



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E  
DEI TRASPORTI



E.N.A.C.  
ENTE NAZIONALE per L'AVIAZIONE  
CIVILE

Committente Principale



AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE - "AMERIGO VESPUCCI"

Opera

PROJECT REVIEW - PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE AL 2035

Titolo Documento Completo

STUDI IDRAULICI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI  
Relazione Idraulica

Livello di Progetto

STUDIO AMBIENTALE INTEGRATO

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE COMPLETO
SAI	00	MARZO 2024		FLR-MPL-SAI-IDR1-001-IL-RT_Rel Idr
				TITOLO RIDOTTO
				Rel Idr

00	03/2024	EMISSIONE PER PROCEDURA VIA-VAS		A.BENVENUTI	C.NALDI
REV	DATA	DESCRIZIONE		REDATTO	VERIFICATO
					APPROVATO

<p>COMMITTENTE PRINCIPALE</p>  <p><b>ACCOUNTABLE MANAGER</b> Dott. Vittorio Fanti</p>	<p>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</p>  <p><b>DIRETTORE TECNICO</b> Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p>	<p>SUPPORTI SPECIALISTICI</p> <p>SUPPORTO SPECIALISTICO</p>   <p>Via Aretina 167/B - 50136 Firenze Tel 055 6587050 - P.IVA 05142000487 e-mail: info@studiohydrogeo.it - pec: info@pec.hydrogeoingegneria.com</p> <p>Ing. Andrea Benvenuti Ordine degli ingegneri di Firenze n° 4186</p>
<p><b>POST HOLDER PROGETTAZIONE</b> Ing. Lorenzo Tenerani</p> <p><b>POST HOLDER MANUTENZIONE</b> Ing. Nicola D'Ippolito</p> <p><b>POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO</b> Geom. Luca Ermini</p>	<p><b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli ingegneri di Massa Carrara n° 631</p>	

## Contenuti

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	5
	2.1 PGRA	5
	2.2 LR79/12	7
	2.3 LR41/2018	9
	2.4 STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI	13
	2.4.1 Piano Strutturale e Piano Operativo Comunale di Firenze	13
	2.4.1 Variante PUE di Castello	16
	2.4.2 Piano Strutturale e Piano Operativo Comune di Sesto Fiorentino	18
3	ANALISI IDRAULICA STATO ATTUALE	22
	3.1 Modellazione idraulica reticolo principale F. Arno	22
	3.1.1 Modello di Bacino	23
	3.1.2 Modello bidimensionale	24
	3.2 Modellazione idraulica reticolo secondario (Canale di Cinta Orientale)	33
	3.2.1 Modello bidimensionale	33
4	INTERVENTI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI	36
	4.1 Criteri progettuali	36
	4.2 Descrizione degli interventi per la gestione del rischio da reticolo principale (Fiume Arno)	37
	4.3 Descrizione degli interventi per la gestione del rischio da reticolo secondario (Canale di Cinta Orientale)	41
5	ANALISI IDRAULICA STATO DI PROGETTO	44
	5.1 Modellazione idraulica reticolo principale (Fiume Arno)	44
	5.2 Analisi dei risultati reticolo principale (Fiume Arno)	45

### 5.3 Modellazione idraulica e analisi dei risultati reticolo secondario (Canale di Cinta Orientale)

48

## 1 PREMESSA

Il presente documento costituisce uno studio idrologico-idraulico di supporto alla fattibilità del Masterplan aeroportuale, parte integrante della Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale (o Masterplan) al 2035 dell'aeroporto di Firenze, qui sviluppata e dettagliata ad un livello tecnico ritenuto congruo con le finalità della presente fase procedurale, comunque non inferiore a quello del progetto di fattibilità tecnica ed economica di cui all'art. 41 del D. Lgs. n. 36/2023.

Il citato approfondimento tecnico viene previsto ad integrazione della Sezione Generale della Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale al 20235, predisposta in aderenza alle normative e/o regolamenti specifici del settore aeronautico, rispetto alla quale si pone l'obiettivo di elaborare ulteriori elementi tecnici di studio, dettaglio, analisi e progettazione, ritenuti necessari ai fini del compiuto espletamento dei procedimenti amministrativi (di compatibilità ambientale e di autorizzazione) ai quali risulta per legge assoggettato lo strumento del Piano di Sviluppo Aeroportuale, così integrato in modo da rafforzarne la valenza e la funzione progettuale, strettamente interconnessa con quella pianificatoria e programmatica di investimento.

Le informazioni di seguito riportate vanno, pertanto, analizzate in stretta correlazione rispetto ai più ampi ed estesi aspetti tecnico-economici trattati all'interno dei documenti afferenti alla Sezione Generale del Masterplan, con i quali esse si relazionano secondo un processo capillare di progressivo approfondimento e dettaglio, ritenuto utile per una più completa, consapevole e piena visione dell'insieme delle previsioni di trasformazione dello scalo aeroportuale e delle aree circostanti, e per una più esauriente analisi e comprensione della Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale.

La citata Project Review costituisce la nuova formulazione tecnica delle previsioni progettuali e di investimento che ENAC prevede di attuare, nel medio-lungo periodo (orizzonte 2035, coerente con quello del Piano Nazionale degli Aeroporti in fase di aggiornamento), relativamente all'infrastruttura aeroportuale di Firenze, redatta dal Gestore aeroportuale di intesa con l'Ente regolatore in attuazione degli obblighi di miglioramento, ottimizzazione e sviluppo dell'aeroporto insiti nel contratto di concessione che lega lo stesso Gestore alle Istituzioni dello Stato (Ministero delle Infrastrutture e ENAC) per la gestione totale dell'infrastruttura aeroportuale (bene dello Stato). Ne consegue che l'insieme documentale di cui la presente

relazione costituisce parte integrante deve essere visto e analizzato nella propria autonomia e indipendenza sostanziale, per quanto inevitabilmente consequenziale rispetto al precedente Masterplan 2014-2029 col quale risultano ancora sussistenti più elementi di dialogo che, tuttavia, ci si pone l'obiettivo di non assurgere a valenza prodromica e a funzionalità necessaria per una completa illustrazione, definizione e comprensione del nuovo Piano di Sviluppo Aeroportuale 2035.

Si auspica, infine, di aver esaurientemente e correttamente tradotto e trasferito, all'interno della documentazione di cui al nuovo Masterplan 2035, quel prezioso bagaglio di esperienza e quell'insieme di utili risultanze derivanti dal dialogo costruttivo e dialettico che, nell'ultimo decennio, ha visto in più momenti la partecipazione di ENAC, del Gestore aeroportuale, degli Enti/Amministrazioni interessati, delle Istituzioni nazionali e regionali, dei vari stakeholders e della cittadinanza attiva intorno ai temi relativi al trasporto aereo, alla multimodalità della mobilità, al ruolo della rete aeroportuale territoriale toscana e al futuro dello scalo aeroportuale di Firenze, che ENAC vede sempre più strategico, integrato e funzionale alla rete nazionale ed europea dei trasporti.

In particolare, il presente documento tratta gli aspetti idrologici ed idraulici a supporto della fattibilità idraulica del Masterplan2035 dell'Aeroporto Internazionale "A. Vespucci" di Firenze in parte ricompreso in ambito P2 – pericolosità da alluvione media ai sensi del PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

In particolare, lo studio valuta la fattibilità idraulica dell'infrastruttura lineare e relative opere accessorie rispetto ad eventi di piena del reticolo principale - Fiume Arno e del Canale di Cinta Orientale, ai sensi e per gli effetti della L.R. 41/2018 - *Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua* e delle altre norme vigenti.

Per il completamento della presente analisi di fattibilità idraulica si rimanda agli studi redatti da Hydea spa, relativamente all'idraulica esterna al sedime aeroportuale.

La LR 41/2018 prevede infatti condizioni specifiche, in base alla pericolosità da alluvione del territorio oggetto di trasformazione e alla sua contestualizzazione nel territorio urbanizzato.

L'analisi idraulica di fattibilità di cui trattasi è stata condotta sia sulla base del quadro conoscitivo vigente, di cui al Piano Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Settentrionale e nuovo PS/PO del Comune di Firenze e relativi criteri di fattibilità, sia sulla base di studi idrologici idraulici finalizzati ad un aggiornamento delle pericolosità da alluvione.

Tale approccio integra il parere rilasciato del Comune di Firenze nell'ambito del procedimento di VIA/VAS integrato, ai sensi dell'art. 6 comma 3 ter del D. Lgs 152/2006 – fase di Scoping.

L'obiettivo dello studio è quello di individuare le condizioni per la trasformazione del territorio e, nello specifico, per la realizzazione della nuova aerostazione nell'ambito del sistema aeroportuale fiorentino e le opere finalizzate alla gestione del rischio da alluvione, la cui efficacia è stata dimostrata mediante l'implementazione di modellistica idraulica dedicata, da approfondire ed integrare nei successivi livelli di progettazione. Le opere per la gestione del rischio saranno individuate in modo da non interferire con l'operatività aeroportuale assicurando l'assenza di incrementi di rischio e il rispetto del rischio medio R2 per le infrastrutture non in sicurezza idraulica ai sensi e per gli effetti della LR 41/ 2018.

## 2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

### 2.1 PGRA

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) dell’Autorità di Bacino distrettuale dell’Appennino Settentrionale, redatto ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. 49/2010, è finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio del bacino del fiume Arno e negli ex bacini regionali toscani. Ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate, tenendo conto delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato e sulla base delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni di cui all’art. 6, le misure di prevenzione, di protezione, di preparazione e di risposta e ripristino finalizzate alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone.

L’elaborazione del PGRA è temporalmente organizzata secondo cicli di pianificazione in quanto la Direttiva prevede che i Piani siano riesaminati e, se del caso, aggiornati ogni sei anni. Il primo ciclo ha avuto validità per il periodo 2015-2021. Attualmente è in corso il secondo ciclo. La Conferenza Istituzionale Permanente (CIP), con delibera n. 26 del 20 dicembre 2021, ha infatti adottato il primo aggiornamento del PGRA 2021-2027 (G.U. Serie Generale n. 2 del 04.01.2022). Per il bacino del Fiume Arno, entro il quale ricade il sito di intervento, la Disciplina del Piano e le mappe sono state adottate quale misura di salvaguardia immediatamente vincolante.

Sono soggette alla Disciplina di Piano le aree riportate nelle mappe della Pericolosità da Alluvione Fluviale, così classificate:

- *pericolosità da alluvione elevata (P3)*, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni;
- *pericolosità da alluvione media (P2)*, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;
- *pericolosità da alluvione bassa (P1)*, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.



Nella seguente figura si riporta uno stralcio della Mappa della Pericolosità da Alluvione Fluviale relativa al layout di Masterplan 2035, da cui si evince che ricade principalmente in aree a pericolosità da alluvione media P2 interessate da allagamenti per TR= 200 anni.

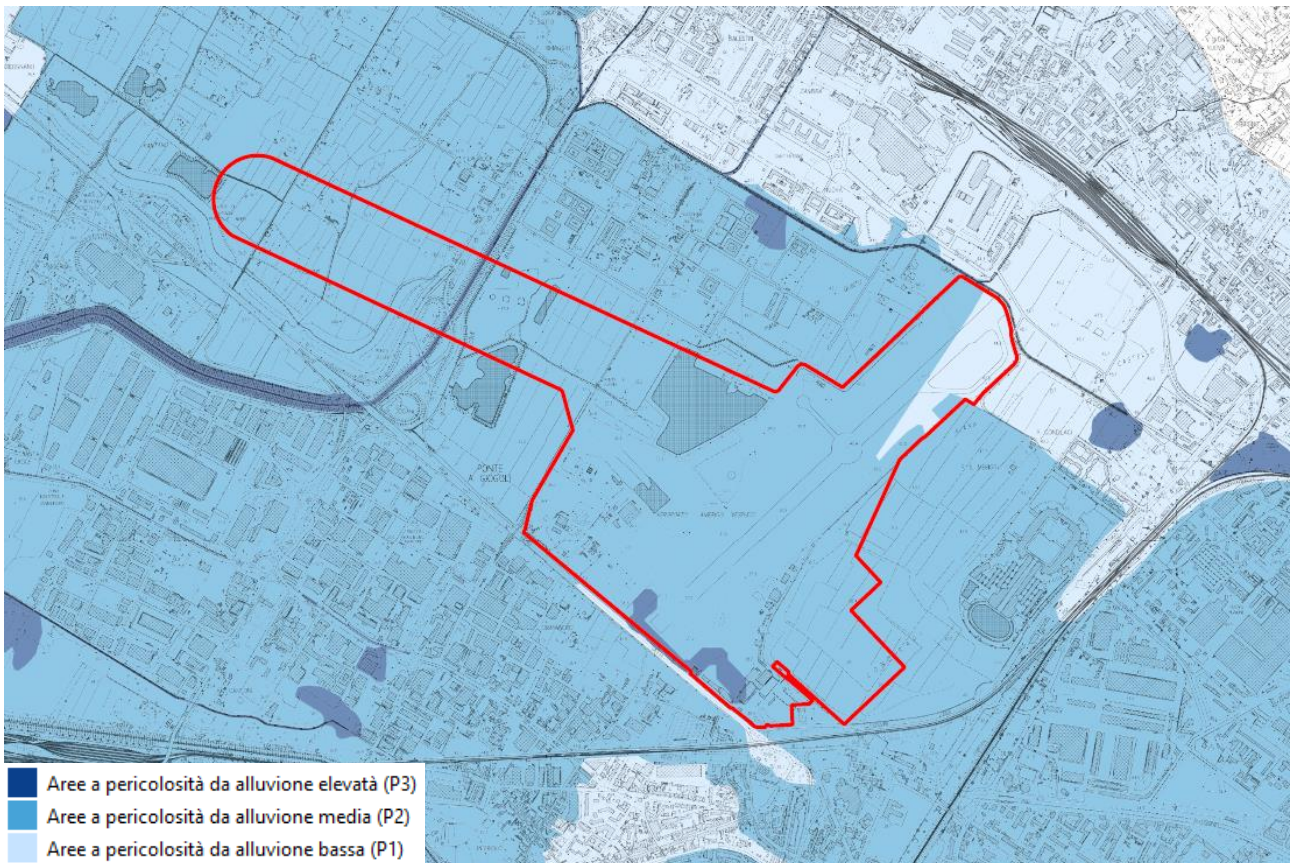


Figura 2-1: Sedime aeroportuale sovrapposto a PGRA

Nella Disciplina di Piano, CAPO II, SEZIONE I sono riportate le norme e gli indirizzi a scala di bacino relative alle aree a pericolosità da alluvione fluviale. In particolare, in aree a pericolosità da alluvione media (P2) valgono i disposti di cui all'art.9 di cui si riporta un estratto.

*Art. 9 – Aree a pericolosità da alluvione media (P 2) – Norme*

1. Nelle aree P2, per le finalità di cui all'art. 1, sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio, fatto salvo quanto previsto al seguente comma 2 e al successivo art. 10.

2. Nelle aree P2 da alluvioni fluviali l’Autorità di bacino distrettuale si esprime sulle opere idrauliche in merito all’aggiornamento del quadro conoscitivo con conseguente riesame delle mappe di pericolosità.

*Art. 10 – Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Indirizzi per gli strumenti governo del territorio*

1. Fermo quanto previsto all’art. 9 e all’art. 14 comma 9, nelle aree P2 per le finalità di cui all’art. 1 le Regioni, le Province, le Città Metropolitane e i Comuni, nell’ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi:

- a) sono da subordinare, se non diversamente localizzabili, al rispetto delle condizioni di gestione del rischio, le previsioni di:
  - nuove opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali;
  - nuovi impianti di cui all’allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo 152/2006;
  - sottopassi e volumi interrati
- b) sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio le previsioni di:
  - nuove infrastrutture e opere pubbliche o di interesse pubblico;
  - interventi di ampliamento della rete infrastrutturale primaria, delle opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali e degli impianti di cui all’allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo 152/2006;
  - nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione;
  - nuove edificazioni
- c) sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero della funzionalità idraulica alla riqualificazione e allo sviluppo degli ecosistemi fluviali esistenti, nonché le destinazioni ad uso agricolo, a parco e ricreativo – sportive.

## 2.2 LR79/12

In attuazione alla Legge Regionale 27 dicembre 2012, n. 79 - *Nuova disciplina in materia di Consorzi di Bonifica*, la Regione Toscana ha individuato il reticolo idrografico e di gestione, approvato la prima volta nel 2013 e più volte aggiornato in seguito a modifiche territoriali o infrastrutturali. Di seguito è riportato l’intervento di progetto che contempla la costruzione di nuove strutture in elevazione rispetto al piano di



campagna, con evidenza del reticolo idrografico e di gestione, nel suo aggiornamento più recente, approvato con Delibera di Consiglio 81/2021.

Il reticolo di gestione è soggetto al R.D. n. 523 del 25/07/1904 che rappresenta il Testo Unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.

Gli interventi in alveo o nelle pertinenze di un corso d'acqua dichiarato pubblico o su superfici appartenenti al demanio idrico catastalmente definite, ovvero che per qualsiasi altro motivo intendano occupare, temporaneamente o in modo permanente, anche in subalveo o in proiezione, superfici appartenenti al demanio idrico sono soggetti ad autorizzazione idraulica ai sensi del R.D. 523/1904.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, sono opere ed interventi la cui realizzazione è subordinata al rilascio dell'autorizzazione idraulica ai sensi del R.D. 523/1904:

- ponti carrabili, ferroviari, passerelle pedonali;
- muri d'argine ed altre opere di protezione delle sponde;
- opere di regimazione e di difesa idraulica;
- opere di derivazione e di restituzione e scarico di qualsiasi natura;
- scavi e demolizioni.

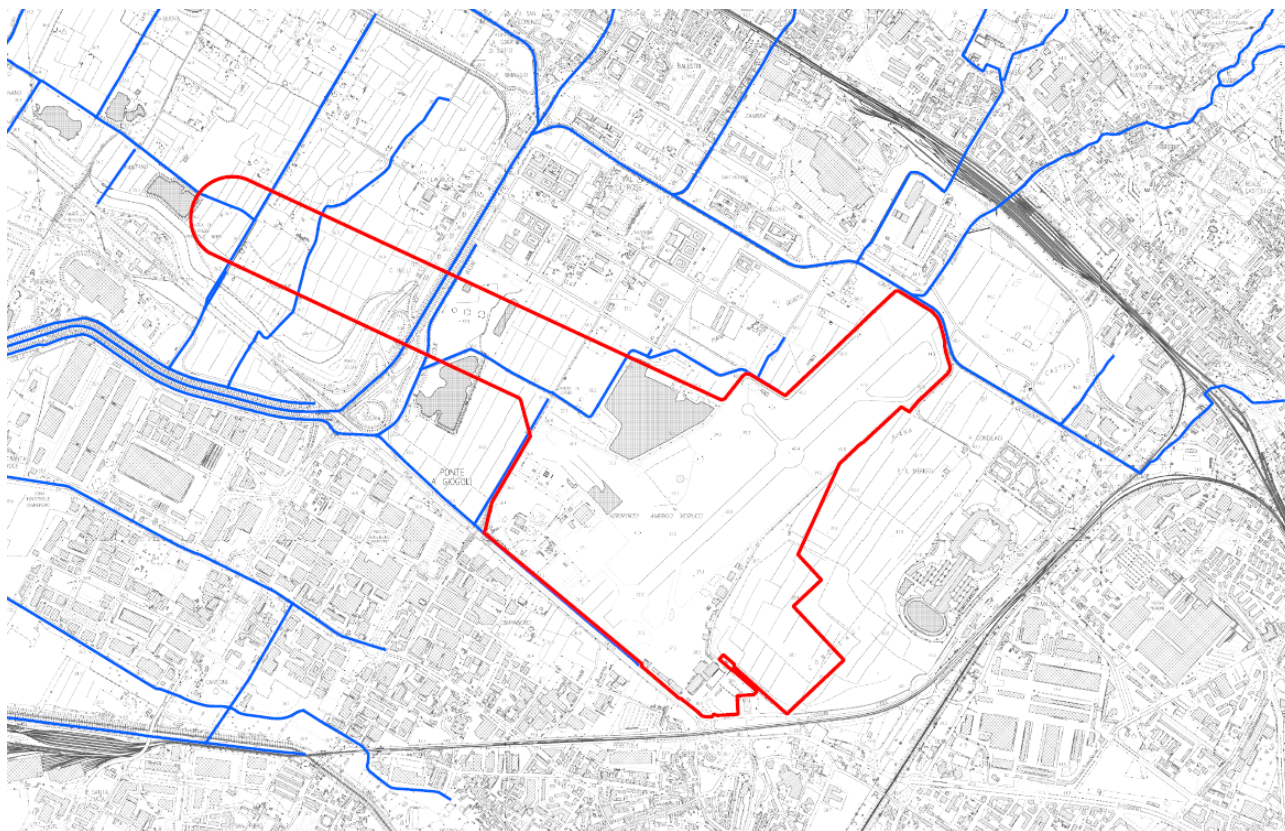


Figura 2-2: Reticolo idrografico regionale LR79/2012

### 2.3 LR41/2018

Con la L.R. 24 luglio 2018, n. 41 - *Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni)*. Modifiche alla L.R. 80/2015 e alla L.R. 65/2014, la Regione Toscana disciplina la gestione del rischio di alluvioni in relazione alle trasformazioni del territorio e la tutela dei corsi d'acqua.

Nel rispetto della normativa comunitaria e statale di riferimento, la Legge Regionale classifica le aree a pericolosità da alluvione come segue:

- **“aree a pericolosità per alluvioni frequenti”**: le aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del D.Lgs. 49/2010 come aree a pericolosità per alluvioni frequenti o a pericolosità per alluvioni elevata (allagabilità per tempi di ritorno non inferiori a 30 anni);

- **“aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti”**: le aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del D.Lgs. 49/2010 come aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti o a pericolosità per alluvioni media (allagabilità per tempi di ritorno non inferiori a 200 anni).

Dalla combinazione dei battenti e delle velocità della corrente associati allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti, si definisce la “magnitudo idraulica” di una determinata area:

- **“magnitudo idraulica moderata”**: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiore a 0,3 metri;
- **“magnitudo idraulica severa”**: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 metri e inferiore o uguale a 0,5 metri;
- **“magnitudo idraulica molto severa”**: battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 1 metro. Nei casi in cui la velocità non sia determinata battente superiore a 0,5 metri.

Al Capo III della L.R.41/2018, sono contenute le disposizioni relative agli interventi edilizi all’interno del perimetro del territorio urbanizzato.

L’art. 11, riportato in stralcio, individua i condizionamenti relativi alle nuove costruzioni:

*Art. 11 - Interventi di nuova costruzione in aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti*

2. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).
4. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica severa o molto severa, possono essere realizzati volumi interrati a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a), o le opere idrauliche che riducono gli allagamenti per eventi poco

frequenti, conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata e a condizione che non sia superato il rischio medio R2.

5. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica moderata, possono essere realizzati volumi interrati a condizione che non sia superato il rischio medio R2.

I condizionamenti di natura idraulica relativi alle nuove infrastrutture sono riportati all'art.13:

*Art. 13 - Infrastrutture lineari o a rete*

2. Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.
3. L'adeguamento e l'ampliamento di infrastrutture a sviluppo lineare esistenti e delle relative pertinenze può essere realizzato nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.
4. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite:
  - a) itinerari ciclopedonali, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;
  - b) parcheggi in superficie, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;

Le opere idrauliche da realizzare per garantire la fattibilità degli interventi sono indicate all'art.8:

*Art. 8 - Opere per la gestione del rischio di alluvioni*

1. La gestione del rischio di alluvioni è assicurata mediante la realizzazione delle seguenti opere finalizzate al raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2:
  - a) opere idrauliche che assicurano l'assenza di allagamenti rispetto ad eventi poco frequenti;

- b) opere idrauliche che riducono gli allagamenti per eventi poco frequenti, conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata, unitamente ad opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;
  - c) opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;
  - d) interventi di difesa locale.
2. Il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree è assicurato attraverso la realizzazione delle seguenti opere:
- a) opere o interventi che assicurino il drenaggio delle acque verso un corpo idrico recettore garantendo il buon regime delle acque;
  - b) opere o interventi diretti a trasferire in altre aree gli effetti idraulici conseguenti alla realizzazione della trasformazione urbanistico-edilizia, a condizione che:
    - 1) nell'area di destinazione non si incrementi la classe di magnitudo idraulica;
    - 2) sia prevista dagli strumenti urbanistici la stipula di una convenzione tra il proprietario delle aree interessate e il comune prima della realizzazione dell'intervento.
3. Le opere o interventi di cui al comma 2, lettera b), sono previste negli strumenti urbanistici e sono realizzate previa verifica di compatibilità idraulica effettuata dalla struttura regionale competente in relazione al titolo abilitativo di riferimento.
4. Le opere idrauliche di cui al comma 1, lettere a) e b), sono realizzate prima o contestualmente all'attuazione della trasformazione urbanistico-edilizia. L'attestazione di agibilità degli immobili oggetto delle trasformazioni urbanistico-edilizie è subordinata al collaudo di tali opere idrauliche.

Con "rischio medio R2", definito dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del D.L. 11 giugno 1998, n. 180), si intende il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche.



## 2.4 STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI

### 2.4.1 Piano Strutturale e Piano Operativo Comunale di Firenze

Con DC/2023/00006 del 13.03.2023 il Consiglio Comunale ha adottato il Piano Strutturale (PS) e il Piano Operativo (PO) e successivamente approvato.

Di seguito si riportano gli estratti dei battenti duecentennali e della magnitudo idraulica da reticolo principale e da reticolo secondario

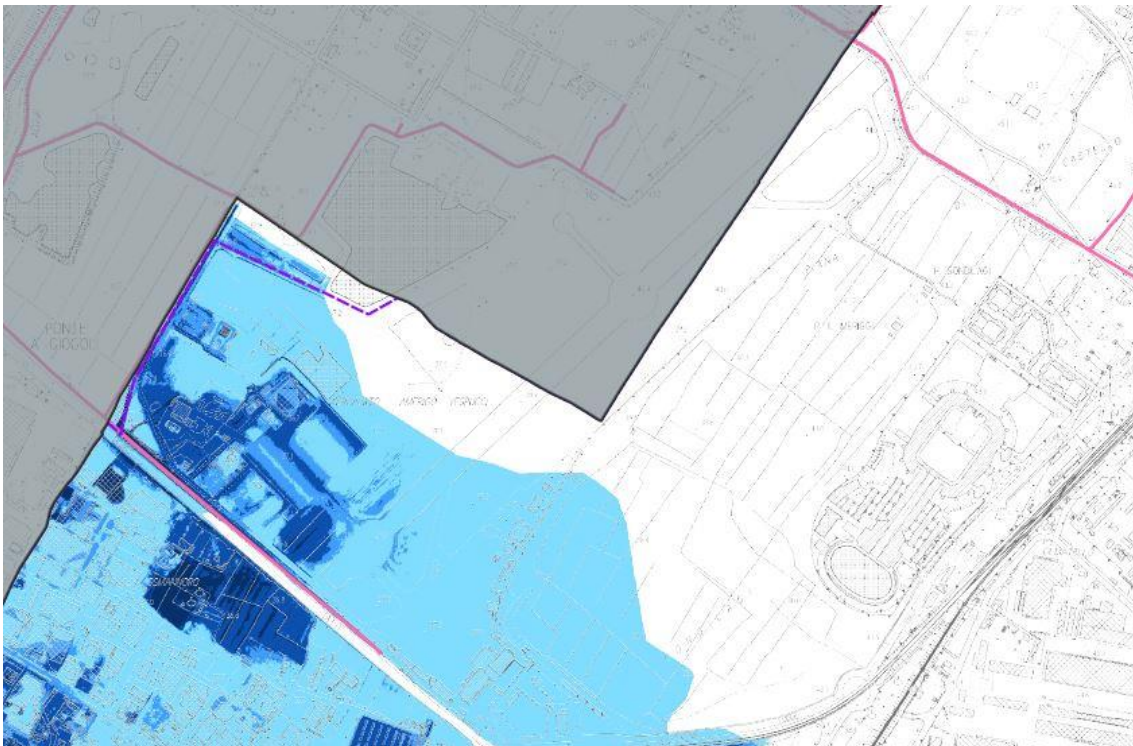


Figura 2-3: battenti duecentennali da reticolo principale



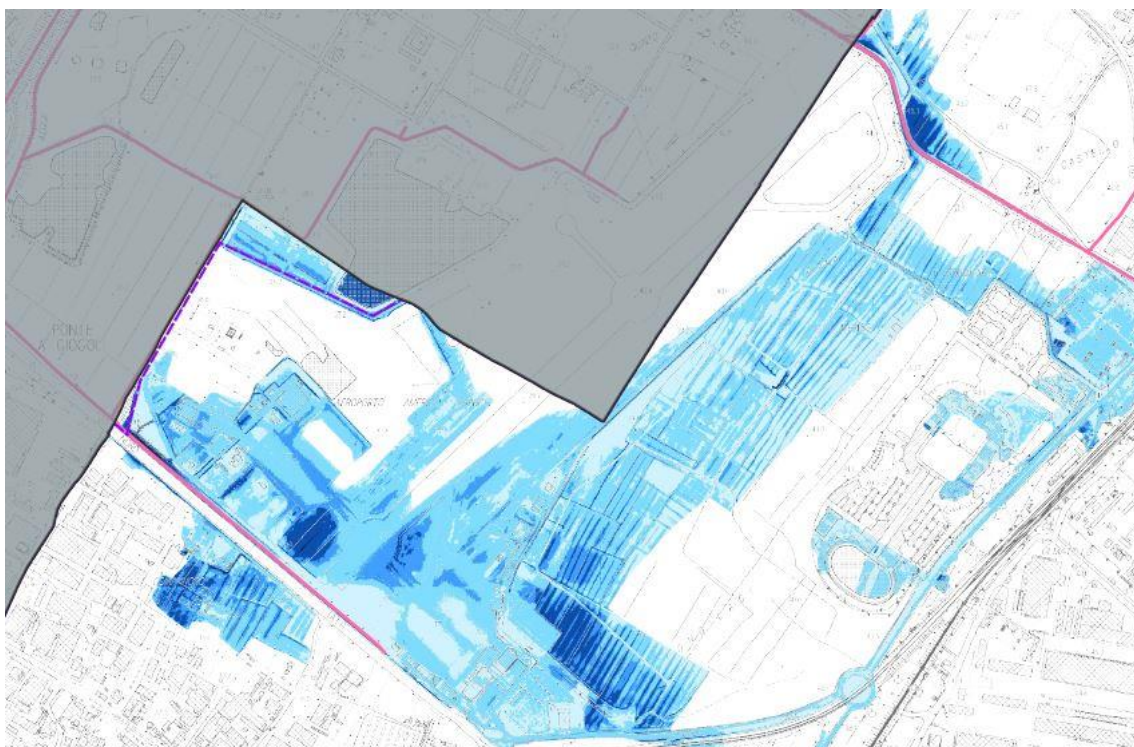


Figura 2-4: battenti duecentennali da reticolo secondario



Figura 2-5: Magnitudo idraulica da reticolo principale



Figura 2-6: Magnitudo idraulica da reticolo secondario

La fattibilità idraulica degli interventi è normata all'art. 84 delle NTA del POC, di cui si riporta un estratto.

1. Criteri di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni. I criteri di fattibilità, le particolari limitazioni, condizioni o prescrizioni derivano da quanto stabilito al paragrafo 3.3 dell'allegato A al DPGR 5/R/2020 Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni.

1.1 Modellazione idraulica. I livelli idraulici di riferimento per la valutazione delle condizioni di rischio idraulico e per l'eventuale programmazione/progettazione degli interventi di messa in sicurezza e/o riduzione del rischio, devono essere acquisiti dagli studi di modellazione quantitativa del Piano Strutturale (Tavole 7a e 7b Magnitudo idraulica reticolo principale e secondario+quadro conoscitivo - carte dei battenti reticolo principale e secondario) in relazione al tempo di ritorno  $T_r$  30 e  $T_r$  200 anni, fatto salvo eventuali studi successivi sostitutivi o integrativi, rispetto a quelli impiegati per le elaborazioni del Piano Strutturale e del presente Piano Operativo.

1.2 Tempo di ritorno  $T_R$  200. Ogni considerazione in relazione a valutazioni di rischio ed azioni finalizzate alla sua riduzione per la definizione dei criteri di fattibilità, deve avere a riferimento l'evento ricorrente con tempo di ritorno  $T_r$  200 anni.



1.3 Gestione-riduzione del rischio/messa in sicurezza. Nella progettazione degli interventi di gestione del rischio, riduzione del rischio idraulico e/o messa in sicurezza si deve operare tenendo conto di un franco di sicurezza rispetto al livello idraulico di riferimento (battente di piena per Tr 200 anni) come sotto definito:

- a) per le aree esondabili da parte di corsi d'acqua afferenti al reticolo idrografico principale 0,50 ml;
- b) per le aree esondabili da parte dei corsi d'acqua afferenti al reticolo secondario 0,30 ml.

Il franco di sicurezza si applica indifferentemente sia nel caso che il battente di piena risulti da studio di modellazione quantitativo numerico, sia che risulti da evento di transito, dove per battente di transito si assume un valore convenzionale pari a 0,30 ml. In caso di area interessata sia da eventi derivanti dal reticolo principale, sia da reticolo secondario, la sicurezza idraulica deve essere garantita rispetto al più gravoso dei due scenari.

3. Fattibilità in aree classificate a rischio di alluvioni. Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla LR 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

5. Misure per la riduzione della pericolosità da alluvioni e della magnitudo. La gestione del rischio di alluvioni, finalizzata al raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2 e il non aggravio delle condizioni di rischio idraulico, sono assicurati mediante la realizzazione delle opere di cui all'art. 8 della LR41/2018.

#### 2.4.1 Variante PUE di Castello

Nel 2018 è stata presentata ed approvata una variante al Piano Urbanistico Esecutivo di Castello supportata con le indagini idrauliche previste ai sensi del DPGR 53R/2011, finalizzate ad accertare il livello di pericolosità allo stato attuale per definire la fattibilità degli interventi di trasformazione del territorio.

Lo studio riesamina le criticità idrauliche presenti sul comprensorio dei comuni di Firenze e Sesto Fiorentino in relazione allo sviluppo urbanistico dell'Area.

In merito al sistema fluviale Arno-Bisenzio recepisce le risultanze degli studi di supporto al PGRA. La quota del battente per l'evento TR200 anni derivante esclusivamente da esondazioni del fiume Arno e del Fosso Reale risulta pari a 37 m slm nell'area situata ad est dell'attuale tracciato del Fosso Reale ed interessata dall'area di transito della piena duecentennale (area in tratteggio verde di Figura 2-7), per la quale il Regolamento Urbanistico Comunale di Firenze fissa un battente convenzionale di 0,30 m.

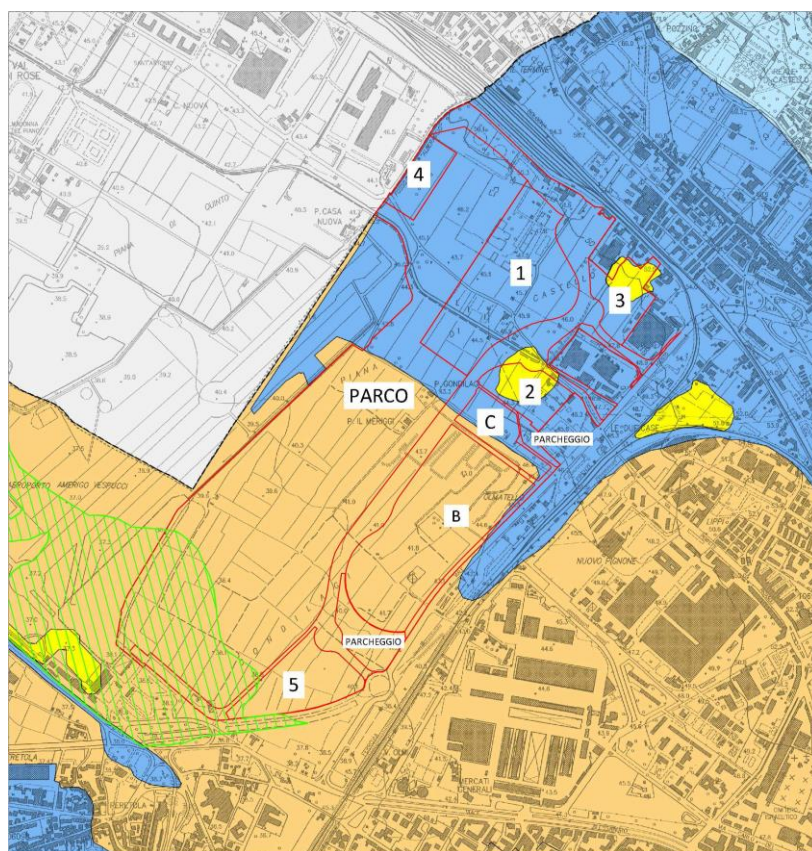


Figura 2-7 – Variante PUE Castello – Pericolosità idraulica da F. Arno

In merito alla pericolosità idraulica ingenerata dal Canale di Cinta Orientale, anche lo studio di supporto al PUE di Castello fa riferimento ai risultati dello studio idraulico sul sistema di acque alte già richiamato anche nella Variante al Masterplan Aeroportuale, evidenziando l'allagabilità diffusa sul territorio per eventi duecentennali e proponendo gli stessi interventi per la risoluzione delle problematiche idrauliche ingenerate dal corso d'acqua, ovvero l'adeguamento dei n.4 attraversamenti presenti tra via Lorenzini e Via delle Due Case e l'Adeguamento delle quote arginali del Canale di Cinta Orientale.

Analogamente, recepisce anche i risultati dello studio idraulico sul sistema di acque basse, evidenziando le criticità attuali sul Canale dell'Aeroporto, e prevedendo opere di volano idrico per la regimazione delle portate nel rispetto i criteri di "autocontenimento" previsti nel vigente "Piano Generale di Bonifica – aggiornamento 1988", che prevedono che la portata unitaria recapitata al reticolo idrografico pari a 2,6 l/s/ha nell'area a sud del Collettore di Cinta Orientale (Acque Basse).



## 2.4.2 Piano Strutturale e Piano Operativo Comune di Sesto Fiorentino

Con deliberazione n.4 del 26.01.2023 il Consiglio Comunale ha adottato il Piano Operativo Comunale, ai sensi dell'art.19 della L.R. n.65/2014

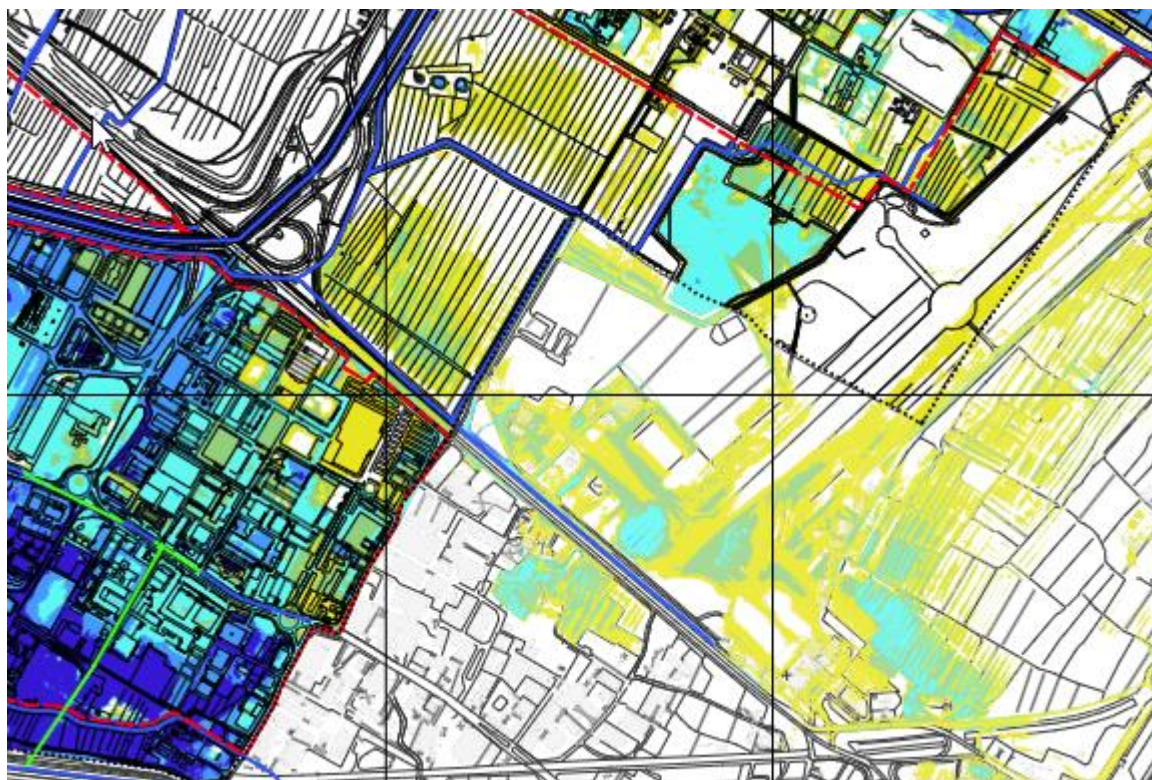
Di seguito si riportano gli estratti delle pericolosità ai sensi del DPGR 5R/2020, dei battenti idraulici duecentennali e della magnitudo idraulica da reticolo principale e da reticolo secondario.



### Legenda

Confine Comunale	Reticolo Idrografico DCR81_2021	Aree di potenziale insufficienza della rete fognaria	Pericolosità Idraulica ai sensi del P.G.R.A
Confine Territorio Urbanizzato	Tratto tombato	Aree di potenziale ristagno e/o insufficienza di drenaggio della rete di acque basse	P1 - Alluvioni rare
	Tratto a cielo aperto		P2 - Alluvioni poco frequenti
			P3 - Alluvioni frequenti

Figura 2-8: pericolosità DPGR 5R/2020



**Legenda**

⋯ Confine Comunale

☐ Confine Territorio Urbanizzato

Reticolo Idrografico DCRB1\_2021

— Tratto tombato

— Tratto a cielo aperto

Battenti

≤ 0.25 m

0.25 - 0.5 m

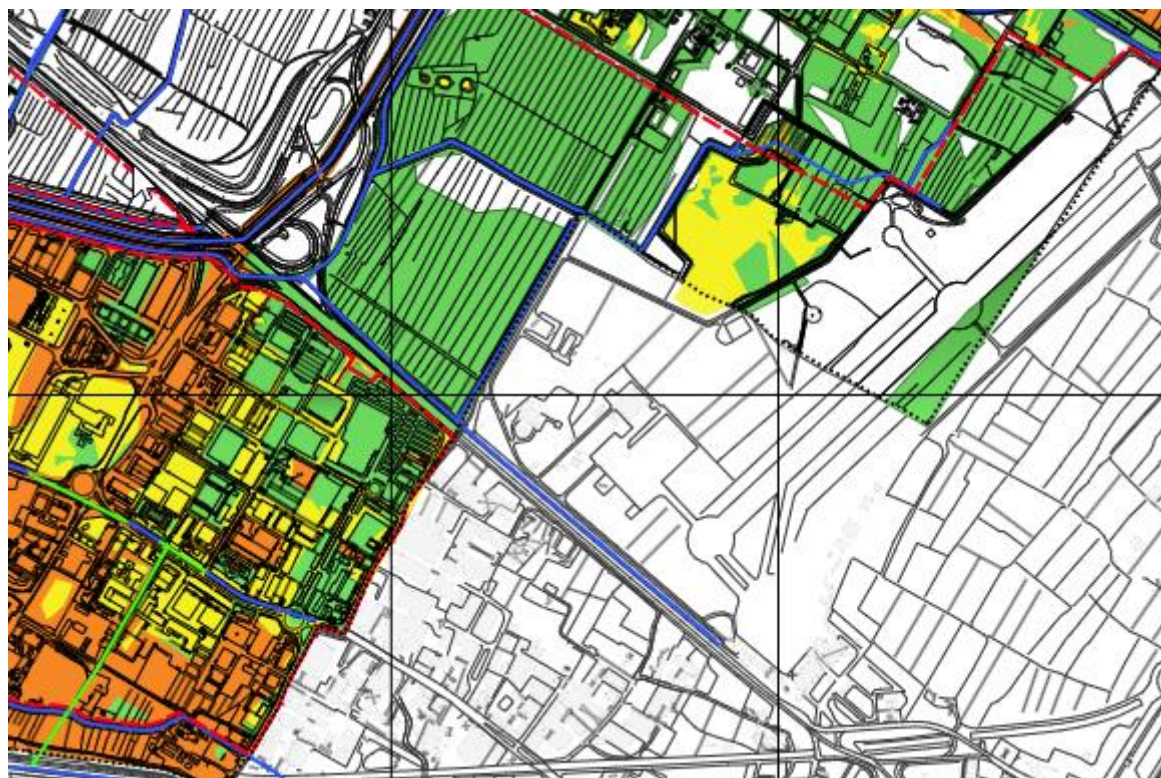
0.5 - 1.0 m

1.0 - 1.5 m

> 1.5 m

Figura 2-9: battenti idraulici TR 200 anni





**Legenda**

Confine Comunale	Reticolo Idrografico DCR81_2021	Magnitudo Idraulica
Confine Territorio Urbanizzato	Tratto tombato	Molto Severa
	Tratto a cielo aperto	Severa
		Moderata

Figura 2-10: magnitudo idraulica

I criteri di fattibilità, le particolari limitazioni, condizioni o prescrizioni derivano da quanto stabilito al paragrafo 3.3 dell'allegato A al DPGR 5/R/2020 Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni sono riportati all'art. 79 e 80 delle NTA.

Le condizioni di fattibilità idraulica degli interventi sono definite dalla LR 41/2018 e smi, con particolare riguardo a:

- interventi nella fascia di 10 metri dal ciglio di sponda o dal piede d'argine (Art. 3);
- limitazioni per le aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti (Art. 10);

- interventi di nuova costruzione in aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti ricadenti all'interno del perimetro del territorio urbanizzato (Art. 11);
- interventi sul patrimonio edilizio esistente in aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti ricadenti all'interno del perimetro del territorio urbanizzato (Art. 12);
- interventi riguardanti infrastrutture lineari o a rete (Art. 13);
- interventi nelle aree presidiate da sistemi arginali (Art. 14);
- interventi edilizi fuori dal territorio urbanizzato (Art. 16)

Sotto il profilo idraulico la quota di riferimento del terreno per la definizione della sicurezza idraulica è quella desunta dal LIDAR\_DTM di punti fissi prospicienti il lotto di interesse o ben individuabili (viabilità, marciapiede o terreno non modificato). La quota di sicurezza idraulica è data dalla somma della quota del terreno come sopra individuata più il battente duecentennale, desunto dalle tavole IDR03.A1 e IDR03.A2 più un opportuno franco di sicurezza idraulico, stabilito convenzionalmente in 30 cm.

Nella zona compresa fra i Canali di Cinta e l'autostrada A11 viene individuata un'area di potenziale allagamento per ristagno dovuto a insufficienza di pendenza drenante a sud dei canali di Cinta, come riportata nelle tavole IDR05.A1 e IDR05.A2. Per gli interventi in quest'area si dovrà prevedere un rialzamento di 30 cm dal piano campagna, anche in assenza di battenti Tr 200 anni. In quest'ultimo caso non si dovrà prevedere misure compensative per il non aggravio del rischio in altre aree.

### 3 ANALISI IDRAULICA STATO ATTUALE

Ai fini della progettazione idraulica, le verifiche idrauliche sono state eseguite mediante l'implementazione di una modellistica numerica di dettaglio che ha riguardato:

- **Modellazione della dinamica di esondazione da reticolo principale** (Fiume Arno), per la determinazione dei fenomeni di allagabilità attesi sulle aree di interesse e la verifica dell'efficacia delle opere di compenso, finalizzate alla messa in sicurezza dell'areale oggetto di intervento ed al non aggravio del rischio da alluvione in altre aree;
- **Modellistica della dinamica di esondazione da reticolo secondario** (Canale di Cinta Orientale) finalizzata alla verifica dell'assenza di allagamenti sul territorio a seguito degli interventi previsti sul corso d'acqua

#### 3.1 Modellazione idraulica reticolo principale F. Arno

Il presente paragrafo esplicita le analisi idrauliche condotte sul reticolo principale, al fine di accertare l'invarianza idraulica delle opere in progetto come previsto dal Piano di Bacino e dalla LR 41/2018.

L'infrastruttura si colloca in aree a pericolosità da alluvione P2 ai sensi del PGRA riconducibili al Fiume Arno, e prevede trasformazioni morfologiche delle aree in cui insiste, pertanto, occorre valutarne gli effetti nel contesto di pericolosità, accertare che non si modifichino le condizioni di allagamento preesistenti e fatto salvo il non superamento del rischio medio R2, definito dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, Sito esterno del D.L. 11 giugno 1998, n. 180), come il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche.

Stante il quadro delle pericolosità da alluvione attuale, sono stati proposti interventi per la gestione del rischio e le opere necessarie per garantire l'invarianza idraulica a corredo della infrastruttura aeroportuale. L'efficacia e la compatibilità idraulica degli interventi per la gestione del rischio idraulico è stata verificata mediante modellistica numerica dello stato di progetto.



### 3.1.1 Modello di Bacino

Il modello di riferimento per l'analisi idraulica implementata nel presente studio è rappresentato dal modello idrologico idraulico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale redatto nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (di seguito "modello AdB").

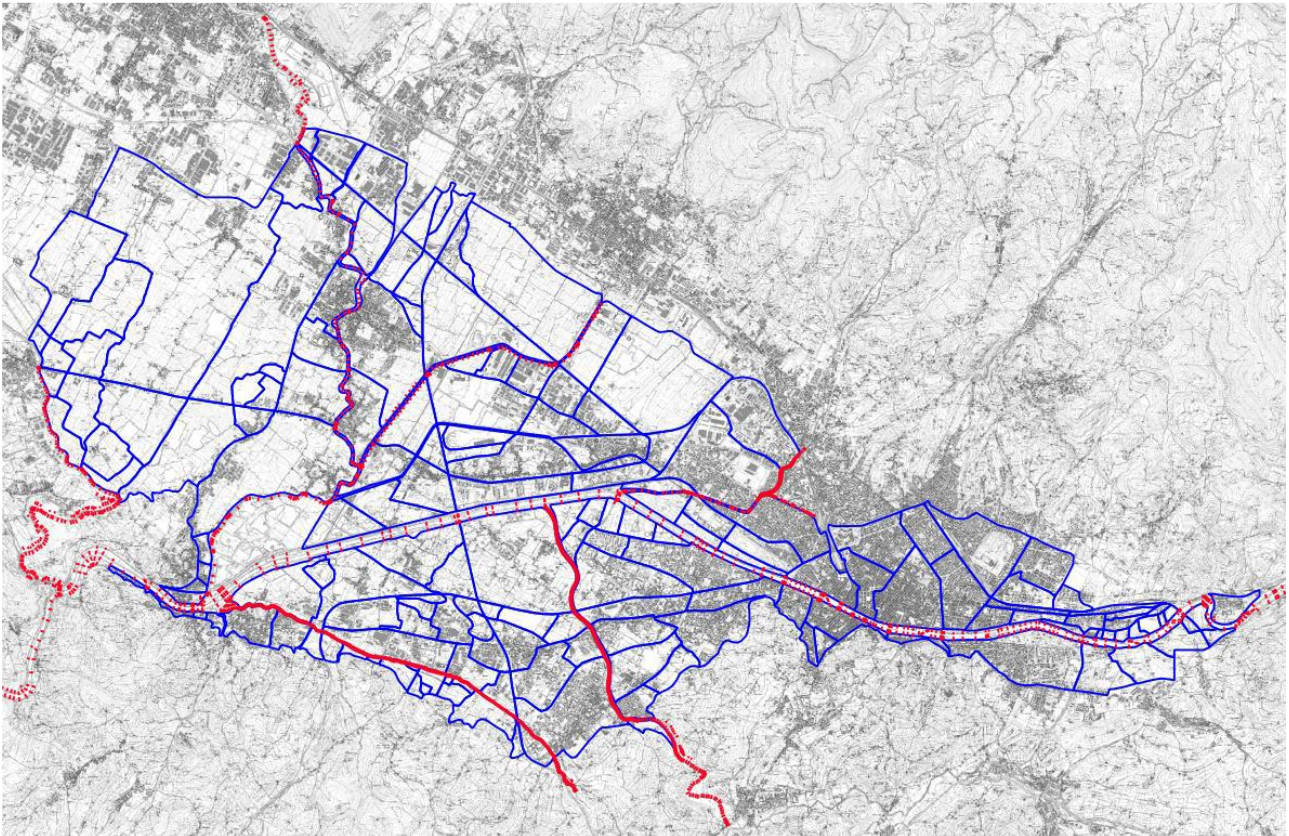


Figura 3-1 – F. Arno – Estensione del modello AdB

Tale modello prevede una modellazione monodimensionale di moto vario dei corsi d'acqua e una modellazione a celle d'accumulo per la descrizione delle aree potenzialmente allagabili. I corsi d'acqua implementati sono i seguenti:

- Fiume Arno, da Pontassieve fino a valle della confluenza con l'Ombrone;
- Torrente Mugnone, dalla Fortezza da Basso fino alla confluenza in Arno, e Torrente Terzolle, da Rifredi alla confluenza nel Mugnone;
- Fiume Greve, dal Galluzzo alla confluenza in Arno;
- Torrente Vingone, da monte di Scandicci alla confluenza in Arno;

- Fiume Bisenzio, da Prato alla confluenza in Arno e Fosso Reale, dal polo Universitario di Sesto fino alla confluenza nel Bisenzio;
- Torrente Ombrone, da ponte all'Asse fino alla confluenza in Arno.

Le celle d'accumulo (APE) per la modellazione delle potenziali esondazioni dei suddetti corsi d'acqua prendono in esame le aree adiacenti agli stessi, estendendosi su tutto il fondo valle e nella piana fiorentina. Gli eventi implementati nel modello ADB riguardano tempi di ritorno pari a 200 anni su un set di durate comprese tra 18 e 36 ore. **Sulle aree di potenziale esondazione che ricomprendono gli areali di intervento, denominate VM-003b e VM-003c, il Modello Adb stima un invaso statico per eventi TR=200 anni che raggiunge i 37.0 m s.l.m.**

### 3.1.2 Modello bidimensionale

A partire dal suddetto modello e considerando che uno degli obiettivi di tale studio è la verifica dell'invarianza idraulica e il non superamento del rischio medio R2, si è reso necessario implementare una modellazione bidimensionale al di fuori dell'alveo inciso che differisce dal modello di Adb dove la modellazione era prevista con celle di accumulo. Il modello idraulico implementato in questa fase è stato quindi mutuato dal modello Adb ed è caratterizzato da modellazione di moto vario monodimensionale in alveo e bidimensionale al di fuori dell'alveo inciso, utilizzando come base dati il rilievo Lidar a cella 1x1m. Si è scelto di convertire in modellazione bidimensionale le aree potenzialmente allagabili poste in destra idraulica del F. Arno, come mostrato in figura seguente, verificando in ogni caso la congruenza con i risultati contenuti nel PGRA in termini di livelli idrometrici massimi.

In sintesi, le modifiche apportate al modello ADB sono le seguenti:

- modellazione bidimensionale delle aree potenzialmente allagabili poste in destra idraulica del F. Arno (con maggior grado dettaglio per le aree aeroportuali);
- all'interno delle aree modellate in bidimensionale la caratterizzazione geometrica delle connessioni idrauliche tra celle di accumulo è stata sostituita dalla morfologia del terreno rappresentata nel Lidar; sono state inoltre inserite delle "breaklines" in corrispondenza dei cambi morfologici più rilevanti, con dimensioni di cella inferiori, al fine della corretta caratterizzazione di tutti gli elementi significativi ai fini della dinamica di esondazione;
- modifiche locali alle quote di sfioro laterali in destra idraulica del Fiume Arno in prossimità del viadotto del Ponte all'Indiano (quote dell'argine strada di Via S. Biagio a Petriolo desunte da rilievo

Lidar) ed alle quote altimetriche della Viaccia (desunte da rilievo topografico dello stato attuale realizzato a supporto del Progetto Esecutivo Cassa di espansione dei Renai nel Comune di Signa 1° Lotto, Dicembre 2013).

In merito alle sezioni fluviali, scabrezze in alveo, caratterizzazione delle opere, coefficienti di deflusso, condizioni al contorno e iniziali non sono state apportate modifiche rispetto al modello AdB, anche nell'ottica di rimanere il più fedeli allo stesso.

Il modello idraulico implementato per la caratterizzazione dello stato attuale è rappresentato nell'elaborato FLR-MPL-SAI-IDRI-002-IL-PL Planimetria modello idraulico Arno Stato Attuale

Considerando il contesto dell'area di indagine e la sua variabilità spaziale in termini di uso e copertura del suolo si è scelto di assegnare al modello una parametrizzazione distribuita spazialmente del coefficiente n di Manning. La caratterizzazione è stata effettuata sulla base dell'uso del suolo (strato informativo messo a disposizione dalla Regione Toscana).

La definizione dei coefficienti per ogni classe di uso del suolo è stata eseguita mediante procedimento iterativo utilizzando come taratura il confronto con i massimi livelli idrometrici risultanti dal modello ADB. I valori implementati risultano comunque coerenti con quanto riportato in letteratura (2011 National Land Cover Data Set NCLS; Open Channel Hydraulics, Chow, Van Te, 1959; HEC-RAS River Analysis System 2D Modelling, 2016). In definitiva i coefficienti di Manning utilizzati risultano i seguenti:



Uso del suolo	Manning n (s/m <sup>1/3</sup> )
Aeroporti	0.020
Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	0.035
Aree con vegetazione rada	0.035
Aree estrattive	0.035
Aree industriali e commerciali	0.200
Aree ricreative e sportive	0.035
Aree verdi urbane	0.035
Boschi di latifoglie	0.060
Cantieri, edifici in costruzione	0.200
Colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	0.035
Colture temporanee associate a colture permanenti	0.035
Corsi di acqua, canali e idrovie	0.030
Discariche, depositi di rottami	0.100
Frutteti e frutti minori	0.035
Oliveti	0.035
Paludi interne	0.030
Prati stabili	0.035
Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	0.030
Seminativi irrigui e non irrigui	0.035
Sistemi colturali e particellari complessi	0.035
Specchi di acqua	0.030
Vigneti	0.035
Zone residenziali a tessuto continuo	0.200
Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0.200

Tabella 1 – F. Arno – Coefficienti di Manning aree 2D per ogni classe di uso del suolo

Di seguito si riporta un estratto del modello idraulico e del dominio di calcolo bidimensionale, con focus sulle aree di interesse, dove si evince il grado di maggior dettaglio utilizzato per le aree in cui si inserisce il nuovo Terminal, l'utilizzo delle breaklines (in rosso) e delle strutture (in giallo) per la schematizzazione delle connessioni idrauliche tra le celle (viabilità, rilevato ferroviario, muri, sottopassi, ecc...). In particolare, l'area aeroportuale è stata connessa ai territori limitrofi lungo la dorsale viaria Viale XI Agosto - Viale Luder – raccordo autostradale A11 attraverso una serie di collegamenti idraulici, rappresentati da soglie sfioranti alle quote stradali (desunte dal rilievo Lidar, e denominate, procedendo da nord est a sud ovest, Nord, Terminal, Sud1, Sud2, Sud3 e Sud4). È stato inoltre inserito un manufatto di sottoattraversamento stradale in prossimità del Fosso Reale, in analogia a quanto inserito nel modello AdB (connessione denominata *ci3*).

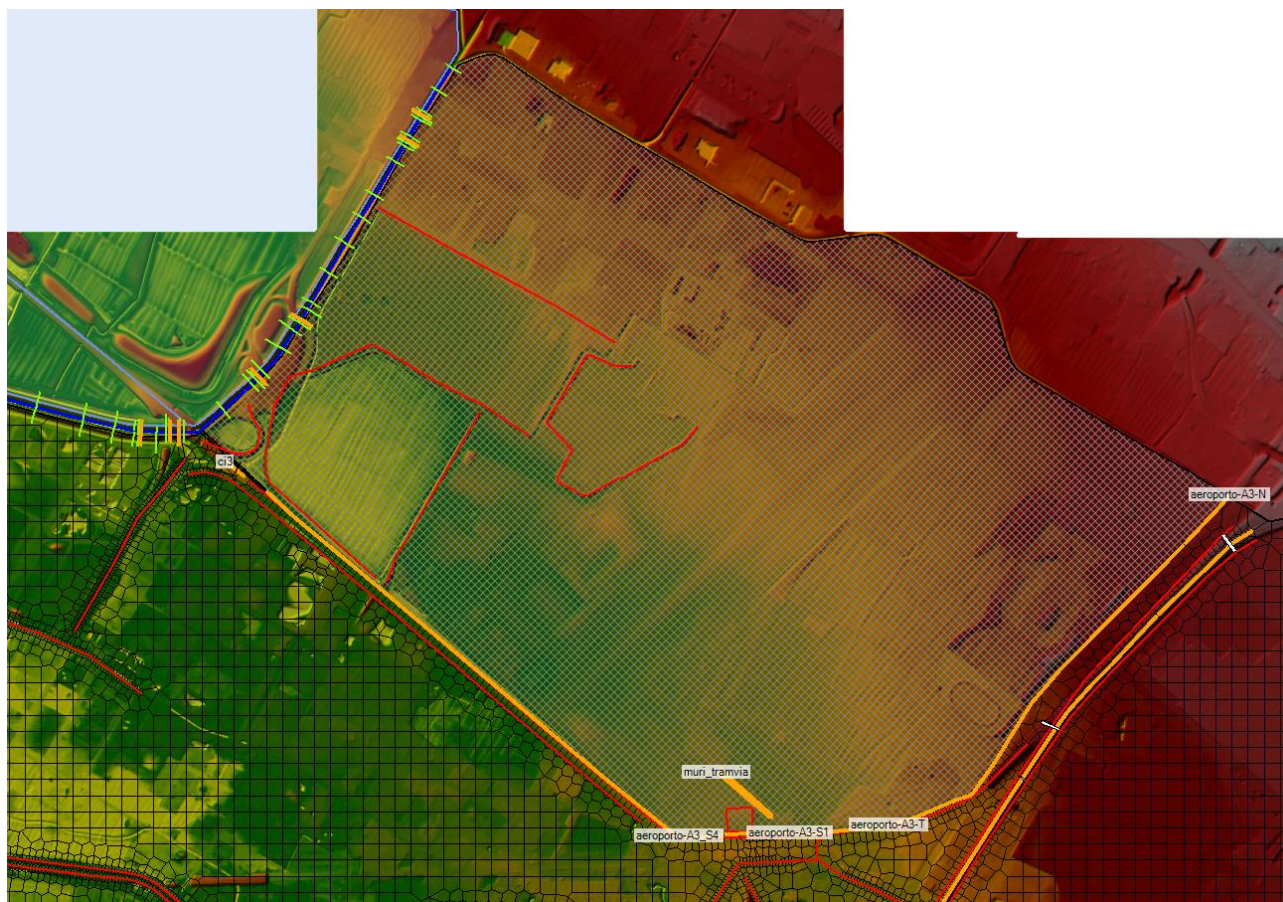


Figura 3-2 – F. Arno – Dettaglio del modello bidimensionale

Gli eventi meteorici simulati sono associati al tempo di ritorno 200 anni, con durata d'evento pari a 18-24-36 ore. Per l'area di interesse la durata d'evento critica è di 24h, sia in termini di livelli che di volumi di esondazione.

I risultati ottenuti dalla modellazione bidimensionale generale delle aree allagate hanno mostrato una buona coerenza con le perimetrazioni contenute nel PGRA. Infatti, benché i due modelli siano sostanzialmente diversi in termini di modellazione delle aree allagate, presentano comunque un buon livello di coerenza in termini di massimi livelli idrometrici a campagna, come riportato nella seguente Tabella 2, dove sono mostrati i risultati dell'evento TR200 anni a 24 ore (livelli massimi nelle celle di accumulo del modello AdB a confronto con i livelli massimi stimati sul dominio bidimensionale del modello generale). Anche al di fuori dell'area di calcolo bidimensionale, dove non sono state apportate modifiche alla modellazione, si ottengono risultati del tutto congruenti.

Zona	Cella modello ADB	Livello max TR200 ADB (mslm)	Livello max TR200 (mslm)
Rovezzano	V3-013c	56.31	56.35
Varlungo	FI-003a	53.74	53.73
Piazza Beccaria	FI-003d	50.34	50.27
Piazza Santa Croce	FI-003d	50.34	50.1
Piazza Unità d'Italia	FI-003e	47.05	46.95
Ippodromo Cascine	FI-003l	42.41	42.1
Sottopasso Cascine	FI-003i	42.41	42.07
Piazza Kennedy	FI-003h	42.34	42.57
Ippodromo delle Molina	FI-003i	41.98	41.99
Il Barco	FI-005	40.32	39.5
Le Piagge	VM-007	38.09	38.2

*Tabella 2 – F. Arno –Confronto risultati del modello Adb con il modello generale bidimensionale*

Le dinamiche di allagabilità dell’area aeroportuale riguardano fenomeni di transito dei volumi di esondazione provenienti da sud-est, che attraversano la dorsale viaria Viale XI Agosto - Viale Luder – raccordo autostradale A11 e provenienti dall’opera di sottoattraversamento dell’autostrada sul Collettore Sinistro di Acque Basse.

Le esondazioni che vanno ad interessare l’infrastruttura aeroportuale nella configurazione attuale si concentrano principalmente nell’area a verde a nord est rispetto al Terminal (massimo battente circa 30 cm e massimo livello idrometrico pari a 38.00 mslm - Figura 3-3), in corrispondenza dei raccordi verso i piazzali Apron 200 e 300 (massimo battente circa 15 cm e massimo livello idrometrico pari a 36.55 mslm - Figura 3-4) e nell’area compresa tra il Canale dell’Aeroporto e il Collettore Sinistro (massimo battente circa 1.30 cm e massimo livello idrometrico pari a 36.53 mslm - Figura 3-5)

I fenomeni più critici in termini di battenti massimi e volumi di transito si registrano sullo scenario idrologico TR=200 anni d=24h.

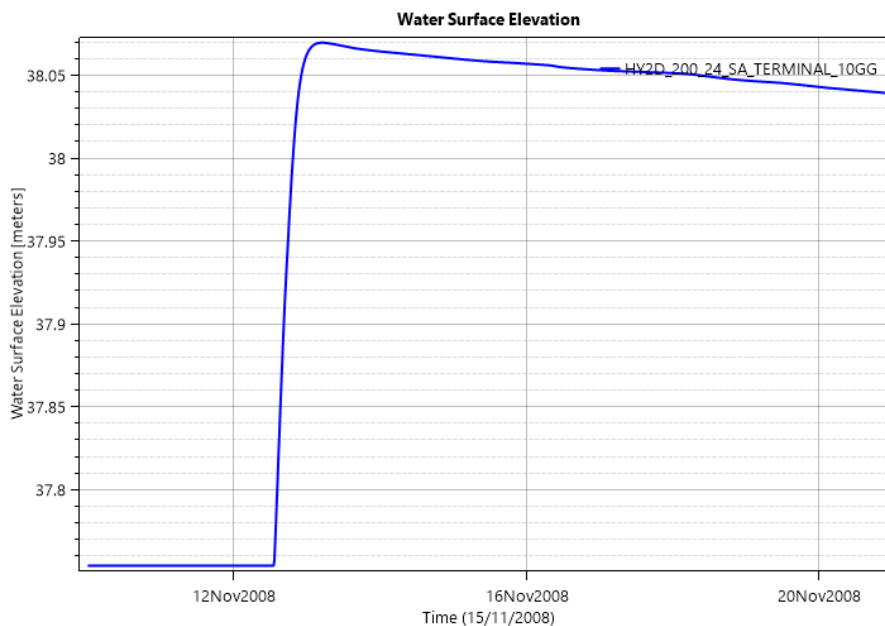


Figura 3-3 – F. Arno – Livelli TR200 anni 24 h - Nord-Est Terminal

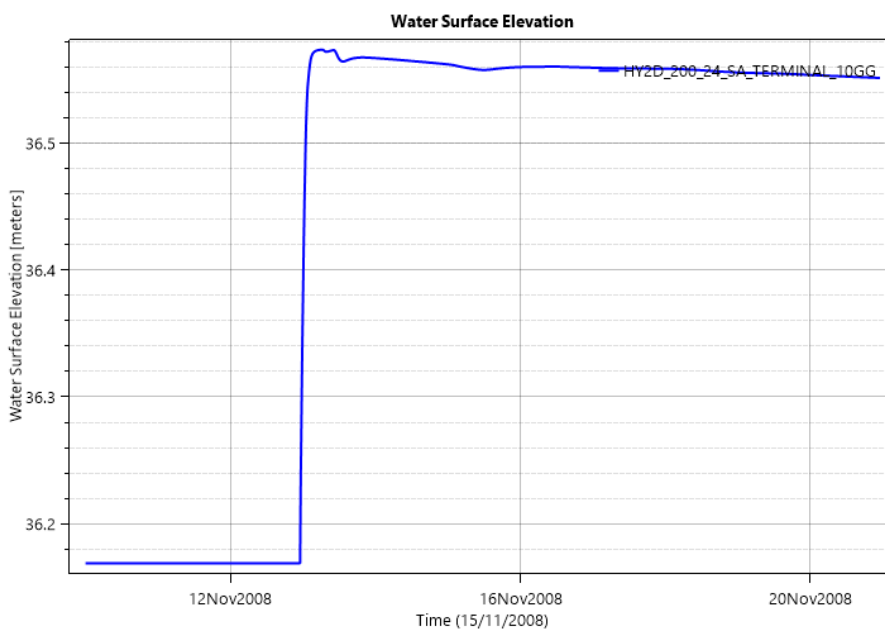


Figura 3-4 – F. Arno – Livelli TR200 anni 24 h – Raccordi piazzali Apron 200 e 300

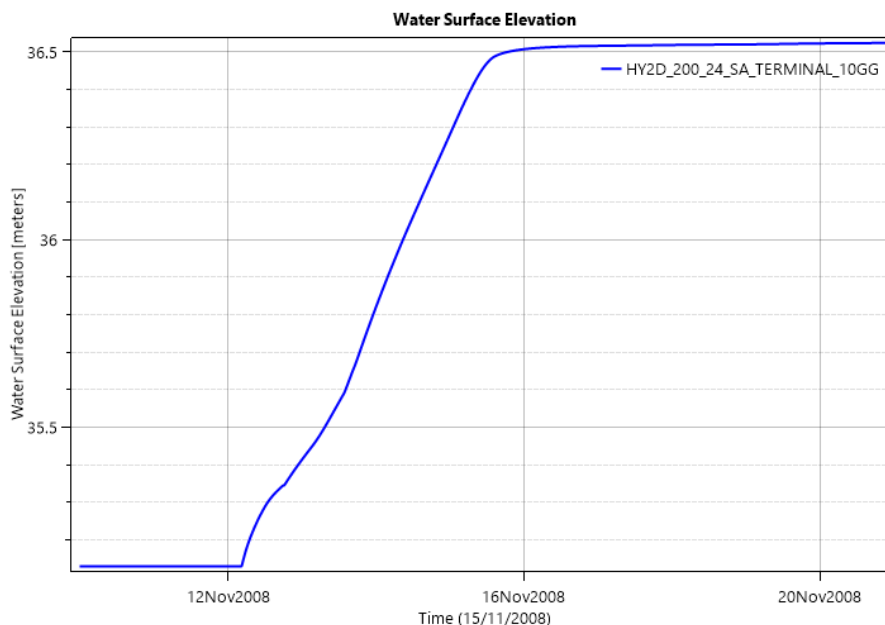


Figura 3-5 – F. Arno – Livelli TR200 anni 24 h – area compresa tra Canale dell'Aeroporto e il Collettore Sinistro

Per maggiori dettagli sui risultati del modello idraulico dello stato attuale si rimanda ai seguenti elaborati:

- FLR-MPL-SAI-IDRI-003-IL-PL Planimetria dei battenti massimi Arno TR 200 Stato Attuale
- FLR-MPL-SAI-IDRI-004-IL-PL Planimetria velocità Arno TR 200 Stato Attuale



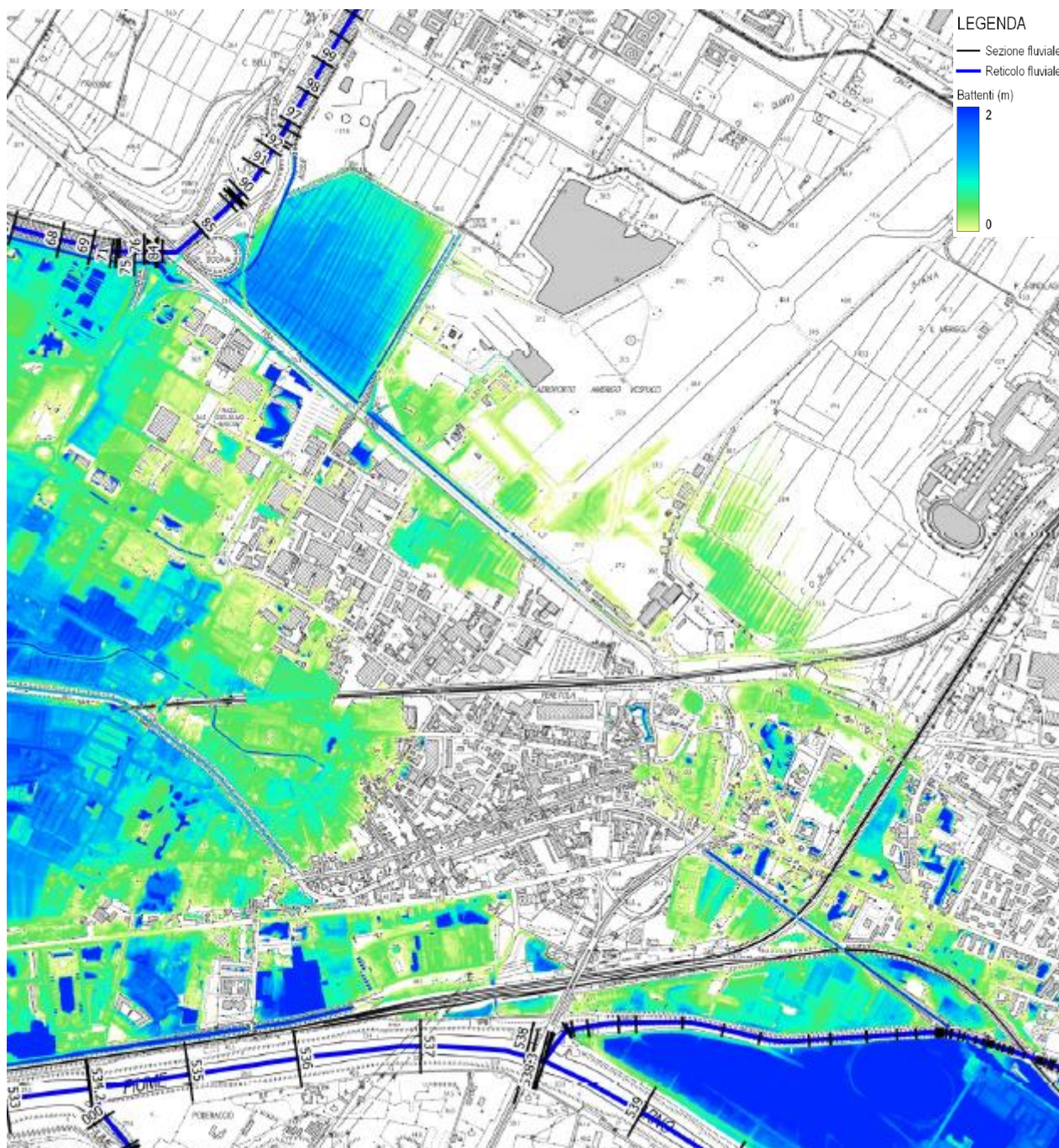


Figura 3-6 – F. Arno – Aree allagate evento TR=200 anni d=24h modello bidimensionale

Di seguito si riportano gli idrogrammi di esondazione che attraversano via Luder e concorrono all'allagabilità delle aree di interesse, nei vari scenari analizzati.



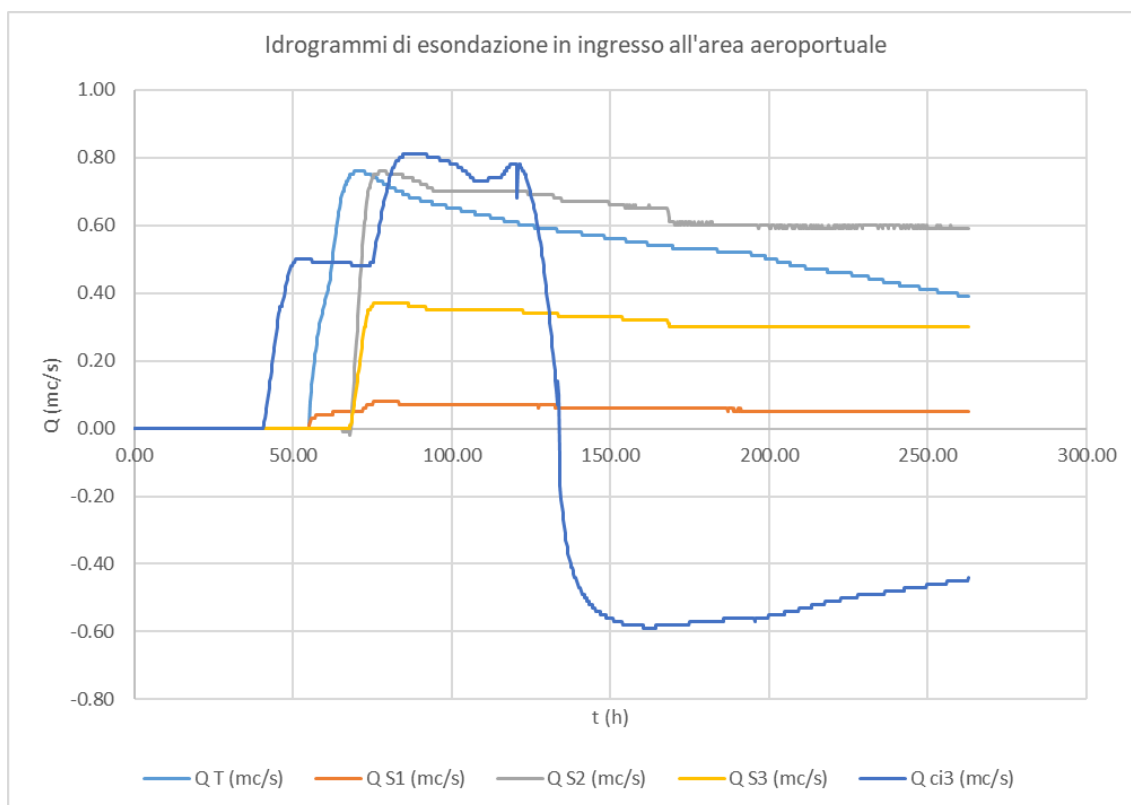


Figura 3-7 – F. Arno – Modello bidimensionale generale – Idrogrammi di esondazione area aeroportuale – Evento TR=200 anni d=24h

	<b>T</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>ci3</b>	<b>TOT</b>
VOL (1000mc)	407	44	447	223	-39	<b>1082</b>

Tabella 3 – F. Arno – Modello bidimensionale - Area aeroportuale - Volumi di esondazione

### 3.2 Modellazione idraulica reticolo secondario (Canale di Cinta Orientale)

In analogia con quanto condotto sul reticolo principale, è stata eseguita un'analisi idraulica analitica anche sul reticolo secondario che concorre a determinare le condizioni di allagabilità sulle aree di intervento (Canale di Cinta Orientale) al fine di accertare l'invarianza idraulica delle opere in progetto come previsto dal Piano di Bacino e dalla LR 41/2018.

Il modello idraulico implementato è stato mutuato dalle indagini idrauliche di approfondimento a supporto della Variante Urbanistica per la realizzazione del nuovo aeroporto redatte nel 2018 a partire dal quale sono state condotte ulteriori analisi in approfondimento al fine di determinare nel dettaglio la dinamica di esondazione e verificare l'efficacia e la compatibilità idraulica degli interventi per la gestione del rischio idraulico attraverso modellistica numerica dello stato di progetto.

#### 3.2.1 Modello bidimensionale

Il modello idraulico generale del sistema di acque alte sviluppato a supporto della Variante al Masterplan Aeroportuale e del PUE di Castello analizza il reticolo idraulico costituito dal Fosso Reale e dai due suoi affluenti Canali di Cinta Orientale e Occidentale. Si tratta di una modellazione di moto vario monodimensionale in alveo e bidimensionale al di fuori dell'alveo inciso, che utilizza come base dati il rilievo Lidar a cella 1x1m (Figura 3-8). Le simulazioni idrauliche eseguite per tempo di ritorno 200 anni mostrano esondazioni dovute al Canale di Cinta Orientale che arrivano ad interessare le aree destinate al nuovo Terminal (evento critico TR=200 anni durata 1h, Figura 3-9) e la pista.

Le criticità idrauliche del reticolo sono essenzialmente dovute a quote arginali ed attraversamenti stradali insufficienti. In particolare, nel primo tratto, posto nel territorio comunale di Firenze, risultano inadeguati quattro tombini, mentre nel secondo tratto, che insiste nel Comune di Sesto Fiorentino, il Canale di Cinta risulta inadeguato a partire dalla confluenza con il Fosso del Termine.

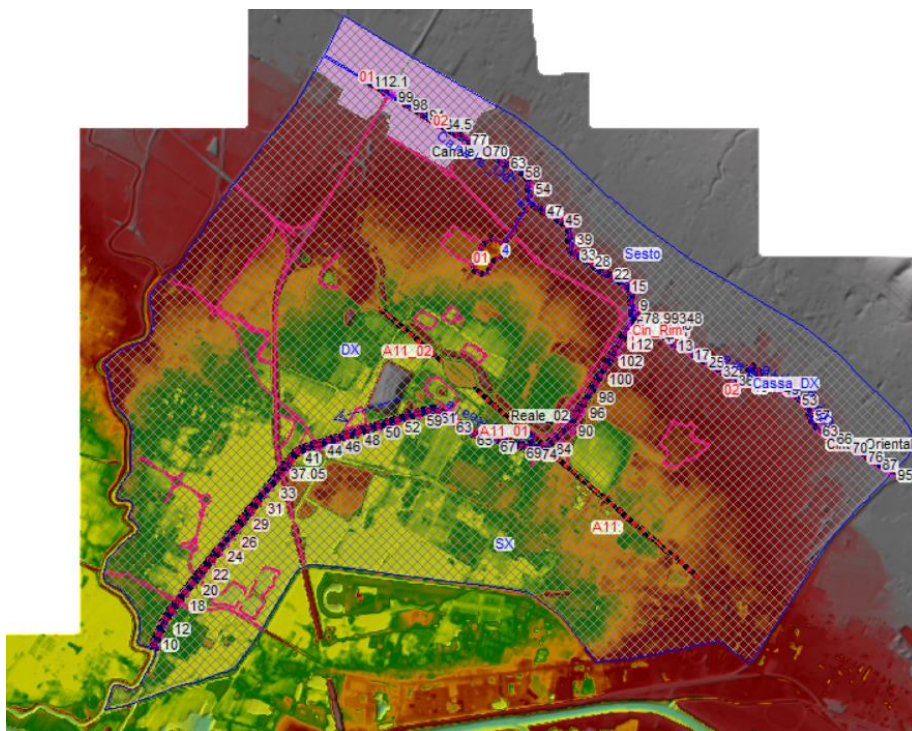


Figura 3-8 – Canale di Cinta Orientale – Modello bidimensionale generale

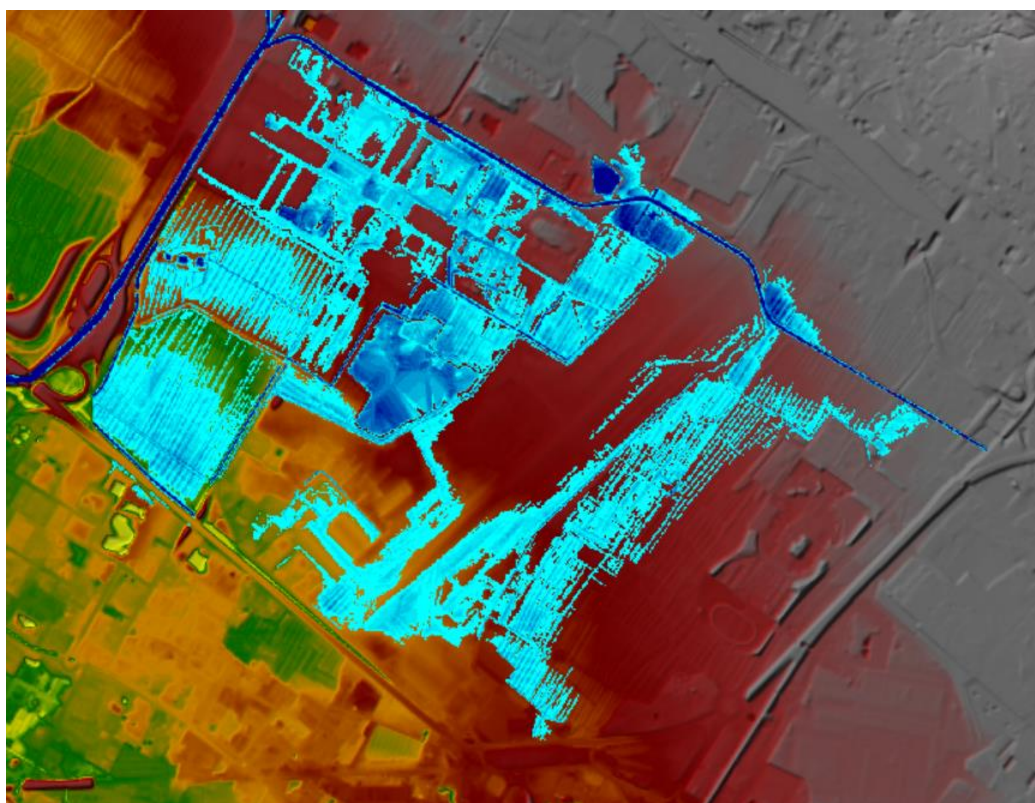


Figura 3-9 – Canale di Cinta Orientale – Aree allagate evento TR=200 anni d=1h modello bidimensionale generale stato attuale

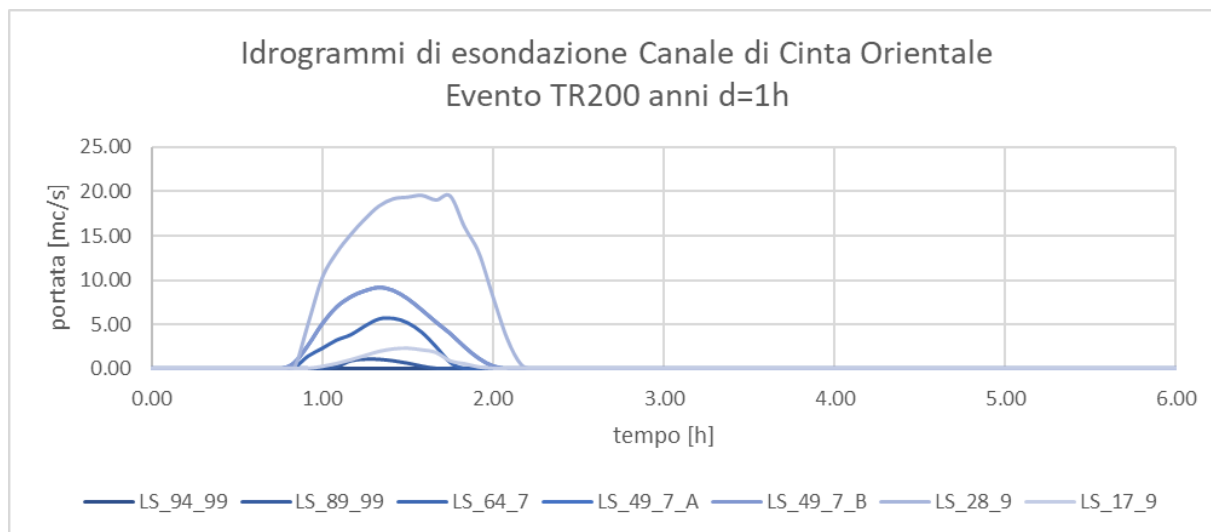


Figura 3-10 – Canale di Cinta Orientale – Modello bidimensionale generale – Idrogrammi di esondazione area aeroportuale – Evento TR=200 anni d=1h

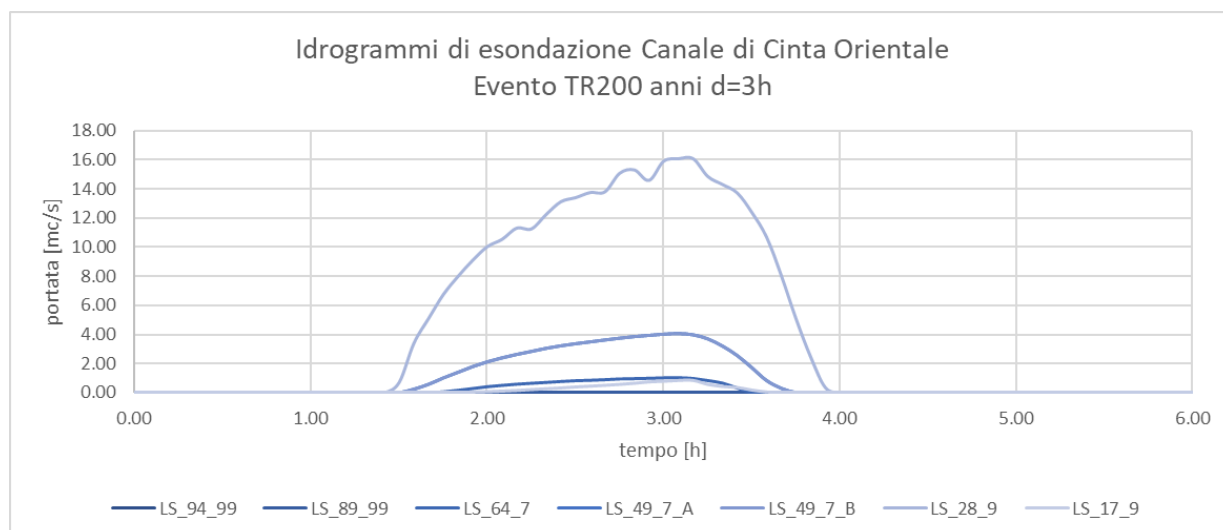


Figura 3-11 – Canale di Cinta Orientale – Modello bidimensionale generale – Idrogrammi di esondazione area aeroportuale – Evento TR=200 anni d=3h

	<b>Portata di picco [mc/s]</b>						
	LS_94_99	LS_89_99	LS_64_7	LS_49_7_A	LS_49_7_B	LS_28_9	LS_17_9
TR200 1h	0.0	1.1	5.7	9.2	9.2	19.6	2.3
TR200 3h	0.0	0.0	1.0	4.0	4.0	16.1	0.9

	<b>Volumi di transito [mc]</b>							
	LS_94_99	LS_89_99	LS_64_7	LS_49_7_A	LS_49_7_B	LS_28_9	LS_17_9	totale
TR200 18h	0	1554	11802	23574	23574	64956	4530	129990
TR200 24h	0	0	4491	20325	20325	95070	2544	142755

Tabella 4 – Canale di Cinta Orientale – Modello bidimensionale generale - Area aeroportuale - Valori di picco e volumi di esondazione

## 4 INTERVENTI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

### 4.1 Criteri progettuali

Alla luce dell'inquadramento normativo e dei risultati della modellazione analitica sviluppata sia sul reticolo principale che sul reticolo secondario per la definizione delle condizioni di allagabilità sulle aree di intervento, gli obiettivi da traguardare sono i seguenti:

- messa in sicurezza delle aree del nuovo terminal passeggeri e relative pertinenze con compenso dei volumi per il non aggravio del rischio alluvioni in altre aree, come previsto dall'art 84 del nuovo PO del Comune di Firenze, garantendo un franco di almeno 50cm rispetto al livello TR200 anni;
- messa in sicurezza della pista di volo per eventi duecentennali del Fiume Arno e da Canale di Cinta
- messa in sicurezza del sottopasso stradale per eventi duecentennali del Fiume Arno e da Canale di Cinta

Ai fini del non aggravio dovranno essere previsti interventi per la gestione del rischio atti a garantire l'invarianza idraulica nel contesto di pericolosità da alluvione interessato dall'intervento.

La maggiore impermeabilizzazione dei suoli causata dalla trasformazione del territorio prevista in progetto, da rurale a urbanizzato, determinerà l'incremento delle portate idrauliche convogliate al recettore finale (Canale dell'Aeroporto). Al fine di mitigare questo effetto, si prevedono sistemi di compensazione idraulica (auto-contenimento), quali aree di volano idrico o reti di compenso in linea, affinché la portata drenata sia immessa nel reticolo idrografico previa laminazione. I criteri di "auto-contenimento" previsti nel vigente "Piano Generale di Bonifica -aggiornamento 1988", prevedono che la portata unitaria recapitata al reticolo idrografico risulti pari a **2,6 l/s/ha** nell'area a sud del Collettore di Cinta Orientale (Acque Basse).

Nella progettazione degli interventi per la gestione del rischio alluvioni e per la compensazione idraulica sono stati utilizzati i seguenti criteri generali:

- laddove possibile, saranno privilegiate strutture compensative con svuotamento a cadente naturale;
- saranno limitate le opere di invaso interrate;
- le aree di compenso a cielo aperto saranno previste asciutte in condizioni ordinarie al fine di non interferire con l'operatività aeroportuale e non incidere sui livelli di safety (né incrementare il rischio di *wildlife strike*) vista la prossimità della pista di volo;

In definitiva, per la gestione del rischio alluvione in occasione di eventi eccezionali (frequenza di allagamento duecentennale) si prevedono interventi a cielo aperto (aree ad esondazione controllata), con svuotamento a



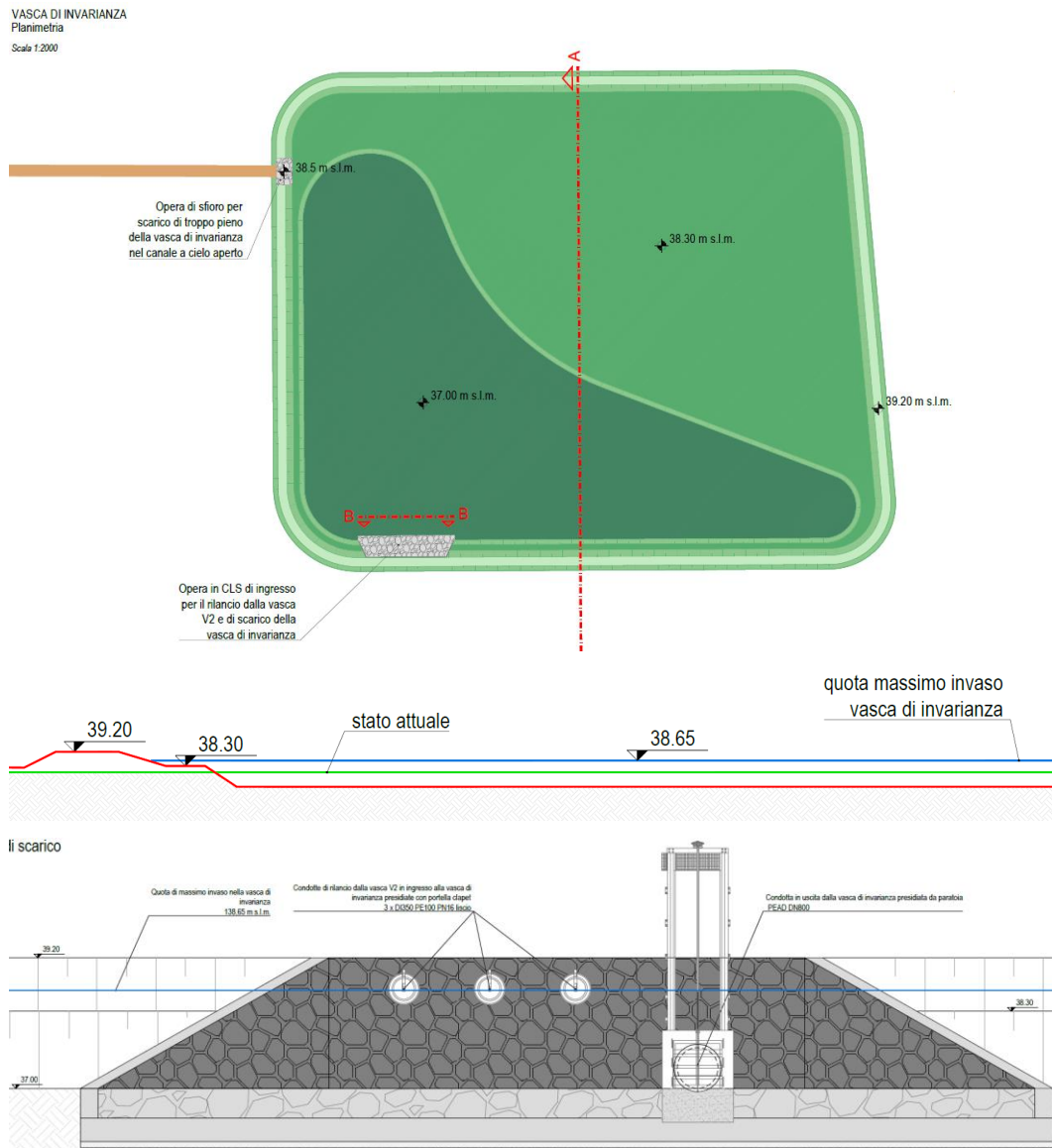
gravità, mentre per il compenso di volumi per eventi ordinari (frequenza di allagamento ventennale) saranno previste vasche interrato a sollevamento meccanico per la restituzione controllata al recettore finale.

Per la gestione del rischio idraulico da reticolo principale e secondario, le opere saranno dimensionate in modo da garantire, come prevede la norma, l'assenza di aggravio del rischio in altre aree ed il recupero statico dei volumi attesi sulle aree di intervento previste alla quota di sicurezza idraulica. A tal fine, sono stati previsti interventi di riconnessione idraulica per ripristinare il naturale deflusso di inondazione in modo compatibile con il masterplan, che continueranno ad allagarsi come allo stato attuale. La funzionalità e l'efficacia di tali opere è stata verificata tramite modellazione idraulica analitica dello stato di progetto.

#### 4.2 Descrizione degli interventi per la gestione del rischio da reticolo principale (Fiume Arno)

Nel presente paragrafo sono descritti gli interventi previsti per la gestione del rischio da alluvione da Reticolo Principale (Fiume Arno) relativamente al Masterplan:

- Rialzamento del piano campagna area del Nuovo Terminal Passeggeri e relative pertinenze, con quota non inferiore a 38.50 mslm come previsto dall'art 84 del nuovo PO del Comune di Firenze, garantendo un franco di almeno 50cm rispetto al livello TR200 anni;
- Realizzazione di invaso secco fruibile a cielo aperto progettata secondo criteri SUDS (Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile) finalizzata alla gestione dei volumi di transito attesi dal reticolo principale, con scarico a gravità e restituzione nel Canale dell'Aeroporto nel rispetto del valore indice di 2.6 l/s\*ha. Quale area di compenso a cielo aperto è stata individuata l'esistente vasca recentemente realizzata a servizio della Scuola Marescialli di Castello, opportunamente riprofilata e parzialmente riprofilata al suo interno in base al nuovo assetto infrastrutturale del Terminal e in considerazione dei volumi di invaso necessari. L'invaso in oggetto avrà, nella sua configurazione di progetto, una superficie utile di 55.000 mq, con una quota minima del fondo pari a 37 m slm, sommità arginali a quota 39.2 m slm, quota di massimo invaso pari a 38.65 m slm, volumi di massimo invaso pari a 47.000 mc. L'invaso avrà un uso plurimo, ovvero sarà destinato al compenso dei volumi di esondazione del Fiume Arno e, nel transitorio, del Canale di Cinta Orientale, ai fini della gestione del rischio idraulico e garantirà, altresì, la gestione ottimale delle acque meteoriche interne al comparto per eventi non ordinari eccedenti la capacità di invaso della vasca interrata V2.

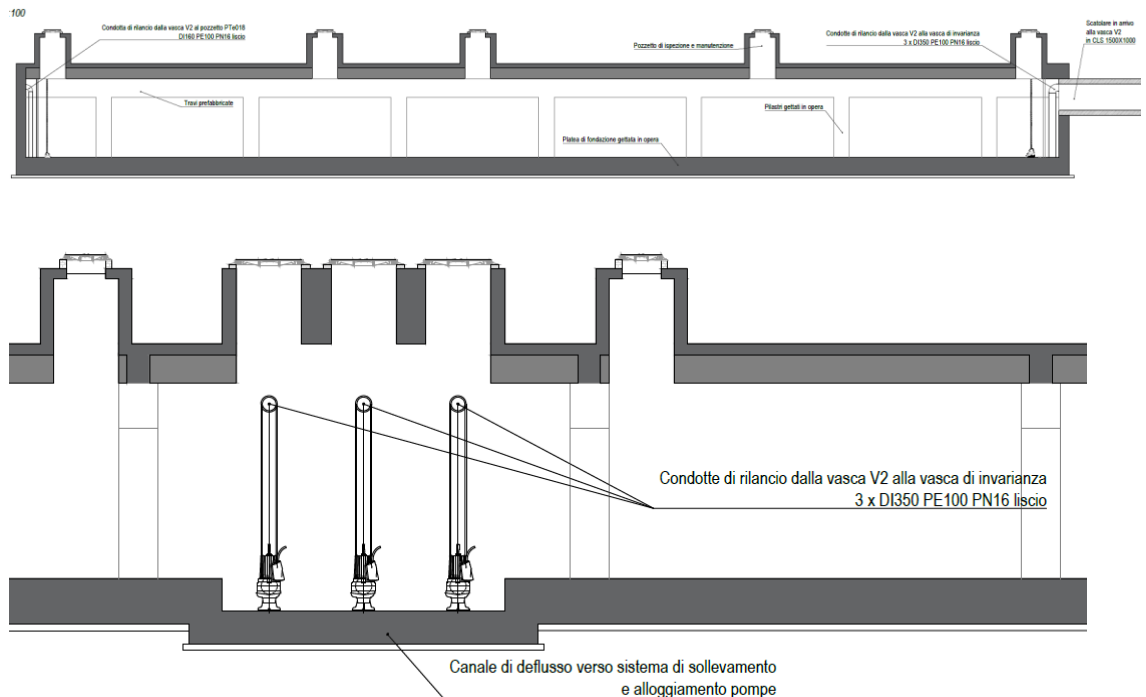


In sostituzione dell'attuale invaso recentemente realizzato dal Consorzio PUE e posto a servizio della Scuola Marescialli di Castello, si prevede la realizzazione di un nuovo invaso, posto in continuità con l'esistente. La scelta progettuale trova la propria giustificazione tecnica nella posizione attuale dell'invaso esistente, maggiormente prossimo agli areali di cui agli interventi di progetto qui in esame, consentendone così lo svuotamento a gravità, nonché nell'invarianza localizzativa, ai fini idraulici, della funzionalità dell'invaso attualmente a servizio della Scuola marescialli, facilmente alimentabile e svuotabile anche nella nuova configurazione di progetto.

Come richiesto dal Comune di Firenze nell'ambito del procedimento di VIA/VAS integrato, ai sensi dell'art. 6 comma 3 ter del D. Lgs 152/2006 – fase di Scoping, saranno svolti a supporto della progettazione esecutiva:

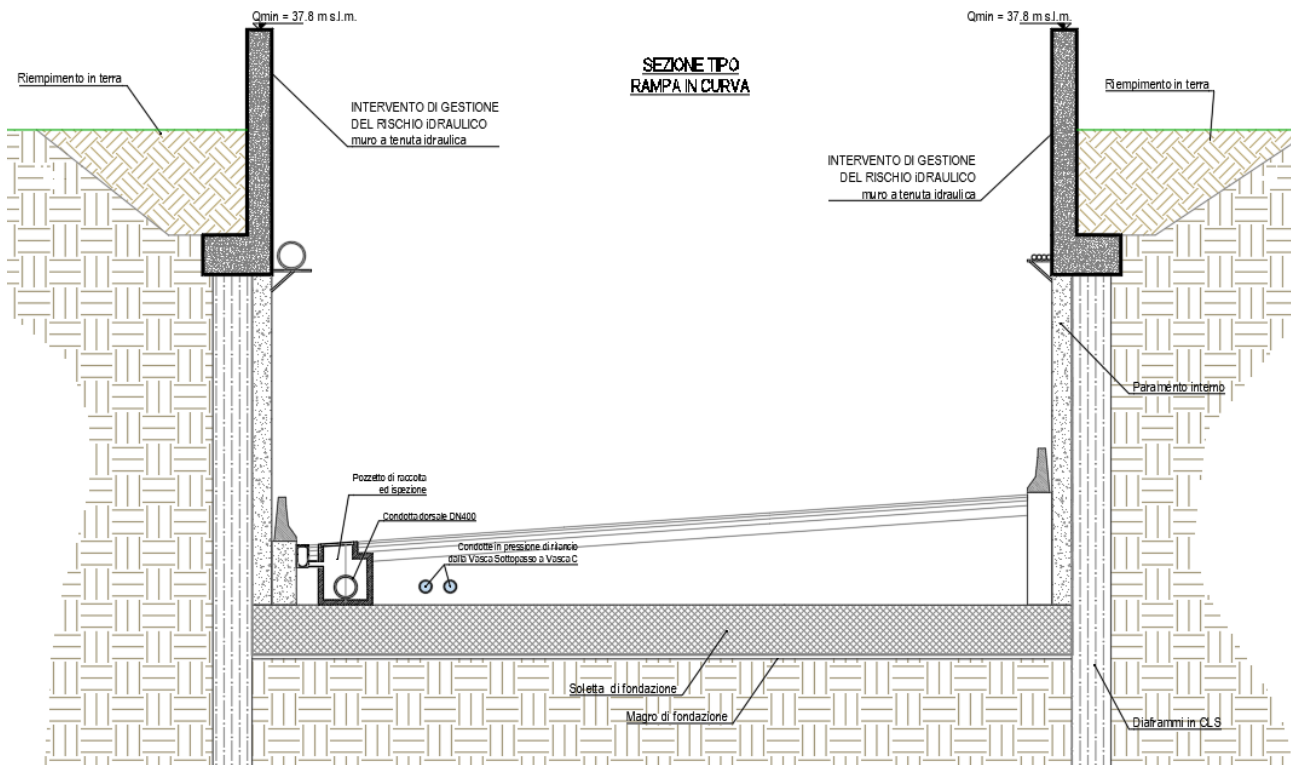
- rilievi plano-altimetrici per la verifica dell'efficienza e della funzionalità del nuovo bacino rispetto al contesto topografico e di drenaggio superficiale e alle previsioni del piano di urbanistico;
- indagini integrative per verificare la presenza di eventuali fenomeni di risalita della falda superficiale.

- realizzazione di un vasca interrata V2 per l'invaso e la gestione delle acque meteoriche e dei volumi di esondazione del Fiume Arno in transito.
- Canale grigliato per l'intercettazione dei deflussi di esondazione provenienti dal Fiume Arno con recapito in vasca interrata V2 e sollevamento verso l'invaso secco fruibile a cielo aperto;



- Canale di gronda con funzione di riconnessione idraulica dei deflussi del F. Arno per eventi TR 200 anni ripristinando le attuali condizioni di allagamento.
- Per la realizzazione della nuova pista aeroportuale e del sottopasso stradale gli interventi di gestione del rischio alluvione riguardano:
  - Realizzazione di argine strada per il ripristino dell'attuale disconnessione costituita dall'arginatura del Fosso Reale, a quota minima di 37.80 mslm

- Muri in c.a a chiusura del sottopasso stradale con quota di testa muro a quota 37.80 mslm, previsti sulla rampa sud e nord;



Gli interventi descritti sono rappresentati nelle seguenti tavole:

- FLR-MPL-SAI-IDRI-005-IL-PL Planimetria degli interventi per il rischio alluvioni
- FLR-MPL-SAI-IDRI-006-IL-SE Sezioni tipologiche e particolari costruttivi

L'efficacia degli interventi proposti per la gestione del rischio è stata verificata attraverso modellistica numerica.

Gli ambiti del nuovo Masterplan facenti parte dell'attuale assetto aeroportuale ed oggetto di riconfigurazione, come il piazzale Apron100 e relativo ampliamento, non sono stati previsti in condizioni di sicurezza idraulica e, pertanto, la fattibilità è condizionata dal rispetto dell' art13 della LR41/2018, così come integrato dall'art 84 delle NTA del PO comunale.

Tali aree ricadono, in base al nuovo strumento di pianificazione, in aree a magnitudo moderata, per le quali velocità è battenti sono limitati ( $h < 0.5\text{m}$  e  $vel < 1\text{m/s}$ ), tali da assicurare il non superamento del rischio medio R2 a condizione che siano individuate le misure preventive atte a regolarne l'uso in caso di eventi alluvionali

La geometria della configurazione di progetto schematizza:

- la messa in sicurezza delle aree del Terminal
- canale di intercettazione dei volumi di esondazione dell'Arno provenienti da Viale Luder
- Vasca interrata V2 (capacità invaso massima 7000mc)
- Area di esondazione controllata a cielo aperto (ex Cassa Marescialli)
- Canale di gronda per la riconnessione idraulica, ai fini del ripristino della dinamica esondativa sui territori posti a valle degli interventi,
- la chiusura idraulica realizzata dal nuovo rilevato stradale e la chiusura idraulica del sottopasso stradale.

#### 4.3 Descrizione degli interventi per la gestione del rischio da reticolo secondario (Canale di Cinta Orientale)

Nel presente paragrafo sono descritti gli interventi previsti per la gestione del rischio da alluvione da Reticolo secondario del Canale di Cinta Orientale.

Dalle risultanze degli studi idraulici sul sistema di acque alte di supporto alla Variante Urbanistica del Masterplan Aeroportuale e del PUE di Castello, risulta che l'intervento di progetto ricade in aree attualmente allagabili per eventi con TR200 anni per esondazioni dal Canale di Cinta Orientale. Il modello bidimensionale di dettaglio sviluppato a supporto della progettazione conferma le risultanze degli studi idraulici a supporto del masterplan e stima battenti massimi attesi sulle aree di intervento di circa 15-20 cm.

In ottemperanza ai disposti di cui alla L.R. n.41/2018, l'intervento per la gestione del rischio derivante dal Canale di Cinta Orientale sull'area di masterplan può essere attuato mediante la realizzazione di opere idrauliche sul corso d'acqua che assicurino l'assenza di allagamenti (opere di cui all'art. 8 c.1 lettera a).

Come si desume dagli studi idraulici succitati, le criticità idrauliche del Canale di Cinta Orientale sono essenzialmente dovute ad attraversamenti stradali e quote arginali insufficienti. Con **l'adeguamento di n.4 attraversamenti ed il sovrizzo dei cigli di sponda, unitamente alla realizzazione della cassa "UNIFI"** (relativamente alla quale il Consorzio di Bonifica periodicamente ricorda all'Università l'urgenza dell'opera) gli allagamenti sul territorio vengono totalmente eliminati.

Si riportano di seguito nel dettaglio gli interventi necessari.



Il primo attraversamento interessa sia la strada via Lorenzini e che l'adiacente viale XI Agosto. Questo attraversamento è composto di una sezione più angusta, ad arco sotto via Lorenzini ed una più ampia in prosecuzione del precedente sotto il viale XI agosto. L'adeguamento della prima parte del tombino per ricondurlo alle dimensioni dell'adiacente tombino scatolare comporta anche il rialzamento della livelletta stradale di via Lorenzini.



*Figura 4-1 – Tombino Via Lorenzini-Viale IX Agosto – vista da valle*

Il secondo attraversamento è di accesso all'ex stabilimento "Sun Chemicals". Per il suo adeguamento occorre demolire il manufatto esistente provvedendo a realizzare un nuovo impalcato il cui intradosso sia almeno pari al piano campagna esistente.



*Figura 4-2 – Tombino di accesso ex stabilimento "Sun Chemicals"*

Il terzo attraversamento un vecchio accesso non avente ormai alcuna funzione e pertanto si può ipotizzare la sua demolizione senza ricostruzione.



Figura 4-3 – Tombino in disuso senza funzionalità

Il quarto attraversamento ha lunghezza di circa 60 m, la viabilità (Via delle Due Case) lo attraversa in posizione molto inclinata, con angolo acuto rispetto all'asse del canale. Il tombino dà inoltre accesso al centro ippico Due Case. In sostituzione del tombino di attraversamento esistente si prevede la costruzione di un ponticello di luce 10 m più a ovest dell'attuale, in accordo alla nuova viabilità del PUE di Castello.



Figura 4-4 – Attraversamento Via delle Due Case

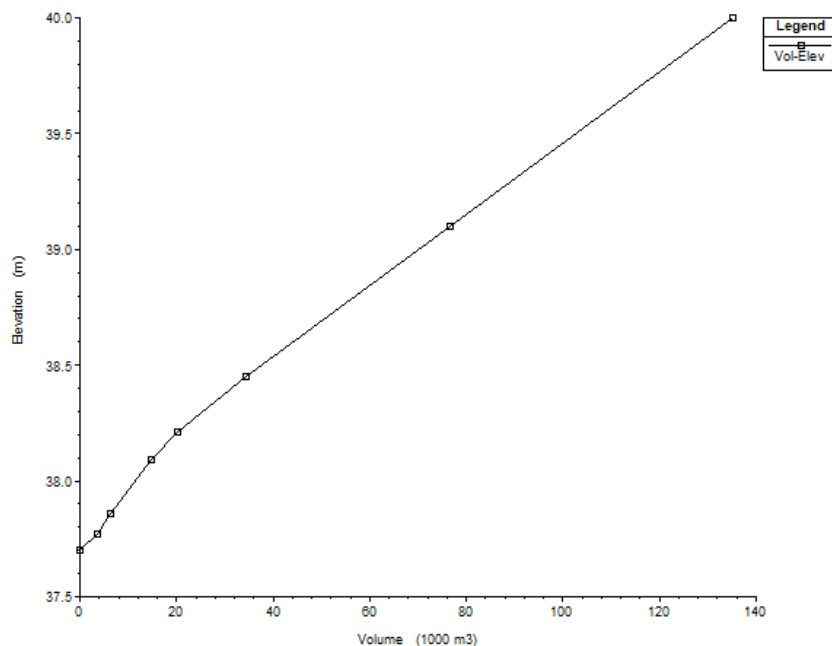
Per quanto riguarda gli interventi previsti nel tratto di valle, nel territorio comunale di Sesto Fiorentino, questi risultano già da tempo pianificati, nonché previsti nel Piano Strutturale comunale in relazione alla sicurezza idraulica dell'urbanizzazione del Polo Scientifico e Tecnologico Universitario. Si tratta, in particolare, della realizzazione della cassa d'espansione del Polo Universitario e dell'adeguamento dei cigli di sponda del canale in sinistra idraulica per un tratto di lunghezza circa 300 m, contenuti nel progetto: "Progettazione delle opere di messa in sicurezza idraulica del Polo Scientifico e Tecnologico di Sesto Fiorentino" - 2012 redatto dall'Università di Firenze e già approvato da specifica conferenza di servizi.

## 5 ANALISI IDRAULICA STATO DI PROGETTO

### 5.1 Modellazione idraulica reticolo principale (Fiume Arno)

Il modello idraulico dello Stato di Progetto, implementato inserendo nel modello Attuale tutti gli interventi proposti, presenta le modifiche riportate di seguito:

- Inserimento nel modello digitale del terreno della superficie di progetto della pista di volo e dell'ampliamento dell'Apron100
- Inserimento nel modello digitale del terreno della nuova viabilità
- Inserimento nel modello digitale del terreno del Nuovo Terminal in sicurezza idraulica, dell'area di invarianza idraulica e della nuova area a servizio della Caserma Marescialli
- Inserimento nel modello digitale del terreno della Vasca C (modellata, a favore di sicurezza, con condizione iniziale di massimo invaso)
- Implementazione della vasca di invarianza idraulica per il Nuovo Terminal modellata come cella di accumulo con la seguente curva di invaso e canale di gronda/troppo pieno con quota di fondo pari a 38.50 mslm



- Schematizzazione del sistema di intercettazione dei volumi provenienti da via Luder mediante cella d'accumulo e sollevamento verso la vasca di invarianza idraulica con portata costante pari a 0.7 mc/s, per garantire la riconnessione idraulica
- Muri a protezione del sottopasso stradale a quota 37.80 mslm



Tutti gli altri parametri modellistici rimangono invariati rispetto alla configurazione attuale. Gli eventi meteorici su cui è stato cimentato il modello di progetto sono gli analoghi dello stato attuale, ovvero tempo di ritorno 200 anni e durate di 18, 24 e 36h.

Per maggiori dettagli in merito al modello idraulico di progetto si rimanda all'elaborato FLR-MPL-SAI-IDRI-007-IL-PL Planimetria modello idraulico Arno Stato di Progetto

## 5.2 Analisi dei risultati reticolo principale (Fiume Arno)

Dall'analisi dei risultati si evince che:

- Il nuovo terminal risulta in sicurezza idraulica;
- L'invaso secco fruibile a cielo aperto funzionale alla gestione delle acque di esondazione del F. Arno 47.000 mc alla quota di massimo invaso pari a 38.65 mslm;
- Il canale di riconnessione idraulica è con quota di fondo a 38.50 mslm entra in funzione e trasferisce le acque di esondazione verso nord-ovest per ricostituire la configurazione delle esondazioni dello stato attuale, senza aggravio del rischio nelle aree contermini;
- La pista di volo e il sottopasso stradale risultano in sicurezza idraulica per eventi contempo di ritorno duecentennali;
- L'areale compreso tra la nuova viabilità (con funzione di chiusura idraulica) e il rilevato del sedime aeroportuale, in corrispondenza della Vasca C, è caratterizzato da livelli massimi pari a 36.80 mslm.

Gli interventi di progetto funzionali alla gestione del rischio da alluvione sono tali da garantire il sostanziale non aggravio del rischio nelle aree contermini, come mostrato nella seguente immagine, dove è rappresentata la differenza di battenti tra Stato di Progetto e Stato Attuale.

Gli effetti degli interventi di masterplan, in generale limitati, sono principalmente circoscritti nell'area ad est rispetto all'autostrada dove si evidenziano incrementi di battenti fino a 10 cm su zone verdi e/o che interessano aree di sedime aeroportuale, comunque già allagabili nella configurazione attuale.

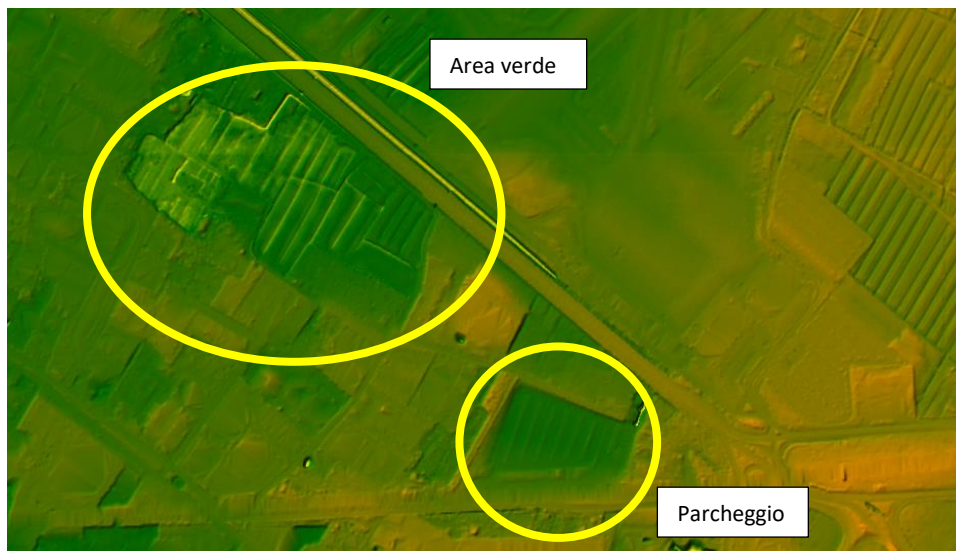
Ad ovest dell'Autostrada si riscontrano modesti incrementi di battenti in zone che risultano già allagabili allo stato attuale in quanto costituite da depressioni naturali dove sono favoriti naturali fenomeni di ristagno d'acqua.

Si precisa inoltre che le due aree suddette, area verde e attrezzata a parcheggio, sono a danno potenziale assente, considerando l'entità del battente atteso e le velocità di scorrimento molto basse, pari a circa 0.1 m/s;

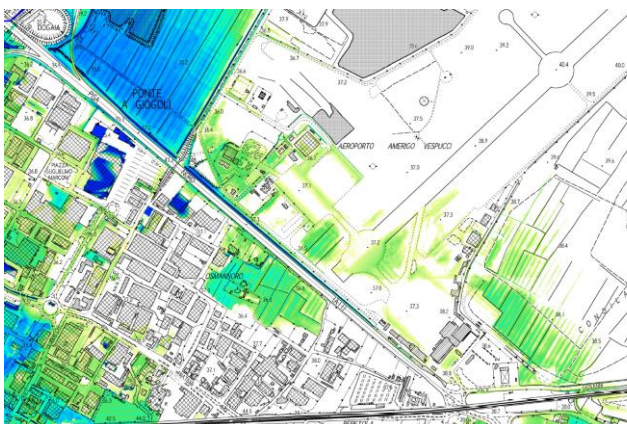
In ogni caso, nelle suddette aree, l'impatto delle opere in progetto non determina un incremento di classe della magnitudo per l'evento duecentennale.

Le aree maggiormente interessate da incrementi di livello risultano, invece, quelle previste per l'accumulo controllato dei volumi di esondazione costituite dalla "Vasca C", che consente un ulteriore invaso in caso di evento con TR 200 anni del F. Arno pari a circa 124.000 mc e l'area di invaso ex Caserma Marescialli.

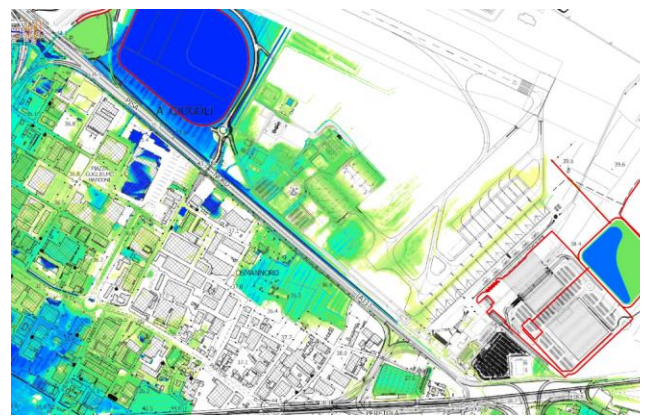
Modello digitale del terreno



Battenti massimi TR200 SA



Battenti massimi TR200 SP





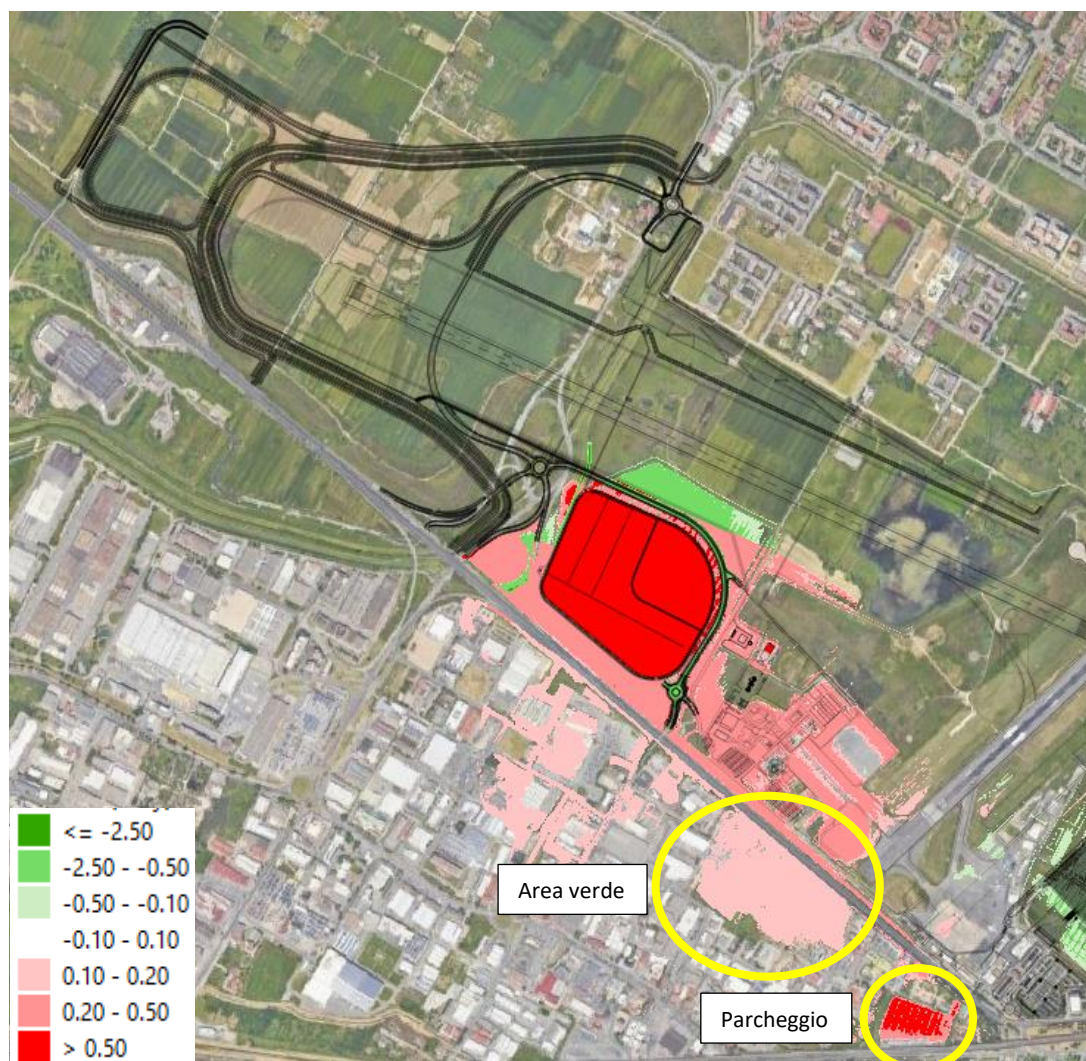


Figura 5-1: Differenza di battenti massimi per evento TR200 anni



### 5.3 Modellazione idraulica e analisi dei risultati reticolo secondario (Canale di Cinta Orientale)

Le criticità idrauliche del reticolo sono essenzialmente dovute a quote arginali ed attraversamenti stradali insufficienti. In particolare, nel primo tratto, posto nel territorio comunale di Firenze, risultano inadeguati n.4 tombini, mentre nel secondo tratto, che insiste nel Comune di Sesto Fiorentino, il Canale di Cinta risulta inadeguato a partire dalla confluenza con il Fosso del Termine.

Con la realizzazione della "cassa UNIFI" prevista in prossimità dell'area del Polo, l'adeguamento dei n.4 attraversamenti e il sovrizzo dei cigli di sponda, gli allagamenti sul territorio vengono totalmente eliminati (Figura 5-3) garantendo la messa in sicurezza delle aree interessate dal nuovo masterplan 2035.



Figura 5-2 – Canale di Cinta Orientale – Interventi di progetto previsti nel Masterplan Aeroportuale e nel PUE di Castello

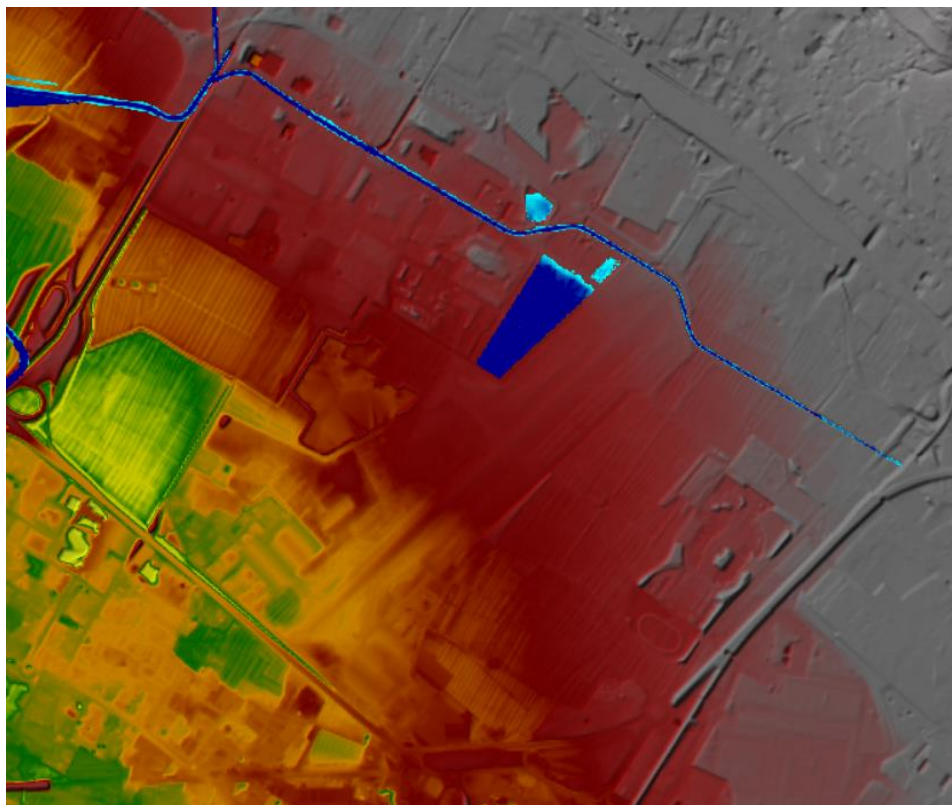


Figura 5-3 – Canale di Cinta Orientale – Aree allagate evento TR=200 anni d=1h modello bidimensionale generale stato di progetto