

COMUNE DI MONZA

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO

PARCO DELLA BOCCALUPA AREA 11A EX HENSEMBERGER (PARTE)



VERIFICA DEL PONTE CICLO -
PEDONALE
RELAZIONE IDRAULICA

PROPONENTE:

SAFFIN S.R.L.
VIA SAN MARTINO, 3
20900 - MONZA

PROGETTO URBANISTICO -
COORDINAMENTO GENERALE:

CAMERA & PARTNERS
VIA BISTOLFI, 49
20134 MILANO

TEL 02 20241820 FAX 02 29533690
INFO@CAMERA-PARTNERS.COM

ARCH. DAVIDE CAMERA
ARCH. LORENZO ASTULFONI

DATA PRIMA EMISSIONE
DICEMBRE 2014

DATA REVISIONI
MARZO 2015

CODICE ELABORATO

R

RIF



GARASSINO s.p.a.

Via Curtatone, 25
20122 MILANO (ITALIA)
Tel.: +39 02 55190493
Fax: +39 02 55181865

E-Mail: garassinosl@garassinosl.it
Internet: www.garassinosl.it



Saffin s.r.l.

Monza

Via Henseberger/Via Salvo D'Acquisto

Verifica del ponte ciclo-pedonale

Relazione Idraulica

Commessa Job **2459**
Protocollo / Rev Doc. No. **41.00**

| Indica le parti modificate con l'ultima revisione *Latest revision*

REV	DATA DATE	DESCRIZIONE DESCRIPTION	REDATTO PREPARED	CONTROLLATO CHECKED	APPROVATO APPROVED
0	10.03.15	Emissione	C. Riva	A. Garassino	A. Garassino

MECCANICA DEI TERRENI E INGEGNERIA DELLE FONDAZIONI

Cod. Fisc. e Part. IVA 09893920158 – C.C.I.A.A. Milano 1325801 – Tribunale Milano Reg. Soc. 299857 – Capitale Sociale € 10.400,00 int. vers.

Azienda con Sistema Gestione Qualità ISO 9001:2008 certificato da ICMQ
Company with Quality Management System ISO 9001:2008 certified by ICMQ



INDICE

1. *INTRODUZIONE* 3

2. *DOCUMENTI E DIRETTIVE DI RIFERIMENTO* 4

3. *DESCRIZIONE DEL PONTE CICLO-PEDONALE IN PROGETTO*..... 5

4. *INQUADRAMENTO IDRAULICO DELL'AREA DI INTERVENTO*..... 7

5. *MODELLAZIONE IDRAULICA* 9

 5.1 *Profilo di piena attuale*..... 12

 5.2 *Profilo di piena con il ponte in progetto* 15

6. *VERIFICA DEL FRANCO DI SICUREZZA*..... 17

7. *LICENZA SOFTWARE DEL CODICE DI CALCOLO* 20

8. *CONCLUSIONI* 21

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	2	21



1. INTRODUZIONE

Il presente documento viene redatto nell'ambito di un più ampio progetto di riqualificazione di un complesso immobiliare ubicato tra le Vie Henseberger e Salvo D'Acquisto, attualmente sede di edifici industriali e artigianali, nel comune di Monza (MB).

Nello specifico, nel proseguo verranno effettuate alcune analisi finalizzate al dimensionamento idraulico di un ponte ciclopedonale sul Lambretto.

Tale ponte, che verrà costruito quale standard qualitativo, permetterà, il collegamento alla piazza Castello, alla Stazione e al limitrofo "Binario 7", e da lì attraverso il sovra-passo pedonale esistente al centro storico.

In figura 1.1 si inquadra l'area di intervento su cartografia Tecnica.

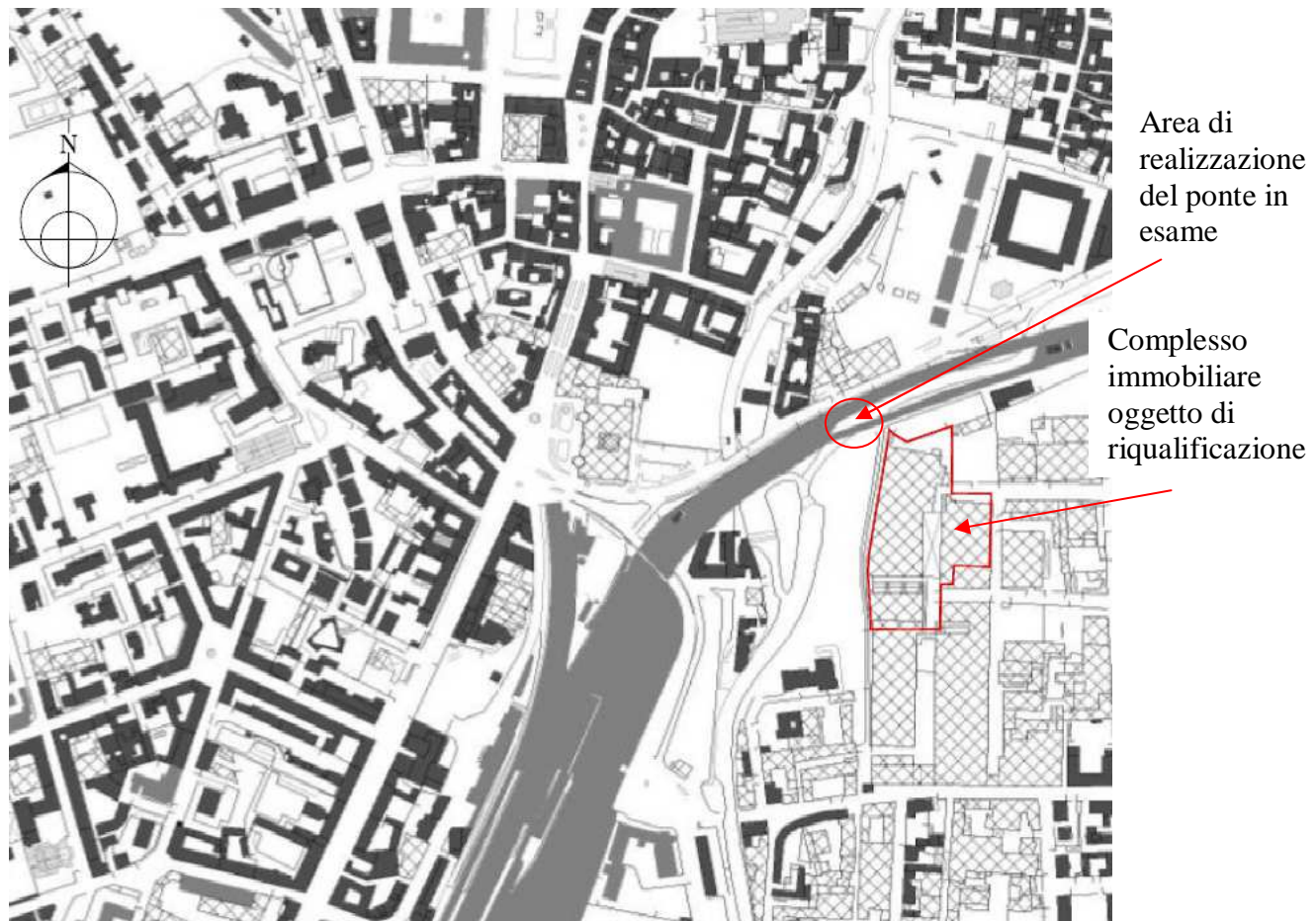


Figura 1.1 – Ubicazione dell'area di intervento su CTR 1:10000

Fonte dati cartografici: Comune di Monza, Sistema Informativo Territoriale

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	3	21



2. DOCUMENTI E DIRETTIVE DI RIFERIMENTO

- [1] **Autorità di Bacino del fiume Po:** Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B. – Delibera del Comitato Istituzionale n°2 del 11.05.1999, aggiornata il 05.04.2006.
- [2] **Autorità di Bacino del fiume Po:** Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro-Olona, tarati sulla base degli eventi accaduti durante la piena del Novembre 2002.
- [3] **Comune di Monza, Assessorato al Territorio:** Piano di Governo del Territorio – Documento di piano - Componente geologica, idrogeologica e sismica – A16 Parte A: relazione idraulica.
- [4] **Studio Pacheco:** Rapporto idraulico di supporto alla predisposizione dello studio di dettaglio per la ripermimetrazione delle zone a rischio idraulico e elaborazione delle carte di rischio assoggettate alla normativa del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Relazione Tecnica Idraulica - Per conto del comune di Monza, Settore Pianificazione Territoriale - Elaborato allegato_Prot. 73777 del 14 luglio 2008_ alla adozione del 21 marzo 2012.
- [5] **Camera & Partners:** Saffin S.r.l., Monza - Ponte ciclopedonale sul canale Lambretto - codice elaborato E5.
- [6] **Camera & Partners:** Saffin S.r.l., Monza – Regime dei suoli. Planimetria prescrittiva distanze tra edifici, confini e strade - codice elaborato D4.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	4	21



3. DESCRIZIONE DEL PONTE CICLO-PEDONALE IN PROGETTO

Il ponte ciclo-pedonale oggetto della presente trattazione è descritto nel dettaglio nell'elaborato grafico di Rif.[5], stralciato e qui parzialmente riportato in figura 3.1.

Si tratta di una passerella strutturalmente analoga a quella tuttora esistente nella vicina via Santa Maddalena, larga 3.60 m, a due campate, con lunghezza totale di 73 m.

Con rimando alla già citata figura 3.1, si esplicitano le quote di estradosso e di intradosso del ponte ciclopedonale.

Tale ponte ha una struttura ad arco, con quota di estradosso variabile da un minimo di 159.25 m s.l.m. ad un massimo di 160.30 m s.l.m..

Poiché l'impalcato ha spessore minimo di almeno 50 cm, risulta che l'intradosso del ponte si trova a quote variabili tra 158.65 m s.l.m. (agli estremi) e 159.8 m s.l.m. (al centro).

Per essere dichiarato idraulicamente funzionale, il ponte deve essere dimensionato in modo tale da garantire, in conformità a quanto richiesto dall'Autorità di Bacino del fiume Po con la direttiva di Rif. [1], lo smaltimento della portata di piena bicentenaria (pari a quella assunta per la delimitazione della Fascia Fluviale B) con franco minimo, tra la quota idrometrica della piena e quella di intradosso del ponte, di almeno 100 cm (assicurato per 2/3 della luce in caso di intradosso non rettilineo).

Tale franco verrà verificato nei capitoli seguenti con una modellazione idraulica atta a simulare appunto eventuali effetti/ripercussioni sul profilo di moto della corrente d'acqua derivanti dalla presenza del ponte in progetto in caso di piena eccezionale.

Come visibile sempre in figura 3.1, il ponte ciclopedonale è fondato su due spalle situate esternamente all'area di deflusso e su di una pila centrale, sita in area golenale e non internamente al canale. L'interasse spalla-pila è di 36.5 m.

In virtù della posizione in gola dell'unica pila prevista e della considerevole luce tra questa e le spalle, come verrà dimostrato anche nelle analisi idrauliche, è possibile affermare che non sussistono problematiche connesse al rischio di ostruzione da parte del materiale trasportato in caso di forte piena.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	5	21

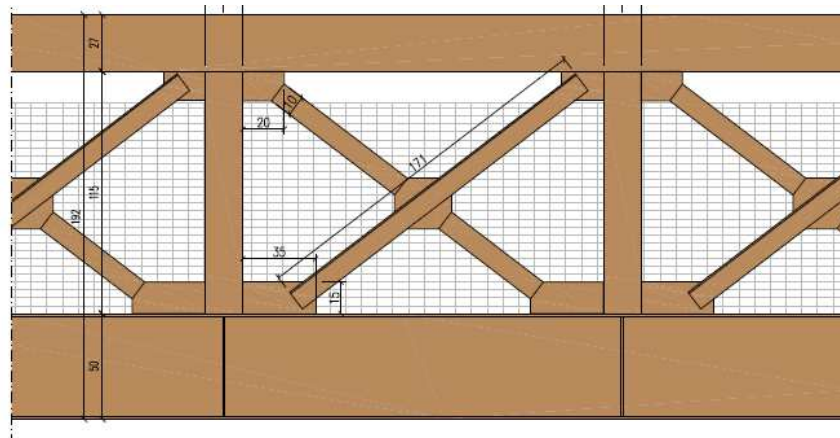
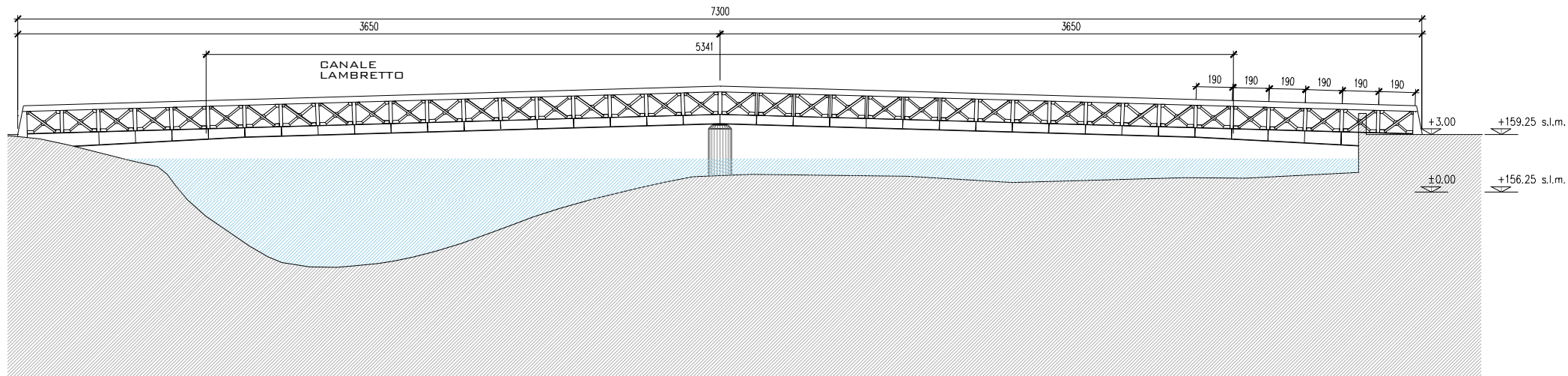


Figura 3.1 - Prospetto del ponte in progetto, con dettaglio dell'impalcato

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	6	21



4. INQUADRAMENTO IDRAULICO DELL'AREA DI INTERVENTO

L'asta fluviale del Lambro, così come la derivazione del Lambretto, sono stati oggetto nel corso degli anni di diversi studi idraulici, adottati a livello comunale o interregionale.

In ordine cronologico, è stato prima sviluppato lo studio dell'Autorità di Bacino (2003) consultabile nel Rif.[2], poi quello descritto nel PGT vigente del Comune di Monza, redatto nel 2004 e adottato nel 2008 (Rif.[3]), e, da ultimo, quello elaborato da Pacheco nel 2008 e approvato dal Comune di Monza nel 2012 (Rif.[4]).

In generale le conclusioni in termini di quote idrometriche di ciascuno studio sopra citato sono differenti e divergenti tra loro anche di decine di centimetri; diversi sono, infatti, i modelli matematico-idraulici utilizzati e le condizioni al contorno considerate nei calcoli.

Nello specifico, limitatamente alla zona di interesse per il ponte in progetto, il rapporto idraulico di Pacheco (basato su uno studio più recente e raffinato) individua per la portata bicentenaria un livello idrico pari a 157.23 m s.l.m..

Tale livello idrico è quello calcolato per la sezione idraulica di riferimento LA 94.3.1.1, relativa al Lambretto in corrispondenza del ponte ferroviario.

Come mostrato nella seguente figura 4.1, stralciata dall'elaborato grafico di progetto di Rif.[6], il ponte ciclopedonale verrà realizzato proprio a valle di quello ferroviario; il riferimento ai dati idraulici così ottenuti per la sezione LA 94.3.1.1 sarebbe, pertanto, appropriato.

Tuttavia, poiché per la sezione del ponte in progetto il livello idrometrico individuato da Pacheco è risultato il più basso dei tre, si è ritenuto opportuno tenere in considerazione anche gli altri studi, sebbene meno aggiornati.

Per la medesima sezione LA 94.3.1.1, infatti, l'autorità di Bacino ha stimato un livello di piena molto più elevato, pari a 158.37 m s.l.m..

La relazione idraulica del PGT, invece, non esplicita chiaramente l'altezza del pelo libero in quella sezione: tuttavia, da un confronto tra il livello dell'acqua disegnato per il Lambretto e quello tabellato per la sezione di confluenza nel Lambro si stima, cautelativamente, che esso dovrebbe attestarsi attorno a 158.0 m s.l.m..

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	7	21



A favore di sicurezza, quindi, e in virtù del fatto che è tuttora lo strumento urbanistico di riferimento, nel proseguo le verifiche idrauliche verranno effettuate in funzione delle quote idriche indicate nella relazione idraulica del PGT di Monza.

Ponte ferroviario esistente

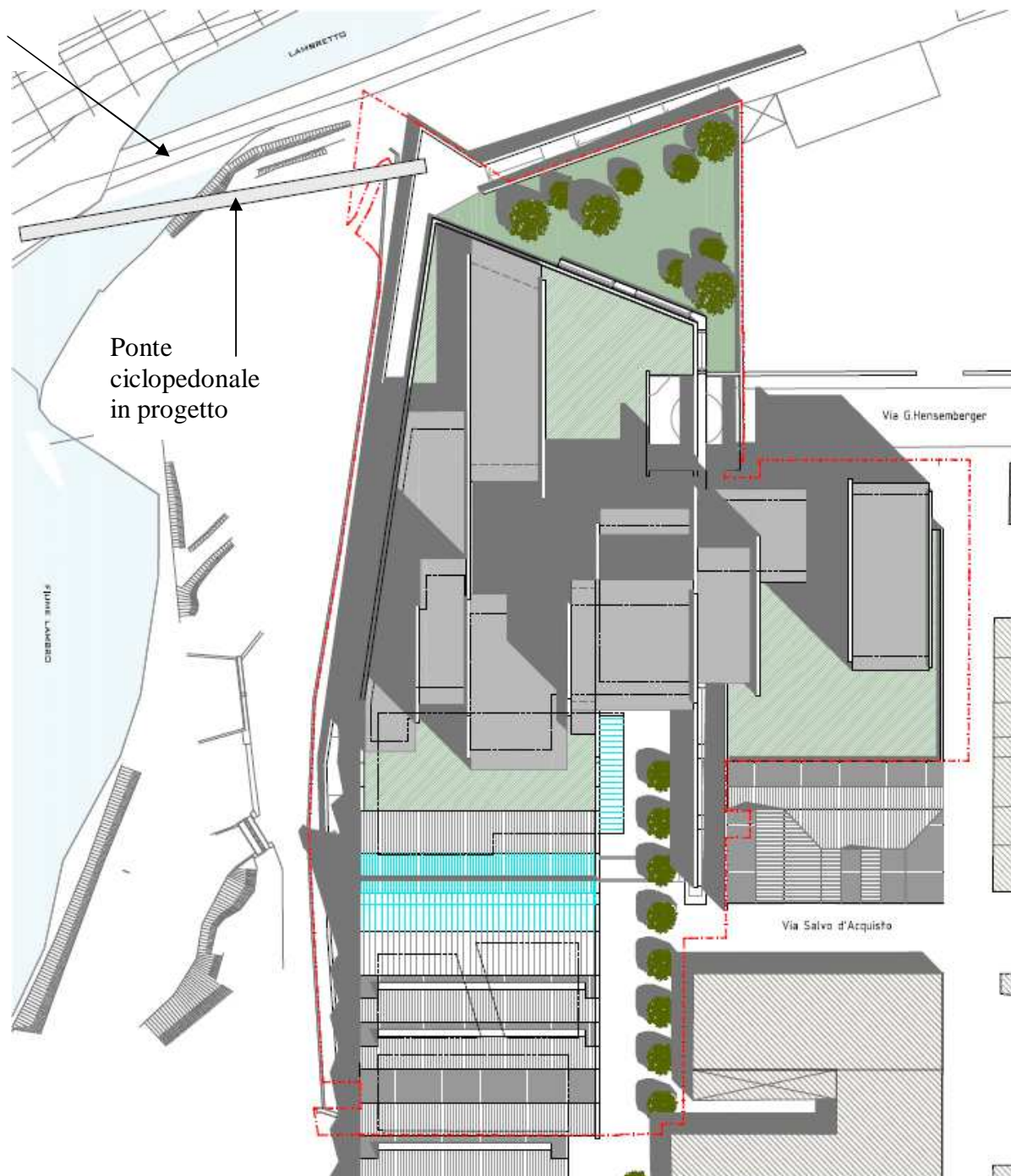


Figura 4.1 – Ubicazione del ponte ciclopedonale sul Lambretto, da Rif.[6]

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	8	21



5. MODELLAZIONE IDRAULICA

Nelle pagine seguenti verranno effettuate due diverse analisi sul tratto di Lambretto in prossimità dell'area di intervento.

In una prima analisi si andrà a ricostruire, per quanto possibile, il modello idraulico che sta alla base del PGT (Rif.[3]).

Nella seconda analisi, invece, a tale modello si aggiungerà la presenza del ponticello in progetto, così da verificarne eventuali effetti sul profilo di moto della corrente.

Le suddette analisi verranno condotte utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS, ovvero il medesimo software utilizzato anche per lo studio contenuto nel PGT e che si vuole qui riprodurre.

Tale codice è stato implementato dall'HEC (Hydrologic Engineering Center – US Army Corps of Engineers) e permette di modellare la propagazione di una corrente (profilo di pelo libero) lungo un corso d'acqua sia in condizioni di moto permanente che in condizioni di moto vario.

Al fine di effettuare le analisi desiderate è necessario inserire unicamente i principali parametri fisici e geometrici, atti a descrivere matematicamente il modello e caratterizzare le grandezze fondamentali da cui dipende la soluzione stessa.

Più in particolare occorre specificare la geometria del corso d'acqua mediante l'inserimento di diverse sezioni di progetto (che verranno interpolate linearmente per caratterizzare l'alveo tra una sezione e la successiva), individuare i parametri di scabrezza, e definire le condizioni al contorno in base alle quali risolvere le equazioni di moto.

Sezioni di verifica

Nel capitolo 4 si sono citati tutti gli studi idraulici attualmente in vigore a livello comunale e interregionale. Ciascuno di essi, a loro volta, fa riferimento a diversi rilievi di sezioni dell'alveo e dei manufatti presenti lungo il medesimo, effettuati anche in occasione di studi idraulici progressivi.

In particolare, nel modello qui riprodotto sono inserite le sezioni dei manufatti rilevate dallo Studio Paoletti nel 1999 (indicate con la sigla PA xx) e quelle fornite dall'AdBPo (indicate come LA xx): si rimanda ai documenti di Rif.[2, 3 e 4] per maggiori dettagli in merito.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	9	21



Tali sezioni sono poi state interpolate per garantire stabilità al modello di calcolo.

Nella figura seguente sono individuate planimetricamente le sezioni introdotte come input al software di calcolo: in grigio sono evidenziati ponti e passerelle mentre in arancione sono disegnate le sezioni interpolate.

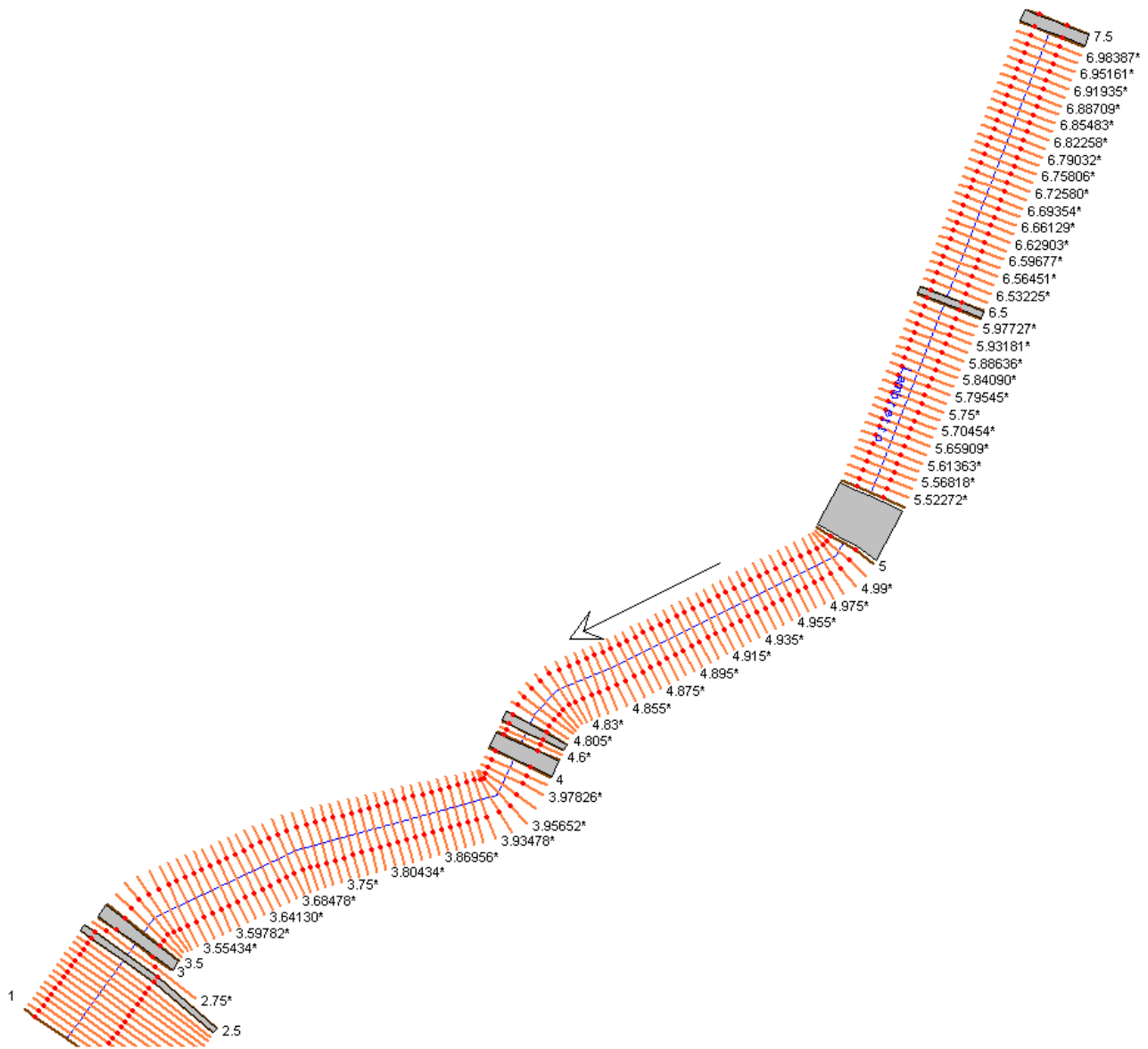


Figura 5.1 – Individuazione delle sezioni inserite come input in HEC-RAS

Come evidente dall'osservazione della figura precedente, il nome delle sezioni è stato modificato rispetto a quello contenuto negli studi di riferimento, in quanto il programma di calcolo non consente di inserire tali denominazioni.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	10	21



Nella seguente tabella si elencano, pertanto, le sezioni dell'AdBPo e quelle di Paoletti utilizzate nei calcoli, procedendo da monte verso valle, e il corrispettivo nome all'interno del modello di HEC-RAS.

Descrizione della sez.	Nomenclatura AdBPo	Nomenclatura Paoletti	Nomenclatura HEC-RAS
Ponte di via Bergamo: monte/valle	LA 94.3.5	PA 81	7.5 / 7
Passerella parco: monte/valle	LA 94.3.4	PA 82	6.5 / 6
Ponte di via Grassi: monte/valle	LA 94.3.3	PA 83	5.5 / 5
Passerella: monte/valle	LA 94.3.2	PA 83-bis	4.8 / 4.7
Ponte Fs: monte/valle	LA 94.3.1.2	PA 83-bis	4.5 / 4
Ponte Fs: monte/valle	LA 94.3.1.1	-	3.5 / 3
Ponte in progetto: monte/valle	LA 94.3.1	-	2.5 / 2
Sezione di valle	LA 94.3.1	-	1

Tabella 5.I – Nomenclatura delle sezioni analizzate

Nel tratto esaminato, che va dal ponte di via Bergamo al tratto terminale del Lambretto, a ridosso della confluenza con il Lambro, sono quindi presenti n°6 attraversamenti, ai quali va aggiunto il ponte in esame.

Tali ponti sono stati tutti inseriti con l'opzione Deck e per il solo ponte ciclo-pedonale in progetto è stata inserita anche una pila.

La simulazione dei ponti è stata sviluppata con lo standard step method.

Scabrezza e coefficienti di perdite concentrate

In conformità al Rif.[3], le scabrezze sono state inserite tramite il coefficiente di Manning, assunto costante e pari a $0.02 \text{ s/m}^{1/3}$.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	11	21



Lungo il tratto analizzato non sono presenti importanti discontinuità tali da provocare significative perdite di carico, pertanto per i coefficienti di contrazione e espansione sono stati lasciati i valori di default di 0.1 e 0.3.

Condizioni al contorno e portata di progetto

Le analisi sono condotte utilizzando un modello di corrente monodimensionale, a geometria variabile, caratterizzato da un moto permanente, e quindi da valori di portata corrispondenti al colmo della piena.

La portata stimata per il Lambretto per un tempo di ritorno di 200 anni è costante e pari a 60 m³/s, come da Rif.[3].

L'integrazione dell'equazione differenziale dei profili di pelo libero di correnti in moto permanente, così come qualsiasi equazione differenziale, richiede delle condizioni al contorno.

Nel caso specifico, il profilo di piena del Lambretto risulta derivare dal rigurgito dei ponti, dal funzionamento dello sfioratore laterale e dalla condizione al contorno di valle, determinata dai profili di piena del Lambro.

La corrente che si viene a sviluppare è di tipo subcritico e richiede quindi, per l'integrazione, delle condizioni, ovvero delle altezze, prese a "valle": più precisamente nelle analisi in questione si farà riferimento all'altezza idrometrica di 158 m s.l.m., come cautelativamente stimato dai dati disponibili nel Rif.[3].

5.1 Profilo di piena attuale

Nelle pagine seguenti si riportano i risultati ottenuti dall'analisi condotta sullo stato di fatto, sia graficamente col profilo di pelo libero della figura 5.1.1, sia numericamente in tabella 5.1.I, dove sono specificati tra gli altri i valori dell'altezza idrometrica (W.S. Elev) e di quella piezometrica (E.G. Elev) della corrente.

Come risulta dal confronto con il grafico di figura 5.1.2, stralciato dal Rif.[3], i risultati ottenuti sono abbastanza coerenti con quelli presentati nello studio del PGT: l'altezza della corrente tra il ponte di via Grassi (sez. 5 – PA 83) e la coppia passerella/ponte Fs (sez. 4.8÷4 – PA 83bis) è 158.05÷158.06 m s.l.m.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	12	21



Proseguendo verso monte, invece, si stimano quote idrometriche leggermente superiori: 158.18 m s.l.m. a monte del ponte di via Grassi contro 158.14 m s.l.m. previsti dal PGT, 158.22÷158.27 m s.l.m. tra la passerella privata (sez. 6.5÷6 – PA 82) e il ponte di via Bergamo (sez. 7.5÷7 – PA 81) contro 158.18 m s.l.m. calcolati nel Rif.[3].

Non è possibile fare confronti diretti con la porzione di valle, quella interessata dall'intervento e in prossimità del secondo ponte ferroviario (sez. 3.5÷3), poiché non è stata riprodotta graficamente negli output dello studio comunale.

Tuttavia il fatto che dall'analisi qui effettuata il ponte ferroviario esistente risulti scavalcato dall'onda di piena è coerente con quanto specificato negli altri due studi idraulici di riferimento: lo studio dell'AdBPo conferma lo scavalcamento con una quota idrica di 158.37 m s.l.m., mentre secondo il rapporto di Pacheco (il meno gravoso per la sezione di riferimento) esso risulterebbe in pressione (157.23 m s.l.m.) ma con un franco di soli 9 cm sull'estradosso.

River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Froude # Chl
7.5	Q 200 PGT	60.0000	155.9500	158.2765	157.2380	158.4740	1.9687	30.4775	0.4120
7.4	Bridge								
7	Q 200 PGT	60.0000	155.9500	158.2712		158.4695	1.9732	30.4071	0.4134
6.5	Q 200 PGT	60.0000	155.6400	158.2251	157.0298	158.3705	1.6894	35.5157	0.3505
6.4	Bridge								
6	Q 200 PGT	60.0000	155.6400	158.2229		158.3686	1.6910	35.4830	0.3509
5.5	Q 200 PGT	60.0000	155.0899	158.1792	156.6624	158.3245	1.6889	35.5271	0.3195
5.4	Bridge								
5	Q 200 PGT	60.0000	155.0899	158.0671		158.2245	1.7581	34.1276	0.3394
4.8	Q 200 PGT	60.0000	154.9701	158.0609	156.2745	158.1425	1.2655	47.4115	0.2376
4.79	Bridge								
4.7	Q 200 PGT	60.0000	154.9701	158.0467		158.1291	1.2718	47.1791	0.2393
4.5	Q 200 PGT	60.0000	154.9500	158.0457	156.2735	158.1279	1.2700	47.2448	0.2388
4.4	Bridge								
4	Q 200 PGT	60.0000	154.9500	158.0017		158.0864	1.2897	46.5229	0.2444
3.5	Q 200 PGT	60.0000	154.9399	158.0002	155.9889	158.0402	0.9197	73.2576	0.1700
3.4	Bridge								
3	Q 200 PGT	60.0000	154.9399	157.9862		158.0268	0.9261	72.6958	0.1716
2.5	Q 200 PGT	60.0000	154.9399	158.0011		158.0196	0.6334	108.6326	0.1269
2	Q 200 PGT	60.0000	154.9399	158.0009		158.0195	0.6334	108.6214	0.1269
1	Q 200 PGT	60.0000	154.9201	158.0001	155.9183	158.0170	0.6091	113.5119	0.1210

Tabella 5.1.I – Risultati della modellazione idraulica dello stato di fatto

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	13	21

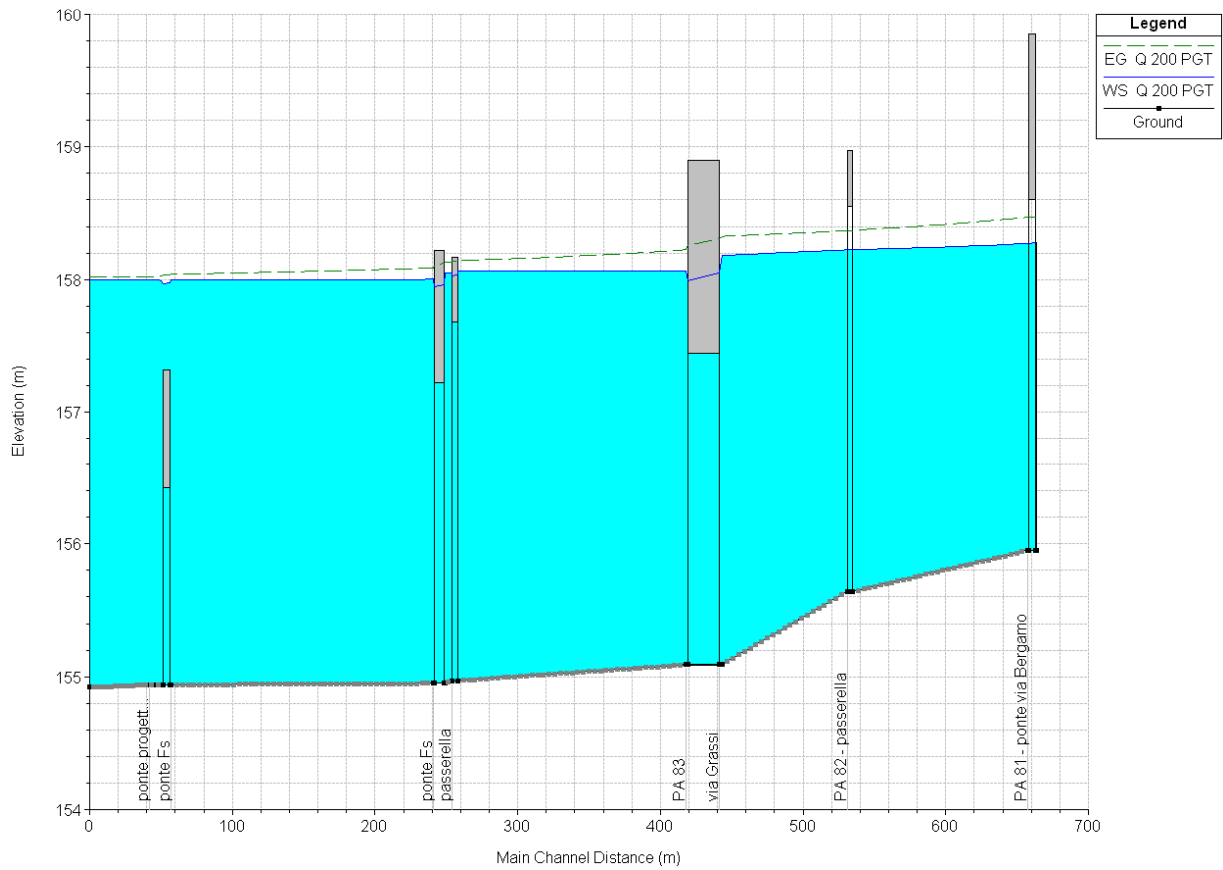


Tabella 5.1.1 – Profilo idrometrico lungo il Lambretto da modellazione con HEC-RAS

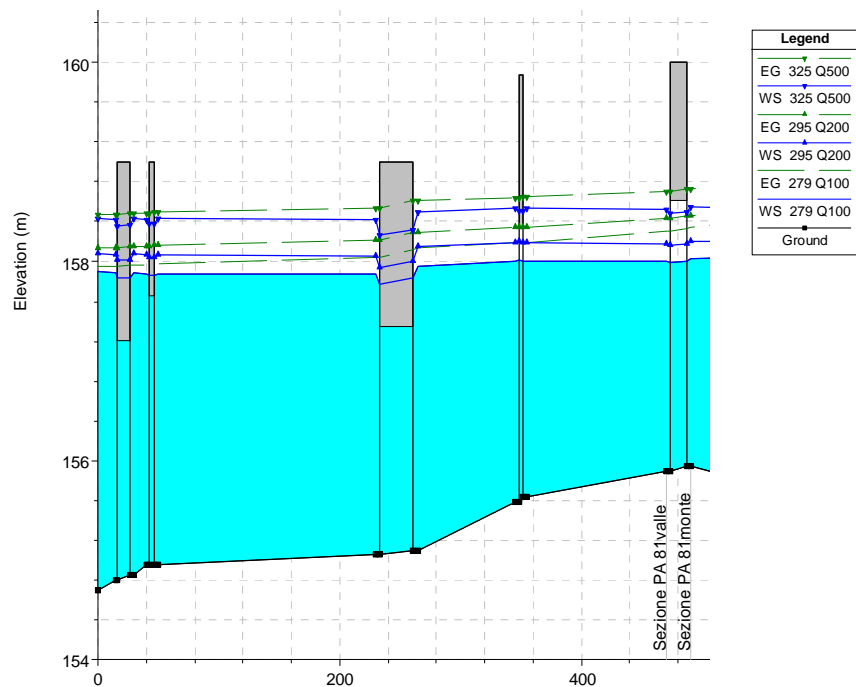


Tabella 5.1.2 – Profilo idrometrico del Lambretto stralciato da Rif.[3]

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	14	21



5.2 Profilo di piena con il ponte in progetto

Analogamente a quanto fatto nel paragrafo 5.1, nelle seguito si riportano, sotto forma di grafico e di tabella, i risultati ottenuti dall'analisi idraulica condotta sullo stesso ramo di Lambretto studiato in precedenza ma con l'aggiunta del ponte ciclo-pedonale in esame.

Come si evince da un confronto tra i risultati qui esposti e quelli discussi al paragrafo 5.1, la costruzione del ponte in progetto non influisce, se non a livello millimetrico, sul deflusso della portata di piena bicentenaria.

La quota idrometrica sotto tale ponte è di 158 m s.l.m., ben inferiore a quella minima dell'intradosso del ponte stesso, prevista a 158.65 m s.l.m..

La lievissima differenza tra i due profili di piena è da imputare alla presenza della pila del ponte, sita in area golenale, le cui ridotte dimensioni rispetto a quelle del ponte non comportano rilevanti perdite di carico.

River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Froude # Chl
7.5	Q 200 PGT	60.0000	155.9500	158.2765	157.2380	158.4740	1.9687	30.4775	0.4120
7.4	Bridge								
7	Q 200 PGT	60.0000	155.9500	158.2712		158.4695	1.9732	30.4071	0.4134
6.5	Q 200 PGT	60.0000	155.6400	158.2252	157.0298	158.3705	1.6894	35.5162	0.3504
6.4	Bridge								
6	Q 200 PGT	60.0000	155.6400	158.2230		158.3687	1.6909	35.4839	0.3509
5.5	Q 200 PGT	60.0000	155.0899	158.1793	156.6624	158.3246	1.6888	35.5280	0.3195
5.4	Bridge								
5	Q 200 PGT	60.0000	155.0899	158.0671		158.2246	1.7581	34.1283	0.3394
4.8	Q 200 PGT	60.0000	154.9701	158.0610	156.2745	158.1426	1.2655	47.4137	0.2376
4.79	Bridge								
4.7	Q 200 PGT	60.0000	154.9701	158.0468		158.1292	1.2717	47.1809	0.2393
4.5	Q 200 PGT	60.0000	154.9500	158.0458	156.2734	158.1280	1.2699	47.2472	0.2388
4.4	Bridge								
4	Q 200 PGT	60.0000	154.9500	158.0018		158.0866	1.2896	46.5256	0.2444
3.5	Q 200 PGT	60.0000	154.9399	158.0004	155.9851	158.0405	0.9196	73.2666	0.1700
3.4	Bridge								
3	Q 200 PGT	60.0000	154.9399	157.9864		158.0270	0.9260	72.7047	0.1715
2.5	Q 200 PGT	60.0000	154.9399	158.0013	155.9569	158.0199	0.6333	108.6464	0.1269
2.4	Bridge								
2	Q 200 PGT	60.0000	154.9399	158.0009		158.0195	0.6334	108.6214	0.1269
1	Q 200 PGT	60.0000	154.9201	158.0001	155.9183	158.0170	0.6091	113.5119	0.1210

Tabella 5.2.I – Risultati della modellazione idraulica con il ponte in progetto

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	15	21

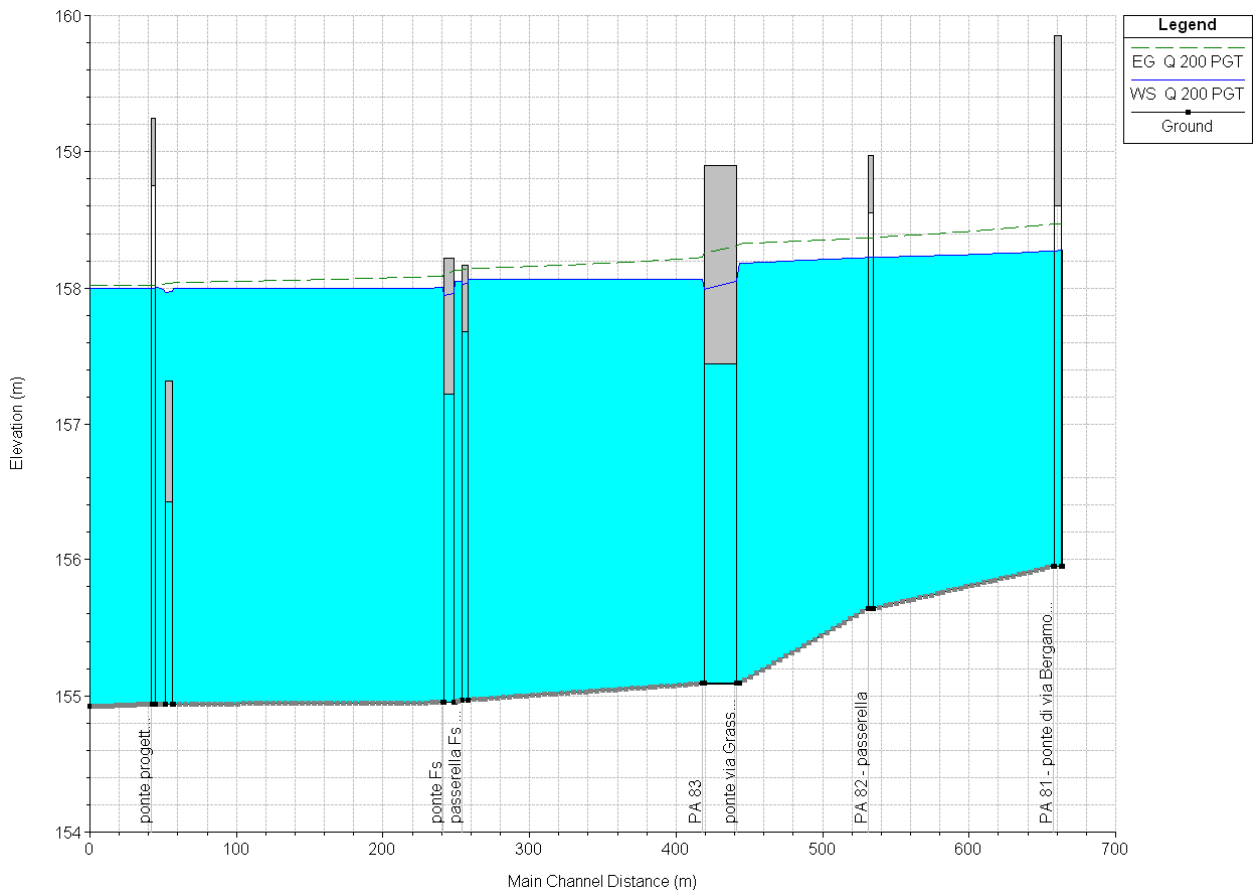


Tabella 5.2.1 – Profilo idrometrico lungo il Lambretto da modellazione con HEC-RAS, con il ponte in progetto

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	16	21



6. VERIFICA DEL FRANCO DI SICUREZZA

In questo capitolo viene effettuata la verifica idraulica del ponte ciclo-pedonale in conformità a quanto richiesto dall'Autorità di Bacino del fiume Po con la direttiva di Rif. [1].

Nel seguito si elencano i criteri di compatibilità idraulica per ponti in progetto, stralciati dal suddetto documento.

Portata di piena di progetto:

Il tempo di ritorno della piena di progetto per le verifiche idrauliche del ponte deve normalmente rispettare i seguenti valori:

- per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore a quello assunto per la delimitazione della Fascia B;
- per i corsi d'acqua non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali non inferiore a 100 anni.

In casi eccezionali, quando si tratti di corsi d'acqua di piccole dimensioni e di infrastrutture di importanza molto modesta, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori in relazione ad esigenze specifiche adeguatamente motivate; in tali situazioni è comunque necessario verificare che le opere non comportino un aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per la piena di 200 anni e definire il comportamento dell'opera stessa in rapporto alla stessa piena.

Franco minimo:

Il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte deve essere non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a un 1.0 m; il valore del franco deve essere assicurato per almeno 2/3 della luce quando l'intradosso del ponte non sia rettilineo e comunque per almeno 40 m, nel caso di luci superiori a tale valore.

Le analisi idrauliche condotte per la determinazione del profilo di moto della corrente, descritte nel capitolo precedente e svolte secondo le prescrizioni del Rif.[1], hanno permesso di stimare l'altezza idrometrica del Lambretto in corrispondenza del ponte ciclo-pedonale in progetto in caso di evento di piena avente tempo di ritorno di 200 anni.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	17	21



Tale altezza è risultata essere pari a 158.00 m s.l.m..

La quota minima di progetto, invece, pari a quella dell'intradosso del ponte stesso, essendo la struttura ad arco, è variabile da 158.65 m s.l.m. a 159.8 m s.l.m..

Da un raffronto tra le suddette quote, appare evidente che, in caso di evento eccezionale, il ponte ciclopedonale in esame si trova interamente ad una quota piuttosto sicura nei riguardi di possibili esondazioni, essendo l'intradosso posizionato sempre (ovvero per tutta la sua lunghezza) ad una quota superiore a quella della piena di riferimento.

Tuttavia occorre comunque verificare il soddisfacimento dei criteri di compatibilità idraulica definiti dall'AdBPo che impongono di mantenere il franco di sicurezza di 1 m su almeno 2/3 della luce del ponte.

La suddetta verifica viene effettuata graficamente in figura 6.1, dove è indicata la quota idrometrica corrispondente alla piena bicentenaria (158 m s.l.m.) a partire dalla quale è stato disegnato in rosso il tratto che rispetta il franco di sicurezza di 1 m.

Poiché tale tratto risulta avere un'estensione di 53.4 m, superiore ai 2/3 della lunghezza totale del ponte ($73 \times 2/3 = 49$ m), la verifica risulta pienamente soddisfatta.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	18	21

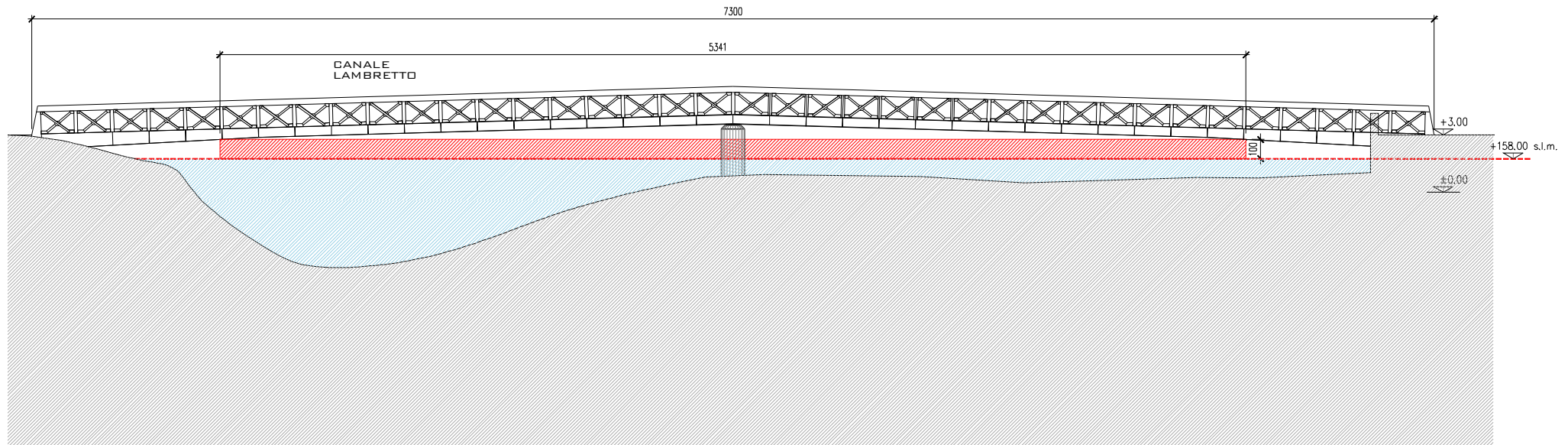


Figura 6.1 – Verifica del franco di sicurezza

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	19	21

Azienda con Sistema Gestione Qualità ISO 9001:2008 certificato da ICMQ
Company with Quality Management System ISO 9001:2008 certified by ICMQ



7. LICENZA SOFTWARE DEL CODICE DI CALCOLO

Nell'ambito degli studi condotti per la verifica idraulica del ponte ciclopedonale in progetto sono state effettuate delle analisi utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS.

Di seguito si fornisce una breve descrizione delle potenzialità del suddetto programma unitamente alla licenza software fornita alla Garassino s.r.l. dalla casa di produzione.

HEC-RAS

Il software HEC-RAS implementato dall'HEC (Hydrologic Engineering Center – US Army Corps of Engineers) permette di riprodurre l'andamento del profilo di pelo libero lungo un corso d'acqua, sia in condizioni di moto permanente che di moto vario. Tale programma è scaricabile gratuitamente dal sito internet: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	20	21



8. CONCLUSIONI

La presente relazione viene redatta per verificare dal punto di vista idraulico il ponte ciclo-pedonale da realizzare sul Lambretto nell'ambito di un più ampio progetto di riqualificazione del complesso immobiliare ubicato tra le Vie Henseberger e Salvo D'Acquisto, nel comune di Monza (MB).

A questo scopo sono state effettuate due analisi idrauliche, una per simulare il profilo di piena bicentenaria allo stato di fatto e una per verificare eventuali impatti su tale profilo a seguito della realizzazione del ponte in progetto.

In base ai risultati di suddette analisi è possibile affermare che:

- l'intradosso del ponte si trova ad una quota superiore (variabile tra 158.65 m s.l.m. e 159.80) a quella raggiungibile dalla piena di progetto bicentenaria (158.00 m s.l.m.);
- la realizzazione del ponte ciclopedonale non comporterà sostanziali condizionamenti al deflusso della piena e non indurrà modificazioni all'assetto morfologico dell'alveo;
- il ponte consente il deflusso della portata di progetto senza ostacolarla, e la sua geometria soddisfa i criteri di compatibilità idraulica contenuti nella direttiva dell'AdBPo (Rif.[1]), garantendo un franco di sicurezza nei confronti del livello di piena con tempo di ritorno di 200 anni di 1 m per una lunghezza superiore ai 2/3 della sua luce totale.

Tutte le analisi e le verifiche illustrate nel presente documento sono state effettuate in conformità alla *direttiva dell'Autorità di Bacino del fiume Po* (Rif.[1]), *contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B. – Delibera del Comitato Istituzionale n°2 del 11.05.1999, aggiornata il 05.04.2006.* Le quote idrometriche di riferimento per l'evento di piena bicentenaria in corrispondenza del ponte in progetto sono state determinate sulla base dello studio idraulico contenuto nel PGT di Monza (Rif.[3]), *Documento di piano - Componente geologica, idrogeologica e sismica – A16 Parte A: relazione idraulica*, che, limitatamente all'area in esame, stima valori più elevati rispetto al più recente e dettagliato rapporto idraulico di Pacheco (Rif.[4]).

GARASSINO S.r.l.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
10.03.15	Relazione idraulica sul ponte	2459	41	00	21	21