa e quantitativa della risorsa idrica, che garantiscano anche la naturale autodepurazione dei corpi idrici e la loro capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Tra i vari argomenti trattati nel Piano di Tutela delle Acque, quello di maggior interesse nell'ambito del presente studio è la regolamentazione della gestione delle acque meteoriche di dilavamento, delle acque di prima pioggia e delle acque di lavaggio. Il Piano distingue tre casi, specificati in dettaglio all'art. 39 delle Norme Tecniche di Attuazione.

Nel primo caso è assunto il principio che depositi di rifiuti, materie prime, prodotti, che contengano le sostanze pericolose indicate al comma 1 dell'art. 39, in aree scoperte di pertinenza di stabilimenti, indicati sempre al comma 1 dell'art. 39 delle Norme Tecniche di Attuazione, sono potenziali fonti d'inquinamento; pertanto tutte le acque meteoriche di dilavamento, ossia quelle di prima e seconda pioggia, e le acque di lavaggio, provenienti da superfici con tali caratteristiche, sono riconducibili alle acque reflue industriali e quindi sono da sottoporre ad obbligo di collettamento, di autorizzazione allo scarico ed al rispetto dei limiti di emissione.

Nel secondo caso, per altre tipologie di superfici (anche facendo riferimento a soglie dimensionali), si considera che solamente le acque di prima pioggia (e le acque di lavaggio) hanno un effetto sull'ambiente, legato al carico inquinante trasportato nei primi minuti dello scroscio di pioggia. Si rende necessario quindi trattenere, mediante bacini dedicati, le acque di prima pioggia; tali acque inoltre necessitano di depurazione, autorizzazione allo scarico e devono rispettare i limiti di emissione. Le acque di seconda pioggia, invece, non necessitano di trattamento, né di autorizzazione allo scarico, né di rispetto dei limiti.

Nel terzo caso, per altre tipologie di superfici (anche facendo riferimento a soglie dimensionali), tutte le acque meteoriche di dilavamento e le acque di lavaggio, convogliate in condotte ad esse riservate, sono sempre ammesse allo scarico in corpo idrico superficiale o sul suolo.

Le acque di prima pioggia sono intese come i primi 5 mm di acqua meteorica di dilavamento uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di collettamento. Si assume che tale valore si raggiunga in un tempo che è al minimo 15 minuti.

Si prevede la realizzazione di interventi volti a trattenere le acque di prima pioggia, quali idonei volumi di accumulo e di idonei sistemi di trattamento. D'altra parte, per tutte le acque di pioggia (sia di prima che di seconda pioggia) è necessario avere sufficienti volumi di stoccaggio atti a trattenere le acque meteoriche per un tempo sufficiente a non scaricarle nel momento di massimo afflusso, quando i corpi ricettori sono nell'incapacità di drenare efficacemente i volumi in arrivo.

Devono essere altresì previste modalità gestionali della rete viaria ed interventi sul sistema edilizio ed urbano, che riducano il carico inquinante connesso agli eventi di pioggia, quali la possibilità di regolare le portate meteoriche drenate, la riduzione delle superfici urbane impermeabilizzate e la previsione di sistemi di ritenzione, rilascio ritardato ed infiltrazione sul suolo delle acque meteoriche.

Con riferimento alle casistiche presenti nell'area di studio, si riportano i contenuti normativi relativi alla necessità di trattamenti e al recapito delle acque meteoriche espressi in particolare nell'Art. 39 "*Acque meteoriche di dilavamento, acque di prima pioggia e acque di lavaggio*" delle Norme Tecniche di Attuazione del PTA.

Per le seguenti tipologie di superfici:

- piazzali, di estensione superiore o uguale a 2000 m², a servizio di autofficine, carrozzerie, autolavaggi e impianti di depurazione di acque reflue;
- superfici destinate esclusivamente a parcheggio degli autoveicoli delle maestranze e dei clienti, delle tipologie di insediamenti di cui al comma 1, aventi una superficie complessiva superiore o uguale a 5000 m²;
- parcheggi e piazzali di zone residenziali, commerciali, depositi di mezzi di trasporto pubblico, aree intermodali, nonché altri piazzali o parcheggi, per le parti che possono comportare dilavamento di sostanze pericolose o pregiudizievoli per l'ambiente, come

individuata al comma 1, di estensione superiore o uguale a 5000 m², con esclusione di cave, miniere e ogni altra attività che comporti movimenti di terra finalizzati alla realizzazione di opere e manufatti, come i cantieri di costruzione con movimento terra e gli impianti di lavorazione di inerti naturali;

- superfici esposte all'azione della pioggia, destinate al carico e/o alla distribuzione dei carburanti, anche senza vendita degli stessi, e ad operazioni connesse e complementari che comportino analogo rischio di dilavamento di oli, tensioattivi e altre sostanze pericolose o pregiudizievoli per l'ambiente,

Le acque di prima pioggia devono essere stoccate in un bacino a tenuta e, prima del loro scarico, opportunamente trattate, almeno con sistemi di sedimentazione accelerata o altri sistemi equivalenti per efficacia; se del caso, deve essere previsto anche un trattamento di disoleatura; lo scarico è soggetto al rilascio dell'autorizzazione prevista dall'articolo 113, comma 1, lettera b) del D.Lgs. n. 152/2006 e al rispetto dei limiti di emissione nei corpi idrici superficiali o sul suolo o in fognatura, a seconda dei casi, di cui alle tabelle 3 o 4, a seconda dei casi, dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs 152/2006, o dei limiti adottati dal gestore della rete fognaria, tenendo conto di quanto stabilito alla tabella 5 del medesimo allegato 5. Le stesse disposizioni si applicano alle acque di lavaggio.

Lo stoccaggio delle acque di prima pioggia in un bacino a tenuta può non essere necessario in caso di trattamento in continuo delle acque di pioggia che garantisca almeno analoghi risultati rispetto al trattamento discontinuo. Le acque di seconda pioggia non sono trattate e non sono soggette ad autorizzazione allo scarico, tranne i casi di trattamento in continuo e/o di espressa volontà a trattarle da parte del titolare della superficie. In tali casi il recapito delle acque trattate di seconda pioggia può avvenire in fognatura nera o mista solo previo assenso del Gestore della rete fognaria.

Devono essere trattate le acque di prima pioggia provenienti da superfici nelle quali può esservi il trascinarsi di sostanze derivanti dal carico e distribuzione dei carburanti. Possono essere escluse dal trattamento delle acque di prima pioggia le superfici non connesse con il carico e la distribuzione dei carburanti e che non comportino rischio di dilavamento di sostanze pericolose e pregiudizievoli per l'ambiente.

È possibile frazionare la rete di raccolta delle acque meteoriche in modo che la stessa risulti limitata alle zone che comportano dilavamento di sostanze pericolose e pregiudizievoli per l'ambiente.

I volumi da destinare allo stoccaggio delle acque di prima pioggia e di lavaggio devono essere dimensionati in modo da trattenere almeno i primi 5 mm di pioggia distribuiti sul bacino elementare di riferimento. Il rilascio di detti volumi nei corpi recettori, di norma, deve essere attivato nell'ambito delle 48 ore successive all'ultimo evento piovoso. Si considerano eventi di pioggia separati quelli fra i quali intercorre un intervallo temporale di almeno 48 ore. Ai fini del calcolo delle portate e dei volumi di stoccaggio, si dovranno assumere quali coefficienti di afflusso convenzionali il valore 0,9 per le superfici impermeabili ed il valore 0,6 per le superfici semipermeabili.

Le disposizioni indicate per la raccolta e il trattamento delle acque di prima pioggia non si applicano nel caso sia dimostrato che le caratteristiche di permeabilità dell'area sono tali da determinare un coefficiente di afflusso pari o inferiore a 0,4.

Qualora il bacino di riferimento per il calcolo, che deve coincidere con il bacino idrografico elementare (bacino scolante) effettivamente concorrente alla produzione della portata destinata allo stoccaggio, abbia un tempo di corrivazione superiore a 15 minuti primi, il tempo di riferimento deve essere pari a:

- a) al tempo di corrivazione stesso, qualora la porzione di bacino il cui tempo di corrivazione è superiore a 15 minuti primi, sia superiore al 70% della superficie totale del bacino;
- b) al 75% del tempo di corrivazione, e comunque al minimo 15 minuti primi, qualora la porzione di bacino il cui tempo di corrivazione è superiore a 15 minuti primi sia inferiore al 30% e superiore al 15% della superficie del bacino;
- c) al 50% del tempo di corrivazione, e comunque al minimo 15 minuti primi, qualora la porzione di bacino il cui tempo di corrivazione è superiore a 15 minuti primi sia inferiore al 15% della superficie del bacino.

Per tutte le superfici diverse da quelle specificate dalla norma, le acque meteoriche di dilavamento, le acque di prima pioggia e le acque di lavaggio, convogliate in condotte ad esse riservate, possono essere recapitate in corpo idrico superficiale o sul suolo, fatto salvo quanto previsto dalla normativa vigente in materia di nulla osta idraulico o nel caso di recapito, per

le canalizzazioni a servizio delle reti autostradali e più in generale delle pertinenze delle grandi infrastrutture di trasporto, nei corpi idrici superficiali significativi o nei corpi idrici di rilevante interesse ambientale; in tal caso le acque di prima pioggia saranno convogliate in bacini di raccolta e trattamento a tenuta in grado di effettuare una sedimentazione prima dell'immissione nel corpo recettore. Se necessario, dovranno essere previsti anche un trattamento di disoleatura e andranno favoriti sistemi di tipo naturale quali la fitodepurazione o fasce filtro/fasce tampone.

Laddove il recapito in corpo idrico superficiale o sul suolo non possa essere autorizzato dai competenti enti per la scarsa capacità dei recettori o non si renda convenientemente praticabile, il recapito potrà avvenire anche negli strati superficiali del sottosuolo, purché sia preceduto da un idoneo trattamento in continuo di sedimentazione e, se del caso, di disoleazione delle acque ivi convogliate.

Per tutte le acque di pioggia collettate, quando i corpi recettori sono nell'incapacità di drenare efficacemente i volumi in arrivo, è necessaria la realizzazione di sistemi di stoccaggio, atti a trattenerle per il tempo sufficiente affinché non siano scaricate nel momento di massimo afflusso nel corpo idrico. I sistemi di stoccaggio devono essere concordati tra il comune, che è gestore della rete di raccolta delle acque meteoriche, e il gestore della rete di recapito delle portate di pioggia.

È vietata la realizzazione di superfici impermeabili di estensione superiore a 2000 m². Fanno eccezione le superfici soggette a potenziale dilavamento di sostanze pericolose o comunque pregiudizievoli per l'ambiente, di cui al comma 1, e le opere di pubblico interesse, quali strade e marciapiedi, nonché altre superfici, qualora sussistano giustificati motivi e/o non siano possibili soluzioni alternative. La superficie di 2000 m² impermeabili non può essere superata con più di una autorizzazione. La superficie che eccede i 2000 m² deve essere realizzata in modo tale da consentire l'infiltrazione diffusa delle acque meteoriche nel sottosuolo. I comuni sono tenuti ad adeguare i loro regolamenti in recepimento del presente comma.

In conclusione si può affermare che:

- Per i piazzali di sosta (sia degli aeromobili, sia dei mezzi di servizio, sia degli autoveicoli in ambito airside e landside) di estensione superiore ai 5'000 m², dovranno essere previsti la separazione mediante opportuni sistemi e il trattamento

delle acque di prima pioggia, comprensivo di sedimentazione e disoleatura, ed è ammesso il recapito al suolo a seguito del trattamento (previa autorizzazione da parte della Provincia di Verona).

- Per le piste, i raccordi, le taxiway, le strade di servizio e di accesso all'aeroporto, assimilabili alle infrastrutture stradali, non avvenendo il recapito in corpi idrici significativi né di rilevante interesse ambientale, non sono previsti la separazione e il trattamento delle acque di prima pioggia ed è ammessa la dispersione sul terreno.

Come meglio descritto in seguito nei capitoli dedicati, gli interventi di Master Plan di ampliamento del piazzale aeromobili prevedono anche la realizzazione di una apposita piazzola per il de-icing, la quale sarà provvista di un sistema di raccolta dei glicoli, che saranno trattati come reflui.

Si precisa infine che tutti i nuovi edifici previsti da Master Plan dovranno essere dotati di sistemi di raccolta delle acque nere e dovranno essere allacciati alla fognatura nera (previa autorizzazione da parte del gestore dei servizi idrici Acque Veronesi) per consentire di avviare le acque reflue al depuratore.

3 STATO ATTUALE DELLA RETE

3.1 Le vie di deflusso dell'area aeroportuale

L'area di indagine appartiene al bacino idrogeologico dell'Alta Pianura Veronese e ricade entro il perimetro del Consorzio di bonifica Veronese.

L'Alta Pianura Veronese in destra del fiume Adige si colloca ai piedi del cordone morenico che delimita l'area meridionale del Lago di Garda. Essa risulta costituita da un materasso alluvionale con sedimentazioni grossolane, di spessore variabile decrescente da nord a sud e pedologicamente caratterizzato da accentuata permeabilità.

I terreni digradano dolcemente da nord-ovest a sud-est, quindi ortogonalmente alla direzione della pista aeroportuale, raggiungendo più a sud la linea delle risorgive, passando da circa 160 a circa 30 m s.m. in corrispondenza di detta linea.

Tutta l'alta pianura manca di una idrografia propria, capace di dare origine a corsi d'acqua di qualche rilievo. La particolare strutturazione del suolo infatti, fortemente permeabile, disperde tutte le acque di pioggia, che vanno in definitiva ad alimentare una falda acquifera alla profondità di 40-70 m circa dal piano campagna nella parte più alta, per arrivare a meno di 4 m in corrispondenza dell'unghia della sedimentazione alluvionale, ove affiora attraverso numerose risorgive e fontanili.

L'area aeroportuale quindi non risulta appartenere propriamente ad uno specifico bacino idrografico, poiché la rete idrografica superficiale più prossima all'area, costituita dal Canale Alto Agro Veronese, che ha il proprio bacino di alimentazione nella zona collinare di Sommacampagna e direzione parallela alle piste, è localizzata ad una distanza compresa fra i 2 e i 3 chilometri, ma a monte (verso nord ovest) dell'area stessa, mentre la rete di valle (verso sud est, cioè nella direzione di un ipotetico deflusso naturale) è posta a diversi chilometri di distanza.

Al contrario è presente in prossimità dell'area aeroportuale, una rete irrigua piuttosto articolata: i canali irrigui presenti sono costituiti da tubazioni in calcestruzzo fuori terra o, più raramente, da canali a cielo aperto rivestiti in calcestruzzo.

Per tale ragione, non essendo presenti corpi idrici superficiali, il recapito delle acque meteoriche, di dilavamento delle superfici scoperte, comprese quelle trattate di prima pioggia,

non avviene in corpi idrici superficiali, ma vengono disperse nel suolo, mentre tutti gli scarichi idrici aeroportuali comprensivi dei reflui civili, vengono convogliati in fognatura nera e avviati alla depurazione.

Allo stato attuale la gestione delle acque meteoriche nell'area airside prevede i seguenti elementi:

- il piazzale di sosta aeromobili è dotato di pozzetti e rete di raccolta delle acque meteoriche e di impianto di dissabbiatura e disoleazione per il trattamento in continuo delle acque con portata trattabile di 600 litri/s prima del recapito nel suolo mediante trincea drenante; per la definizione della tipologia di recapito è stato considerato, anche a livello autorizzativo, che sul piazzale non siano presenti i glicoli derivanti dalle attività di de-icing degli aeromobili (eseguite solo in periodo invernale) perché il piazzale viene regolarmente pulito mediante moto-spazzatrice per la rimozione e lo smaltimento dei prodotti per de-icing che ricadono al suolo;
- la pista di volo, la via di rullaggio ed i raccordi non sono dotati di sistema di raccolta delle acque meteoriche ma l'allontanamento avviene per scorrimento sulle superfici e dispersione sulle aree verdi laterali; le acque di dilavamento non sono trattate in quanto, ai sensi delle Norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle acque della Regione Veneto esse rientrano nella casistica dell'art. 39 comma 5 delle NTA, in quanto si suppone che essendo superfici destinate al transito non si possa determinare, come invece in un parcheggio, la perdita e l'accumulo di sostanze pericolose; la pista, peraltro, viene inoltre trattata con idrosgommatura per mantenerla pulita ed evitare il dilavamento di sostanze quali residui solidi o di gomma per una migliore tutela ambientale;
- l'area tecnica, comprendente le caserme Vigili del Fuoco e Enti di Stato, alcuni magazzini e i depositi carburanti, è dotata di proprio sistema di raccolta e smaltimento in suolo delle acque meteoriche, mediante trincea drenante e pozzi perdenti, mentre non è previsto, data l'estensione delle aree scoperte di raccolta inferiore ai 2000 mq, il trattamento delle acque di prima pioggia; per quanto riguarda la piazzola officina e la piazzola relativa al distributore carburante, dove possono essere presenti sostanze inquinanti, le acque di dilavamento vengono raccolte, e recapitate in fognatura (autorizzazione Acque Veronesi, Ente gestore fognatura).

Nell'area landside allo stato attuale la gestione delle acque meteoriche prevede invece i seguenti elementi:

- le aree di parcheggio scoperte pavimentate in modo impermeabile (asfaltatura) sono dotate di un sistema di canalizzazioni per la raccolta delle acque di prima pioggia che confluiscono in due impianti di trattamento costituiti ciascuno da dissabbiatore e disoleatore; in tal caso le acque di dilavamento vengono raccolte, inviate a trattamento e quindi recapitate nel suolo tramite pozzi perdenti;
- le aree di parcheggio scoperte con pavimentazione sterrata (parcheggio low cost) attualmente sono semplicemente disperse nel suolo, in quanto escluse dal trattamento delle acque dilavate ai sensi delle Norme Tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto.

In Tabella 2 sono riportati gli attuali sottobacini di scolo delle acque meteoriche, con indicati l'estensione, il recapito delle acque e le eventuali azioni o trattamenti previsti. I sottobacini sono rappresentati in Figura 1. Nell'elaborato cartografico G.02.01 "Stato di fatto" sono rappresentate inoltre nel dettaglio le reti di collettamento e i sistemi di trattamento e recapito al suolo delle acque meteoriche qui schematicamente indicati.

Tabella 2. Sottobacini di scolo delle acque meteoriche dell'area aeroportuale.

Sottobacino	Area [ha]	Recapito	Tipo trattamento
Airside piazzali apron	18.4	Trincea drenante (suolo)	Dissabbiatura-disoleatura acque di prima pioggia, raccolta glicoli de-icing
Airside pista e raccordi	148.4	Suolo	Nessun trattamento acque, idrogommatura delle superfici
Airside area tecnica*	4.4	Perdenti (suolo) e fognatura	Depurazione e collettamento reflui da avviare in fognatura
Airside torre di controllo	0.6	Suolo	Nessuno
Landside parcheggi	9.6	Perdenti (suolo)	Dissabbiatura-disoleatura acque di prima pioggia
Landside park low-cost	3.5	Suolo	Nessuno

* Una parte di area tecnica è in fase di dismissione per ampliamento Apron e sarà ricollocata in nuova urbanizzazione presso l'attuale area TWR

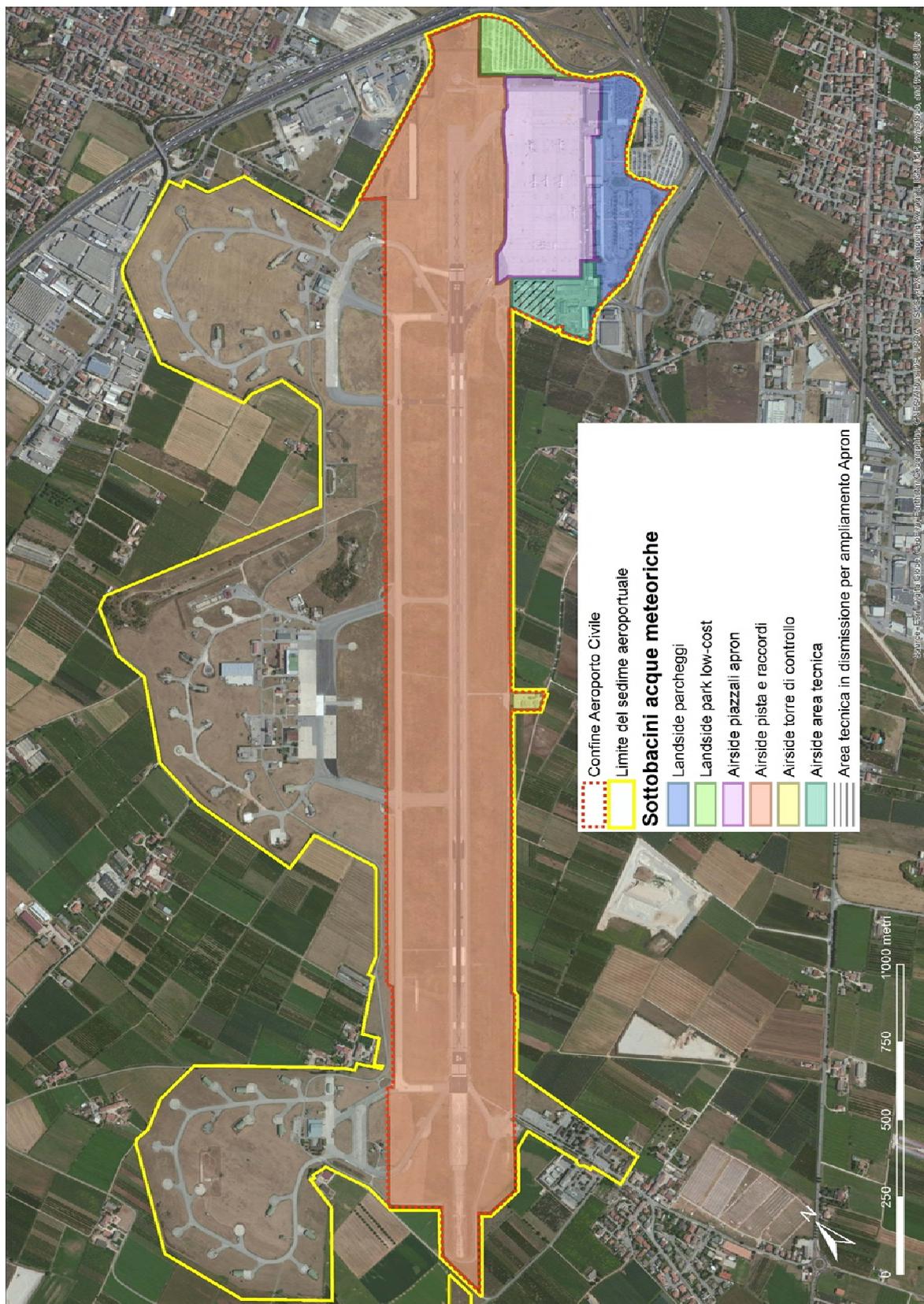


Figura 1. Sottobacini di scolo delle acque meteoriche dell'area aeroportuale.

3.1.1 Il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche del piazzale aeromobili

A partire dal 2001, il piazzale di sosta degli aeromobili dell'aeroporto Valerio Catullo ha subito una trasformazione profonda continua che lo ha portato ad ampliare la superficie impermeabilizzata da 90'000 m² ai 147'000 m² attuali e, contestualmente, a potenziare il sistema di drenaggio delle acque meteoriche.

Alla rete di drenaggio esistente sono convogliate altresì le acque di dilavamento delle coperture dell'aerostazione e dell'hangar. L'area scolante facente capo alla rete di drenaggio è dunque, complessivamente, di circa 184.000 m².

I progetti che nel corso degli anni hanno coinvolto il sistema di drenaggio dell'area aeroportuale sono elencati di seguito:

- Sistema di raccolta, disoleazione e smaltimento per dispersione delle acque meteoriche (Progetto esecutivo, 2001);
- Lavori di risanamento strutturale del fognolo grigliato di drenaggio delle acque meteoriche del piazzale di sosta aeromobili (Progetto esecutivo, 2003);
- Lavori di costruzione di un nuovo collettore in pressione per il trasporto delle acque meteoriche e della stazione di sollevamento (Progetto esecutivo, 2009);
- Studio preliminare del deflusso delle acque meteoriche della copertura dell'aerostazione (2009).

La Figura 2 a seguire rappresenta l'evoluzione nel tempo del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma.

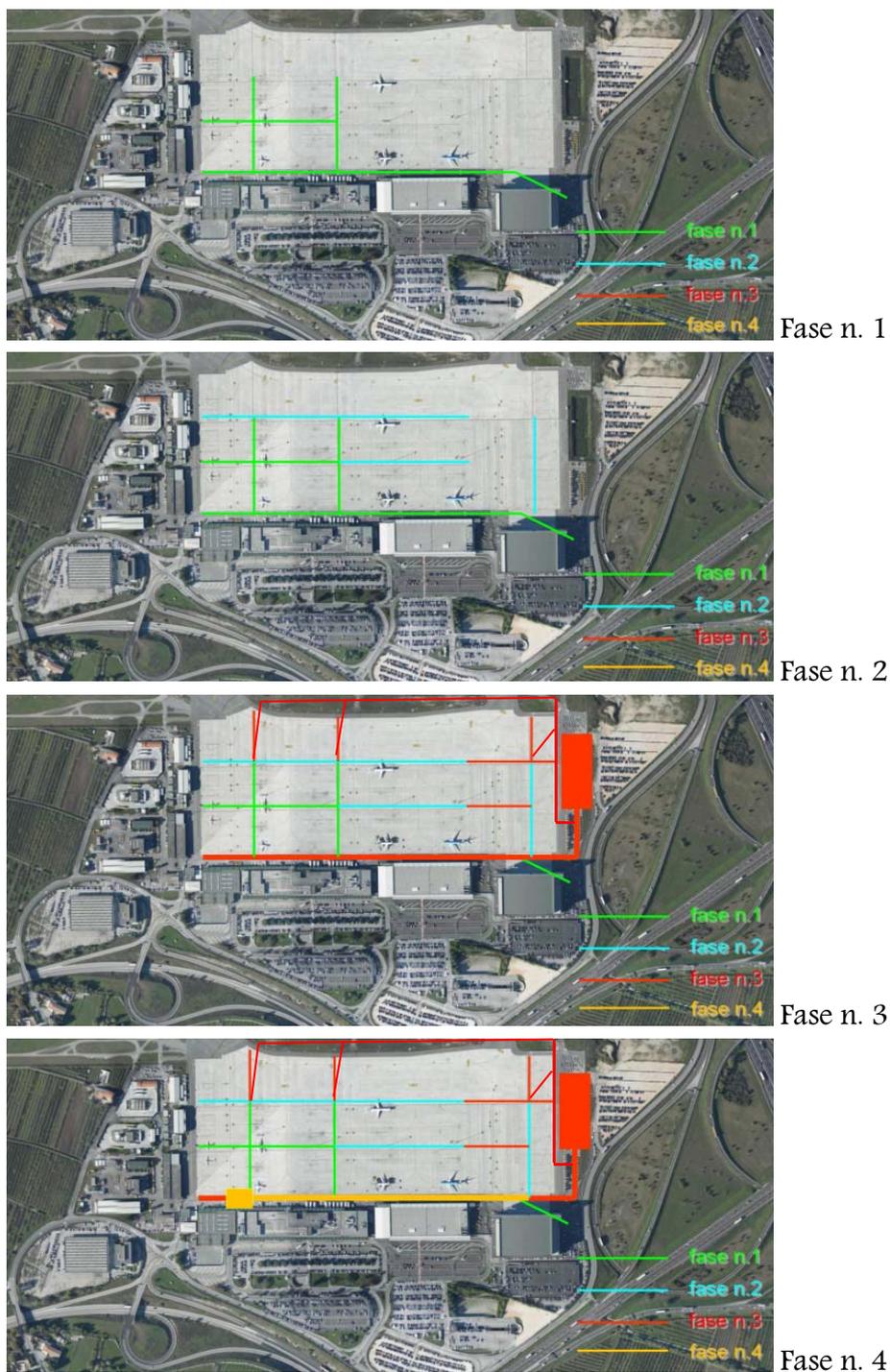


Figura 2. Evoluzione del sistema di smaltimento acque meteoriche del piazzale aeromobili.

- Fase n. 1 : fognoli e linea di scarico ai pozzi perdenti;
- Fase n. 2 : ampliamento del piazzale e realizzazione dei nuovi fognoli
- Fase n. 3 : ampliamento finale del piazzale con realizzazione dei fognoli, della nuova dorsale fognaria e del sistema di trattamento ed infiltrazione, con dismissione dei pozzi perdenti
- Fase n. 4 : realizzazione dell'impianto di sollevamento della nuova linea in pressione.

In origine esisteva solo una parte di rete di fognoli che collettava tutte le acque e le recapitava ad un sistema di pozzi perdenti (Fasi 1 e 2).

A seguito di ampliamento dei piazzali il sistema dei pozzi perdenti è stato dismesso e sostituito da un nuovo sistema conforme alla normativa vigente per la raccolta, disoleazione e smaltimento per dispersione delle acque meteoriche (Fase 3).

L'impianto di trattamento è costituito da 3 manufatti monoblocco prefabbricati, in acciaio per una capacità di trattamento pari a 600 l/s complessivi, 200 l/s per ogni linea, corrispondenti al volume di prima pioggia, valutato secondo la Legge Regionale n. 62 del 27/05/1985 in 5 mm uniformemente distribuiti su una durata di 15 min. Il sistema di trattamento contiene all'interno tutti gli elementi di processo così articolati (Figura 3):

- Dissabbiatore, sedimentazione particelle sabbiose per gravità;
- Disoleatore gravimetrico, con separazione liquidi con densità fino a 0,90 g/cm³, con concentrazione residua non superiore a 5 ppm;
- Filtro lamellare a coalescenza, costituito da un blocco di scambio a canali sovrapposti in materiale plastico, che favorisce l'aggregazione delle particelle d'olio più piccole (coalescenza) e quindi la successiva separazione per effetto della differenza di densità fra acqua e olio;
- Otturatore automatico contro la fuoriuscita di idrocarburi, costituito da un elemento in grado di galleggiare nell'acqua ed affondare nell'olio, provocando così la chiusura della tubazione di efflusso in caso di accumulo eccessivo di oli ed idrocarburi.

La portata eccedente i 600 l/s, circa 2'400 m³ secondo il progetto del 2001, sfiora internamente il pozzetto di ripartizione a monte del sistema di trattamento. L'acqua sfiorata viene dunque convogliata ad una vasca di infiltrazione avente dimensione di circa 22x100 m².

Le acque di piattaforma sono state collegate al sistema sopra descritto mediante la realizzazione di una nuova linea a gravità DN600-800-1200 posata in parallelo alla vecchia linea fognaria DN300-600-800-1000 che recapitava ai pozzi perdenti.

La vecchia dorsale fognaria risulta inoltre collegata alla nuova in più punti, come molteplici sono i collegamenti fra le dorsali e i fognoli e fra le dorsali e le griglie che raccolgono le acque dei pluviali dell'aerostazione.

Successivamente alla realizzazione del nuovo sistema, a seguito del manifestarsi di fenomeni di allagamento, localizzati soprattutto davanti al terminal passeggeri, zona più depressa dell'intera area aeroportuale, nel 2009 è stato realizzato un impianto di sollevamento di fronte al terminal passeggeri ed un tratto di collettore in pressione che, collegando l'impianto di sollevamento alla dorsale fognaria, consentiva di allontanare dalla zona in oggetto i volumi di precipitazione eccedenti la capacità di portata della linea a gravità (Fase 4).

L'impianto di sollevamento trova collocazione all'interno di un vecchio pozzetto di disoleazione ed è equipaggiato con due pompe sommergibili da 236 l/s cadauna. L'immissione del tratto in pressione, DN 500 PEAD, avviene nella dorsale fognaria esistente di fronte all'hangar.

Nonostante gli interventi di potenziamento delle opere di drenaggio eseguiti, il sistema presenta tuttora delle criticità in occasione di eventi pluviometrici brevi ed intensi, come verificatosi nel corso dell'estate 2014, che danno origine all'allagamento del piazzale con conseguente interruzione temporanea delle attività aeroportuali (Figura 4).

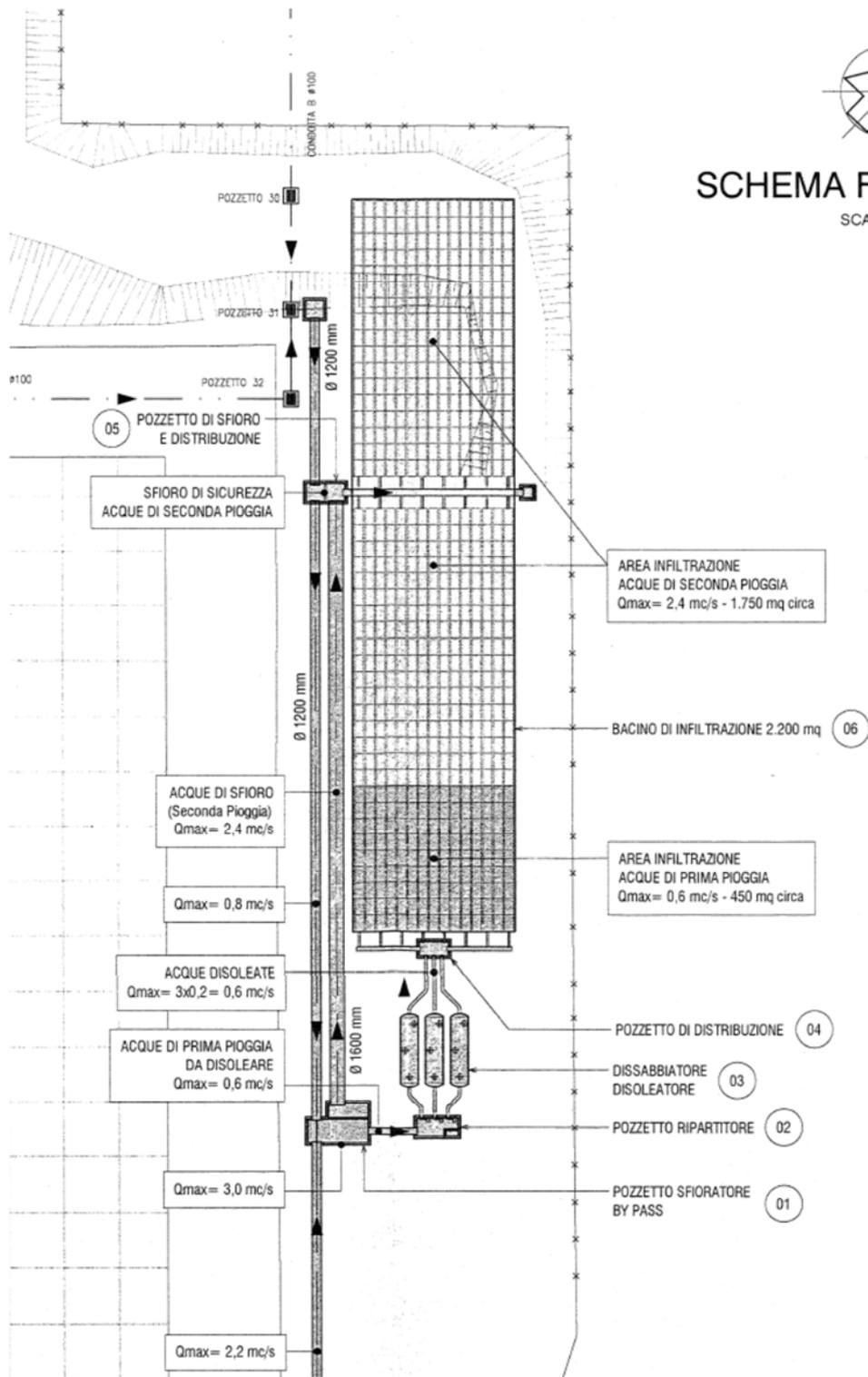


Figura 3. Schema idraulico del sistema di dispersione - 2001



Figura 4. Effetti indotti da eventi di precipitazione intensi sul piazzale dell'aerostazione.

A seguito del suddetto evento veniva commissionata alla società SGI Studio Galli Ingegneria Spa la redazione di uno studio idrologico-idraulico e di fattibilità degli interventi di adeguamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche del piazzale sosta aeromobili e dell'aerostazione.

Lo studio veniva condotto attraverso una preliminare analisi dello stato di fatto, desunto a partire da studi pregressi e mediante esecuzione di sopralluoghi e verifiche ispettive delle opere, effettuate con l'assistenza dei tecnici ed operatori di Aeroporto Valerio Catullo. Si raccomanda tuttavia l'esecuzione di rilievi dettagliati, anche mediante campagna di video ispezione, di tutto il sistema di drenaggio del piazzale prima di procedere con la progettazione e realizzazione delle opere, al fine di verificare e validare tutte le assunzioni fatte nell'ambito dello stesso studio.

L'analisi delle criticità idrauliche del sistema di drenaggio del piazzale veniva eseguita con la costruzione di un modello matematico idrologico ed idraulico.

In base alle risultanze dei rilievi condotti emergeva che la nuova dorsale fognaria in calcestruzzo fosse collegata in più punti alla vecchia dorsale, e risultava interrotta in due punti: di fronte al terminal passeggeri, mediante un getto di cemento che chiudeva la sezione

in corrispondenza del passaggio fra DN500 e DN600; contestualmente alla realizzazione di una griglia di raccolta, la dorsale fognaria risultava interrotta e la canaletta raccordata alla vecchia linea.

In base alla simulazione idrologica, l'evento critico analizzato nello studio, quello del 5 agosto 2014, è risultato avere un tempo di ritorno compreso tra 25 e 50 anni

La modellazione matematica evidenziava le seguenti criticità del sistema di deflusso:

1. Dorsale fognaria principale e fognoli:
 - Insufficienza idraulica dei fognoli perpendicolari al terminal passeggeri;
 - Sistema di smaltimento principale costituito da un insieme di collettori realizzati in epoche differenti con capacità di portata non omogenea lungo la dorsale;
 - Capacità di portata della dorsale principale insufficiente a far fronte agli eventi meteorici intensi. Il profilo idraulico di piena interseca quello del terreno di fronte al terminal passeggeri con il contestuale allagamento del piazzale;
 - Profilo idraulico rigurgitato di fronte all'hangar a causa del "collo di bottiglia" DN1000-DN800-DN1200.
2. Impianto di sollevamento:
 - Limitata portata in afflusso all'impianto di sollevamento;
 - Sottodimensionamento dell'impianto di sollevamento e della linea in pressione;
 - Sottodimensionamento del volume di pescaggio/regolazione dei livelli di attacco e stacco delle elettropompe sommerse;
3. Bacino di dispersione:
 - Sistema completamente chiuso senza possibilità di manutenzione delle camere di dispersione con eventuale possibilità di intasamento dello strato filtrante;
 - Limitata capacità di laminazione delle camere di dispersione. Volume di stoccaggio delle camere di dispersione potenzialmente insufficiente nei confronti di eventi di precipitazione brevi ed intensi;
 - Possibilità di rigurgito del profilo di piena a monte della vasca di dispersione.

Gli interventi proposti venivano suddivisi secondo due livelli temporali: interventi da realizzare a breve termine, classificabili come interventi di manutenzione straordinaria, e interventi di medio-lungo periodo, che dovrebbero consentire la risoluzione finale delle criticità idrauliche del sistema di drenaggio.

Il progetto degli interventi di breve termine per l'adeguamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche del piazzale aeromobili dell'aeroporto Valerio Catullo di Verona è stato successivamente affidato dall'Amministrazione dell'Aeroporto Valerio Catullo di Villafranca (VR) alla scrivente società Nordest Ingegneria S.r.l., la quale ha avviato, in adempimento dell'incarico ricevuto, una approfondita campagna di rilievo, finalizzata in particolare all'implementazione di un modello idrologico-idraulico del sistema di collettamento del piazzale aeromobili.

L'attività è consistita in rilievi topografici mirati sia alla caratterizzazione altimetrica del bacino afferente alla rete idraulica oggetto di verifica, sia alla descrizione geometrica dei collettori e dei manufatti idraulici presenti lungo la rete di scolo, mediante apertura di tutti i chiusini e la compilazione di opportune schede monografiche.

Il rilievo altimetrico eseguito ha consentito di creare un DTM (modello digitale del terreno) del piazzale e di tracciare le linee di livello come rappresentato in Figura 5. Da un'analisi dell'andamento altimetrico del piazzale è emerso come l'area interessata dagli allagamenti e per questo maggiormente critica, risulti essere proprio quella fronte terminal passeggeri.

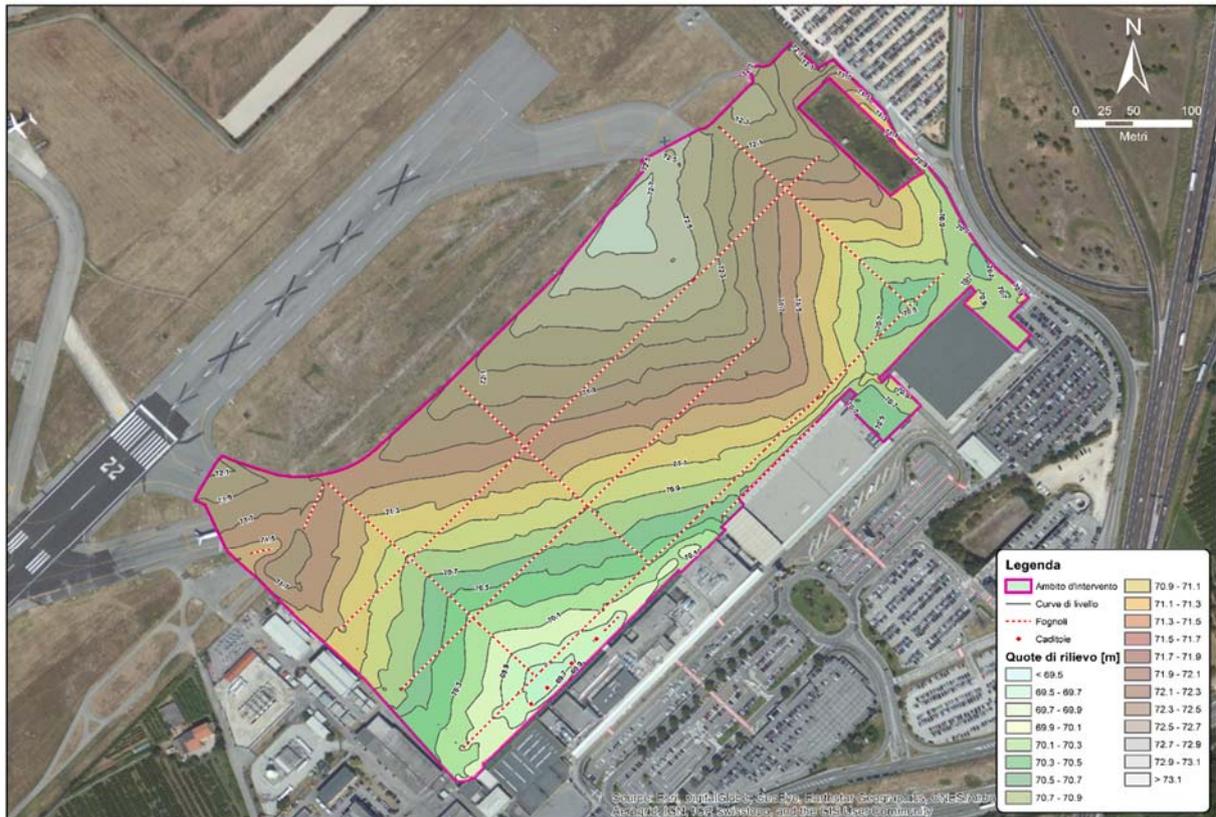


Figura 5. DTM e curve di livello del piazzale aeromobili oggetto di studio idrologico-idraulico.

L'insieme delle informazioni raccolte unitamente alle video ispezioni eseguite dall'ente gestore aeroportuale hanno permesso una dettagliata e puntuale descrizione del complesso sistema di collettamento. Si sono in particolare descritte sia le canalette e i chiusini di prima raccolta che tutte le condotte che colleteranno le acque fino al sistema di trattamento e alla vasca di dispersione in falda. In particolare si è individuata una linea di condotte, non considerata negli studi precedenti ai fini del deflusso del piazzale aeromobili, che si sviluppa a nord del piazzale e che colletta parte delle acque dello stesso e le convoglia fino all'impianto di trattamento (Figura 6).



Figura 6. Rete di collettamento, impianto di trattamento e bacino di dispersione del piazzale aeromobili.

Un altro elemento emerso dal rilievo è che la linea che nel precedente studio era stata rilevata come la “nuova” dorsale, risultata interrotta e collegata alla “vecchia” in alcuni punti, è in realtà la vecchia dorsale.

Infine è stata riscontrata l’occlusione di un fognolo proprio in corrispondenza dell’area critica, causata da un asse di legno utilizzato come cassaforma per la messa in opera del fognolo, non rimossa al termine dell’esecuzione dei lavori.

L’insieme delle attività descritte ha consentito di verificare ed implementare i dati già disponibili, nonché di disporre di tutte le informazioni di natura geometrica e territoriale necessarie per l’implementazione del nuovo modello geometrico della rete di scolo delle acque meteoriche (Figura 7).



Figura 7. Rappresentazione della geometria del modello idrologico - idraulico.

Di seguito si descrivono i risultati ottenuti in sede di analisi del modello idrologico e idraulico eseguita a seguito della calibrazione dello stesso ovvero impiegando il set di parametri ottenuti a valle della procedura di calibrazione.

La durata di pioggia impiegata per le analisi condotte è quella critica per il sistema di collettamento studiato valutata in una precipitazione di 30 minuti.

Alle successive Figura 8 e Figura 9 sono riportati il profilo liquido che si realizza lungo la dorsale principale ove nel 2009 è stato installato l'impianto di sollevamento per il miglioramento dello stato di rischio idraulico nell'area fronte terminal passeggeri, per un evento meteorico caratterizzato rispettivamente da un tempo di ritorno di 5 e 10 anni.

Quello che emerge chiaramente dall'analisi di confronto del profilo liquido rappresentato è un importante innalzamento del livello idrico lungo la condotta dorsale principale in particolare in corrispondenza al pozzetto di immissione della canaletta grigliata di prima raccolta ove, tra l'altro, è installata la stazione di pompaggio.

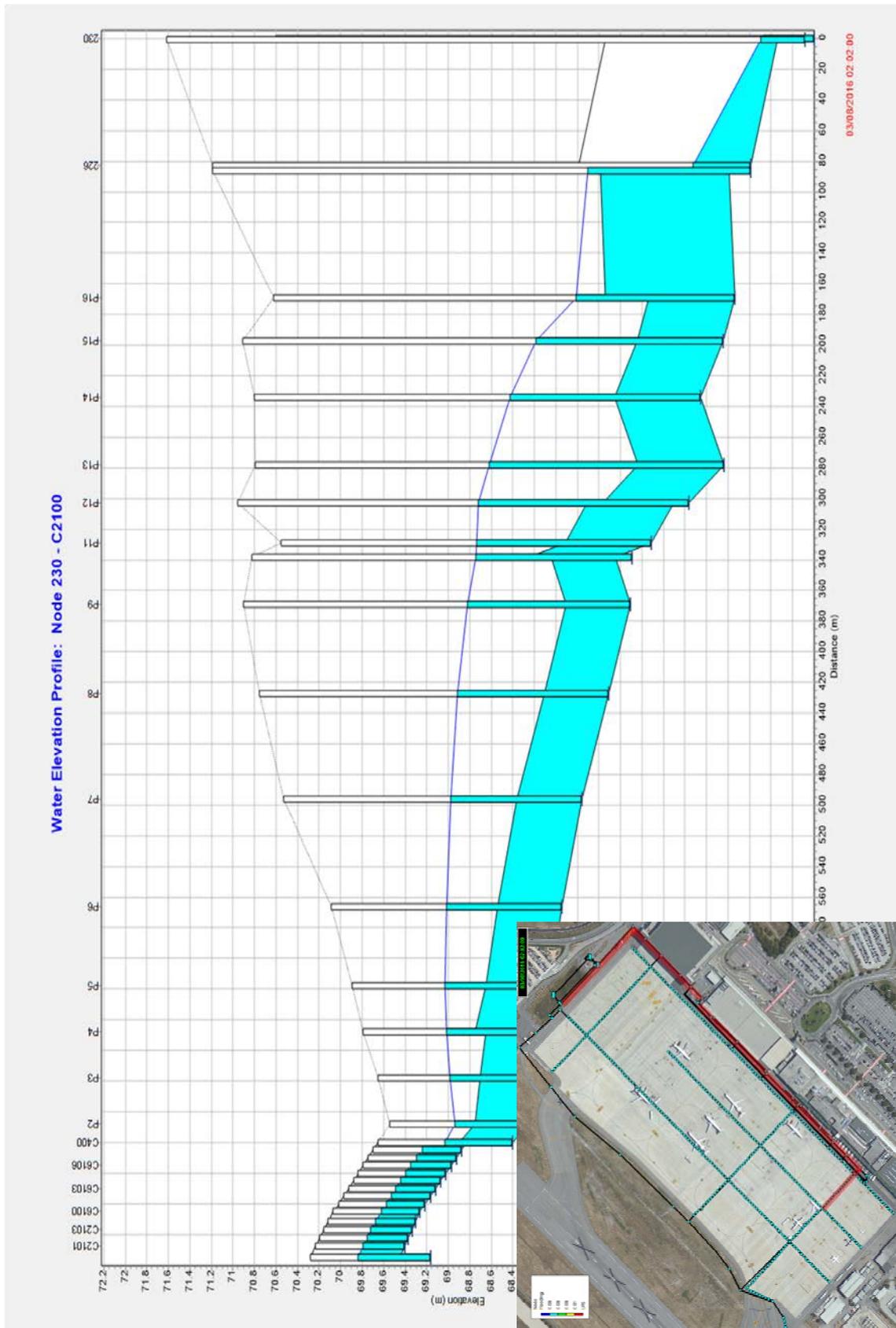


Figura 8. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.
 Evento meteorico $Tr=5$ anni e $Tp=30$ minuti.

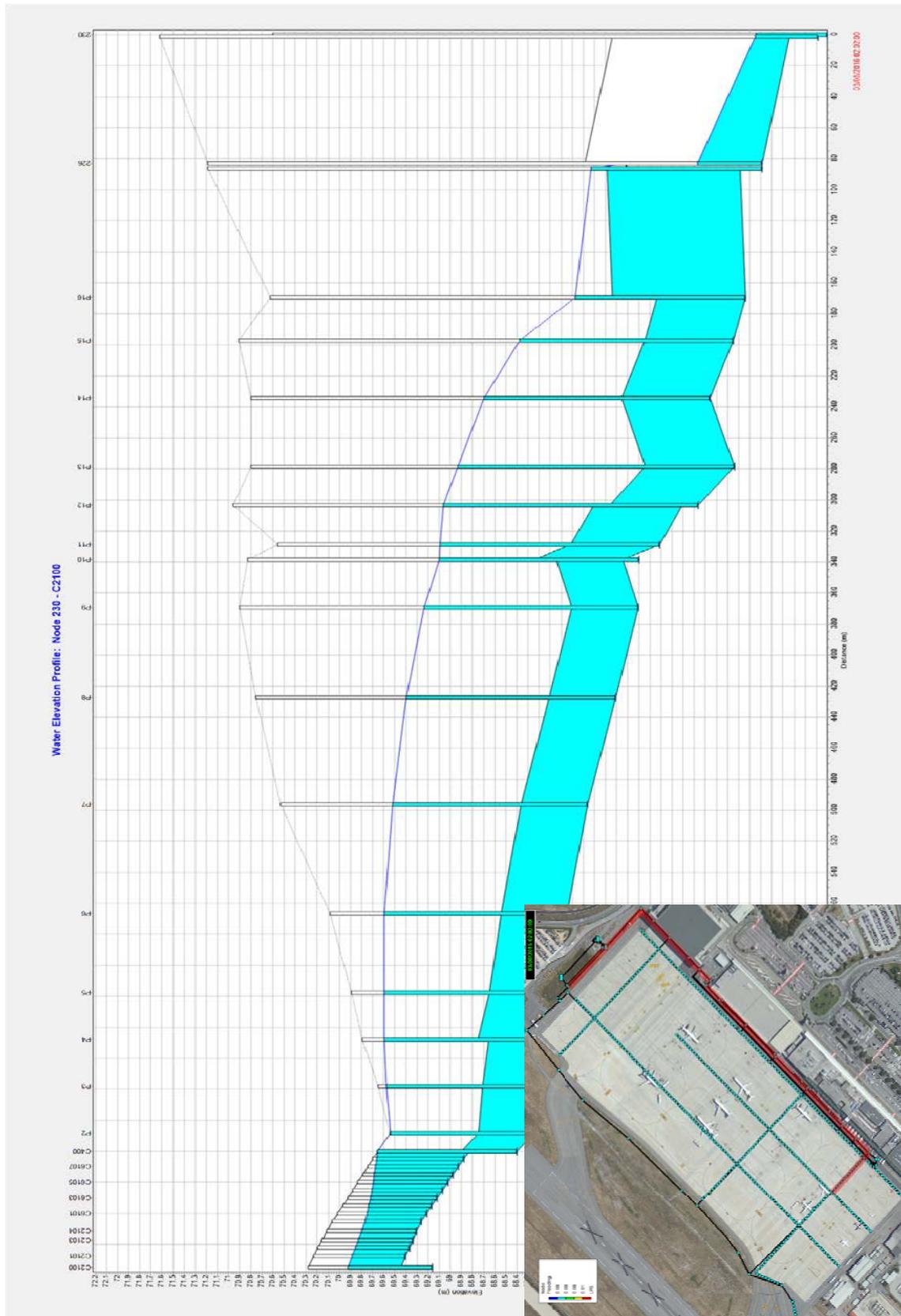


Figura 9. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.
 Evento meteorico $Tr=10$ anni e $Tp=30$ minuti.

Alla successiva Figura 10 si riporta il profilo liquido che si realizza lungo la dorsale principale per un evento meteorico caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 25 anni. Quello che emerge chiaramente dall'analisi del profilo liquido rappresentato è un importante innalzamento del livello idrico questa volta causa di allagamenti in corrispondenza della zona maggiormente depressa posta di fronte all'area terminal passeggeri. L'effetto di abbassamento del livello piezometrico locale generato dalla stazione di sollevamento non è questa volta sufficiente ad evitare fenomeni di allagamento localizzati in corrispondenza al pozzetto di immissione della canaletta grigliata di prima raccolta ove, tra l'altro, è installata la stazione di pompaggio.

La Figura 11 evidenzia i nodi ove si verificano fenomeni di allagamento nonché la capacità dei collettori: le condotte rappresentate in rosso sono quelle che a seguito dell'evento meteorico non funzionano a superficie libera bensì in pressione. Nessun collettore, tranne quello relativo alla dorsale principale, risulta insufficiente e tutto il sistema funziona a superficie libera.

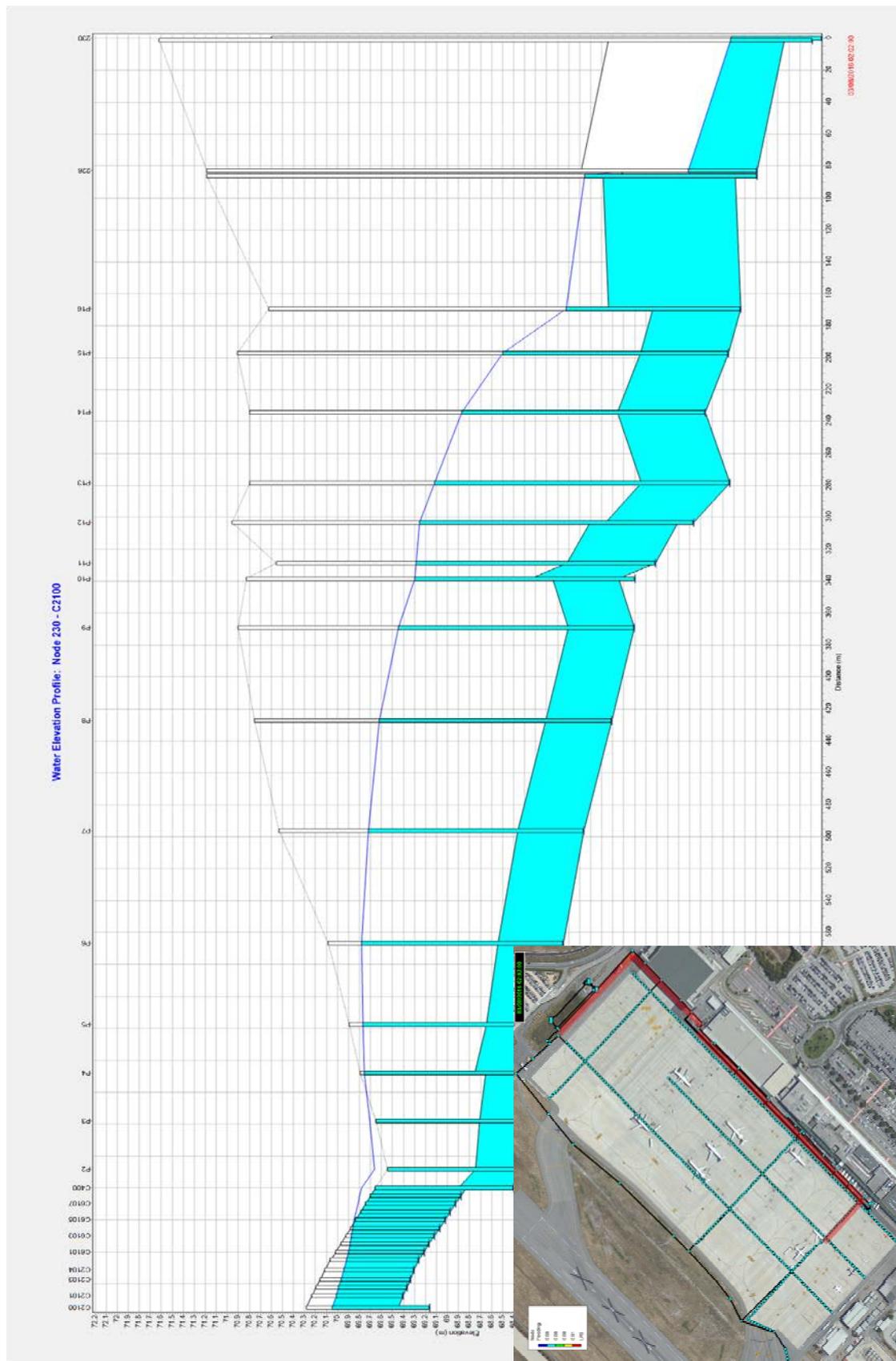


Figura 10. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.
 Evento meteorico $Tr=25$ anni e $Tp=30$ minuti.

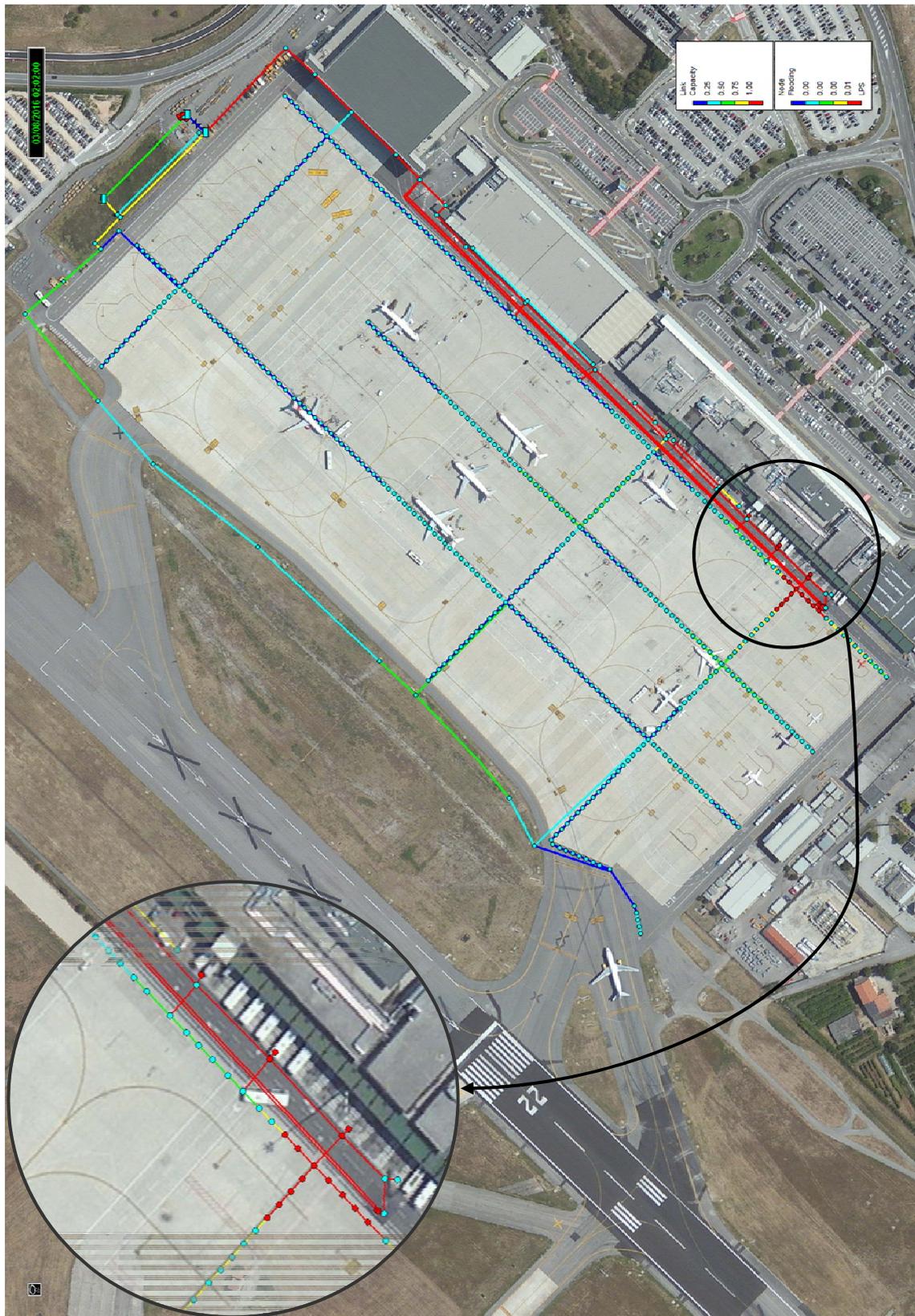


Figura 11. Nodi in flooding e riempimento delle condotte.
Evento meteorico $Tr=25$ anni e $Tp=30$ minuti.

In Figura 12 e Figura 13 si riporta il profilo liquido che si realizza lungo la dorsale principale rispettivamente per un tempo di ritorno pari a 50 e 100 anni. Quello che emerge chiaramente dall'analisi del profilo liquido è un incremento dei volumi di allagamento che insistono in corrispondenza della zona maggiormente depressa posta di fronte all'area terminal passeggeri.

Osservando poi la Figura 14 relativa ad un evento meteorico caratterizzato da un Tr pari a 100 anni si evince chiaramente come anche per gli eventi più estremi, fatta salva la zona più depressa e posta di fronte al terminal passeggeri, il complesso sistema di collettamento delle acque meteoriche risulti idoneo, per geometrie e dimensioni, all'allontanamento delle acque di pioggia (Figura 15). Infatti, pur peggiorando la situazione per la zona più depressa, tutto il sistema di collettamento continua a funzionare a superficie libera.

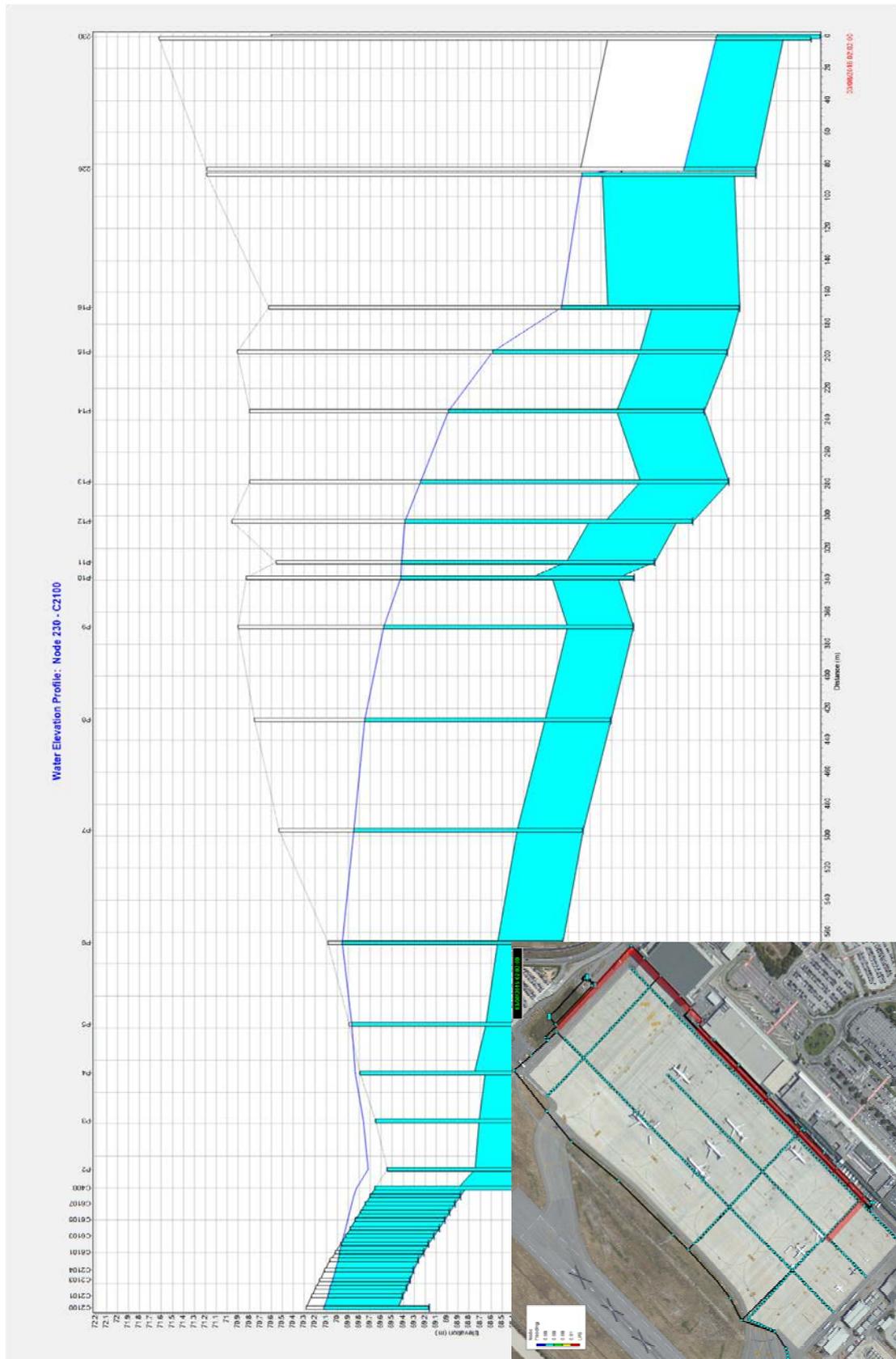


Figura 12. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.
 Evento meteorico $Tr=50$ anni e $Tp=30$ minuti.

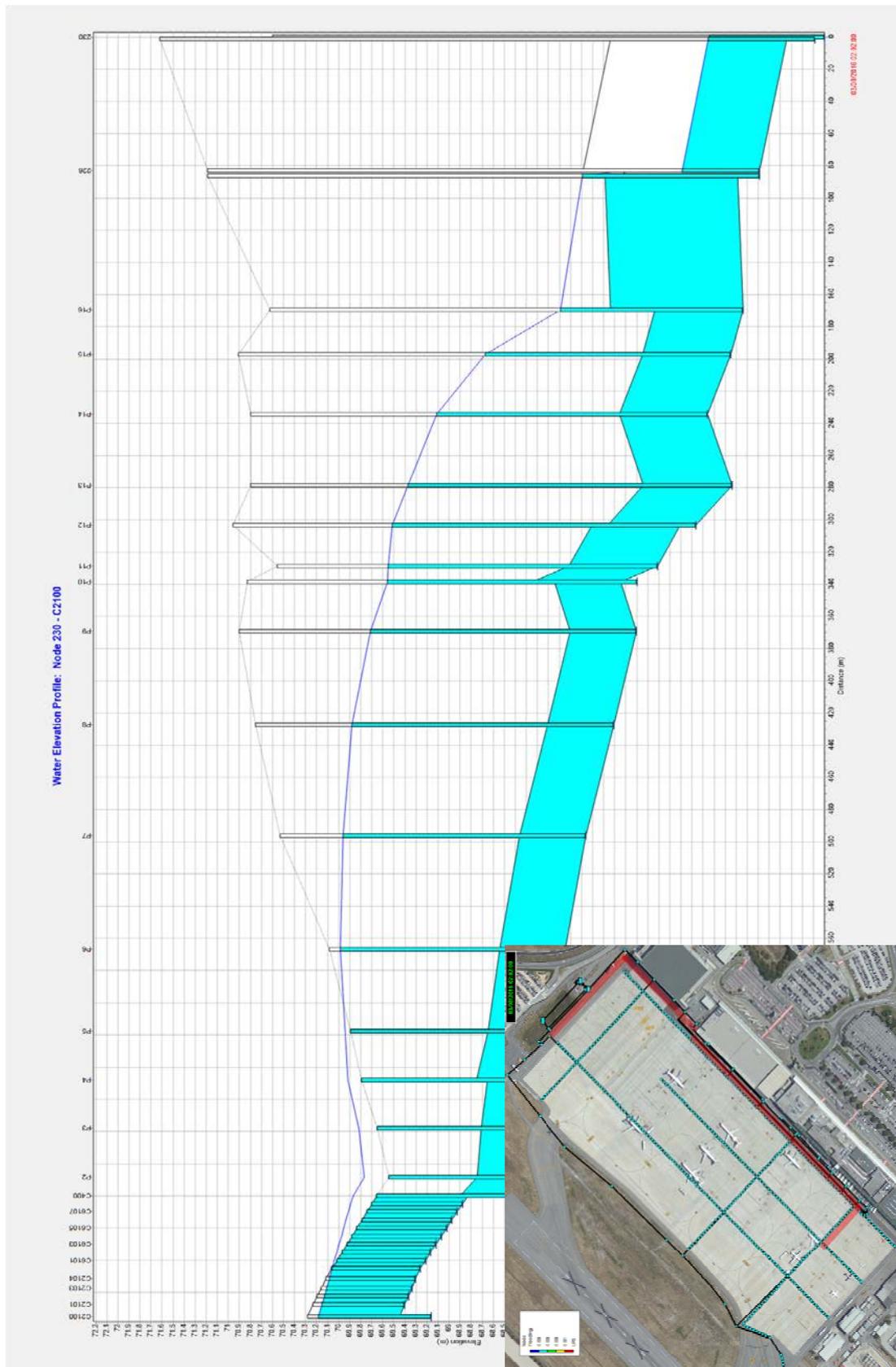


Figura 13. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.
 Evento meteorico $T_r=100$ anni e $T_p=30$ minuti.

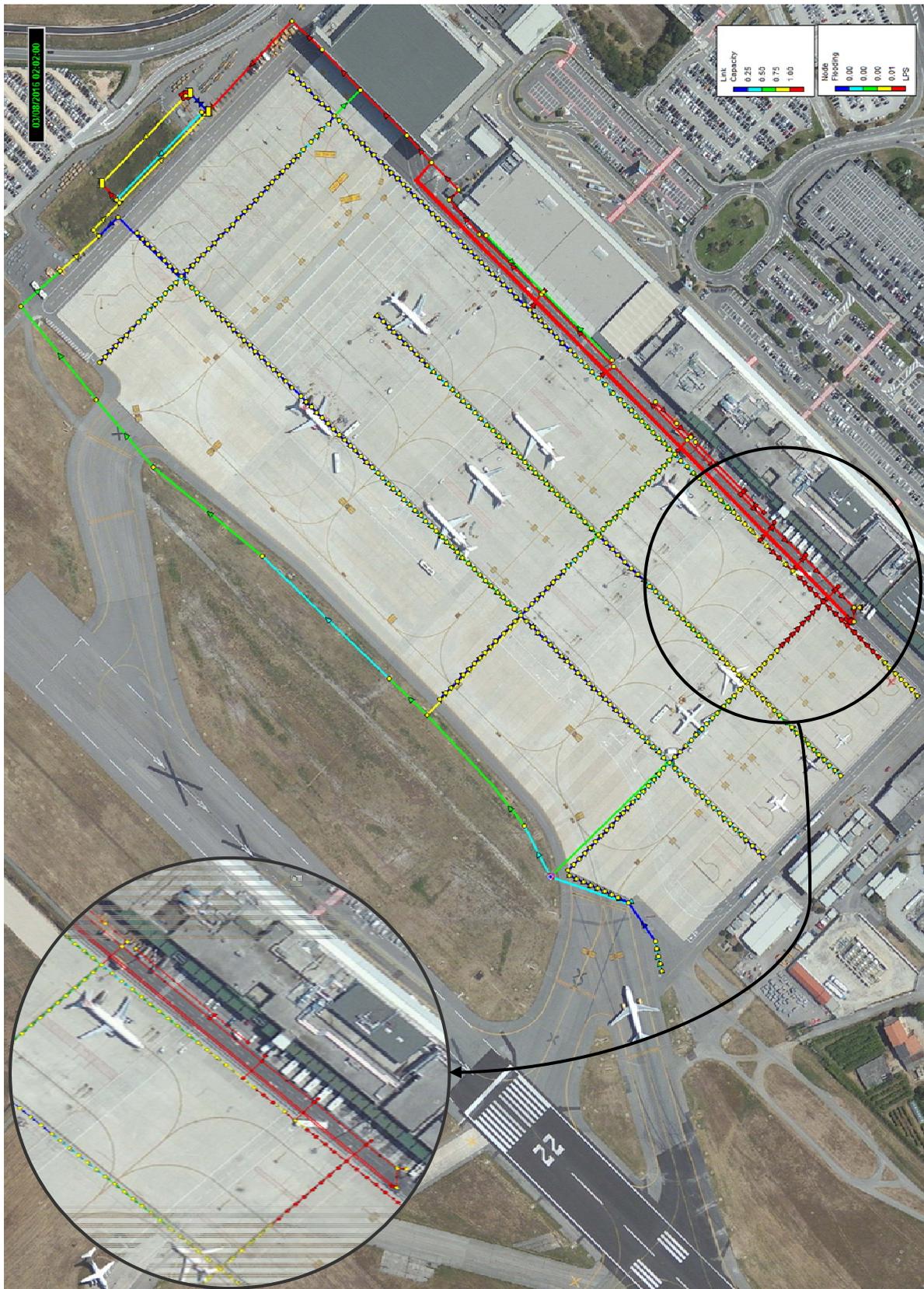


Figura 14. Nodi in flooding e riempimento delle condotte.
 Evento meteorico $Tr=100$ anni e $Tp=30$ minuti

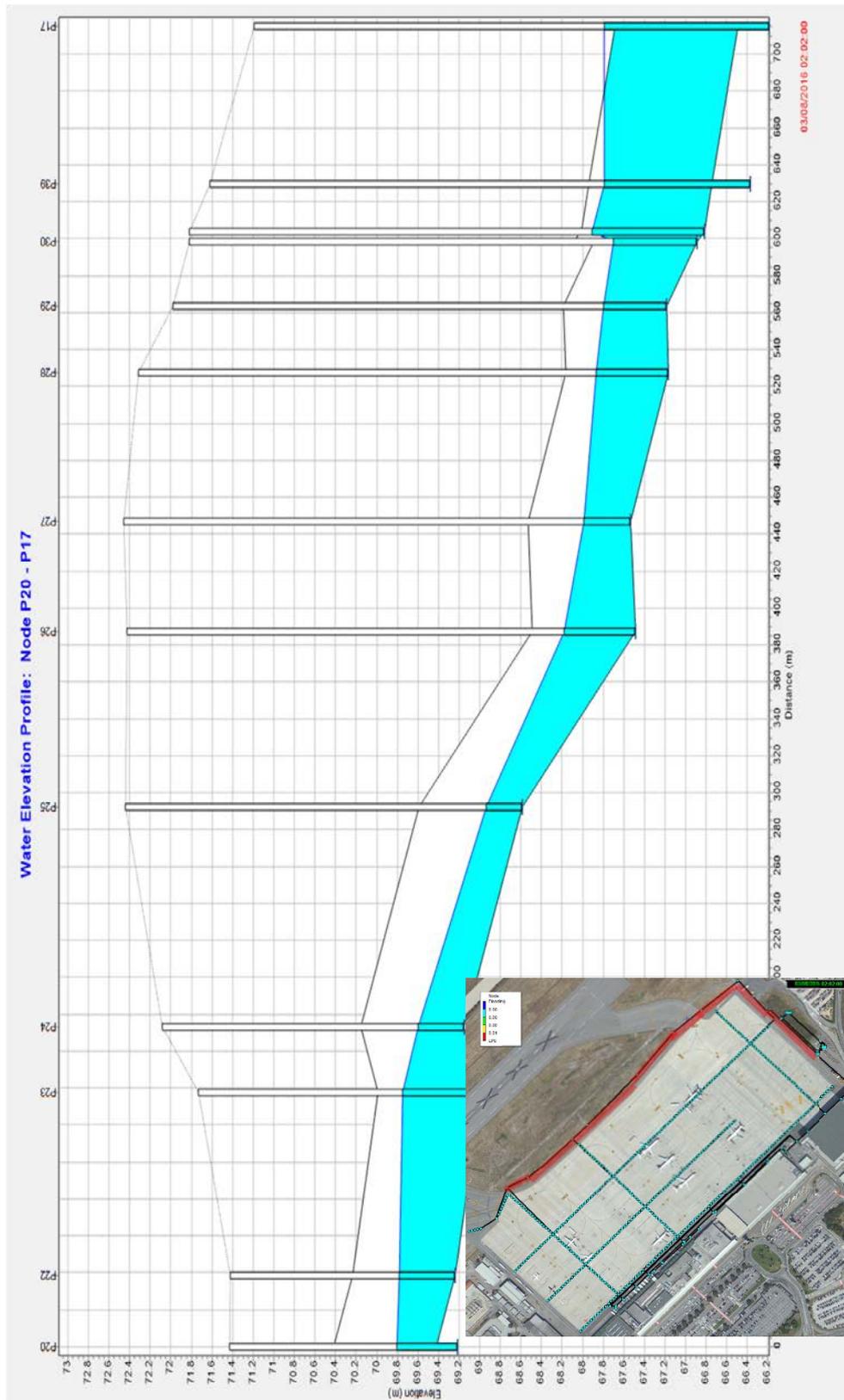


Figura 15. Tirante idraulico lungo la dorsale principale posta a nord e rappresentata nel riquadro.
 Evento meteorico $T_r=100$ anni e $T_p=30$ minuti.

Nella successiva Figura 16 si rappresentano gli idrogrammi in uscita dal collettore principale in corrispondenza al pozzetto posto a monte della vasca di dispersione e dell'impianto di trattamento.

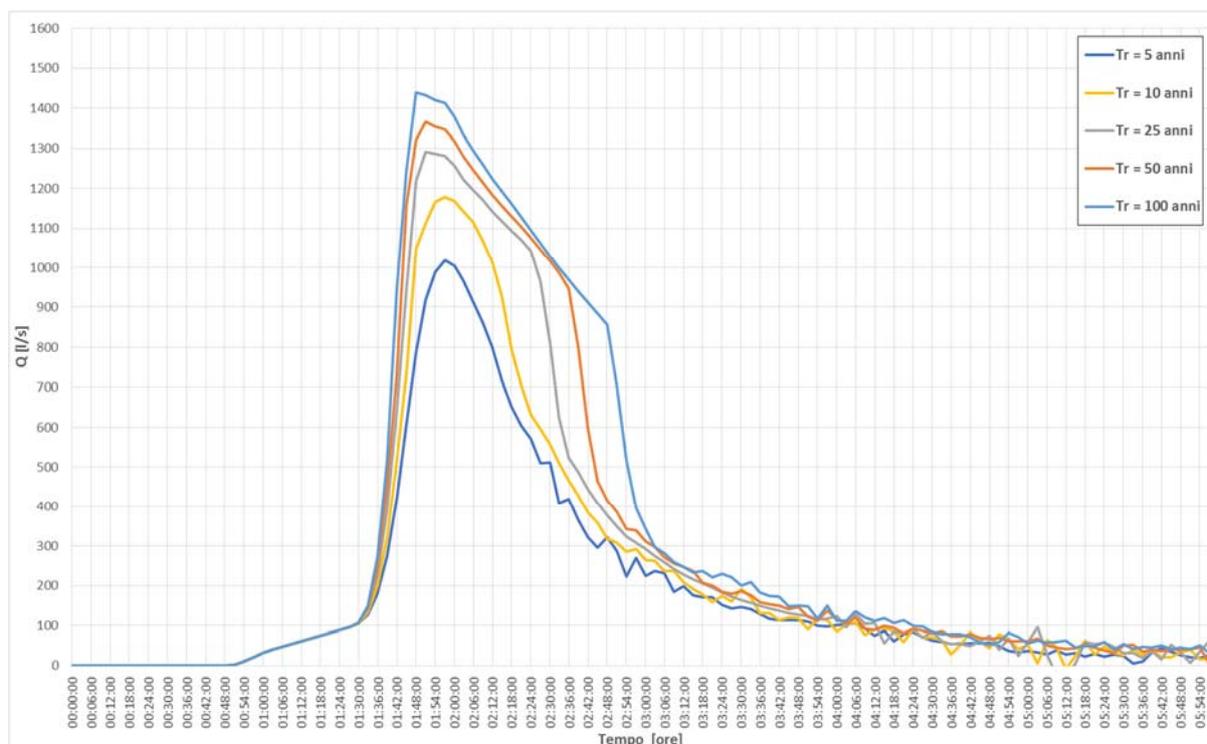


Figura 16. Idrogramma in uscita allo sfioratore posto a monte del bacino di dispersione e dell'impianto di trattamento, della condotta dorsale principale per i diversi tempi di ritorno.

Dall'analisi dei risultati proposti nel presente capitolo emerge chiaramente come il problema del sistema di collettamento del piazzale aeromobili sia localizzato in corrispondenza dell'area fronte terminal passeggeri.

La criticità idraulica evidenziata è collegata a diverse questioni.

- quote dell'area, particolarmente depresse rispetto all'intero piazzale;
- dorsale di collettamento principale costituita da una livelletta irregolare e da condotte con diametri insufficienti;
- sistema di sfioro delle portate di supero meteorico e di dispersione delle portate in falda in grado di generare importanti fenomeni di rigurgito lungo il sistema di collettamento;

- sistema di prima raccolta a monte dell'area soggetta ad allagamento costituito da canalette a griglia, non adeguato. In particolare come si vede dalla successiva Figura 17 le tre canalette 1, 2 e 3 convergono al nodo C2100 e da qui le acque vengono trasferite alla dorsale di collettamento principale non attraverso una specifica condotta bensì mediante la canaletta 4.



Figura 17. Funzionamento della rete di prima raccolta in prossimità dell'area soggetta ad allagamento.

3.1.2 Interventi a breve periodo e interventi di medio-lungo termine

A valle delle analisi condotte per la predisposizione del progetto esecutivo relativo agli interventi di breve termine condotte dalla scrivente Società e per sommi capi espresse ai precedenti paragrafi, si sono definiti, a partire dalle criticità evidenziate, una serie d'interventi di breve e lungo termine aventi lo scopo rispettivamente di risolvere le problematiche di natura idraulica contingenti e migliorare la sicurezza idraulica del piazzale aeromobili garantendo arrivando a garantire l'efficacia del sistema di collettamento con riferimento a eventi meteorici caratterizzati da tempi di ritorno superiori a 100 anni.

In particolare, entrando nel dettaglio, gli interventi a breve termine, attualmente in fase di progettazione esecutiva, comprendono:

- Ampliamento della vasca di carico delle pompe poste di fronte all'area terminal passeggeri (Figura 18, Figura 19 e Figura 20);
- Sostituzione del collettore di alimentazione della vasca di carico a partire dal pozzetto di intersezione dei fognoli posto di fronte al terminal in modo da aumentare il volume d'acqua fluente all'impianto (Figura 18, Figura 19 e Figura 20);
- Inserimento lungo la linea dorsale di una sezione di controllo del moto atta a limitare l'entità delle portate di ritorno verso la stazione di sollevamento (Figura 22);
- Apertura di una luce per lo sfioro di emergenza delle acque di seconda pioggia in corrispondenza della vasca di infiltrazione al fine di consentirne il caricamento dall'alto quando le camere di dispersione risultano completamente invase (Figura 21).

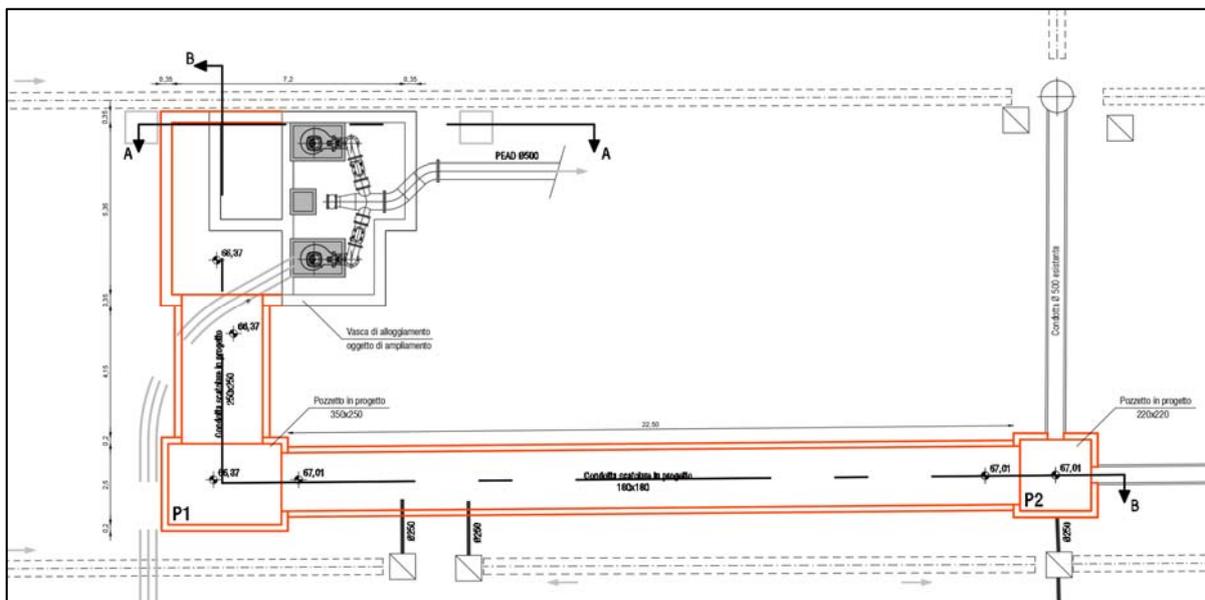


Figura 18. Soluzione d'intervento di cui al progetto esecutivo.

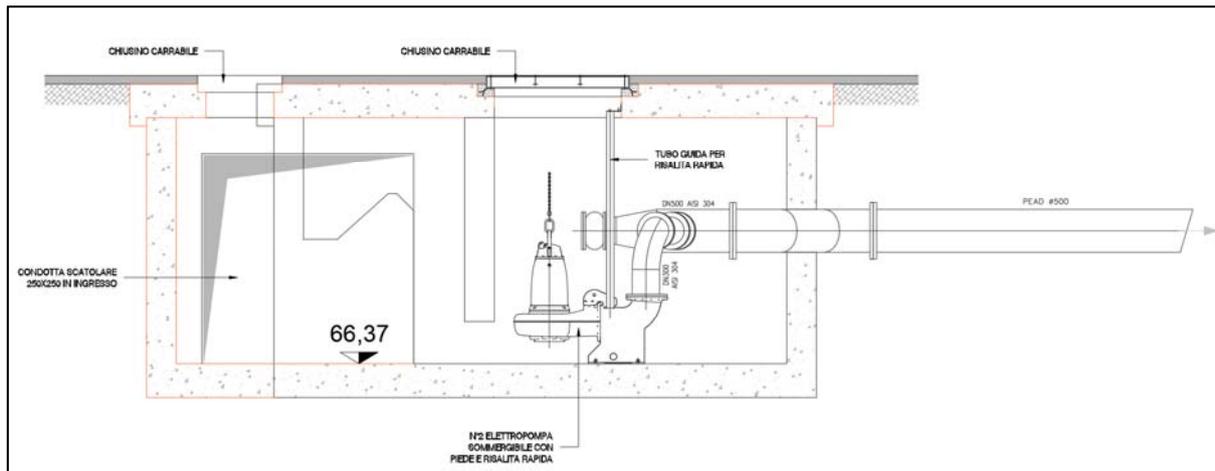


Figura 19. Sezione A-A: vasca di carico impianto di sollevamento ampliata.

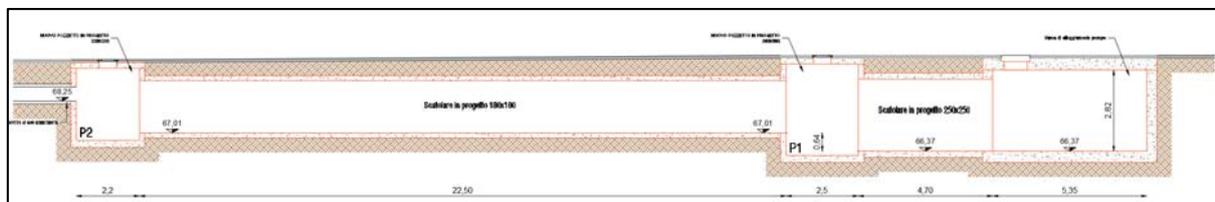


Figura 20. Sezione B-B: tratto di condotta in sostituzione.

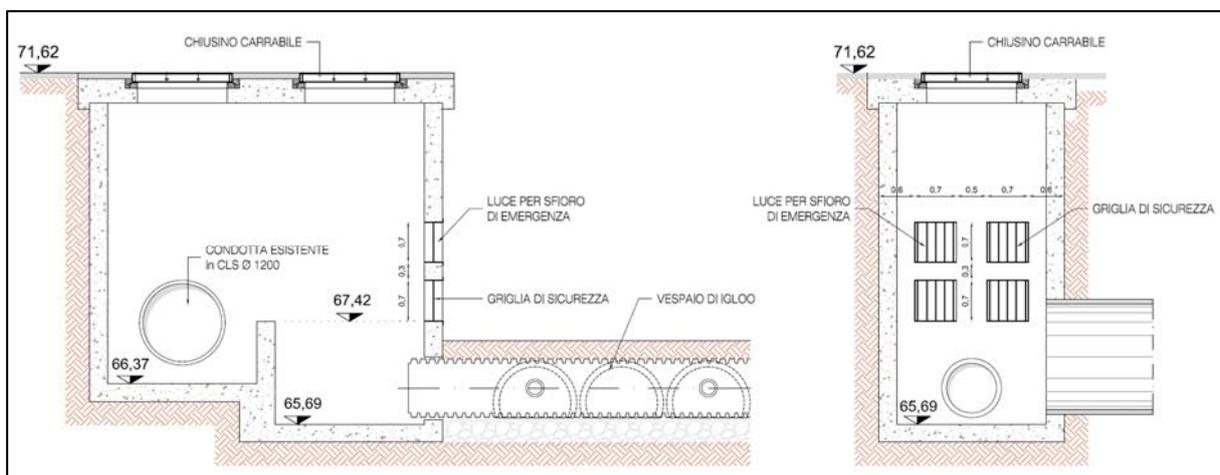


Figura 21. Luce per lo sfioro di emergenza delle acque di seconda pioggia in corrispondenza della vasca di infiltrazione al fine di consentirne il caricamento dall'alto quando le camere di dispersione risultano completamente invase.

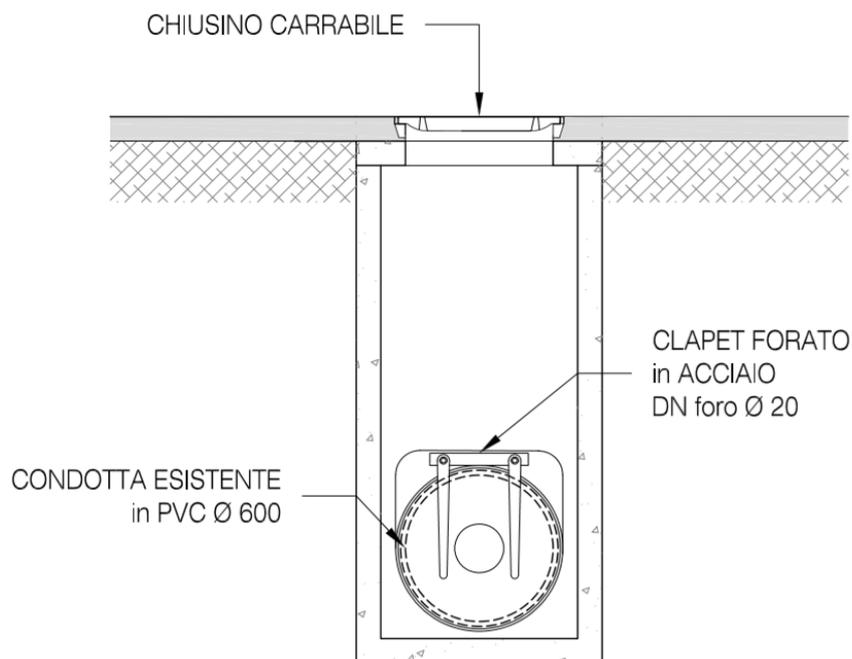


Figura 22. Individuazione planimetrica e dettaglio di progetto del manufatto di controllo.

Nell'ambito di una risoluzione completa delle criticità idrauliche connesse al sistema di drenaggio ovvero il raggiungimento della sicurezza idraulica con riferimento a tempi di ritorno superiori ai cent'anni, le soluzioni da realizzare a medio/lungo termine sono risultate le seguenti:

- Realizzazione di una nuova dorsale di drenaggio da posare in sostituzione al sistema di collettamento esistente al fine di aumentare e adeguare la capacità di portata dell'intero sistema di drenaggio. Un primo stralcio, compreso tra il bacino di dispersione e il pozzetto di scarico dell'impianto di sollevamento, è da programarsi in tempi brevi in quanto in grado, da solo, di garantire il rispetto della sicurezza idraulica con riferimento ad un tempo di ritorno pari a 50 anni usualmente richiesto dalla normativa vigente;
- Incremento della sezione dei fognoli perpendicolari alla veicolare.

3.1.2.1 I risultati delle simulazioni nella configurazione di progetto

Nel presente paragrafo si rappresentano i risultati ottenuti implementando nel modello idrologico idraulico il progetto precedentemente descritto per sommi capi. Saranno in particolare analizzati i risultati che si ottengono per i diversi tempi di ritorno indagati.

Alla successiva Figura 23 si riportano graficamente gli attacchi e stacchi delle pompe poste all'inizio della dorsale principale del sistema di collettamento. Si noti come rispetto allo stato di fatto vi sia un netto miglioramento nel funzionamento delle pompe che presenta una frequenza inferiore di attacchi e stacchi. Ciò è diretta conseguenza dell'incremento del volume di carico delle pompe legato non soltanto all'ampliamento della vasca bensì anche agli scatolari di raccordo tra la vasca stessa e il sistema di collettamento.

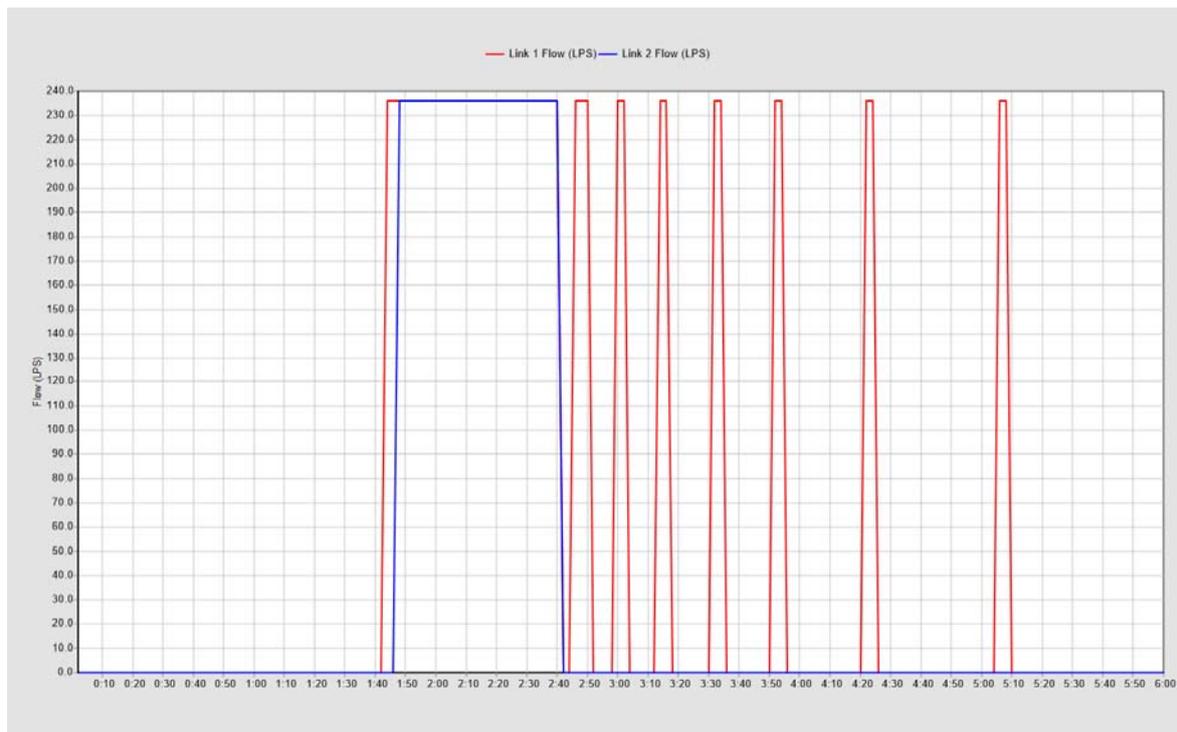


Figura 23. Attacchi e stacchi delle pompe. Evento meteorico $T_r=25$ anni e $T_p=30$ minuti.

Alla successiva Figura 24 si riporta il profilo liquido che si realizza lungo la dorsale principale. L'innalzamento del tirante in corrispondenza del pozzetto P6, ove si colloca il manufatto di regolazione, è diretta conseguenza della sensibile riduzione delle portate di reflusso verso la stazione di sollevamento. Spostando così verso valle, ove le quote del piano campagna sono sensibilmente superiori, i principali effetti di innalzamento del tirante liquido si riescono a mantenere più bassi i livelli in corrispondenza alla zona maggiormente depressa ed oggi critica. Dunque rispetto allo stato di fatto, in cui si verificavano ingenti allagamenti nell'area del terminal passeggeri, con la soluzione prevista da progetto, si ottengono dei risultati più che soddisfacenti.

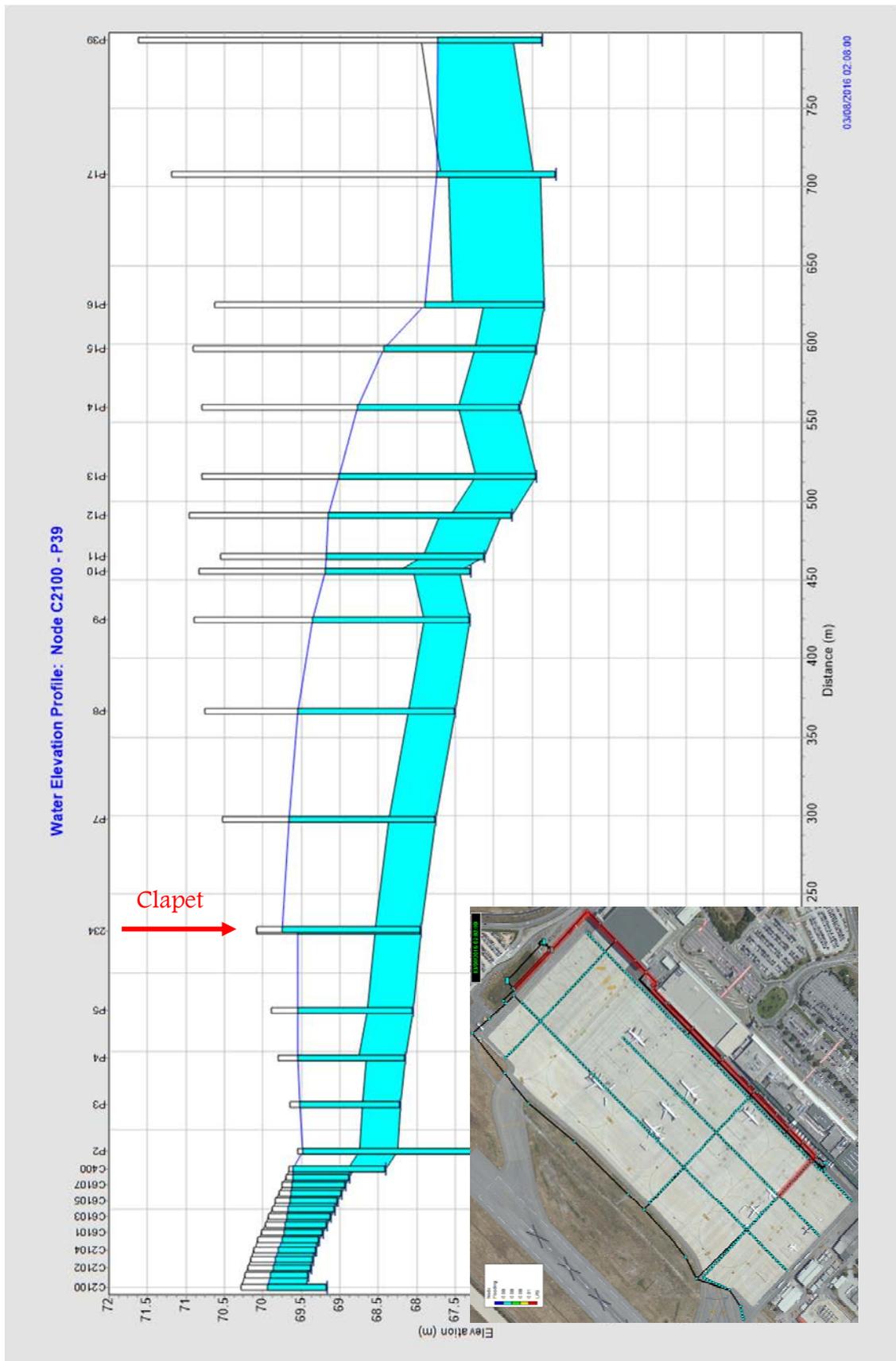


Figura 24. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.
Evento meteorico Tr=25 anni e Tp=30minuti.

Si analizzano di seguito i risultati ottenuti considerando eventi meteorici caratterizzati da una minore frequenza probabile (tempo di ritorno pari a 50 e 100 anni).

Alle successive Figura 25 e Figura 26 si riporta il profilo liquido che si realizza lungo la dorsale principale rispettivamente per un tempo di ritorno pari a 50 e 100 anni. Emerge chiaramente che la soluzione di progetto per eventi caratterizzati da tempi di ritorno pari e superiori a 50 anni non fornisce risultati accettabili: vi è la formazione di volumi di allagamento che, se pur decisamente inferiori a quelli forniti dallo stato di fatto attuale, non possono essere trascurati.

Osservando poi la Figura 27 relativa ad un evento meteorico caratterizzato da un T_r pari a 100 anni si evince chiaramente che la zona più depressa di fronte al terminal passeggeri vede la formazione di allagamenti, tuttavia il restante complesso sistema di collettamento delle acque meteoriche, anche a fronte delle modifiche di progetto apportate, continua a risultare idoneo, per geometrie e dimensioni, all'allontanamento delle acque di pioggia.

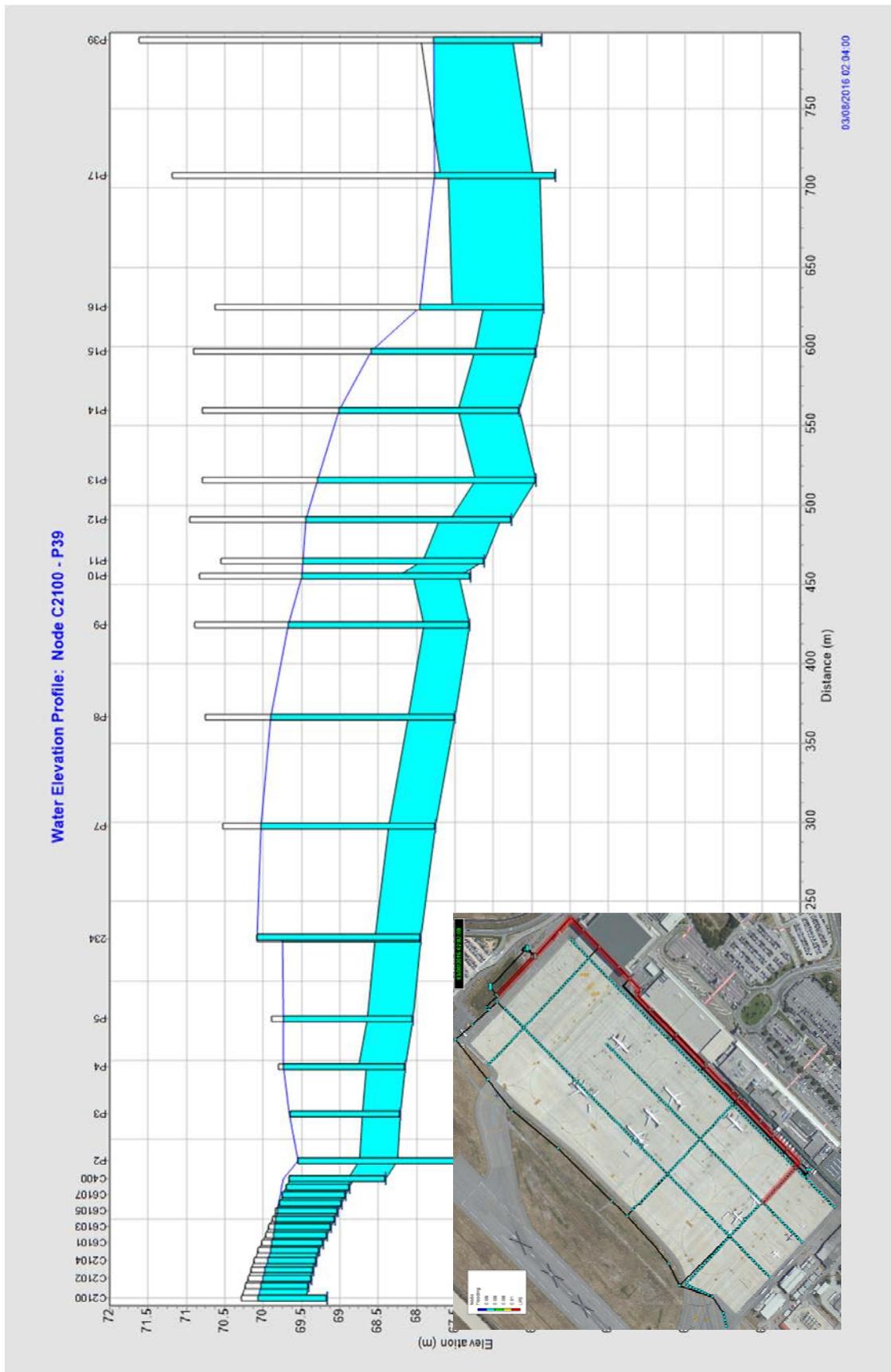


Figura 25. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.
Evento meteorico $Tr=50$ anni e $Tp=30$ minuti.

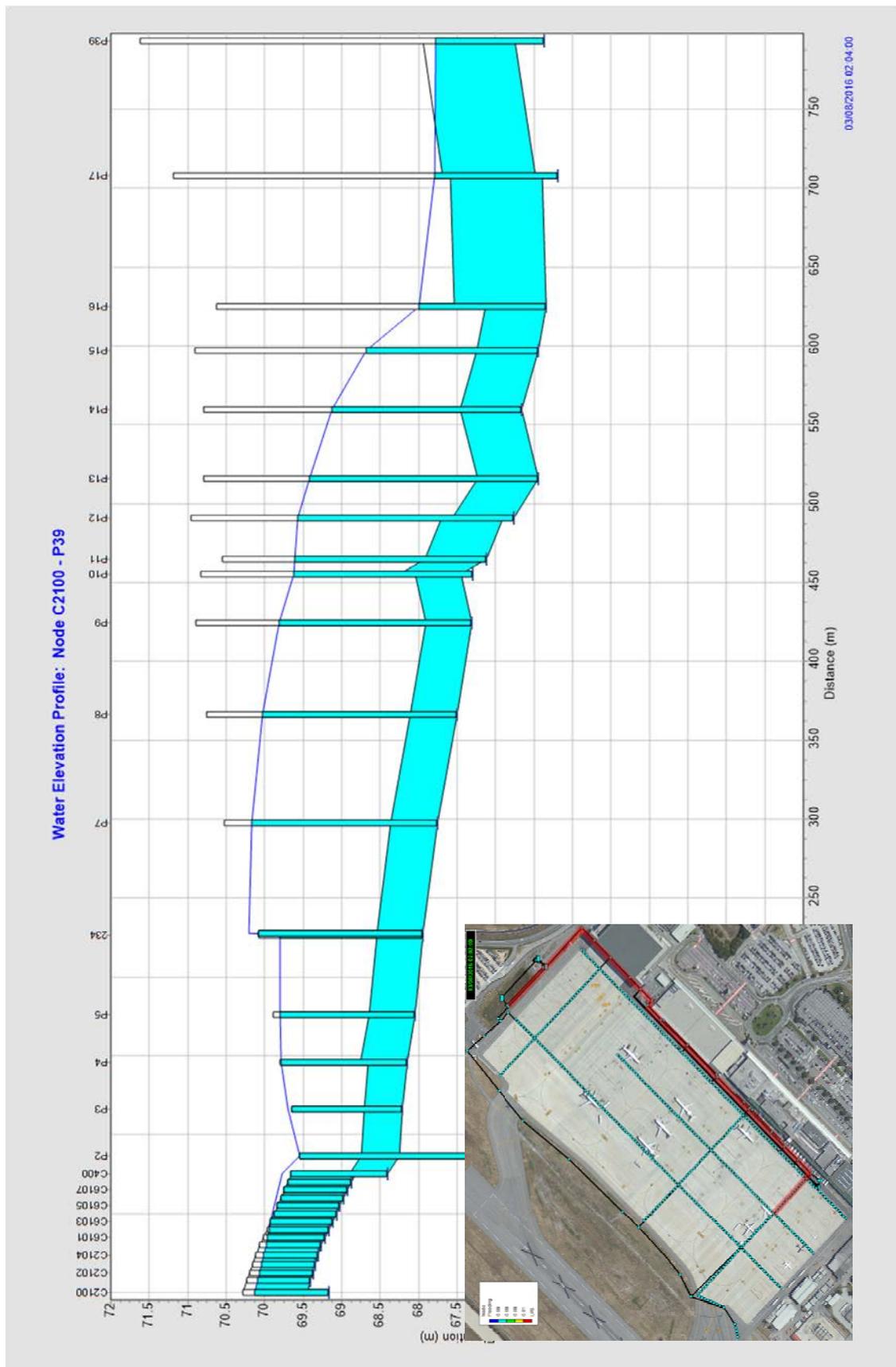


Figura 26. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.
Evento meteorico $T_r=100$ anni e $T_p=30$ minuti.

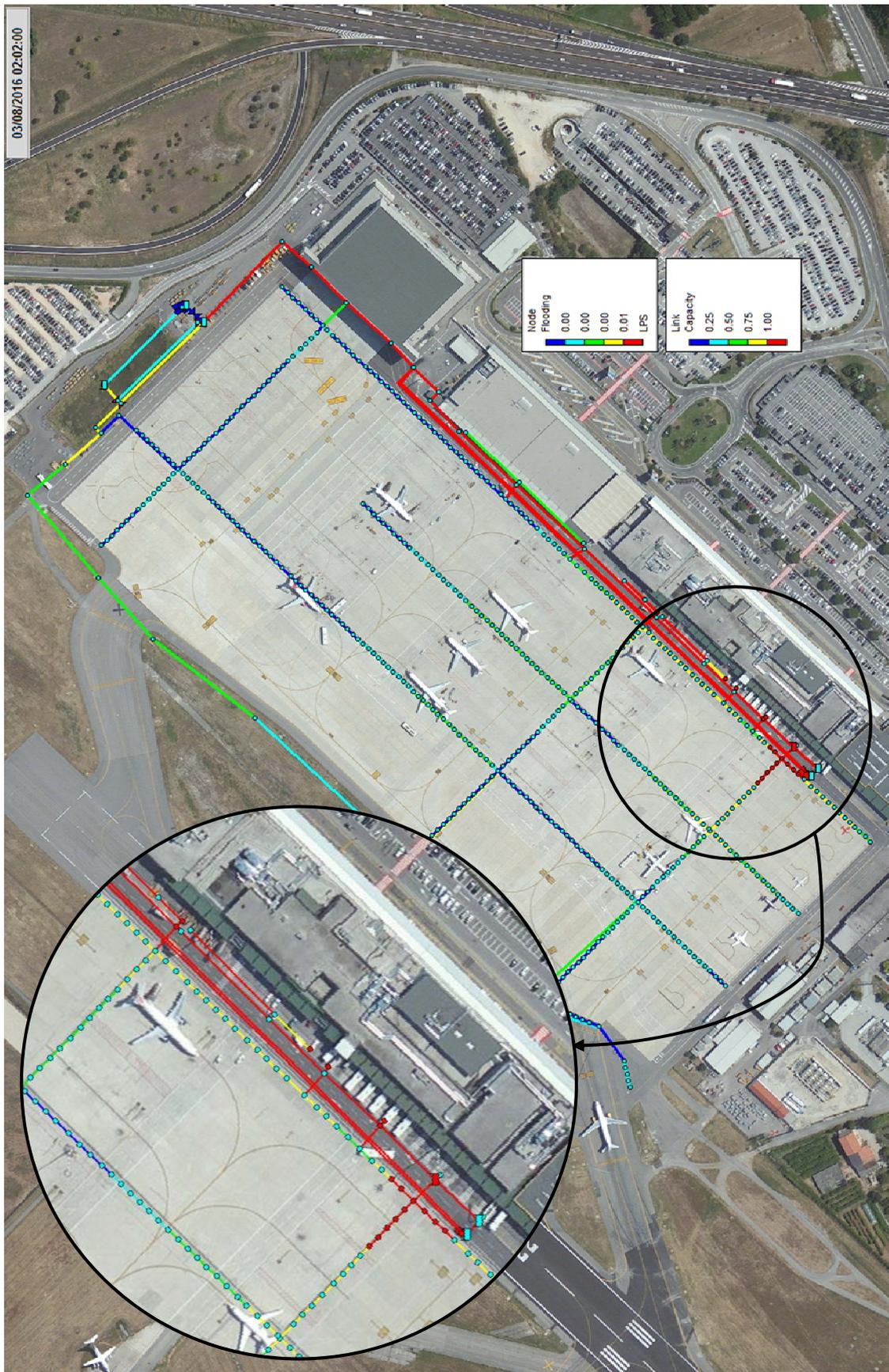


Figura 27. Nodi in flooding e riempimento delle condotte.
 Evento meteorico $T_r=100$ anni e $T_p=30$ minuti.

Dall'analisi dei risultati ottenuti dall'implementazione del modello idrologico- idraulico rappresentante lo stato di progetto che si vuole proporre a parziale soluzione delle criticità che si sono manifestate nel corso degli anni, si evince che il sistema di collettamento è in grado di difendere il piazzale aeromobili fino ad eventi meteorici caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 25 anni. Tale risultato avvalorata la tesi secondo cui risulta indispensabile programmare fin d'ora un ulteriore intervento lungo la dorsale principale, volto al miglioramento dello stato di rischio idraulico al fine di raggiungere quanto meno la sicurezza per eventi caratterizzati da tempi di ritorno pari a 50 anni.

Al paragrafo 5.2.3 sono analizzati mediante modellazione due ulteriori interventi, previsti nel Master Plan Idraulico redatto dalla scrivente Società, che consentono di arrivare progressivamente alla sicurezza idraulica con riferimento a tempi di ritorno superiori a 100 anni com'è usualmente richiesto per opere infrastrutturali strategiche com'è quella aeroportuale.

4 ANALISI IDROLOGICHE PER LO STUDIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA E DEL RISCHIO IDRAULICO NELL'AREA AEROPORTUALE

Nello “*Studio idrologico-idraulico e di fattibilità degli interventi di adeguamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche del piazzale di sosta aeromobili e dell'aerostazione*” redatto da SGI Studio Galli Ingegneria Spa, per la valutazione dei valori di pioggia intensa di data probabilità e durata, si fa riferimento per le analisi idrologiche alla regionalizzazione delle precipitazioni estreme elaborata dall'Autorità di Bacino nello studio “*L. 183/89. Studi finalizzati alla redazione dei piani di bacino - Dimensionamento delle opere idrauliche*” pubblicato nel settembre 1996.

Successivamente a tale studio sono stati condotti, a cura della scrivente Nordest Ingegneria S.r.l., dei nuovi studi idrologici a partire dagli aggiornamenti delle serie storiche di precipitazione. Un primo studio, intitolato “*Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento*” è stato redatto per l'Unione Veneta delle Bonifiche, ora ANBI Veneto, nel 2011; le analisi condotte erano riferite alle serie storiche di dati pluviometrici del periodo compreso tra il 1990 e il 2009.

Nell'anno 2015 Nordest Ingegneria S.r.l. in collaborazione con ARPAV ha avviato un nuovo studio idrologico, non ancora pubblicato, con riferimento alle serie storiche di dati relativi al periodo 1990-2014. I dati e le elaborazioni disponibili attualmente sono riferiti alle singole stazioni e non sono state condotte analisi di tipo regionalizzato.

Tra le stazioni pluviometriche analizzate, quelle più prossime all'area oggetto di studio sono le seguenti:

- Villafranca Veronese, localizzata a circa 5 km a sud ovest rispetto al baricentro dell'area aeroportuale (a 3.5 km dal punto più vicino e a 7 km da quello più distante);
- Buttapietra, localizzata a circa 10.5 km a sud est dell'area aeroportuale;
- Verona – Parco Adige Nord, localizzata a circa 8.5 km a nord est rispetto al baricentro dell'area aeroportuale (a 6.5 km dal punto più vicino e a 10.5 km da quello più distante);

- Castelnuovo del Garda, localizzata a circa 11.5 km a nord ovest dell'area aeroportuale.

Con riferimento alle curve pluviometriche risultanti dai primi due studi citati, poste a confronto con le curve pluviometriche ricavate dall'analisi dei dati di pioggia relativi alla stazione di Villafranca Veronese, va osservato che:

- i primi due studi operano un'analisi regionalizzata delle piogge, mentre nello studio più recente del 2015 le analisi sono condotte per singole stazioni;
- nello studio dell'Autorità di bacino del 1996, le curve pluviometriche sono ottenute nella forma di curve a due parametri; nell'analisi regionalizzata del 2011, come anche nello studio del 2015, si sono ottenute sia curve a due parametri sia curve a tre parametri, che meglio interpolano i dati sperimentali;
- dal confronto tra i valori di pioggia calcolati per vari tempi di ritorno e per eventi di durata inferiore all'ora, si osserva che nel primo studio si hanno valori più cautelativi per durate inferiori a 15 minuti, mentre per durate superiori ai 15 minuti i valori più cautelativi si hanno con riferimento alle analisi relative alla stazione di Villafranca Veronese del 2015.

Poiché gli studi idrologico-idraulici analizzati in questa sede fanno riferimento ad un tempo di corrivazione dell'ordine dei 15-30 minuti per l'individuazione della durata dell'evento critico, le curve più cautelative assunte come riferimento sono quelle relative allo studio del 2015 e in particolare alla stazione di Villafranca Veronese.

Di seguito si riportano alcune note teoriche relative allo studio idrologico e alle elaborazioni eseguite.

4.1 Analisi idrologiche relative alla stazione di Villafranca Veronese

I dati a disposizione per lo studio provengono dalle registrazioni delle stazioni pluviometriche della rete di monitoraggio al suolo del Centro Meteorologico di Teolo dell'Agenzia regionale per la prevenzione e la protezione ambientale del Veneto. Per ciascuna stazione, salvo diversamente indicato, le registrazioni sono eseguite con scansione di 5 minuti primi.

La fonte dei dati pluviometrici utilizzati in questo studio è la serie storica dei dati pluviometrici raccolti e validati da A.R.P.A.V. per la stazione di Villafranca Veronese. La serie disponibile comincia nel 1991 e termina nel 2014 compreso.

La rete di telemisura gestita dall'A.R.P.A.V. - Centro Meteorologico di Teolo è costituita da una rete di stazioni meteorologiche ed agrometeorologiche automatiche del tipo WST 7000 e WST 3200, costruite dalla ditta MTX Italia S.r.l., telecontrollate via radio dalla centrale di Teolo ed operanti in continuo.

Il pluviometro utilizzato per le misure è costituito da una bocca circolare da 1000 cm² di area, posta a 2 m di altezza dal piano campagna. Un imbuto in alluminio convoglia la pioggia caduta verso un sistema di due vaschette basculanti in grado di operare la misura con risoluzione di 0.2 mm di pioggia (pari a 20 cm³ di acqua). Mediante due contatti magnetici l'unità di acquisizione della stazione meteorologica conta il numero di oscillazioni del dispositivo nell'unità di tempo.

Nello specifico caso, ogni 5 minuti la stazione memorizza il dato di precipitazione cumulata (sommatoria di 0.2 mm) nei 5 minuti precedenti. Ogni 24 ore, per ciascuna stazione, viene costituito un blocco dati giornaliero con tutte le rilevazioni effettuate ogni 5 minuti (288 dati in 24 ore) e con la precipitazione totale caduta nelle 24 ore.

In Tabella 3 sono riportati i valori massimi per ciascun anno di misura delle altezze di pioggia per le durate da 5 minuti fino a 24 ore.

Tabella 3. Stazione di Villafranca Veronese: valori massimi annui di precipitazione effettiva per durate da 5 minuti fino a 5 giorni consecutivi (elaborazione dati A.R.P.A.V).

Anno	5 m	10 m	15 m	30 m	45 m	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h	48h	72h	96h	120h
1991	9.0	12.8	15.0	20.2	24.4	28.0	29.0	31.6	54.2	81.2	89.4	90.2	93.8	113.0
1992	10.4	18.2	24.6	26.6	26.8	27.0	28.6	28.8	39.4	50.0	92.6	103.4	108.0	108.0
1993	8.0	10.8	12.8	19.2	23.2	29.0	39.2	43.0	50.0	51.6	62.4	71.8	80.2	86.0
1994	10.0	15.0	17.8	20.4	21.4	28.6	35.6	40.2	44.6	52.6	52.8	82.2	82.2	82.2
1995	7.8	12.2	18.0	26.4	28.6	28.6	28.6	29.0	36.4	53.8	61.2	63.6	63.8	66.6
1996	15.8	28.4	42.0	66.4	69.8	70.6	77.6	78.0	78.6	78.6	78.6	82.8	82.8	88.2
1997	8.2	15.0	19.0	25.0	27.4	28.0	34.0	40.8	47.0	53.0	89.0	96.4	97.6	97.6
1998	14.2	26.0	31.4	35.4	37.4	39.0	40.2	40.4	40.4	49.0	49.0	49.0	59.4	61.2
1999	6.0	9.6	12.0	13.6	14.6	17.6	31.2	44.0	69.8	73.4	77.6	81.8	104.6	113.0
2000	16.4	31.8	37.4	62.0	68.4	68.6	73.2	74.4	74.6	77.6	85.4	92.0	94.4	97.8
2001	9.2	14.2	20.4	27.6	29.2	29.4	29.4	33.2	40.6	50.0	61.2	63.4	63.4	78.4
2002	9.8	16.8	24.0	30.4	36.0	37.0	53.0	58.2	58.6	59.6	79.8	109.8	116.4	117.4
2003	9.0	14.6	18.8	26.6	30.2	33.2	43.2	44.8	45.2	45.2	45.2	45.2	45.2	46.0
2004	12.8	17.0	20.2	22.4	22.4	27.0	38.6	46.6	59.6	63.4	89.0	89.0	91.8	91.8
2005	11.2	22.4	30.8	49.6	51.4	51.8	52.0	55.0	58.4	80.6	102.8	106.6	128.8	138.4
2006	5.2	9.0	12.6	17.2	18.4	19.2	23.6	39.6	60.4	67.4	84.6	98.2	98.6	98.6
2007	7.0	12.0	15.0	19.6	28.0	34.4	34.6	34.6	60.8	72.0	85.8	94.2	94.6	96.8
2008	13.4	21.2	25.0	40.0	54.0	65.4	82.8	98.4	103.0	107.4	137.4	140.0	140.2	140.2
2009	9.6	13.6	19.2	30.2	34.6	36.8	37.0	57.8	57.8	57.8	63.6	95.2	110.0	110.0
2010	11.8	20.4	25.0	37.4	40.8	41.4	45.0	57.0	65.6	72.6	106.8	109.6	144.0	166.8
2011	7.4	12.8	14.8	15.8	24.4	25.4	32.8	40.4	50.8	61.6	73.6	83.0	88.2	90.2
2012	8.8	14.4	15.4	17.2	21.6	27.4	41.2	43.4	49.2	60.2	71.2	72.6	77.8	82.8
2013	8.6	14.2	18.4	20.6	26.8	31.4	46.6	58.8	62.2	72.2	77.6	126.0	126.6	128.4
2014	12.0	22.4	27.8	30.6	31.2	44.6	58.4	58.8	59.0	59.2	76.2	93.2	102.8	121.2

4.1.1 Le curve di possibilità pluviometrica

I valori massimi annui di precipitazione per una specifica durata vengono generalmente analizzati con metodi statistici per ottenere una stima del loro grado di rarità. L'eccezionalità di una precipitazione viene indicata mediante il tempo di ritorno, cioè il numero di anni in cui mediamente si osserva un evento meteorico uguale o superiore al valore dato.

L'elaborazione statistica dei valori massimi di precipitazione consente di individuare una relazione analitica che per ciascuna stazione e per ciascuna durata associ ad un'altezza di

precipitazione il tempo di ritorno che le è proprio, e viceversa a ciascun tempo di ritorno la misura di pioggia con quel grado di rarità.

Il metodo statistico più diffuso fa uso della *distribuzione probabilistica di Gumbel* altrimenti nota come *distribuzione dei valori estremi di tipo 1 (EV1)* o *legge doppiamente esponenziale*, che ha la seguente espressione di probabilità cumulata di non superamento:

$$P(X \leq x) = e^{-e^{-\frac{1}{\alpha}(x-\varepsilon)}}.$$

La distribuzione EV1 ha due parametri, α ed ε . Per la loro stima è stato utilizzato il metodo di Gumbel, mediante il quale viene effettuata la ricerca di una retta di regressione dei punti sperimentali con il metodo dei minimi quadrati. Tale retta interpola i valori disponibili di ogni serie che si possono disporre sul diagramma probabilistico nel quale in ascissa si trova la variabile ridotta y , definita come:

$$y = \frac{1}{\alpha}(x - \varepsilon)$$

ed in ordinata la variabile studiata x .

In Tabella 4 si riportano i valori dei parametri α ed ε determinati mediante regressione lineare.

Le curve di possibilità pluviometrica sono equazioni matematiche che permettono di calcolare l'altezza della precipitazione una volta assegnato un tempo di pioggia. Per una stazione, o per un gruppo di stazioni, va calcolata una curva di possibilità pluviometrica per ogni tempo di ritorno. Si definisce tempo di ritorno TR il periodo nel quale, statisticamente, un valore di pioggia sarà eguagliato o superato. È opportuno sottolineare che non è certo che un dato evento non accada in un tempo minore di quello previsto a partire dalla data dell'elaborazione o a partire da un evento passato di pari entità, ovvero si può giungere soltanto ad un grado di certezza pari al livello di significatività statistica prescelto.

Tabella 4. Parametri α ed ε della distribuzioni di Gumbel.

durata	ε	α
5 min	8.68	2.61
10 min	14.04	5.34
15 min	17.83	7.05
30 min	22.64	12.36
45 min	26.04	13.06
1 h	29.32	13.04
3 h	35.54	14.35
6 h	41.05	15.08
12 h	49.87	13.32
24 h	57.74	12.92
48 h	69.25	18.16
72 h	78.63	19.82
96 h	83.77	22.39
120 h	87.99	24.30

La forma più usata di curva segnalatrice di possibilità pluviometrica è la seguente:

$$h = at^n$$

I coefficienti a e n vengono tradizionalmente individuati per interpolazione delle altezze di pioggia stimate con il metodo di Gumbel, analizzando separatamente le precipitazioni suborarie, quelle da 1 a 24 ore e quelle da 1 a 5 giorni. Si ottengono così tre coppie di coefficienti, ciascuna delle quali è strettamente valida per durate comprese nell'intervallo di taratura: ai coefficienti a e n fanno riferimento i principali metodi di calcolo idrologico delle reti, specificatamente il metodo cinematico e il metodo dell'invaso.

In alcune circostanze, quale ad esempio lo studio idrologico dei dispositivi di invarianza idraulica, risulta tuttavia necessario disporre di una curva segnalatrice unica che sia in grado di interpolare adeguatamente tutti i valori di precipitazione da durate di pochi minuti a periodi di quasi 24 ore. In tal caso, l'interpolazione di un'unica relazione con la struttura sopra indicata non porge risultati soddisfacenti.

Per tali circostanze risulta opportuno l'uso di curve segnalatrici che meglio si adattino ai valori misurati, adottando formule di struttura leggermente più complessa e con tre parametri. Tra questi, la relazione attualmente più utilizzata è la seguente:

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

I parametri a , b e c vengono stimati anche in questo caso per ottimizzazione della curva rispetto alle altezze ottenute con il metodo di Gumbel, a parità di tempo di ritorno. In Tabella 5 si riportano i valori dei tre parametri determinati per vari tempi di ritorno, per h espresso in millimetri e t in ore.

Tabella 5. Parametri a , b e c della curva di possibilità pluviometrica relativa alle precipitazioni massime effettive per tutte le durate analizzate.

TR	a	b	c
2	31.331	0.053	0.764
5	45.349	0.077	0.796
20	63.730	0.096	0.820
50	75.414	0.104	0.830
100	84.216	0.109	0.836
200	92.968	0.113	0.841

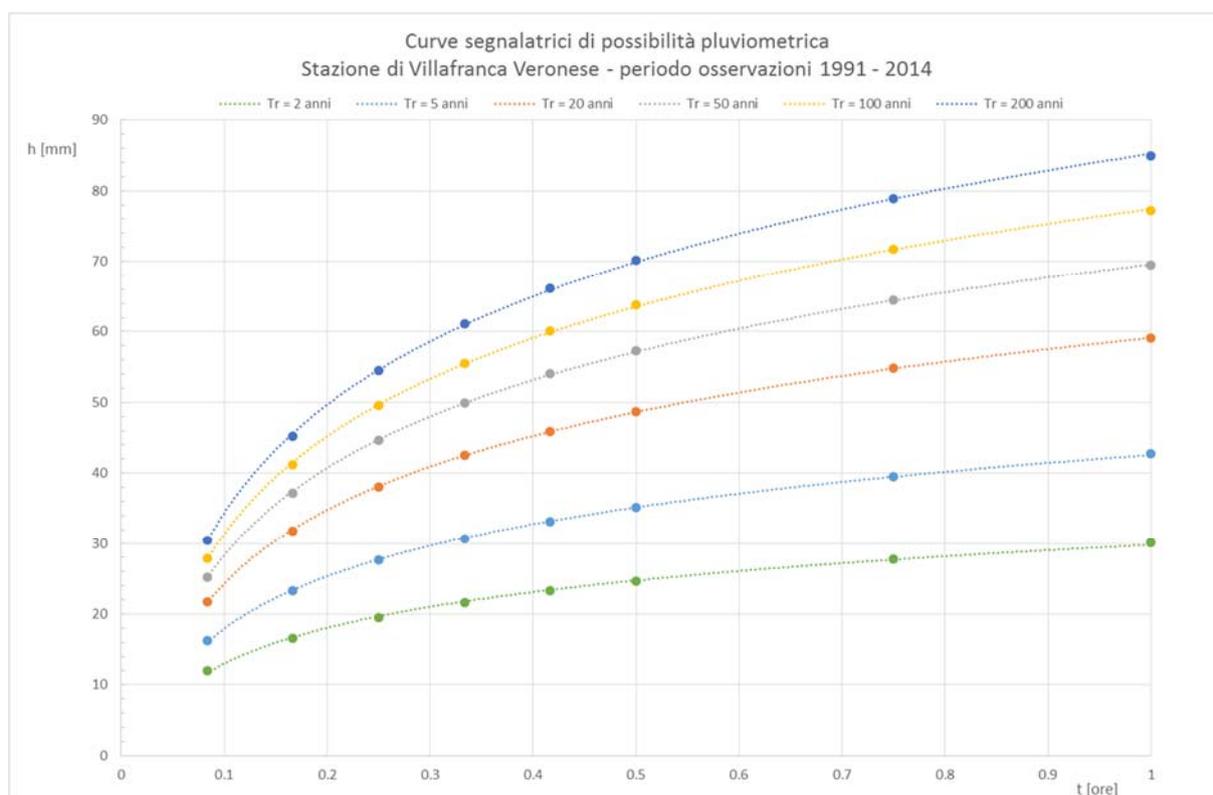


Figura 28. Rappresentazione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica relative alle precipitazioni massime effettive per durate suborarie e diversi tempi di ritorno.

4.1.2 Considerazioni sulla scelta del tempo di ritorno da adottare nel dimensionamento delle opere idrauliche

Le considerazioni da farsi in merito al tempo di ritorno da prescegliere per il calcolo delle opere idrauliche aeroportuali possono essere di varia natura e suscettibili di vari approfondimenti.

I valori proposti dall'Autorità di Bacino Alto Adriatico ad esempio fanno riferimento ad un tempo di ritorno pari al massimo a 100 anni, considerato come valore più elevato di estrapolazione affidabile in serie storiche di durata inferiore.

Un approccio probabilistico dell'analisi degli eventi ideologici estremi si fonda infatti sul presupposto che i dati analizzati siano indipendenti ed identicamente distribuiti e che il sistema idrologico che li produce sia invariante nel tempo.

Una estrapolazione statistica di dati rilevati a valori del tempo di ritorno di 200 anni può pertanto essere effettuato, anche scegliendo una legge di distribuzione di probabilità diversa rispetto a quella di Gumbel, con affidabilità dell'extrapolazione stessa non certa dal punto di vista numerico, ma idonea a fornire come risultato finale un incremento di sicurezza idraulica del sistema.

Da un punto di vista idraulico la progettazione aeroportuale può essere affrontata secondo un duplice approccio:

- nelle aree di funzionamento ordinario, quali parcheggi esterni, aree tecniche, è sufficiente riferirsi nella progettazione a tempi di ritorno di 50 anni;
- nelle aree per le quali deve essere garantita la massima funzionalità del sistema, quali le piste, le vie di rullaggio e i piazzali aeromobili, in base ad eventi di frequenza probabile centenaria, adottando alcune soluzioni progettuali idonee ad elevare notevolmente il conseguente margine di sicurezza e che possono derivare da una progettazione idraulica delle opere eseguita in maniera da consentire un adeguato franco fra pelo libero e sommità delle condotte. Tale franco potrà consentire lo smaltimento di fenomeni transitori derivanti da apporti di natura particolare o da manovre di regolazione.

In considerazione della particolare intensità di eventi meteorici di breve durata registratisi, potrebbe infine risultare di rilevante interesse agli effetti pratici lo studio delle conseguenze di piogge assai intense del tipo di quelle rilevate su varie funzionalità della pista, quale ad

esempio l'effetto della lama d'acqua prodotta dalle piogge sulle superfici pavimentate e le modalità di rapido smaltimento delle stesse senza comprometterne momentaneamente la fruibilità.

4.2 Caratterizzazione dei suoli, tessitura e capacità di infiltrazione

Il sottosuolo del territorio allo studio è costituito interamente da materiali sciolti, di prevalente natura ghiaiosa in matrice sabbiosa, sabbiosa limosa o limo-argillosa, depositi dalle divagazioni dei fiumi Mincio, Adige e Tione e dagli apporti degli scaricatori glaciali della piana proglaciale prospiciente l'apparato gardesano e delle piane intramoreniche.

Il substrato roccioso si ritrova a profondità notevoli: secondo Antonelli & Stefanini (1982) la potenza di questi depositi è sconosciuta, e in ogni modo superiore ai 150 metri; l'unico dato certo disponibile è fornito dal pozzo Villafranca 1 dell'AGIP ubicato a quota 60 m s.l.m. a circa 2,5 km a sud-est di Sommacampagna in cui lo spessore del materasso alluvionale raggiunge un valore massimo di circa 900 m, con una falda freatica ospitata in ghiaie fino a circa 400 metri. Al di sotto di questo orizzonte compaiono sabbie ed argille, tali da determinare una successione di acquiferi confinati. Raggiunti i 900 metri di profondità, si incontra un substrato marnoso miocenico.

Dal punto di vista stratigrafico il sottosuolo è costituito da un potente materasso alluvionale indifferenziato appartenente al fluvioglaciale Riss II, di estensione areale maggiore rispetto alla zona d'interesse, con caratteristiche stratigrafiche abbastanza uniformi e una buona continuità.

Si tratta di depositi sciolti bene addensati e assortiti, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con ciottoli e modesta presenza di materiale fine.

La composizione granulometrica delle alluvioni ghiaioso-sabbiose del Riss II è costituita in genere da una percentuale di ghiaia intorno al 50-60%, sabbia 10-20%, ciottoli 10-20% e matrice fine limoso-argillosa 5-10%.

Per quanto riguarda le litologie dei clasti delle ghiaie, si riconoscono calcari, dolomie, porfidi graniti, basalti e scisti. Talvolta i ciottoli, se di forma allungata, possiedono una disposizione parallela alla direzione di trasporto, evidenziando condizioni di trasporto fluviale. Le sabbie medie e fini hanno una prevalenza di quarzo, mentre le granulometrie più fini hanno una discreta percentuale siltosa.

Si riportano in Figura 29 gli esiti di alcuni sondaggi condotti nell'intorno del sedime aeroportuale.



Figura 29. Stratigrafie, fonte: Servizio Geologico d'Italia, Dipartimento Difesa del Suolo.

4.3 Criteri per il dimensionamento delle opere idrauliche di scolo e di trattamento delle acque meteoriche

4.3.1 Determinazione dei deflussi meteorici

Ai fini del dimensionamento delle opere di raccolta e collettamento, nonché dei manufatti di recapito delle acque meteoriche, e degli eventuali impianti di trattamento ove previsti, è necessario innanzitutto effettuare una stima dei volumi complessivi defluenti.

Per stimare tali volumi risulta indispensabile conoscere le caratteristiche dei terreni, per valutare la porzione di pioggia che viene naturalmente assorbita dai terreni e separarla quindi dalla porzione che giunge in rete. Questa caratteristica è espressa dal coefficiente di deflusso, che indica la frazione del volume di pioggia che risulta efficace ai fini del deflusso.

La D.G.R. n. 2948/2009, come riportato al paragrafo 2.1, definisce quali valori guida da utilizzare per il coefficiente di deflusso quelli riportati nella seguente Tabella 6.

Tabella 6. Coefficienti di deflusso proposti dalla D.G.R. n. 2948/2009.

Superficie	Coefficiente di deflusso φ
Aree agricole	0.10
Aree verdi (giardini)	0.20
Aree semipermeabili (grigliati drenanti)	0.60
Aree impermeabilizzate (tetti, strade, terrazze)	0.90

Il coefficiente di deflusso medio pesato su tutta l'area di intervento viene stimato sulla base della suddivisione in aree caratterizzate da coefficiente di deflusso omogeneo:

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

Allo stato attuale, come descritto al paragrafo 3.1, tutti i deflussi meteorici in ambito aeroportuale vengono recapitati al suolo mediante dispersione o attraverso sistemi drenanti, poiché non sono presenti, nei pressi dell'area aeroportuale, corpi idrici ricettori utilizzabili come recapito delle acque meteoriche. La normativa sull'invarianza idraulica, che non prescrive in tale situazione l'obbligo di realizzare opere di invarianza, può essere tuttavia

presa a riferimento come criterio tecnico economico per il dimensionamento delle opere idrauliche.

Di fatti il dimensionamento di tali opere non è legato solamente alla necessità di ottimizzare la dimensione delle condotte in funzione della portata massima smaltibile, ma anche alla scelta del tipo di impianto di trattamento delle acque di dilavamento o delle acque di prima pioggia, la cui dimensione e costo sono funzione del volume o della portata da trattare, a seconda della tipologia di impianto (trattamento in continuo o meno), e della superficie a disposizione per la sua realizzazione.

Di seguito si riportano quindi gli elementi di riferimento per il dimensionamento delle opere.

4.3.2 Sistemi di infiltrazione facilitata

I dispositivi di smaltimento per infiltrazione nel primo sottosuolo possono essere ricavati con varie tecniche: i più diffusi sono i pozzi disperdenti, costituiti da elementi circolari prefabbricati e forati, di diametro 1.5 – 2 m, posti in opera con asse verticale fino ad una profondità dal piano campagna di circa 4-5 m, senza elemento di fondo, con riempimento laterale eseguito con materiale sciolto ad elevata pezzatura idoneo a garantire la massima permeabilità nell'intorno del pozzo (Figura 30).

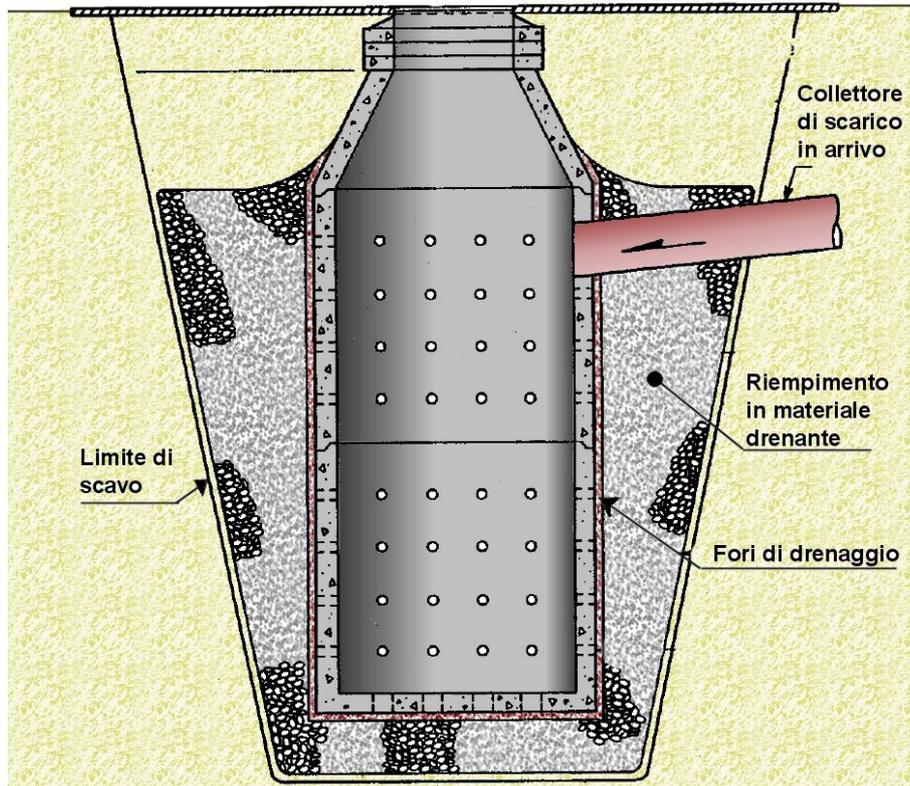


Figura 30. Rappresentazione grafica di un pozzo disperdente.

Nonostante l'effettiva capacità di infiltrazione di un terreno si possa ricavare solo da un'accurata campagna di sperimentazione, volendo attribuire una porta d'infiltrazione al pozzo perdente ci si può ricondurre a numerosi studi sperimentali (Massmann Joel – *"An approach for estimating infiltration rates for stormwater infiltration dry wells"* – Technical report for Research Office of Washington State Department of Transportation, Olympia, Washington USA – 2004). Considerando degli elementi forati cilindrici di diametro 1.2 m e profondità 3 m, con un riempimento dopo la posa degli anelli prefabbricati eseguito con materiale sciolto ad elevata pezzatura, si è stimato tramite un modello bidimensionale alle differenze finite in grado di simulare il flusso radiale in un mezzo permeabile a conduttività idraulica pari a 10^{-4} m/s l'intensità di infiltrazione in funzione del tempo.

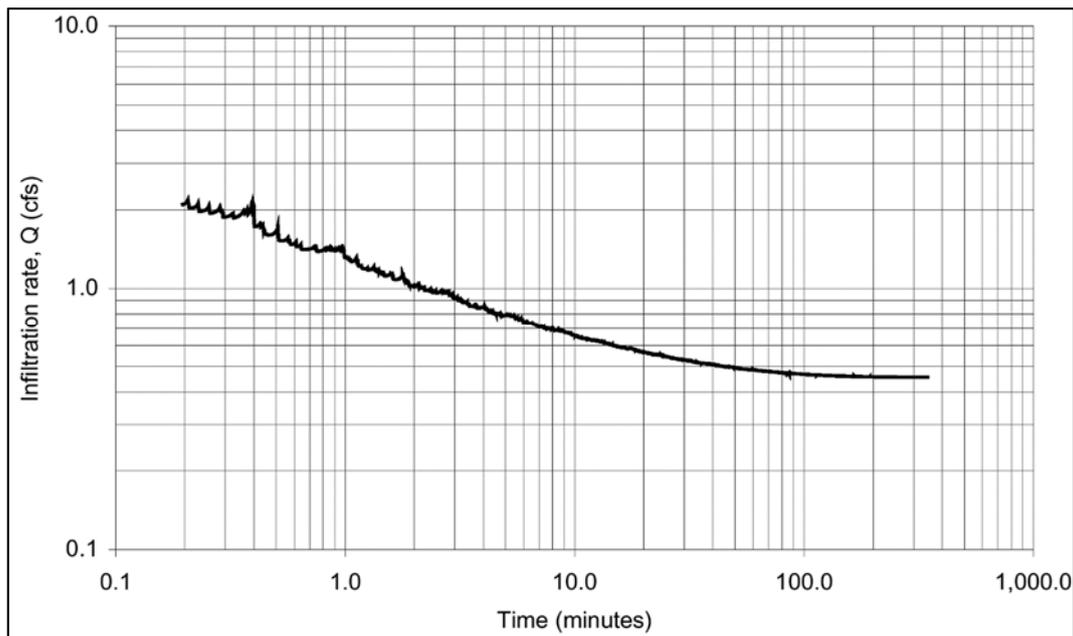


Figura 3.12 – Intensità di infiltrazione in funzione del tempo per un pozzo disperdente di profondità 3 m e diametro 1.2 m, in mezzo poroso con conduttività idraulica pari a 10^{-4} m/s e superficie della falda posta a -15 m rispetto al fondo del pozzo. Nel grafico le unità di misura sono espresse in piedi e piedi cubi al secondo.

L'intensità d'infiltrazione risulta essere massima non appena il pozzo entra in funzione, pari a 50-55 l/s, quindi diminuisce, man mano che la saturazione nel mezzo poroso aumenta, fino a tendere al valore per il moto permanente in condizioni sature di 14-15 l/s. La distanza della superficie della falda dal fondo del pozzo è stata assunta in questo caso pari a 15 m circa.

Considerando un pozzo dalle dimensioni classiche, diametro 1.5 m e profondità 5 m, inserito in terreni permeabili con falde molto profonde e contraddistinti da conduttività compresa tra 10^{-3} e 10^{-4} m/s (si ricordi che ad esempio il valore di permeabilità del terreno in corrispondenza della vasca drenante è stato assunto pari a 6×10^{-4} m/s), si può assumere come intensità di infiltrazione in condizioni permanenti un valore limite di circa 20 l/s.

L'adozione di un sistema di pozzi perdenti permette, in base al numero di pozzi, una riduzione del volume di invaso della rete, e viceversa. La scelta va operata anche in ragione dei costi.

4.3.3 Calcolo di volumi d'invaso

Come detto, la necessità di recapitare le portate meteoriche sul suolo impone il vincolo, legato alla scelta tecnico-economica delle dimensioni dell'impianto di dispersione, di una massima portata in uscita, la quale può risultare inferiore alla massima portata teorica di

progetto. La stima dei volumi di invaso necessari a rispettare il suddetto vincolo di una determinata portata massima in uscita dal sistema, può essere condotta, con buona approssimazione, considerando il bilancio tra portate entranti, ovvero gli afflussi meteorici, e la portata uscente.

Volendo limitare la massima portata in uscita, come accade nei sistemi di infiltrazione sul suolo, gli afflussi specifici risulteranno in genere inizialmente superiori al coefficiente udometrico consentito, e si avrà pertanto l'invaso dei volumi non direttamente scaricabili. Il volume di invaso continuerà ad aumentare fino a che il termine di apporti meteorici p non eguagli la portata in uscita: in tale istante, corrispondente al tempo di riempimento, viene raggiunto il massimo invaso richiesto.

Il grafico di Figura 31 illustra in via teorica quanto affermato sopra, mentre la Figura 32 mostra un esempio della metodologia di calcolo applicata: scelto il valore della portata che si vuole infiltrare, pari a 100 l/s, su una superficie di un ettaro, viene stimato sull'idrogramma di piena il massimo volume che deve essere invaso in rete per garantire il funzionamento del sistema di scolo per un tempo di ritorno pari a 50 anni.

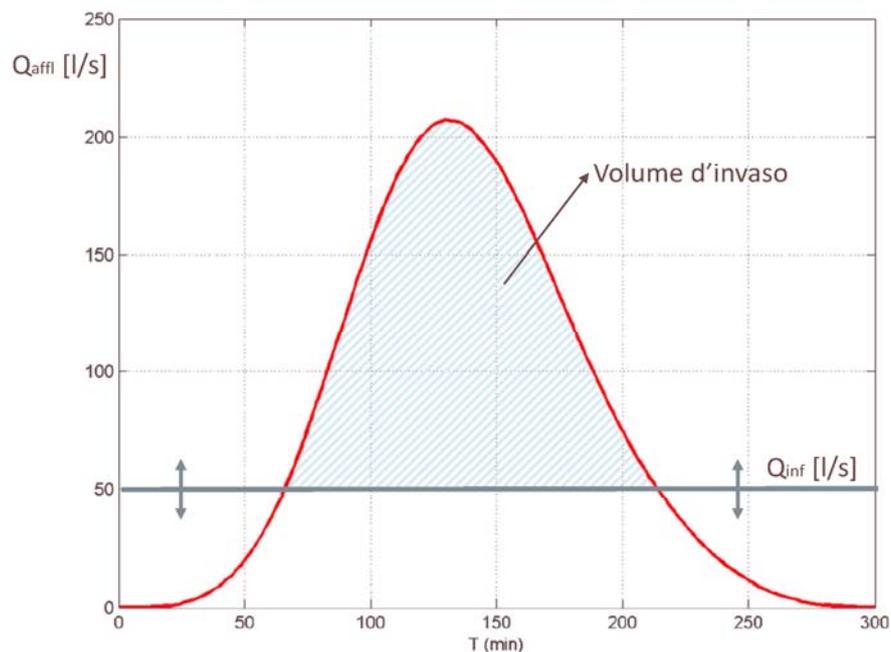


Figura 31. Idrogramma di piena e volume d'invaso in funzione della portata infiltrata sul suolo.

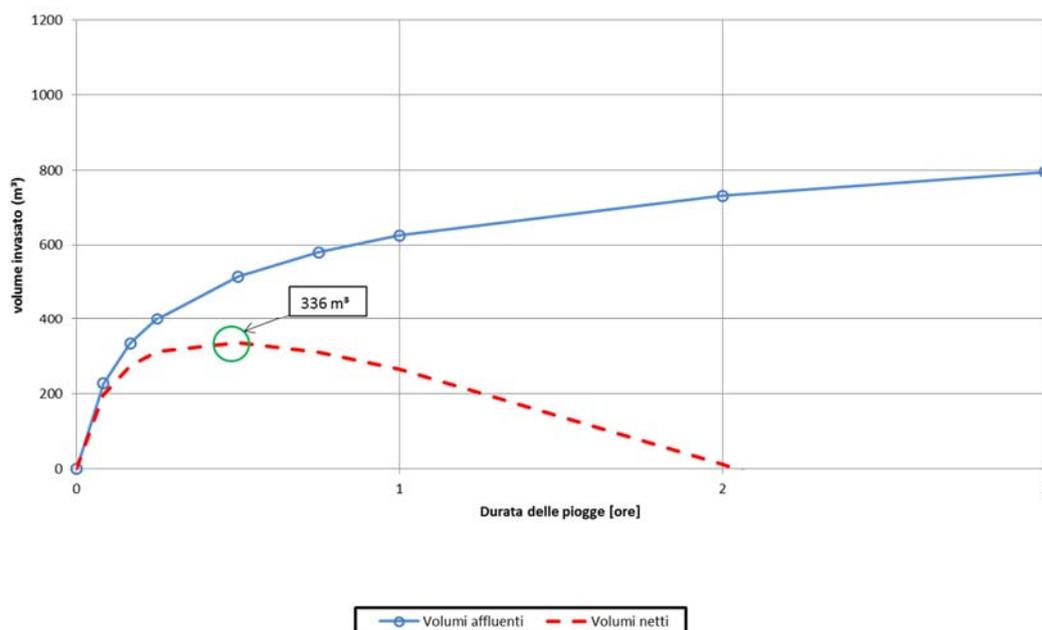


Figura 32. Esempio di calcolo semplificato del Volume di invaso per una superficie pari ad un ettaro e per portata massima scaricabile pari a 100 l/s, per tempo di ritorno di 50 anni.

Il volume di massimo invaso può essere convenientemente individuato con l'ausilio del grafico di Figura 33, ricavato con il metodo proposto, che riporta la curva dei volumi specifici di invaso data una certa portata specifica di infiltrazione, per i tempi di ritorno di 50 anni e di 100 anni.

I grafici possono essere applicati a casi specifici di recapito mediante infiltrazione sul suolo, quali le tre aree di nuova urbanizzazione previste dal Master Plan generale: riconfigurazione e ampliamento Apron (fasi 2020, 2025 e 2030), nuova area Vigili del Fuoco e Torre di Controllo, Park Low-Cost. Per maggiori dettagli sugli interventi si vedano le relative descrizioni riportate al capitolo 5 seguente.

Il grafico di Figura 33 consente di determinare, una volta definita la massima portata d'infiltrazione in base a scelte di tipo tecnico-economico (spazi disponibili, costi, ecc...), il volume da invasare in rete e quindi le dimensioni delle condotte in base allo sviluppo della rete. Il grafico può essere utilizzato anche per effettuare una ottimizzazione dei costi, parametrizzando il costo della rete in base al volume d'invaso e il costo dell'impianto di dispersione in base alla portata che si vuole infiltrare, e ricercandone quindi il minimo.

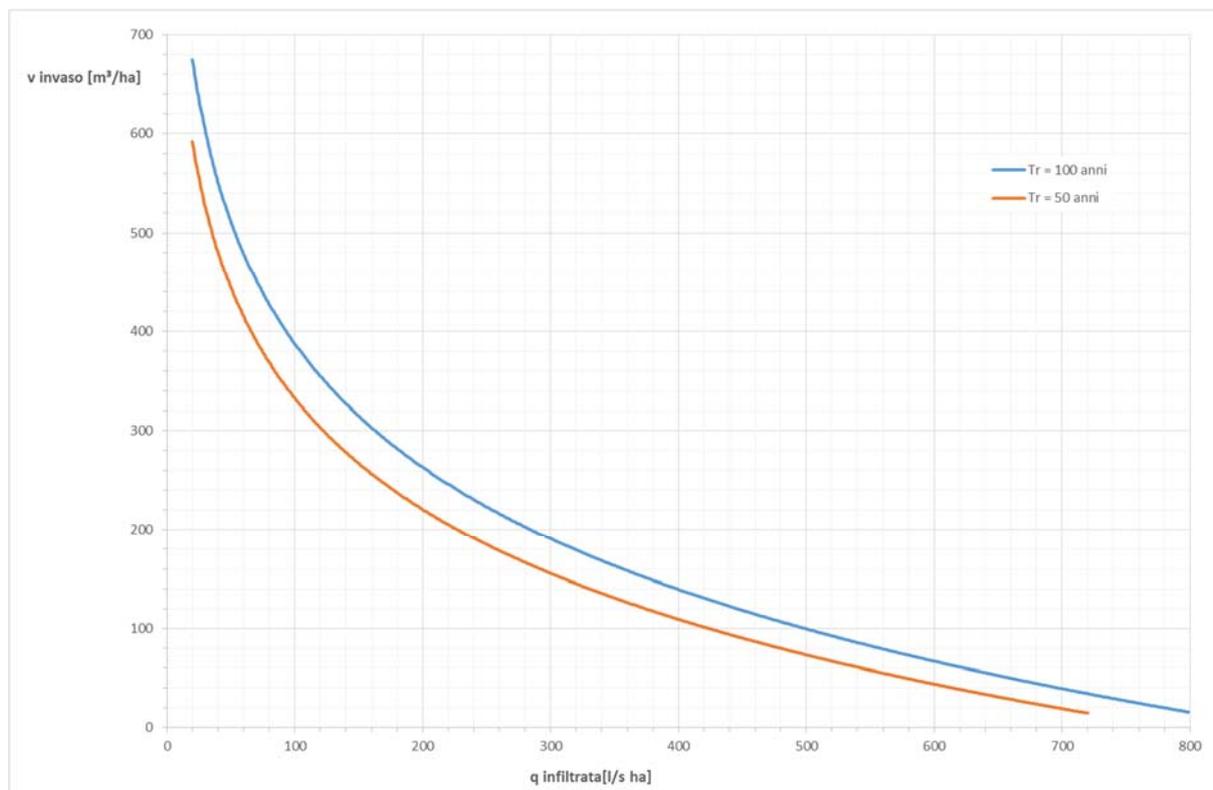


Figura 33. Volume specifico di invaso in m³/ha in funzione della portata specifica di infiltrazione in l/s ha, per tempi di ritorno di 50 anni e 100 anni.

Qualora si voglia procedere con una valutazione analitica del volume di invaso e del tempo di riempimento, si può considerare lo ietogramma ottenuto dall'applicazione ricorsiva dell'altezza totale di pioggia indicata dalla curva segnalatrice di possibilità pluviometrica, caratterizzato da un'intensità di precipitazione via via decrescente che consente di individuare a priori la situazione più gravosa per qualsiasi caso in esame

Analiticamente, l'altezza di pioggia nell'intervallo infinitesimo ($t, t+dt$) vale:

$$dh = \frac{dh}{dt} \Big|_t dt = \frac{a(b+t(1-c))}{(t+b)^{c+1}} dt$$

e gli apporti istantanei alla rete corrispondono in mm/min al prodotto:

$$p = k \frac{dh}{dt} \Big|_t = k \frac{a(b+t(1-c))}{(t+b)^{c+1}}$$

dove k rappresenta ancora il coefficiente di afflusso.

Il calcolo perciò si può sviluppare nei seguenti passi:

- individuazione per tentativi del tempo di riempimento t_c' , funzione del solo coefficiente di afflusso k , per il quale si abbia: $\frac{a(b + t_c'(1 - c))}{(t_c' + b)^{c+1}} = \frac{u_{\max}}{k}$;
- calcolo del volume totale netto per unità di superficie affluito alla rete, mediante la curva segnalatrice di possibilità pluviometrica: $v_{in} = k \frac{at_c'}{(t_c' + b)^c}$;
- calcolo del volume per unità di superficie defluito nel tempo di riempimento: $v_{out} = u_{\max} t_c'$;
- calcolo del volume specifico di invaso per differenza tra volume affluito e volume defluito: $v_0 = v_{int} - v_{out}$.

4.3.4 Verifica della capacità di infiltrazione del terreno per superfici disperdenti sul suolo

All'interno del bacino aeroportuale sono presenti alcune superfici impermeabilizzate per le quali non è prevista una rete di raccolta e di recapito delle acque meteoriche scolanti. L'allontanamento delle acque su dette aree avviene per scorrimento superficiale e successiva dispersione sulla superficie dei terreni adiacenti a tali aree, dotati generalmente di notevole estensione ed elevata capacità di infiltrazione.

Le aree in oggetto sono nello specifico la pista, le taxiway e i vari raccordi, le strade di servizio interne e perimetrali al sedime aeroportuale in airside.

Come detto, per il bacino aeroportuale la D.G.R. n. 2948/ 2009 non prescrive dispositivi di invarianza idraulica in quanto le condizioni del suolo, l'assenza e l'anti economicità di realizzare una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo recettore, l'assenza di condizioni ostative affinché i deflussi vengano dispersi sul terreno, conducono obbligatoriamente alla soluzione di sistemi di smaltimento delle acque meteoriche mediante infiltrazione e dispersione sul suolo, e si può perciò supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno, il quale risulta influenzato dagli apporti meteorici solo su scala temporale stagionale o comunque molto più lunga rispetto alle durate degli eventi richiesti per gli studi di invarianza idraulica.

Rimane però da verificare che il terreno possieda di fatto questa capacità di dispersione, al fine di scongiurare in particolare la possibilità che vi possano essere deflussi di acque meteoriche provenienti dall'aeroporto verso aree esterne ad esso.

Come illustrato nel paragrafo 4.2, il sedime aeroportuale insiste su terreni caratterizzati da tessitura grossolana e quindi dotati di una elevata capacità di infiltrazione.

Nel 2007 sono state effettuate alcune prove geotecniche su dei campioni prelevati in due aree verdi limitrofe alla parte centrale della pista (Figura 34).

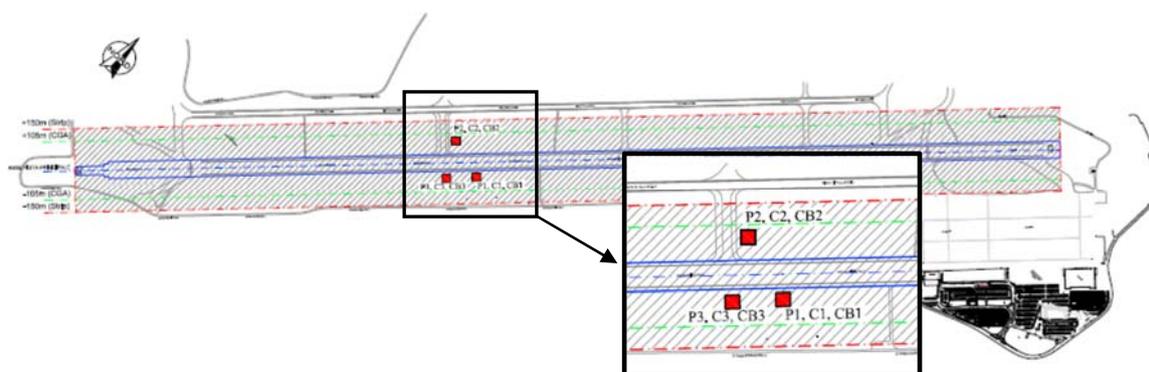


Figura 34. Planimetria con ubicazione dei punti di indagine.

L'analisi granulometrica dei campioni ha evidenziato uno spessore di alterazione superficiale di 20-40 cm costituito da ghiaia con sabbia e un substrato di ghiaia sabbiosa con percentuale di ghiaia variabile tra 55 e 79 %, percentuale di sabbia tra 29 e 45 % e percentuale di limo e argilla molto bassa, tra l'1 e il 6 %.

A terreni di tale granulometria è possibile attribuire valori molto elevati di conducibilità anche in condizioni di terreno saturo, in ragione anche della profondità della falda.

Assumendo un valore cautelativo di velocità di infiltrazione, nell'ipotesi di terreno saturo, di 1800 mm/ora (corrispondente a 0.5 mm/s), è possibile verificare attraverso una procedura di calcolo semplificata l'effettiva capacità di smaltimento del suolo.

Si considera un evento di pioggia caratterizzato dalla massima intensità risultante per tempo di ritorno di 100 anni e durata dell'evento di 5 minuti (tale valore può corrispondere ad esempio al tempo di corrivazione della falda della pista), pari a 334 mm/ora.

La massima portata generata da tale intensità di pioggia si verifica in corrispondenza della pista, dove è più esteso il bacino di raccolta delle acque meteoriche, la falda della pista infatti ha una larghezza di circa 30 metri. Considerando una porzione di pista di lunghezza unitaria, è possibile calcolare la portata scolante dalla pista sulla fascia di terreno ad essa adiacente e determinare la larghezza che deve avere tale fascia affinché il terreno sia in grado di smaltire la portata in arrivo.

$$Q_{\max} = \varphi \cdot j \cdot S$$

dove φ è il coefficiente di deflusso, assunto uguale ad uno, j l'intensità di pioggia e S l'estensione del bacino, pari a 30 m²/m di pista. Risulta una portata massima di circa 2.8 l/s per metro di pista. L'area dell'idrogramma fornisce il volume di afflusso che è pari a 0.84 m³. Nello stesso tempo il terreno è in grado di infiltrare circa 0.3 m³/m².

Ipotizzando di distribuire i volumi, affluito ed infiltrato, in modo uniforme su una fascia di larghezza F , affinché i due volumi suddetti risultino uguali, F dovrà essere pari a $0.84/0.3 = 2.8$ m.

Avendo considerato quindi la situazione più gravosa in ambito aeroportuale, cioè quella della pista, e valori dei parametri di calcolo a favore di sicurezza, è possibile affermare che non vi è il rischio di deflussi meteorici al di fuori dell'ambito aeroportuale originati da superfici impermeabilizzate, lasciando a lato di tali superfici una fascia di terreno di larghezza almeno pari a $0.1 \times L$, dove L è la lunghezza della falda scolante (es. una strada larga 12 m, avente una falda scolante di 6, dovrà avere una fascia laterale di terreno di 0.6 m). Per le strade perimetrali, ove non sia possibile disporre di tale fascia, è necessario realizzare il piano stradale con pendenza verso l'interno del sedime.

4.3.5 Parametri per il dimensionamento delle vasche di raccolta e trattamento acque di prima pioggia

Con riferimento ai criteri tecnici espressi dall'art. 39 delle NTA del Piano di Tutela delle Acque (cfr. paragrafo 2.2), e in assenza di dettagli più specifici relativi alle superfici oggetto di intervento, si riportano di seguito alcune note per il dimensionamento delle vasche di raccolta e trattamento acque di prima pioggia.

Si fa inoltre riferimento, a titolo esemplificativo per la specificazione di alcuni criteri di dimensionamento, nelle more della pubblicazione di un analogo documento da parte della Regione Veneto, alle Linee guida redatte da Arpa Emilia Romagna “*Criteri di applicazione D.G.R. 286/05 e 1860/06 – acque meteoriche e di dilavamento*”.

Anzitutto è raccomandabile la separazione dei sistemi di raccolta e smaltimento che necessitano di trattamento delle acque di prima pioggia da quelli per cui non è previsto (es. superfici coperte, marciapiedi, ...).

I valori di riferimento, in base alla normativa e alle linee guida citate, sono sinteticamente riportati di seguito.

- Nel caso di adozione di sistemi di trattamento in vasca separata è necessario dimensionare il volume di stoccaggio, dato dalla somma del volume di acqua di prima pioggia e dal volume del materiale sedimentato; vanno inoltre dimensionati il manufatto di separazione delle acque di prima pioggia da quelle di seconda pioggia e la vasca di disoleazione.
 - il volume di prima pioggia è calcolato considerando una pioggia di 5 mm distribuita sulla superficie scolante: tale volume corrisponde quindi a $50 \text{ m}^3/\text{ha}$ di superficie;
 - la portata dei reflui di prima pioggia, con cui viene dimensionata la luce tarata del separatore, è data dal prodotto della superficie per l'intensità di pioggia, che si ottiene dal rapporto tra volume (50 m^3) e durata, pari al tempo di corrivazione, stimato in base alle norme tecniche: assumendo un tempo di 15 minuti, risulta una portata specifica di 56 l/s ha ;
 - il volume di sedimentazione, ovvero la porzione di vasca da destinare all'accumulo dei sedimenti, da pulire periodicamente, è pari alla portata dei reflui di prima pioggia moltiplicata per un coefficiente della quantità di fango C_f , che per superfici tipo parcheggio è assunto pari a 100: tale volume risulta pari a $5.6 \text{ m}^3/\text{ha}$;
 - infine il volume del disoleatore è dato dal prodotto della portata della pompa dell'impianto per il tempo di separazione oli, che per superfici di tipo parcheggio è assunto pari a 16.6 minuti: la vasca avrà un volume pari a *portata pompa* [l/s] x $1 \text{ m}^3/\text{ha}$.

- Nel caso di adozione di sistemi di trattamento in continuo il dimensionamento dei volumi delle vasche di separazione dei sedimenti, il volume di sedimentazione e il volume della vasca di disoleazione, avviene in base alle portate da trattare in continuo:
 - la portata che entra nella vasca è data dal prodotto della superficie per il coefficiente di afflusso e per l'intensità della precipitazione piovosa, che può essere valutata per un tempo di ritorno di 2 anni per una durata pari al tempo di corrivazione valutato come da art. 39 delle NTA del PTA; il criterio adottato da Arpa Emilia Romagna considera un valore di portata pari a 200 l/s ha, per cui per una superficie impermeabile, assumendo un coefficiente di afflusso 0.9 e tempo di corrivazione 15 minuti, si avrà una portata di 180 l/s ha.

Sia nel caso di trattamento in vasca separata, che in quello di trattamento in continuo, ove possibile è conveniente ricorrere a manufatti di tipo commerciale, già dimensionati in base ai volumi o alle portate da trattare secondo i parametri normativi, dotati di particolari accorgimenti tecnici quali i filtri adsorbenti a coalescenza e appositamente studiati e sperimentati al fine di ottimizzare le dimensioni dell'impianto.

5 ANALISI DEGLI INTERVENTI DEL MASTER PLAN

5.1 Premessa, obiettivi e strategie per la sicurezza idraulica del bacino aeroportuale

Le evidenze di cui ai precedenti capitoli segnalano la necessità di definire e pianificare gli interventi del presente Masterplan in modo da garantire da un lato la sicurezza idraulica del bacino aeroportuale e dall'altro il rispetto della normativa sulla compatibilità idraulica con riferimento agli interventi previsti, perseguendo a tal fine i seguenti obiettivi.

1. garantire la compatibilità idraulica, nel senso più ampio del termine, ovvero con riferimento sia alla normativa sull'invarianza idraulica sia alla sicurezza idraulica, dell'evoluzione del bacino aeroportuale;
2. garantire la conformità alla normativa sul trattamento e il recapito delle acque meteoriche di dilavamento dei piazzali;
3. garantire la continuità e la funzionalità del sistema irriguo consorziale in armonia con gli interventi previsti dal Master Plan generale.

Gli scenari di pianificazione delle opere di cui al presente Masterplan idraulico seguono le configurazioni temporali introdotte dal Masterplan generale dell'aeroporto prevedendo i seguenti anni di riferimento: 2020, 2025 e 2030.

L'ambito di analisi è quello relativo all'attuale area civile su cui è stato redatto il piano di sviluppo aeroportuale allo studio, ed alle sue eventuali estensioni previste.

5.2 Interventi in sedime aeroportuale previsti al 2020

5.2.1 Sviluppo infrastrutturale dell'area aeroportuale previsto nel Masterplan al 2020

In ambito airside sono previsti interventi di riqualifica della pista di volo attuale, con la realizzazione di un Turnpad in testata 04 per consentire l'inversione di marcia agli aerei che non possono percorrere la taxiway; è previsto inoltre il ripristino della via di rullaggio taxiway e dei relativi necessari raccordi con la pista (Interventi n. 7a, 7b, 8 del PSA).

Viene riqualificato ed ampliato il piazzale aeromobili verso sud, che occuperà l'attuale area caserme e deposito carburanti; con la realizzazione di ulteriori 2 stand e di una piazzola di de-icing (Intervento n. 3 del PSA).

L'attuale complesso composto dal Presidio dei Vigili del Fuoco, dalla caserma Enti di Stato, e dalle aree deposito carburanti, è previsto sarà demolito e ricollocato in un'area di nuova urbanizzazione adiacente all'attuale torre di controllo (Intervento n. 11 del PSA); anche la torre sarà demolita e ricollocata sulla nuova area.

Il Master plan prevede la realizzazione di un fabbricato destinato al ricovero dei mezzi di rampa a margine del lato nord est del piazzale aeromobili con urbanizzazione dell'area esterna di pertinenza (Intervento n. 5 del PSA).

Sono previsti progetti di riqualifica e adeguamento della strada perimetrale in testata 22 (Intervento n. 6 del PSA) e della strada perimetrale sud per il collegamento tra l'APRON e le nuove aree caserma VVF e carburanti (Intervento n. 13 del PSA).

In ambito landside è prevista la prima fase di riqualifica (Intervento n. 1 del PSA) e ampliamento del terminal passeggeri (Intervento n. 2 del PSA).

Sono inoltre previsti interventi di riqualifica della viabilità di accesso e uscita dall'aeroporto mediante la realizzazione di una rotatoria (Intervento n. 15 del PSA) e di adeguamento dell'attuale viabilità di accosto fronte terminal (riqualifica CURB – Intervento n. 14 del PSA).

Di seguito si riportano e si discutono gli interventi in sedime aeroportuale di futura realizzazione e con impatto non trascurabile sull'assetto idraulico dell'area stessa.

5.2.1.1 Interventi n. 1 e n. 2 – Riqualifica e ampliamento del Terminal Passeggeri – fase 1

Il progetto di ampliamento del Terminal passeggeri ha l'obiettivo di potenziare i sottosistemi operativi dell'aerostazione.

La prima fase di riqualifica e ampliamento del Terminal corrisponde al progetto denominato Romeo, per il quale è in corso l'aggiornamento del progetto preliminare. Gli interventi di ampliamento e riqualificazione previsti in fase 1 propongono in particolare la realizzazione di un nuovo volume di collegamento in landside tra terminal partenze e arrivi, dotato di un livello interrato, e l'ampliamento della sala imbarchi e la creazione di nuove sale imbarco al piano primo con tre nuovi gate serviti da torrioni con finger in airside. Con gli ampliamenti previsti il terminal raggiungerà i circa 29.900 mq di superficie lorda complessiva. Il completamento dei lavori è previsto entro il 2019.

Gli interventi sono effettuati su superfici già impermeabilizzate e non costituiscono un aggravio per l'attuale sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

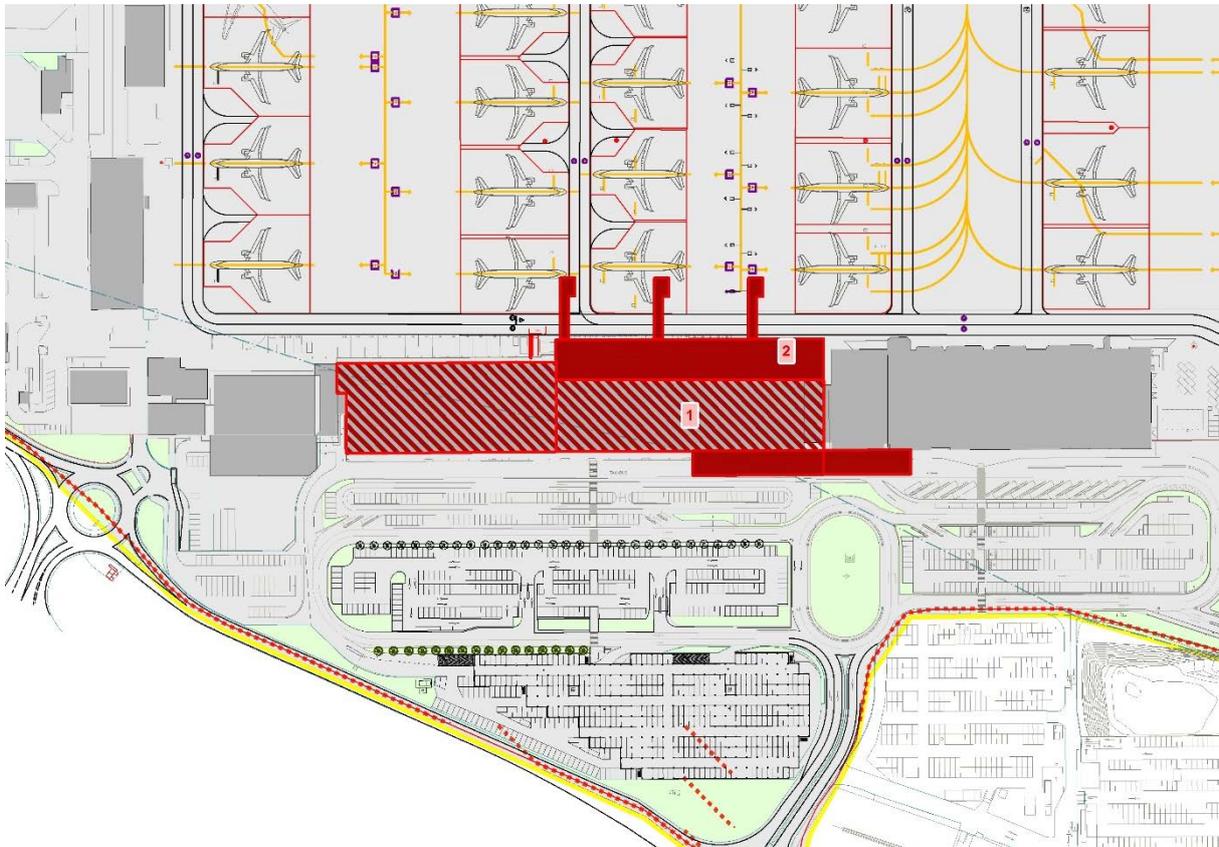


Figura 35. Interventi n. 1 e n. 2 – Riqualifica e ampliamento del Terminal Passeggeri – fase 1.

5.2.1.2 Intervento n. 3 – Riconfigurazione e ampliamento Apron fase 1

L'intervento consiste nella riconfigurazione e nell'ampliamento dell'Apron. La nuova configurazione del piazzale aeromobili dell'aeroporto di Verona, vede una rotazione degli stand attuali di 90° per una migliore gestione delle operazioni di imbarco e sbarco passeggeri, e l'ampliamento verso sud ovest, previa acquisizione di un'area esterna e demolizione di alcuni edifici che andranno ricollocati in una nuova area (caserma VVF, Enti di Stato, ricovero mezzi rampa, depositi carburanti)

Nell'area di ampliamento, previsto per la fase 1 di circa 4 ettari, è prevista la realizzazione di una piazzola di sosta attrezzata e dedicata al trattamento de-icing degli aeromobili dotata di sistema di raccolta e trattamento dei liquidi residui o di dilavamento.

La superficie di nuova urbanizzazione, collocata esternamente all'attuale sedime aeroportuale è, al netto di superfici pavimentate esistenti che saranno demolite, pari a circa 1 ettaro.

Ad eccezione della piazzola de-icing, che si prevede sarà dotata di un proprio sistema di raccolta delle acque, le nuove superfici adibite a piazzale dovranno prevedere un sistema di raccolta e collettamento delle acque meteoriche e un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia costituito da dissabbiatore e disoleatore.

Si rileva infine che l'intervento di ampliamento del piazzale interferisce con la rete di adduzione irrigua del Consorzio di bonifica Veronese, in particolare nell'area di prevista espansione è attualmente presente un sistema partitore della condotta di attraversamento piste, da cui si originano due canalette che si sviluppano in direzione parallela alla pista sul confine aeroportuale.

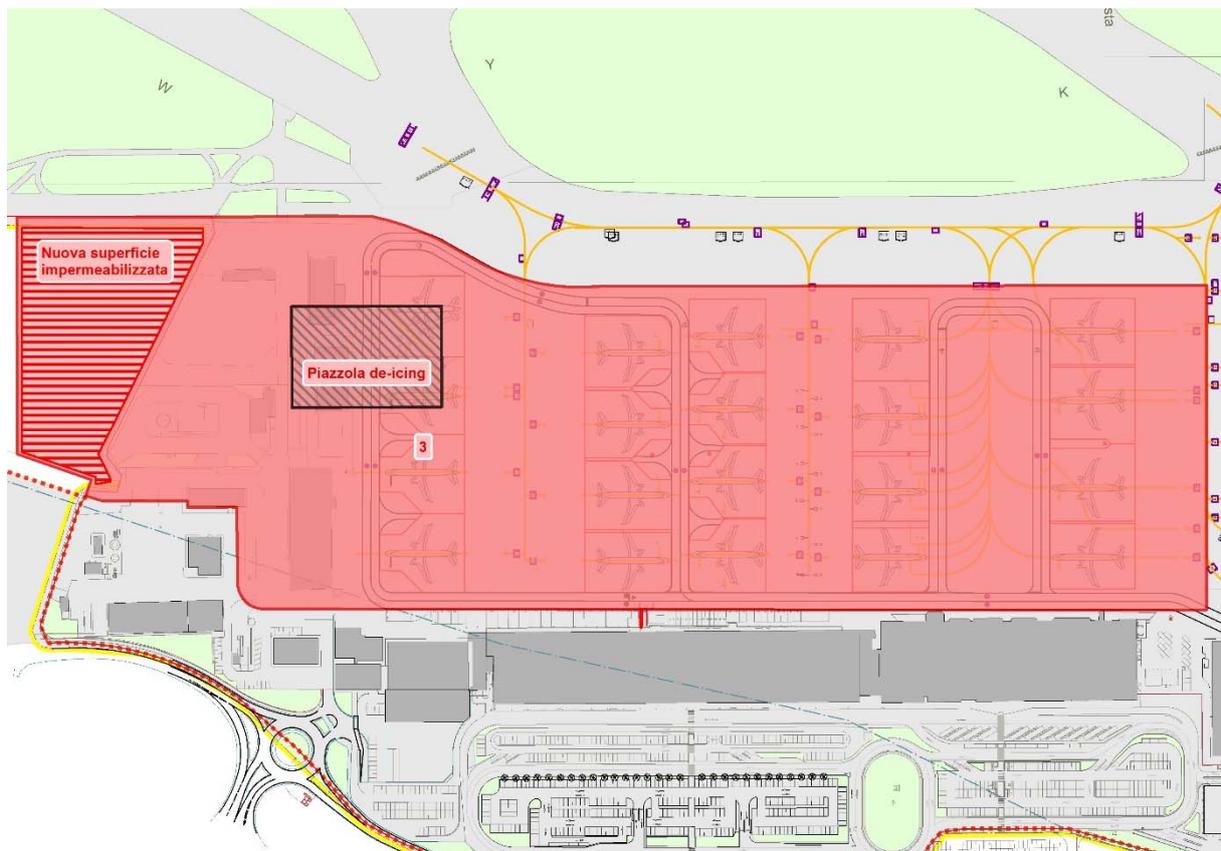


Figura 36. Intervento n. 3 – Riconfigurazione e ampliamento Apron fase 1.

5.2.1.3 Intervento n. 5 – Nuovo deposito mezzi di rampa e parcheggio low cost

Il Masterplan prevede la realizzazione un fabbricato tecnico destinato al ricovero dei mezzi di rampa avente superficie indicativa pari a circa 800 mq, necessario per garantire la prevista espansione del piazzale di sosta aeromobili a sud.

La collocazione del nuovo edificio individuata nel Masterplan è tra il piazzale aeromobili e l'attuale parcheggio low cost, che verrà ridotto per ricavare il piazzale per la sosta dei mezzi, che dovrà avere una superficie pari a circa 10.000 mq. È prevista inoltre l'asfaltatura del parcheggio, attualmente non pavimentato, per garantire un'adeguata raccolta e trattamento delle acque meteoriche grazie all'installazione di un impianto disoleatore.

La nuova superficie impermeabilizzata sarà di circa 2.8 ettari.

Si segnala una criticità legata alla realizzazione del piazzale per la movimentazione dei mezzi, poiché sull'area per cui è prevista l'urbanizzazione insistono gli attuali impianti di trattamento e di dispersione in suolo delle acque meteoriche raccolte sul piazzale aeromobile e sulle coperture dei fabbricati del Terminal e dell'Hangar, i quali impianti dovranno rimanere ispezionabili, e scoperti in corrispondenza dei manufatti di infiltrazione sul suolo.

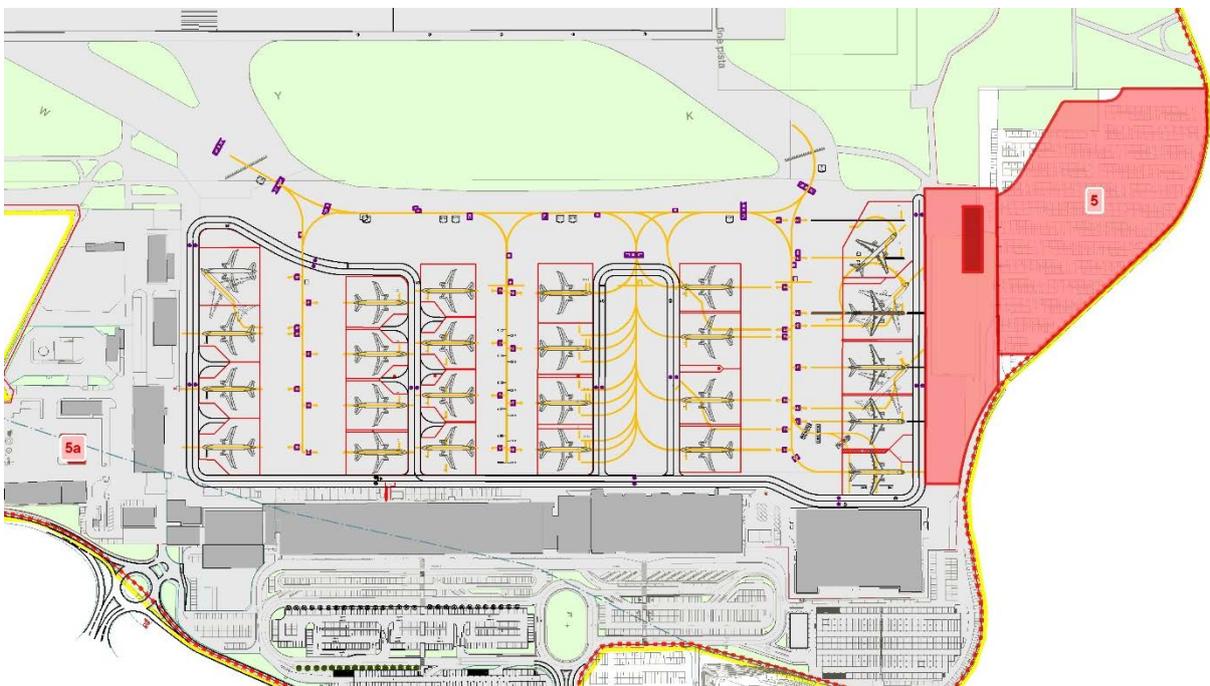


Figura 37. Intervento n. 5 – Nuovo deposito mezzi di rampa e parcheggio low cost.

5.2.1.4 Interventi n. 7a, 7b e 8 – Riqualifica taxiway, pista e nuovo turnpad in testata 04

L'intervento prevede la riqualifica della taxiway nord e dei relativi raccordi con la pista, la riqualifica della pista, e la realizzazione di una piazzola turnpad in testata 04 per facilitare le manovre di involo da testata 04 e per gli atterraggi su testata 22 per gli aerei di classe superiore a quella di progetto della via di rullaggio e dei raccordi.

Nel complesso gli interventi di riqualificazione della pista, della taxiway e dei raccordi non prevedono incremento della superficie pavimentata, al contrario dell'intervento di nuova realizzazione della piazzola turnpad, che comporta la nuova impermeabilizzazione di una superficie di circa 0.7 ettari.

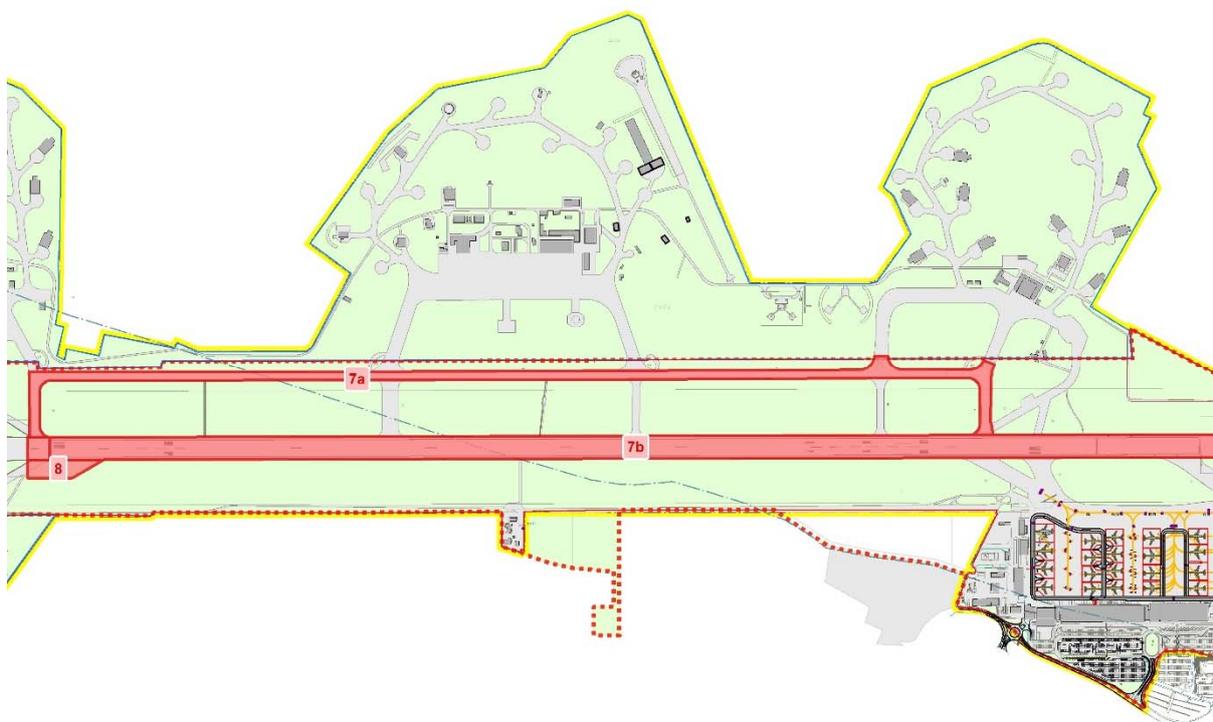


Figura 38. Interventi n. 7a, 7b e 8 – Riqualifica taxiway, pista e nuovo turnpad in testata 04.

5.2.1.5 Intervento n. 11 – Nuova caserma Vigili del Fuoco, area Fuel Farm e Torre di controllo

L'intervento consiste nell'urbanizzazione di una nuova area da acquisire posta in adiacenza all'attuale area dove sorge la torre di controllo, in posizione baricentrica rispetto alla pista di volo, dove verranno ricollocati l'attuale Distaccamento Aeroportuale dei Vigili del Fuoco, oggi situato in prossimità del piazzale di sosta aeromobili, che verrà demolito a seguito dell'ampliamento del piazzale stesso, la nuova area Fuel Farm e la nuova Torre di controllo.

Complessivamente la superficie di nuova urbanizzazione è stimata in circa 4.1 ettari.

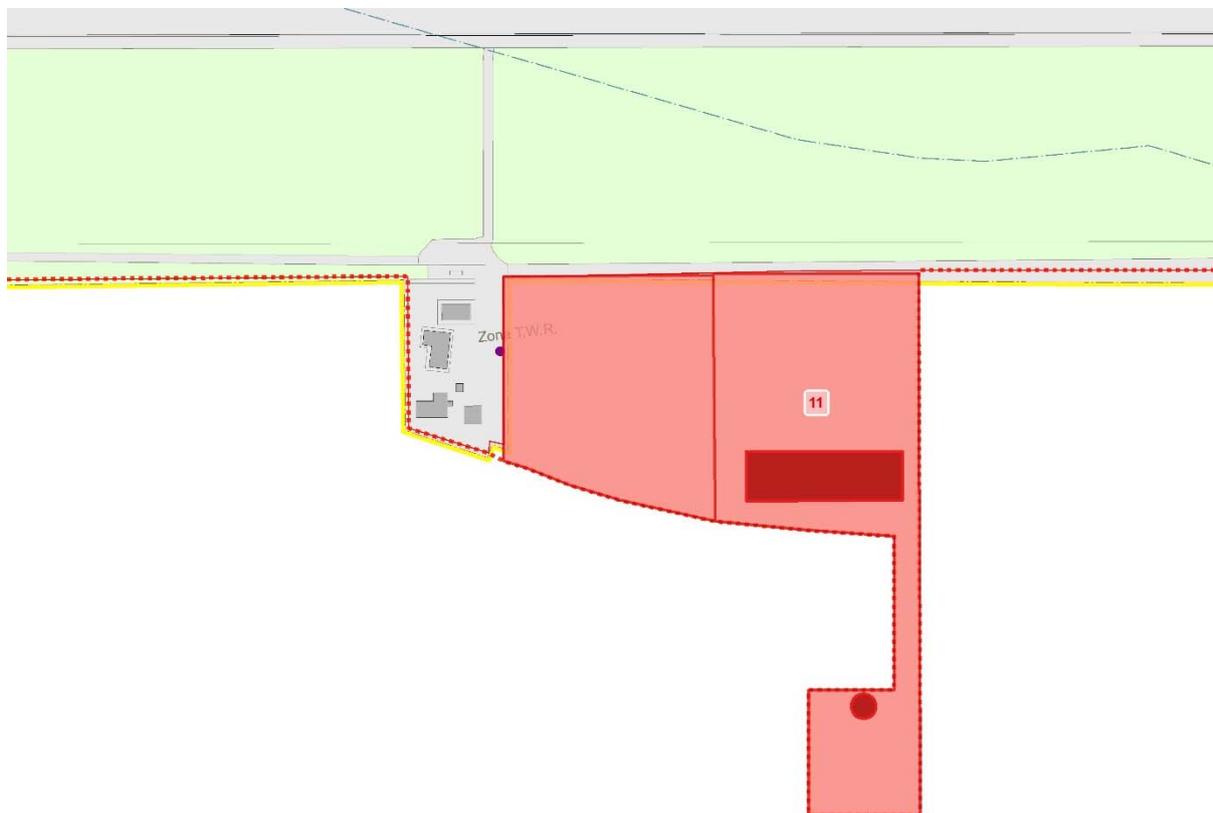


Figura 39. Intervento n. 11 – Nuova caserma Vigili del Fuoco, area Fuel Farm e Torre di controllo.

5.2.1.6 Interventi n. 6 e 13 – Riqualifica della viabilità perimetrale in airside

I progetti prevedono la riqualifica e l'adeguamento della strada perimetrale in testata 22 per il collegamento tra le aree nord e sud del sedime demaniale e l'ispezione della recinzione aeroportuale, per una lunghezza di un chilometro, e la realizzazione della strada perimetrale a sud per il collegamento tra l'Apron e gli edifici previsti in posizione centrale rispetto alla pista (Caserma VVF, deposito carburanti), anche questa della lunghezza di circa un chilometro.

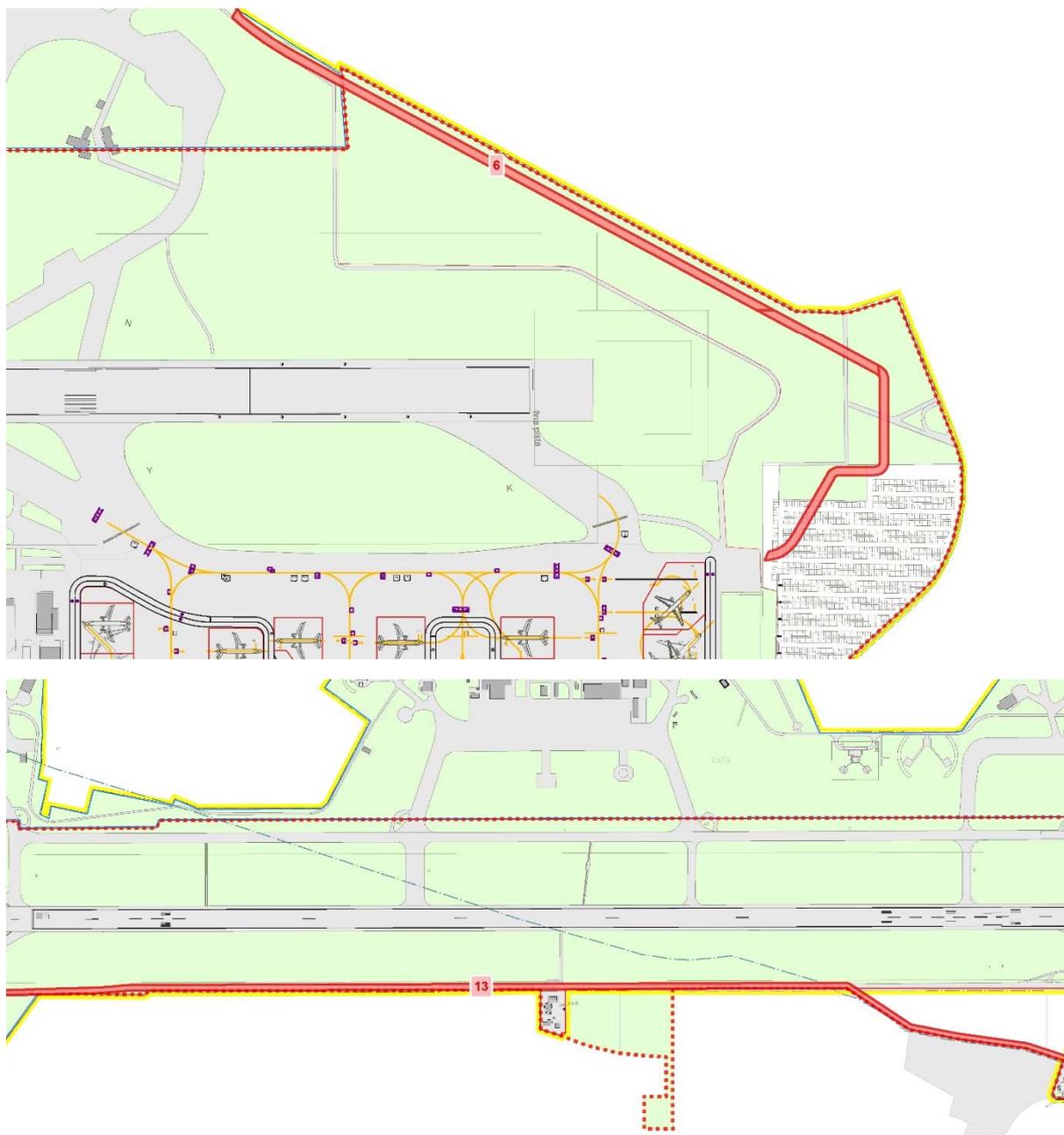


Figura 40. Interventi n. 6 e 13 – Riqualifica della viabilità perimetrale in airside.

5.2.1.7 Interventi n. 14 e 15 – Riqualifica della viabilità in landside – fase 1

I progetti prevedono l'adeguamento dell'attuale viabilità di accosto fronte terminal (CURB) e la realizzazione di una rotatoria stradale in corrispondenza dell'intersezione di accesso all'area aeroportuale.

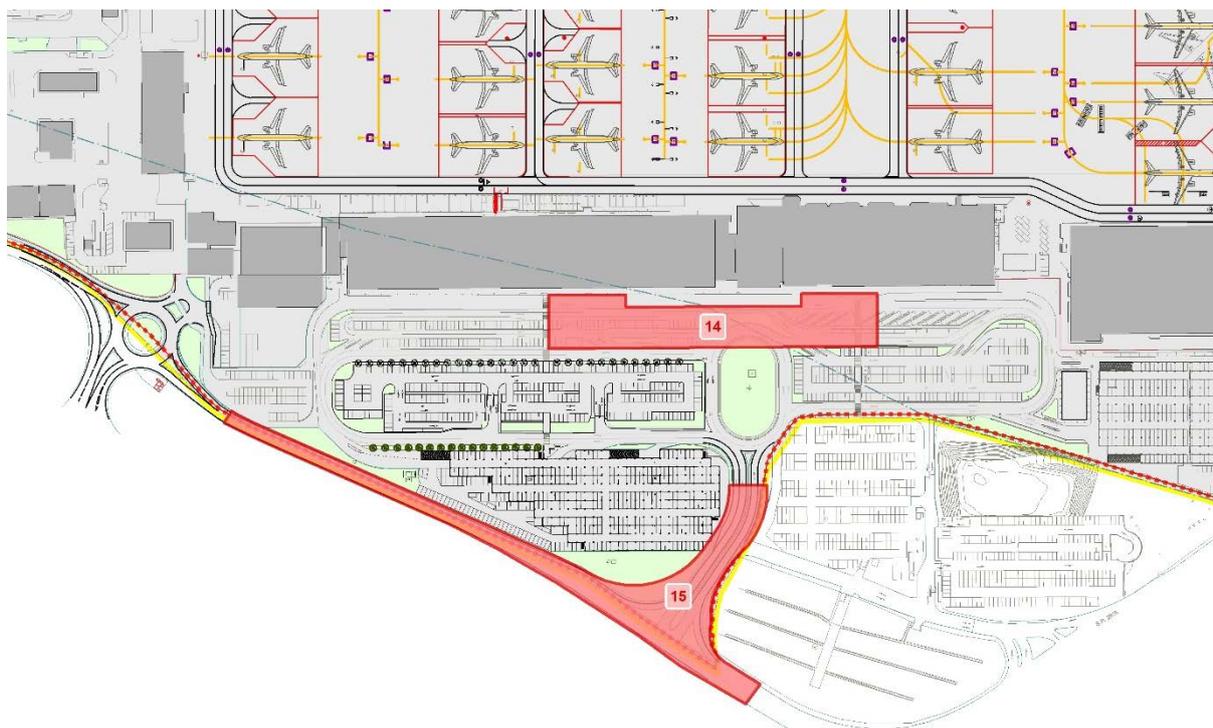


Figura 41. Interventi n. 14 e 15 – Riqualifica della viabilità in landside – fase 1.

5.2.2 Analisi degli interventi al 2020

In Tabella 7 si riportano gli interventi analizzati relativi alla fase 2020, con i valori di superficie di nuova impermeabilizzazione, il recapito previsto per le acque meteoriche e le eventuali prescrizioni per l'invarianza idraulica ex D.G.R. n. 2948/2009 e per le acque meteoriche di dilavamento e prima pioggia ex Art. 39 delle N.T.A. del Piano di Tutela delle Acque.

Tabella 7. Sintesi degli interventi di nuova impermeabilizzazione previsti in sedime aeroportuale alla fase 2020.

N° intervento (da PSA)	Titolo intervento	Superficie di nuova impermeabilizzazione [m ²]	Recapito acque meteoriche	Prescrizioni di invarianza idraulica (ex DGR 2948/2009)	Prescrizioni per le acque meteoriche di dilavamento e prima pioggia (ex Art. 39 NTA del PTA)
1	Riqualifica aerostazione	0	Suolo	Nessuna	Nessuna
2	Ampliamento aerostazione: progetto Romeo – fase 1	0	Suolo	Nessuna	Nessuna
3	Riconfigurazione e ampliamento APRON	9'450	Suolo	Nessuna	Dissabbiatura - disoleatura acque di prima pioggia, raccolta separata glicoli in piazzola de-icing
5	Nuovo deposito mezzi rampa e parcheggio low-cost	28'500	Suolo	Nessuna	Dissabbiatura - disoleatura acque di prima pioggia nei piazzali

N° intervento (da PSA)	Titolo intervento	Superficie di nuova impermeabilizzazione [m ²]	Recapito acque meteoriche	Prescrizioni di invarianza idraulica (ex DGR 2948/2009)	Prescrizioni per le acque meteoriche di dilavamento e prima pioggia (ex Art. 39 NTA del PTA)
6	Nuova strada perimetrale nord	6'800	Suolo	Fascia laterale di dispersione nel terreno internamente al sedime	Nessuna
7a	Adeguamento Taxiway nord	2'000	Suolo	Nessuna	Nessuna
7b	Riqualifica pista di volo	0	Suolo	Nessuna	Nessuna
8	Nuovo turnpad	6'700	Suolo	Nessuna	Nessuna
11	Nuova caserma VVF, Fuel Farm e area Torre	40'800	Suolo	Nessuna	Dissabbiatura - disoleatura acque di prima pioggia dei piazzali, raccolta separata acque deposito carburanti
13	Nuova strada perimetrale sud	21'950	Suolo	Fascia laterale di dispersione nel terreno internamente al sedime	Nessuna
14	Riqualifica CURB	750	Suolo	Nessuna	Dissabbiatura - disoleatura acque di prima pioggia (già presente in area parcheggi)
15	Nuova rotatoria	200	Suolo	Nessuna	Nessuna
<i>TOTALE</i>	<i>FASE 2020</i>	<i>117'150</i>			

5.2.3 Opere idrauliche da realizzare al 2020

Risulta prioritario elevare il livello di sicurezza contro il rischio idraulico di allagamento dell'area aeroportuale, incrementando il tempo di ritorno TR degli eventi meteorici di progetto fino ad almeno 100 anni.

Attualmente, come già ampiamente descritto al paragrafo 3.1.2, è in corso la progettazione esecutiva di una serie di interventi locali aventi la funzione di migliorare la capacità di smaltimento delle acque di pioggia da parte del sistema di collettamento a servizio del piazzale aeromobili. Tali opere consentono di garantire la sicurezza idraulica con riferimento ad eventi caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 25 anni, ancora inferiore rispetto alle usuali prescrizioni normative regionali che chiedono garanzie almeno con riferimento ai 50 anni. A tal proposito il presente Master Plan Idraulico individua un ulteriore intervento (MP.01) diviso in due fasi consecutive, che prevede la sostituzione di tutta la dorsale principale posta di fronte al terminale passeggeri.

5.2.3.1 Intervento MP.01 – Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche del piazzale aeromobili esistente

L'intervento prevede la realizzazione di una nuova dorsale di drenaggio dell'attuale piazzale aeromobili, da posare in sostituzione al sistema di collettamento esistente, nell'area fronte terminal, al fine di aumentare e adeguare la capacità di portata dell'intero sistema di drenaggio.

Vista l'importanza del presente intervento ai fini dell'adeguamento dell'attuale sistema di smaltimento alla normativa vigente esso è stato già in questa sede oggetto di modellazione idrologico-idraulica.

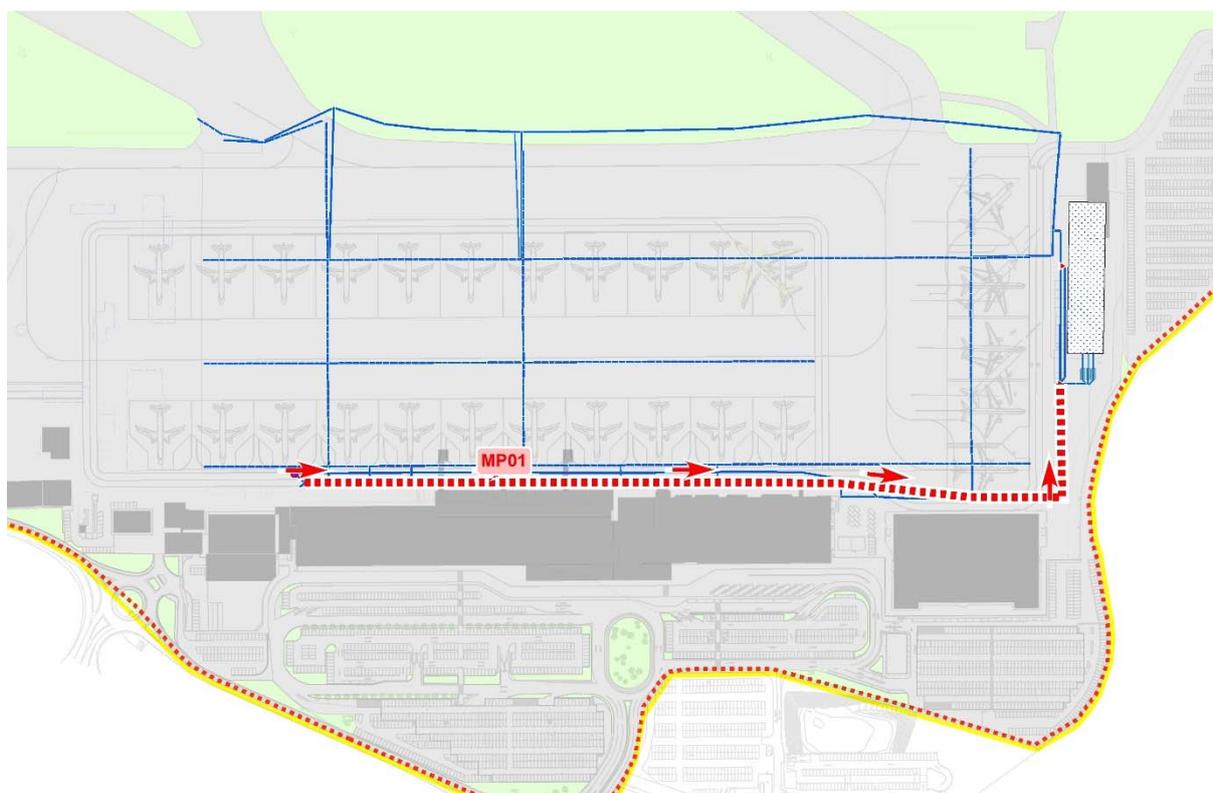


Figura 42. Intervento MP.01 – Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche del piazzale aeromobili esistente.

Il primo stralcio (MP.01–Fase 1), costituito dal tratto compreso tra il bacino di dispersione e il pozzetto di scarico dell'impianto di sollevamento (Figura 43), è da programarsi in tempi brevi in quanto in grado, da solo, di garantire il rispetto della sicurezza idraulica con riferimento ad un tempo di ritorno pari a 50 anni usualmente richiesto dalla normativa vigente.

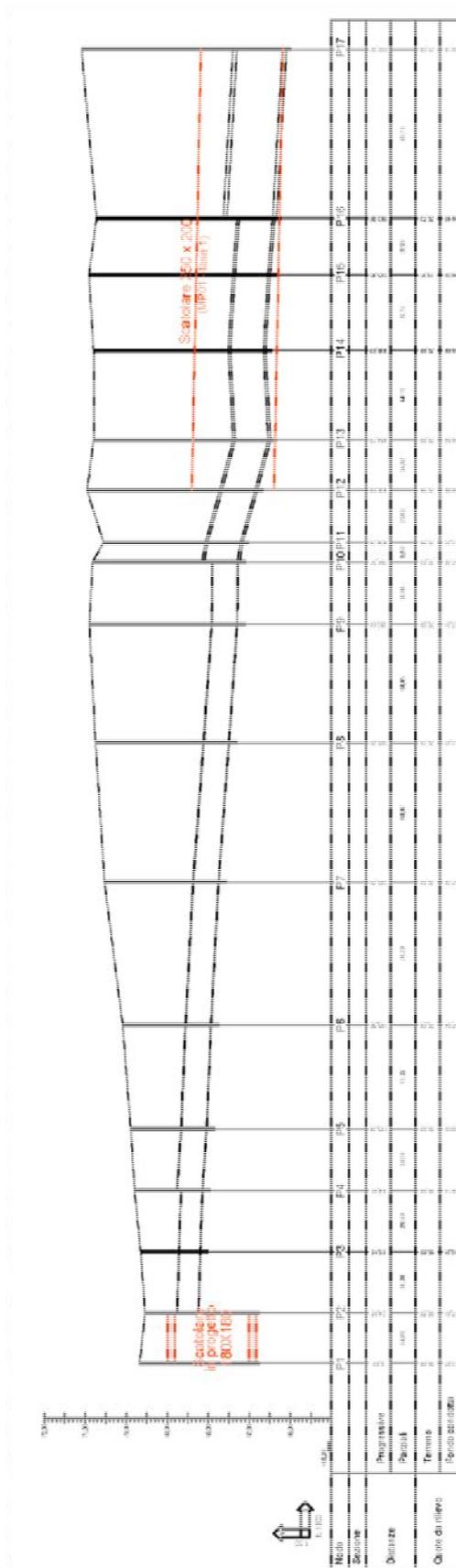


Figura 43. Profilo MP.01 – Fase 1.

Alla successiva Figura 44 si riporta il profilo liquido che si realizza lungo la dorsale principale quando si consideri una precipitazione caratterizzata da un tempo di ritorno di 50 anni. Si nota che la soluzione proposta risulta efficace e non si manifestano fenomeni di allagamento.

Considerando ora un evento con tempo di ritorno di 100 anni, alla Figura 45 si riporta il profilo liquido che si realizza lungo la dorsale principale. Dall'analisi del profilo e della planimetria in Figura 46 emerge che per eventi di precipitazione caratterizzati da tempo di ritorno pari a 100 anni la rete di collettamento entra in crisi e vi è la formazione di allagamenti, se pur non ingenti, nell'area depressa del piazzale di fronte al terminal passeggeri.

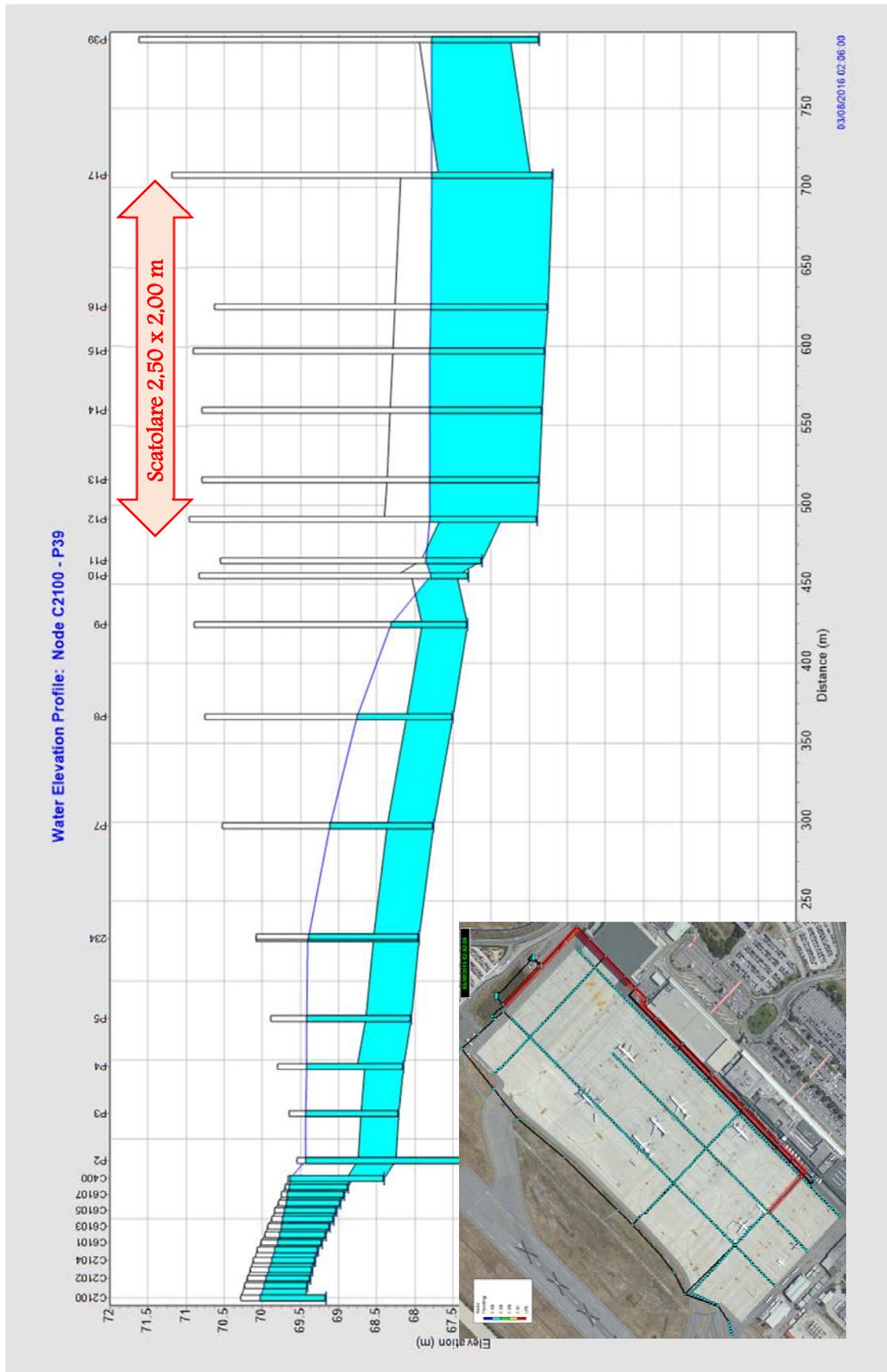


Figura 44. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.
 Evento meteorico $T_r=50$ anni e $T_p=30$ minuti.

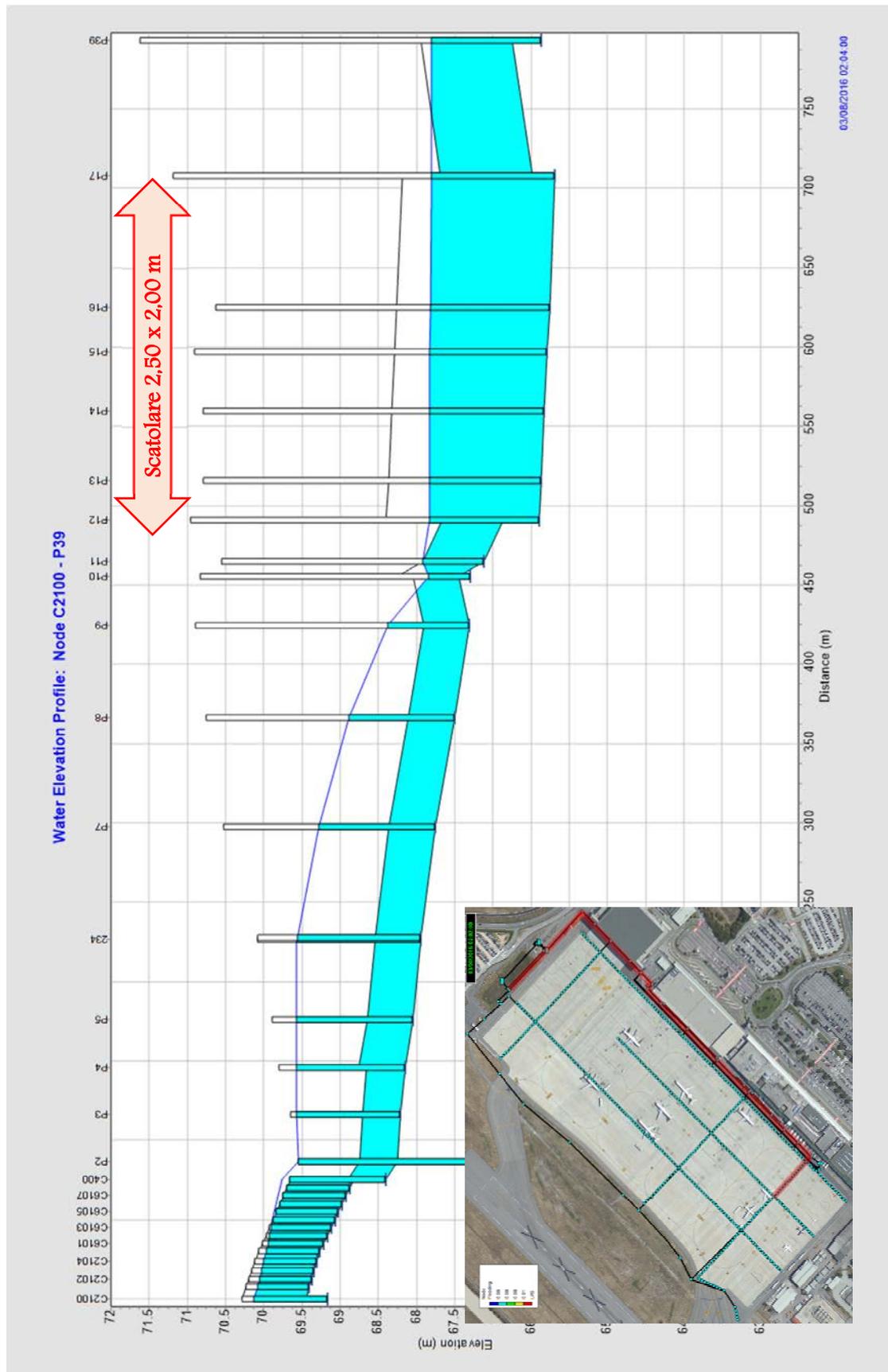


Figura 45. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.
Evento meteorico $T_r=100$ anni e $T_p=30$ minuti.

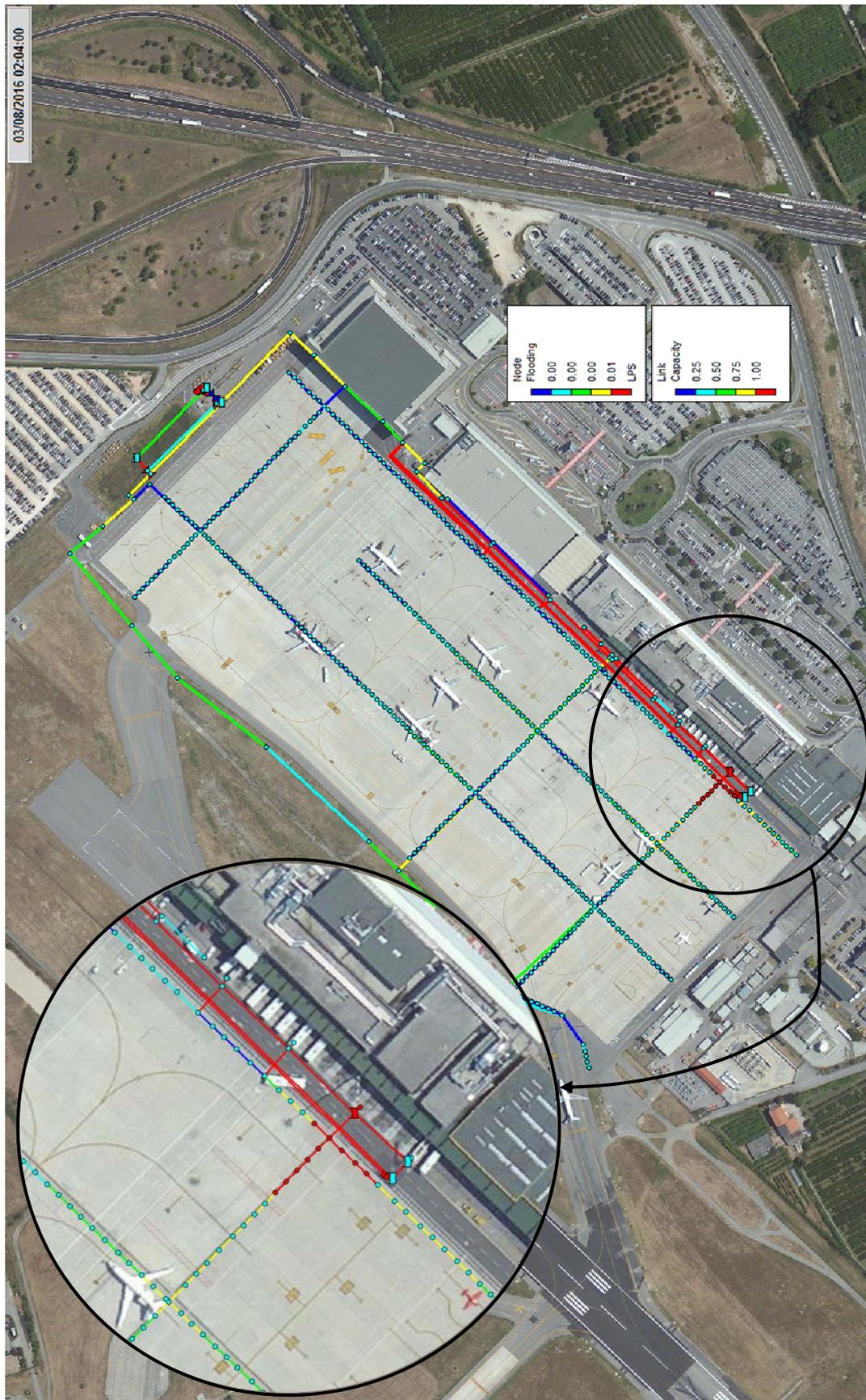


Figura 46. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.
Evento meteorico $T_r=100$ anni e $T_p=30$ minuti.

Dall'analisi dei risultati ottenuti dall'implementazione del modello idrologico– idraulico che considera la sostituzione dell'ultimo tratto di rete con uno scatolare 2,50 x 2,00 m, si nota che per eventi meteorici caratterizzati da tempi di ritorno pari a 50 anni la rete di collettamento riesce a smaltire i volumi senza che vi sia la formazione di fenomeni di allagamento.

Il secondo stralcio del progetto (MP.01 – fase 2) prevede la sostituzione con uno scatolare 1,80 x 1,80 m dell'ultimo tratto della dorsale principale a servizio del piazzale aeromobili al fine di giungere alla sicurezza idraulica con riferimento ad eventi caratterizzati da tempi di ritorno di 100 anni. Il nuovo scatolare sarà posato con una pendenza costante dello 0,1% e il profilo che si otterrà sarà quello rappresentato in Figura 47.

In questa configurazione viene meno l'esigenza di mantenere nel sistema di collettamento la stazione di sollevamento per la quale quindi è prevista la completa rimozione. Ciò comporterà in termini economici un importante risparmio conseguente all'eliminazione degli oneri energetici e gestionali.

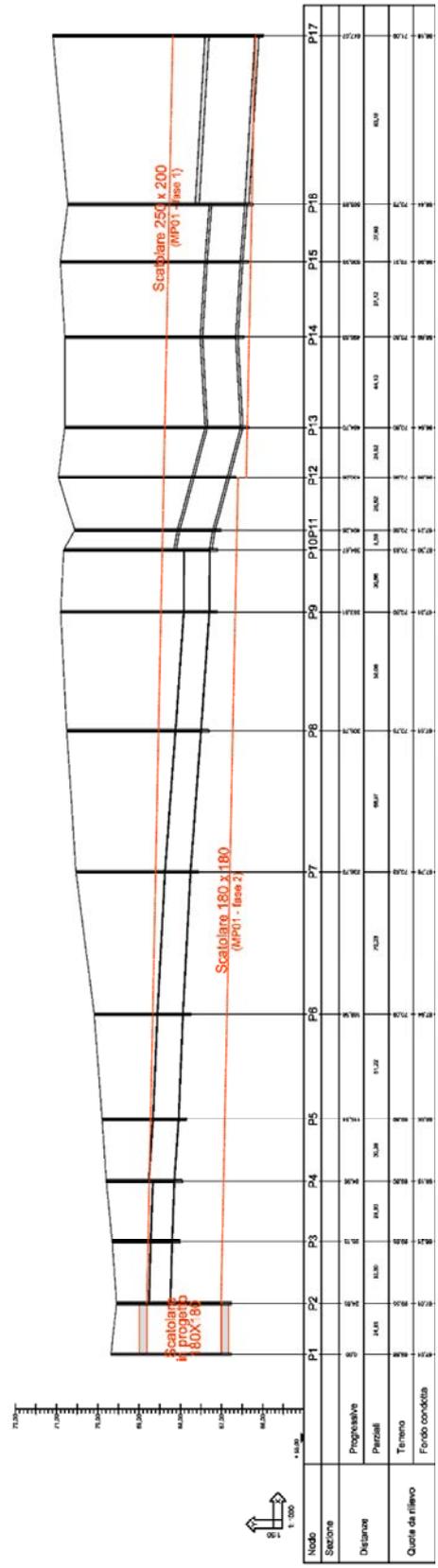


Figura 47. Profilo MP.01 – Fase 2.

Considerando un evento meteorico avente tempo di ritorno pari a 100 anni, nelle tre successive immagini rappresentate dalla Figura 48 alla Figura 50 si riporta il profilo liquido che si realizza lungo la dorsale principale in tre fasi successive:

- alla seconda ora, cioè al termine dell'evento di precipitazione, momento in cui si registra il massimo invaso nella canaletta grigliata;
- dopo mezz'ora dal termine dell'evento, istante in cui la canaletta grigliata si sta svuotando e si registra il livello più basso nella dorsale principale prima che ci sia un secondo innalzamento
- dopo 2 ore e mezza dalla fine dell'evento, istante in cui si registra il livello massimo nella dorsale principale; successivamente inizia un progressivo abbassamento, fino al completo svuotamento della rete. Tale situazione evidenzia l'importante effetto di laminazione introdotto dal presente intervento in grado di laminare anche i volumi eccedenti rispetto alla capacità di invaso e dispersione del sistema drenante.

Dall'analisi dei risultati emerge che anche per eventi di precipitazione caratterizzati da tempo di ritorno pari a 100 anni la rete di collettamento riesce a smaltire i volumi di pioggia cui è sottoposta. Non solo, il franco di sicurezza evidenziato in particolare dalla Figura 48, come distanza tra il massimo livello idrometrico e il cielo della condotta, dimostra come l'intervento in progetto è in grado di garantire una riserva di sicurezza idraulica anche rispetto ad eventi meteorici particolarmente intensi come quello caratterizzato da un tempo di ritorno di 100 anni.

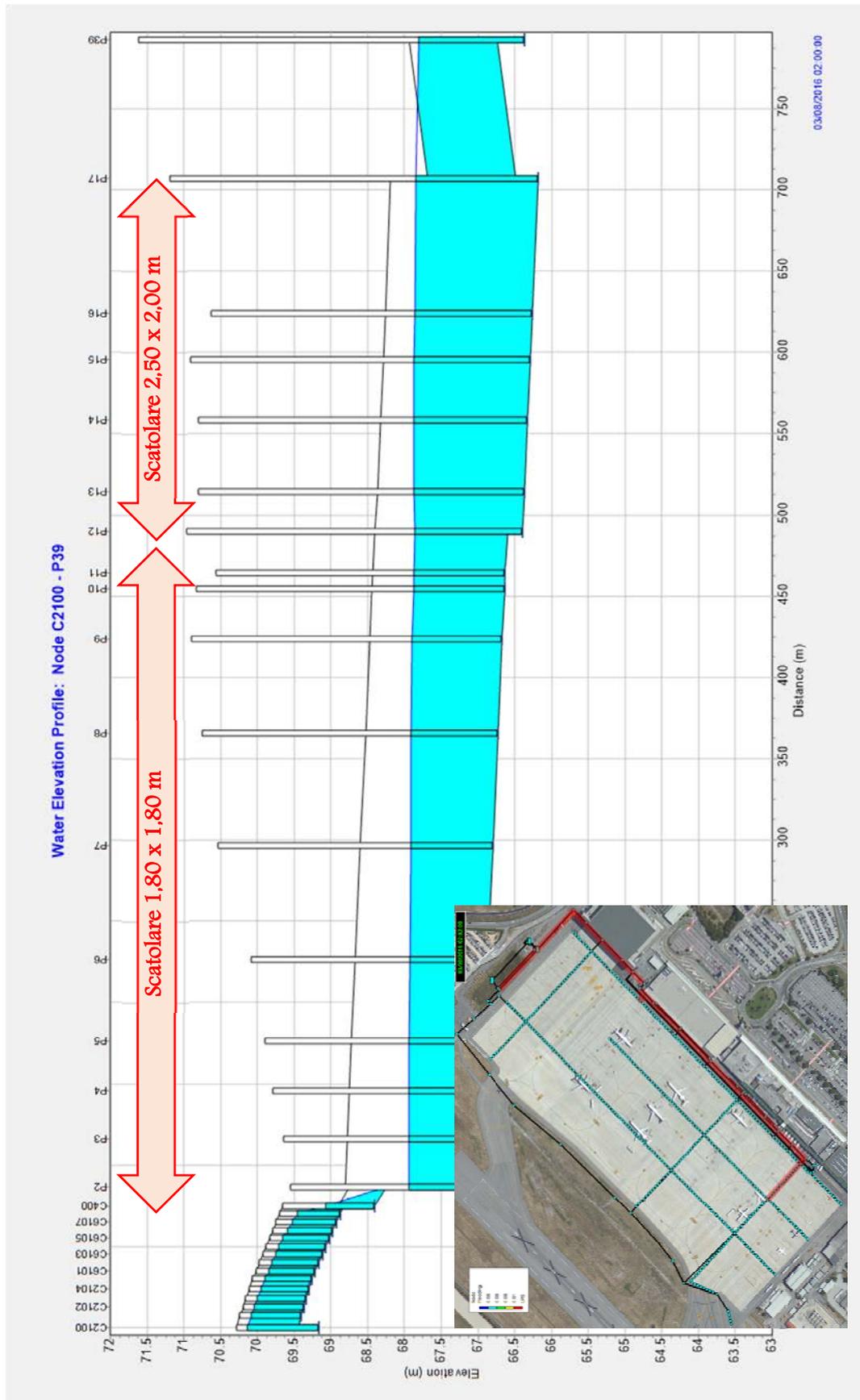


Figura 48. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.

Evento meteorico $T_r=100$ anni e $T_p=30$ minuti. Condizione di massimo invaso lungo la canaletta grigliata.

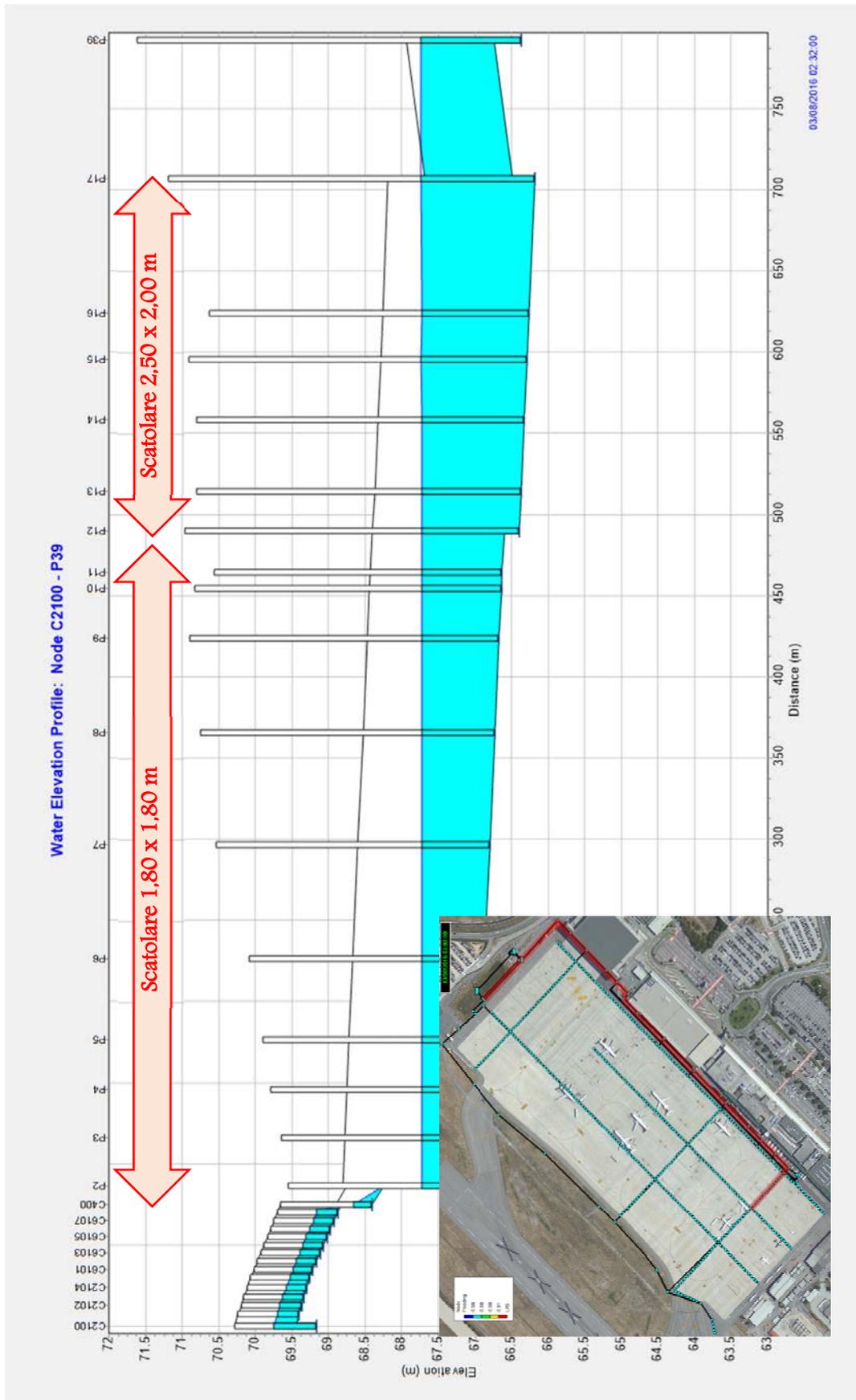


Figura 49. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.

Evento meteorico $T_r=100$ anni e $T_p=30$ minuti. Condizione di minimo tirante lungo la dorsale principale.

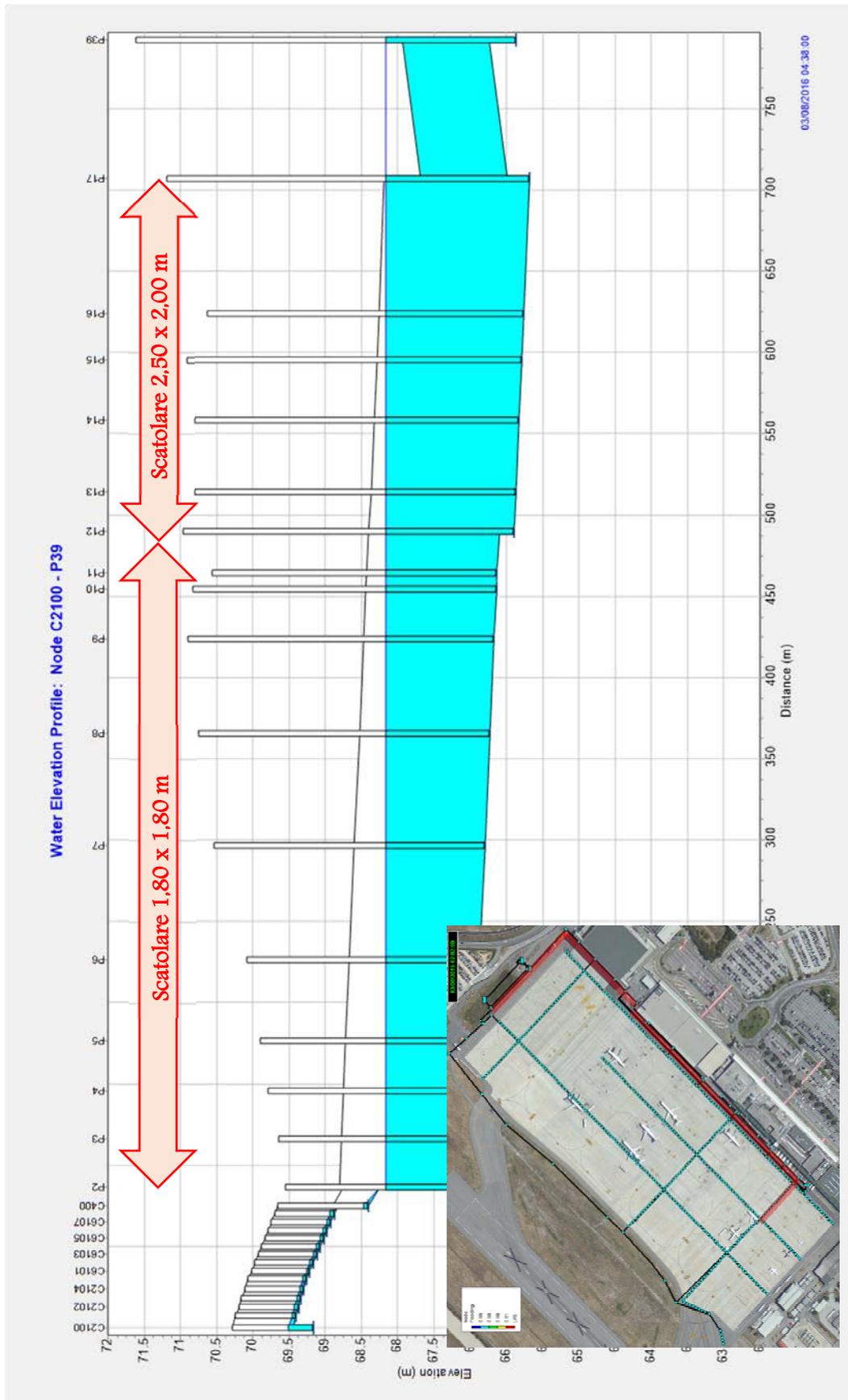


Figura 50. Tirante idraulico lungo la dorsale principale rappresentata nel riquadro.

Evento meteorico $T_r=100$ anni e $T_p=30$ minuti. Dorsale principale completamente rigurgitata.

Le proposte progettuali analizzate con riferimento allo scenario al 2020, forniscono risposte soddisfacenti ciascuna per precipitazioni caratterizzate da diversi tempi di ritorno. Alla successiva tabella si riportano i risultati ottenuti e fin qui descritti.

	Descrizione dell'intervento	Tempo di ritorno
Progetto Esecutivo	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliamento della vasca di carico dell'impianto di sollevamento - Sostituzione degli ultimi 32 metri di rete a monte del sollevamento con scatolari - Inserimento di clapet parziale a monte del pozzetto P6 - Apertura di una finestra sul pozzetto posto immediatamente a monte del sistema di dispersione in falda a garantire il carico dall'alto della stessa 	25 anni
MP01 Fase 1	- Sostituzione della rete principale dal pozzetto P12 al pozzetto sfioratore con la posa di uno scatolare 2,50x2,00 m	50 anni
MP01 Fase 2	- Sostituzione della rete principale dal pozzetto P2 al P12 con la posa di uno scatolare 1,80x1,80 m.	100 anni

5.2.3.2 Intervento MP.02 – Nuova rete di collettamento e trattamento acque meteoriche park low-cost

Il Masterplan generale prevede un intervento di urbanizzazione dell'area a nord del piazzale aeromobili, che comprende la realizzazione di un piazzale e di un fabbricato per il deposito dei mezzi di rampa in airside, e l'asfaltatura dell'attuale parcheggio low-cost. Si rende necessario dotare l'area del parcheggio di un adeguato sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, in accordo con la normativa vigente relativamente sia all'invarianza idraulica che alla tutela delle acque. Non essendo possibile il recapito delle acque meteoriche in un corpo idrico posto in prossimità del sito, il recapito stesso dovrà avvenire sul suolo mediante sistema drenante.

Tale intervento quindi non prevede, essendo appunto il recapito al suolo, l'adozione di sistemi per l'invarianza idraulica, mentre l'estensione dell'area destinata a parcheggio, superiore ai 5'000 m², in base all'art. 39 delle NTA al Piano di tutela delle Acque, impone la realizzazione di un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia, costituito da una vasca dissabbiatrice e da una vasca per la disoleatura.

Il sistema è stato dimensionato in fase preliminare nell'ipotesi di totale impermeabilizzazione dell'area, utilizzando le curve riportate al capitolo 4.1 e quelle in Figura 33, per determinare i diametri delle condotte, del sistema di trattamento e del sistema di dispersione in falda.

Le scelte progettuali sono state ottenute attraverso la stima dei costi di intervento e adottando dei criteri parametrici che minimizzano i costi complessivi di realizzazione della rete e del sistema di recapito al suolo: la stima dei costi è stata fatta mediante parametrizzazione degli elementi di progetto, in particolare il valore della portata di infiltrazione e il corrispondente volume d'invaso necessario a garantire il funzionamento della rete, con l'ausilio della curva riportata al paragrafo 4.3.3 relativa al tempo di ritorno di 50 anni. L'analisi parametrizzata ha consentito di valutare come soluzione ottimale da un punto di vista economico, quella che prevede una portata di infiltrazione pari a 140 l/s ha, a cui corrisponderebbe, per garantire l'invaso necessario, una rete di condotte DN120 avente uno sviluppo di 300 m/ha.

Avendo la superficie di nuova urbanizzazione un'estensione di 2.6 ha, la rete di collettamento avrà uno sviluppo complessivo di 780 m, mentre la dispersione in falda avverrà mediante un sistema di 20 pozzi perdenti di diametro 1.5 m e profondità 5 m, aventi una capacità complessiva di infiltrazione pari a 400 l/s.

Il sistema di trattamento in continuo delle acque di prima pioggia viene dimensionato in base ai criteri esposti al paragrafo 4.3.5, secondo cui la portata si ottiene dal rapporto tra il volume da trattare, pari a 5 mm moltiplicati per la superficie di 2.6 ha e per il coefficiente di afflusso 0.9, e il tempo di corrivazione assunto di 15 minuti. La capacità di trattamento dell'impianto risulta quindi pari a: $(5 \times 10000) \times (2.6 \times 0.9) / (15 \times 60) = 130$ l/s.

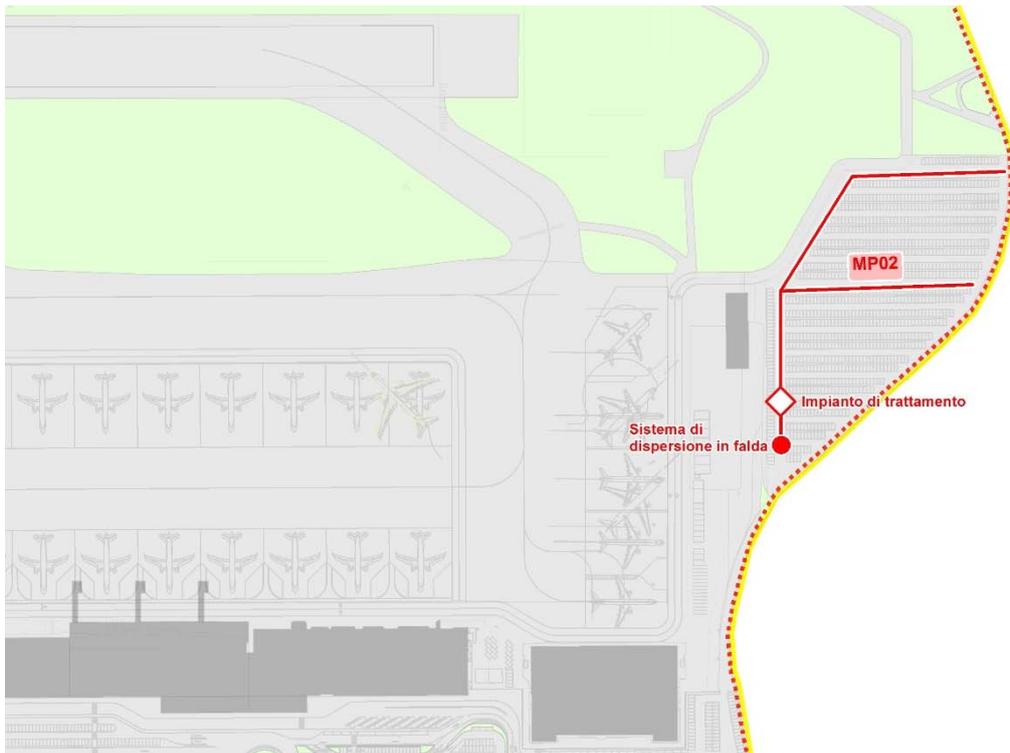


Figura 51. Intervento MP.02 – Schema della nuova rete di collettamento e trattamento acque meteoriche park low-cost.

5.2.3.3 Intervento MP.03 – Nuova rete di collettamento e trattamento acque meteoriche area Vigili del Fuoco e Torre di controllo

Il Masterplan generale prevede un intervento di urbanizzazione di una nuova area posta a margine della attuale torre di controllo, che comprende la realizzazione di piazzali, della nuova caserma dei Vigili del Fuoco e deposito carburanti.

Si rende necessario dotare l'area di un adeguato sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, in accordo con la normativa vigente relativamente all'invarianza idraulica che alla tutela delle acque. Non essendo possibile il recapito delle acque meteoriche in un corpo idrico posto in prossimità del sito, il recapito stesso dovrà avvenire sul suolo mediante sistema drenante.

Tale intervento quindi non prevede (essendo il recapito al suolo) l'adozione di sistemi per l'invarianza idraulica, mentre l'estensione dell'area, superiore ai 5000 m², e la destinazione ad area di rifornimento carburanti di una parte di essa, in base all'art. 39 delle NTA al Piano di tutela delle Acque, fanno supporre la necessità di realizzazione di un sistema di trattamento

delle acque di dilavamento di prima pioggia, costituito da una vasca dissabbiatrice e da una vasca per la disoleatura.

Il sistema è stato dimensionato in fase preliminare nell'ipotesi di totale impermeabilizzazione dell'area, utilizzando le curve riportate al capitolo 4.1 e quelle in Figura 33, per determinare i diametri delle condotte, del sistema di trattamento e del sistema di dispersione in falda.

Le scelte progettuali sono state ottenute attraverso la stima dei costi di intervento e adottando dei criteri parametrici che minimizzano i costi complessivi di realizzazione della rete e del sistema di recapito al suolo: la stima dei costi è stata fatta mediante parametrizzazione degli elementi di progetto, in particolare il valore della portata di infiltrazione e il corrispondente volume d'invaso necessario a garantire il funzionamento della rete, con l'ausilio della curva riportata al paragrafo 4.3.3 relativa al tempo di ritorno di 50 anni. L'analisi parametrizzata ha consentito di valutare come soluzione ottimale da un punto di vista economico, quella che prevede una portata di infiltrazione pari a 140 l/s ha, a cui corrisponderebbe, per garantire l'invaso necessario, una rete di condotte DN120 avente uno sviluppo di 300 m/ha.

Avendo la superficie di nuova urbanizzazione un'estensione di 4.2 ha, la rete di collettamento avrà uno sviluppo complessivo di 1'260 m, mentre la dispersione in falda avverrà mediante un sistema di 32 pozzi perdenti di diametro 1.5 m e profondità 5 m, aventi una capacità complessiva di infiltrazione pari a 640 l/s.

Il sistema di trattamento in continuo viene dimensionato in base ai criteri esposti al paragrafo 4.3.5, secondo cui la portata si ottiene dal rapporto tra il volume da trattare, pari a 5 mm moltiplicati per la superficie di 4.2 ha e per il coefficiente di afflusso 0.9, e il tempo di corrivazione assunto di 15 minuti. La capacità di trattamento dell'impianto risulta quindi pari a: $(5 \times 10000) \times (4.2 \times 0.9) / (15 \times 60) = 210 \text{ l/s}$.

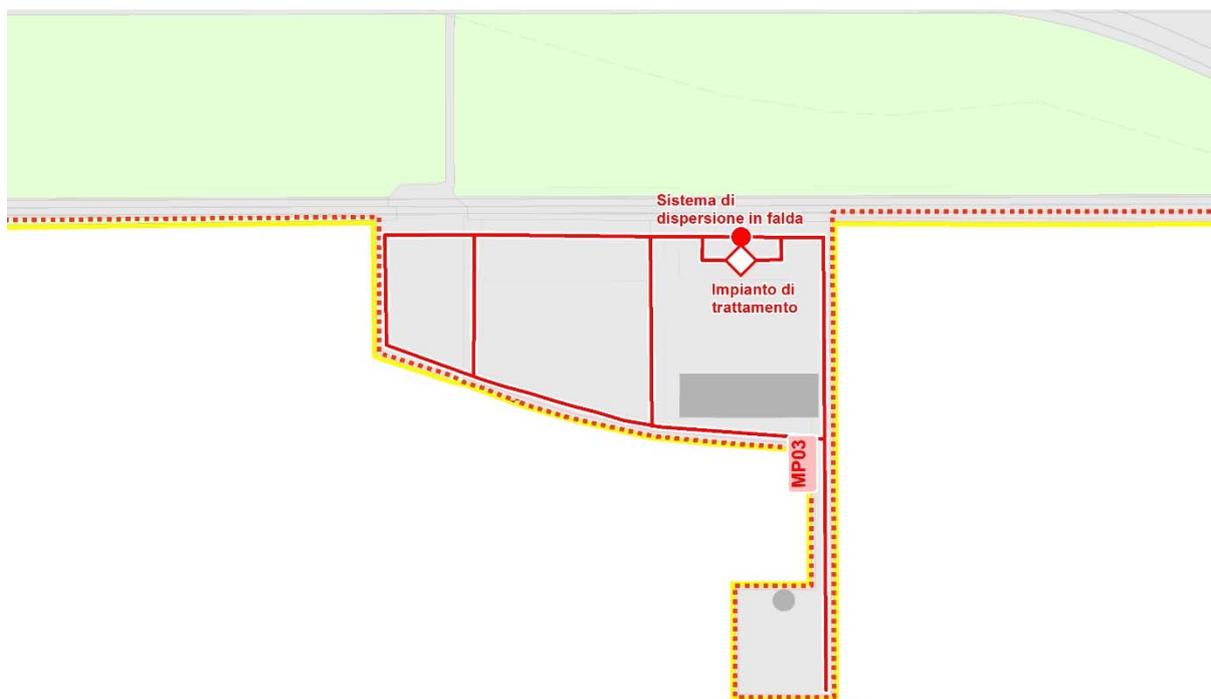


Figura 52. Intervento MP.03 – Schema della nuova rete di collettamento e trattamento acque meteoriche area Vigili del Fuoco e Torre di controllo.

5.2.3.4 Intervento MP.04 – Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche ampliamento piazzale aeromobili. fase 1

A seguito dell'intervento di ampliamento del piazzale aeromobili si prevede anche il contestuale prolungamento della nuova dorsale di drenaggio dell'attuale piazzale aeromobili; il collettore dovrà essere posato in contropendenza rispetto al collettore principale esistente nell'area fronte terminal, e risulterà ad esso collegato. Inoltre è prevista la realizzazione di un nuovo sistema di trattamento ed il recapito al suolo mediante sistema di dispersione in falda, localizzato in posizione speculare all'esistente rispetto al piazzale.

Tale sistema consente infatti una migliore gestione dei flussi da inviare a trattamento, in quanto in tale modo è possibile trattare separatamente i due bacini afferenti al collettore, ma anche di migliorare la gestione dei volumi di piena, poiché nel caso di elevati apporti meteorici il sistema può funzionare in modo unitario creando un unico invaso a servizio dell'area terminal e piazzale aeromobili. L'intervento costituisce la prima fase di sviluppo della dorsale di drenaggio delle acque meteoriche da realizzare in concomitanza agli ampliamenti del piazzale aeromobili previsti nel Master Plan generale.

Il collettore avrà una lunghezza pari a 280 metri, e la superficie di piazzale ad esso afferente sarà pari a circa 5.4 ettari. Tali parametri consentono il preliminare dimensionamento del collettore e dell'impianto di dispersione in falda, nonché delle dimensioni del sistema di trattamento, utilizzando le curve riportate al capitolo 4.1 e quelle in Figura 33.

Assumendo un volume d'invaso in rete secondaria (fognoli e collettori di raccolta) di 150 m³/ha, per ottenere il volume d'invaso necessario al funzionamento di un sistema di dispersione in falda di portata 100 l/s ha, per tempo di ritorno di 100 anni, il collettore principale dovrà essere realizzato con sezione 2.00 x 2.00 m; la dispersione in falda avverrà mediante un sistema di 30 pozzi perdenti di diametro 1.5 m e profondità 5 m, aventi una capacità complessiva di infiltrazione pari a 600 l/s.

Il volume così invasabile complessivamente dal sistema risulterebbe pari a circa 390 m³/ha.

Il sistema di trattamento in continuo viene dimensionato in base ai criteri esposti al paragrafo 4.3.5, secondo cui la portata si ottiene dal rapporto tra il volume da trattare, pari a 5 mm moltiplicati per la superficie di 5.4 ha e per il coefficiente di afflusso 0.9, e il tempo di corrivazione assunto di 20 minuti. La capacità di trattamento dell'impianto risulta quindi pari a: $(5 \times 10000) \times (5.4 \times 0.9) / (20 \times 60) = 205 \text{ l/s}$.



Figura 53. Intervento MP.04 – Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche ampliamento piazzale aeromobili: fase 1.

5.2.3.5 Intervento MP.05 – Risoluzione interferenze con rete irrigua: fase 1

L'attuazione della prima fase di sviluppo del Masterplan aeroportuale vede l'interferenza di due interventi con la rete di adduzione irrigua del Consorzio di bonifica Veronese.

L'aeroporto risulta attraversato in due punti dalla rete irrigua. Un primo attraversamento avviene all'altezza del *raccordo W* mentre il secondo è localizzato in corrispondenza della *testata 04*.

Nel primo punto la condotta, dopo aver attraversato la pista ed il raccordo di uscita, raggiunge il margine del sedime dove è presente un sistema partitore, da cui si originano due canalette che si sviluppano in direzione parallela alla pista sul confine aeroportuale; in corrispondenza del partitore è previsto l'intervento di ampliamento del piazzale, mentre il tracciato di una delle due canalette sarà interessato dalla nuova area Vigili del Fuoco e Fuel Farm.

La risoluzione della prima interferenza sarà realizzata mediante spostamento del partitore al margine dell'area prevista di ampliamento del piazzale aeromobili, prolungando la condotta che attualmente attraversa il sedime, e ricollegando le canalette di distribuzione

presso il partitore nella nuova posizione. È previsto inoltre l'attraversamento della nuova strada perimetrale sud sempre mediante condotte sottopassanti la strada e collegate alle canalette mediante pozzetti. Per la risoluzione della seconda interferenza si prevede la sostituzione della canaletta con una condotta che attraverserà la nuova area urbanizzata. Le nuove condotte avranno diametro DN100 e complessivamente una lunghezza di circa 540 m. Gli interventi di risoluzione delle interferenze dovranno essere realizzati nel periodo compreso tra ottobre e maggio, in modo da non causare interruzioni al servizio irriguo del Consorzio di bonifica Veronese.



Figura 54. Intervento MP.05 – Risoluzione interferenze con rete irrigua: fase 1.

5.2.4 Stima dei costi

Si riportano nella tabella seguente gli importi stimati delle opere descritte e i tempi previsti di progettazione, approvazione e realizzazione.

In merito agli interventi MP02 e MP03, la stima dei costi è stata fatta mediante parametrizzazione degli elementi di progetto, in particolare il valore della portata di infiltrazione e il corrispondente volume d'invaso necessario a garantire il funzionamento della rete, con l'ausilio della curva riportata al paragrafo 4.3.3 relativa al tempo di ritorno di 50 anni. L'analisi parametrizzata ha consentito di valutare come soluzione ottimale da un

punto di vista economico, quella che prevede una portata di infiltrazione pari a 100 l/s ha, a cui corrisponderebbe, per garantire l'invaso necessario, una rete di condotte DN120 avente uno sviluppo di 300 m/ha.

Per gli altri interventi in elenco le stime sono state effettuate mediante computi metrici speditivi basati sul raffronto parametrico con analoghi lavori.

INTERVENTO	IMPORTO OPERE STIMATO* [€]
MP01 - Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche del piazzale aeromobili esistente – fase 1	550'000
MP01 - Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche del piazzale aeromobili esistente – fase 2	890'000
MP02 - Nuova rete di collettamento e trattamento acque meteoriche park low-cost	660'000
MP03 - Nuova rete di collettamento e trattamento acque meteoriche area Vigili del Fuoco e Torre di controllo	1'050'000
MP04 - Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche ampliamento piazzale aeromobili: fase 1	930'000
MP05 - Risoluzione interferenze con rete irrigua: fase 1	100'000
TOTALE	4'180'000

**esclusi eventuali costi di esproprio e di gestione terre da scavo*

5.3 Interventi in sedime aeroportuale previsti al 2025

5.3.1 Sviluppo infrastrutturale dell'area aeroportuale previsto nel Masterplan al 2025

In ambito airside è prevista la realizzazione di una via di rullaggio di uscita rapida (RET) finalizzata a ridurre il tempo di occupazione della pista per gli aeromobili in arrivo e creare un nuovo accesso all'Apron (Intervento n. 19 del PSA).

La RET si innesterà, attraverso una nuova taxiway, alla nuova espansione del piazzale aeromobili verso sud, andando ad occupare buona parte della nuova area di sedime acquisita a nord dell'abitato Calzoni (Intervento n. 16 del PSA).

Sempre in ambito airside è previsto l'adeguamento delle superfici della RESA nelle due testate pista per renderla conforme alla normativa e regolamenti in materia di sicurezza (Intervento n. 19b).

In ambito landside è prevista la seconda fase di ampliamento del terminal passeggeri (Intervento n. 2 del PSA). È prevista inoltre la realizzazione di un parcheggio interrato in sostituzione dell'attuale P1 (Intervento n. 17 del PSA).

È prevista la realizzazione di un nuovo svincolo autostradale con casello sulla A22, a servizio della Z.A.I. (Zona Artigianale ed Industriale) e dell'Aeroporto Catullo, opera già quasi interamente finanziata dalla società di gestione dell'infrastruttura stradale. Essendo l'opera esterna al sedime aeroportuale e non di pertinenza della società di gestione dell'aeroporto, non viene trattata ai fini del presente studio.

Di seguito si riportano e si discutono gli interventi in sedime aeroportuale di futura realizzazione e con impatto non trascurabile sull'assetto idraulico dell'area stessa.

5.3.1.1 Intervento n. 2 – Ampliamento del Terminal Passeggeri – fase 2

In questa fase si prevede di realizzare un volume ad un piano a cavallo tra il terminal partenze ed arrivi, realizzando il nuovo impianto BHS oltre ad un collegamento destinato ai passeggeri in arrivo dai contact gates. Il progetto prevede anche un piano interrato dedicato a magazzini e locali tecnici. L'intervento non comporta nuove impermeabilizzazioni.

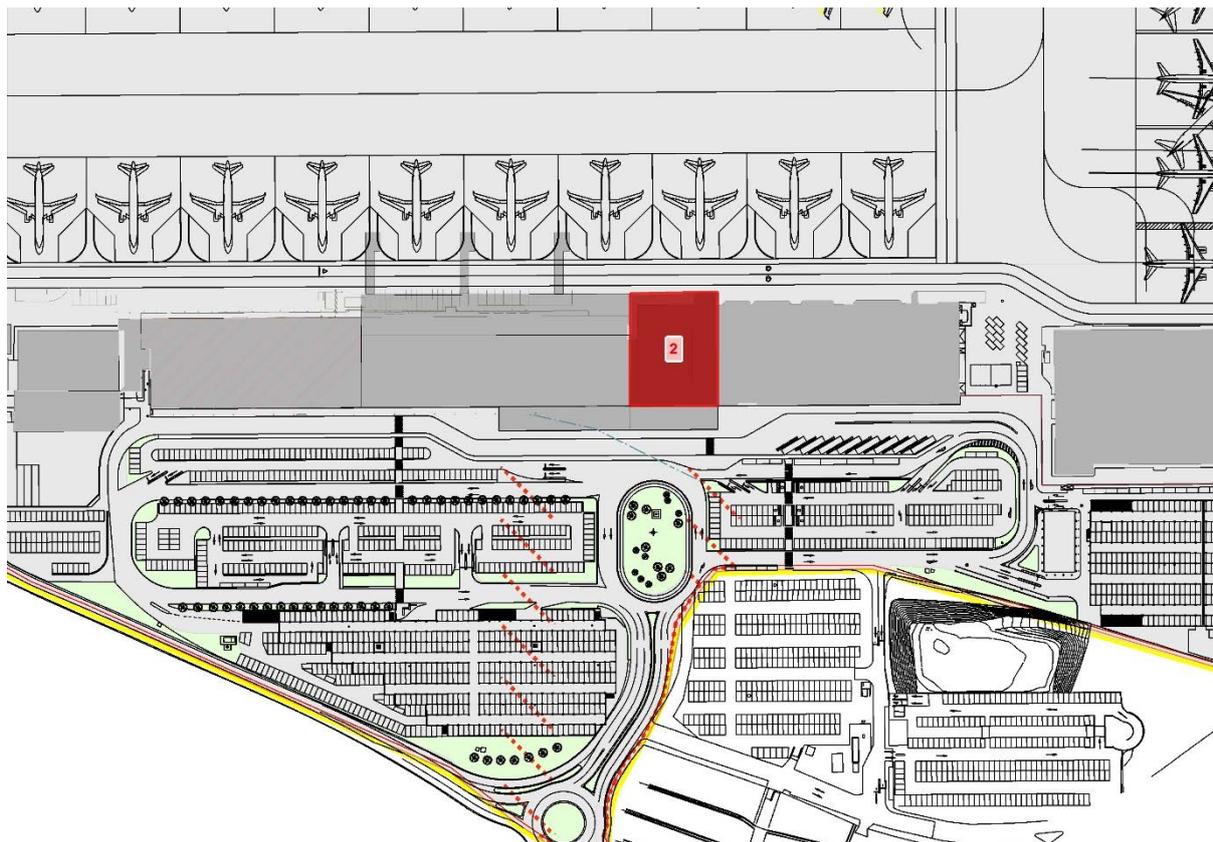


Figura 55. Intervento n. 2 – Ampliamento del Terminal Passeggeri – fase 2.

5.3.1.2 Intervento n. 19 – Nuova uscita rapida (RET)

Il progetto prevede la realizzazione di una via di rullaggio di uscita rapida (RET) finalizzata a ridurre il tempo di occupazione della pista per gli aeromobili in arrivo e creare un nuovo accesso all'Apron.

La nuova uscita rapida è stata ipotizzata nel Masterplan ad una distanza di circa 1.700 m dalla soglia 04, in modo da poter intercettare la maggior parte degli aeromobili di classe C, che rappresenta la quota prevalente di tipologia aeromobili operante attualmente sullo scalo di Verona. In tale ipotesi la RET avrebbe lunghezza di circa 305 metri e larghezza di 24 metri.

L'innesto con il piazzale aeromobili avverrà mediante la realizzazione di una nuova taxiway, estensione di quella attuale, per un tratto di lunghezza pari a 400 m.

La superficie prevista di nuova impermeabilizzazione è pari a circa 3.3 ettari.

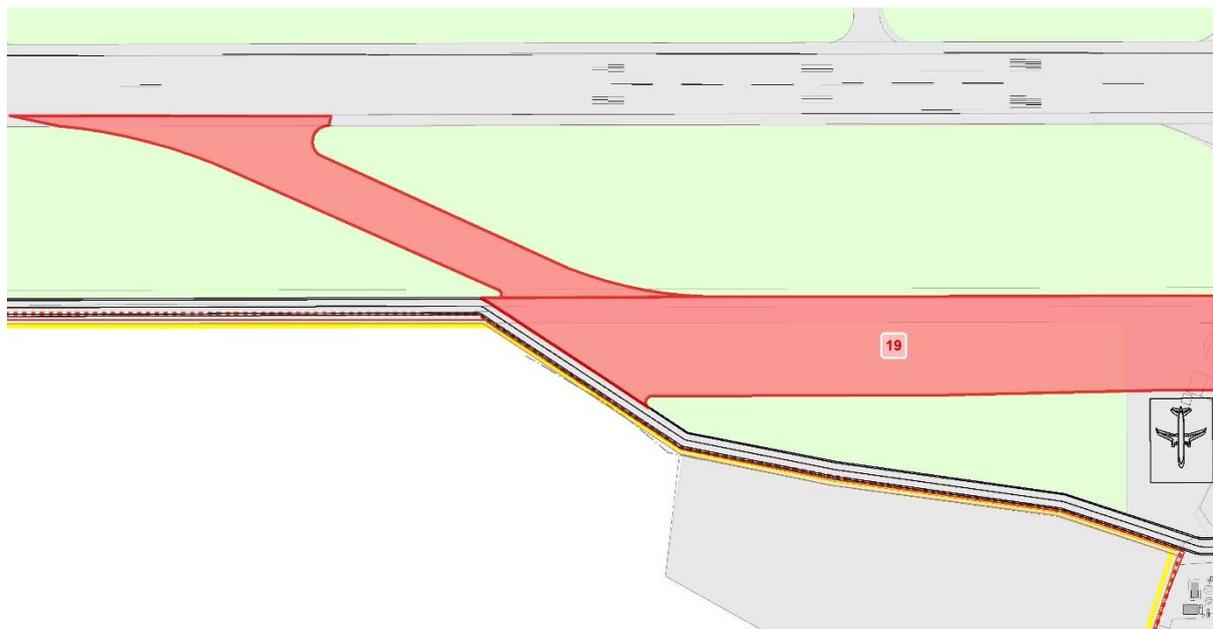


Figura 56. Intervento n. 19 – Nuova uscita rapida (RET).

5.3.1.3 Intervento n. 16 – Ampliamento Apron – fase 2

Viene realizzato ulteriore ampliamento dell'Apron che consentirà la creazione di 2 ulteriori stands. L'incremento di superficie pavimentata previsto è pari a circa 1 ettaro.

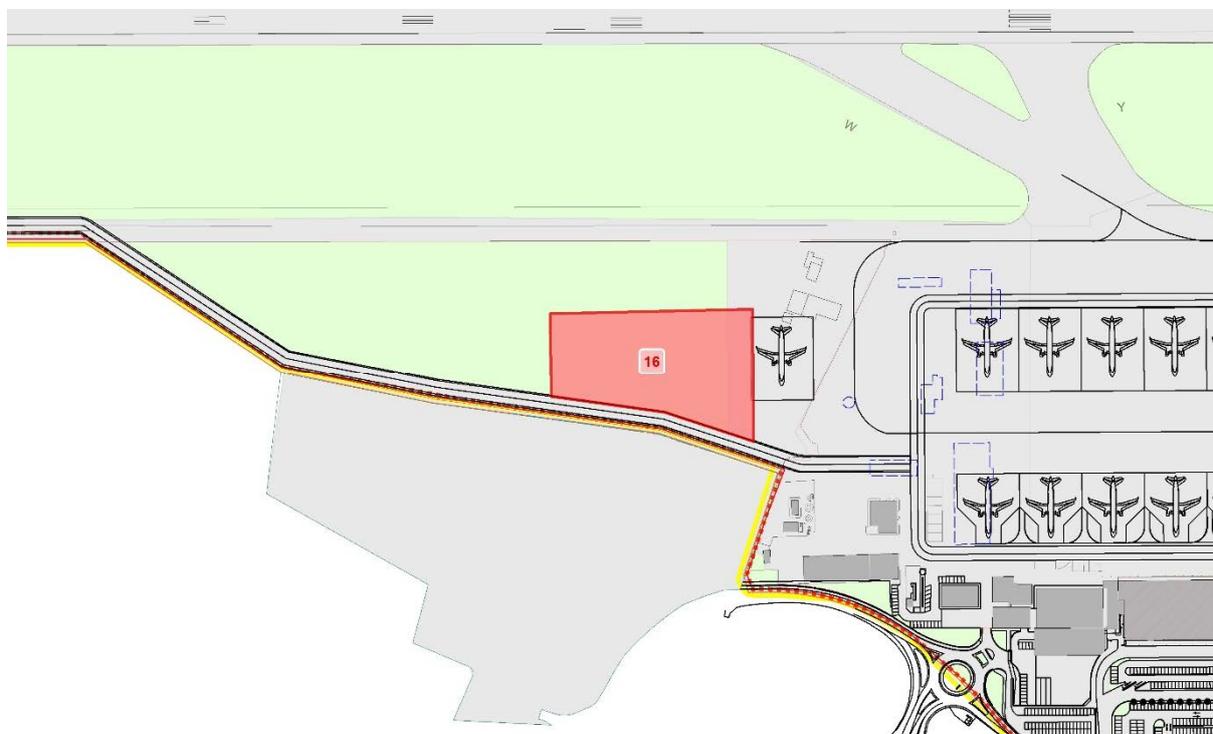


Figura 57. Intervento n. 16 – Ampliamento Apron – fase 2.

5.3.1.4 Intervento n. 17 – Nuovo parcheggio interrato

Il Masterplan prevede la realizzazione di un parcheggio interrato nell'area fronte terminal, occupata dall'attuale P1 a raso. Il nuovo parcheggio, unitamente alla riqualifica dell'attuale parcheggio a raso P1, determinano una dotazione complessiva di posti auto entro sedime pari a 3'600.

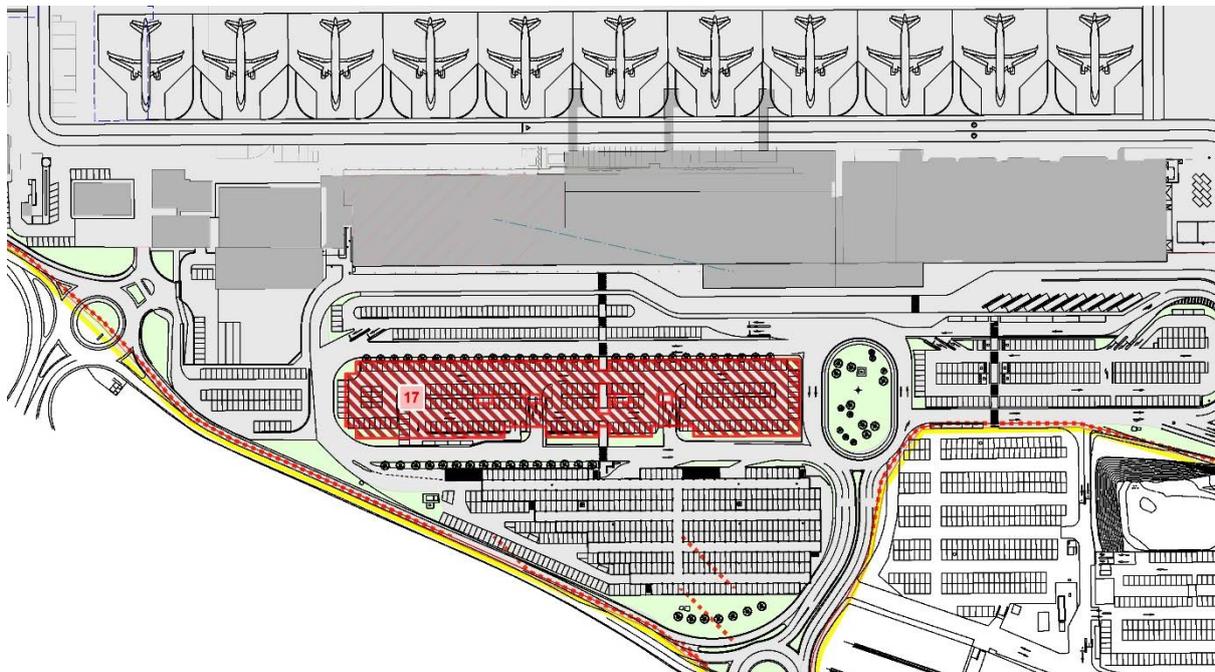


Figura 58. Intervento n. 17 – Nuovo parcheggio interrato.

5.3.2 Analisi degli interventi al 2025

In Tabella 8 si riportano gli interventi analizzati relativi alla fase 2025, con i valori di superficie di nuova impermeabilizzazione, il recapito previsto per le acque meteoriche e le eventuali prescrizioni per l'invarianza idraulica ex D.G.R. n. 2948/2009 e per le acque meteoriche di dilavamento e prima pioggia ex Art. 39 delle N.T.A. del Piano di Tutela delle Acque.

Tabella 8. Sintesi degli interventi di nuova impermeabilizzazione previsti in sedime aeroportuale alla fase 2025.

N° intervento (da PSA)	Titolo intervento	Superficie di nuova impermeabilizzazione [m²]	Recapito acque meteoriche	Prescrizioni di invarianza idraulica (ex DGR 2948/2009)	Prescrizioni per le acque meteoriche di dilavamento e prima pioggia (ex Art. 39 NTA del PTA)
2	Ampliamento aerostazione – fase 2	0	Suolo	Nessuna	Nessuna
16	Ampliamento APRON – fase 2	9'300	Suolo	Nessuna	Dissabbiatura - disoleatura acque di prima pioggia
17	Nuovo parcheggio interrato	0	Suolo	Nessuna	Nessuna
19	Nuova uscita rapida (RET)	32'500	Suolo	Nessuna	Nessuna
<i>TOTALE</i>	<i>FASE 2025</i>	<i>41'800</i>			

5.3.3 Opere idrauliche da realizzare al 2025

Lo sviluppo dell'area aeroportuale prevista al 2025, ed in particolare il nuovo ampliamento del piazzale, andranno accompagnati dal proseguimento della nuova dorsale di collettamento delle acque meteoriche del piazzale aeromobili.

5.3.3.1 Intervento MP.04 – Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche ampliamento piazzale aeromobili. fase 2

A seguito dell'intervento di ampliamento del piazzale aeromobili si prevede anche il contestuale prolungamento della nuova dorsale di drenaggio dell'attuale piazzale aeromobili; il collettore andrà posato in contropendenza rispetto alla dorsale realizzata nella fase 1, e risulterà collegato ad essa, oltre che a un nuovo sistema di trattamento e recapito al suolo mediante sistema di dispersione in falda, realizzato in ampliamento al sistema di trattamento e dispersione previsto in fase 1.

Tale sistema consente una migliore gestione dei flussi da inviare a trattamento, in quanto in tale modo è possibile trattare separatamente i bacini afferenti al collettore, ma anche di migliorare la gestione dei volumi di piena, poiché nel caso di elevati apporti meteorici il sistema può funzionare in modo unitario creando un unico invaso a servizio dell'area terminal e piazzale aeromobili. L'intervento costituisce la seconda fase di sviluppo della dorsale di drenaggio delle acque meteoriche da realizzare in concomitanza agli ampliamenti del piazzale aeromobili previsti nel Masterplan generale.

Il collettore avrà una lunghezza pari a 145 metri, e la superficie di piazzale ad esso afferente sarà pari a circa 2.6 ettari. Tali parametri consentono una preliminare stima delle dimensioni del collettore e dell'impianto di dispersione in falda, nonché delle dimensioni del sistema di trattamento, utilizzando le curve riportate al capitolo 4.1 e quelle in Figura 33.

Assumendo un volume d'invaso in rete secondaria (fognoli e collettori di raccolta) di 150 m³/ha, per ottenere il volume d'invaso necessario al funzionamento di un sistema di dispersione in falda di portata 100 l/s ha, per tempo di ritorno di 100 anni, il collettore principale dovrà essere realizzato con sezione 2.20 x 2.20 m; la dispersione in falda avverrà mediante un sistema di 14 pozzi perdenti di diametro 1.5 m e profondità 5 m, aventi una capacità complessiva di infiltrazione pari a 280 l/s.

Il volume così invasabile complessivamente dal sistema risulterebbe pari a circa 480 m³/ha.

Il sistema di trattamento in continuo viene dimensionato in base ai criteri esposti al paragrafo 4.3.4, secondo cui la portata si ottiene dal rapporto tra il volume da trattare, pari a 5 mm moltiplicati per la superficie di 2.6 ha e per il coefficiente di afflusso 0.9, e il tempo di corrivazione assunto di 15 minuti. La capacità di trattamento dell'impianto risulta quindi pari a: $(5 \times 10000) \times (2.6 \times 0.9) / (15 \times 60) = 130 \text{ l/s}$.

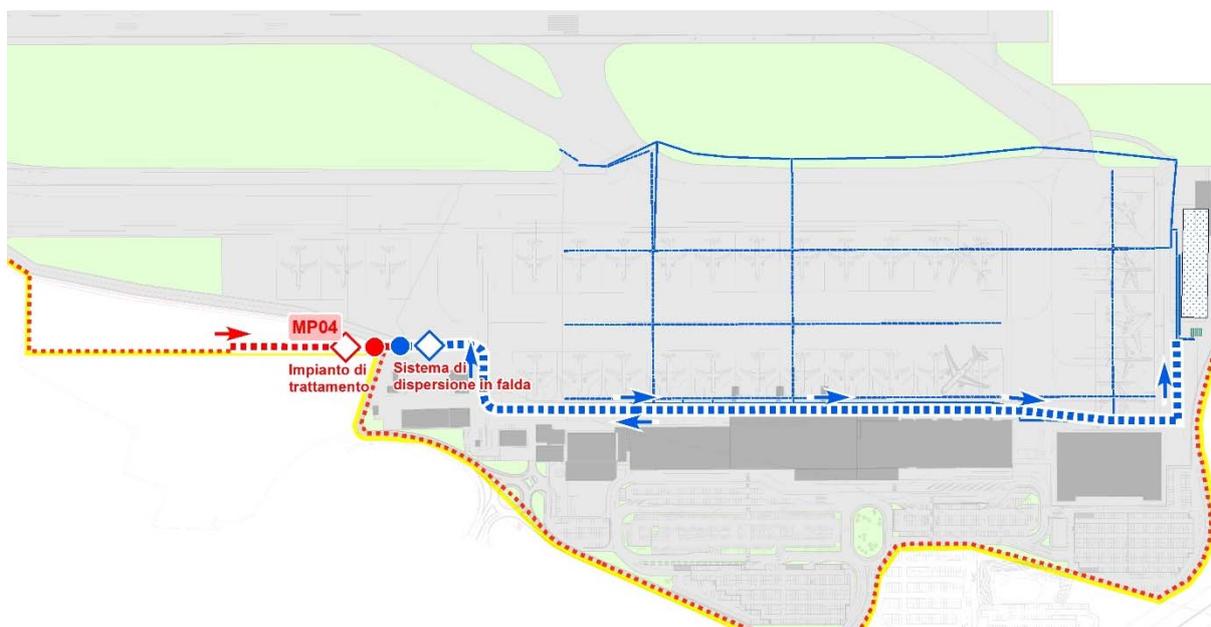


Figura 59. Intervento MP04 - Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche ampliamento piazzale aeromobili: fase 2.

5.3.3.2 Intervento MP.05 – Risoluzione interferenze con rete irrigua: fase 2

L'attuazione della seconda fase di sviluppo del Masterplan aeroportuale vede l'interferenza di un interventi con la rete di adduzione irrigua del Consorzio di bonifica Veronese.

Il manufatto partitore, già spostato nella fase 1 a margine dell'ampliamento della pista, e le due canalette che da esso si originano, risultano interessati dalla realizzazione del nuovo raccordo di uscita rapida RET.

La risoluzione dell'interferenza sarà realizzata mediante nuovo spostamento del partitore al margine dell'area prevista di intervento, mediante un nuovo prolungamento della condotta di adduzione, ricollegando le canalette di distribuzione presso il partitore nella nuova

posizione. Le nuove condotte avranno diametro DN100 e complessivamente una lunghezza di circa 360 m. Gli interventi di risoluzione delle interferenze dovranno essere realizzati nel periodo compreso tra ottobre e maggio, in modo da non causare interruzioni al servizio irriguo del Consorzio di bonifica Veronese.

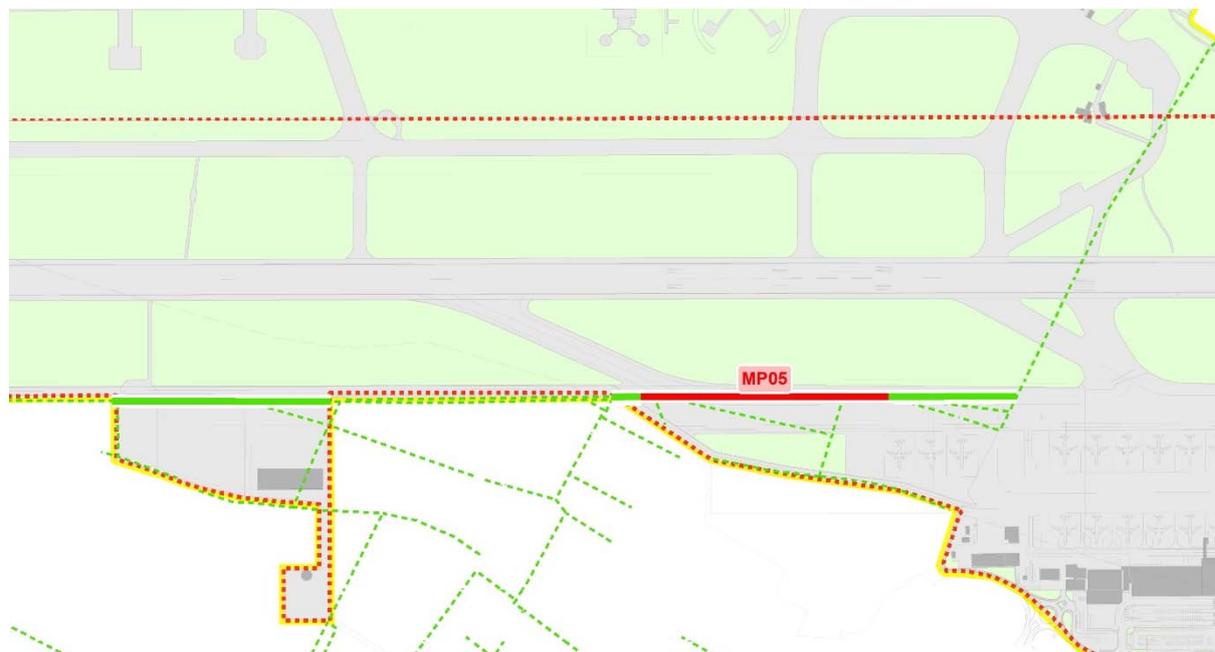


Figura 60. Intervento MP.05 – Risoluzione interferenze con rete irrigua: fase 2.

5.3.4 Stima dei costi

Si riportano nella tabella seguente gli importi stimati delle opere descritte e i tempi previsti di progettazione, approvazione e realizzazione. Le stime sono state effettuate mediante computi metrici speditivi basati sul raffronto parametrico su analoghi lavori.

INTERVENTO	IMPORTO OPERE STIMATO* [€]
MP.04 - Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche ampliamento piazzale aeromobili: fase 2	475'000
MP.05 - Risoluzione interferenze con rete irrigua: fase 2	70'000
TOTALE	545'000

*esclusi costi di esproprio e di gestione terre da scavo

5.4 Interventi in sedime aeroportuale previsti al 2030

5.4.1 Sviluppo infrastrutturale dell'area aeroportuale previsto nel Masterplan al 2030

In airside è previsto il completamento dell'espansione del piazzale verso sud per arrivare alla configurazione finale (Intervento n. 20 del PSA).

In ambito landside è prevista l'ultima fase di riqualifica (Intervento n. 1 del PSA) e ampliamento del terminal passeggeri (Intervento n. 2 del PSA).

Sono inoltre previsti interventi di riqualifica e di adeguamento della viabilità interna all'area di accesso al terminal (Intervento n. 22 del PSA).

Il PTCP della Provincia di Verona, per la realizzazione del Sistema Ferroviario Metropolitano Regionale SFMR, individua tra le direttrici prioritarie la tratta Verona - Aeroporto V. Catullo - Mantova; pertanto nel piano di sviluppo aeroportuale è stata inserita la realizzazione di una nuova stazione a sud dell'attuale tangenziale collegata all'aeroporto mediante un percorso pedonale. Non essendo il progetto della nuova stazione ferroviaria e del collegamento pedonale al terminal passeggeri opere a carico della società di gestione aeroportuale, non viene trattata ai fini del presente studio.

Di seguito si riportano e si discutono gli interventi in sedime aeroportuale di futura realizzazione e con impatto non trascurabile sull'assetto idraulico dell'area stessa.

5.4.1.1 Interventi n. 1 e n. 2 – Riqualifica e ampliamento del Terminal Passeggeri – fase 3

Con il progetto di ampliamento di fase 3 si prevede di ampliare ulteriormente le aree imbarco al piano primo verso sud, realizzando ulteriori due finger con torrini in airside, e al piano terra in zona arrivi sia la hall che la sala dei controlli passaporti.

Gli interventi sono effettuati su superfici già impermeabilizzate e non costituiscono un aggravio per l'attuale sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

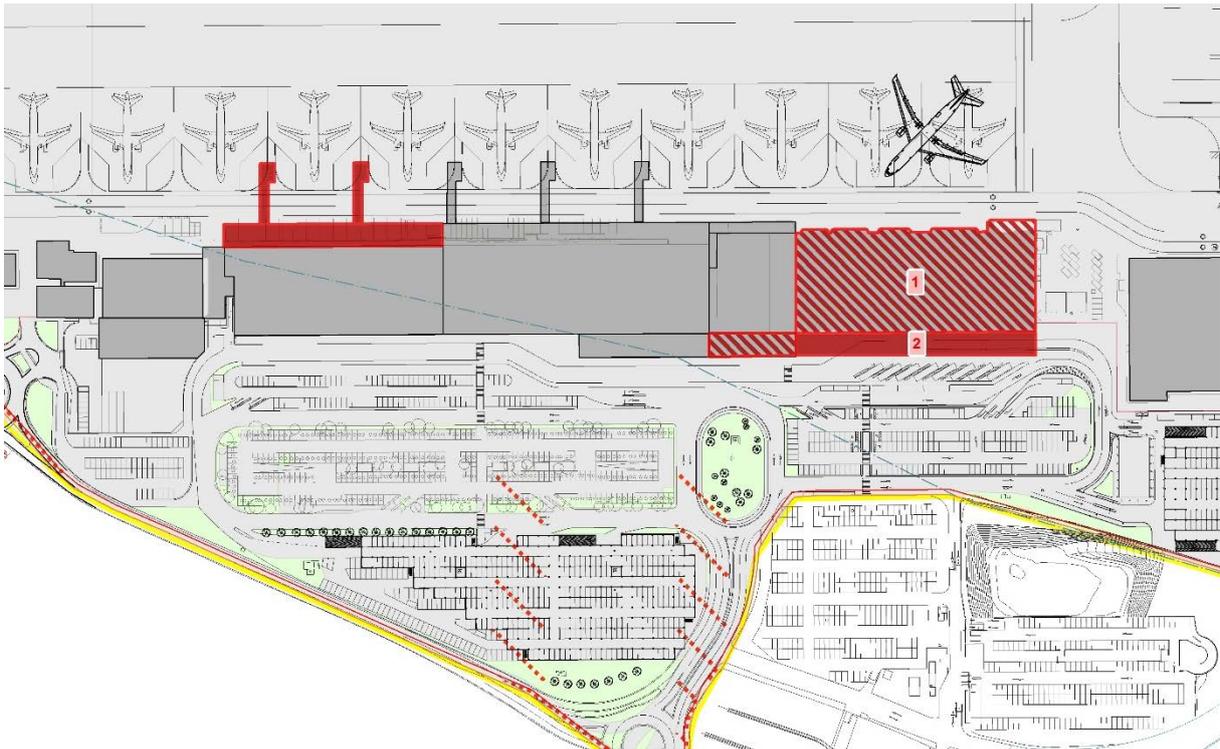


Figura 61. Interventi n. 1 e n. 2 – Riqualifica e ampliamento del Terminal Passeggeri – fase 3.

5.4.1.2 Intervento n. 20 – Ampliamento Apron – fase 3

Viene completato l'ampliamento dell'Apron che consentirà la creazione di 4 ulteriori stands. L'incremento di superficie pavimentata previsto in questa fase è pari a circa 2.4 ettari.

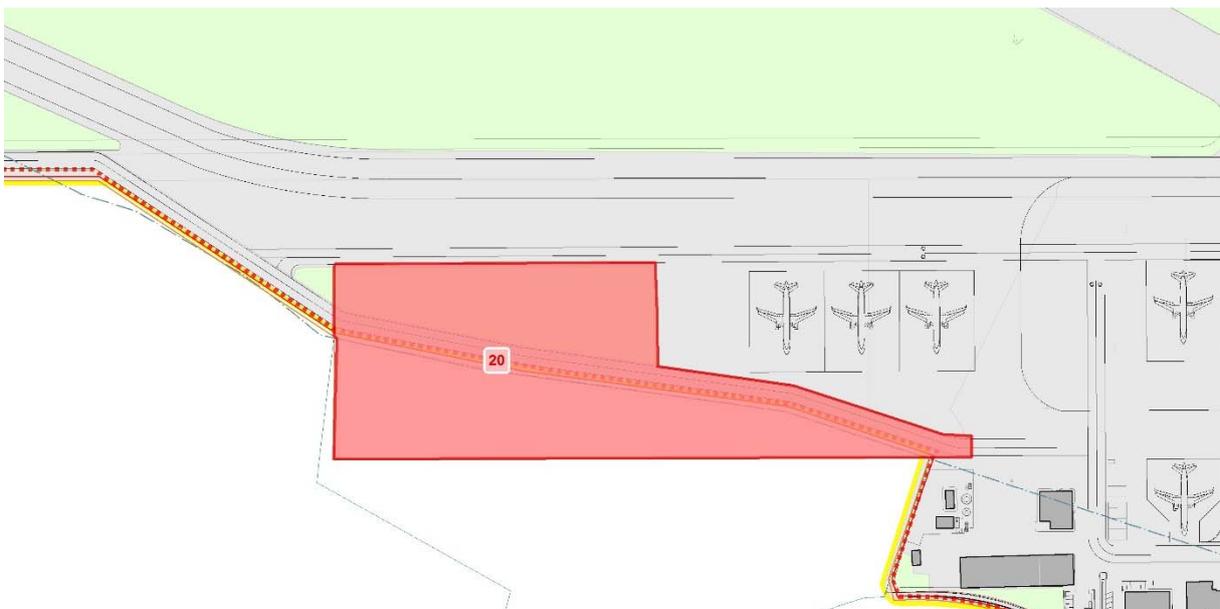


Figura 62. Intervento n. 20 – Ampliamento Apron – fase 3.

5.4.1.3 Intervento n. 21 – Riqualifica della viabilità in landside – fase 2

Il progetto prevede l'adeguamento dell'attuale viabilità di accosto fronte terminal (CURB) all'ampliamento del terminal stesso.

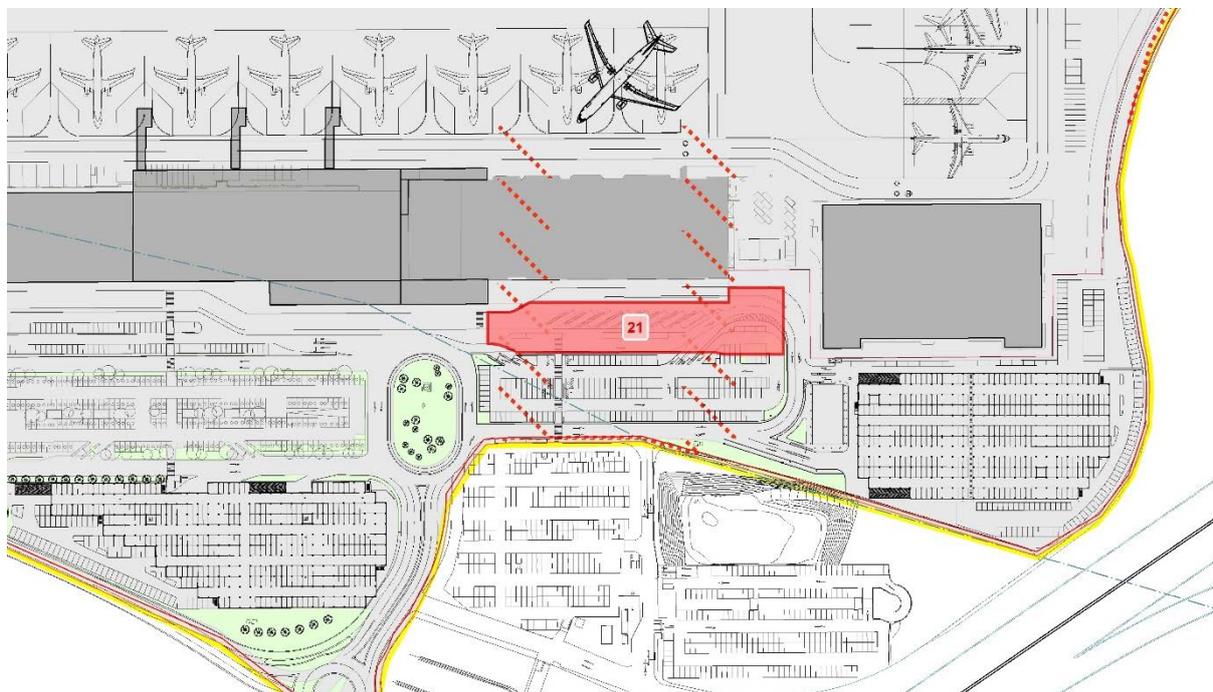


Figura 63. Intervento n. 21 – Riqualifica della viabilità in landside – fase 2.

5.4.2 Analisi degli interventi al 2030

In Tabella 9 si riportano gli interventi analizzati relativi alla fase 2025, con i valori di superficie di nuova impermeabilizzazione, il recapito previsto per le acque meteoriche e le eventuali prescrizioni per l'invarianza idraulica ex D.G.R. n. 2948/2009 e per le acque meteoriche di dilavamento e prima pioggia ex Art. 39 delle N.T.A. del Piano di Tutela delle Acque.

Tabella 9. Sintesi degli interventi di nuova impermeabilizzazione previsti in sedime aeroportuale alla fase 2030.

N° intervento (da PSA)	Titolo intervento	Superficie di nuova impermeabilizzazione [m ²]	Recapito acque meteoriche	Prescrizioni di invarianza idraulica (ex DGR 2948/2009)	Prescrizioni per le acque meteoriche di dilavamento e prima pioggia (ex Art. 39 NTA del PTA)
1	Riqualifica aerostazione	0	Suolo	Nessuna	Nessuna
2	Ampliamento aerostazione – fase 3	0	Suolo	Nessuna	Nessuna

N° intervento (da PSA)	Titolo intervento	Superficie di nuova impermeabilizzazione [m ²]	Recapito acque meteoriche	Prescrizioni di invarianza idraulica (ex DGR 2948/2009)	Prescrizioni per le acque meteoriche di dilavamento e prima pioggia (ex Art. 39 NTA del PTA)
20	Ampliamento APRON - fase 3	23'750	Suolo	Nessuna	Dissabbiatura - disoleatura acque di prima pioggia
21	Riqualifica della viabilità in landside - fase 2	200	Suolo	Nessuna	Dissabbiatura - disoleatura acque di prima pioggia (già presente in area parcheggi)
<i>TOTALE</i>	<i>FASE 2030</i>	<i>23'950</i>			

5.4.3 Opere idrauliche da realizzare al 2030

Nella fase 2030, con il definitivo ampliamento del piazzale aeromobili, è previsto il completamento della nuova dorsale di collettamento delle acque meteoriche del piazzale stesso.

5.4.3.1 Intervento MP.04 – Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche ampliamento piazzale aeromobili. fase 3

Contestualmente all'ultima fase di ampliamento del piazzale aeromobili si prevede anche il completamento della nuova dorsale di drenaggio dell'attuale piazzale aeromobili; il collettore dovrà essere posato in continuità rispetto alla dorsale realizzata in fase 2, e risulterà collegato ad essa.

Per tale ragione il dimensionamento di questo tratto deve tener conto del sistema complessivo, composto dal collettore realizzato in fase 2, di lunghezza pari a 145 metri, e dal nuovo tratto di lunghezza pari a 200 m, mentre la superficie di piazzale afferente a tutto il collettore sarà pari a circa 7.6 ettari. Tali parametri consentono una seppur preliminare stima delle possibili dimensioni del collettore e dell'impianto di dispersione in falda, nonché delle dimensioni del sistema di trattamento, utilizzando le curve riportate al capitolo 4.1.

Assumendo un volume d'invaso in rete secondaria (fognoli e collettori di raccolta) di 150 m³/ha, per ottenere il volume d'invaso necessario al funzionamento di un sistema di dispersione in falda di portata 100 l/s ha, per tempo di ritorno di 100 anni, il collettore principale dovrà essere realizzato con sezione 2.00 x 2.00 m; la dispersione in falda avverrà mediante un sistema di 40 pozzi perdenti di diametro 1.5 m e profondità 5 m, aventi una capacità complessiva di infiltrazione pari a 800 l/s. Sarà necessario quindi potenziare il sistema realizzato in fase 2 con ulteriori 26 pozzi.

Il volume così invasabile complessivamente dal sistema risulterebbe pari a circa 360 m³/ha, a cui si aggiungerebbero circa 100 m³/ha dati dai pozzi perdenti.

Il sistema di trattamento in continuo viene dimensionato in base ai criteri esposti al paragrafo 4.3.4, secondo cui la portata si ottiene dal rapporto tra il volume da trattare, pari a 5 mm moltiplicati per la superficie di 7.6 ha e per il coefficiente di afflusso 0.9, e il tempo di corrivazione assunto di 25 minuti. La capacità di trattamento dell'impianto risulta quindi pari a: $(5 \times 10000) \times (7.6 \times 0.9) / (25 \times 60) = 230$ l/s. Tale valore comprende anche quello

determinato per il sistema di trattamento da realizzare nella fase 2. Per cui si prevede il potenziamento di tale sistema con un secondo impianto avente capacità di trattamento di 100 l/s.

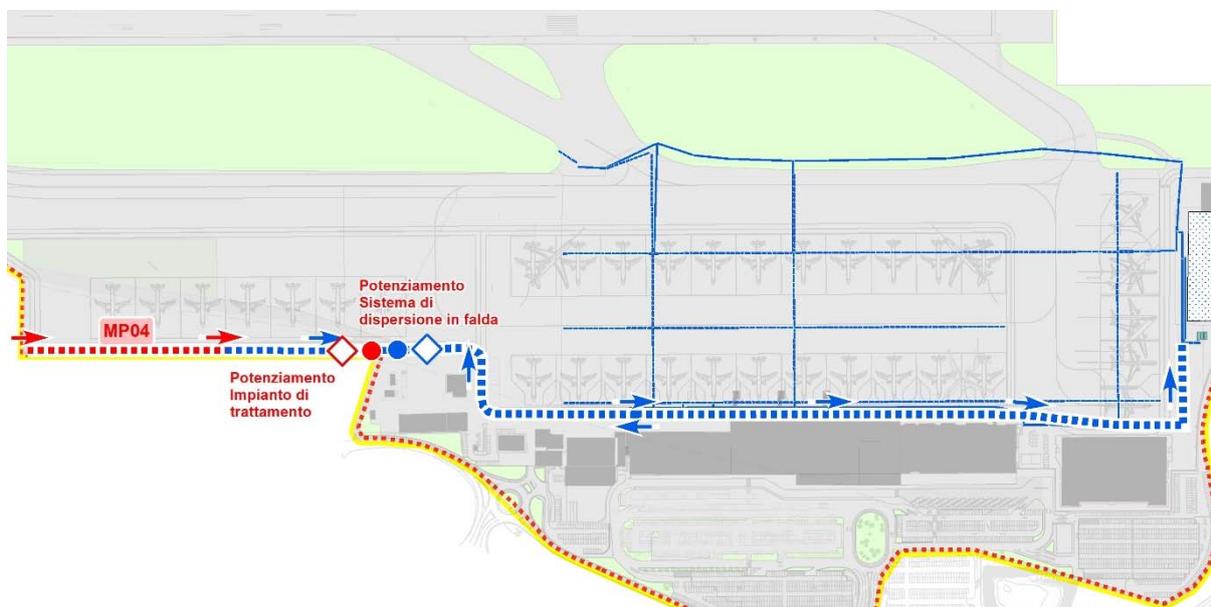


Figura 64. Intervento MP04 - Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche
ampliamento piazzale aeromobili: fase 3.

5.4.4 Stima dei costi

Si riportano nella tabella seguente gli importi stimati delle opere descritte e i tempi previsti di progettazione, approvazione e realizzazione. Le stime sono state effettuate mediante computi metrici speditivi basati sul raffronto parametrico su analoghi lavori.

INTERVENTO	IMPORTO OPERE STIMATO* [€]
MP.04 - Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche ampliamento piazzale aeromobili: fase 1	695'000
TOTALE	695'000

**esclusi costi di esproprio e di gestione terre da scavo*

6 RIEPILOGO DEGLI INTERVENTI PREVISTI

Si riportano nella seguente Tabella 10, gli interventi descritti ai capitoli precedenti.

Tabella 10. Riepilogo degli interventi proposti dal Masterplan Idraulico.

Configurazione	Codice intervento	Denominazione intervento	Importo nuove opere stimato [€]
2020			
	MP.01	Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche del piazzale aeromobili esistente (fasi 1 e 2)	1'440'000
	MP.02	Nuova rete di collettamento e trattamento acque meteoriche park low-cost	660'000
	MP.03	Nuova rete di collettamento e trattamento acque meteoriche area Vigili del Fuoco e Torre di controllo	1'050'000
	MP.04	Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche ampliamento piazzale aeromobili: fase 1	930'000
	MP.05	Risoluzione interferenze con rete irrigua: fase 1	100'000
2025			
	MP.04	Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche ampliamento piazzale aeromobili: fase 2	475'000
	MP.05	Risoluzione interferenze con rete irrigua: fase 2	70'000
2030			
	MP.04	Nuova dorsale di collettamento acque meteoriche ampliamento piazzale aeromobili: fase 3	695'000
TOTALE			5'420'000

7 CONCLUSIONI

Lo scopo dello studio era quello di analizzare l'ambito aeroportuale e gli interventi previsti dal Master Plan generale alla luce della normativa attuale di riferimento della Regione Veneto sulla compatibilità idraulica e sulla tutela delle acque e in particolare sul recapito di acque meteoriche di dilavamento: la D.G.R. n. 2948/2009 per quanto riguarda la prima tematica, e l'art. 39 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di tutela delle Acque della Regione del Veneto per quanto attiene al secondo tema.

Con riferimento alla D.G.R. n. 2948/ 2009 è emerso che tale norma non prescrive per l'ambito di studio la realizzazione di dispositivi di invarianza idraulica in quanto le condizioni del suolo, dotato di elevata capacità di infiltrazione, l'assenza e l'anti economicità di realizzare una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo recettore, l'assenza di condizioni ostative affinché i deflussi vengano dispersi sul terreno, conducono obbligatoriamente alla soluzione di sistemi di smaltimento delle acque meteoriche mediante infiltrazione e dispersione sul suolo, e in base alla norma si può perciò supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno, il quale risulta influenzato dagli apporti meteorici solo su scala temporale stagionale o comunque molto più lunga rispetto alle durate degli eventi richiesti per gli studi di invarianza idraulica.

Tuttavia, la necessità di recapitare le portate meteoriche sul suolo impone il vincolo, legato alla scelta tecnico-economica delle dimensioni dell'impianto di dispersione, di una massima portata in uscita, la quale può risultare inferiore alla massima portata teorica di progetto. La stima dei volumi di invaso necessari a rispettare il suddetto vincolo di una determinata portata massima in uscita dal sistema, è stata condotta utilizzando perciò lo stesso principio di calcolo dell'invarianza idraulica, considerando il bilancio tra portate entranti, ovvero gli afflussi meteorici, e la portata massima di progetto uscente.

Nel complesso, a fronte di un incremento di superfici impermeabilizzate previste dal Master Plan generale di circa 18.3 ha, sono stati previsti sistemi di dispersione in falda aventi portata complessiva di recapito al suolo pari a circa 2.44 m³/s, e un volume d'invaso per la laminazione delle portate pari a circa 450 m³/ha.

Pur essendo l'impatto in termini di nuove superfici impermeabilizzate significativo, gli interventi progettati nel Master Plan idraulico consentiranno una buona mitigazione degli

effetti negativi legati a tali impermeabilizzazioni, e in particolare: viene mantenuta la condizione dell'aeroporto di essere un bacino idraulicamente indipendente rispetto al territorio circostante, e dunque risulta di fatto garantita l'invarianza idraulica; l'incremento dei picchi di portata, generato dall'impermeabilizzazione delle superfici, viene ampiamente mitigato dall'effetto laminazione garantito dalle opere idrauliche previste, e avrà comunque effetti trascurabili sulla falda, data la profondità a cui si trova la falda stessa.

L'analisi condotta alla luce della normativa sulla tutela delle acque ha portato alla conclusione che per i piazzali di sosta (sia degli aeromobili, sia dei mezzi di servizio, sia degli autoveicoli in ambito airside e landside) di estensione superiore ai 5'000 m², dovranno essere previsti la separazione mediante opportuni sistemi e il trattamento delle acque di prima pioggia, comprensivo di sedimentazione e disoleatura, ed è ammesso il recapito al suolo a seguito del trattamento (previa autorizzazione da parte della Provincia di Verona); per le piste, i raccordi, le taxiway, le strade di servizio e di accesso all'aeroporto, assimilabili alle infrastrutture stradali, non avvenendo il recapito in corpi idrici significativi né di rilevante interesse ambientale, non sono previsti la separazione e il trattamento delle acque di prima pioggia. Tuttavia per tali superfici è previsto il mantenimento degli interventi di idrosgommatura che garantiscono la rimozione di eventuali materiali che potrebbero essere dispersi nel suolo.

Gli interventi di Master Plan generale di ampliamento del piazzale aeromobili prevedono la realizzazione di una apposita piazzola per il de-icing, la quale sarà provvista di un sistema di raccolta dei glicoli, che saranno trattati come reflui.

Tutti i nuovi edifici previsti da Master Plan dovranno essere dotati di sistemi di raccolta delle acque nere e dovranno essere allacciati alla fognatura (previa autorizzazione da parte del gestore dei servizi idrici Acque Veronesi) per consentire di avviare le acque reflue al depuratore.

Lo studio effettuato nel presente Master Plan idraulico dell'aeroporto Valerio Catullo di Verona - Villafranca ha consentito inoltre di valutare i problemi idraulici esistenti e quelli prospettati al termine del periodo di riferimento costituito dall'anno 2030, individuando soluzioni progettuali, la cui fattibilità dovrà essere approfondita in sede di realizzazione degli interventi previsti dal Master Plan generale.

In merito alla sicurezza idraulica, dall'analisi dello stato attuale del sistema di scolo è emerso che *il raggiungimento della sicurezza idraulica sarà verificato solo al completamento degli interventi attualmente previsti ed in particolare del progetto di realizzazione del primo tratto del nuovo collettore del piazzale aeromobili*, che consentirà di elevare il tempo di ritorno di eventi critici per il sistema portandolo dagli attuali 20 anni fino a 50 anni, e dalle successive fasi di completamento della dorsale di collettamento acque meteoriche che dovrà essere realizzata in corrispondenza degli ampliamenti dell'Apron e che eleveranno il tempo di ritorno degli eventi critici fino a 100 anni.

L'analisi degli interventi in corso di realizzazione o comunque la cui realizzazione è prevista nel breve periodo, ha messo in luce la necessità di reperire maggiori volumi d'invaso ai fini del miglioramento della sicurezza idraulica dell'aeroporto e dell'incremento del tempo di ritorno degli eventi critici, nonché al fine di ottimizzare i costi di realizzazione delle nuove reti e degli impianti di smaltimento al suolo. Tali volumi sono stati individuati nel corso del presente studio in particolare in ambito di opere scatolari di collettamento e nel sovradimensionamento delle reti, che di fatto vengono ad assolvere ad una duplice funzione di laminazione e allontanamento delle portate meteoriche.

Infine poiché l'attuazione della prime due fase di sviluppo del Master Plan aeroportuale vede l'interferenza con la rete di adduzione irrigua del Consorzio di bonifica Veronese, sono stati previsti interventi di risoluzione di tali interferenze, mediante spostamento e sostituzione di alcuni manufatti. Tali interventi di risoluzione delle interferenze dovranno essere realizzati nel periodo compreso tra ottobre e maggio, in modo da non causare interruzioni al servizio irriguo del Consorzio di bonifica Veronese.

8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Regione del Veneto – Giunta Regionale, Allegato A alla D.G.R. 6/10/2009 n. 2648 “Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici – Modalità operative e indicazioni tecniche”.

Regione del Veneto – Giunta Regionale, Piano di Tutela delle Acque ex Art. 121 D.Lgs. 3/4/2006 n. 152.

Arpa Emilia Romagna, Criteri di applicazione D.G.R. 286/05 e 1860/06 – acque meteoriche e di dilavamento, Aprile 2008.

SGI Studio Galli Ingegneria S.p.A., Studio idrologico-idraulico e di fattibilità degli interventi di adeguamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche del piazzale di sosta aeromobili e dell’aerostazione, Giugno 2015.

Nordest Ingegneria S.r.l., Progetto esecutivo degli interventi di breve termine per l’adeguamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche del piazzale di sosta aeromobili dell’aeroporto Valerio Catullo di Verona, Maggio 2016.

One Works, Aeroporto Valerio Catullo di Verona Villafranca – Aggiornamento Piano di Sviluppo Aeroportuale, Novembre 2015.

ARES S.r.l. e ForTeA Studio Associato, Studio di impatto ambientale del Masterplan, Dicembre 2015.