



REGIONE TOSCANA GIUNTA REGIONALE

DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE
SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO SUPERIORE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CASTRO DALLA LOC. COGNAIA FINO AL PONTE DELLA PARATA E DEL TORRENTE BICCHIERAIA DALLA LOC. LA PACE ALLA CONFLUENZA NEL COMUNE DI AREZZO

CUP: D13H20000190002

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

CODICE PROGETTO: DODS2019AR0002

ELABORATI PROGETTUALI - STRALCIO FUNZIONALE 1 PP01 - RELAZIONE ILLUSTRATIVA

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

ING. MARIANNA BIGIARINI

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI PROFESSIONISTI

MANDATARIO



Via Aretina 167/b
Firenze (FI) 50136
tel. 055.6587050
info@studiohydrogeo.it

MANDANTE



Lungarno Guido Reni, 55
San Giovanni Valdarno (AR) 52027
tel. 055.9155832
info@gheta.it

MANDANTE



Viale Colombo, 9bis
Marina di Carrara (MS) 54033
tel. 0585.1812375
info@tecnocreo.it

MANDANTE



Via Masaccio, 242
Firenze (FI) 50132
tel. 055.577860
ing.cantinileonardo@gmail.com

REV.	DATA EMISSIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	DICEMBRE 2020	G.GAZZINI	G.GAZZINI	G.GAZZINI

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. RICOGNIZIONE, RACCOLTA ED ANALISI DATI ESISTENTI	6
2.1 DATI CARTOGRAFICI, TOPOGRAFICI ED INDAGINI DIRETTE	6
2.2 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE PAESAGGISTICA ED URBANISTICA	7
2.3 STUDI E PROGETTI DI OPERE IDRAULICHE SUL BACINO DEL T. CASTRO	7
2.4 DATI IDROLOGICI ED IDRAULICI.....	7
2.5 RETI DI SERVIZI E SOTTOSERVIZI	8
3. ANALISI DELLO STATO ATTUALE	9
3.1 TRATTO TOMBATO DEL T. CASTRO DAL PONTE DELLA PARATA A VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA	9
3.1.1 Comportamento idraulico del tratto tombato.....	9
3.2 TRATTO A CIELO APERTO DEL T. CASTRO DALLA LOCALITÀ COGNAIA AL PONTE DELLA PARATA	11
3.2.1 TRATTO C1 – Dalla Cassa di Cognaia a Via Viviani	11
3.2.2 TRATTO C2 – Lungo Via Viviani	12
3.2.3 PONTE DI VIA F. REDI	12
3.2.4 TRATTO C3 – Dal Ponte di Via F. Redi al ponte di Via E. Calò	13
3.2.5 PONTE DI VIA E. CALÒ	13
3.2.6 TRATTO C4 – Dal Ponte di Via E. Calò al Ponte di Via Anconetana	13
3.2.7 PONTE DI VIA ANCONETANA	14
3.2.8 TRATTO C5 – Dal Ponte di Via Anconetana al ponte di Via del Pantanino	14
3.2.9 PONTE DI VIA DEL PANTANINO	15
3.2.10 TRATTO C6 – Dal ponte di Via del Pantanino alla confluenza del T. Bicchieraia	15
3.2.11 TRATTO C7 – Dalla confluenza del T. Bicchieraia al Ponte della Parata	16
3.2.12 Comportamento idraulico del tratto a cielo aperto del T. Castro	16
3.3 TRATTO A CIELO APERTO DEL T. BICCHIERAIA DALLA LOCALITÀ LA PACE ALLA CONFLUENZA	22
3.3.1 PONTE DI MATRIGNANO	22
3.3.2 TRATTO B1 – Dal ponte di Matignano al ponte privato	22
3.3.3 PONTE PRIVATO	23
3.3.4 TRATTO B2 – Dal Ponte Privato alla passerella pedonale di Via Matignano	23
3.3.5 TRATTO B3 – Dalla passerella pedonale di Via Matignano al ponte di Vicchio	23
3.3.6 PONTE DI VICCHIO	24
3.3.7 TRATTO B4 – Dal Ponte di Vicchio al ponte di Castelsecco	24
3.3.8 PONTE DI CASTELSECCO	25
3.3.9 TRATTO B5 – Dal Ponte di Castelsecco alla passerella pedonale di Via dell'Acropoli	25
3.3.10 TRATTO B6 – Dalla passerella pedonale di Via dell'Acropoli al Ponte di Viale R. Sanzio	26
3.3.11 PONTE DI VIALE R. SANZIO	26
3.3.12 TRATTO B7 – Dal ponte di Viale R. Sanzio alla confluenza nel T. Castro	26
3.3.13 Comportamento idraulico del tratto a cielo aperto del T. Bicchieraia	27
3.4 VERIFICHE IDRAULICHE DELLO STATO ATTUALE	33
4. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	35
4.1 ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI	35
4.2 PRINCIPI DI INSERIMENTO DEL PROGETTO NEL CONTESTO URBANO E SCELTA DEI MATERIALI	36

4.3	LE OPERE DI PROGETTO	39
4.4	VERIFICHE IDRAULICHE DELLO STATO DI PROGETTO	40
5.	LE OPERE DI PROGETTO DEL PRIMO STRALCIO FUNZIONALE	45
5.1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	45
5.1.1	<i>Interventi sul T. Castro.....</i>	<i>45</i>
5.1.2	<i>Interventi sul T. Bicchieraia.....</i>	<i>48</i>
5.2	RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE.....	51
5.3	INDIRIZZI PER LE SUCCESSIVE FASI PROGETTUALI	52

Indice delle figure

Figura 1: Torrente Castro – Officiosità idraulica stato attuale tratto tombato urbano – Scala di deflusso alla sezione di imbocco.....	10
Figura 2: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C1.....	11
Figura 3: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C2.....	12
Figura 4: Torrente Castro – Report fotografico Ponte di Via Redi.....	12
Figura 5: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C3.....	13
Figura 6: Torrente Castro – Report fotografico Ponte di Via Calò.....	13
Figura 7: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C4.....	14
Figura 8: Torrente Castro – Report fotografico Ponte di Via Anconetana.....	14
Figura 9: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C5.....	15
Figura 10: Torrente Castro – Report fotografico Ponte di Via del Pantanino.....	15
Figura 11: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C6.....	16
Figura 12: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C7.....	16
Figura 13: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C1 – Dalla Cassa di Cognaia a Via Viviani.....	18
Figura 14: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C2 – Via Viviani.....	18
Figura 15: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – PONTE VIA F.REDI.....	18
Figura 16: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C3 – Dal Ponte di Via F. Redi al ponte di Via E. Calò.....	19
Figura 17: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – PONTE VIA E.CALÒ.....	19
Figura 18: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C4 – Dal Ponte di Via E. Calò al Ponte di Via Anconetana.....	19
Figura 19: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – PONTE VIA ANCONETANA.....	20
Figura 20: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C5 – Dal Ponte di Via Anconetana al Ponte del Pantanino.....	20
Figura 21: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – PONTE DEL PANTANINO.....	20
Figura 22: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C6 – Dal Ponte del Pantanino alla confluenza del T. Bicchieraia.....	21
Figura 23: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C7 – Dalla confluenza del T. Bicchieraia al Ponte della Parata.....	21
Figura 24: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Ponte di Matignano.....	22
Figura 25: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B1.....	22
Figura 26: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Ponte Privato.....	23
Figura 27: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B2.....	23
Figura 28: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B3.....	24
Figura 29: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Ponte di Vicchio.....	24
Figura 30: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B4.....	24
Figura 31: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Ponte di Castelsecco.....	25
Figura 32: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B5.....	25
Figura 33: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B6.....	26
Figura 34: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Ponte di Viale Sanzio.....	26
Figura 35: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B7.....	27
Figura 36: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – TRATTO B1 – Dal ponte di Matignano al ponte privato.....	28
Figura 37: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – PONTE PRIVATO.....	29
Figura 38: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – TRATTO B2 – Dal Ponte Privato alla passerella di Via Matignano.....	29
Figura 39: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – TRATTO B3 – Dalla passerella di Via Matignano al ponte di Vicchio.....	29
Figura 40: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – PONTE DI VICCHIO.....	30
Figura 41: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – TRATTO B4 – Dal ponte di Vicchio al ponte di Castelsecco.....	30
Figura 42: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – PONTE DI CASTELSECCO.....	30
Figura 43: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – TRATTO B5 – Dal Ponte Castelsecco alla passerella di Via dell'Acropoli.....	31
Figura 44: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – TRATTO B6 – Dalla passerella di Via dell'Acropoli al Ponte di Viale Sanzio.....	31
Figura 45: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – PONTE DI VIALE SANZIO.....	31
Figura 46: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – TRATTO B7 – Dal ponte di Viale R. Sanzio alla confluenza nel T. Castro.....	32
Figura 47: Esempio di posa scogliera a salvaripa.....	37
Figura 48: Esempio di protezione al piede in scogliera.....	37
Figura 49: Esempio di muro in scogliera.....	38
Figura 50: Esempi di texture per muri in calcestruzzo.....	38
Figura 51: Esempio di percorso di servizio in materiali ecologicamente compatibili.....	38
Figura 52: Scala di deflusso Ponte della Parata – Stato di progetto SP1-SP2-SP3-SP4.....	42
Figura 53: Scala di deflusso Ponte della Parata – Stato di progetto SP5-SP6.....	42
Figura 54: Ipotesi di funzionamento Opera di Laminazione di San Firenze.....	42

1. PREMESSA

Nell'ambito del Documento Operativo di Difesa del Suolo approvato con DGRT n.224 del 25/02/2019, la Giunta Regionale ha finanziato la progettazione preliminare del progetto di "Sistemazione idraulica del torrente Castro dalla località Cognaia fino al ponte della Parata e del torrente Bicchieraia dalla località La Pace alla confluenza nel torrente Castro, nel Comune di Arezzo" CUP D13H20000190002, individuando il Settore Genio Civile Valdarno Superiore quale soggetto attuatore dell'intervento.

Con ordinazione del servizio, prot. AOOGR_0345985_2019-09-17, la progettazione preliminare è stata affidata all'ATI composta da Hydrogeo Ingegneria s.r.l. (mandataria); Ghea Engineering & Consulting s.r.l. (mandante); Tecnoceo s.r.l. (mandante); Ing. Leonardo Cantini (mandante).

A seguito dell'evento che ha colpito le province di Arezzo e Siena il 27 e 28 luglio del 2019, con Ordinanza n. 82/2020 il Commissario Delegato – O.C.D.P.C. n.611/2019 - ha stanziato un finanziamento di 3.088.350,00€ per la realizzazione dell'intervento, che verrà attuato dallo stesso Commissario avvalendosi del Settore Genio Civile Valdarno Superiore.

Obiettivo della Committenza è la definizione di un quadro di riferimento progettuale per l'attuazione degli interventi necessari alla riduzione del rischio idraulico ingenerato sul territorio comunale di Arezzo dai tronchi fluviali dei corsi d'acqua Torrente Castro, dalla località Cognaia al Ponte della Parata, e Torrente Bicchieraia, dalla località La Pace alla confluenza nel T. Castro.

Il progetto ha le seguenti finalità:

- a. Riduzione delle aree allagabili in occasione di eventi di piena eccezionali;
- b. Incremento dell'efficienza idraulica dei due corsi d'acqua;
- c. Riduzione del carico idraulico sulle infrastrutture e strutture idrauliche di contenimento, con rifacimento/adeguamento delle stesse laddove in condizioni idrauliche e/o strutturali precarie;
- d. Riassetto funzionale dei tratti fluviali oggetto di intervento con riorganizzazione degli spazi, realizzazione di nuovi accessi e piste di servizio per una migliore fruibilità ai fini della manutenzione e delle operazioni di polizia idraulica.

Le analisi svolte hanno riguardato il bacino del Torrente Castro fino al tratto tombato cittadino, con studio idraulico condotto nei tronchi fluviali oggetto di intervento.

Le fasi di lavoro, dettagliate nei capitoli seguenti e negli elaborati grafici del presente progetto, nonché nello studio idrologico idraulico generale, sono così sintetizzabili:

- Individuazione delle criticità del reticolo oggetto di studio allo stato attuale;
- Individuazione degli interventi necessari alla rimozione o mitigazione delle criticità individuate;
- Individuazione di stralci funzionali che permettano una celere attuazione degli interventi;
- Progettazione preliminare del primo stralcio funzionale, immediatamente realizzabile, con definizione dei costi delle opere e degli oneri accessori.

Le attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi prefissati, sono:

- Ricognizione, raccolta ed analisi dei dati esistenti (con particolare riferimento ai rilievi topografici ed alle indagini geognostiche);
- Studio idrologico idraulico – Scenari Stato Attuale e Stato di Progetto;
- Identificazione degli interventi con suddivisione in stralci funzionali;
- Progettazione Preliminare delle opere del primo stralcio funzionale;
- Individuazione delle campagne di indagine necessarie alle successive fasi di progettazione e realizzazione degli interventi del primo stralcio;

- Analisi dei procedimenti tecnico-amministrativi ed individuazione dei procedimenti necessari all'attuazione del primo stralcio funzionale delle opere;
- Supporto all'amministrazione negli incontri tecnici con gli enti competenti, propedeutici all'approvazione del progetto preliminare e dello studio idrologico idraulico generale.

Il presente elaborato fa parte del pacchetto degli elaborati di progetto del primo stralcio funzionale degli interventi, ma dà conto anche di tutte le attività svolte per l'individuazione delle criticità attuali e la definizione del quadro di riferimento progettuale generale.

L'elenco elaborati completo è riportato di seguito:

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CASTRO DALLA LOC. COGNAIA FINO AL PONTE DELLA PARATA E DEL TORRENTE BICCHIERAIA DALLA LOC. LA PACE ALLA CONFLUENZA, NEL COMUNE DI AREZZO		
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA		
Elenco Elaborati		
Studio Idrologico Idraulico Generale		
IDR01	---	Relazione Idrologica Idraulica
IDR02.A	---	Allegato 1 - Risultati Modello Idrologico
IDR02.B	---	Allegato 2 - Risultati Modello Idraulico
IDR03	1:2000	Stato Attuale - Modello Idraulico Tratto Tombato - Planimetria
IDR04	1:2000-1:200	Stato Attuale - Modello Idraulico Tratto Tombato - Profilo Longitudinale con Livelli Idrometrici
IDR05	1:100	Stato Attuale - Libretto Sezioni Tratto Tombato
IDR06	1:5000	Modello Idraulico Torrenti Castro e Bicchieraia - Planimetria
IDR07	1:2000-1:200	Stato Attuale - Modello Idraulico Torrenti Castro e Bicchieraia - Profilo Longitudinale con Livelli Idrometrici
IDR08.A	1:5000	Stato Attuale - Scenario Torrente Castro - Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni
IDR08.B	1:5000	Stato Attuale - Scenario Torrente Castro - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni
IDR09.A	1:5000	Stato Attuale - Scenario Torrente Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni
IDR09.B	1:5000	Stato Attuale - Scenario Torrente Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni
IDR10.A	1:5000	Stato Attuale - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni
IDR10.B	1:5000	Stato Attuale - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni
IDR11	1:2000-1:200	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Modello Idraulico Torrenti Castro e Bicchieraia - Profili Longitudinali con Livelli Idrometrici
IDR12.A	1:5000	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Scenario Torrente Castro - Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni
IDR12.B	1:5000	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Scenario Torrente Castro - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni
IDR13.A	1:5000	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Scenario Torrente Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni
IDR13.B	1:5000	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Scenario Torrente Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni
IDR14.A	1:5000	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni
IDR14.B	1:5000	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni
IDR15	1:5000	Stato di Progetto - Stralcio 2 - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni
IDR16	1:5000	Stato di Progetto - Stralcio 3 - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni
IDR17	1:5000	Stato di Progetto - Stralcio 4 - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni
IDR18	1:5000	Stato di Progetto - Stralcio 5 - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni
IDR19	1:2000-1:200	Stato di Progetto - Stralci 2-5 - Profili Longitudinali con Livelli Idrometrici TR200
Elaborati Progettuali - Stralcio Funzionale 1		
PP01A	---	Relazione Illustrativa
PP01B	---	Cronoprogramma
PP02	---	Relazione Geologica - Geotecnica
PP03	---	Relazione di Calcolo delle Strutture
PP04	---	Relazione di Prefattibilità Ambientale
PP05	---	Quadro Economico
PP06	---	Sima Sommaria dell'Intervento
PP07	1:5000	Inquadramento Generale Stato Attuale
PP08.A	1:2000	Planimetria delle Criticità allo Stato Attuale - Quadro 1
PP08.B	1:2000	Planimetria delle Criticità allo Stato Attuale - Quadro 2
PP09	1:5000	Planimetria Generale Stato di Progetto con suddivisione in Stralci
PP10	1:2000	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Planimetria Generale
PP11.A	1:500	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Planimetria Torrente Castro - Quadro A
PP11.B	1:500	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Planimetria Torrente Castro - Quadro B
PP11.C	1:500	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Planimetria Torrente Castro - Quadro C
PP11.D	1:500	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Planimetria Torrente Castro - Quadro D
PP11.E	1:500	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Planimetria Torrente Castro - Quadro E
PP11.F	1:500	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Planimetria Torrente Bicchieraia - Quadro F
PP11.G	1:500	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Planimetria Torrente Bicchieraia - Quadro G
PP11.H	1:500	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Planimetria Torrente Bicchieraia - Quadro H
PP11.I	1:500	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Planimetria Torrente Bicchieraia - Quadro I
PP11.L	1:500	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Planimetria Torrente Bicchieraia - Quadro L
PP12	1:250-1:250	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Libretto Sezioni Stato Sovrapposto
PP13.A	1:100	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Sezioni Tipologiche-Strutturali Torrente Castro
PP13.B	1:100	Stato di Progetto - Stralcio 1 - Sezioni Tipologiche-Strutturali Torrente Bicchieraia
PP14.A	1:2000	Planimetria Catastale - Quadro 1
PP14.B	1:2000	Planimetria Catastale - Quadro 2

2. RICOGNIZIONE, RACCOLTA ED ANALISI DATI ESISTENTI

L'insieme delle attività di seguito descritte ha permesso la costruzione di una banca dati omogenea, funzionale alla definizione dello stato dei luoghi e necessaria al corretto espletamento dell'incarico.

Si riportano di seguito i principali dati oggetto di ricerca:

- Dati geocartografici (Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:10000 e 1:2000 e copertura LIDAR);
- Dati topografici realizzati sui corsi d'acqua e sulle aree di interesse;
- Indagini geognostiche;
- Strumenti di pianificazione territoriale, paesaggistica ed urbanistica;
- Progetti delle opere idrauliche esistenti e/o in fase di realizzazione, con particolare riguardo alle casse di espansione;
- Dati idrologici ed idraulici derivanti da studi e/o progetti pregressi;
- Reti servizi e sottoservizi, in particolare acquedotti e fognature, linee elettriche, gas metano, telecomunicazioni.

A supporto della progettazione sono stati inoltre effettuati vari sopralluoghi in situ.

Nei successivi paragrafi si riporta una descrizione sintetica della consistenza, qualità e provenienza dei dati acquisiti; l'analisi si concentrerà sui dati significativi che hanno contribuito alla definizione degli interventi di progetto.

2.1 DATI CARTOGRAFICI, TOPOGRAFICI ED INDAGINI DIRETTE

Ai fini dell'inquadramento dei luoghi oggetto di intervento, sono stati acquisiti i quadri disponibili della CTR in scala 1:10000 e 1:2000 (Fonte: Regione Toscana - Carta Tecnica Regionale) ed i rilievi Lidar con passo 1x1 metro del Ministero dell'Ambiente scaricabili dal sito Geoscopio della Regione Toscana.

A supporto della progettazione sono stati inoltre resi disponibili dalla Committenza una serie di rilievi topografici. In particolare:

- Il "Rilievo cartotopografico di supporto al progetto di adeguamento della sezione idraulica del Torrente Castro e Bicchieraia a monte nel nucleo storico di Arezzo CIG – 7655352451" svolto tra novembre 2018 e gennaio 2019, che ha riguardato i torrenti Castro e Bicchieraia a monte del tratto tombato per una lunghezza complessiva di circa 5475 m - di cui 3175 m sul T. Castro e 2300 m del T. Bicchieraia, ed un'area coperta da ortofoto e modello digitale del terreno di circa 83 ettari. La campagna di rilievo eseguita con GPS differenziale e stazione ha riguardato 79 sezioni idrografiche, di cui 28 sul T. Castro e 34 sul T. Bicchieraia - e n.10 attraversamenti;
- Il rilievo topografico eseguito sul tratto tombato del T. Castro a valle del tronco fluviale oggetto di intervento, di lunghezza pari a circa 1600 m, caratterizzato mediante n. 65 sezioni chiuse;
- Rilievo topografico integrativo eseguito nel maggio 2020 per la caratterizzazione geometrica dell'opera di presa della cassa di Cognaia e del T. Castro in prossimità della stessa.

A supporto della progettazione sono state inoltre eseguite e fornite dalla Committenza una serie di indagini geognostiche, realizzate tra la fine del 2018 e l'inizio del 2019 lungo le aste dei due corsi d'acqua oggetto di intervento.

In particolare, la campagna geognostica è stata strutturata come di seguito:

- realizzazione, a cura della Soiltest S.r.l., di n. 5 sondaggi a carotaggio continuo della lunghezza di 10 metri ognuno con:
 - prelievo di n. 6 campioni di terreno, dei quali n. 5 campioni indisturbati e n. 1 campione rimaneggiato,
 - realizzazione di n. 13 SPT in foro di sondaggio,
 - realizzazione di n. 3 prove di permeabilità Lefranc in foro di sondaggio,
 - fori attrezzati con piezometro a tubo aperto.
- realizzazione, a cura della Soiltest S.r.l., di n. 14 prove penetrometriche statiche olandese tipo Gouda; di cui n. 2 sono continuate in modalità dinamica superpesante; alcuni dei fori delle prove penetrometriche sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto.
- realizzazione, a cura della Trigeo S.n.c., di n. 4 indagini geofisiche di superficie mediante acquisizione ed elaborazione dati con metodologia MASW.
- realizzazione, a cura della Trigeo S.n.c., di n. 4 misure di rumore sismico (HVSr).
- realizzazione, a cura del Laboratorio Sigma S.r.l., di analisi e prove geotecniche di laboratorio su n. 6 campioni di terreno, dei quali n. 5 campioni indisturbati e n. 1 campione rimaneggiato.

Per ulteriori dettagli si rimanda al documento *PP02 - Relazione Geologica – Geotecnica*.

2.2 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE PAESAGGISTICA ED URBANISTICA

Ai fini di garantire la conformità del progetto con i vigenti piani e programmi di valenza ambientale, pianificazione territoriale, paesaggistica ed urbanistica è stata fatta una attenta analisi vincolistica, così come riportato nell'elaborato *PP04 - Relazione di Prefattibilità Ambientale*.

2.3 STUDI E PROGETTI DI OPERE IDRAULICHE SUL BACINO DEL T. CASTRO

Ai fini della definizione delle sollecitazioni idrauliche attese sui tronchi d'alveo di interesse, sui quali verranno dimensionati gli interventi di progetto, sono stati acquisiti i documenti progettuali delle opere idrauliche realizzate e/o in fase di realizzazione sul bacino del T. Castro a monte dell'intervento. In particolare, sono stati recuperati i documenti relativi ai progetti della cassa di espansione sul T. Castro in loc. Cognaia, realizzata, e della cassa di espansione sul T. Bicchieraia, in fase di realizzazione, entrambi forniti dalla Committenza, ovvero:

- elaborati del "Progetto esecutivo dei lavori di intervento atti a ridurre il rischio idraulico nel comune di Arezzo - Area di espansione Torrente Castro, loc. Cognaia" (giugno 2013) e di "Lavori di intervento atti a ridurre il rischio idraulico nel territorio del comune di Arezzo – Area di espansione Torrente Castro, località Cognaia. Variante suppletiva e di variata distribuzione per interferenza con reti non segnalate" (Agosto 2014);
- elaborati del "Progetto esecutivo dei lavori di intervento atti a ridurre il rischio idraulico nel territorio del comune di Arezzo – Area di espansione B3 T. Bicchieraia, loc. Pietramorta - codice 09IR044/G4 CUP J17B15000520003 - Cassa d'espansione sul torrente Bicchieraia" (luglio 2016 - marzo 2018);

Infine, sono stati acquisiti gli elaborati di progetto relativi al:

- "Riassetto idraulico del Borro di Covole" - Codice DA2014AR0051 – Variante migliorativa" (giugno 2019).

2.4 DATI IDROLOGICI ED IDRAULICI

Ai fini delle verifiche idrologiche ed idrauliche di supporto alla progettazione, sono state acquisite le modellazioni idrologiche ed i risultati delle verifiche idrauliche relative alle indagini di supporto alla Variante Generale al Piano Strutturale del Comune di Arezzo adottata con D.C.C. n.63 del 26 giugno 2019.

2.5 RETI DI SERVIZI E SOTTOSERVIZI

Tra le attività svolte per la ricostruzione dello stato dei luoghi e l'individuazione delle opere che presentano interferenze con il reticolo fluviale di interesse, si è provveduto a trasmettere agli Enti Gestori delle reti di servizi e sottoservizi, in particolare acquedotti e fognature, linee elettriche, gas metano e telecomunicazioni, nota descrittiva, planimetrie e sezioni tipologiche del presente progetto, i fini di un loro pronunciamento in merito, finalizzato alla definizione degli interventi di risoluzione delle interferenze.

In risposta a tale richiesta, si sono pronunciati Terna Rete Italia S.p.A., che ha dichiarato che non vi sono interferenze con elettrodotti AT di loro proprietà, e Nuove Acque S.p.A., che evidenzia interferenze significative delle opere di progetto con il reticolo fognario e con la rete idrica di gestione, e si resa disponibile ad effettuare specifici sopralluoghi congiunti al fine di individuare l'esatta collocazione delle reti esistenti e concordare gli interventi di risoluzione delle interferenze che dovranno inserirsi all'interno del progetto.

3. ANALISI DELLO STATO ATTUALE

Il territorio indagato interessa i tronchi fluviali dei corsi d'acqua Torrente Castro, dalla località Cognaia al ponte della Parata, e Torrente Bicchieraia, dalla località La Pace alla confluenza nel T. Castro, nonché tutto il tratto tombato cittadino del Torrente Castro presente a valle dell'intervento, che condiziona fortemente la capacità di deflusso del reticolo di monte.

In tavola *PP07 - Inquadramento Generale Stato Attuale* è riportata una corografia generale d'insieme delle aree oggetto di studio.

Le analisi effettuate sui dati disponibili, sui rilievi topografici e sulle elaborazioni prodotte nello studio idrologico-idraulico, opportunamente verificate ed integrate con sopralluoghi in situ, hanno permesso di individuare tratti di corso d'acqua di caratteristiche omogenee che andremo di seguito a descrivere.

3.1 TRATTO TOMBATO DEL T. CASTRO DAL PONTE DELLA PARATA A VIA CARLO ALBERTO DALLA CHIESA

A valle del tratto di intervento, il Torrente Castro si presenta tombato per circa 1.6 km in attraversamento al centro storico di Arezzo.

Il rilievo del tratto tombato e l'analisi delle aree poste al di sopra del tombamento stesso hanno permesso di caratterizzare geometricamente il tratto coperto e le interferenze fra il canale ed i manufatti presenti.

Il tratto tombato si presenta a geometria fortemente variabile (rif. Tavola *IDR05 - Stato Attuale – Libretto Sezioni Tratto Tombato*) con tratti realizzati in epoche e materiali diversi, bruschi cambi di sezione ed evidenti interrimenti del fondo alveo.

La sezione idraulica presenta numerose alternanze di geometria con tratti con copertura a volta, tratti pseudorettangolari in muratura e malta cementizia e solaio con travi ricalate, tratti con struttura scatolare in cemento armato, ecc...

Le strutture portanti presentano talvolta elementi di degrado, come ferri scoperti sul solaio, forti imbibimenti delle pareti in corrispondenza dei numerosi scarichi presenti lungo il tracciato, presenza di detriti sul fondo.

Il tratto tombato si inserisce in un contesto fortemente urbanizzato, rappresentato dal centro storico cittadino di Arezzo.

Nella Tavola *IDR03 - Stato Attuale - Modello Idraulico Tratto Tombato – Planimetria* è riportata la caratterizzazione delle aree poste al di sopra del tombamento, distinte tra zone edificate (circa il 35% della lunghezza totale del tratto tombato), viabilità e parcheggi (circa il 55%), zone a verde (10% circa).

3.1.1 Comportamento idraulico del tratto tombato

A partire dai rilievi topografici e dalle analisi idrologiche effettuate, è stato possibile implementare un modello idraulico dedicato alla definizione del grado di officiosità del tratto tombato del corso d'acqua.

Per il tratto tombato di interesse, nella sua configurazione attuale, è stata valutata la capacità di smaltimento, ovvero la portata massima smaltibile a bocca piena dalla sezione chiusa, sollecitando il tratto coperto con un set di portate variabili tra 10 e 150 mc/s.

I risultati del modello evidenziano la seguente officiosità idraulica:

- 1) Portata massima smaltibile a bocca piena dalla sezione minima (tratto iniziale di Via Pietro Aretino, da Via Guadagnoli a Via Rodi): $Q = 80 \text{ mc/s}$;
- 2) Portata massima smaltibile a bocca piena dalla sezione di imbocco (Ponte della Parata): $Q = 100 \text{ mc/s}$ (tratto iniziale di Via Pietro Aretino con funzionamento in pressione);
- 3) Portata massima smaltibile alla quota di estradosso della sezione di imbocco (Ponte della Parata): $Q = 115 \text{ mc/s}$ (funzionamento in pressione su ampi tratti del tombamento).

I risultati del modello idraulico del tratto tombato hanno permesso la definizione delle condizioni al contorno di valle per i tronchi fluviali dei corsi d'acqua Torrente Castro e Torrente Bicchieraia posti a monte dell'opera ed oggetto di intervento.

Di seguito si riporta la scala di deflusso in corrispondenza della sezione di imbocco del tratto coperto, utilizzata nelle verifiche idrauliche dei tratti aperti di monte.

H	Q
256.95	0
258.32	10.0
258.68	20.0
258.97	30.0
259.26	40.0
259.54	50.0
259.79	60.0
260.03	70.0
260.28	80.0
260.53	90.0
260.85	100.0
261.22	110.0
261.47	116.3
261.58	120.2
261.66	123.6
261.72	126.7

Figura 1: Torrente Castro –Officiosità idraulica stato attuale tratto tombato urbano – Scala di deflusso alla sezione di imbocco

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato *IDR01 - Relazione Idrologica Idraulica* che è parte integrante del presente progetto.

3.2 TRATTO A CIELO APERTO DEL T. CASTRO DALLA LOCALITÀ COGNAIA AL PONTE DELLA PARATA

Il rilievo del tratto a cielo aperto del Torrente Castro, fornito dalla Committenza, ha permesso di caratterizzare geometricamente il corso d'acqua, le infrastrutture e strutture idrauliche presenti ed il loro inserimento nel contesto urbano attuale.

Allo scopo, sono stati individuati tratti omogenei per caratteristiche fisiche ed idrauliche.

Per ognuno di essi si descrivono in questo paragrafo le principali caratteristiche fisiche così come determinate dai sopralluoghi, dall'analisi dei rilievi topografici e dagli elementi noti del quadro conoscitivo, per i quali viene data evidenza grafica nell'elaborato *PP08.A - Planimetria delle Criticità allo Stato Attuale – Quadro1*.

Nel paragrafo seguente si riporta, per gli stessi tratti, l'attuale officiosità della sezione idraulica, derivata dallo studio idraulico descritto nell'elaborato *IDR01 - Relazione Idrologica Idraulica* a cui si rimanda per i dettagli.

3.2.1 TRATTO C1 – Dalla Cassa di Cognaia a Via Viviani

Il tratto si estende dall'opera di restituzione della cassa di Cognaia fino a Via Ugo Viviani (rif. da sez. 00857__19 a sez.00844__19). Dopo un primo tratto in cui la sezione idraulica si presenta con sponde naturali vegetate di forma trapezia abbastanza regolare e presenza di argini di modesta altezza in sinistra idraulica, il corso d'acqua prosegue in adiacenza a Via Ugo Viviani. Il muro di sostegno della viabilità presenta a tratti segni evidenti di degrado, con scalcamenti al piede e porzioni ammalorate. In destra idraulica l'alveo risulta confinato da un muro in gabbioni in buono stato di conservazione a sostegno di un resede privato, a cui si accede tramite una passerella pedonale ad uso esclusivo.

Al termine dell'opera di sostegno in gabbioni il corso d'acqua si scosta dalla viabilità per la presenza delle abitazioni in sinistra idraulica.



Figura 2: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C1

3.2.2 TRATTO C2 – Lungo Via Viviani

Il tratto si estende lungo Via Ugo Viviani dalle prime abitazioni in sinistra idraulica fino al ponte di Via Redi (rif. da sez.00844__19 a sez. 00814__19).

L'alveo si presenta in questo tratto confinato in sinistra idraulica dai resedi e dalle pertinenze dei fabbricati. I manufatti di contenimento risultano fortemente disomogenei per tipologia costruttiva, altezza e stato di conservazione. Si segnala inoltre la presenza di numerosi scarichi diretti a fiume.

La sponda destra si presenta invece allo stato naturale con presenza di vegetazione ed alberature di diametro modesto a raccordo con le aree agricole.

Sono presenti 2 salti di fondo individuati dalle sezioni 00840BB19-00840BC19 e 00830BB19-00830BC19.



Figura 3: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C2

3.2.3 PONTE DI VIA F. REDI

Il ponte di Via Francesco Redi (rif. da sez. 00814__19 a sez. 00810__19) si presenta con struttura ad arco in mattoni confinato in sinistra da un muro a retta, che delimita i resedi privati e parzialmente ingombra l'alveo riducendo luce libera dell'opera di attraversamento, ed in destra da una breve porzione di muro in pietra.



Figura 4: Torrente Castro – Report fotografico Ponte di Via Redi

3.2.4 TRATTO C3 – Dal Ponte di Via F. Redi al ponte di Via E. Calò

Il tratto di corso d'acqua (rif. da sez.00810__19 a sez. 00760__19) risulta caratterizzato da una sezione idraulica abbastanza regolare di forma trapezia con sponde naturali vegetate in rilevato rispetto al piano campagna sia in destra che in sinistra idraulica.



Figura 5: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C3

3.2.5 PONTE DI VIA E. CALÒ

Il ponte di Via Eugenio Calò (rif. da sez. 00760__19 a sez. 00750__19) si presenta con struttura in c.a. a sezione rettangolare con altezza libera modesta. In destra e sinistra idraulica sono presenti aree a verde.



Figura 6: Torrente Castro – Report fotografico Ponte di Via Calò

3.2.6 TRATTO C4 – Dal Ponte di Via E. Calò al Ponte di Via Anconetana

Il tratto si estende lungo Via Campanacci (rif. da sez.00750__19 a sez. 00725__19) con sezione naturale trapezia e modeste arginature sia in destra che sinistra idraulica. In destra sono presenti giardini e parcheggi, mentre in sinistra sono presenti abitazioni e pertinenze private con piano campagna prossime alle quote di fondo alveo.



Figura 7: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C4

3.2.7 PONTE DI VIA ANCONETANA

L'attraversamento di Via Anconetana (rif. sez. 00725__19 a sez. 00716__19) presenta un cambio di geometria, con aperture in ingresso e uscita diverse. In particolare, dai rilievi si riscontra in ingresso un'apertura rettangolare più piccola ed in uscita a volta più grande.

Dal sopralluogo effettuato all'interno del ponte si evince che circa 1/4 dello stesso è costituito da un ponte a volta in mattoni ed i restanti 3/4 da un ponte con travi in c.a. prefabbricato. L'altezza libera del ponte in ingresso risulta molto ridotta e l'alveo presenta un marcato interrimento del fondo.



Figura 8: Torrente Castro – Report fotografico Ponte di Via Anconetana

3.2.8 TRATTO C5 – Dal Ponte di Via Anconetana al ponte di Via del Pantanino

Il tratto di corso d'acqua (rif. da sez. 00716__19 a sez. 00698__19) risulta caratterizzato in destra idraulica dalla presenza di fabbricati e pertinenze a ridosso della sezione fluviale, che ingombrano la sezione liquida, con presenza di aperture e accessi a fiume a quote prossime al fondo alveo. La sinistra idraulica si presenta con sponda naturale. Dopo un primo tratto in cui sono presenti alcune abitazioni, è caratterizzata da una zona aperta a prevalente uso agricolo.



Figura 9: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C5

3.2.9 PONTE DI VIA DEL PANTANINO

Il ponte di Via del Pantanino (rif. sez. 00698__19 a sez. 00696__19) si presenta con un impalcato con travi in legno in evidente stato di degrado ed una struttura portante in pietrame misto anch'essa in pessime condizioni, in particolar modo la pila centrale.

L'attraversamento consente il collegamento ai fabbricati posti in sinistra idraulica, presenti in loc. Pantanino.



Figura 10: Torrente Castro – Report fotografico Ponte di Via del Pantanino

3.2.10 TRATTO C6 – Dal ponte di Via del Pantanino alla confluenza del T. Bicchieraia

Il tratto (rif. da sez. 00696__19 a sez. 00669__19) risulta caratterizzato da una sezione idraulica con sponda naturale in sinistra di altezza modesta che si raccorda a campagna alla zona agricola di loc. Pantanino. In destra scorre parallelamente a Via Castellucci con una sponda naturale delimitata in sommità da un muretto con parapetto in c.a. privo di tenuta idraulica.



Figura 11: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C6

3.2.11 TRATTO C7 – Dalla confluenza del T. Bicchieraia al Ponte della Parata

Il tratto d'alveo (rif. da sez.00669__19 a sez. 00655__19), posto tra Va Castellucci e Via Beato Angelico, presenta una sezione idraulica a larghezza fortemente variabile, delimitato da muri in pietrame (sinistra idraulica) e muratura (destra idraulica) con presenza di varchi ed interruzioni, che ne precludono la tenuta idraulica.



Figura 12: Torrente Castro – Report fotografico Tratto C7

3.2.12 Comportamento idraulico del tratto a cielo aperto del T. Castro

A partire dai rilievi topografici è stato possibile implementare un modello idraulico dedicato alla definizione del grado di officiosità del tratto a cielo aperto del corso d'acqua.

Il modello implementato è un modello monodimensionale, cimentato in moto permanente con un set di portate variabile tra 5 e 120 mc/s, con i seguenti obiettivi:

- 1) Determinare l'attuale officiosità idraulica del reticolo, che tiene conto della presenza di tutte le opere idrauliche presenti, ivi comprese quelle che presentano problemi di insufficienza idraulica e sono causa di fenomeni di rigurgito;
- 2) Determinare la capacità di smaltimento delle portate di piena degli attraversamenti esistenti.

Una sintesi dei risultati ottenuti è riportata graficamente nella Carta delle Criticità (elaborato PP08.A - *Planimetria delle Criticità allo Stato Attuale – Quadro1*) che evidenzia:

- In doppia linea continua, con colori diversi, la suddivisione in tratti omogenei, per ognuno dei quali è stata stimata l'officiosità idraulica attesa, espressa come portata massima smaltibile dalla sezione idraulica a piene rive;
- il valore di portata massima smaltibile a pelo libero (filo intradosso) su tutti gli attraversamenti ed il valore di portata massima di deflusso in pressione (livello prossimo all'estradosso del ponte).

Dall'analisi dei risultati del modello si evince quanto segue.

Nel tratto di monte (tratto C1) la sezione non presenta problematiche di natura idraulica e riesce a smaltire fino a 65 mc/s (valori superiori alla portata massima attesa per eventi con TR=200 anni).

In prossimità delle prime abitazioni presenti lungo Via Viviani (tratto C2) la sezione idraulica si riduce bruscamente, diminuendo notevolmente la capacità di deflusso del tratto fluviale che scende fino a circa 35 mc/s (valori prossimi alla portata con TR=30 anni). Procedendo verso il ponte di Via Redi la sezione liquida aumenta, per cui l'officiosità idraulica del tratto raggiunge valori di portata di circa 55 mc/s.

Il Ponte di Via Redi, caratterizzato da una struttura ad arco con luce parzialmente schermata dalla presenza di strutture di contenimento dei resedi privati, non riesce a far defluire a pelo libero portate superiori a 50 mc/s. Il valore di portata massima di deflusso in pressione (livello prossimo all'estradosso del ponte) si aggira intorno ai 90-100 mc/s provocando fenomeni di rigurgito a monte di circa 30 cm.

Il tratto C3, tra il ponte di Via Redi ed il ponte di Via Calò, riesce a far transitare fino a 50 mc/s e risente fortemente dell'inefficienza idraulica del ponte di valle (che innesci un rigurgito con innalzamenti del pelo libero a monte fino a 90 cm), caratterizzato da una struttura molto ribassata con altezza liquida utile ridotta, che non riesce a far defluire portate superiori a 35 mc/s (50 mc/s con funzionamento in pressione e livelli che raggiungono l'estradosso dell'opera).

Il tratto C4 tra il ponte di via Calò ed il ponte di Via Anconetana presenta un'officiosità idraulica di circa 45 mc/s, e risulta anch'esso influenzato dai fenomeni di rigurgito causati dall'opera di attraversamento di valle. Il Ponte dell'Anconetana presenta infatti una luce di imbocco molto ridotta dovuta alla modesta differenza di quota tra il piano carrabile della viabilità ed il fondo alveo, ulteriormente compromessa dagli evidenti fenomeni di interrimento. Dall'opera di attraversamento transitano non più di 25 mc/s a piena luce. Il valore di portata massima di deflusso in pressione è di circa 40 mc/s con sovralti del pelo libero nel tratto di monte superiori al metro.

A valle del ponte dell'Anconetana (tratto C5) la sezione fluviale presenta una criticità idraulica molto evidente già per bassi valori di portata (circa 15-20 mc/s), dovuti principalmente alle basse quote del piano campagna in sinistra idraulica (area agricole del Pantanino). La presenza di aperture e accessi a fiume a quote prossime al fondo alveo sono causa di ulteriori criticità idrauliche.

Il ponte del Pantanino, oltre alle evidenti problematiche di natura strutturale, ha marcati problemi di insufficienza idraulica, con portate massime smaltibili a pelo libero di circa 20 mc/s.

A valle del ponte fino alla confluenza del T. Bicchieraia (tratto C6) la sezione riesce a far defluire portate fino a circa 40 mc/s, per la modesta capacità della sezione liquida e le modeste altezze della sponda in sinistra idraulica.

A valle della confluenza del T. Bicchieraia fino all'imbocco del tombamento al ponte della Parata, la portata massima smaltibile è di circa 80 mc/s con livelli che raggiungono il piano stradale delle viabilità poste in destra e sinistra idraulica. I muri presenti lungo Via Castellucci e Via Beato Angelico presentano infatti varchi ed interruzioni, che ne precludono la tenuta idraulica.

Si precisa che le analisi svolte non hanno valutato l'officiosità idraulica della passerella pedonale privata su Via Viviani in quanto non è nota la geometria dell'opera e della sezione fluviale.

Le figure di seguito danno un riscontro dei risultati appena descritti.

00852__19

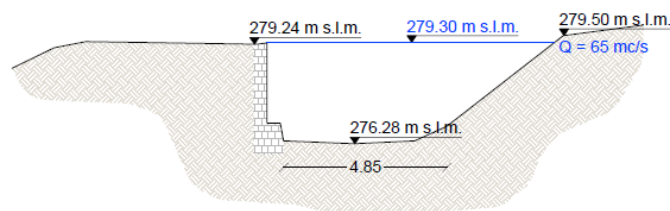


Figura 13: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C1 – Dalla Cassa di Cognaia a Via Viviani

00863__19

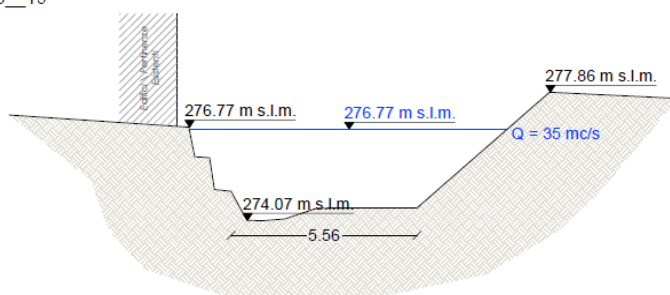


Figura 14: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C2 – Via Viviani

00812PB19 PONTE DI VIA REDI

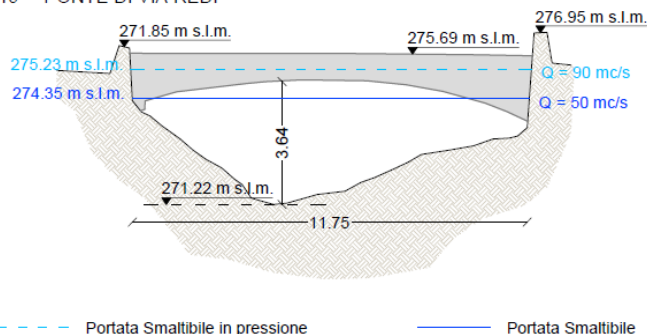


Figura 15: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – PONTE VIA F.REDI

00768__19

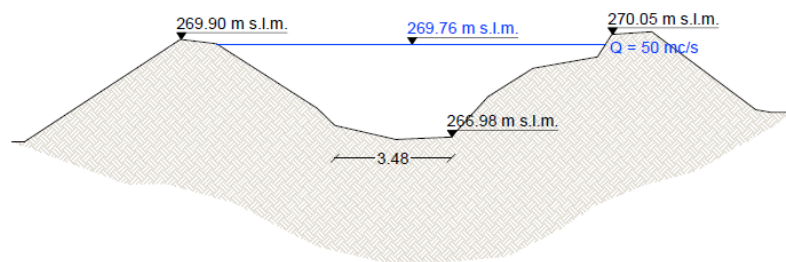


Figura 16: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C3 – Dal Ponte di Via F. Redi al ponte di Via E. Calò

00755PB19 PONTE DI VIA CALO'

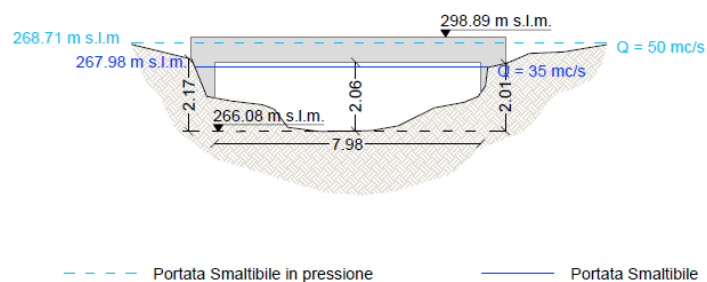


Figura 17: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – PONTE VIA E.CALÒ

00733__19

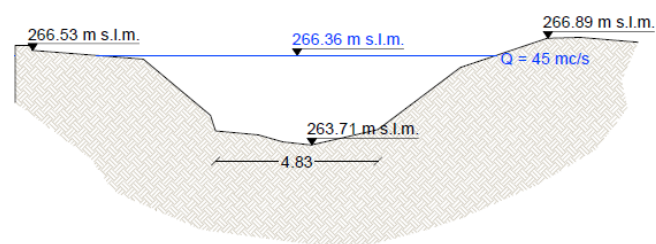


Figura 18: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C4 – Dal Ponte di Via E. Calò al Ponte di Via Anconetana

00722PB19 PONTE DI VIA ANCONETANA

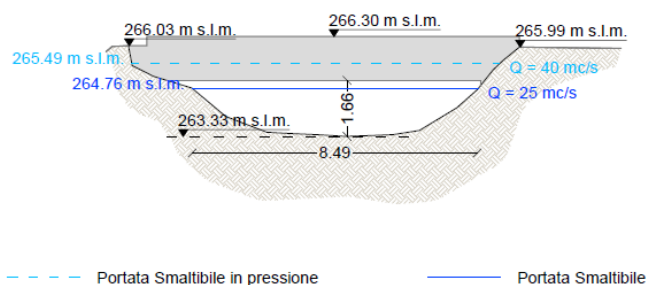


Figura 19: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – PONTE VIA ANCONETANA

00698__19

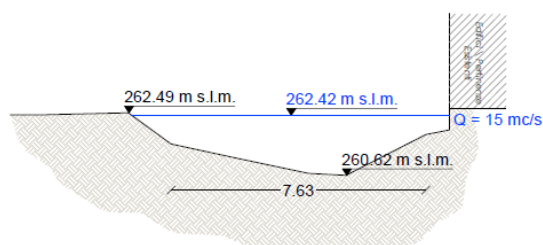


Figura 20: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C5 – Dal Ponte di Via Anconetana al Ponte del Pantanino

00697PB19 PONTE DI VIA PANTANINO

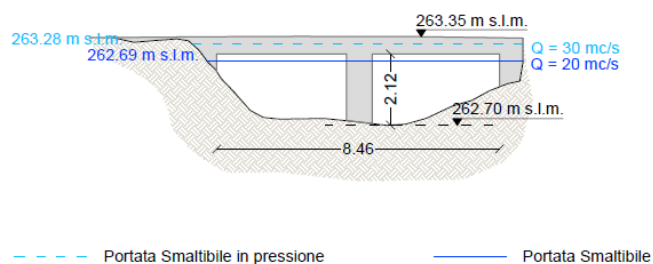


Figura 21: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – PONTE DEL PANTANINO

00686__19

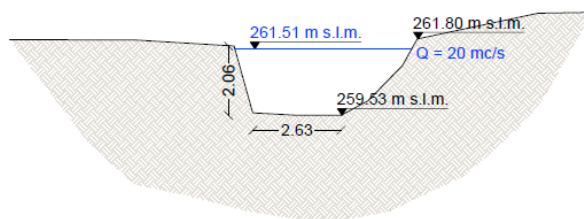


Figura 22: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C6 – Dal Ponte del Pantanino alla confluenza del T. Bicchieraia

00663__19

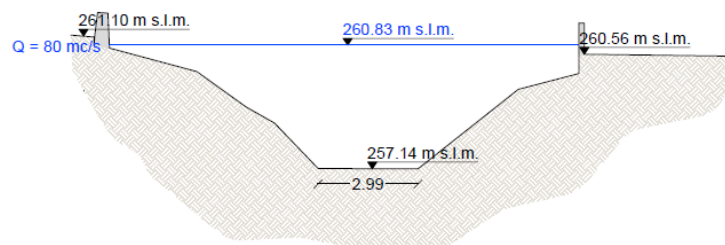


Figura 23: Risultati Modello 1D stato attuale T.Castro – TRATTO C7 – Dalla confluenza del T. Bicchieraia al Ponte della Parata

3.3 TRATTO A CIELO APERTO DEL T. BICCHIERAIA DALLA LOCALITÀ LA PACE ALLA CONFLUENZA

Il rilievo del tratto a cielo aperto del Torrente Bicchieraia, fornito dalla Committenza, ha permesso di caratterizzare geometricamente il corso d'acqua, le infrastrutture e strutture idrauliche presenti ed il loro inserimento nel contesto urbano attuale.

Allo scopo, sono stati individuati tratti omogenei per caratteristiche fisiche ed idrauliche.

Per ognuno di essi si descrivono in questo paragrafo le principali caratteristiche fisiche così come determinate dai sopralluoghi, dall'analisi dei rilievi topografici e dagli elementi noti del quadro conoscitivo, per i quali viene data evidenza grafica nell'elaborato *PP08.B - Planimetria delle Criticità allo Stato Attuale – Quadro 2*. Nel paragrafo seguente si riporta, per gli stessi tratti, l'attuale officiosità della sezione idraulica, derivata dallo studio idraulico descritto nell'elaborato *IDR01 - Relazione Idrologica Idraulica* a cui si rimanda per i dettagli.

3.3.1 PONTE DI MATRIGNANO

La geometria della sezione idraulica del ponte di Matignano è stata mutuata dal progetto della realizzanda cassa di espansione sul T. Bicchieraia che prevede anche la risagomatura del T. Covole a valle dell'opera di laminazione fino al manufatto di attraversamento. L'intervento ha previsto la ricavatura della sezione idraulica in corrispondenza del ponte e la stabilizzazione delle sponde con muri in scogliera. Non sono stati previsti interventi sulla struttura del ponte che si presenta a sezione rettangolare in c.a. di larghezza pari a 5.6 m per circa 4 m di altezza.



Figura 24: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Ponte di Matignano

3.3.2 TRATTO B1 – Dal ponte di Matignano al ponte privato

Il tratto (rif. da sez. 00229__19 a sez.00217PB19) scorre parallelamente a Via Anconetana e risulta caratterizzato da una sezione idraulica con sponda naturale in sinistra e muro in pietra in destra a sostegno della viabilità che nella sua porzione sommitale appare in buono stato di manutenzione e senza segni evidenti di degrado. Il piede del muro appare a tratti coperto da vegetazione e riporti di terreno, per cui non risulta possibile da un semplice riscontro visivo determinarne lo stato di conservazione.



Figura 25: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B1

3.3.3 PONTE PRIVATO

Il ponte privato (rif. da sez. 00217PB19 a sez. 00217PC19) si presenta con struttura ad arco in c.a. confinato in sinistra da un muro a retta che delimita i resedi privati e che parzialmente ingombra l'alveo riducendo luce libera dell'opera di attraversamento. È inoltre presente in sinistra un evidente riporto di terreno. In destra la sezione segue il filo del muro di sostegno di Via Anconetana.



Figura 26: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Ponte Privato

3.3.4 TRATTO B2 – Dal Ponte Privato alla passerella pedonale di Via Matignano

Il tratto (rif. da sez. 00217PC19 a sez. 00206__19) prosegue lungo Via Anconetana con sezione confinata in sinistra idraulica da una sponda naturale a ripida pendenza sostenuta al piede da elementi di sostegno precari e disomogenei nei materiali e per tipologia costruttiva, confinata da recinzioni e piante da siepe in evidente stato di abbandono con presenza in alveo di sterpaglie, rovi ed erbe infestanti. Il contenimento in destra rimane il muro di sostegno stradale a tratti coperto da vegetazione. In corrispondenza di Via di Matignano è presente una passerella pedonale in c.a.



Figura 27: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B2

3.3.5 TRATTO B3 – Dalla passerella pedonale di Via Matignano al ponte di Vicchio

A valle della passerella di Via di Matignano (rif. da sez. 00206__19 a sez. 00195__19) si allontana leggermente da Via Anconetana ed il muro di sostegno della viabilità risulta quasi completamente coperto da un riporto in terra vegetato. La sponda sinistra, a pendenza leggermente più dolce, risulta delimitata in testa da recinzioni e siepi su resedi privati. In prossimità del ponte di Vicchio, in sinistra idraulica è presente la confluenza del Borro Marmorino, il fondo alveo del torrente si amplia e si affianca nuovamente al muro di sostegno in destra che rimane scoperto e mostra locali segni di ammaloramento. A valle della confluenza col fosso, in sinistra idraulica è presente un muro in c.a. che delimita la lottizzazione di Vicchio con quote di sommità variabili a gradoni, inferiori al piano stradale di Via dell'Anconetana.



Figura 28: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B3

3.3.6 PONTE DI VICCHIO

Il ponte di Vicchio (rif. da sez. 00195__19 a sez. 00191__19) si presenta con struttura in c.a. a sezione rettangolare. I muri d'ala proseguono a monte e a valle in continuità con le spalle dell'opera di attraversamento, ad eccezione del muro di valle in destra idraulica che si interrompe subito per lasciare il posto ad una gabbionata.



Figura 29: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Ponte di Vicchio

3.3.7 TRATTO B4 – Dal Ponte di Vicchio al ponte di Castelsecco

A valle del ponte di Vicchio (rif. da sez. 00191__19 a sez. 00168__19) il corso d'acqua si allontana per un tratto da Via dell'Anconetana e la sezione assume caratteristiche più naturali con sponde rinverdite in destra e sinistra idraulica. In sinistra è presente una piazzola di sosta a lato della viabilità, al termine della quale è presente un accesso a fiume tramite rampa di discesa non ben mantenuta. A valle di questa il fiume si riaffianca alla strada e torna visibile il muro di sostegno in pietra. A sinistra la sponda si irripidisce e presenta una fitta vegetazione spontanea (sterpaglie, rovi ed erbe infestanti).



Figura 30: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B4

3.3.8 PONTE DI CASTELSECCO

Il ponte di Castelsecco (rif. da sez. 00168__19 a sez. 00163__19) si presenta con struttura in c.a. a sezione rettangolare. A monte la luce del ponte risulta libera da ingombri in alveo e si presenta molto ampia. A valle invece è presente in destra idraulica un riporto in terra che ostruisce parzialmente la sezione idraulica. La piazzola di sosta presente lungo Via dell'Anconetana immediatamente a valle del ponte è sostenuta da un muro in pietra con segni evidenti di degrado, scalzamenti e porzioni ammalorate.

A valle dell'opera è presente in alveo un salto di fondo.



Figura 31: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Ponte di Castelsecco

3.3.9 TRATTO B5 – Dal Ponte di Castelsecco alla passerella pedonale di Via dell'Acropoli

A valle dell'opera di attraversamento il corso d'acqua prosegue parallelamente alla viabilità (rif. da sez.00163__19 a sez. 00133__19). In destra è di nuovo presente il muro di sostegno in pietra in buono stato di conservazione. In sinistra l'alveo costeggia la collina di Castelsecco e presenta una sponda naturale con presenza di vegetazione boschiva. Laddove il corso d'acqua si stacca da Via dell'Anconetana è presente una passerella pedonale.



Figura 32: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B5

3.3.10 TRATTO B6 – Dalla passerella pedonale di Via dell'Acropoli al Ponte di Viale R. Sanzio

Il corso d'acqua in questo tratto (rif. da sez. 00133__19 a sez. 00057__19) costeggia in sinistra idraulica Via dell'Acropoli. La viabilità locale è sostenuta lato fiume da un muro in pietra in pessimo stato di conservazione con numerosi tratti ammalorati e scalzamenti al piede. La sponda destra è per lo più naturale con raccordo al piano campagna che risulta più basso del piano stradale di sinistra. Il corso d'acqua costeggia infatti a destra dapprima il Parco della Marchionna e poi aree a verde, fino al Ponte di Viale Sanzio.



Figura 33: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B6

3.3.11 PONTE DI VIALE R. SANZIO

Il ponte di Viale R. Sanzio (rif. da sez. 000057__19 a sez. 00049__19) si presenta con struttura in c.a. a sezione rettangolare. A monte il corso d'acqua si raccorda alle spalle della struttura mediante gabbionate di sostegno alle viabilità adiacenti, mentre a valle è presente in destra idraulica un muro di sostegno in c.a.



Figura 34: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Ponte di Viale Sanzio

3.3.12 TRATTO B7 – Dal ponte di Viale R. Sanzio alla confluenza nel T. Castro

Il tratto terminale del T. Bicchieraia (rif. da sez. 00696__19 a sez. 00669__19) corre parallelo alla viabilità ciclopeditonale presente in sinistra idraulica, sostenuta da muri in pietra, talvolta scoperti ed a tratti in stato di conservazione non ottimale, talvolta coperti da sponde in terra vegetate. In destra idraulica, dopo un primo

tratto con sponde a ripida pendenza, in cui si evidenzia la presenza in una rilevante opera di scarico, il piano campagna si abbassa e la sponda risulta di altezza modesta.

In prossimità della confluenza nel T. Castro è presente in sinistra idraulica una rampa per l'accesso al fiume, a valle della quale parte il muro di sostegno che fiancheggia Via B. Angelico fino al ponte della Parata.



Figura 35: Torrente Bicchieraia – Report fotografico Tratto B7

3.3.13 Comportamento idraulico del tratto a cielo aperto del T. Bicchieraia

Come per il Torrente Castro, anche sul T. Bicchieraia è stato implementato è un modello monodimensionale, cimentato in moto permanente con un set di portate variabile tra 5 e 120 mc/s, con i seguenti obiettivi:

- 3) Determinare l'attuale officiosità idraulica del reticolo, che tiene conto della presenza di tutte le opere idrauliche presenti, ivi comprese quelle che presentano problemi di insufficienza idraulica e sono causa di fenomeni di rigurgito;
- 4) Determinare la capacità di smaltimento delle portate di piena degli attraversamenti esistenti.

Una sintesi dei risultati ottenuti è riportata graficamente nella Carta delle Criticità (elaborato PP08.B - Planimetria delle Criticità allo Stato Attuale – Quadro 2) che evidenzia:

- In doppia linea tratteggiata, con colori diversi, la suddivisione in tratti omogenei, per ognuno dei quali è stata stimata l'officiosità idraulica attesa, espressa come portata massima smaltibile dalla sezione idraulica a piene rive;
- il valore di portata massima smaltibile a pelo libero (filo intradosso) su tutti gli attraversamenti ed il valore di portata massima di deflusso in pressione (livello prossimo all'estradosso del ponte).

Dall'analisi dei risultati del modello si evince quanto segue.

Il Ponte di Matignano, nella sua configurazione di progetto (intervento di risagomatura e ricavatura della sezione da progetto della cassa della Bicchieraia) riesce a far transitare circa 65 mc/s a pelo libero (a fronte di

una portata idraulica di circa 60 mc/s sull'evento duecentennale attesa una volta ultimata la realizzazione della cassa di espansione a monte).

Il tratto subito a valle del ponte (tratto B1) presenta una sezione idraulica stretta ed incassata e riesce a far transitare senza esondazioni circa 40-45 mc/s (portate attese prossime agli eventi trentennali). Stessi valori di portata sono quelli transitabili a pelo libero dalla luce del Ponte Privato, che risulta sensibilmente ridotta dalla presenza di un evidente riporto di terreno in sinistra idraulica, e nel tratto successivo B2, in cui la sezione risulta molto stretta e con capacità di deflusso modesta.

A valle della passerella pedonale di Via Matignano (tratto B3), la sezione si amplia e riesce a far transitare fino a 60 mc/s circa, valore transitabile a luce piena anche sotto il ponte di Vicchio.

Il successivo tratto B4 presenta un'officiosità idraulica di circa 50 mc/s.

Il ponte di Castelsecco presenta una luce molto ampia a monte, ma una riduzione importante a valle poiché è presente in destra idraulica un evidente riporto in terra che ostruisce parzialmente la sezione idraulica. Subito a valle del ponte è presente un salto di fondo. Il funzionamento idraulico, fortemente influenzato dalla presenza di tali opere, si traduce in una portata massima smaltibile dal ponte a luce piena di circa 55 mc/s.

A valle dell'opera di attraversamento (tratto B5) il corso d'acqua prosegue con una sezione idraulica con caratteristiche più naturali, con la testa sponda in sinistra idraulica a quote sensibilmente inferiori alla destra idraulica (muro di sostegno lungo Via Anconetana); l'officiosità idraulica del tratto raggiunge valori di portata di circa 40 mc/s.

Nel tratto successivo (tratto B6), la sezione idraulica si presenta speculare rispetto al tratto precedente, con muro di sostegno della viabilità (Via dell'Acropoli) in sinistra e sponda naturale di altezza modesta in destra idraulica. Anche le portate massime smaltibili sono analoghe (circa 45 mc/s).

In prossimità del ponte di Viale R. Sanzio, il comportamento idraulico del corso d'acqua risente sensibilmente dell'inefficienza idraulica della struttura, caratterizzata da una altezza liquida utile ridotta dovuta alle quote del piano stradale, che non riesce a far defluire portate superiori a 45 mc/s (55 mc/s con funzionamento in pressione e livelli che raggiungono l'estradosso dell'opera, con rigurgito a monte che induce ad innalzamenti del pelo libero superiori ai 50 cm).

Il tratto terminale, fino alla confluenza nel T. Castro (tratto B7), riesce a far defluire portate fino a circa 40 mc/s, per la modesta capacità della sezione liquida e le modeste altezze della sponda in destra idraulica.

Si precisa che le analisi svolte non hanno valutato l'officiosità idraulica delle passerelle pedonali di Via di Matignano e di Via dell'Acropoli né la passerella ciclopedonale del Parco Marchionna in quanto non sono note le geometrie delle opere e delle sezioni fluviali.

Le figure seguenti illustrano i risultati delle verifiche di officiosità idraulica sul T. Bicchieraia appena descritte.

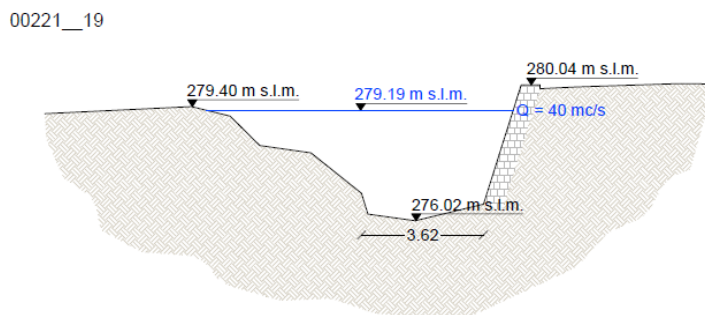


Figura 36: Risultati Modello 1D stato attuale T. Bicchieraia – TRATTO B1 – Dal ponte di Matignano al ponte privato

00217PB19 PONTE PRIVATO

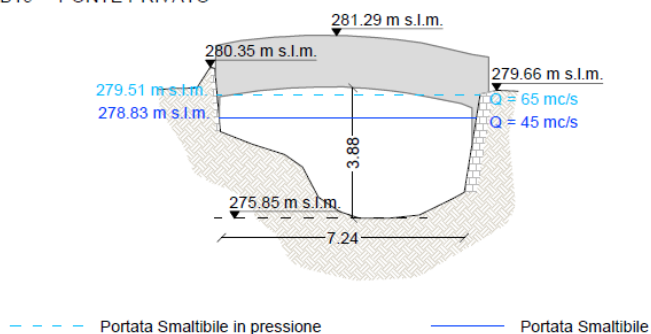


Figura 37. Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – PONTE PRIVATO

00212__19

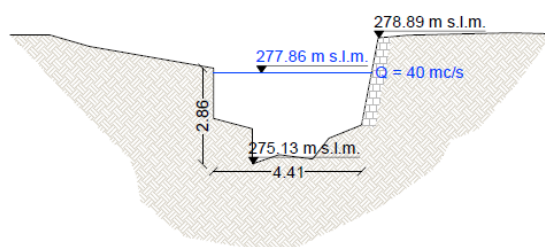


Figura 38: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – TRATTO B2 – Dal Ponte Privato alla passerella di Via Matignano

00195__19

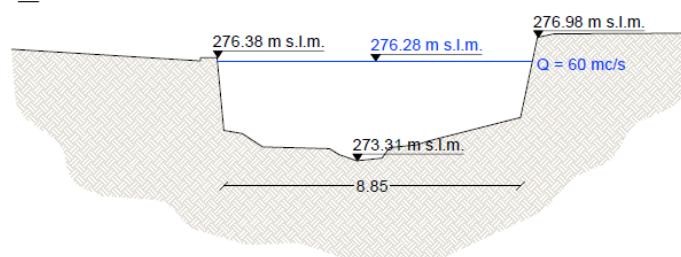


Figura 39: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – TRATTO B3 – Dalla passerella di Via Matignano al ponte di Vicchio

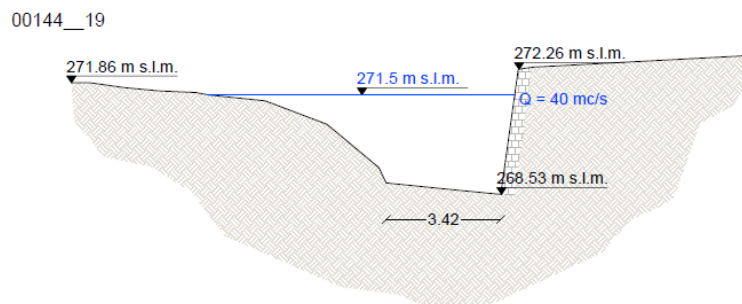


Figura 43: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – TRATTO B5 – Dal Ponte Castelsecco alla passerella di Via dell'Acropoli

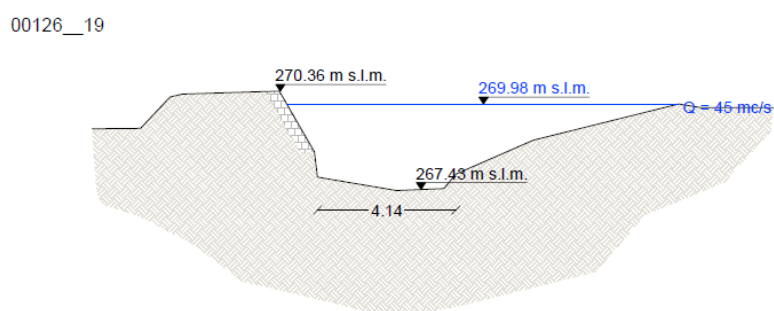


Figura 44: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – TRATTO B6 – Dalla passerella di Via dell'Acropoli al Ponte di Viale Sanzio

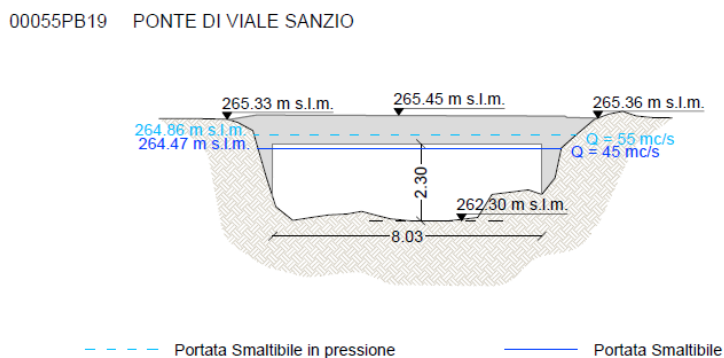


Figura 45. Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – PONTE DI VIALE SANZIO

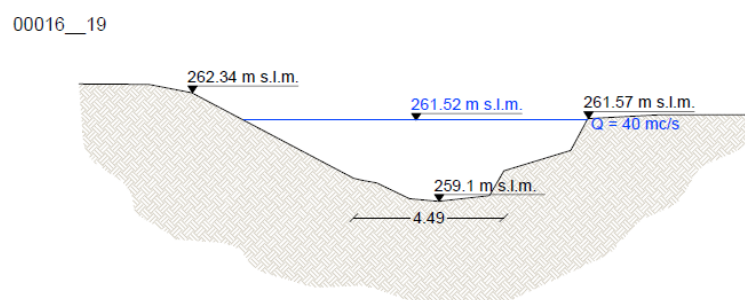


Figura 46: Risultati Modello 1D stato attuale T.Bicchieraia – TRATTO B7 – Dal ponte di Viale R. Sanzio alla confluenza nel T. Castro

3.4 VERIFICHE IDRAULICHE DELLO STATO ATTUALE

Al fine di valutare il comportamento dei due corsi d'acqua e la funzionalità delle opere idrauliche esistenti in occasione di eventi meteorici estremi, è stato implementato un modello idraulico di tipo accoppiato, monodimensionale in alveo e bidimensionale nelle aree contermini potenzialmente allagabili, cimentato su eventi sintetici per assegnati tempi di ritorno mutuati dall'analisi idrologica svolta a supporto della progettazione.

I risultati di tale modellazione danno importanti indicazioni in merito all'attuale allagabilità del territorio, al funzionamento idraulico delle casse di espansione di monte (cassa di Cognaia e cassa sulla Bicchieraia) ed alle portate attese in ingresso al tombamento e forniscono un'importante base di partenza per valutare l'efficacia degli interventi di progetto.

Gli scenari di verifica implementati sono il risultato della combinazione fra scenari idrologici e scenari geometrici.

I primi consentono di individuare le sollecitazioni al reticolo idrografico schematizzato in funzione della probabilità di accadimento dell'evento meteorico simulato e della durata dello stesso; i secondi rappresentano le configurazioni territoriali che saranno cimentate alle sollecitazioni calcolate.

Nel caso in esame è stato costruito lo scenario geometrico dello Stato Attuale, che rappresenta l'attuale configurazione del territorio e permette di ricavare informazioni dettagliate sulla pericolosità idraulica delle aree oggetto di intervento e sulla funzionalità delle opere idrauliche esistenti.

Nello modello geometrico Stato Attuale sono state inserite le sezioni di rilievo del T. Castro e del T. Bicchieraia e le seguenti strutture idrauliche:

- Ponti: le strutture degli attraversamenti presenti lungo i corsi d'acqua sono state inserite nel modello 1D;
- Casse di espansione: le opere delle casse di espansione sono state modellate inserendo gli sfioratori laterali/strutture in linea nel modello 1D direttamente collegati alle aree 2D. La stima della propagazione delle acque sfiorate in cassa avviene nel modello bidimensionale.
- Collegamenti alveo-terreno: il trasferimento dei volumi d'esondazione dall'alveo alle aree allagate viene garantito con l'inserimento di soglie sfioranti, assimilabili a stramazzi in parete grossa, con funzionamento bidirezionale, in condizioni di deflusso libero oppure rigurgitato in funzione dei livelli a monte e a valle dello stramazzo.

A partire dall'analisi idrologica implementata, è stato scelto di sollecitare il sistema idraulico con i seguenti scenari idrologici:

- Eventi sintetici con TR=30 e 200 anni critici (durata dell'evento di pioggia pari a 2 ore) solo sul reticolo del T. Castro (SCENARIO CASTRO);
- Eventi sintetici con TR=30 e 200 anni critici (durata dell'evento di pioggia pari a 2 ore) solo sul reticolo del T. Bicchieraia (SCENARIO BICCHIERAIA);
- Eventi sintetici con TR=30 e 200 anni critici (durata dell'evento di pioggia pari a 2 ore) sul sistema Castro- Bicchieraia. (SCENARIO CASTRO-BICCHIERAIA);

Si sintetizzano di seguito le risultanze di tale modellazione, rimandando all'elaborato *IDR01 - Relazione Idrologica Idraulica* per i dettagli.

- Per eventi TR=30 anni:
 - sul T. Castro si verificano fenomeni di esondazione solo nel tratto terminale, più diffuse in sinistra idraulica (zone depresse del Pantanino), più contenute in destra (Via Trento e Trieste). I ponti di Via Anconetana e del Pantanino sono causa di evidenti fenomeni di rigurgito a monte. La cassa di espansione di Cognaia entra in funzione e lamina le

portate di piena attese, passando dai circa 30 mc/s di monte ai 12 mc/s a valle dell'opera di sfioro. I volumi sfiorati allagano i moduli della cassa, ma non si verificano portate in uscita dallo sfioratore di scarico terminale (rif. tavola *IDR08.A - Stato Attuale - Scenario Torrente Castro - Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni*). All'imbocco del tratto tombato sono attesi dal reticolo del T. Castro circa 35 mc/s.

- Sul T. Bicchieraia, le esondazioni interessano i territori in destra idraulica, a valle della confluenza del Borro delle Vinacce. Il borro stesso è causa di allagamenti per insufficienza della sezione di attraversamento della Via Anconetana (rif. tavola *IDR09.A - Stato Attuale - Scenario Torrente Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni*). Si registrano fenomeni di rigurgito a monte dei ponti di Via Castelsecco e di Viale Sanzio. La bocca tarata della cassa della Bicchieraia lamina le portate di picco da 20 mc/s a monte a 15 mc/s a valle circa. All'imbocco del tratto tombato sono attesi dal reticolo del T. Bicchieraia circa 50 mc/s.
 - Nello scenario combinato Castro-Bicchieraia si verifica un leggero aggravio nella zona del Pantanino in termini di battenti massimi registrati, ed una portata attesa all'imbocco del tombamento di circa 85 mc/s (rif. tavola *IDR10.A - Stato Attuale - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni*).
- Per eventi TR=200 anni:
- Le esondazioni da T. Castro sono diffuse su tutto il tratto di intervento e si verificano sia in destra che in sinistra idraulica, a causa dell'inadeguatezza della sezione fluviale ma soprattutto per le criticità dovute agli attraversamenti. La cassa di espansione di Cognaia lamina le portate di piena attese a monte, passando da 55 mc/s a 15 mc/s circa a valle dell'opera di sfioro. Parte dei volumi invasati vengono reimmessi in alveo a valle dello sfioratore di scarico terminale, che restituisce circa 24 mc/s (rif. tavola *IDR08.B - Stato Attuale - Scenario Torrente Castro - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni*). All'imbocco del tratto tombato sono attesi dal reticolo del T. Castro circa 40 mc/s.
 - Anche sul T. Bicchieraia si verificano esondazioni estese che interessano i territori in destra e sinistra idraulica, (rif. tavola *IDR09.B - Stato Attuale - Scenario Torrente Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni*). La bocca tarata della cassa della Bicchieraia lamina le portate di picco da 35 mc/s a monte a 22 mc/s a valle circa. All'imbocco del tratto tombato sono attesi dal reticolo del T. Bicchieraia circa 70 mc/s.
 - Nello scenario combinato Castro-Bicchieraia si verifica un aggravio delle aree allagate nel tratto di valle, con una portata attesa all'imbocco del tombamento di circa 115 mc/s (rif. tavola *IDR10.B - Stato Attuale - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni*).

4. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Per la redazione del progetto fattibilità tecnica economica sono stati tralasciati i seguenti obiettivi:

- Definire un quadro organico di interventi funzionali al superamento delle criticità emerse dalle analisi sullo Stato Attuale;
- Definire un programma dettagliato per l'attuazione delle singole opere prevedendo la suddivisione in stralci funzionali di più facile gestione, anche in termini finanziari;
- Garantire la compatibilità con la pianificazione urbanistica vigente ed in corso di formazione;
- Perseguire obiettivi di riqualificazione e armonizzazione del tessuto urbano, mediante un riassetto funzionale dei tratti fluviali oggetto di intervento con riorganizzazione degli spazi, realizzazione di nuovi accessi e piste di servizio per una migliore fruibilità ai fini della manutenzione e delle operazioni di polizia idraulica;
- Garantire il non aggravio del rischio idraulico sul tratto fluviale di valle (tombamento), minimizzandone l'impatto in termini di portate e carico idraulico atteso.

4.1 ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

Durante il percorso progettuale sono state valutate numerose alternative progettuali, in particolare per quanto riguarda il cruciale nodo del tombamento esistente.

Lo sforzo per accrescere la conoscenza della realtà fisica del territorio e il suo comportamento idraulico in occasione di eventi eccezionali, ha consentito, in primo luogo, il superamento di ipotesi progettuali che avevano dignità all'interno delle possibili alternative.

Prima fra tutte la possibile realizzazione di uno scolmatore da realizzarsi a monte del tratto tombato; bypass in grado di deviare una aliquota della "portata di progetto" tale da rendere idoneo idraulicamente il tombamento stesso, a seguito nell'incremento dell'efficienza idraulica dei due corsi d'acqua a monte.

Ebbene, la determinazione delle portate massime smaltibili dal tombamento, ha messo in luce come tale aliquota dovesse essere di fatto non marginale, ma predominante rispetto alla portata massima di progetto. A fronte, infatti, di una portata stimata per l'evento duecentennale critico di circa 160 mc/sec (circa 65 mc/s dal T. Castro e 95 mc/s dal T. Bicchieraia), il tombamento risulta in grado, al massimo, di far transitare 80 mc/sec (sezione minima).

È evidente quindi che lo scolmatore, ipotizzato per non intervenire sul tombamento esistente in modo sostanziale e prevedendo la sola ricalibratura dei corsi d'acqua a monte, avrebbe rappresentato una nuova via d'acqua, di dimensioni idonee al transito di 80-100 mc/sec.

È evidente quindi che tale intervento comporta innanzitutto problematiche dovute all'individuazione degli spazi di ingombro della sezione idraulica di progetto (che avrà dimensioni non trascurabili), ai costi di esproprio, alla realizzabilità degli attraversamenti viari necessari lungo il nuovo tracciato (che dovranno rispettare la normativa vigente, con particolare riferimento ai franchi di sicurezza).

Tuttavia nodo cruciale si è rivelata l'individuazione di un corpo idrico recettore in grado di smaltire le portate attese in sicurezza idraulica, che ha presto suggerito l'abbandono di tale ipotesi progettuale.

Allo scopo, è stata infatti condotta una analisi idrologica-idraulica sul Torrente Vingone, al fine di stimare la portata naturale attesa sul corso d'acqua e l'efficienza delle sezioni fluviali e delle strutture ed infrastrutture presenti lungo il suo tracciato. Dai risultati di tali analisi, dettagliate nell'elaborato *IDR01 - Relazione Idrologica Idraulica*, si evince che il Torrente Vingone presenta allo stato attuale evidenti criticità dovute allo smaltimento delle proprie portate di piena attese sugli eventi estremi, soprattutto in corrispondenza degli attraversamenti

idraulici presenti nel tratto cittadino che risultano molto inefficienti e mal si prestano ad adeguamenti di sezione che oltre a superare le proprie criticità siano in grado di smaltire anche gli ulteriori contributi del bypass.

Le ipotesi hanno quindi virato verso l'individuazione di una serie di interventi nel bacino del T. Castro a monte del tratto tombato finalizzati a:

- Aumentare la capacità di deflusso delle sezioni fluviali;
- Abbassare le portate di picco attese in alveo mediante l'invaso di volumi di piena in aree di accumulo controllato;
- Diminuire il rischio idraulico nelle aree limitrofe;
- Intervenire solo in ultima istanza sul tratto tombato esistente, mediante ricavatura della sezione liquida nel tratto di monte, in cui risultano evidenti interrimenti del fondo, e riportando a cielo aperto e/o adeguando la luce del tombamento nel tratto di sezione minima.

Le ipotesi progettuali sono state quindi testate e valutate idraulicamente, variando dimensioni forma e andamento planaltimetrico dei corsi d'acqua di progetto.

4.2 PRINCIPI DI INSERIMENTO DEL PROGETTO NEL CONTESTO URBANO E SCELTA DEI MATERIALI

Da un'analisi dello stato dei luoghi, il T. Castro e il T. Bicchieraia si inseriscono in un territorio molto diversificato. I due corsi d'acqua, nei tratti di intervento, abbandonano le aree agricole pedecollinari e si inseriscono bruscamente in un contesto urbano fortemente antropizzato, in spazi talora notevolmente ridotti dalla presenza di edifici e manufatti accessori, dove l'accesso e la fruibilità sono spesso inibite da numerosi limiti fisici dati anche dalle divisioni di proprietà private e demaniali, intervallati da aree residuali non lottizzate o piccoli giardini talora in stato di abbandono. I torrenti appaiono in condizioni di forte deterioramento ed idraulicamente insufficienti al contenimento delle piene previste.

Pertanto, oltre alla necessità di un adeguamento idraulico dei corsi d'acqua, c'è una volontà di valorizzazione dei torrenti e di ripristino degli spazi di pertinenza fluviali perduti.

L'intervento si sviluppa per entrambi i corsi d'acqua per circa 2 km fino al Ponte della Parata (imbocco del tratto tombato urbano) e prevede la ricalibratura della sezione idraulica, la regolarizzazione della livelletta di progetto, con modesti e locali approfondimenti delle quote di fondo alveo, e della geometria della sezione idraulica, variabile a tratti omogenei, in dipendenza degli spazi disponibili dovuti al contesto in cui è inserito il corso d'acqua, favorendo, laddove possibile, caratteristiche di naturalità alla sezione fluviale, prevista con sponde naturali inerbita a dolce pendenza (3:2).

Laddove gli spazi non lo consentono e nei tratti di raccordo da una sezione tipologica all'altra, quando le sponde si presentano ad elevata pendenza, si prevede il rivestimento delle stesse in scogliera rinverdata realizzata con massi di pezzatura variabile posizionati a salvaripa, con aree vuote da intasare con materiale inerte di pezzatura inferiore e terreno vegetale, al fine di favorirne il rinverdimento. I tratti in cui risulta necessaria la presenza di muri verticali, gli stessi saranno realizzati in scogliera di pietrame, limitando il più possibile le strutture in c.a. ai soli tratti in cui risulta strettamente necessario, per motivi di spazio e/o strutturali.

Ai fini della stabilizzazione del fondo alveo, si prevede a tratti la realizzazione di una protezione della bassa sponda in scogliera, prestando particolare attenzione ai cambi di geometria della sezione e/o alla protezione dei piedi delle strutture di contenimento esistenti laddove si preveda un modesto approfondimento della sezione al fine di regolarizzarne la livelletta di progetto.

Sul T. Bicchieraia, che si sviluppa principalmente in aderenza alle viabilità, dapprima in destra Via Anconetana e poi in sinistra Via dell'Acropoli, ai fini di stabilizzare e regolarizzare le strutture di sostegno stradali, sono state previste protezioni in scogliera di pietrame limitate alla bassa sponda, laddove il muro esistente si presenta in buone condizioni ma necessita comunque di una adeguata protezione al piede a

seguito della ricavatura della sezione fluviale, ovvero di rivestimenti/muri in scogliera a tutta altezza in corrispondenza dei tratti più precari.

Lungo entrambi i corsi d'acqua sono stati previsti nuovi accessi a fiume e piste di servizio, al fine di favorirne la fruibilità per le operazioni di manutenzione e di polizia idraulica, per i quali saranno favoriti i percorsi inerbiti o, in alternativa, materiali naturali ed ecologicamente compatibili (terra stabilizzata o similari).

Non sono previsti interventi sulle opere di attraversamento esistenti, se non una modesta ricavatura del fondo alveo laddove riscontrati evidenti fenomeni di sovralluvionamento e deposito di materiale. Fa eccezione il ponticello di Via del Pantanino sul T. Castro, che presenta criticità strutturali evidenti, per il quale si prevede la demolizione con contestuale realizzazione di un breve tratto di viabilità per l'accesso alle abitazioni individuata sull'impronta di un percorso peraltro già utilizzato dai residenti stessi.

In merito alla scelta dei materiali, le ipotesi fatte derivano da una analisi del contesto e da una esigenza di riqualificazione territoriale e paesaggistica.

Laddove gli spazi lo consentono la sezione di progetto assumerà caratteristiche di naturalità, e sarà prevista con sponde naturali inerbite a dolce pendenza (3:2).

Per quanto riguarda le sponde ad elevata pendenza (>1:1), rivestite in scogliera rinverdita, si prevede di utilizzare massi di pezzatura variabile con peso superiore ad 1 ton. I massi saranno posizionati a salvaripa, con ampie aree vuote da intasare con materiale inerte di pezzatura inferiore e terreno vegetale.



Figura 47: Esempio di posa scogliera a salvaripa

Per quanto attiene i muri in scogliera si procederà alla posa di massi squadriati con fughe limitate.



Figura 48: Esempio di protezione al piede in scogliera



Figura 49: Esempio di muro in scogliera

Per i muri verticali in c.a. che confinano il corso d'acqua, limitati ai soli tratti in cui risulta strettamente necessario per motivi di spazio e/o strutturali, sono state individuate modalità costruttive, e manutentive che riescono a conciliare la funzionalità con l'inserimento ambientale e paesaggistico. Si prevede quindi l'utilizzo di un pattern, o meglio una texture realizzata in calcestruzzo, ricorrendo a matrici elastiche riutilizzabili (elastomero di poliuretano, simile alla gomma).

Le matrici applicate alle casseforme, vengono utilizzate per lasciare impressi dei disegni in rilievo sui getti in calcestruzzo a facciavista.

Si riportano di seguito alcuni esempi di texture fra le quali si ritiene possa essere scelta la soluzione più appropriata, privilegiando a nostro giudizio l'effetto pietra con profonde scanalature.

:

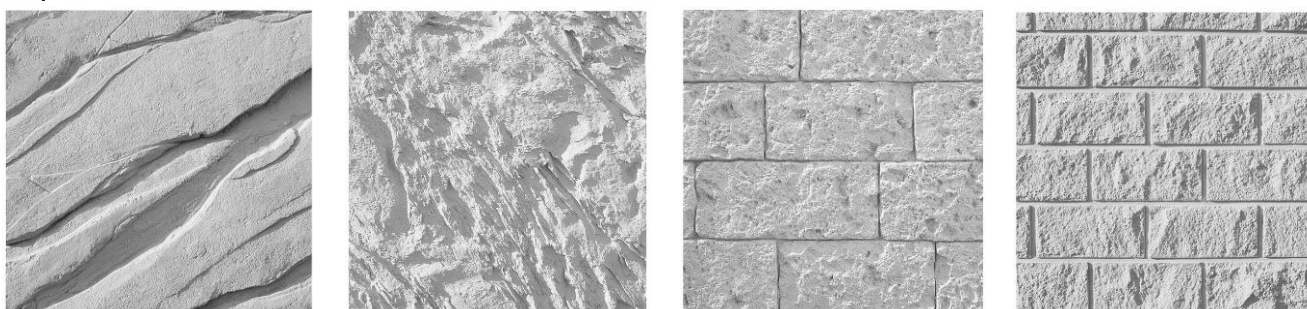


Figura 50: Esempi di texture per muri in calcestruzzo

Infine, per quanto attiene i percorsi per l'accesso a fiume e le piste di servizio, saranno favoriti i percorsi inerbiti o, in alternativa, materiali naturali ed ecologicamente compatibili.



Figura 51: Esempio di percorso di servizio in materiali ecologicamente compatibili

4.3 LE OPERE DI PROGETTO

Il presente progetto di fattibilità prevede la realizzazione di una serie di interventi sui Torrenti Castro e Bicchieraia per la riduzione del rischio idraulico ingenerato sul territorio comunale di Arezzo ed ha le seguenti finalità:

- a. Riduzione delle aree allagabili in occasione di eventi di piena eccezionali;
- b. Riduzione del carico idraulico sulle infrastrutture e strutture idrauliche di contenimento;
- c. Incremento dell'efficienza idraulica dei corsi d'acqua ed individuazione di opere di difesa idraulica (casce di espansione/aree di laminazione controllata).

La soluzione progettuale proposta, frutto di un'articolata indagine conoscitiva e di una accurata valutazione delle alternative progettuali, prevede la realizzazione di una serie di interventi puntuali e diffusi che interessano il bacino del T. Castro.

Al fine di consentire una più rapida attuazione degli interventi, le opere di progetto sono state suddivise in 6 STRALCI FUNZIONALI, individuati nell'elaborato *PP09 - Planimetria Generale Stato di Progetto con suddivisione in Stralci*.

Il PRIMO STRALCIO FUNZIONALE riguarda la ricalibratura del reticolo del T. Castro e T. Bicchieraia, finalizzata all'incremento dell'efficienza idraulica dei 2 corsi d'acqua ed alla riduzione delle aree allagabili a monte del tratto tombato.

In particolare, l'intervento riguarda il tronco fluviale del Torrente Castro, dalla località Cognaia al Ponte della Parata, con adeguamento della sezione idraulica dimensionato sull'evento TR=200 anni, ed il tronco fluviale del Torrente Bicchieraia, dal ponte di loc. Matrignano alla confluenza nel T. Castro, dimensionato sull'evento TR=30 anni. Non sono previsti interventi sulle opere di attraversamento esistenti, se non una modesta ricavatura del fondo alveo laddove riscontrati evidenti fenomeni di sovralluvionamento e deposito di materiale. Fa eccezione il ponticello di Via del Pantanino sul T. Castro, che presenta criticità oltre che idrauliche anche strutturali evidenti, per il quale si prevede la demolizione con contestuale realizzazione di un breve tratto di viabilità per l'accesso alle abitazioni. Ai fini del non aggravio del rischio per le aree di valle, sul tratto terminale del T. Castro, dalla confluenza del T. Bicchieraia al ponte della Parata, è prevista la realizzazione di muri di centuriazione idraulica a sostituzione delle opere di sostegno esistenti.

Completano lo stralcio opere accessorie, quali piste di servizio e rampe di accesso a fiume lungo tutto il tratto di intervento.

L'obiettivo trapiantato da questo primo stralcio è l'assenza di esondazioni per eventi con TR=30 anni e la significativa riduzione delle aree allagate sugli eventi duecentennali. Le criticità residue riguardano gli attraversamenti, che presentano ancora funzionamento in pressione per eventi più gravosi, ed un maggior carico idraulico atteso sul tratto tombato, seppur modesto (portate di picco +9 mc/s e livelli massimi +40 cm circa per TR=200 anni all'imbocco della Parata rispetto allo stato attuale). Si precisa comunque che i livelli massimi attesi alla Parata risultano contenuti in alveo grazie alla realizzazione dei muri di centuriazione idraulica previsti nel tratto terminale.

Gli interventi inseriti nel secondo, terzo e quarto stralcio riguardano l'individuazione di aree di laminazione controllata all'interno del bacino del T. Castro finalizzate alla riduzione dei picchi di portata e dei volumi di piena ai fini della riduzione del carico idraulico atteso al tratto tombato ed alla diminuzione delle aree allagate, in termini di estensione e di battenti massimi attesi. In particolare:

- il SECONDO STRALCIO FUNZIONALE prevede la realizzazione di un'opera di laminazione sul Borro delle Vinacce, affluente in destra idraulica del T. Bicchieraia, in aree poste a monte della Via Anconetana (risultati attesi: portate di picco -4 mc/s e livelli massimi -20 cm circa per TR=200 anni all'imbocco della Parata, e minori aree allagate rispetto al primo stralcio funzionale);

- il TERZO STRALCIO FUNZIONALE prevede la realizzazione di un'opera di laminazione sul T. Covole in loc. San Firenze, in aree poste a monte del Bivio Stoppe d'Arca (risultati attesi: portate di picco -2 mc/s e livelli massimi -10 cm circa per TR=200 anni all'imbocco della Parata, e minori aree allagate rispetto al secondo stralcio funzionale);
- il QUARTO STRALCIO FUNZIONALE prevede la realizzazione di un'opera di laminazione sul T. Bicchieraia in loc. Pantanino e l'adeguamento della sezione idraulica del T. Bicchieraia nel tratto lungo Via dell'Acropoli fino al ponte di Via Sanzio per il contenimento delle portate attese per TR=200 anni, (portate -3 mc/s e livelli -15 cm circa per TR=200 anni all'imbocco della Parata, ed assenza di esondazioni per TR=200 anni).

Con la realizzazione dei primi 4 stralci funzionali dell'intervento, l'obiettivo trapiantato è l'assenza di esondazioni per eventi duecentennali con un carico idraulico atteso sul tratto tombato leggermente inferiore rispetto allo stato attuale (portate di picco invariate pari a circa 115 mc/s, livelli massimi -4 cm circa per TR=200 anni all'imbocco della Parata rispetto allo stato attuale). Le criticità residue riguardano solo gli attraversamenti (funzionamento a bocca piena per i ponti di Via Calò e Via Anconetana sul T. castro e di Vicchio sul T. Bicchieraia, funzionamento in pressione per il ponte di Viale Sanzio sul T. Bicchieraia).

Gli ultimi due stralci funzionali prevedono interventi sul tombamento, con l'obiettivo di aumentare la capacità di smaltimento del tratto coperto.

In particolare:

- il QUINTO STRALCIO FUNZIONALE prevede la ricavatura del fondo alveo nel tratto di monte (circa 870 m) del tombamento, con lo scopo di aumentare la portata massima smaltibile a bocca piena dalla sezione minima (rif. Via Pietro Aretino, da Via Guadagnoli a Via Rodi) da $Q = 80$ mc/s a 100 mc/s (a fronte di una portata massima attesa al Ponte della Parata di circa 90 mc/s per eventi trentennali e 115 mc/s per eventi duecentennali);
- il SESTO STRALCIO prevede infine lo stombamento/adeguamento della sezione chiusa del tratto tombato a sezione minima (tratto lungo Via Pietro Aretino, fino all'incrocio con Via Rodi), con l'obiettivo di aumentare la portata massima smaltibile a bocca piena fino a $Q=115$ mc/s (portata di picco per eventi duecentennali).

La scansione temporale degli interventi dovrà rispettare la progressione degli stralci funzionali, così come indicata dalla numerazione degli stessi. Tutto ciò per dare compiutezza alle opere, privilegiando gli interventi che garantiscono i maggiori risultati in termini di costi/benefici per la di mitigazione del rischio idraulico senza comportare aggravii significativi nei tratti d'alveo e nelle aree contermini.

4.4 VERIFICHE IDRAULICHE DELLO STATO DI PROGETTO

Per la valutazione del comportamento idraulico degli interventi di progetto proposti e degli effetti attesi sul territorio sugli eventi di piena eccezionali (eventi sintetici per assegnati tempi di ritorno) è stata sviluppata una modellazione idraulica dedicata.

L'implementazione del modello è stata effettuata attraverso il software HEC-RAS ver. 5.0.7.

In particolare, è stata implementata una modellistica accoppiata, monodimensionale in alveo e bidimensionale per il territorio circostante, che permette di determinare battenti, livelli e velocità di propagazione in alveo e nelle aree allagate.

Il comportamento idraulico in alveo del reticolo idrografico di verifica è stato simulato attraverso un modello monodimensionale con la schematizzazione geometrica delle sezioni fluviali ricostruita per lo stato di progetto. Le acque esondate e la loro propagazione sono state simulate con un modello bidimensionale, a partire dal modello digitale del terreno mutuato dal modello idraulico dello stato attuale.

Il software HEC-RAS permette l'accoppiamento dei due modelli in modo totalmente dinamico, garantendo la conservazione di massa e quantità di moto tra i diversi sistemi.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato *IDR01 - Relazione Idrologica Idraulica*.

Per lo Stato di Progetto sono stati ricostruiti 5 scenari geometrici, a partire dallo scenario Stato Attuale in cui sono stati inseriti gli interventi di progetto.

In particolare, sono stati geometrizzati:

- STATO DI PROGETTO SP1: rappresenta lo stato di progetto PRIMO STRALCIO, in cui sono state inserite le geometrie di progetto delle sezioni fluviali nei tratti di intervento, eliminate le strutture oggetto di demolizione (ponte del Pantanino) e modificati i collegamenti alveo-terreno con le nuove quote di testa sponda di progetto; come condizione al contorno di valle si è utilizzata la scala di deflusso al Ponte della Parata ricavata dal modello monodimensionale del tombamento nella sua configurazione attuale in assenza di esondazioni a monte (per la presenza dei muri di centuriazione idraulica di progetto, rif. Figura 52);
- STATO DI PROGETTO SP2: rappresenta lo stato di progetto SECONDO STRALCIO, costruito a partire dalla geometria dello Stato di Progetto SP1, in cui sono stata inserita l'opera di laminazione sul Borro delle Vinacce, simulata mediante la riduzione della luce libera dell'attraversamento di Via Anconetana (bocca tarata) e scollegando i terreni posti a monte della viabilità dai corsi d'acqua;
- STATO DI PROGETTO SP3: rappresenta lo stato di progetto TERZO STRALCIO, costruito a partire dalla geometria dello Stato di Progetto SP2, in cui sono stata inserita l'opera di laminazione sul T.Covole in loc. San Firenze Il comportamento idraulico della cassa di progetto è stato stimato mediante un modello idrologico dedicato, sviluppato mediante il software HEC-HMS, che ha permesso di stimare la portata in uscita dall'opera, sollecitata dall'input idrologici attesi sul bacino di monte del T. Covole, mediante la definizione di una legge di invaso (relazione portata in ingresso/portata deviata in cassa, rif. Figura 54);
- STATO DI PROGETTO SP4: rappresenta lo stato di progetto QUARTO STRALCIO, costruito a partire dalla geometria dello Stato di Progetto SP3, in cui è stata inserita l'opera di laminazione in loc. Pantanino (ipotizzando sull'area un abbassamento del p.c. di circa 1-1.5 m rispetto alle quote del terreno attuali ed inserendo uno sfioro in sponda destra sul T. Bicchieraia) e simulato l'adeguamento della sezione di progetto alla portata duecentennale del T. Bicchieraia dalla confluenza del B. delle Vinacce fino al ponte di Via Sanzio (togliendo dal modello idraulico le connessioni alveo-terreno);
- STATO DI PROGETTO SP5: rappresenta lo stato di progetto finale, ovvero del QUINTO E SESTO STRALCIO, costruito a partire dalla geometria dello Stato di Progetto SP4, ma utilizzando come condizione al contorno di valle la scala di deflusso al Ponte della Parata ricavata dal modello monodimensionale del tombamento nella sua configurazione di progetto (ricavatura del fondo alveo e stombamento/adeguamento della sezione chiusa nel tratto a sezione minima, rif. Figura 53).

Per quanto riguarda gli scenari idrologici sui quali cimentare le geometrie di progetto, sono stati implementati i seguenti:

- STATO DI PROGETTO SP1:
 - Eventi sintetici con TR=30 e 200 anni critici (durata dell'evento di pioggia pari a 2 ore) solo sul reticolo del T. Castro (SCENARIO CASTRO);
 - Eventi sintetici con TR=30 e 200 anni critici (durata dell'evento di pioggia pari a 2 ore) solo sul reticolo del T. Bicchieraia (SCENARIO BICCHIERAIA);
 - Eventi sintetici con TR=30 e 200 anni critici (durata dell'evento di pioggia pari a 2 ore) sul sistema Castro- Bicchieraia. (SCENARIO CASTRO-BICCHIERAIA);

- STATI DI PROGETTO da SP2 a SP5:
 - Evento sintetico TR= 200 anni critico (durata dell'evento di pioggia pari a 2 ore) sul sistema Castro- Bicchieraia. (SCENARIO CASTRO-BICCHIERAIA).

H	Q
256.95	0.0
258.34	10.0
258.70	20.0
259.01	30.0
259.30	40.0
259.57	50.0
259.82	60.0
260.05	70.0
260.27	80.0
260.50	90.0
260.80	100.0
261.15	110.0
261.65	120.0
262.21	130.0

Figura 52: Scala di deflusso Ponte della Parata – Stato di progetto SP1-SP2-SP3-SP4

H	Q
256.95	0.0
257.47	10.0
257.83	20.0
258.14	30.0
258.41	40.0
258.68	50.0
258.93	60.0
259.19	70.0
259.44	80.0
259.70	90.0
259.98	100.0
260.31	110.0
260.61	120.0
260.99	130.0

Figura 53: Scala di deflusso Ponte della Parata – Stato di progetto SP5-SP6

Qin [mc/s]	Qdev [mc/s]
0.0	0.0
10.0	0.3
15.0	3.5
20.0	6.0
25.0	9.0
33.0	13.0
38.0	19.0
40.0	22.0
44.0	22.0
50.0	22.0

Figura 54: Ipotesi di funzionamento Opera di Laminazione di San Firenze

Si sintetizzano di seguito le risultanze delle modellazioni di progetto, rimandando all'elaborato IDR01 - Relazione Idrologica Idraulica per i dettagli.

- Verifiche stato di progetto SP1 (PRIMO STRALCIO FUNZIONALE):
 - Sul T. Castro non si verificano fenomeni di esondazione per $TR \leq 200$ anni (rif. tavola *IDR12.A - Stato di Progetto - Stralcio 1 - Scenario Torrente Castro - Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni* e tavola *IDR12.B - Stato di Progetto - Stralcio 1 - Scenario Torrente Castro - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni*). All'imbocco del tratto tombato sono attesi dal reticolo del T. Castro circa 35 mc/s per $TR = 30$ anni e circa 65 mc/s per $TR = 200$ anni.
 - Sul T. Bicchieraia non si verificano fenomeni di esondazione per $TR \leq 30$ anni (ad eccezione delle aree a monte della Via Anconetana interessate dalle esondazioni del Borro delle Vinacce, rif. tavola *IDR13.A - Stato di Progetto - Stralcio 1 - Scenario Torrente Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni*), mentre nello scenario duecentennale si hanno esondazioni molto più contenute rispetto allo stato attuale che riguardano principalmente le aree in destra idraulica a valle della confluenza del B. delle Vinacce (rif. tavola *IDR13.B - Stato di Progetto - Stralcio 1 - Scenario Torrente Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni*). All'imbocco del tratto tombato sono attesi dal reticolo del T. Bicchieraia circa 57 mc/s per $TR = 30$ anni e circa 72 mc/s per $TR = 200$ anni.
 - Nello scenario combinato Castro-Bicchieraia la portata attesa all'imbocco del tombamento è circa 88 mc/s per $TR = 30$ anni e circa 123 mc/s per $TR = 200$ anni (rif. *IDR14.A - Stato di Progetto - Stralcio 1 - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni* e tavola *IDR14.B - Stato di Progetto - Stralcio 1 - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni*).
- Verifiche stato di progetto SP2 (SECONDO STRALCIO FUNZIONALE):
 - Rispetto allo stato di progetto SP1, sul sistema combinato Castro-Bicchieraia nello scenario duecentennale le aree allagate permangono per estensione quasi immutate, pur presentando battenti leggermente inferiori. L'opera di laminazione sul Borro delle Vinacce abbassa le portate di picco da 10 mc/s a 2 mc/s circa. La portata attesa all'imbocco del tombamento di circa 119 mc/s (rif. *IDR15 - Stato di Progetto - Stralcio 2 - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni*).
- Verifiche stato di progetto SP3 (TERZO STRALCIO FUNZIONALE):
 - Rispetto allo stato di progetto SP2, si osserva una decisa diminuzione delle aree allagate per l'evento duecentennale (rif. *IDR16 - Stato di Progetto - Stralcio 3 - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni*). Con la realizzazione della cassa di espansione sul T. Covole in loc. San Firenze si attende infatti una riduzione delle sollecitazioni idrauliche sul T. Bicchieraia di circa 13 mc/s. La portata attesa all'imbocco del tombamento si riduce ulteriormente ed è stimata pari a circa 117 mc/s.
- Verifiche stato di progetto SP4 (QUARTO STRALCIO FUNZIONALE):
 - Con la realizzazione degli interventi previsti nel quarto stralcio funzionale, si ha una sostanziale assenza di fenomeni di esondazione non controllati per eventi $TR \leq 200$ anni dal sistema Castro-Bicchieraia (rif. *IDR17 - Stato di Progetto - Stralcio 4 - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni*). La portata attesa all'imbocco del tombamento è stimata pari a circa 114 mc/s.
- Verifiche stato di progetto SP5 (QUINTO E SESTO STRALCIO FUNZIONALE):
 - Con la realizzazione degli interventi previsti nel quinto e sesto stralcio funzionale, oltre all'assenza di fenomeni di esondazione, si ottiene anche una netta diminuzione del carico

idraulico atteso nel tratto tombato (rif. *IDR18 - Stato di Progetto - Stralcio 5 - Scenario Torrenti Castro e Bicchieraia - Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni*). La portata attesa all'imbocco del tombamento è stimata pari a circa 115 mc/s con livelli idrometrici in alveo più bassi di circa 80 rispetto allo stato attuale.

5. LE OPERE DI PROGETTO DEL PRIMO STRALCIO FUNZIONALE

5.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi di progetto previsti nel PRIMO STRALCIO FUNZIONALE, oggetto di progettazione preliminare, riguardano

- la ricalibratura del reticolo del T. Castro dalla località Cognaia al Ponte della Parata, con adeguamento della sezione idraulica dimensionata sull'evento TR=200 anni;
- ricalibratura del reticolo del Torrente Bicchieraia, dal ponte di loc. Matignano alla confluenza nel T. Castro, con adeguamento della sezione idraulica dimensionata sull'evento TR=30 anni;
- demolizione del ponticello di Via del Pantanino sul T. Castro con contestuale realizzazione di un breve tratto di viabilità per l'accesso alle abitazioni;
- realizzazione di muri di centuriazione idraulica nel tratto terminale del T. Castro, dalla confluenza del T. Bicchieraia al ponte della Parata;
- realizzazione delle opere accessorie, quali piste di servizio e rampe di accesso a fiume lungo tutto il tratto di intervento.

La geometria della sezione idraulica di progetto è variabile a tratti omogenei, in dipendenza degli spazi disponibili dovuti al contesto in cui sono inseriti i due corsi d'acqua, favorendo, laddove possibile, caratteristiche di naturalità alla sezione fluviale. A tal fine sono state individuate, per ciascun tronco fluviale di intervento, delle sezioni tipologiche riportate in forma grafica negli elaborati *PP13.A - Stato di Progetto - Stralcio 1 - Sezioni Tipologiche-Strutturali Torrente Castro* e *PP13.B - Stato di Progetto - Stralcio 1 - Sezioni Tipologiche-Strutturali Torrente Bicchieraia* e descritte nel dettaglio nei paragrafi seguenti.

Per il dettaglio di tutte le sezioni e dei profili longitudinali di progetto in stato sovrapposto con l'attuale, si rimanda agli elaborati specifici (*PP12 - Stato di Progetto - Stralcio 1 - Libretto Sezioni Stato Sovrapposto; IDR11 - Stato di Progetto - Stralcio 1 - Modello Idraulico Torrenti Castro e Bicchieraia - Profili Longitudinali con Livelli Idrometrici*)

Per l'identificazione planimetrica degli interventi di progetto si rimanda alla Planimetria Generale di Progetto (elaborato *PP10 - Stato di Progetto - Stralcio 1 - Planimetria Generale*) ed alle tavole di dettaglio (elaborati da *PP11.A a PP11.E* per il T. Castro e da *PP11.F a PP11.L* per il T. Bicchieraia).

5.1.1 Interventi sul T. Castro

L'intervento si sviluppa su un tratto del corso d'acqua di circa 2.1 km, da valle dell'opera di restituzione della cassa di Cognaia fino al Ponte della Parata (rif. da sez. 00869__19 a 00656__19) e prevede la ricalibratura della sezione idraulica del torrente per il contenimento della portata di progetto TR=200 anni.

È prevista la regolarizzazione della livelletta di fondo, con modesti e locali approfondimenti delle quote di fondo alveo. La livelletta di progetto è stata fissata pari a 0.007 m/m in un primo tratto, tra le sezioni 00869__19 e 00840BB19, 0.0095 m/m nel tratto successivo fino alla confluenza del T. Bicchieraia (rif. sez. da 00840BC19 a 00669__19) e 0.006 m/m nel tratto terminale fino al Ponte della Parata (rif. sez. da 00669__19 a 00656__19). Si prevede inoltre il rifacimento dei 2 salti di fondo in corrispondenza delle sez. 00840BB19-00840BC19 e sez. 00830BB19-00830BC19, entrambi di altezza pari a 80 cm circa.

La geometria della sezione idraulica di progetto è variabile a tratti omogenei, secondo sezioni tipologiche, in dipendenza degli spazi disponibili dovuti al contesto in cui è inserito il corso d'acqua, favorendo, laddove possibile, caratteristiche di naturalità alla sezione fluviale, prevista con sponde naturali inerbite a dolce pendenza (3:2).

Laddove gli spazi non lo consentono e nei tratti di raccordo da una sezione tipologica all'altra, quando le sponde si presentano ad elevata pendenza, si prevede il rivestimento delle stesse in scogliera rinverdata

realizzata con massi di pezzatura variabile posizionati a salvaripa, con aree vuote da intasare con materiale inerte di pezzatura inferiore e terreno vegetale, al fine di favorirne il rinverdimento. I tratti in cui risulta necessaria la presenza di muri verticali, gli stessi saranno realizzati in scogliera di pietrame, limitando il più possibile le strutture in c.a. ai soli tratti in cui risulta strettamente necessario, per motivi di spazio e/o strutturali.

Ai fini della stabilizzazione del fondo alveo, si prevede a tratti la realizzazione di una protezione della bassa sponda in scogliera, prestando particolare attenzione ai cambi di geometria della sezione e/o alla protezione dei piedi delle strutture di contenimento esistenti laddove si preveda un modesto approfondimento della sezione al fine di regolarizzarne la livelletta di progetto.

Per i nuovi accessi e le piste di servizio saranno favoriti i percorsi inerbiti o, in alternativa, materiali naturali ed ecologicamente compatibili.

Sulle opere di attraversamento esistenti è prevista la sola ricavatura del fondo alveo, ad eccezione del ponticello di Via del Pantanino, per il quale si prevede la demolizione con contestuale realizzazione di un breve tratto di viabilità per l'accesso alle abitazioni individuata sull'impronta di un percorso peraltro già utilizzato dai residenti stessi.

Di seguito si descrivono le sezioni tipologiche individuate nel progetto di sistemazione del T. Castro.

- Sezione tipologica 1: sezione a geometria trapezia, con larghezza del fondo alveo pari a 4 m, sponde naturali inerbite con pendenza 3:2 sia in destra che in sinistra idraulica. Altezza minima della sezione pari a 3 m. Laddove gli spazi lo consentono è prevista in testa sponda la realizzazione di una pista di servizio per le operazioni di ispezione e manutenzione del corso d'acqua. Tale tipologia di sezione rappresenta la scelta ottimale e più utilizzata lungo il tratto di intervento previsto sul T. Castro (per un totale di circa 812 m).
- Sezione tipologica 2: sezione in aderenza alla sede stradale di Via Viviani, con larghezza del fondo alveo pari a 5 m, sponda naturale inerbita con pendenza 3:2 in destra idraulica, muro verticale in c.a. di nuova realizzazione in sinistra idraulica in aderenza al muro esistente. Altezza minima della sezione pari a 3 m, altezza del nuovo muro in c.a. pari a 3.5 m. Tratto di intervento 40 m circa.
- Sezione tipologica 3: sezione in aderenza alla sede stradale di Via Viviani, a cavallo della passerella pedonale esistente, con larghezza del fondo alveo pari a 6 m, mantenimento della gabbionata esistente in destra idraulica, muro verticale in c.a. di nuova realizzazione in sinistra idraulica in aderenza al muro esistente di sostegno alla viabilità. Altezza del nuovo muro in c.a. pari a 3.5 m. Tratto di intervento 66 m circa.
- Sezione tipologica 4: sezione lungo Via Viviani, dalle prime abitazioni in sinistra idraulica fino al ponte di Via Redi. La sezione di progetto si allontana dai fabbricati e resedi presenti in sinistra idraulica al fine di ricavarne una pista di servizio ed accesso a fiume di larghezza minima pari a 4m. La sponda sinistra verrà realizzata mediante posa di scogliera in massi ciclopici di forma regolare e squadrata di altezza pari a 3 m. Il fondo alveo avrà una larghezza pari a 5.5 m, mentre la sponda destra è prevista naturale inerbita con pendenza 3:2 in testa alla quale è prevista un'ulteriore pista di servizio. Lungo il tratto sono presenti n. 2 salti di fondo di altezza pari a circa 80 cm, in corrispondenza delle sezioni 00840BB19-00840BC19 e 00830BB19-00830BC19, per i quali si prevede il rifacimento mediante posa di scogliera a protezione del fondo alveo. Altezza minima della sezione pari a 3 m. Tratto di intervento 238 m circa.
- Sezione tipologica 5: sezione arginata lungo Via Pieraccini, a geometria trapezia, con larghezza del fondo alveo pari a 7 m, sponde pseudovericali realizzate con muri in scogliera in massi ciclopici di forma regolare e squadrata di altezza pari a 3 m, larghezza in testa argine pari a 4 m, scarpate di raccordo al p.c. attuale inerbita con pendenza 3:2. Lato Via Pieraccini, si prevede la realizzazione al piede dell'argine di un muretto

a retta per un minore ingombro ed una migliore delimitazione della sede stradale. Altezza minima della sezione pari a 3 m. Tratto di intervento 104 m circa.

- Sezione tipologica 6: sezione tipologica nel tratto compreso tra il Ponte di via Anconetana e il ponticello del Pantanino (oggetto di demolizione). La sezione di progetto prevede la realizzazione di un terrapieno in terre armate a filo dei fabbricati e delle pertinenze presenti in destra idraulica, al fine di allontanare il fondo alveo dagli immobili e ricrearne la sponda, con larghezza minima in testa pari a 3.5 m. Lato fiume il raccordo con il fondo fluviale è previsto in scogliera in massi ciclopici di forma regolare e squadrata di altezza pari a 3 m. Il fondo alveo ha una larghezza pari a 5.5 m, mentre la sponda sinistra è prevista naturale inerbita con pendenza 3:2 a raccordo con i terreni attuali. Sulla testa sponda sinistra è prevista una pista di servizio di larghezza pari a 4 m. Tratto di intervento 99 m circa.
- Sezione tipologica 7: sezione tipologica nel tratto compreso tra il ponticello del Pantanino (oggetto di demolizione) e la confluenza del T. Bicchieraia. La sezione ha geometria trapezia, con larghezza del fondo alveo pari a 5.5 m e sponde naturali inerbite con pendenza 3:2 sia in destra che in sinistra idraulica. Sulla bassa sponda in destra è prevista una protezione in scogliera di altezza pari a 1.4 m, mentre in testa sponda si inserisce un muretto di contenimento idraulico e delimitazione della sede stradale. Sulla testa sponda sinistra è prevista una pista di servizio di larghezza pari a 4 m. Tratto di intervento 154 m circa.
- Sezione tipologica 8: sezione tipologica nel tratto compreso tra la confluenza del T. Bicchieraia ed il Ponte della Parata (imbocco tratto tombato), che prevede la realizzazione di muri di centuriazione idraulica su entrambi i lati del corso d'acqua, in aderenza alle strutture presenti lungo Via Castellucci e Via Beato Angelico, a garanzia della tenuta idraulica e del contenimento dei livelli di piena attesi per eventi con $TR \leq 200$ anni. La sezione prevede una larghezza del fondo alveo pari a 9 m e raccordi in terra con pendenza 3:2 fino ai muri di progetto. Sono previste inoltre protezioni in scogliera della bassa sponda. Laddove gli spazi lo consentono è prevista la realizzazione di una rampa di accesso al fiume per le operazioni di pulizia ed ispezione.
- Sezione tipologica Ponte Via F. Redi: a cavallo dell'attraversamento di Via Redi si prevede la realizzazione di nuovi muri in c.a. in destra e in sinistra idraulica di altezza pari a 4.5 m, in sostituzione dei manufatti esistenti privi di funzionalità idraulica (destra idraulica) e/o in aderenza alle strutture di confinamento dei resedi privati presenti (sinistra idraulica) fortemente disomogenei per tipologia costruttiva, altezza, stato di conservazione ed allineamento rispetto alla sezione fluviale. Al fine di migliorare l'efficienza idraulica della sezione in corrispondenza del manufatto di attraversamento, è prevista la ricavatura del fondo alveo assunto con larghezza utile pari a 9 m. Nel tratto di monte è prevista una pista di servizio in destra idraulica con accesso da Via Redi di larghezza minima pari a 3 m, mentre a valle sono previste una pista di servizio in sinistra di larghezza minima pari a 3 m ed un camminamento in destra a tergo del muro in c.a. di larghezza minima 1 m per le operazioni di manutenzione/ispezione idraulica. Tratto di intervento 59 m circa.
- Sezione tipologica Ponte Via E. Calò: il raccordo della sezione fluviale con le spalle del ponte è previsto con muri in scogliera di massi ciclopici di forma regolare e squadrata di altezza pari a 3 m. Al fine di migliorare l'efficienza idraulica della sezione in corrispondenza del manufatto di attraversamento, è prevista la ricavatura del fondo alveo assunto con larghezza utile pari a 7 m. Sia a monte che a valle dell'opera sono previste piste di servizio in destra e sinistra idraulica con accesso da Via Calò. Tratto di intervento 38 m circa.
- Sezione tipologica Ponte Via Anconetana: a cavallo dell'attraversamento di Via Anconetana si prevede la realizzazione di nuovi muri in c.a. in destra e in sinistra idraulica di altezza pari a 4 m, in aderenza/sostituzione dei manufatti esistenti. Al fine di migliorare l'efficienza idraulica della sezione in

corrispondenza del manufatto di attraversamento, è prevista la ricavatura del fondo alveo assunto con larghezza utile pari a 9 m. A monte è prevista una pista di servizio in destra idraulica di larghezza pari a 4 m con accesso da Via Trento e Trieste ed una rampa di discesa a fiume in sinistra, mentre gli spazi estremamente ridotti non consentono la realizzazione di accessi a valle dell'opera. Tratto di intervento 102 m circa.

- Tratti di raccordo: nei tratti di raccordo da una sezione tipologica all'altra, è prevista una transizione progressiva della geometria d'alveo. Laddove le sponde si presentano ad elevata pendenza, è previsto il rivestimento delle stesse in scogliera rinverdata realizzata con massi di pezzatura variabile posizionati a salvaripa, con aree vuote da intasare con materiale inerte di pezzatura inferiore e terreno vegetale, al fine di favorirne il rinverdimento.
- Piste di servizio: al fine di perseguire obiettivi di riqualificazione e riassetto funzionale del tratto fluviale oggetto di intervento si è prevista la realizzazione di piste di servizio in destra e/o sinistra idraulica per una migliore fruibilità ai fini della manutenzione e delle operazioni di polizia idraulica. Tali piste saranno previste come percorsi inerbiti o, in alternativa, con l'utilizzo di materiali naturali ed ecologicamente compatibili.
- Rampe di accesso a fiume: Dove gli spazi utili non consentono la realizzazione di piste di servizio in testa sponda, si sono previste rampe di accesso a fiume per le operazioni di pulizia ed ispezione idraulica. Sul T. Castro sono stati previsti n. 4 accessi.

5.1.2 Interventi sul T. Bicchieraia

L'intervento si sviluppa su un tratto del corso d'acqua di circa 2.3 km, dal ponte di località Matrignano (confluenza T. Covole - B.Peneto) fino alla confluenza nel Torrente Castro (rif. da sez. 00229__19 a 00003__19) e prevede la ricalibratura della sezione idraulica del torrente per il contenimento della portata di progetto TR=30 anni. L'intervento prevede la regolarizzazione della livelletta di fondo, con modesti e locali approfondimenti delle quote di fondo alveo. La livelletta di progetto è stata fissata pari a 0.010 m/m in un primo tratto, tra le sezioni 00229__19 e 00163__19, e pari a 0.0075 m/m nel tratto successivo fino alla confluenza nel T. Castro (rif. sez. da 00163__19 a 00003__19). Si prevede inoltre il rifacimento del salto di fondo esistente in prossimità delle sez. 00163__19, di altezza pari a 60 cm circa.

In analogia con le scelte progettuali effettuate sul Torrente Castro, la geometria della sezione idraulica di progetto è variabile a tratti omogenei, secondo sezioni tipologiche, in dipendenza degli spazi disponibili dovuti al contesto in cui è inserito il corso d'acqua, favorendo, laddove possibile, caratteristiche di naturalità alla sezione fluviale.

Il corso d'acqua si sviluppa principalmente in aderenza alle viabilità, per cui risulta confinato, dapprima in destra idraulica lungo Via Anconetana e poi in sinistra idraulica lungo Via dell'Acropoli, dai muri a sostegno delle strade, che si presentano talora in buono stato di manutenzione ma con tratti in condizioni precarie e comunque privi di funzionalità idraulica e/o in condizioni strutturali non idonee.

Ai fini di stabilizzare e regolarizzare le strutture di contenimento lato strada, sono state quindi previste protezioni in scogliera di pietrame limitate alla bassa sponda, laddove il muro esistente si presenta in buone condizioni ma necessita comunque di una adeguata protezione al piede a seguito della ricavatura della sezione fluviale, ovvero di rivestimenti/muri in scogliera a tutta altezza in corrispondenza dei tratti più precari.

Anche sul T. Bicchieraia le strutture in c.a. sono state previste solo nei tratti in cui risulta strettamente necessario, per motivi di spazio e/o strutturali.

Lungo il corso d'acqua sono stati previsti nuovi accessi a fiume e piste di servizio al fine di favorirne la fruibilità per le operazioni di manutenzione e di polizia idraulica.

Non sono previsti interventi sulle opere di attraversamento esistenti, se non una modesta ricavatura del fondo alveo laddove riscontrati evidenti fenomeni di sovralluvionamento e deposito di materiale.

Di seguito si descrivono le sezioni tipologiche individuate nel progetto di sistemazione del T. Bicchieraia.

- Sezione tipologica 1: sezione tipologica nel tratto lungo Via Anconetana, con larghezza del fondo alveo pari a 4 m e sponda naturale inerbita con pendenza 3:2 in sinistra idraulica. In destra, in aderenza al muro di sostegno stradale esistente, si prevede la protezione del piede della struttura mediante la posa di scogliera di massi ciclopici. Laddove gli spazi lo consentono è prevista in testa sponda sinistra la realizzazione di una pista di servizio per le operazioni di ispezione e manutenzione del corso d'acqua. Nei tratti in cui il raccordo al p.c. attuale non garantisce un'altezza utile della sezione adeguata, è prevista in testa sponda la realizzazione di un muretto di contenimento idraulico che assicuri un adeguato franco di sicurezza laddove necessario (per presenza di abitazioni e/o altri recettori sensibili). Altezza minima della sezione pari a 3 m. Tratto di intervento 625 m circa.
- Sezione tipologica 2: sezione in aderenza alla sede stradale di Via Anconetana, nel tratto a valle del Ponte Privato fino alla confluenza del Borro Marmorino, caratterizzato dalla presenza in sinistra idraulica di resedi, giardini e pertinenze private. La geometria di progetto ha larghezza del fondo alveo pari a 5 m, protezioni della bassa sponda in scogliera, a ridosso del muro di sostegno stradale in destra e con raccordo al p.c. in sponda naturale inerbita a pendenza 3:2 in sinistra idraulica. In testa sponda sinistra è prevista la realizzazione di un muretto di confinamento e contenimento idraulico di modesta altezza. Altezza minima della sezione pari a 3 m. Tratto di intervento 145 m circa.
- Sezione tipologica 3: sezione in aderenza alla sede stradale di Via dell'Acropoli, caratterizzata da una larghezza del fondo alveo pari a 4 m, sponda sinistra pseudoverticale realizzata con muri in scogliera in massi ciclopici di forma regolare e squadrata di altezza pari a 3 m, sponda naturale inerbita a pendenza 3:2 in destra idraulica. In testa sponda destra è prevista la realizzazione di una pista di servizio di larghezza pari a 4m. Altezza minima della sezione pari a 3 m. Tratto di intervento 684 m circa.
- Sezione tipologica 4: sezione tipologica nel tratto a valle del Ponte di Viale Sanzio a geometria trapezia con fondo alveo di larghezza 5 m, protezioni della bassa sponda in scogliera e raccordo al p.c. in sponda naturale inerbita a pendenza 3:2 sia in destra che in sinistra idraulica. In testa sponda destra è prevista la realizzazione di una pista di servizio. Altezza minima della sezione pari a 3 m. Tratto di intervento 143 m circa.
- Sezione tipologica 5: sezione tipologica del tratto di valle del T. Bicchieraia, fino alla confluenza del T. Castro, con fondo alveo di larghezza 4 m, protezione della bassa sponda in scogliera in sinistra idraulica e sponda naturale inerbita a pendenza 3:2 sia in destra. In testa sponda destra è prevista la realizzazione di una pista di servizio. Altezza minima della sezione pari a 3 m. Tratto di intervento 283 m circa.
- Sezione tipologica Ponte Privato: a cavallo dell'attraversamento privato presente su Via Anconetana, al fine di migliorare l'officiosità idraulica della sezione, si prevede la rimozione del materiale in alveo presente in sinistra idraulica e la realizzazione di un nuovo muro in c.a. in aderenza all'esistente a confine con i resedi privati, di altezza pari a 4.5 m. In destra idraulica viene mantenuto il muro di sostegno stradale che risulta in buono stato di conservazione. Il piede del muro verrà protetto mediante posa di scogliera alla quota di fondo. La ricavatura del fondo alveo garantirà una larghezza utile della sezione pari a 6.5 m. Tratto di intervento 20 m circa.
- Sezione tipologica Ponte di Vicchio: a cavallo dell'attraversamento si prevede la ricavatura della sezione, che avrà larghezza al fondo pari a 8.5 m, confinata tra il muro di sostegno stradale in destra ed il muro di confine con la lottizzazione di Vicchio in sinistra, per il quale è previsto un modesto sovrizzo in

sommità. Immediatamente a valle del ponte, in destra idraulica il muro si interrompe, per cui ne è previsto un prolungamento mediante realizzazione di un nuovo tratto in c.a. Tratto di intervento 55 m circa.

- Sezione tipologica Ponte di Castelsecco: a monte il raccordo della sezione fluviale con le spalle del ponte è previsto con muro in scogliera di massi ciclopici di forma regolare e squadrata di altezza pari a 3 m in sinistra idraulica, mentre in destra, in aderenza al muro di sostegno stradale esistente, si prevede la protezione del piede della struttura mediante scogliera di massi ciclopici. A valle prosegue in sinistra il muro in scogliera, mentre in destra è prevista la realizzazione di un muro verticale in c.a. di altezza pari a 4 m a sostegno dell'area di sosta presente lungo Via Anconetana. Al fine di migliorare l'efficienza idraulica della sezione in corrispondenza del manufatto di attraversamento, è prevista la ricavatura del fondo alveo assunto con larghezza utile pari a 8.5 m. Sia a monte che a valle dell'opera è prevista una pista di servizio in sinistra idraulica con accesso da Via di Castelsecco. Tratto di intervento 22 m circa.

- Sezione tipologica Ponte di Viale R. Sanzio: il raccordo della sezione fluviale con le spalle del ponte è previsto con muri verticali in c.a. di nuova realizzazione di altezza pari a 4 m, sia in destra che sinistra idraulica per il tratto di monte, solo in sinistra a valle, in quanto già presente in destra un muro in c.a. in buono stato di conservazione. Al fine di migliorare l'efficienza idraulica della sezione in corrispondenza del manufatto di attraversamento, è prevista la ricavatura del fondo alveo assunto con larghezza utile pari a 8 m. Sia a monte che a valle dell'opera è prevista una pista di servizio in destra idraulica con accesso da Viale Sanzio. Tratto di intervento 67 m circa.

- Tratti di raccordo: nei tratti di raccordo da una sezione tipologica all'altra, è prevista una transizione progressiva della geometria d'alveo. Laddove le sponde si presentano ad elevata pendenza, è previsto il rivestimento delle stesse in scogliera rinverdita realizzata con massi di pezzatura variabile posizionati a salvaripa, con aree vuote da intasare con materiale inerte di pezzatura inferiore e terreno vegetale, al fine di favorire il rinverdimento.

- Piste di servizio: al fine di perseguire obiettivi di riqualificazione e riassetto funzionale del tratto fluviale oggetto di intervento si è prevista la realizzazione di piste di servizio in destra e/o sinistra idraulica per una migliore fruibilità ai fini della manutenzione e delle operazioni di polizia idraulica. Tali piste saranno previste come percorsi inerbiti o, in alternativa, con l'utilizzo di materiali naturali ed ecologicamente compatibili.

- Rampe di accesso a fiume: Dove gli spazi utili non consentono la realizzazione di piste di servizio in testa sponda, si sono previste rampe di accesso a fiume per le operazioni di pulizia ed ispezione idraulica. Sul T. Bicchieraia sono stati previsti n. 4 accessi.

5.2 RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE

Tra le attività svolte per la ricostruzione dello stato dei luoghi e l'individuazione delle opere che presentano interferenze con il reticolo fluviale di interesse, si è provveduto a trasmettere agli Enti Gestori delle reti di servizi e sottoservizi, in particolare acquedotti e fognature, linee elettriche, gas metano e telecomunicazioni, il progetto preliminare del primo stralcio funzionale, comprensivo di nota descrittiva, planimetrie e sezioni tipologiche, i fini di un loro pronunciamento in merito, finalizzato alla definizione degli interventi di risoluzione delle interferenze.

In risposta a tale richiesta, si sono pronunciati Terna Rete Italia S.p.A., che ha dichiarato che non vi sono interferenze con elettrodotti AT di loro proprietà, e Nuove Acque S.p.A., che evidenzia interferenze significative delle opere di progetto con il reticolo fognario e con la rete idrica di gestione, e si resa disponibile ad effettuare specifici sopralluoghi congiunti al fine di individuare l'esatta collocazione delle reti esistenti e concordare gli interventi di risoluzione delle interferenze che dovranno inserirsi all'interno del progetto.

In attesa di effettuare i sopralluoghi con Nuove Acque SpA, al fine di giungere alla stima dei costi, è stata fatta una valutazione preliminare delle possibili interferenze e si sono definiti i criteri generali per la risoluzione delle stesse con le opere di progetto.

In particolare, per quanto riguarda il sistema fognario di acque nere, miste e meteoriche, si prevede la:

- Rimozione delle condotte interne ai corsi d'acqua;
- Realizzazione di nuovi collettori fognari lungo le piste di servizio previste in adiacenza ai corpi idrici che consentano di intercettare gli scarichi ad oggi sversano direttamente nei corsi d'acqua, con recapito nella rete esistente;
- Ricollocazione dei servizi passanti (acquedotti, fognature, cavidotti, ecc.) sulle opere di attraversamento stradale da demolire (ponticello del Pantanino), con modalità da concordare con gli Enti Gestori.

5.3 INDIRIZZI PER LE SUCCESSIVE FASI PROGETTUALI

Nelle successive fasi progettuali, dovranno essere svolte tutte le indagini atte a colmare le lacune di conoscenza rilevate ed evidenziate all'interno del presente progetto. A tale scopo abbiamo implementato un elenco delle indagini propedeutiche alla progettazione del primo stralcio funzionale:

INDAGINI TOPOGRAFICHE: indagini topografiche necessarie a caratterizzare dettagliatamente gli areali oggetto di intervento, strutture ed infrastrutture esistenti, nonché servizi e sottoservizi;

ANALISI STATO DI CONSISTENZA OPERE STRUTTURALI: indagini specifiche sulle opere strutturali presenti lungo i tratti di intervento, finalizzate ad una stima quantitativa della consistenza e dello stato di funzionalità delle strutture esistenti;

RICERCA SERVIZI E SOTTOSERVIZI: indagini specialistiche al fine di tracciare le tubazioni nel sottosuolo.