

Committente:

I.G.F. MARMI S.r.l.
BERNARDI MARMI S.r.l.

Progetto:

COMUNE DI CARRARA

Stima dei massimi livelli idrometrici nelle aree inondabili
dal torrente Carrione

Livello di Progettazione: **VERIFICA IDRAULICA**

00	05/12/2016	Emissione	RM	II	RM
Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato

Titolo:

RISULTATI DEL CODICE DI CALCOLO

Tavola / Elaborato:

B

Scala :

Data :

05/12/2016

Annotazioni:

Riccardo Marangoni Ingegnere

via Vittorio Veneto, 270 - 19124 La Spezia (SP)
Tel 347 0089924 - P.IVA: 01426470116 -
e.mail: r.marangoni@tin.it - pec: marangoni.riccardo@ingpec.eu

Igor Ismari Geometra

via Vittorio Veneto, 270 - 19124 La Spezia (SP)
Tel 3803079099 - P.IVA: 01384440119 -
e.mail: igor.ismari@gmail.com - pec: igor.ismari@geopec.it

Tecnici responsabili:



Codice progetto: NS 60-2016

File:

Collocazione:

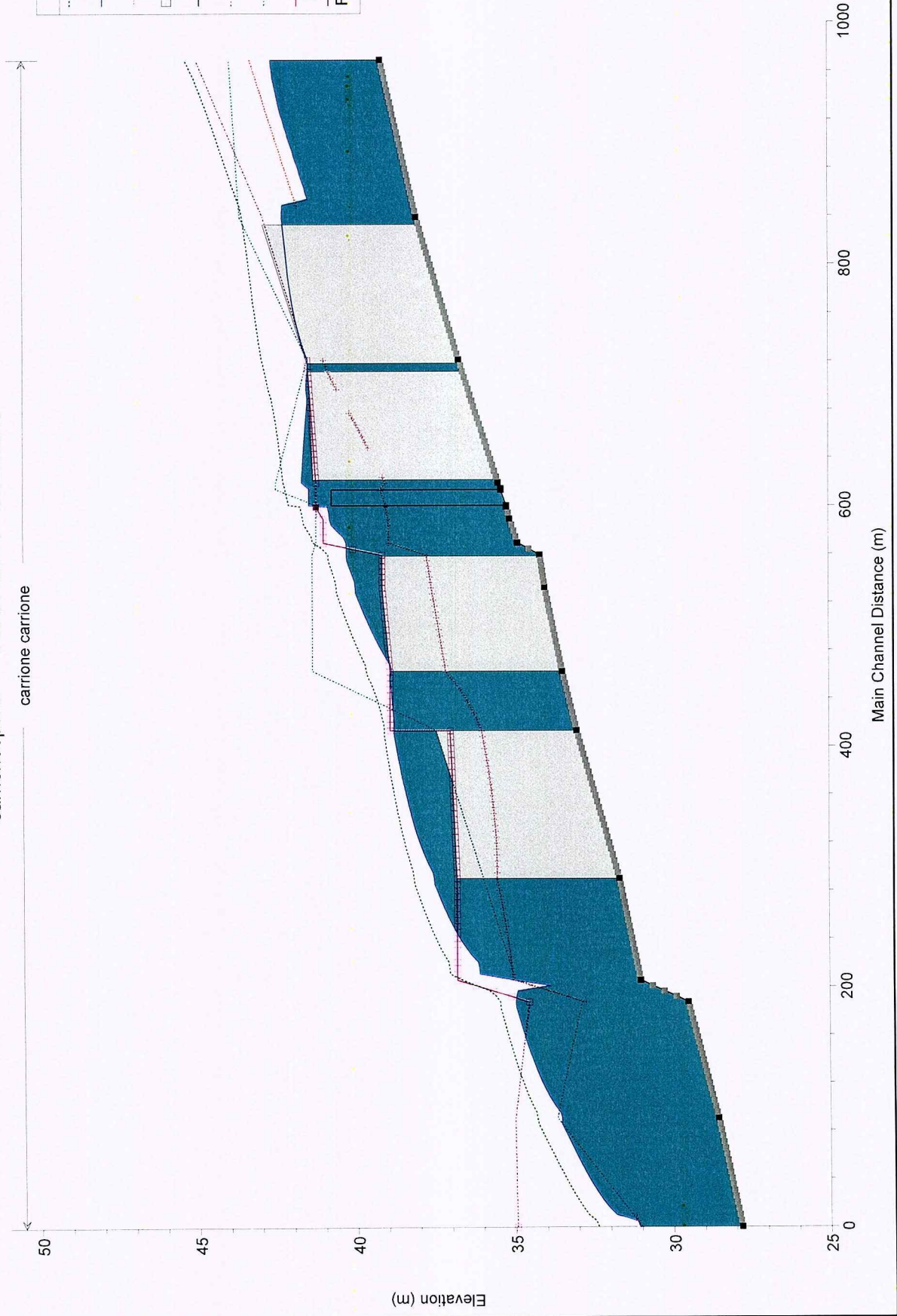
Rapporto delle modellazioni

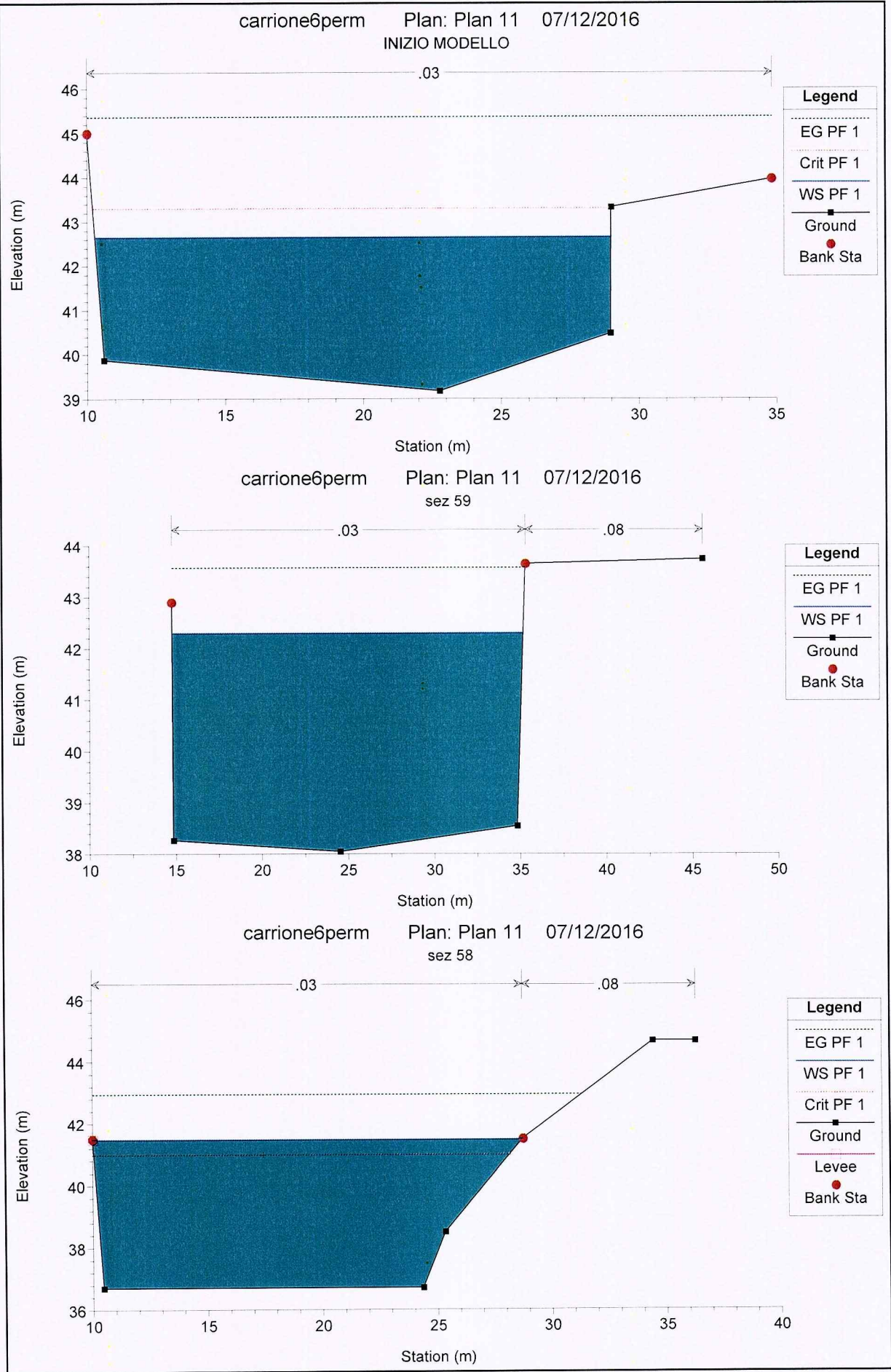
Modellazione in moto permanente

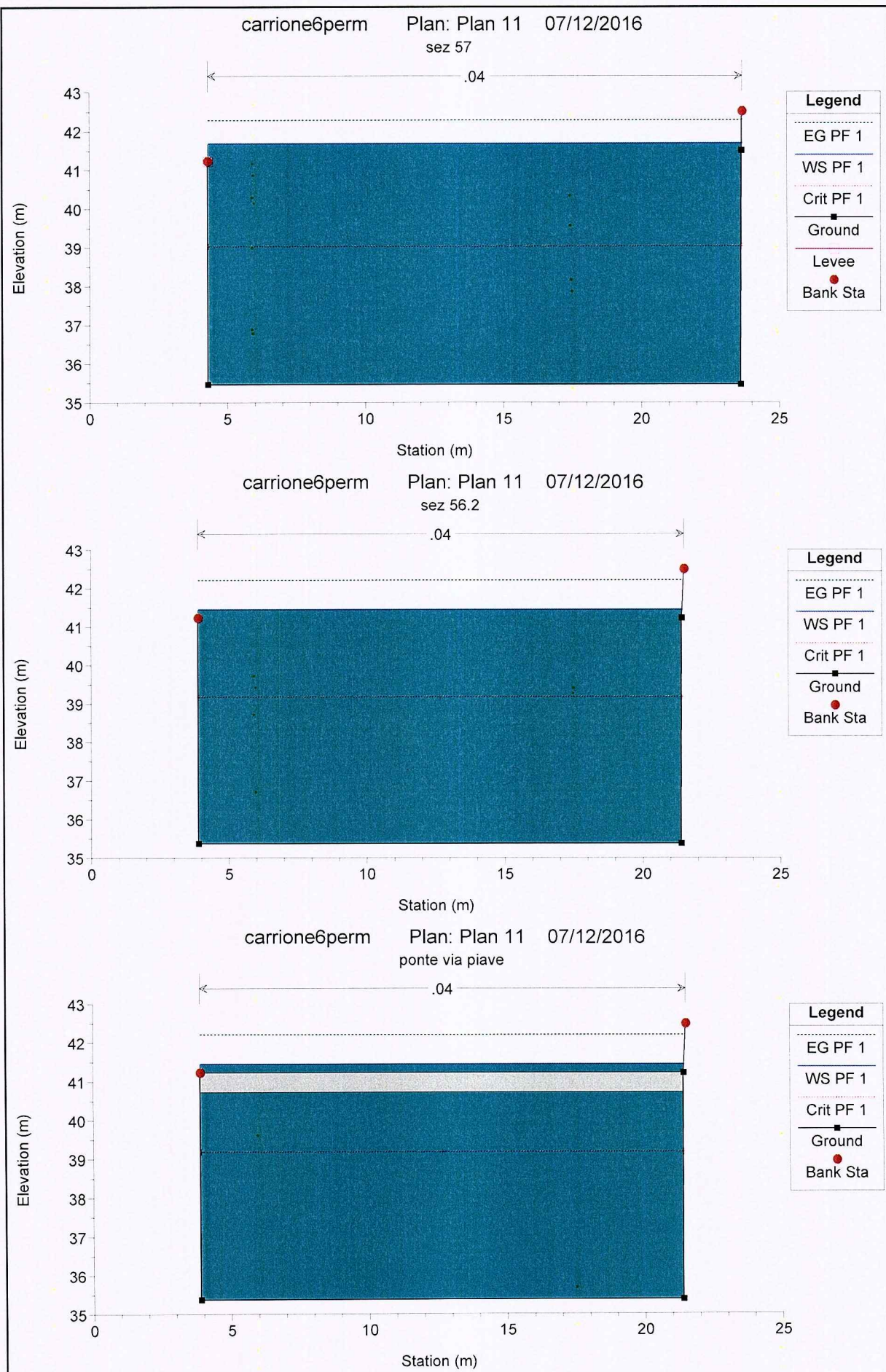
- profilo longitudinale Q200
- sezioni trasversali con livello idrometrico Q200
- tabella riassuntiva con i risultati della modellazione

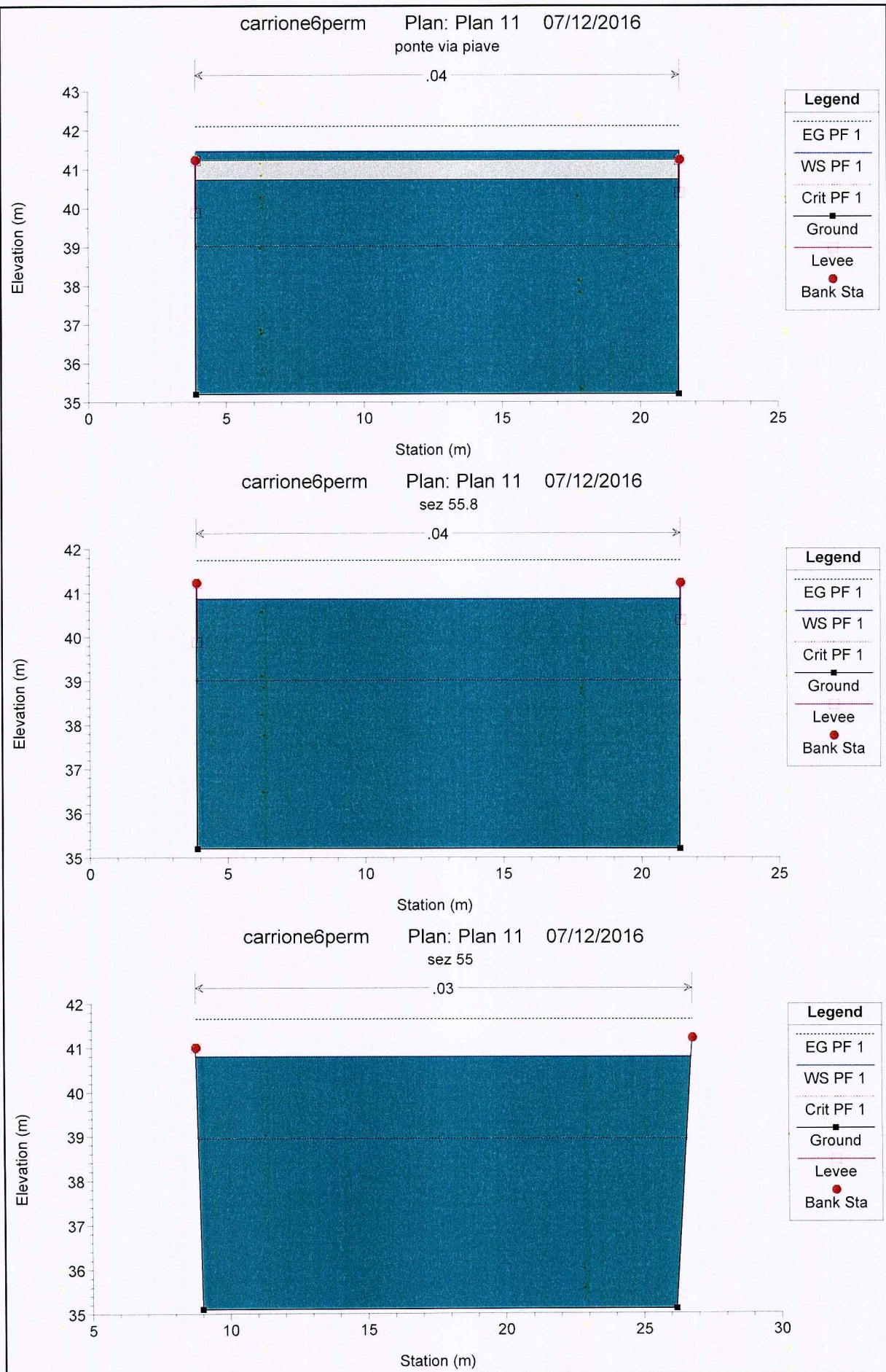
carrione carrione

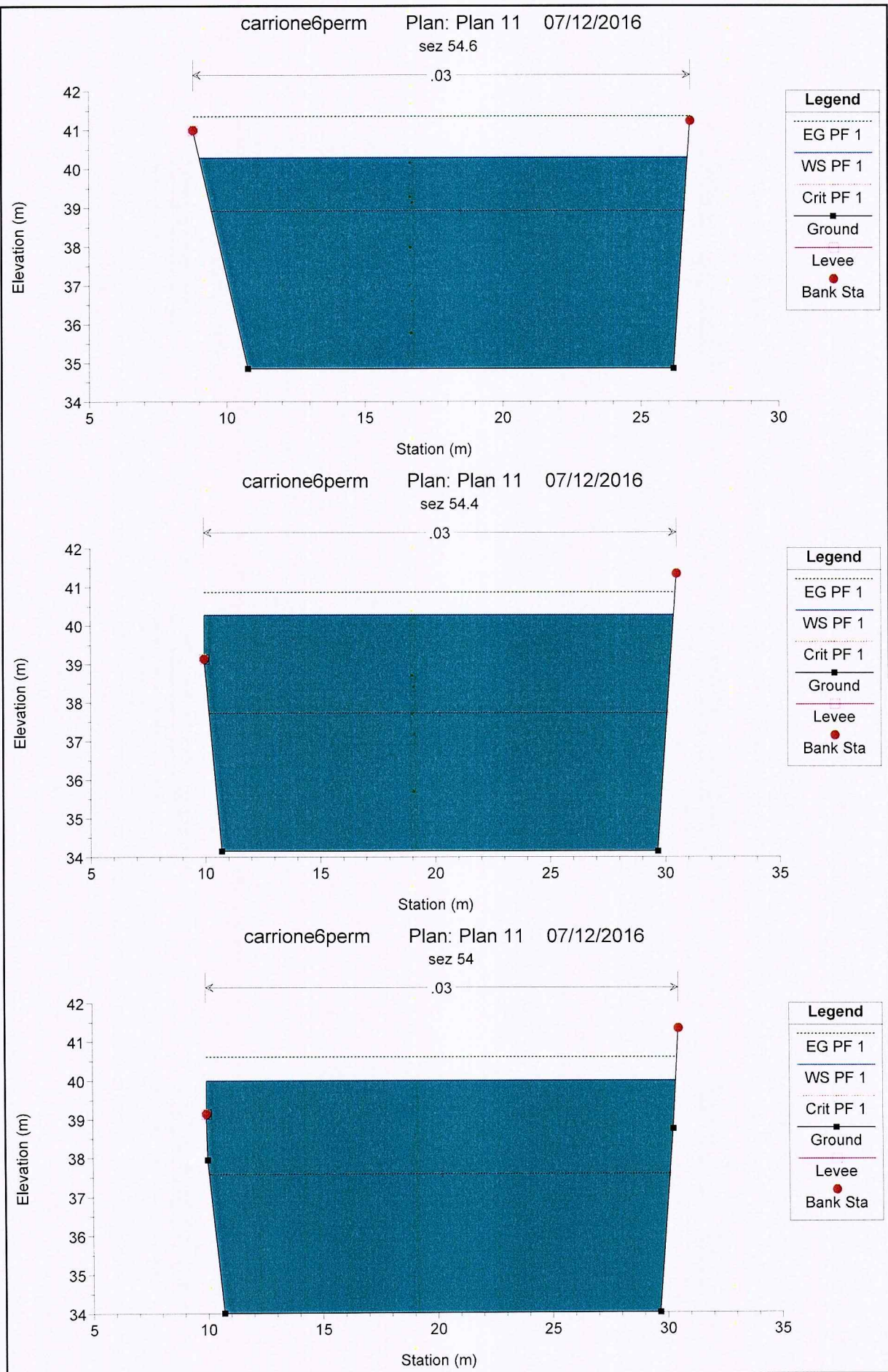
Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Lat Struct	
Ground	
LOB	
ROB	
Left Levee	
Right Levee	

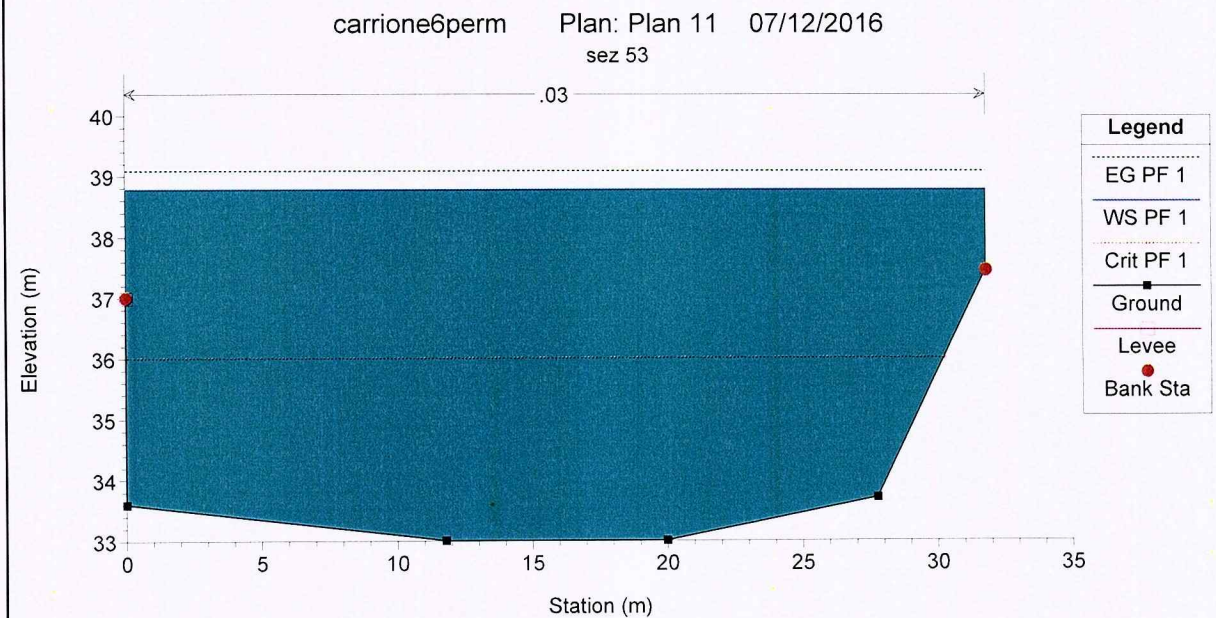
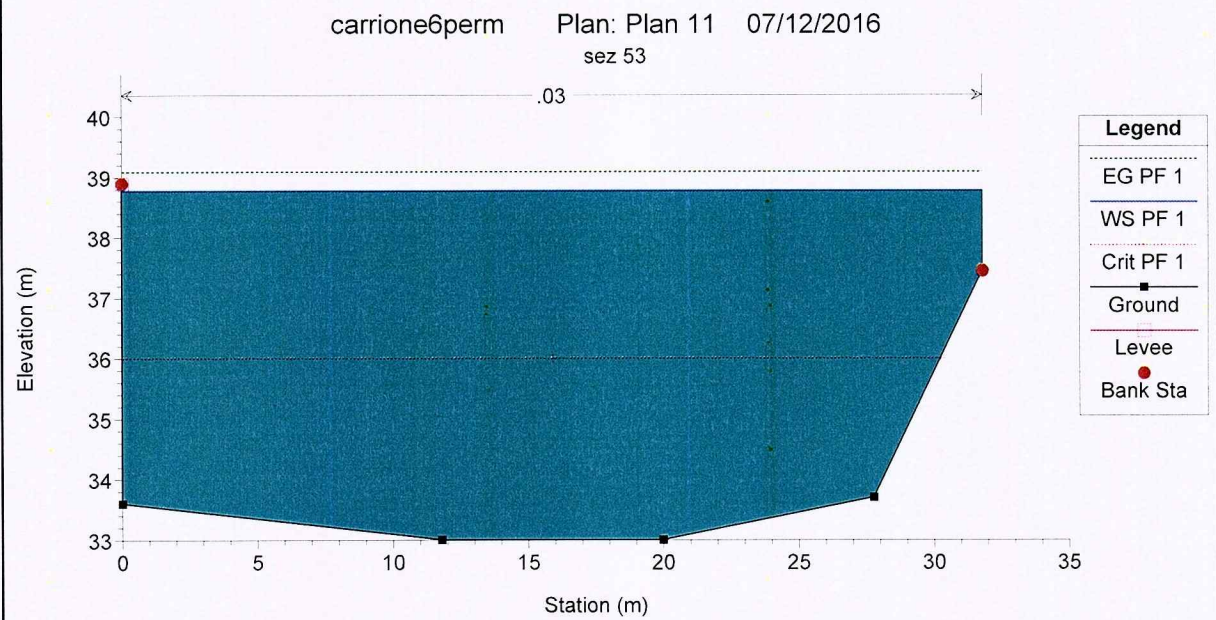
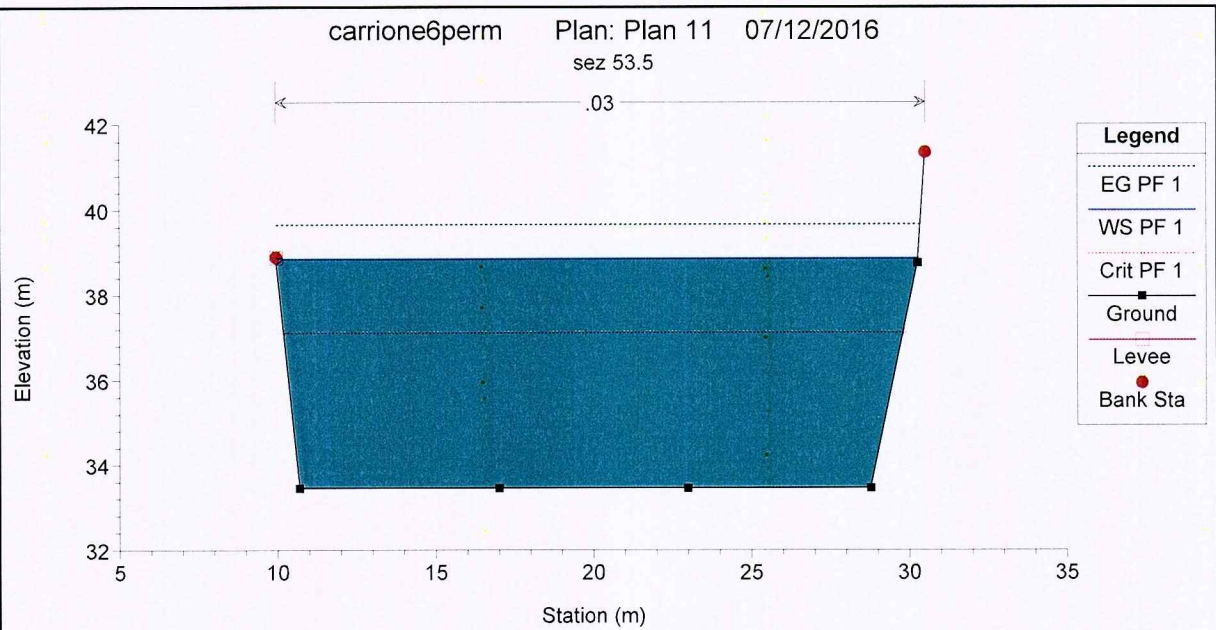


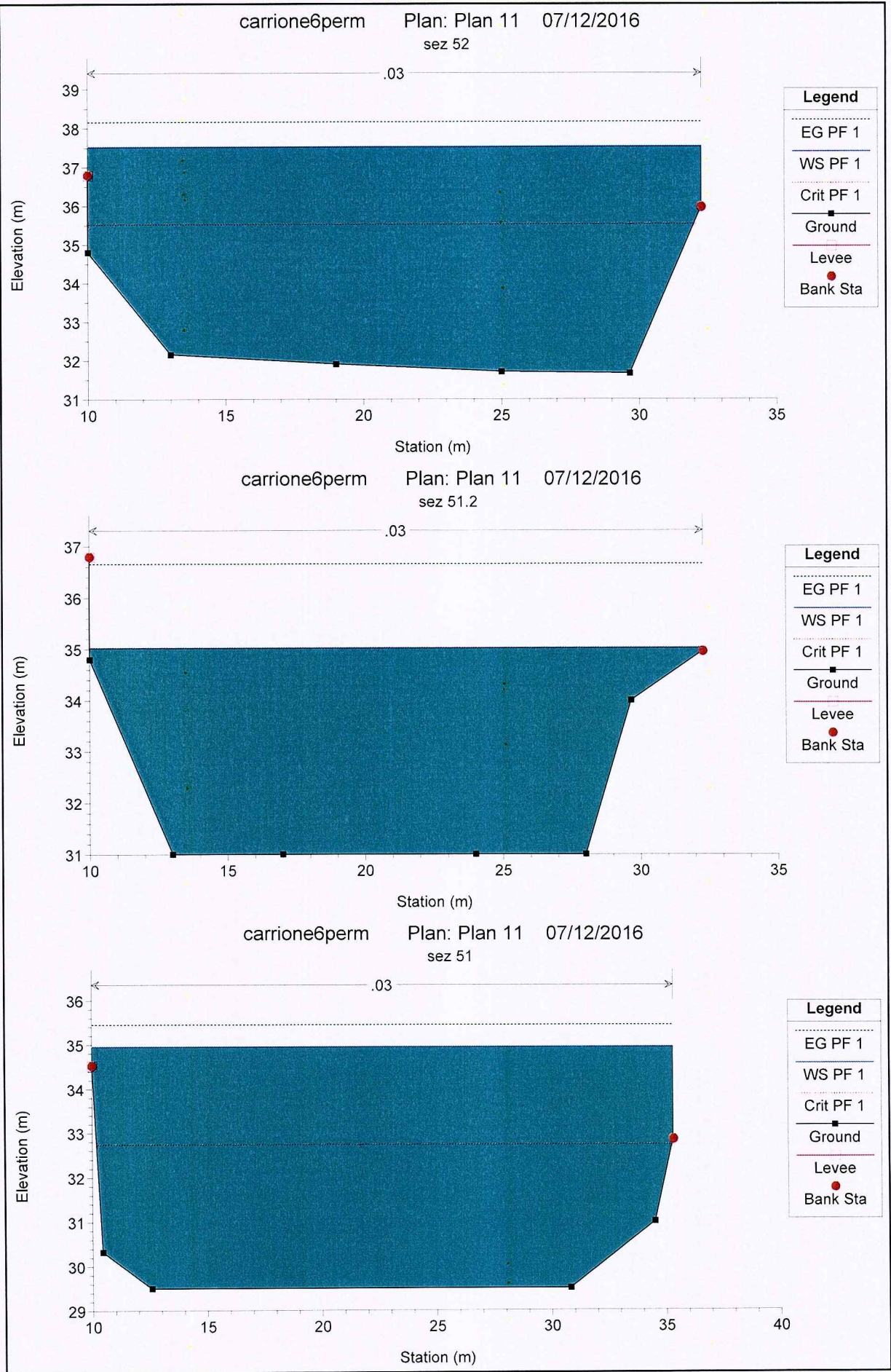


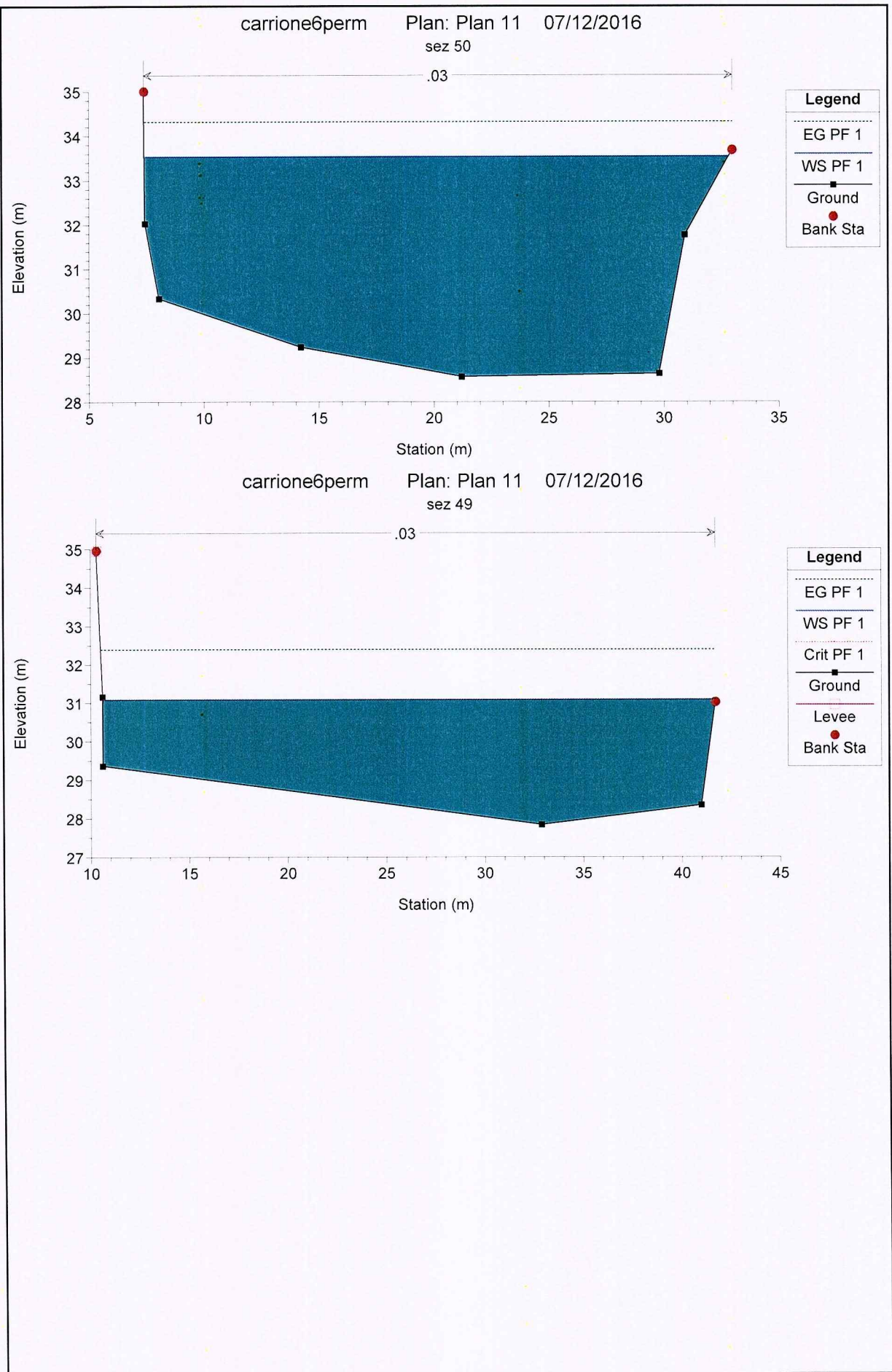












HEC-RAS Plan: Plan 10 River: carrione Reach: carrione Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
carrione	100	PF 1	409.00	39.17	42.65	43.31	45.36	0.015011	7.29	56.08	18.72	1.35
carrione	59	PF 1	409.00	38.04	42.30		43.56	0.005241	4.97	82.24	20.38	0.79
carrione	58.95		Lat Struct									
carrione	58	PF 1	409.00	36.70	41.49	41.00	42.94	0.005862	5.34	76.55	18.72	0.84
carrione	57.9		Lat Struct									
carrione	57	PF 1	409.00	35.46	41.69	39.04	42.27	0.003130	3.40	120.32	19.35	0.44
carrione	56.2	PF 1	409.00	35.37	41.46	39.19	42.21	0.004274	3.84	106.65	17.55	0.50
carrione	56		Bridge									
carrione	55.8	PF 1	409.00	35.20	40.87	39.02	41.73	0.005225	4.12	99.26	17.53	0.55
carrione	55	PF 1	409.00	35.10	40.80	38.95	41.65	0.002821	4.08	100.19	17.96	0.55
carrione	54.6	PF 1	409.00	34.85	40.28	38.93	41.34	0.003662	4.55	89.96	17.69	0.64
carrione	54.4	PF 1	409.00	34.15	40.28	37.74	40.86	0.001690	3.38	121.15	20.43	0.44
carrione	54.39		Lat Struct									
carrione	54	PF 1	409.00	34.00	40.00	37.59	40.60	0.001779	3.44	118.91	20.43	0.46
carrione	53.5	PF 1	409.00	33.45	38.86	37.13	39.65	0.002566	3.94	103.85	20.32	0.56
carrione	53.01	PF 1	409.00	33.00	38.78	36.01	39.09	0.000795	2.45	167.20	31.80	0.34
carrione	53	PF 1	409.00	33.00	38.78	36.01	39.09	0.000795	2.45	167.19	31.80	0.34
carrione	52.99		Lat Struct									
carrione	52.98		Lat Struct									
carrione	52	PF 1	409.00	31.66	37.52	35.54	38.15	0.001823	3.52	116.36	22.26	0.49
carrione	51.2	PF 1	409.00	31.00	35.03	35.03	36.65	0.007458	5.65	72.40	22.26	1.00
carrione	51	PF 1	409.00	29.50	34.96	32.74	35.45	0.001403	3.12	131.28	25.32	0.44
carrione	50	PF 1	409.00	28.56	33.53		34.31	0.002709	3.90	104.86	25.40	0.61
carrione	49	PF 1	409.00	27.83	31.09	31.09	32.39	0.007523	5.05	80.94	31.10	1.00

Rapporto delle modellazioni

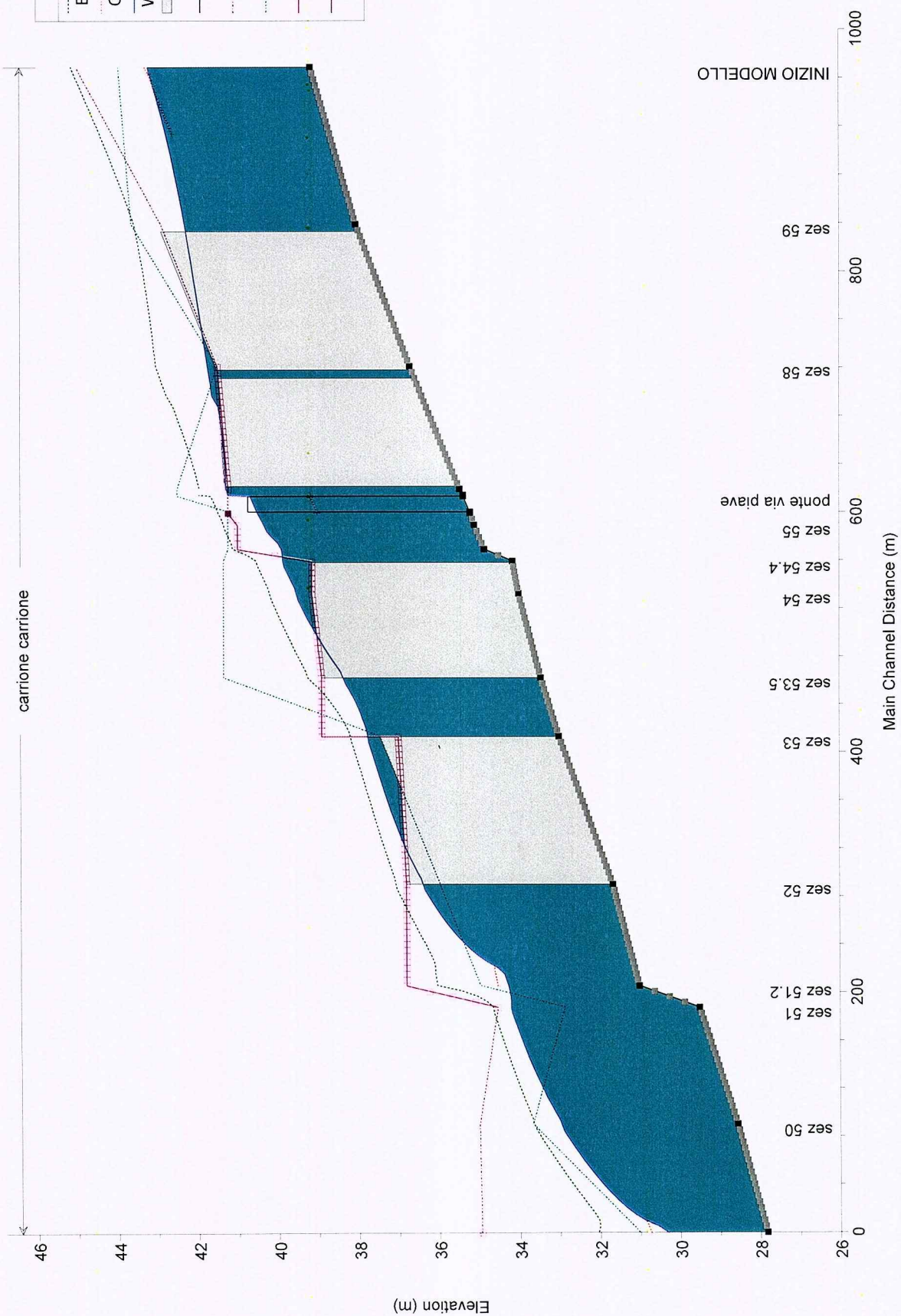
Modellazione in moto vario

- profilo longitudinale dell'involuppo dei massimi livelli idrometrici
- velocità massime raggiunte
- sezioni trasversali con livello idrometrico dell'involuppo delle simulazioni
- tabella riassuntiva con i risultati della modellazione
- curva di portata per la sezione di monte (sez 100)
- le curve di portata delle strutture laterali
- curva di portata per la sezione di valle (sez 49)

carrione5 Plan: Plan 11 07/12/2016

carrione carrione

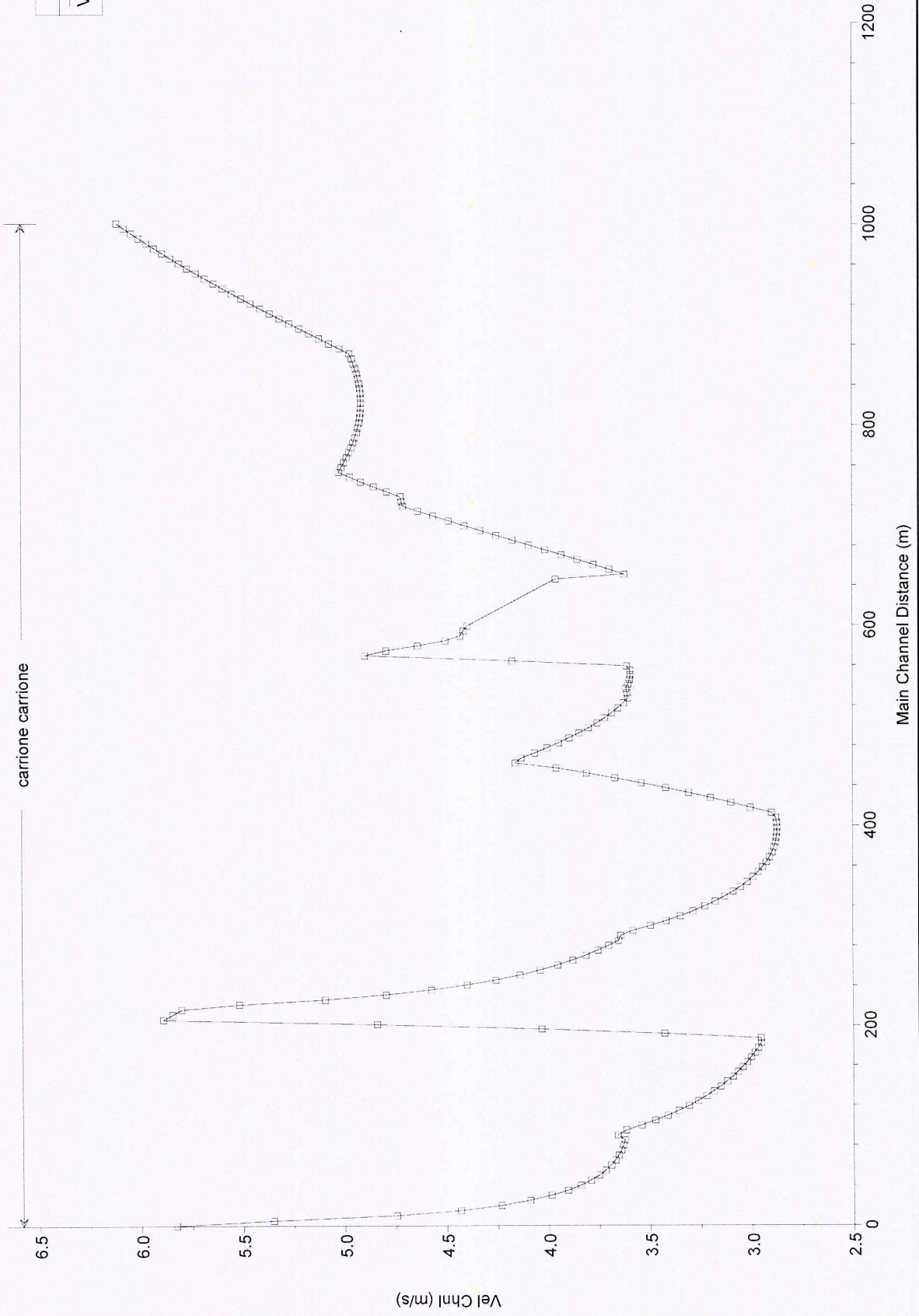
Legend	
EG Max WS	
Crit Max WS	
WS Max WS	
Lat Struct	
Ground	
LOB	
ROB	
Left Levee	
Right Levee	

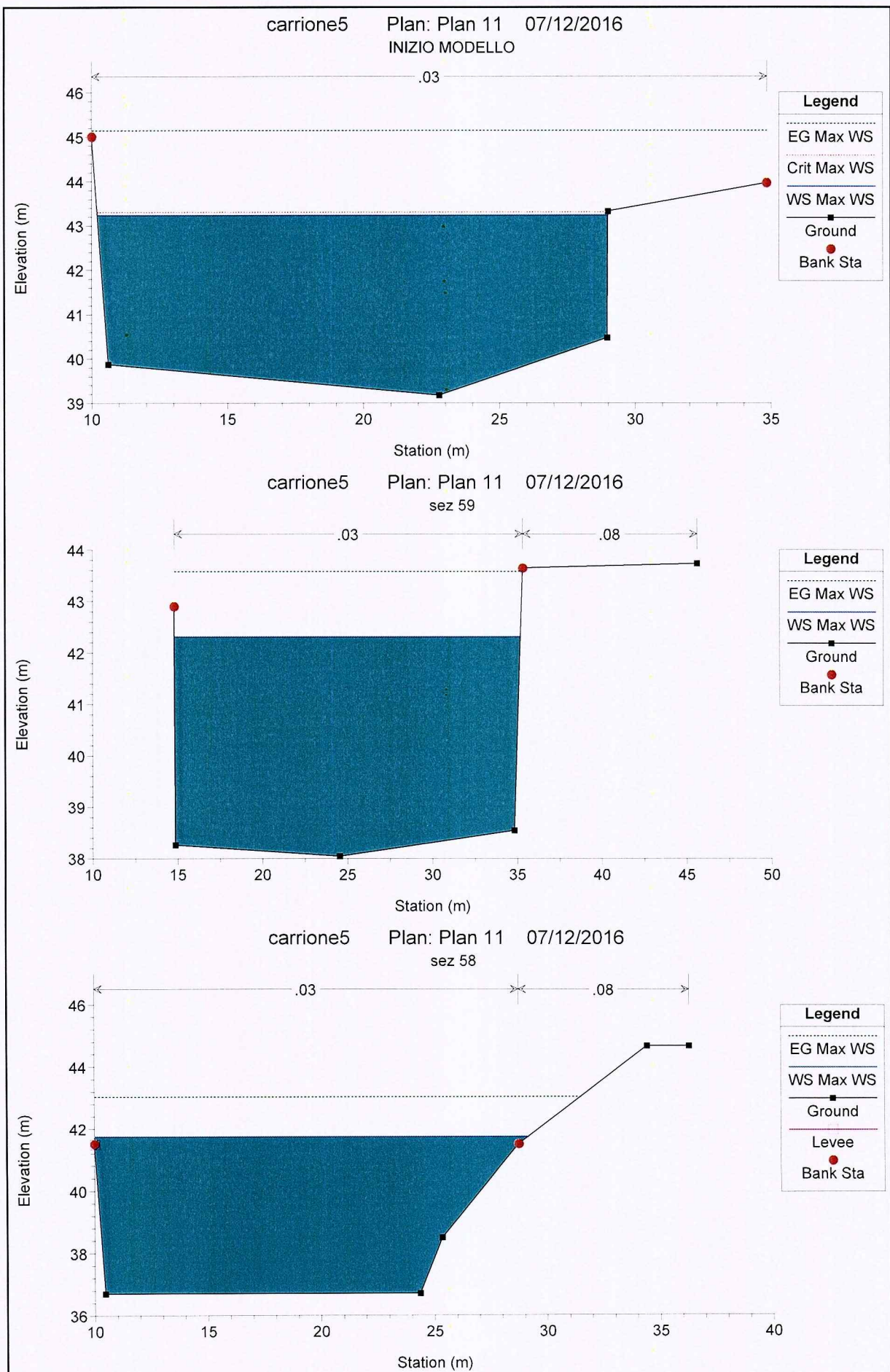


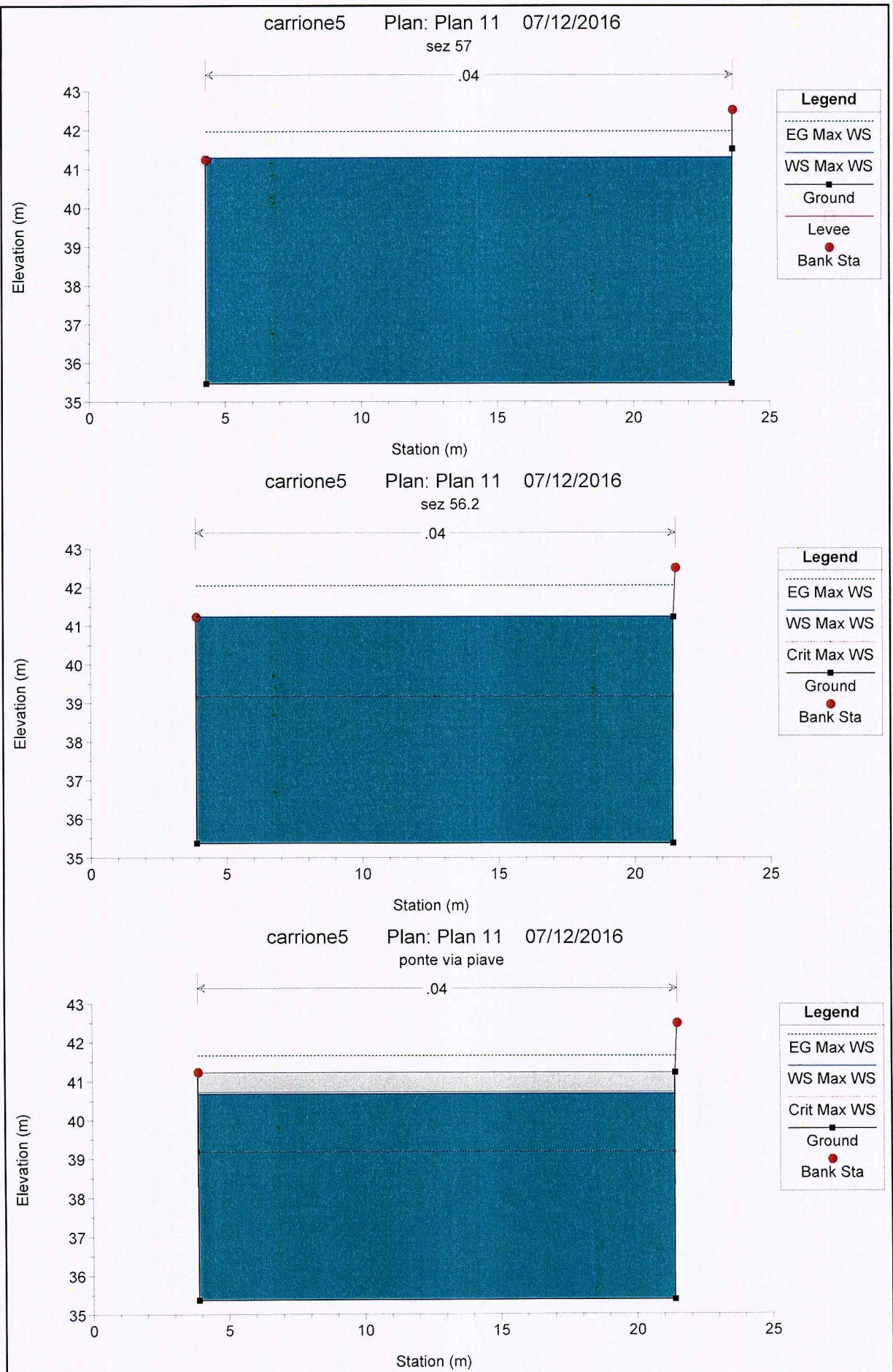
carrione5 Plan: Plan 11 07/12/2016

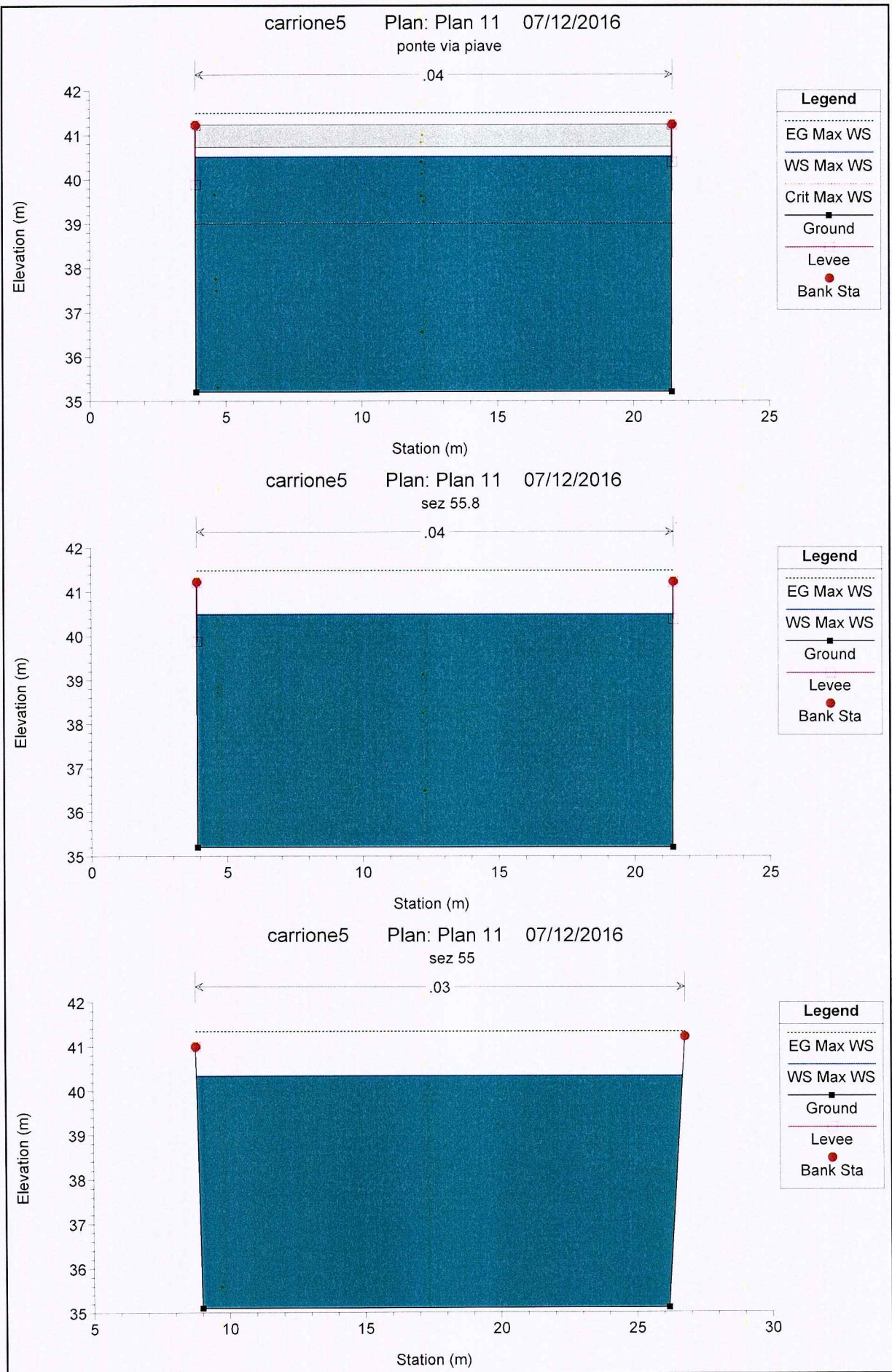
carrione carrione

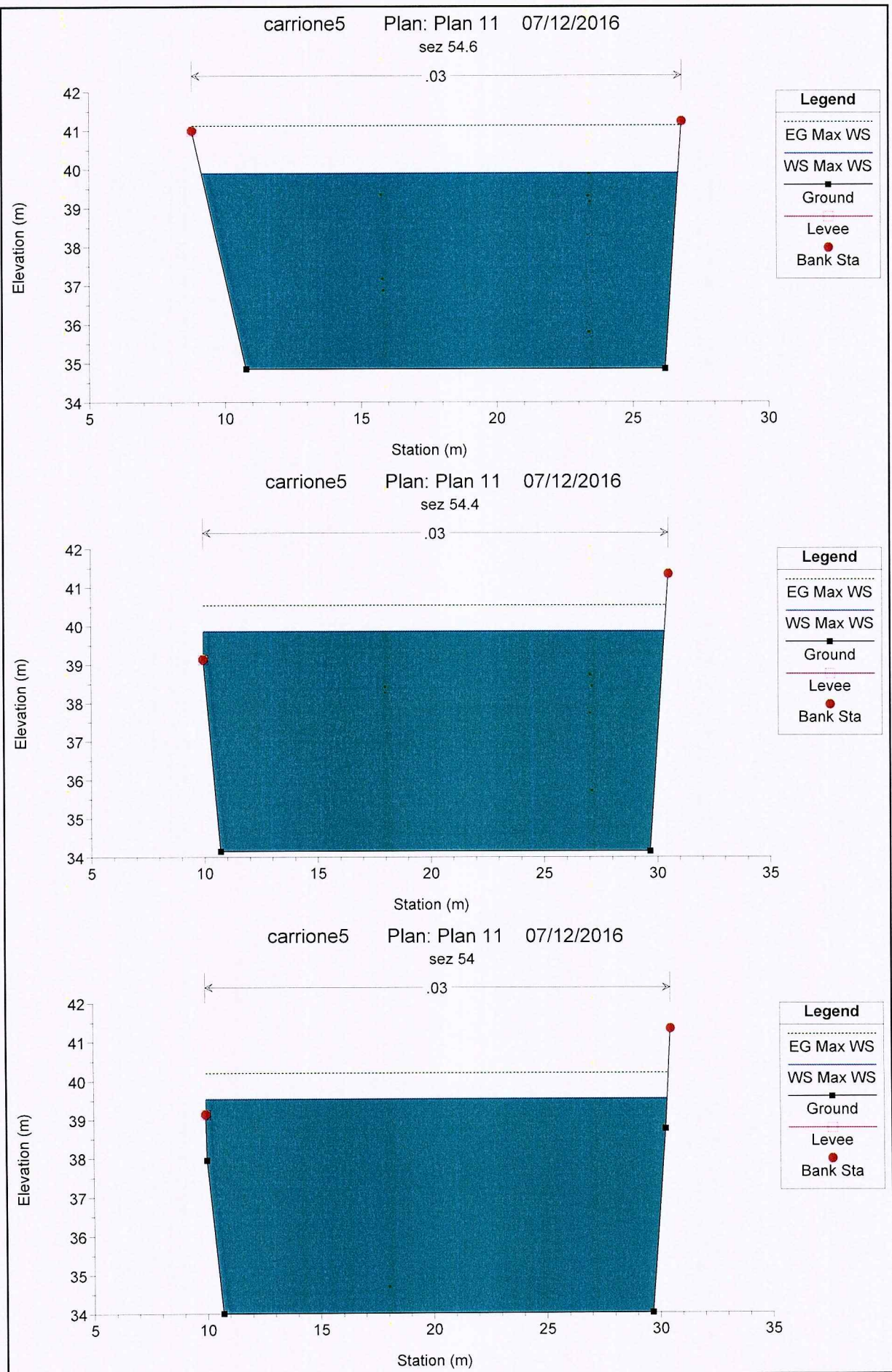
Legend	
	Vel Chnl Max WS

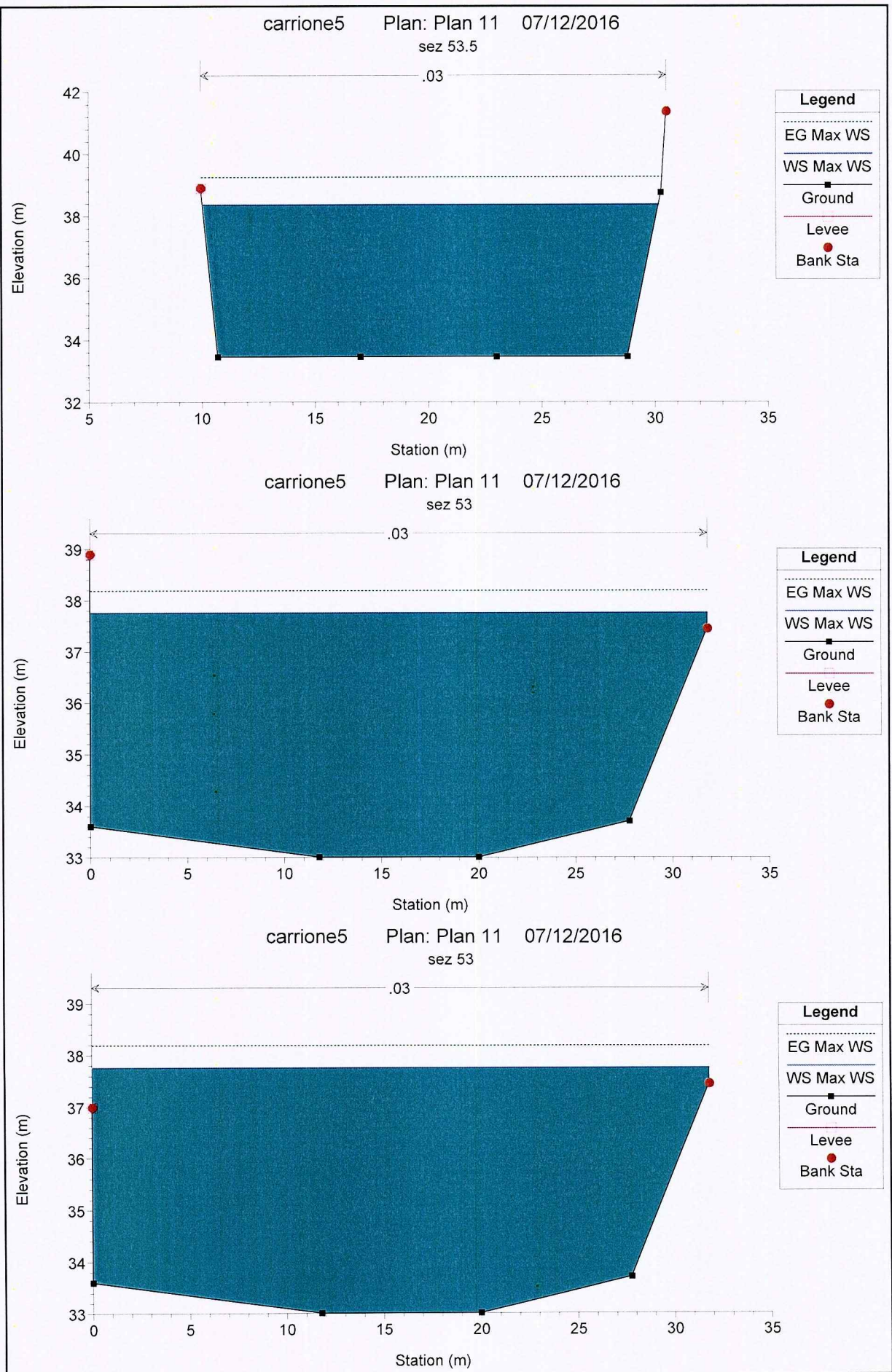


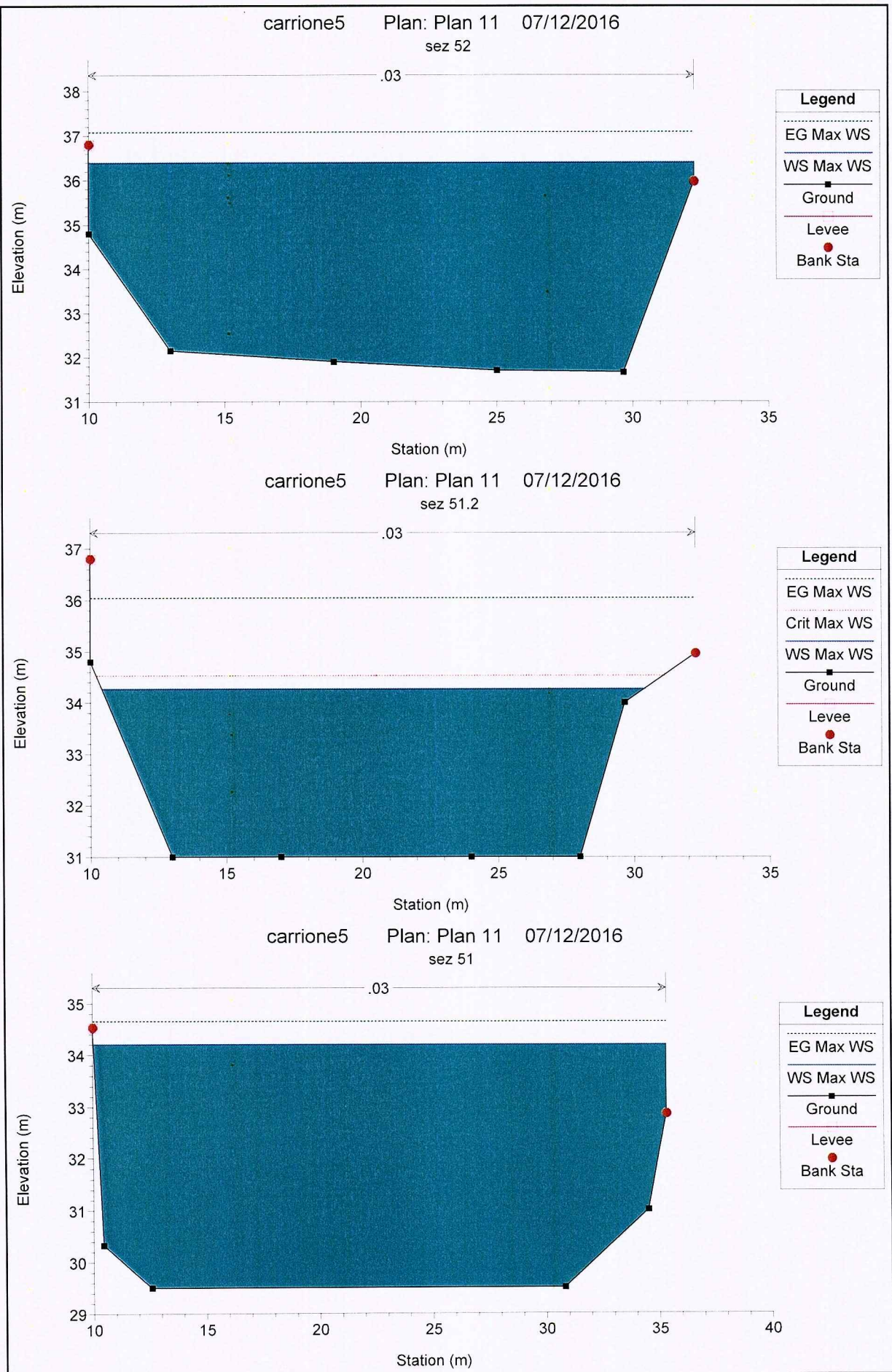


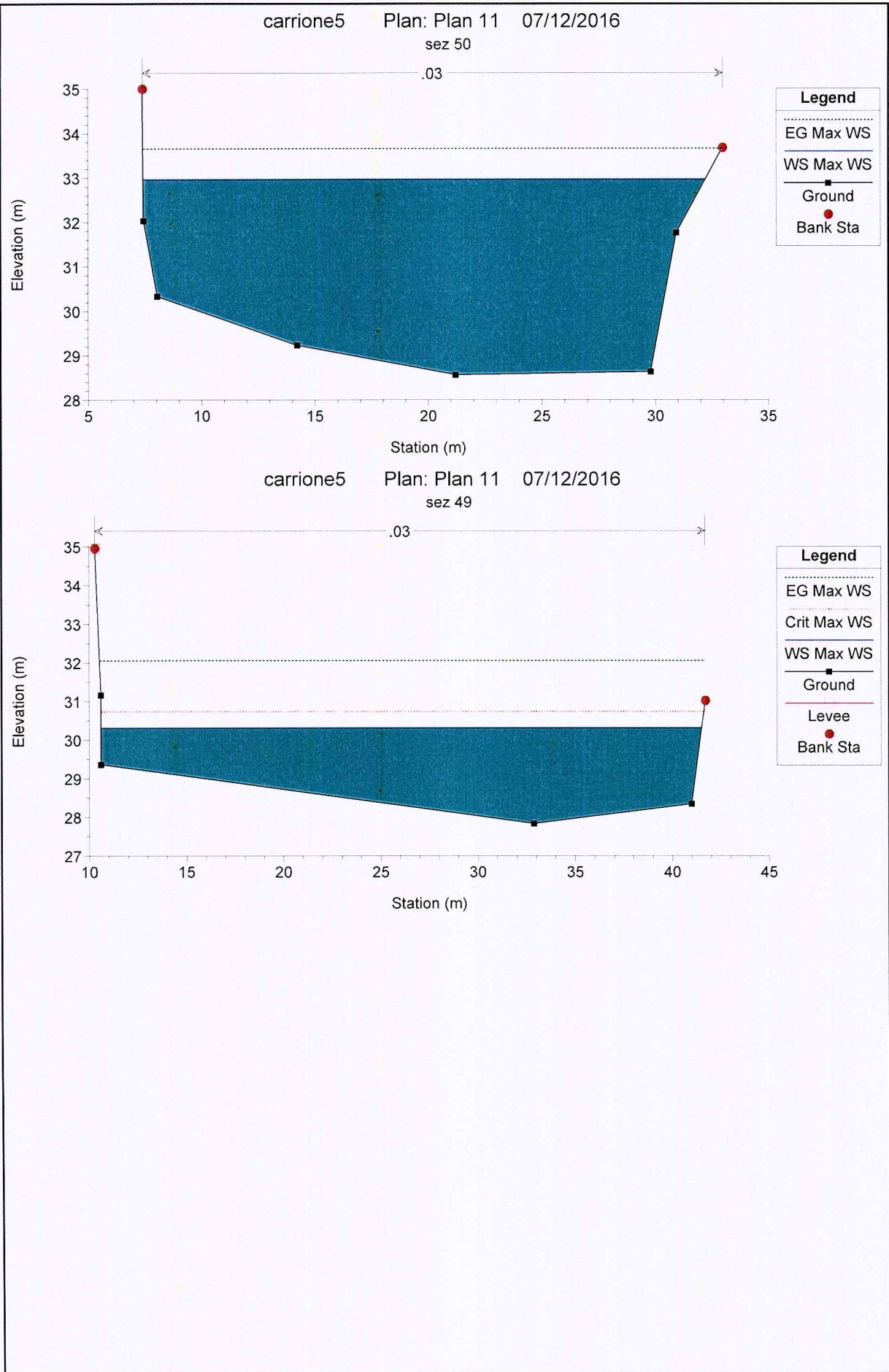








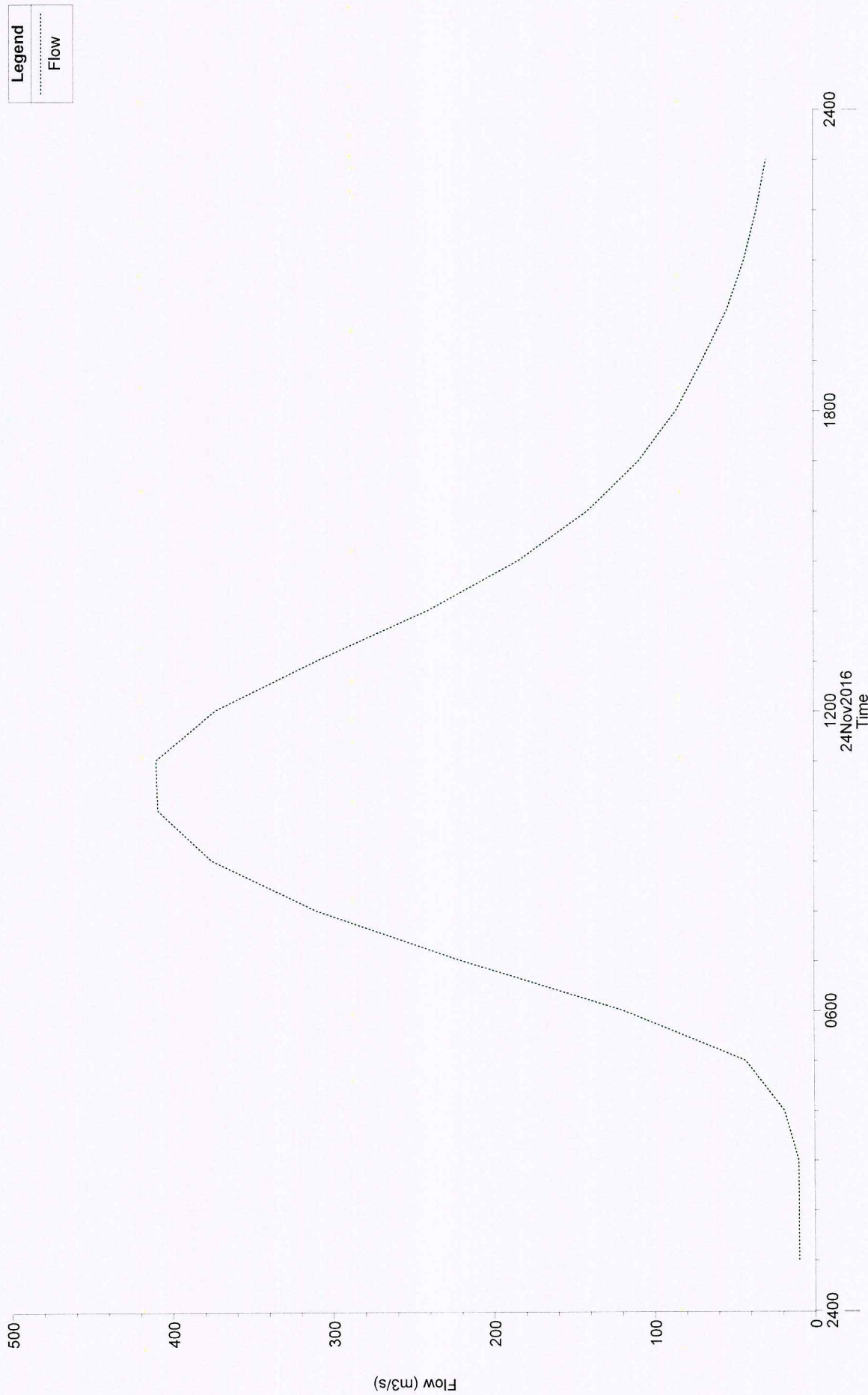




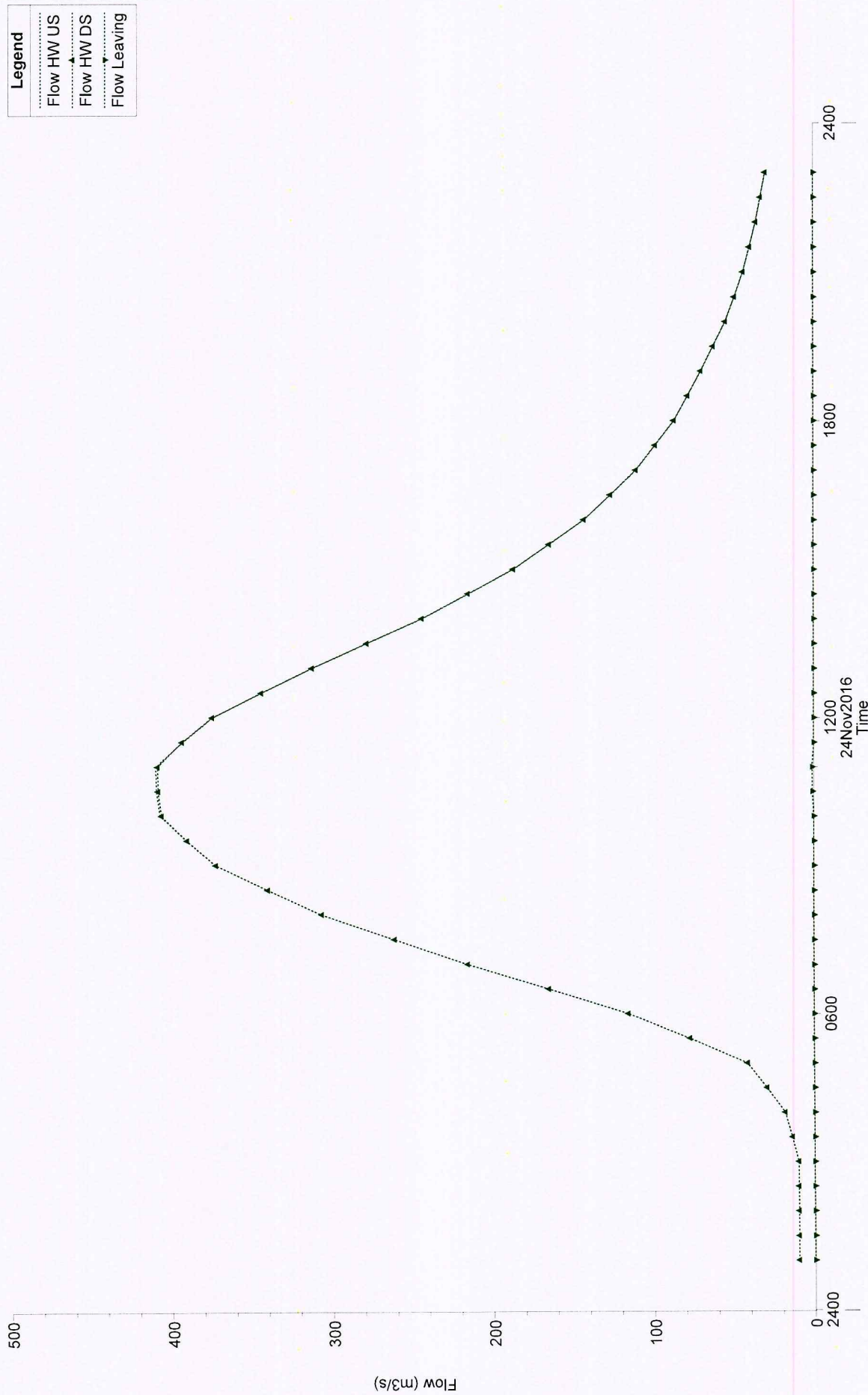
HEC-RAS Plan: Plan 10 River: carrione Reach: carrione Profile: Max WS

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
carrione	100	Max WS	409.68	39.17	43.23	43.31	45.14	0.008864	6.11	67.04	18.79	1.03
carrione	59	Max WS	409.67	38.04	42.31		43.57	0.005218	4.97	82.46	20.38	0.79
carrione	58.95	Lat Struct										
carrione	58	Max WS	408.75	36.70	41.75		43.03	0.004841	5.02	81.45	19.18	0.77
carrione	57.9	Lat Struct										
carrione	57	Max WS	406.93	35.46	41.28		41.95	0.003751	3.62	112.43	19.35	0.48
carrione	56.2	Max WS	406.93	35.37	41.24	39.17	42.04	0.004686	3.96	102.81	17.54	0.52
carrione	56	Bridge										
carrione	55.8	Max WS	406.93	35.20	40.49		41.48	0.006278	4.39	92.67	17.53	0.61
carrione	55	Max WS	406.93	35.10	40.34		41.34	0.003562	4.43	91.92	17.90	0.62
carrione	54.6	Max WS	406.93	34.85	39.90		41.12	0.004529	4.90	83.13	17.53	0.72
carrione	54.4	Max WS	406.93	34.15	39.87		40.53	0.002049	3.61	112.79	20.38	0.49
carrione	54.39	Lat Struct										
carrione	54	Max WS	394.83	34.00	39.54		40.20	0.002095	3.61	109.51	20.39	0.50
carrione	53.5	Max WS	390.46	33.45	38.37		39.25	0.003119	4.16	93.93	20.14	0.61
carrione	53.01	Max WS	390.46	33.00	37.76		38.19	0.001389	2.90	134.70	31.80	0.45
carrione	53	Max WS	390.46	33.00	37.76		38.19	0.001389	2.90	134.70	31.80	0.45
carrione	52.99	Lat Struct										
carrione	52.98	Lat Struct										
carrione	52	Max WS	331.73	31.66	36.39		37.07	0.002440	3.64	91.13	22.26	0.57
carrione	51.2	Max WS	331.71	31.00	34.27	34.53	36.04	0.009670	5.89	56.31	19.97	1.12
carrione	51	Max WS	331.71	29.50	34.21		34.65	0.001461	2.95	112.27	25.29	0.45
carrione	50	Max WS	331.71	28.56	32.97		33.65	0.002724	3.66	90.65	24.79	0.61
carrione	49	Max WS	331.71	27.83	30.31	30.75	32.05	0.015059	5.83	56.91	30.91	1.37

Plan: Plan 10 River: carrione Reach: carrione RS: 100

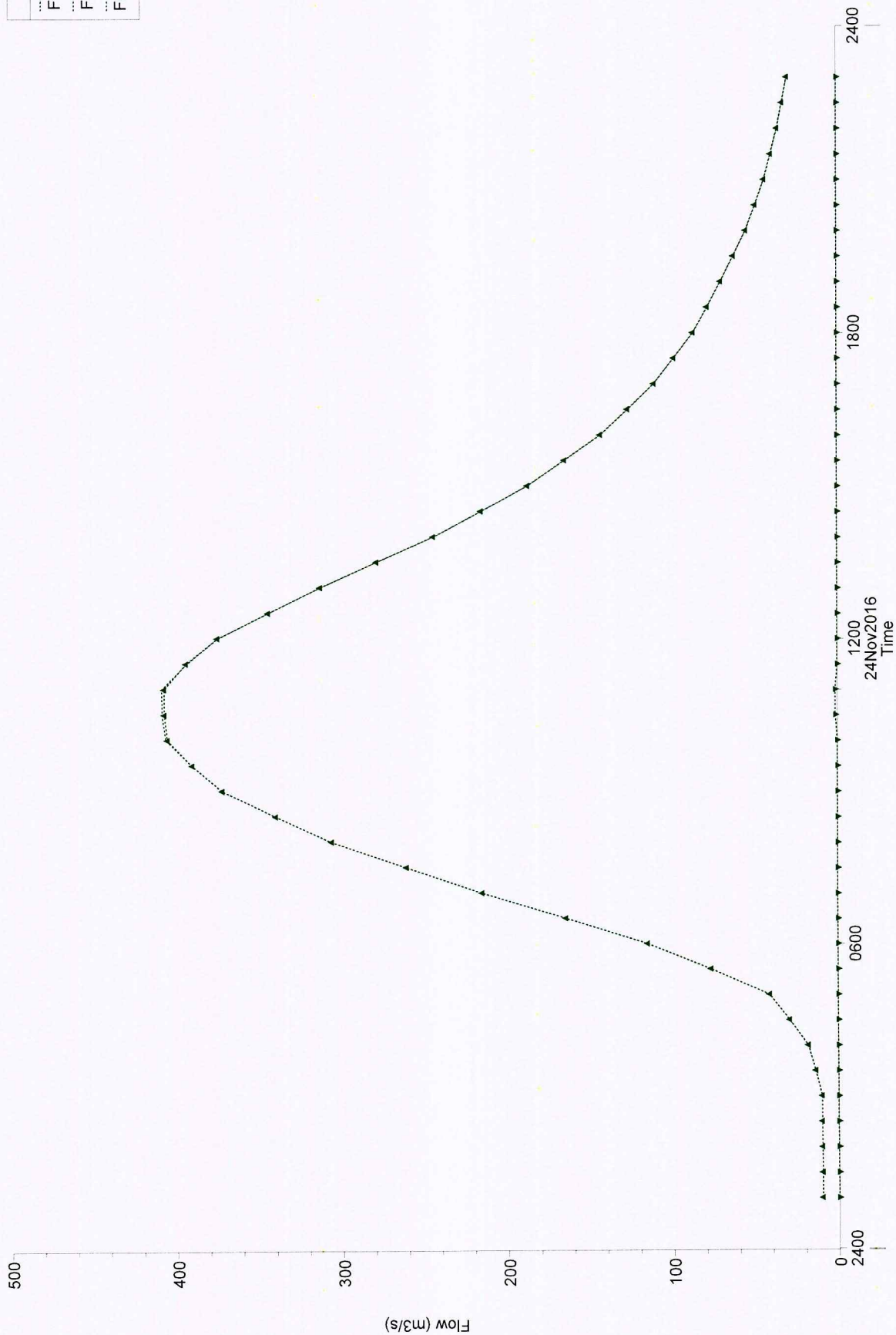


Plan: Plan 10 River: carrione Reach: carrione RS: 58.95

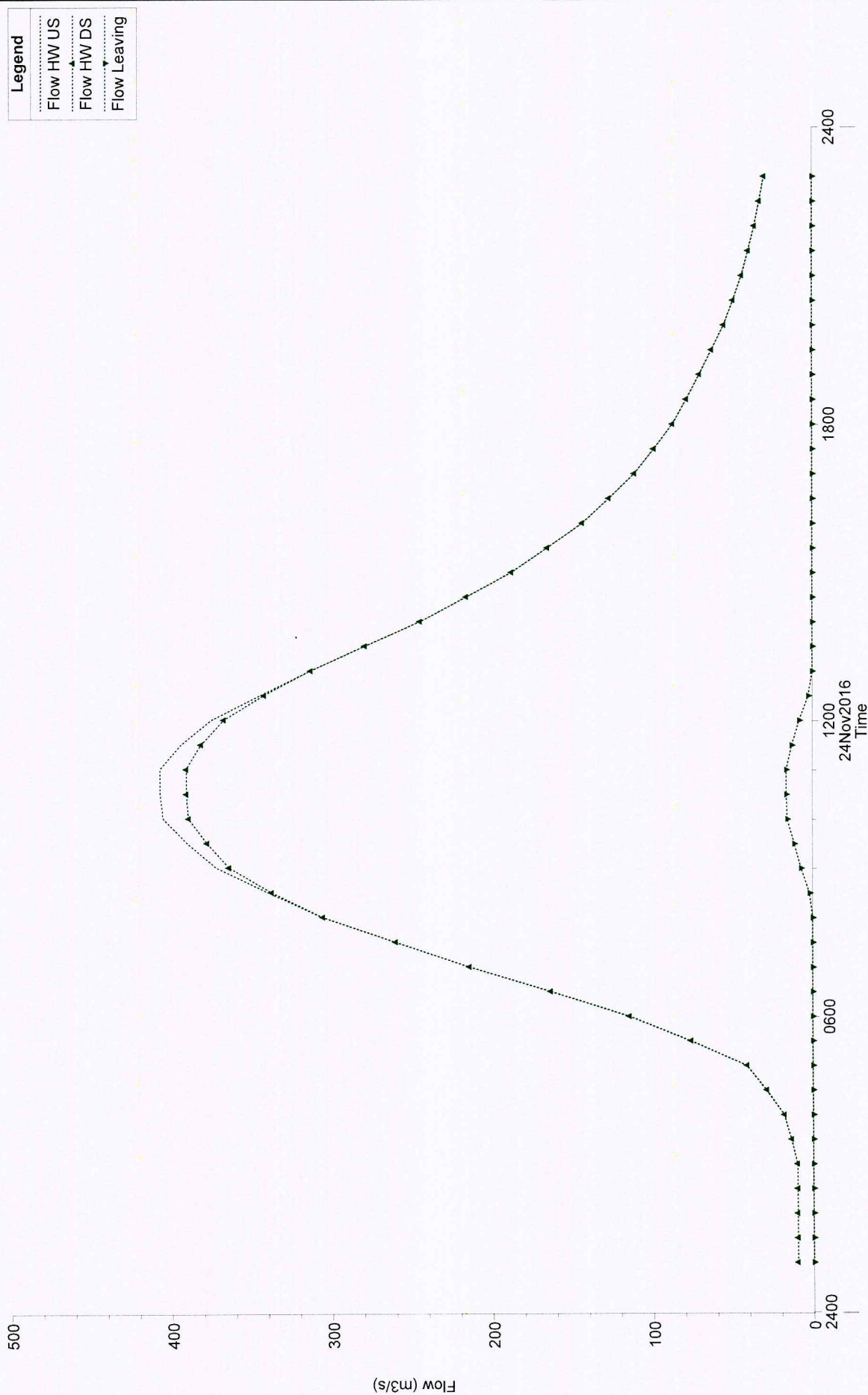


Plan: Plan 10 River: carrione Reach: carrione RS: 57.9

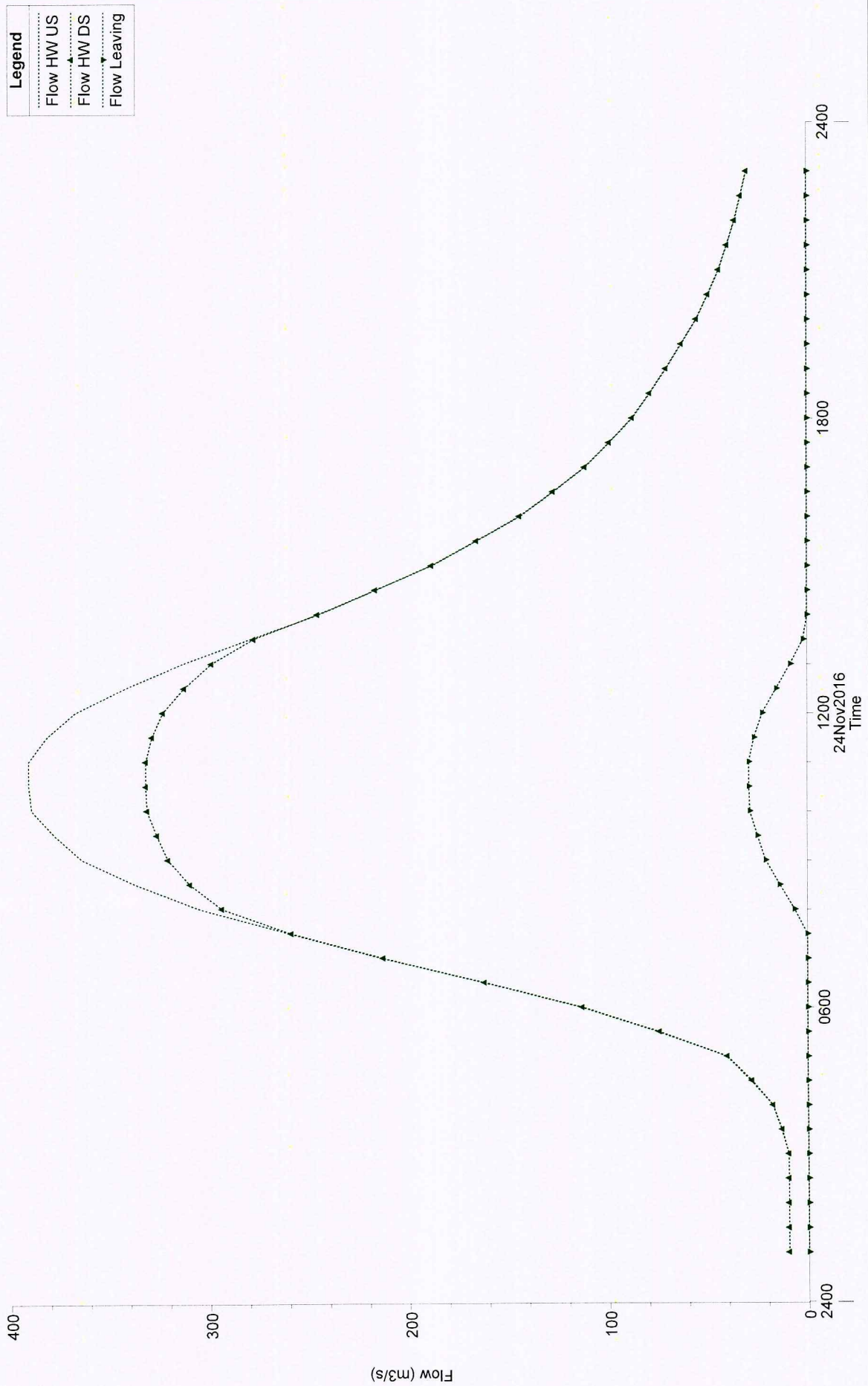
Legend	
Flow HW US	▲
Flow HW DS	▼
Flow Leaving	●



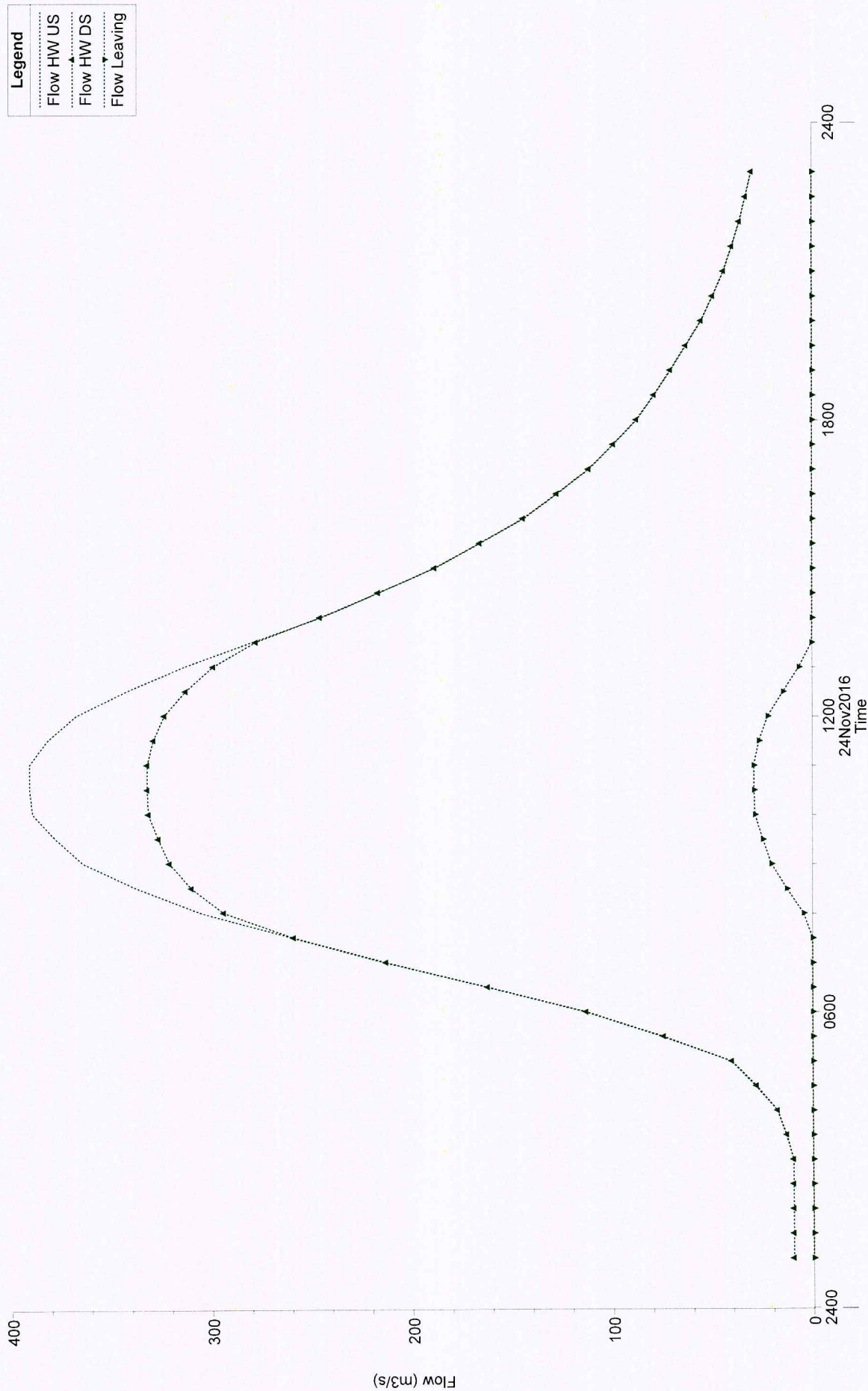
Plan: Plan 10 River: carrione Reach: carrione RS: 54.39



Plan: Plan 10 River: carrione Reach: carrione RS: 52.99



Plan: Plan 10 River: carrione Reach: carrione RS: 52.98



Plan: Plan 10 River: carrione Reach: carrione RS: 49



PIANO DI GESTIONE RISCHIO IDRAULICO

Il sottoscritto **Giacomo Sacchelli** nato a Carrara il 01/07/1968 ed ivi domiciliato in Via Provinciale Carrara Avenza 115 presso la sede della società **I.G.F. Marmi s.r.l.**, nella sua qualità di legale rappresentante della I.G.F. Marmi s.r.l. proprietaria dell'immobile sito in Loc. Stadio, Via Piave s.n.c. catastalmente individuata al N.C.E.U. Foglio __74_ mapp._3, sub 2_, con il presente elaborato intende indicare i comportamenti in caso di allerta meteo relativamente al compendio industriale di Via Piave e soggetto ad esondazione del Torrente Carrione.

Trattandosi di un'area ove la permanenza delle persone non è di tipo fisso – residenziale - ma saltuario legato agli orari di lavoro dell'azienda, si redige il presente elaborato che andrà ad individuare i metodi ed i comportamenti del personale in caso che venga diramato un'allerta meteo da parte della Protezione Civile e/o del Comune di Carrara alla quale la società si impegna a registrarsi come zona sensibile oggetto di avviso automatico di allerta meteo. Nel caso in cui venisse diramato, sia con la comunicazione diretta ma anche con qualsiasi altro mezzo, allerta meteo relativo alla possibilità di eventi piovosi eccezionali che potrebbero causare esondazioni del torrente Carrione si attueranno le seguenti misure:

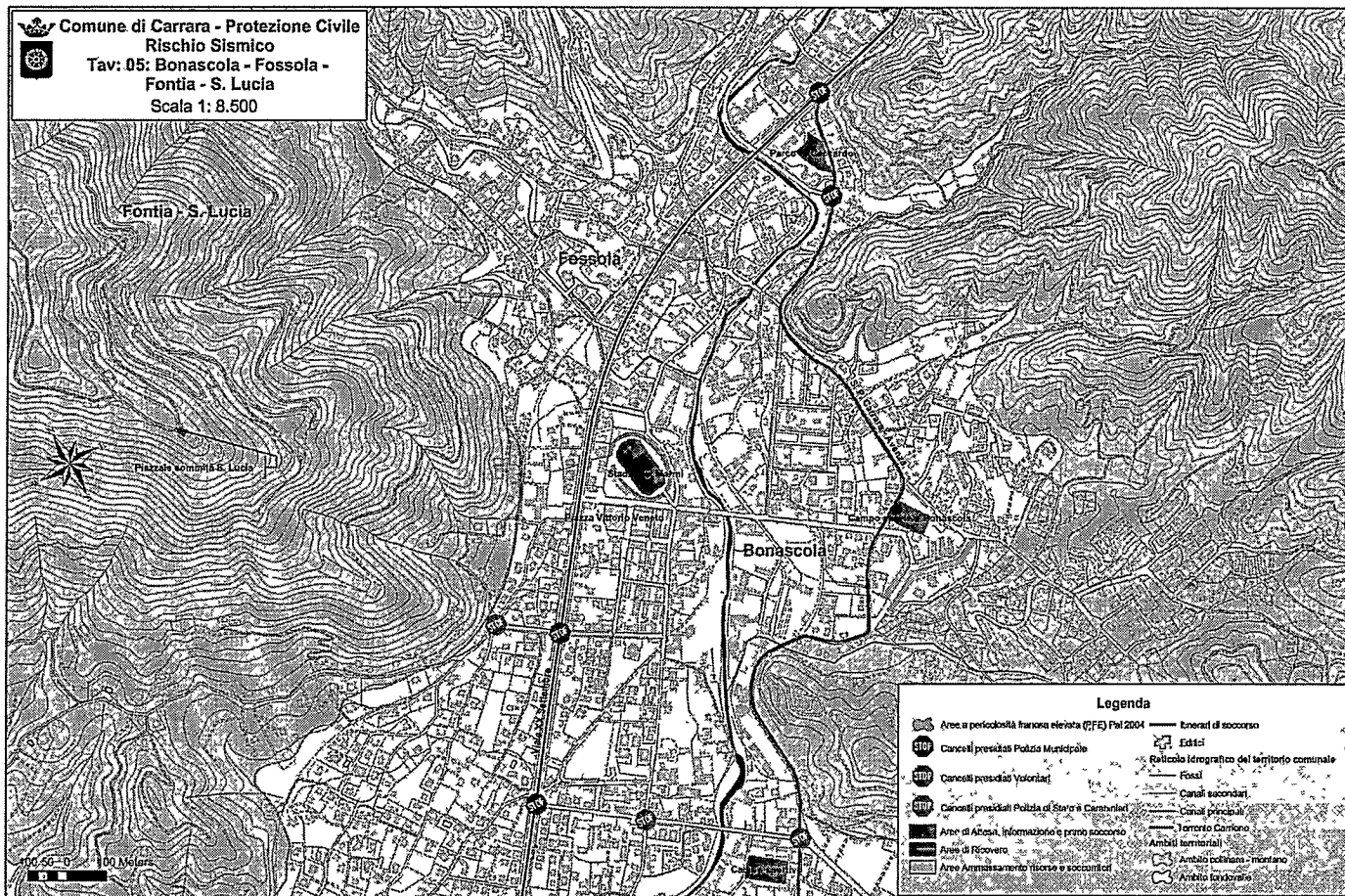
ALLERTA ROSSO-PREALLARME CRITICO: In caso venga diramato tale tipo di allerta, il personale presente nello stabilimento dovrà abbandonare immediatamente lo stesso raggiungendo un sito sicuro che, in questo caso, la ditta individua nella pubblica Via Piave in corrispondenza dei giardini pubblici di piazza Vittorio Veneto, zona indicata sicura da alluvioni nella cartografia del piano di emergenza comunale; qui tutto il personale evacuato dovrà attendere il proposto all'evacuazione dopodiché avrà la facoltà di poter allontanarsi nei limiti delle condizioni di sicurezza esistenti al momento. Tale punto di sicurezza è raggiungibile a piedi in un tempo massimo di 5/6 minuti per cui abbondantemente nei tempi previsti per le evacuazioni di siti a rischio considerando il tempo di corruzione riportato nel piano di emergenza che viene indicato in 30 minuti. Il compito di verificare l'abbandono dell'area e l'avvenuto sgombero verrà demandato al titolare ed al rappresentante addetto alla gestione delle emergenze aziendali (una volta che il sito sarà reso operativo e funzionante poichè attualmente non lo è) le cui nomine dovranno essere effettuate con regolari ordini di servizio interni all'azienda e controfirmati per accettazione degli incarichi. Al termine della verifica sull'effettivo sgombero dell'area il preposto dovrà raggiungere tutto il personale evacuato presso il punto di raccolta stabilito e vere presenze; in caso di mancanza di persone dovrà segnalarlo immediatamente alle autorità competenti e rimanere in attesa di informazioni, in caso invece il personale sia tutto presente può lasciare libero lo stesso di raggiungere altri posti sicuri.

In caso l'allerta di preallarme critico avvenisse prima dell'orario di lavoro, le maestranze non dovranno raggiungere il posto di lavoro e trattenersi in altro sito sicuro.

Ai fini della comunicazione di allerta di preallarme critico si ricorda avviene automaticamente da parte del servizio Protezione Civile del Comune di Carrara sia telefonicamente che con avvisi pubblici da parte dell'ufficio C.O.C. .

ALLERTA ARANCIONE -PREALLARME: In caso venga diramato tale tipo di allerta, i componenti del servizio di gestione delle emergenze aziendali nominati, dovranno recarsi presso tutti gli operai e comunicare tale tipo di condizione ed avvisarli di essere pronti all'eventuale comunicazione di preallarme critico e dunque all'abbandono del posto di lavoro per raggiungere un luogo sicuro. Dopo aver avvertito tutte le persone coinvolte in azienda, ed anche eventuali visitatori, gli stesso componenti del piano di emergenza dovranno mantenere un contatto diretto con l'ufficio C.O.C. del Comune di Carrara almeno ogni 30 minuti così da essere sempre informati sullo stato di evoluzione dell'emergenza esondazione e, nel caso, essere pronti ad attivare quanto previsto in caso di massima allerta ed evacuazione.

Di seguito si allega planimetria ove è indicato il punto di sicurezza di piazza Vittorio Veneto da raggiungere in caso di necessita



MITIGAZIONE DANNI AGLI IMPIANTI – A tale scopo eventuali nuovi impianti verranno realizzati con canalizzazioni aeree a colonne discendenti di alimentazione (sia elettrico che idraulico)

MITIGAZIONE DANNI AI FABBRICATI – A tale scopo, considerato il battente idraulico previsto dalle norme di circa 100 cm oltre il franco del 20% che porta il battente idrico a circa 120 cm., il nuovo fabbricato oltre ad essere su una struttura che porta il piano di calpestio a +50 cm dal suolo avrà in dotazione paratie stagne mobili (tipo acqua-stop) dell'altezza di almeno 80 cm rispetto al piano di calpestio per una quota finale del battente di difesa pari ad almeno 130 cm.

MITIGAZIONE DANNI ALL'AMBIENTE – Considerate le destinazioni espositive e/o a deposito non sussistono rischi per l'ambiente e/o il patrimonio.

Pertanto, per tutto quanto sopraddeito, considerato l'area ad alta pericolosità idraulica nonché la destinazione non residenziale e che l'azienda è già dotata di un sistema di gestione delle emergenze che dovrà essere solamente integrato, si può asseverare che l'intervento è ammissibile ai sensi del P.G.R.A. e che le opere sono conformi a quanto previsto per legge.

LA DITTA

Studio di Geologia
dr Geologo Roberto Andrei
Via Spondarella 10/e - 54033 Carrara
tel e fax 0585/842411
e-mail : roberto.andrei3@gmail.com

Integrazione alla Relazione di compatibilità idraulica relativa ad un intorno significativo di un fabbricato oggetto di ristrutturazione urbanistica situato in Via Piave, Comune di Carrara

Per incarico della Società I.G.F. MARMI è stata redatta l'integrazione alla *Relazione di compatibilità idraulica relativa ad un intorno significativo di un fabbricato oggetto di manutenzione straordinaria situato in Via Piave, Comune di Carrara* allo scopo di determinare il battente idrico nell'area di ubicazione del fabbricato oggetto di ristrutturazione urbanistica.

Dalle risultanze dello studio idraulico eseguito nell'area di progetto dal Dott. Ing. Riccardo Marangoni, come riportato nella sua ***Relazione Integrativa ed approfondimento di indagine***, risulta un tirante di 100 cm.

Considerando quanto riportato al paragrafo 3.2), lettera a), delle *LINEE GUIDA PER LE RELAZIONI DA ALLEGARE ALLE RICHIESTE DI PARERE PER INTERVENTI IN AREA A PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA ELEVATA E MOLTO ELEVATA (AREE PIE, PIME)* che, nel caso specifico, rimanda al paragrafo 3.1), aggiungendo un franco del 20% si ottiene un battente pari a 1.20 m.

Carrara li 19/12/2016

i Tecnici



ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA R. 127
Dott. Geologo ROBERTO ANDREI
ORDINE NAZIONALE DEI GEOLOGI R. 127

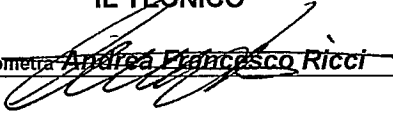
COMUNE DI CARRARA
PROVINCIA DI MASSA - CARRARA

RELAZIONE TECNICA

**DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 192,
ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI
CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI**

*Nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici ad
energia quasi zero
(Allegato 1 DM 26 Giugno 2015)*

IL TECNICO

Geometra 

1. INFORMAZIONI GENERALI

Edificio sito in CARRARA (MS), Via Piave 17

Progetto relativo a lavori di ristrutturazione urbanistica - demolizione e ricostruzione box uso uffici -

L'edificio non rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai fini dell'articolo 5, comma 15, del D.P.R. del 26 agosto 1993, n. 412 (utilizzo delle fonti rinnovabili di energia) e dell'allegato I, comma 14 del D. Lgs. 192/2005 e s.m.i.

Denuncia di inizio attività n. rilasciato in data 30 dicembre 2016

Classificazione dell'edificio:

– Zona: box uso ufficio - Classificazione: E2

Numero delle unità abitative: 1

Committente: I.G.F. Marmi s.r.l.

2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI)

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i seguenti:

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
- Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi
- Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari

3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno della zona d'insediamento, determinati in base al D.P.R. 412 del 26/08/93 e successive modifiche ed integrazioni: 1601 GG

Temperatura minima di progetto dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti: 0.15 °C

Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma: 32.65 °C

4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE

Climatizzazione invernale

Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano (V)	96.79 m ³
Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato (S)	170.68 m ²
Rapporto S/V	1.76 l/m
Superficie utile climatizzata dell'edificio	34.30 m ²
Valore di progetto della temperatura interna invernale	20.00 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	80.00 %
Presenza sistema di contabilizzazione del calore	No
Contabilizzazione con metodo diretto	No

Climatizzazione estiva

Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano (V)	96.79 m ³
Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato (S)	170.68 m ²
Superficie utile climatizzata dell'edificio	34.30 m ²
Valore di progetto della temperatura interna estiva	26.00 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	80.00 %
Presenza sistema di contabilizzazione del freddo	No
Contabilizzazione con metodo diretto	No

Caratteristiche termiche interne delle zone:

– box uso ufficio: Temperatura 20.00 °C

Informazioni generali e prescrizioni

Presenza di reti di teleriscaldamento a/raffreddamento a meno di 1000 metri: No

Adozione materiali ad alta riflettanza solare per le coperture: No

Ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo dei materiali riflettenti: Box acquistato

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture: No

Ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo di tecnologie di climatizzazione passiva:

Adozione di misuratori di energia (energy meter): No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore: No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo: No

5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato.

5.1 Impianti termici

a) Descrizione dell'impianto

termoconvettori elettrici

b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria: No

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto: No

Fluido termovettore: ARIA

Valore nominale della potenza termica utile: 4.00 Kw

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn: 0.00 %

Rendimento termico utile al 30% Pn: 0.00 %

Combustibile utilizzato: ELETTRICITA'

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse da quelle sopra descritte, le prestazioni di dette macchine sono fornite indicando le caratteristiche fisiche della specifica apparecchiatura, applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

c) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico

//

d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

termoconvettori

f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

//

g) Sistemi di trattamento dell'acqua

//

h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

//

i) Specifiche della pompa di circolazione

//

5.2 Impianti fotovoltaici

nessuno

5.3 Impianti solari termici

nessuno

5.4 Impianti di Illuminazione

No considerato

5.5 Altri impianti

nessuno

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si dichiara che l'edificio oggetto della presente relazione non può essere definito "edificio ad energia quasi zero".

ZONA: box uso ufficio

Ventilazione minima (UNI/TS 11300-1 12)

Ricambi d'aria minimi: 0.50 vol/h

Ventilazione naturale (UNI/TS 11300-1 12)

Ricambi d'aria naturali: 0.0455 vol/h

Coefficiente di dispersione termica per ventilazione (UNI/TS 11300-1 5.2)

Dispersione a volume: 7.4576 W/m³

Rendimento di regolazione (UNI/TS 11300-2 Prospetto 20)

Sistema di regolazione: Solo zona con regolatore

Tipologia di prodotto: Regolatore modulante (banda passante 1 °C)

Rendimento di emissione (UNI/TS 11300-2 6.6.1)

Terminale di erogazione: Termoconvettori

Qtr,sky	Dispersioni extra flusso verso la volta celeste	1,073.10 MJ
gg H	Giorni della stagione di riscaldamento	166.00 gg
QH,aux,gn,el	Energia elettrica per gli ausiliari di generazione per riscaldamento	588.03 MJ
QH,aux,gn,el	Energia elettrica per gli ausiliari di generazione per riscaldamento	588.03 MJ
QH,aux,e,el	Energia elettrica per gli ausiliari di emissione per riscaldamento	189.45 MJ
QH,tr	Scambio termico per trasmissione	14,275.13 MJ
QH,ve	Scambio termico per ventilazione	4,491.33 MJ
QH,ht	Scambio termico totale	18,766.46 MJ
Qsol,w	Apporti solari su elementi vetrati	5,957.55 MJ
Qint	Apporti interni	2,951.65 MJ
QH,nd	Fabbisogno di energia termica utile ideale per riscaldamento	12,740.67 MJ
Q'H	Fabbisogno ideale netto per riscaldamento	12,740.67 MJ
Q'H	Fabbisogno ideale netto per riscaldamento	12,740.67 MJ
QH,l,e	Perdite di emissione per riscaldamento	958.98 MJ
QH,l,e	Perdite di emissione per riscaldamento	958.98 MJ
QH,d,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla distribuzione	13,933.90 MJ
QH,d,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla distribuzione	13,933.90 MJ
QH,gn,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione	13,907.47 MJ
QH,gn,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione	13,907.47 MJ
QH,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari	808.51 MJ
QH,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari	808.51 MJ
Ep,H,nren	Energia primaria non rinnovabile per riscaldamento	31,709.47 MJ
QH,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione	15,452.75 MJ
QH,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione	15,452.75 MJ
Ep,H,tot	Energia primaria per riscaldamento	39,352.25 MJ
QH,l,rg	Perdite di regolazione per riscaldamento	423.71 MJ
QH,l,rg	Perdite di regolazione per riscaldamento	423.71 MJ
QH,nd,inv	Fabbisogno termico utile ideale dell'involucro per riscaldamento	12,740.67 MJ
QW,l,d	Perdite di distribuzione per ACS	14.58 MJ
Ep,H,ren	Energia primaria rinnovabile per riscaldamento	7,642.78 MJ

Per i dettagli mensili si rimanda alla lettura delle schede allegate.

GENERATORE: termoconvettore elettrico

Tipologia: TERMOCONVETTORE VORTICE MICROSOL 2000-VO

Potenza termica utile nominale: 4.00 kW

Potenza termica utile a carico intermedio: 0.00 kW

Potenza elettrica ausiliari (a carico nominale): 41 W

Potenza elettrica ausiliari (a carico intermedio): 41 W

Potenza elettrica ausiliari (a carico nullo): 15 W

Rendimento utile al 100% di potenza: 0.00 %

Rendimento utile al 30% di potenza: 0.00 %

QH,aux,gn, el	Energia elettrica per gli ausiliari di generazione per riscaldamento	163.34 kWh,el
QH,gn,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione	3,863.19 kWh
QH,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari per riscaldamento	163.34 kWh,el
Ep,H,nren	Energia primaria non rinnovabile per riscaldamento	8,688.76 kWh
QH,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione	4,292.43 kWh
Ep,H,tot	Energia primaria per riscaldamento	10,782.97 kWh
Ep,H,ren	Energia primaria rinnovabile per riscaldamento	2,094.21 kWh

Per i dettagli mensili si rimanda alla lettura della scheda allegata.

DATI DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Rendimento di distribuzione (UNI/TS 11300-2 Appendice A)

Rendimento impianto: Calcolato mensilmente

QH,aux,gn, el	Energia elettrica per gli ausiliari di generazione per riscaldamento	163.34 kWh,el
QH,aux,e,el	Energia elettrica per gli ausiliari di emissione per riscaldamento	52.63 kWh,el
QH,tr	Scambio termico per trasmissione	14,275.13 MJ
QH,ve	Scambio termico per ventilazione	4,491.33 MJ
QH,ht	Scambio termico totale	18,766.46 MJ
Qsol,w	Apporti solari su elementi vetrati	5,957.55 MJ
Qint	Apporti interni	2,951.65 MJ
QH,nd	Fabbisogno di energia termica utile ideale per riscaldamento	12,740.67 MJ
Q'H	Fabbisogno ideale netto per riscaldamento	3,539.08 kWh
QH,l,e	Perdite di emissione per riscaldamento	266.38 kWh
QH,d,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla distribuzione	3,870.53 kWh
QH,gn,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione	3,863.19 kWh
QH,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari	224.59 kWh,el
Ep,H,nren	Energia primaria non rinnovabile per riscaldamento	8,808.19 kWh
QH,gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione	4,292.43 kWh
Ep,H,tot	Energia primaria per riscaldamento	10,931.18 kWh
QH,l,rg	Perdite di regolazione per riscaldamento	117.70 kWh
QH,nd,inv	Fabbisogno termico utile ideale dell'involucro per riscaldamento	3,539.08 kWh
QW,l,d	Perdite di distribuzione per ACS	4.05 kWh
Ep,H,ren	Energia primaria rinnovabile per riscaldamento	2,122.99 kWh

Per i dettagli mensili si rimanda alla lettura della scheda allegata.

		Valore effettivo	Valore limite		
EpH,nd	Indice prestazione energetica dell'involucro per climatizzazione invernale	103.18	168.06	kWh/m ²	VERIFICATO
EpC,nd	Indice prestazione energetica dell'involucro per climatizzazione estiva			kWh/m ²	VERIFICATO
EpGI,to t	Indice prestazione energetica globale dell'edificio, totale	318.69	528.53	kWh/m ²	VERIFICATO
EtaH	Efficienza per climatizzazione invernale	0.32	0.32		VERIFICATO
Ht	Coefficiente globale di scambio termico DM 26/06/2015	0.48	0.53	W/m ² K	VERIFICATO
Asol,es t	Area solare equivalente estiva DM 26/06/2015		0.04		VERIFICATO
U lim	Trasmittanze divisorie (comma 7, All. I, D.Lgs. 311/2006)				VERIFICATO
Ms	Massa superficiale o trasmittanza periodica (DPR 59/2009, art. 4, c. 18)				NON Verificata [SOL.280]
Cond	Verifica condense interstiziali e superficiali				VERIFICATA
%ren	% del Fabbisogno di Energia Primaria per ACS coperto da fonti rinnovabili (punto 1, all. 3, D.Lgs. 28/2011)		50.00	%	NON Verificato
%ren	% del Fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento, raffrescamento e ACS coperto da fonti rinnovabili (punto 1, lett. b), all. 3, D.Lgs. 28/2011)	19.42	35.00	%	NON Verificato

Norme di riferimento

Legge 10 Gennaio 1991, n.10	Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale, in materia di uso razionale di energia e di risparmio energetico
D.P.R. 26 Agosto 1993, n.412	Norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici
D.P.R. 21 Dicembre 1999, n.551	Regolamento recanti modifiche al D.P.R. 412 del 26 agosto 1993
D.Lgs. 19 Agosto 2005, n.192	Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia
D.Lgs. 29 dicembre 2006, n.311	Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n.192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia
D.Lgs. 30 Maggio 2008, n.115	Attuazione della Direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE
Decreto 26 giugno 2015	Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici
Decreto 26 giugno 2015	Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici
Decreto 26 giugno 2015	Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici
UNI EN ISO 6946	Componenti ed elementi per edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo.
UNI 10339	Impianti aeraulici ai fini del benessere. Generalità classificazione e requisiti. Regole per la richiesta di offerta.
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici delle località

UNI EN ISO 13789	Prestazione termica degli edifici. Coefficiente di perdita di calore per trasmissione. Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo semplificato.
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici. Trasferimento di calore attraverso il terreno. Metodi di calcolo.
UNI EN ISO 14683	Ponti termici in edilizia.
UNI EN ISO 13788	Prestazione igrometrica dei componenti e degli elementi per edilizia. Metodo di calcolo.
UNI 10351	Materiali da costruzione. Conduttività termica e permabilità al vapore
UNI 10355	Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo
UNI EN ISO 13786	Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13790	Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
UNI/TS 11300-1	Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
UNI/TS 11300-2	Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
UNI/TS 11300-3	Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
UNI/TS 11300-4	Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
UNI/TS 11300-5	Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota da fonti rinnovabili
UNI/TS 11300-6	Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili

7. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVANTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico.

8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (obbligatoria)

☒ [X] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi

☒ [X] Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi

☐ [] Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari

[] Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5

[] Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali

[] Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria

[] Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza

Altri eventuali allegati non obbligatori: //

9. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto Geometra Andrea Francesco Ricci, iscritto all'Albo dei geometri al numero 774 essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo di attuazione della direttiva 2002/91/CE

D I C H I A R A

sotto la propria personale responsabilità che:

a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel D. Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 (come modificato dal D. Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311), nel D. Lgs. 30 maggio 2008, n. 115 e nel D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59;

b) il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi e le decorrenze di cui all'allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28;

c) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Ai sensi dell'art. 15, comma 1 del D.Lgs. 192/2005 come modificato dall'art. 12 del D.L. 63/2013, la presente RELAZIONE TECNICA è resa, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'art. 47 del D.P.R. 445/2000.

Si allega copia fotostatica del documento di identità.

Data 28 dicembre 2016

Firma

Geometra **Andrea Francesco Ricci**

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

DESCRIZIONE: termovettore elettrico

Volume lordo riscaldato	96.79 m³
Superficie involucro edificio	170.68 m²
Rapporto S / V	1.7634
Superficie utile calpestabile	34.3000 m²
Superficie totale vetrate	20.6800 m²
Rapporto Superficie vetrate / Superficie utile	0.6023
Capacità Termica	765.37 kJ/K
Durata stagione di riscaldamento	166 gg
Durata stagione di raffreddamento	0 gg

	FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO ED A.C.S.											TOTALE	U.M.
	NOV.	DIC.	GEN.	FEB.	MAR.	APR.							
QH.tr	1,915.40	3,029.49	3,253.29	2,806.83	2,303.96	966.16						14,275.13	MJ
QH.ve	602.90	950.89	1,028.55	882.25	726.54	300.20						4,491.33	MJ
QH.ht	2,518.30	3,980.38	4,281.83	3,689.08	3,030.51	1,266.36						18,766.46	MJ
Qsol.w	738.60	484.03	744.72	1,049.20	1,800.92	1,140.08						5,957.55	MJ
Qint	533.43	551.21	551.21	497.87	551.21	266.72						2,951.65	MJ
QH.nd.inv	452.72	868.16	901.06	707.21	453.62	156.31						3,539.08	kWh
QH.nd	1,629.78	3,125.37	3,243.81	2,545.95	1,633.04	562.72						12,740.67	MJ
QH	452.72	868.16	901.06	707.21	453.62	156.31						3,539.08	kWh
etaE	93.00	93.00	93.00	93.00	93.00	93.00						0.00	%
QH.i.e	34.08	65.34	67.82	53.23	34.14	11.77						266.38	kWh
etaRg	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00						0.00	%
QH.i.rg	15.06	28.87	29.97	23.52	15.09	5.20						117.70	kWh
QH.d.out	495.12	949.47	985.45	773.44	496.11	170.95						3,870.53	kWh
etaD	100.19	100.19	100.19	100.19	100.19	100.19						0.00	%
QH.i.d	-0.94	-1.80	-1.87	-1.47	-0.94	-0.33						-7.34	kWh
QH.gn.out	494.18	947.67	983.58	771.98	495.16	170.63						3,863.19	kWh
etaGn	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00						0.00	%
QH.gn.in	549.09	1,052.96	1,092.86	857.75	550.18	189.58						4,292.43	kWh
QH.aux.el	37.35	45.53	46.10	39.79	38.35	17.47						224.59	kWh.el
Ep.H.ren	275.63	516.29	535.31	421.84	276.61	97.31						2,122.99	kWh
Ep.H.nren	1,143.56	2,142.06	2,220.98	1,750.20	1,147.65	403.74						8,808.19	kWh
Ep.H.tot	1,419.19	2,658.35	2,756.29	2,172.04	1,424.26	501.06						10,931.18	kWh
QW.i.d	0.52	0.99	1.03	0.81	0.52	0.18						4.05	kWh

FABBISOGNO PER RAFFRESCAMENTO ESTIVO											TOTALE	U.M.
Qsol.w	Apporti solari su elementi vetrai										0.00	MJ
Asol.est	Area solare equivalente estiva										0.00	m²

	VERIFICHE DI LEGGE				ESITO			
	VALORE	VALORE LIMITE	U.M.		VALORE	VALORE LIMITE	U.M.	
EpH.nd	103.18	168.06 kWh/m²			VERIFICATO			
EpC.nd	0.00	0.00 kWh/m²			VERIFICATO			
EpG.tot	318.69	528.53 kWh/m²			VERIFICATO			
EtaH	0.32	0.32			VERIFICATO			
It	0.48	0.53 W/m²K			VERIFICATO			
Asol.est	0.00	0.04			VERIFICATO			
U lim	0.00	0.00			VERIFICATO			
Ms	0.00	0.00			NON Verificata [SOL.280]			
Cond	0.00	0.00			VERIFICATA			
%ren	0.00	50.00 %			NON Verificato			
%ren	19.42	35.00 %			NON Verificato			

TERMOCOINETTORI ELETTRICI
Caratteristiche del generatore

DESCRIZIONE: termocoinetttore elettrico

Potenza termica utile nominale		4.00 kW
Potenza termica utile a carico intermedio		0.00 kW
Potenza elettrica ausiliari (a carico nominale)		41 W
Potenza elettrica ausiliari (a carico intermedio)		41 W
Potenza elettrica ausiliari (a carico nullo)		15 W
Rendimento utile al 100% di potenza		0.00 %
Rendimento utile al 30% di potenza		0.00 %
Fluido termovettore	ARIA	
Combustibile	Elettricit�	

	FABBISOGNO PER RISCALDAMENTO ED A.C.S.	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	TOTALE	U.M.
elad	Rendimento sottosistema di distribuzione	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00 %	
QH_gn,out	Fabbisogno di energia termica in uscita alla generazione	484.18	947.67	983.58	771.98	495.16	170.63	3.863.19	kWh
elag_n	Rendimento sottosistema di generazione	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	0.00 %	
QH_gn,in	Fabbisogno di energia in ingresso alla generazione	549.09	1.052.96	1.092.86	857.75	550.18	189.58	4.292.43	kWh
QH_aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari per riscaldamento	29.52	30.50	30.50	27.55	30.50	14.76	163.34	kWh,el
Ep_H,ren	Energia primaria rinnovabile per riscaldamento	271.94	509.23	527.98	416.09	272.92	96.04	2.094.21	kWh
Ep_H,ren	Energia primaria non rinnovabile per riscaldamento	1.128.28	2.112.76	2.190.57	1.726.34	1.132.34	398.47	8.688.76	kWh
Ep_H,tot	Energia primaria per riscaldamento	1.400.23	2.621.99	2.718.55	2.142.43	1.405.26	494.51	10.782.97	kWh

QH,aux,el	Energia elettrica per gli ausiliari	134.47	163.89	165.95	143.25	138.07	62.88	808.51 MJ
Ep,H,re	Energia primaria rinnovabile per riscaldamento	992.26	1,858.65	1,927.12	1,518.63	995.80	350.32	7,642.78 MJ
Ep,H,r,n	Energia primaria non rinnovabile per riscaldamento	4,116.82	7,711.40	7,995.51	6,300.73	4,131.53	1,453.48	31,709.47 MJ
Ep,H,r,en	Energia primaria per riscaldamento	5,109.08	9,570.05	9,922.63	7,819.36	5,127.33	1,803.80	39,352.25 MJ
QW,i,d	Perdite di distribuzione per ACS	1.87	3.58	3.71	2.91	1.87	0.64	14.58 MJ

DESCRIZIONE		TOTALE UTM	
Qsoli,w	Apporti solari su elementi vetrati	0.00	MJ
Asoli,est	Area solare equivalente estiva	0.00	m²

UFFICIO

Caratteristiche del vano

ZONA: box uso ufficio
 GENERATORE: termocoillettore elettrico

S	Superficie netta calpestabile	34.30 m²
V	Volume netto	85.75 m³
T	Temperatura interna	20.00 °C

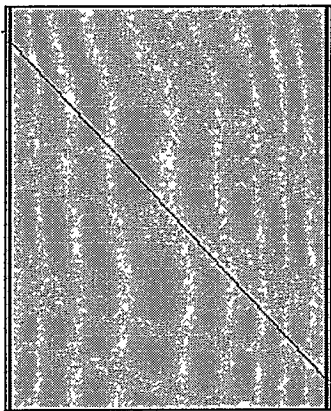
Qt	Dispersione MASSIMA per trasmissione	1,687.05 W
Qt	Dispersione MASSIMA per trasmissione	1,687.05 W
Qu	Dispersione MASSIMA per ventilazione	639.49 W
Q	Dispersione TOTALE	2,646.54 W

A	Superficie disperdente	
L	Lunghezza del Ponte Termico	
Confine/Orienta m.	Nome dell'ambiente confinante/Orientamento della superficie	
CE	Coefficiente di esposizione	
ombra	Presenza di ombreggiatura dovuta ad ostruzioni esterne (S/No)	
a	Coefficiente di assorbimento della radiazione solare	
FC	Coefficiente di riduzione relativo alla presenza di schermi (solo superfici finestrate)	
FF	Coefficiente di riduzione dovuto al telaio (Rapporto fra area vetro/telaio)	
g	Trasmittanza di energia solare totale (comprensiva di fattore correttivo Fw)	
Qu	Dispersione unitaria del componente edilizio	W/m²K
δ T	Differenza di temperatura	°C
Qu	Dispersione unitaria del componente edilizio	W/m²
Q	Dispersione totale del componente edilizio	W
Htr	Coefficiente di scambio termico per trasmissione	W/K

CODICE	SIFRUTURA	AOL	CONFINO	CE	ombra	a	FC	FF	g	Uo,U	δ T	Qu	Q	Htr
SOL.280	Solaio	34.30	Solaio inferiore	1.00	No	0.30				0.302	19.85	5.99	205.46	10.3506
SOL.280	Solaio	34.30	Esterno orizzontale	1.00	No	0.30				0.308	19.85	6.11	233.24	10.5577
STR.226	Parete esterna	24.50	Sud Est	1.10	No	0.30				0.337	19.85	6.69	173.16	8.2574
STR.226	Parete esterna	6.91	Sud Ovest	1.05	No	0.30				0.337	19.85	6.69	48.84	2.33290
INF.013	Componente finestrato	1.84	Sud Ovest	1.05	No			0.68	0.60	2.067	19.85	33.33	64.55	3.0897
STR.226	Parete esterna	5.54	Nord Ovest	1.15	No	0.30				0.337	19.85	6.69	39.15	1.8670
INF.013	Componente finestrato	1.84	Nord Ovest	1.15	No			0.68	0.60	2.067	19.85	33.33	64.55	3.0897
INF.014	Componente finestrato	2.72	Nord Ovest	1.15	No			0.67	0.60	1.996	19.85	32.37	92.67	4.4358
INF.015	Ponte termico	0.96		1.15	No					19.85	33.08	31.76	1.6000	
INF.015	Componente finestrato	4.32	Nord Ovest	1.15	No			0.73	0.60	2.072	19.85	33.40	151.86	7.2890
INF.015	Ponte termico	1.44		1.15	No					19.85	34.54	49.74	2.5058	
INF.015	Componente finestrato	5.76	Nord Ovest	1.15	No			0.74	0.60	2.027	19.85	32.79	198.78	9.5149
STR.226	Ponte termico	1.92		1.15	No					0.337	19.85	33.94	65.16	3.2826
STR.226	Parete esterna	1.39	Nord Est	1.20	No	0.30				0.337	19.85	6.69	9.82	0.4685
INF.013	Componente finestrato	1.84	Nord Est	1.20	No			0.68	0.60	2.067	19.85	33.33	64.55	3.0897
INF.015	Componente finestrato	4.14	Nord Est	1.20	No			0.78	0.60	2.079	19.85	33.30	145.97	6.9969
INF.015	Ponte termico	1.38		1.20	No						19.85	34.63	47.79	2.4076

PANNELLO ISOLANTE SP 102
Caratteristiche termiche della struttura

CODICE
SOL.280

DESCRIZIONE ESTESA DELLA STRUTTURA				STRATIGRAFIA DELLA STRUTTURA			
Pannello autoportante il spessore isoante 100 mm rivestito in lamiera di alluminio spessore 2 mm preverniciato							
S	Σ S	SPESORE	104	mm			
Rt	Σ R	RESISTENZA	3.316	m²K/W			
M.S		MASSA SUPERFICIALE	14.00	kg/m²			
Kl		CAPACITA TERMICA AREICA	7.07	kJ/m²K			
f		ATTENUAZIONE	0.99				
ts		SFASAMENTO	1.10	h			
YIE		TRASMITTANZA PERIODICA	0.298	W/m²K			
U	1/UR	TRASMITTANZA	0.302	W/m²K			

DESCRIZIONE DELLO STRATO							
1	Adduttanza superiore	s	[mm]	λ	[W/mK]	C	[W/mK]
2	Alluminio		2	220.0000	5.90		
3	Poliuretani in lastre ricavate da blocchi, massa volumica 32		100	0.0322	110.000.0000	900.00	0.0001
4	Alluminio		2	220.0000	0.3220	1.600.00	0.0001
5	Adduttanza inferiore				110.000.0000	900.00	0.0001
	TOTALI		104		25.000		0.040
							3.3160

LEGENDA			
s	Spessore dello strato	λ	Conducibilità termica del materiale
C	Conducianza unitaria	ρ	Massa Volumica
c	calore specifico del materiale	δ u*10 ¹²	Permeabilità al vapore con umidità relativa < 50%
R	Resistenza termica del singoli strati	Rt	Resistenza della struttura
U	Trasmittanza della struttura	YIE	Trasmittanza periodica della struttura

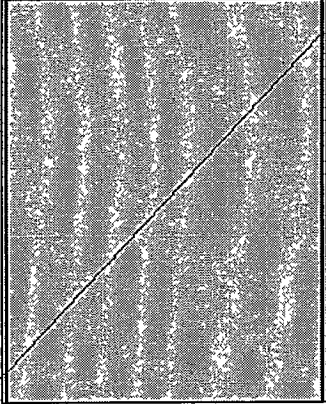
PANNELLO ISOLANTE SP 102
Caratteristiche termiche della struttura

CODICE
SOL.280

DESCRIZIONE ESTESA DELLA STRUTTURA									
Pannello autoportante il spessore isolante 100 mm rivestito in lamiera di alluminio spessore 2 mm preverniciato									
S	ΣS	SPESSORE		104	mm				
Rt	ΣR	RESISTENZA		3.247	m²KW				
M.S		MASSA SUPERFICIALE		14.00	kg/m²				
K1		CAPACITÀ TERMICA AREICA		7.52	kJ/m²K				
f		ATTENUAZIONE		0.99					
I _{ts}		SFASAMENTO		0.98	h				
YIE		TRASMITTANZA PERIODICA		0.305	W/m²K				
U	1/Rt	TRASMITTANZA		0.308	W/m²K				

STRATIGRAFIA DELLA STRUTTURA

T=0.15



T=20.00

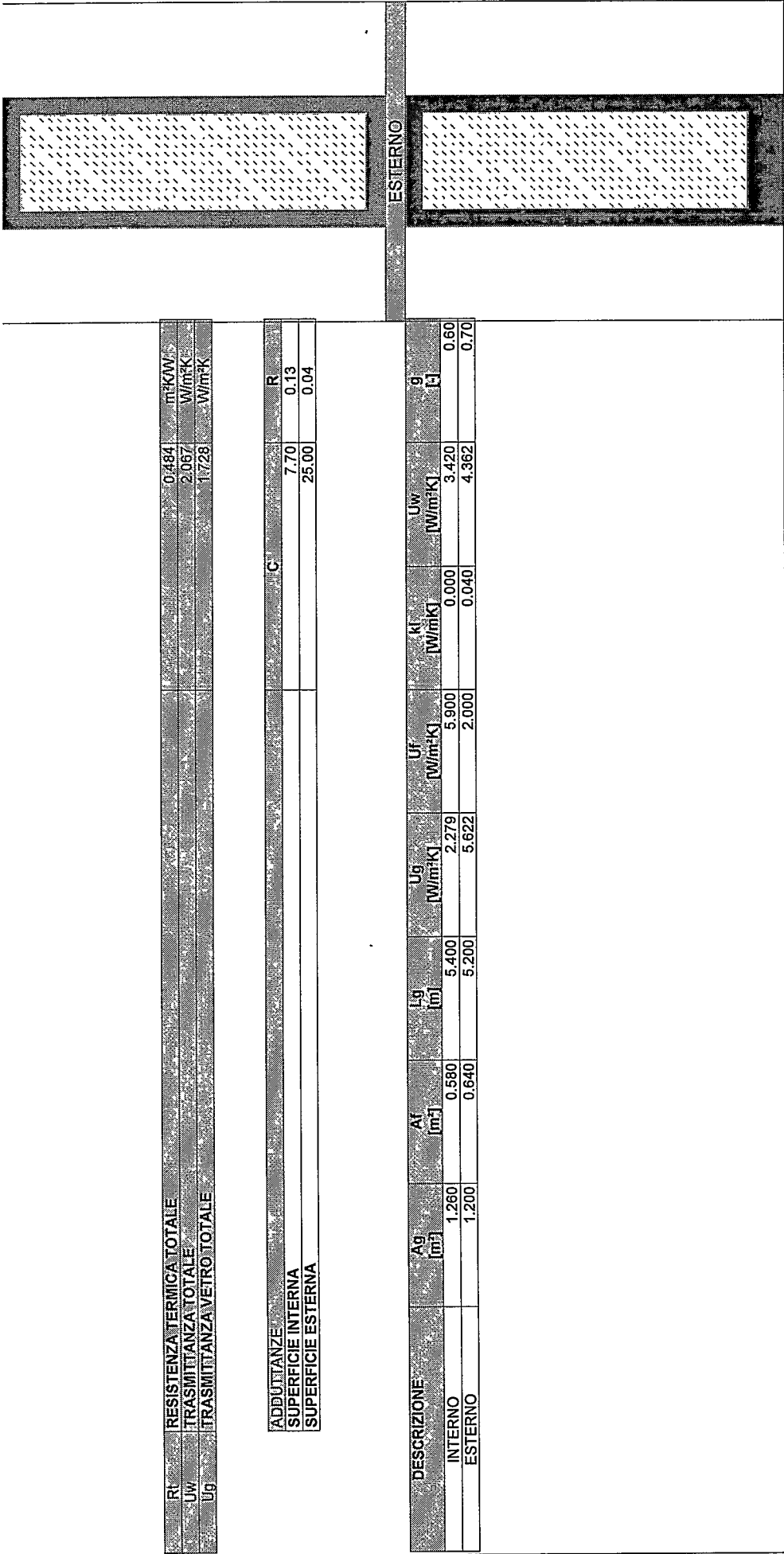
	DESCRIZIONE DELL'OSTRATO	s [mm]	λ [W/mK]	G [W/m²K]	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	δ·10 ¹² [kg/msPa]	R [m²KW]
1	Adduttanza superiore			25.00				0.040
2	Alluminio	2	220.0000	110.000.0000	2.700.00	900.00	0.0001	0.0000
3	Poliuretani in lastre ricavate da blocchi, massa volumica 32	100	0.0322	0.3220	32.00	1.600.00	1.8500	3.1056
4	Alluminio	2	220.0000	110.000.0000	2.700.00	900.00	0.0001	0.0000
5	Adduttanza inferiore			10.000				0.100
	TOTALI	104						3.2470

LEGENDA		Conduttività termica del materiale	
s	Spessore dello strato	λ	Massa Volumica
C	Conduttanza unitaria	ρ	Permeabilità al vapore con umidità relativa < 50%
c	calore specifico del materiale	δ·10 ¹²	Resistenza della struttura
R	Resistenza termica dei singoli strati	Rt	Trasmittanza periodica della struttura
U	Trasmittanza della struttura	YIE	

DESCRIZIONE/ESTESA DELLA STRUTTURA				STRATIGRAFIA DELLA STRUTTURA			
Pannello autoportante il spessore isoante 90 mm rivestito in lamiera di alluminio spessore 2 mm preverniciato				T=20.00  T=0.15			
s	Σ s	SPESORE	94	mm			
Rt	Σ R	RESISTENZA	2.967	m²KW			
M.S		MASSA SUPERFICIALE	13.68	kg/m²			
Kl		CAPACITA TERMICA AREICA	8.91	kJ/m²K			
f		ATTENUAZIONE	0.99				
ts		SFASAMENTO	0.89	h			
YIE		TRASMITTANZA PERIODICA	0.3347	W/m²K			
U	1/Rt	TRASMITTANZA	0.337	W/m²K			

	DESCRIZIONE DELLO STRATO	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	p [kg/m³]	c [J/kgK]	δ·10¹² [kg/msPa]	R [m²KW]
1	Adduttanza interna							
2	Alluminio	2	220.0000	110.000.0000	2.700.00	900.00	0.0001	0.0000
3	Poliuretani in lastre ricavate da blocchi, massa volumica 32	90	0.0322	0.3578	32.00	1.600.00	1.8500	2.7949
4	Alluminio	2	220.0000	110.000.0000	2.700.00	900.00	0.0001	0.0000
5	Adduttanza esterna			25.000				0.040
	TOTALI	94						2.9670

LEGENDA			
s	Spessore dello strato	λ	Conducibilità termica del materiale
C	Conducibilità unitaria	p	Massa Volumica
c	calore specifico del materiale	δ·10¹²	Permeabilità al vapore con umidità relativa < 50%
R	Resistenza termica dei singoli strati	Rt	Resistenza della struttura
U	Trasmittanza della struttura	YIE	Trasmittanza periodica della struttura



LEGENDA			
Ag	Area del vetro	Uf	Trasmissione termica telaio
Af	Area del telaio	kl	Trasmissione lineica
Lg	Lunghezza telaio	Uw	Trasmissione totale infisso
Ug	Trasmissione termica elemento vetrato	g	Coef. di trasmissione solare del vetro

Caratteristiche dell'infisso

CODICE
INF.013

DESCRIZIONE ESISTE A DELL'INFISSO										INFISSO									
RESISTENZA TERMICA TOTALE										0,484									
TRASMITTANZA TOTALE										2,087									
TRASMITTANZA VETRO TOTALE										1,728									
ADDITTANZE SUPERFICIE INTERNA SUPERFICIE ESTERNA										C 7,70 25,00									
										R 0,13 0,04									
DESCRIZIONE										ESTERNO									
		Ag	At	Lg	Ug	Uf	Ki	Uw	g										
		[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[%]										
INTERNO		1,260	0,580	5,400	2,279	5,900	0,000	3,420	0,60										
ESTERNO		1,200	0,640	5,200	5,622	2,000	0,040	4,362	0,70										

LEGENDA			
Aq	Area del vetro	Uf	Trasmittanza termica telaio
Af	Area del telaio	Kl	Trasmittanza lineica
Lg	Lunghezza telaio	Ulw	Trasmittanza totale infisso
Ug	Trasmittanza termica elemento vetrato	g	Coeff. di trasmittanza solare del vetro

CODICE
INF.014

LEGENDA			
Ag	Area del vetro		Trasmittanza termica telaio
Af	Area del telaio	kl	Trasmittanza lineica
Lg	Lunghezza telaio	Uw	Trasmittanza totale infisso
Ug	Trasmittanza termica elemento vetrato	g	Coef. di trasmittanza solare del vetro

CODICE

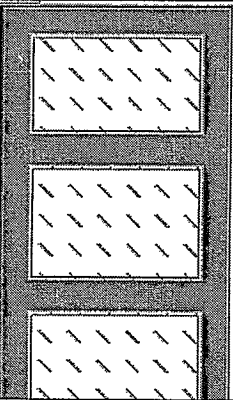
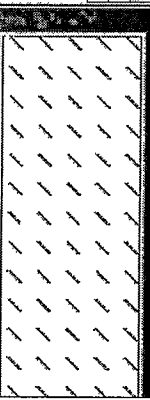
Fig. 1-201

INTERNO

ESTERNO

CODICE
INF.015

LEGENDA			
Ag	Area del vetro	Uf	Trasmittanza termica telaio
Af	Area del telaio	kl	Trasmittanza lineica
Lg	Lunghezza telaio	Uw	Trasmittanza totale infisso
Ug	Trasmittanza termica elemento vetrato	g	Coef. di trasmittanza solare del vetro

DESCRIZIONE ESTESA DELL'INFILSO										INFILSO
RI	RESISTENZA TERMICA TOTALE							0.473	m ² K/W	
Uw	TRASMITTANZA TOTALE							2.112	W/m ² K	
Ug	TRASMITTANZA VETRO TOTALE							1.728	W/m ² K	
ADDITTANZE										
SUPERFICIE INTERNA							C	7.70	R	
SUPERFICIE ESTERNA								25.00	0.04	
DESCRIZIONE	Ag [m ²]	Af [m ²]	Lg [m]	Ug [W/m ² K]	Uf [W/m ² K]	h _i [W/m ² K]	Uw [W/m ² K]	g [1]		ESTERNO
INTERNO	1.216	0.704	7.840	2.279	5.900	0.000	3.607	0.60		
ESTERNO	1.204	0.716	4.840	5.622	2.000	0.040	4.271	0.70		

LEGENDA			
Ag	Area del vetro	Uf	Trasmittanza termica telaio
Af	Area del telaio	h _i	Trasmittanza lineale
Lg	Lunghezza telaio	Uw	Trasmittanza totale infilso
Ug	Trasmittanza termica elemento vetrato	g	Coeff. di trasmittanza solare del vetro

PORTA-FINESTRA IN METALLO AD UN'ANTA	CODICE
<i>Caratteristiche dell'infixo</i>	<i>INF.013</i>

DESCRIZIONE ESTESA DELL'INFISSO

INFISSO

RESISTENZA TERMICA TOTALE

0.484

m²K/W

TRASMITTANZA TOTALE

2.067

W/m²K

TRASMITTANZA VETRO TOTALE

1.728

W/m²K

ADDITTANZE

C

R

SUPERFICIE INTERNA

7.70

0.13

SUPERFICIE ESTERNA

25.00

0.04

DESCRIZIONE

A_g
[m²]

A_f
[m²]

L_g
[m]

U_g
[W/m²K]

U_f
[W/m²K]

k_t
[W/mK]

U_w
[W/m²K]

g
[%]

INTERNO

1.260

0.580

5.400

2.279

5.900

0.000

3.420

0.60

ESTERNO

1.200

0.640

5.200

5.622

2.000

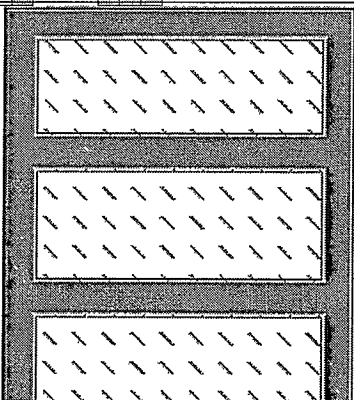
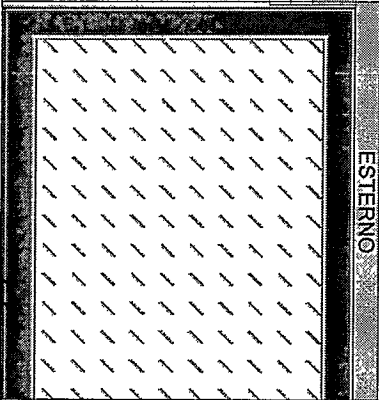
0.040

4.362

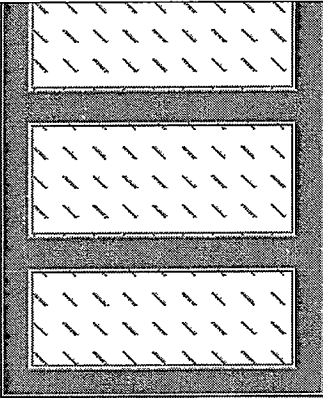
0.70

ESTERNO

LEGENDA			
Ag	Area del vetro		Trasmittanza termica telaio
Af	Area del telaio	Uf	Trasmittanza lineica
Lg	Lunghezza telaio	Uw	Trasmittanza totale infisso
U _g	Trasmittanza termica elemento vetrato	α	Coeff. di trasmittanza solare del vetro

DESCRIZIONE ESTESA DELL'INFISSO											INFISSO		
Ri	RESISTENZA TERMICA TOTALE									0.481	m²KW		
Uw	TRASMITTANZA TOTALE									2.079	W/m²K		
Ug	TRASMITTANZA VETRO TOTALE									1.728	W/m²K		
ADDITTANZE											C		
SUPERFICIE INTERNA										7.70	0.13		
SUPERFICIE ESTERNA										25.00	0.04		
DESCRIZIONE											ESTERNO		
	Ag	At	Lg	Ug	Uf	Kf	Uw	g					
INTERNO	3.040	1.100	13.400	2.279	5.900	0.000	3.241	0.60					
ESTERNO	3.150	0.990	7.200	5.622	2.000	0.040	4.766	0.70					

	CODICE
Caratteristiche dell'infisso	

DESCRIZIONE ESTESA DELL'INFISSO										INFISSO							
Ri	RESISTENZA TERMICA TOTALE			0.462			m²KW										
Uw	TRASMITTANZA TOTALE			2.163			W/m²K										
Ug	TRASMITTANZA VETRO TOTALE			1.728			W/m²K										
ADDITTANZE										C		R					
SUPERFICIE INTERNA												7.70		0.13			
SUPERFICIE ESTERNA												25.00		0.04			
DESCRIZIONE										Ag	Af	Lg	Ug	Uf	kt	Uw	g
										[m²]	[m²]	[m]	[W/m²·K]	[W/m²·K]	[W/m²K]	[W/m²K]	[E]
INTERNO										0.784	0.596	6.760	2.279	5.900	0.000	3.843	0.60
ESTERNO										0.826	0.554	3.760	5.622	2.000	0.040	4.168	0.70

Caratteristiche scambio termico verso il terreno

Tipo di calcolo: PAVIMENTO SU INTERCAPEDINE

A	Area complessiva del pavimento	1,00	m ²
P	Perimetro esposto del pavimento	1,00	m
w	Spessore pareti esterne	0,02	m
lambda	Conduttività termica del terreno		
Rg	Resistenza isolamenti sul fondo intercapedine	1,50	W/m K
Uw	Trasmittanza pareti intercapedine	0,500	m ² KW
v	Velocità media del vento a 10m di altezza	0,500	W/m ² K
Fw	Coefficiente protezione dal vento	0,90	m/s
h	Altezza del pavimento dal livello del terreno	0,10	
e	Area aperture per unità di perimetro	1,00	m
Uf	Trasmittanza pavimento sospeso	0,10	m ² /m
Ls	Coefficiente di accoppiamento termico	0,500	W/m ² K
U	Trasmittanza termica	0,470	W/m K
		0,470	W/m ² K

Comune di Carrara

Studio Idraulico volto alla determinazione dei massimi tiranti nelle aree inondabili dal Torrente Carrione

Committente: IGF MARMI srl

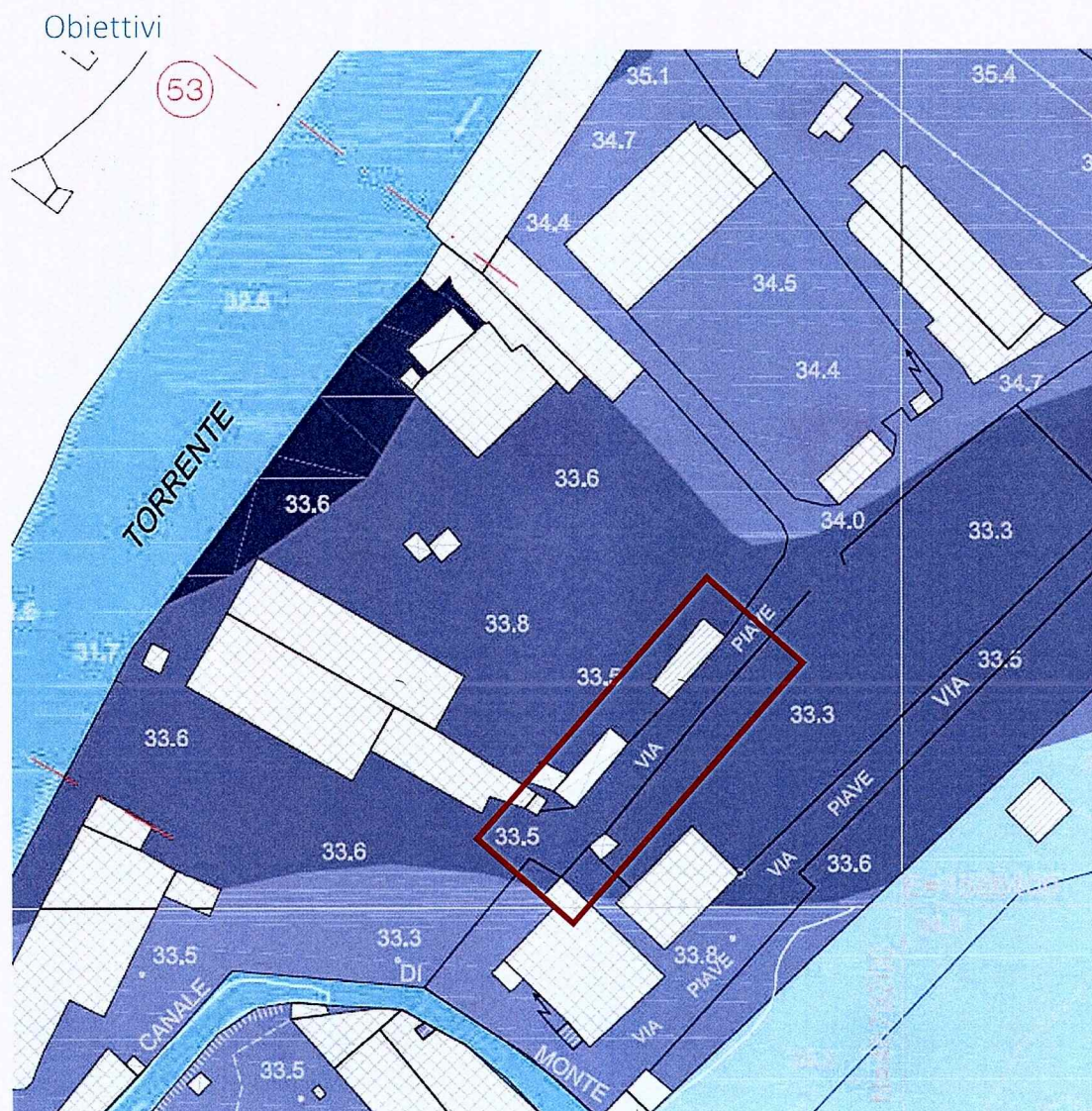
Progettista dell'Intervento Edilizio: *Geom. Andrea Francesco RICCI*

Relazione Integrativa ed approfondimento di indagine

Premesse

Il sottoscritto Dott. Ing. Riccardo MARANGONI, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia della Spezia al n° A 892, ha redatto la presente relazione integrativa allo studio inerente all'approfondimento delle conoscenze di carattere idraulico di un tratto del Torrente Carrione nel Comune di Carrara, con specifico riferimento alla determinazione del massimo tirante idraulico nelle dinamiche di inondazione dell'areale posto in sinistra orografica a valle della Via Piave ed interessante le proprietà IGF Marmi srl e Bernardi Marmi srl, società committenti dello studio.

La necessità di redazione del presente documento, da intendersi integrativo dello studio citato, è conseguente ad una migliore definizione del tirante idraulico correlato alle dinamiche di inondazione delle aree di proprietà IGF MARMI srl.



Stralcio della Tavola 03 – Stima dei Tiranti per eventi Tr200 con localizzazione dell'areale richiesto

Dallo stralcio cartografico si evince come l'area in argomento, bordata in rosso nella figura, sia inserita nella fascia avente tirante compreso tra 100 e 140 cm. Si evidenzia come il sedime degli edifici in oggetto sia da intendersi interessato da fenomeni di inondazione che generano tiranti ai limiti inferiori della fascia di appartenenza, pertanto si ritiene lecito stimare in cm 100, oltre al franco previsto dalle opportune linee guida comunali, l'entità del confinamento idraulico necessario.

IL TECNICO



Committente:

I.G.F. MARMI S.r.l.
BERNARDI MARMI S.r.l.

Progetto:

COMUNE DI CARRARA

Stima dei massimi livelli idrometrici nelle aree inondabili
dal torrente Carrione

Livello di Progettazione: **VERIFICA IDRAULICA**

00	05/12/2016	Emissione	RM	II	RM
Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato

Titolo:

RELAZIONE IDRAULICA

Tavola / Elaborato:

A

Scala :

Data :

05/12/2016

Annotazioni:

Riccardo Marangoni Ingegnere

via Vittorio Veneto, 270 - 19124 La Spezia (SP)
Tel 347 0089924 - P.IVA: 01426470116 -
e.mail: r.marangoni@tin.it - pec: marangoni.riccardo@ingpec.eu

Igor Ismari Geometra

via Vittorio Veneto, 270 - 19124 La Spezia (SP)
Tel 3803079099 - P.IVA: 01384440119 -
e.mail: igor.ismari@gmail.com - pec: igor.ismari@geopec.it

Tecnici responsabili:



Codice progetto: NS 60-2016

File:

Collocazione:

Relazione Idraulica

Sommario

Premesse	2
1 – Generalità	3
2 - Considerazioni sulle caratteristiche fisiche del tratto indagato	4
3 – Modellazione Idraulica.....	7
3.1 – Tratto indagato	7
3.2 – Idrologia di piena Q200.....	7
3.3 – Analisi in moto permanente	8
3.4 – Analisi in moto vario	8
3.5 – Analisi del deflusso in ambiente urbano.....	9
4- Codice di calcolo	10
4.1 - Modellazione e taratura in moto permanente.....	10
4.2 - Modellazione in moto vario.....	12
4.3 - Rilievo topografico.....	14
4.4 - Coefficienti di scabrezza	14
4.5 - Condizioni al contorno e condizioni iniziali in moto vario.....	14
4.6 - Condizioni al contorno in moto permanente (B).....	15
5 – Rapporto delle modellazioni.....	15

Elenco degli Elaborati documentali e grafici dello studio

Elaborato A – Relazione Idraulica

Elaborato B – Risultati del codice di calcolo

Tavola 01 – Planimetria Generale

Tavola 02 – Schema del Modello Idraulico

Tavola 03 – Stima dei tiranti per Eventi Tr=200 anni

Premesse

Il sottoscritto Dott. Ing. Riccardo MARANGONI, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia della Spezia al n° A 892, ha redatto la presente relazione inerente all'approfondimento delle conoscenze di carattere idraulico di un tratto del Torrente Carrione nel Comune di Carrara, con specifico riferimento alla determinazione del massimo tirante idraulico nelle dinamiche di inondazione dell'areale posto in sinistra orografica a valle della Via Piave ed interessante le proprietà IGF Marmi srl e Bernardi Marmi srl, società committenti del presente studio.

Il lavoro è stato sviluppato sulla base della documentazione tecnica costituita dagli studi pregressi sull'asta fluviale in argomento ed in particolare gli studi del Prof. Viti dell'anno 2000, del Prof. Castelli nell'anno 2014 e dei Professori Seminara e Colombini nell'anno 2016 unitamente alla consultazione delle *Linee guida per le relazioni da allegare alle richieste di parere per interventi in area a pericolosità idrogeologica elevata e molto elevata (aree PIE, PIME)*, documento prodotto dal Comune di Carrara. Da tali approfondimenti di studio sono state desunte le grandezze fisiche, idrauliche ed idrologiche di riferimento, assumendo a base di modellazione le stesse sezioni trasversali d'alveo, con verifica diretta in sito della loro geometria da parte dallo scrivente.

La base topografica di riferimento è costituita dalla cartografia tecnica regionale in scala 1:2000 con verifiche plano-altimetriche puntuali compiute sopralluogo.

1 – Generalità

Il Torrente Carrione è uno dei principali corsi d'acqua appartenenti al bacino del PAI Toscana Nord, è lungo circa 15 km e drena una superficie imbriferà di circa 46 kmq. Il tratto posto a base di studio è situato nel Comune di Carrara ed è compreso tra la via Piave e la confluenza con il Canale di Monte Olivero, tributario in sinistra orografica, così come evidenziato dalle Figg. 1 e 2.

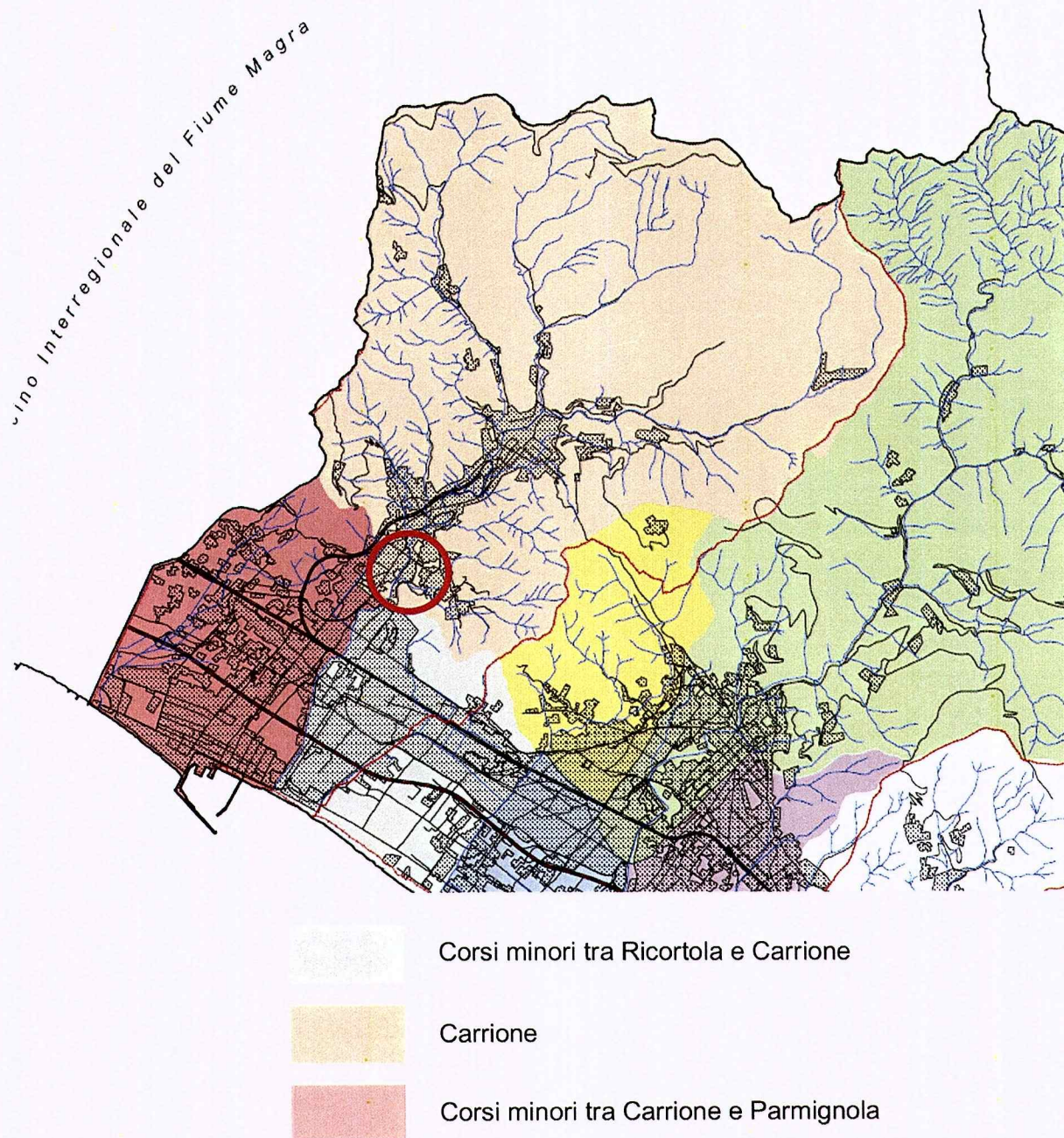


Fig. 1 – Bacino imbrifero del Torrente Carrione con evidenza dell'area oggetto di indagine

– Fonte: www.regione.toscana.it

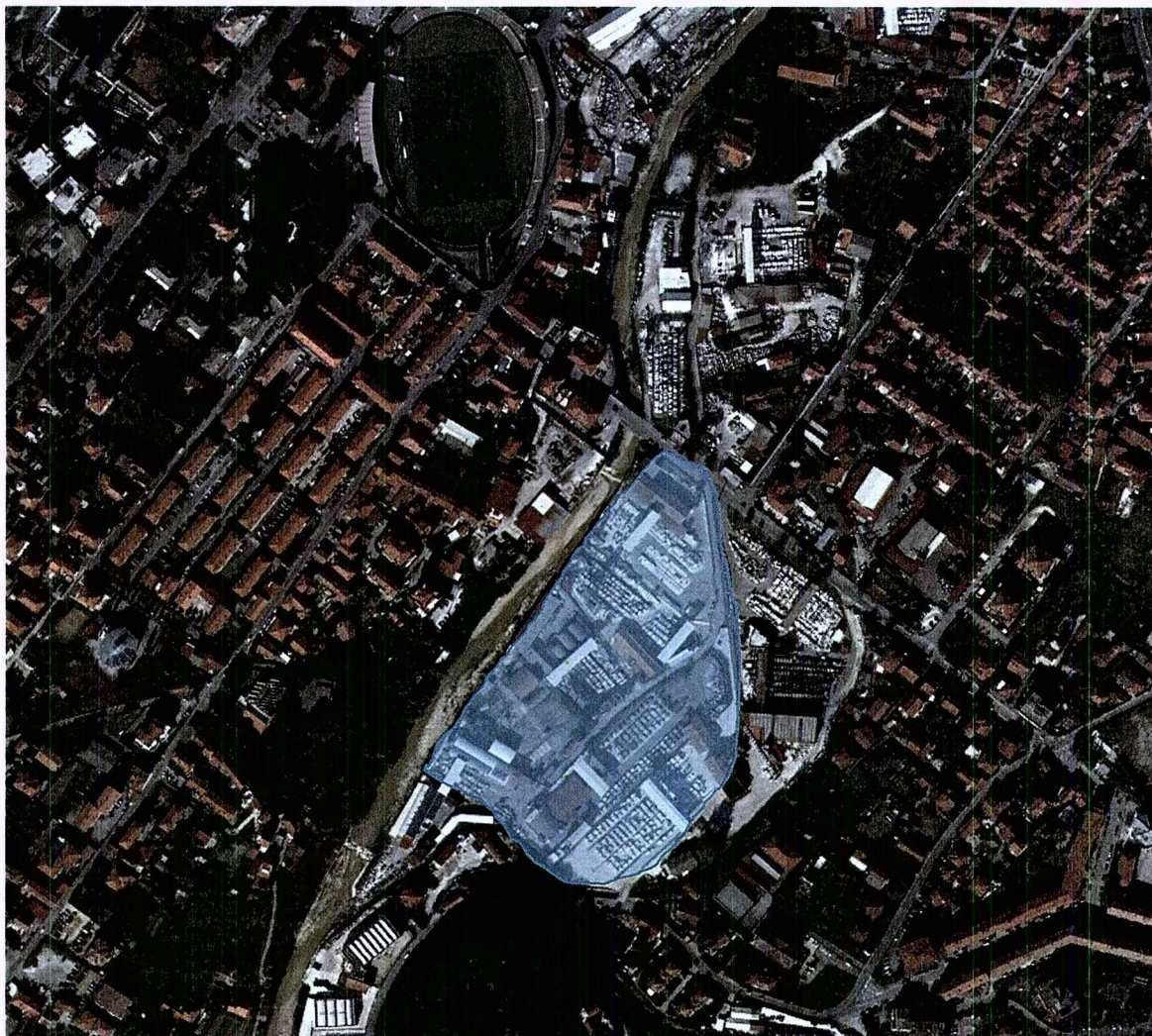


Fig. 2 – Vista aerea della zona di studio – Fonte: Google Earth

2 - Considerazioni sulle caratteristiche fisiche del tratto indagato

Rimandando ai documenti citati in premessa per un maggior grado di dettaglio sulle caratteristiche fisiche e morfologiche del corso d'acqua, nel presente paragrafo si evidenzia in sintesi che l'alveo del Torrente Carrione, nel tratto esaminato, è il risultato di interventi antropici che ne hanno condizionato lo sviluppo plano-altimetrico mediante la realizzazione di muri di sponda in pietrame e calcestruzzo armato, plateazioni e salti di fondo con sistemazione di massi ciclopici. Tali opere di difesa sono state approntate nel corso degli anni, principalmente in seguito ad eventi alluvionali che hanno interessato direttamente l'areale oggi argomento di studio.



Fig. 3 – La parte iniziale del tratto indagato: il ponte della via Piave; il salto di fondo a valle dello stesso
– Fonte: Google Earth

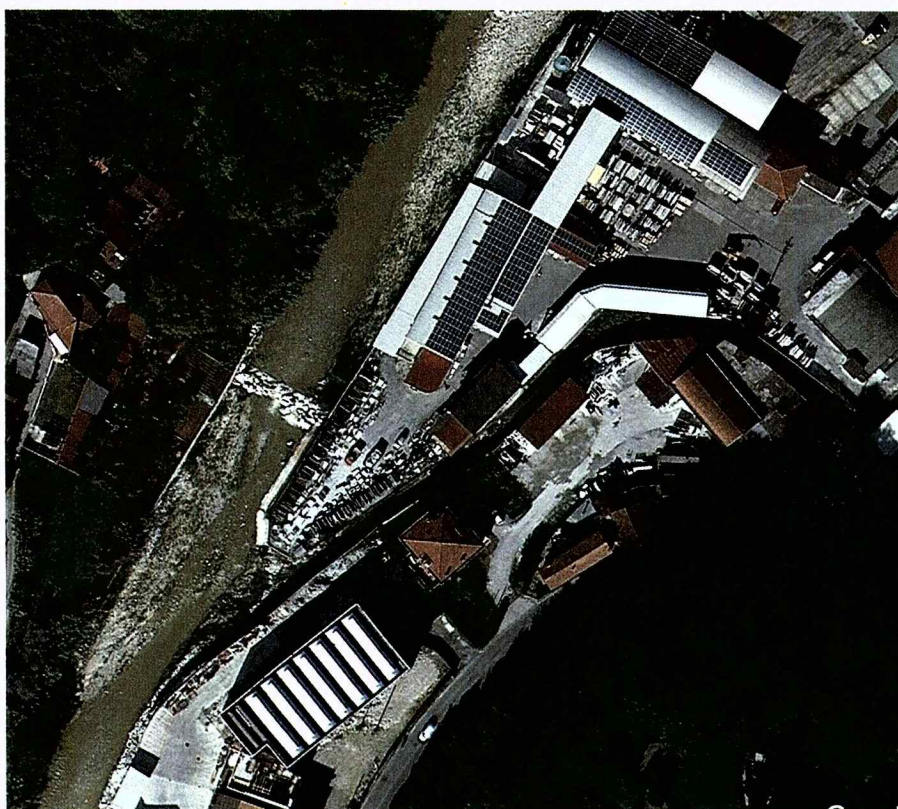


Fig. 4 – La parte finale del tratto indagato: la confluenza con il Canale di Monte Olivero in sinistra;
il salto di fondo a monte dello stesso - Fonte: Google Earth



Fig. 5 – Ripresa fotografica dal ponte su Via Piave lato monte – Data: 23/11/2016



Fig. 6 – Ripresa fotografica in corrispondenza della sezione 53.5 lato monte – Data: 23/11/2016

3 – Modellazione Idraulica

La modellazione del tronco fluviale ritenuto significativo al fine preposto è stata effettuata come di seguito illustrato.

3.1 – Tratto indagato

Il tratto di Torrente Carrione oggetto di indagine, con riferimento alla planimetria generale di cui alla Tavola grafica 01 allegata, è rappresentato da un tronco fluviale compreso tra le sezioni 59 e 49, con la medesima notazione degli studi idraulici eseguiti in precedenza sul corso d'acqua.

3.2 – Idrologia di piena Q200

Il modello idrologico con l'assunzione dell'idrogramma di piena della Q200 è stato desunto dallo studio Castelli 2014, riportato nel lavoro svolto dai Professori Seminara e Colombini dell'Università di Genova del Marzo 2016. Nel tratto di torrente considerato, per omogeneità con lo studio Viti 2003, la portata in corrispondenza della sezione di inizio modellazione è stata modificata rispetto al valore di picco risultante alla sezione di sbocco a mare riducendola in proporzione per considerare i successivi apporti dei tributari in sinistra e destra orografica.

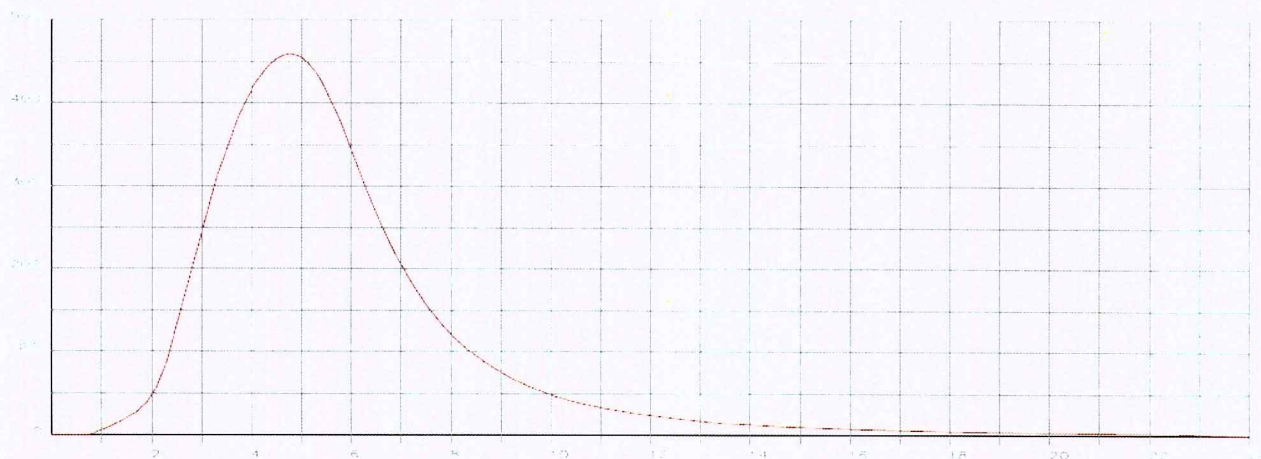


Fig.7 – Idrogramma Tr200 alla foce del Torrente Carrione – Fonte: Castelli 2014 (MOBIDIC)

Il valore di picco dell'idrogramma risultante (fattore di riduzione in scala della curva pari a circa il 90%) è stato considerato quale input costante nel modello in moto permanente, mentre la curva di figura 7 è stata inserita quale input del modello in moto vario.

3.3 – Analisi in moto permanente

La simulazione in moto permanente ha inserito quali condizioni al contorno le pendenze medie del fondo alveo nel tratto antecedente l'inizio della modellazione e successivo la fine della stessa.

Il valore della scabrezza delle sponde e dell'alveo è stato oggetto di analisi di sensibilità specifica, riscontrando la variabilità del risultato nel rispetto dell'input assegnato. La pendenza del fondo, unitamente alla geometria delle sezioni d'alveo, conduce ad un funzionamento in corrente veloce nel primo tratto, seguito da un passaggio attraverso lo stato critico a monte della sezione 59, precedente all'attraversamento della via Piave, rimanendo nello stato subcritico per la restante parte del tronco considerato. Tale evidenza, analizzata alla luce della possibilità di trasporto solido in sospensione, ha consigliato l'utilizzo di un parametro di scabrezza compreso tra 0.028 e 0.04 (secondo Manning).

Il modello è stato limitato planimetricamente alle quote arginali al fine di poter comprendere in prima analisi quali fossero le criticità dei tratti spondali, con la possibilità di fenomeni di sormonto.

Si rimanda all'Allegato documentale B per il dettaglio dell'esito della modellazione.

3.4 – Analisi in moto vario

Con l'esito della simulazione in moto permanente sono state calibrate le opzioni di calcolo del moto vario in modo che il deflusso delle portate di piena avvenisse in congruenza al modello precedentemente costruito. Ciò per il fatto che l'analisi in moto permanente garantisce una maggiore stabilità ed accuratezza della soluzione numerica, mentre un modello in moto vario, soprattutto in presenza di salti di fondo, necessita di maggiori attenzioni. Per tale motivo sono stati regolati i valori dei coefficienti di contrazione e di espansione in corrispondenza dei salti di fondo ed è stato di conseguenza ricalibrato il valore del parametro di scabrezza in corrispondenza di tali singolarità di percorso, che pongono i requisiti degli algoritmi di calcolo ai limiti del loro campo di affidabilità. Conseguentemente è stato riverificato il deflusso della simulazione in moto permanente.

Sono stati contemplati due scenari di funzionamento. Caso (A): la situazione fisica attuale, con l'insufficienza spondale sinistra nel tratto a monte del ponte su via Piave; caso (B): una simulazione ipotetica in cui l'intera Q200 defluisca a valle del ponte (B) e possa giungere in corrispondenza delle sezioni di valle senza alcuna diminuzione, contemplando pertanto la possibilità che in un prossimo futuro le criticità di monte siano sistemate. Dalle analisi effettuate tuttavia si è potuto appurare che l'insufficienza spondale sinistra a monte della via Piave e la possibilità di sormonto con stramazzo frontale del ponte stesso comportano una minima depurazione di portate defluenti a valle, pertanto i risultati dello scenario B non saranno di seguito riportati.

Gli scenari A e B sono stati simulati inserendo opportune strutture laterali (lateral structures nel codice Hec-Ras) che consentano la fuoriuscita di volumi idrici per sormonto laterale. Gli idrogrammi di fuoriuscita dal modello, così come sopra descritto, possono costituire l'input di portata delle successive modellazioni delle dinamiche di inondazione delle aree golenali, il tutto come illustrato nella Tavola grafica 02 che riporta l'esito del modello nello scenario di cui al caso A sopra descritto.

Si rimanda all'Allegato documentale B per il dettaglio dell'esito della modellazione.

3.5 – Analisi del deflusso in ambiente urbano

In ultima analisi è stato affrontato il deflusso dei volumi non contenuti in alveo (e allontanati da esso attraverso le strutture di sormonto laterale) nelle aree circostanti ed in precisione nell'areale evidenziato nella Tavola grafica 01 allegata alla presente. La simulazione si è basata sulla morfologia dell'areale interessato desunta dalla cartografia tecnica regionale in scala 1:2000, opportunamente integrata con rilievi in celerimensura per contemplare opportunamente le singolarità topografiche quali muri, scivoli, superfici pavimentate e non che non sono adeguatamente rappresentate nella base cartografica utilizzata.

La modellazione del deflusso in ambiente urbanizzato si basa sui seguenti presupposti:

- I volumi idrici fuoriuscenti dall'alveo attraverso le strutture laterali sono immessi in prossimità delle aree evidenziate nella Tavola grafica 02, con una distribuzione coincidente all'idrogramma delle portate defluenti per stramazzo dal sormonto spondale del modello di calcolo;
- Il coefficiente di scabrezza assunto per la propagazione dell'inondazione considera sia la presenza di volumi permeabili che di materiali vari nei piazzali di stoccaggio merci. Tale parametro è stato oggetto di analisi di sensibilità specifica, variandone il valore nell'intervallo compreso tra 0.1 e 0.25 (Manning);
- L'intero areale presenta comportamento paragonabile ad un serbatoio di invaso, con soglia di sfioro posta in corrispondenza del limite inferiore dell'areale, costituita dalla sede stradale e dalle protezioni spondali del torrente stesso e del tributario in sinistra a monte della confluenza.

Con le ipotesi sopra riportate sono state disegnate le possibili superfici ad egual tirante, discretizzandone lo sviluppo nelle curve a quota 0, +20, +60, +100 e +140 cm da piano campagna, il tutto raffigurato nella tavola 03 allegata al presente studio. Coerentemente con quanto assunto, le superfici descritte possono intersecare gli edifici, ancorché tale evidenza non sia spesso fisicamente possibile; la carta tematica non ha la pretesa di rappresentare localmente il valore esatto del tirante bensì nasce dall'intento di fornire quantitativamente una stima metrica media ritenuta attendibile dell'evoluzione spaziale del fenomeno fisico.

A compendio delle informazioni fornite si aggiunge che nelle prime fasi di inondazione delle aree indagate il modulo della velocità di propagazione delle correnti può localmente assumere valori

elevati, dell'ordine di 1-2 m/s, ma nello sviluppo dei massimi tiranti riportati in Tav 03 il valore della velocità di trasferimento risulta compreso tra 0 e 30 cm/s, eccezion fatta per la parte di valle dell'areale, il cui studio peraltro esula dallo scopo del presente lavoro.

4- Codice di calcolo

Le verifiche idrauliche sono state effettuate mediante l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, Haestad Methods Inc. - Waterbury USA - utilizzato per il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato ed in moto vario in alvei naturali o canali artificiali, che consente anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali, ecc. La versione del software utilizzata è la 5.0.3, freeware sul Web dal settembre 2016.

4.1 - Modellazione e taratura in moto permanente

La determinazione del profilo teorico in moto permanente è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto Standard step method che si basa sulla semplice equazione mono-dimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove H_1 [m] ed H_2 [m] sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato, h_f [m] sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde, mentre h_e [m] è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto d'alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f \cdot L$$

con j_f pendenza motrice nel tratto di lunghezza L [m].

Il calcolo di j_f è effettuabile con diverse formulazioni, in funzione della pendenza motrice J in corrispondenza delle sezioni d'inizio e fine di ciascun tratto.

Il calcolo del termine J nella singola sezione è effettuato mediante la:

$$J = \left[\frac{Q}{K} \right]^2$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata di calcolo e K (denominato conveyance) è ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove $A[m^2]$ l'area della sezione liquida, $R[m]$ il raggio idraulico e $n[m^{-1/3} s]$ è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

Il termine che dipende invece dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2 \cdot g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e $V_2 [m/s]$ sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro n di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata main channel) e due zone laterali golenali (denominate right and left overbanks).

Il programma consente la simulazione del deflusso attraverso ponti e tombinature (culvert) mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile, setti, ecc.).

La procedura di calcolo utilizzata consente di simulare il deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato, il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato e la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalco dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo).

Per il deflusso a pelo libero il modello consente la scelta fra diversi metodi di calcolo quali il metodo del bilancio energetico (Standard step method), il metodo dei momenti (Momentum Balance), la formula di Yarnell per correnti lente.

Il funzionamento in pressione è simulato mediante la formulazione propria dell'efflusso da luce:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata defluita attraverso la luce di area $A[m^2]$, $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte ed il pelo libero a valle e C è il cosiddetto coefficiente di efflusso.

Il programma prevede la messa in pressione della struttura quando, secondo la scelta dell'utente, il carico totale o la quota del pelo libero risultano superiori alla quota dell'intradosso dell'impalcato.

Il funzionamento a stramazzo è simulato attraverso la formulazione standard

$$Q = C \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata defluita sulla soglia di larghezza $L[m]$ e $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte e la quota della soglia e C è il coefficiente di efflusso, variabile in funzione del tipo di stramazzo e del carico sopra la soglia.

Nel caso di funzionamento combinato di moto in pressione con scavalco del ponte (stramazzo) l'entità delle portate stramazzeanti e defluenti al di sotto dell'impalcato viene determinata attraverso una procedura iterativa combinando le equazioni che regolano i due fenomeni.

4.2 - Modellazione in moto vario

La forma delle equazioni del moto vario utilizzate in HEC-RAS è la seguente:

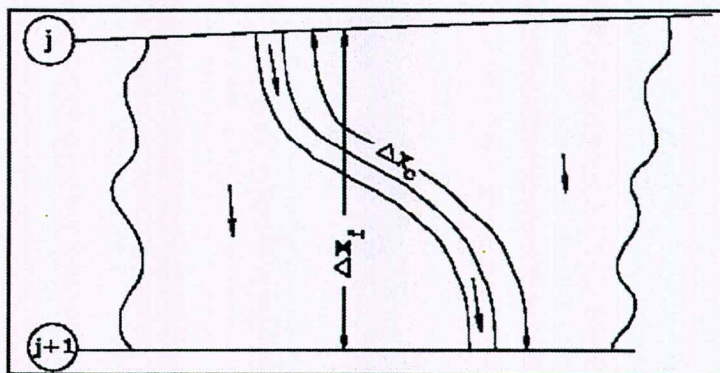
$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial \phi Q}{\partial x_c} + \frac{\partial [(1-\phi)Q]}{\partial x_f} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{\phi^2 Q^2}{A_c} \right)}{\partial x_c} + \frac{\partial \left[\frac{(1-\phi)^2 Q^2}{A_f} \right]}{\partial x_f} + g A_c \left[\frac{\partial Z}{\partial x_c} + S_{fc} \right] + g A_f \left[\frac{\partial Z}{\partial x_f} + S_{ff} \right] = 0$$

in cui

$$Q_c = \phi Q \quad \phi = \frac{K_c}{K_c + K_f}$$

ed i pedici c ed f si riferiscono rispettivamente al main channel ed alle floodplains (figura seguente)



HEC-RAS utilizza generalmente il modello completo delle equazioni di De Saint-Venant. La soluzione numerica di tali equazioni in regime di corrente lenta è basata su un metodo alle differenze finite di tipo implicito a quattro punti, noto in letteratura come box scheme.

Dalla discretizzazione alle differenze finite delle equazioni del moto applicate ad un tratto di corso d'acqua e dall'applicazione delle condizioni al contorno, risulta un sistema lineare di N equazioni in N incognite, con N pari a 2 volte il numero delle sezioni in cui è stato suddiviso il corso d'acqua meno le sezioni in cui sono state assegnate le condizioni al contorno. Tale sistema deve essere risolto ad ogni istante di calcolo. Il sistema di equazioni lineari viene risolto con metodo iterativo, utilizzando l'algoritmo skyline, specificatamente pensato per la soluzione dei problemi di moto vario nelle reti a pelo libero.

In condizioni di moto vario la simulazione di correnti che variano il loro stato da lente a veloci o viceversa è solitamente piuttosto complessa. In generale la maggior parte degli algoritmi numerici utilizzati per risolvere le equazioni del moto vario (equazioni di De Saint Venant) presentano fenomeni di instabilità numerica quando la corrente si avvicina allo stato critico o lo oltrepassa.

La soluzione delle equazioni di De Saint Venant per via numerica è basata sulla discretizzazione delle derivate spaziali o temporali delle grandezze caratteristiche del moto (altezza liquida e velocità o portata della corrente). Quando la corrente si avvicina all'altezza critica tali derivate assumono valori molto elevati ed iniziano a causare oscillazioni nella soluzione numerica. Tali oscillazioni tendono spesso ad aumentare con il procedere dei calcoli, fino a portare all'instabilità del programma. Per risolvere questi tipi di problemi, D. Fread ha sviluppato un metodo di analisi chiamato "Local Partial Inertia Technique" (LPI).

La tecnica LPI è stata adattata ad HEC-RAS come opzione di calcolo da utilizzare nelle simulazioni in moto vario.

In base a tale tecnica al tendere del numero di Froude ad 1 si applica un coefficiente riduttivo ai termini di inerzia locale e convettiva delle equazioni del moto. Le equazioni del moto vengono così modificate nella forma seguente:

$$\sigma \cdot \left[\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{\beta Q^2}{A} \right)}{\partial x} \right] + g \cdot A \cdot \left(\frac{\partial h}{\partial x} + S_f \right) = 0$$

con

$$\sigma = FT - Fr \text{ se } Fr < FT$$

$$\sigma = 0 \text{ se } Fr > FT$$

e dove:

- FT è il numero di Froude di soglia: tale valore varia tra 1 e 2;
- Fr è il numero di Froude;

- m è l'esponente dell'equazione che fornisce il valore di s . Il suo valore varia tra 1 e 128;
- h è la quota della superficie del pelo libero;
- S_f è la pendenza della linea dell'energia;
- Q è la portata;
- A è l'area di deflusso effettiva;
- g è l'accelerazione di gravità.

Quando il numero di Froude Fr è maggiore del valore di soglia FT il coefficiente σ assume valore uguale a 0. È possibile variare sia il valore di FT che dell'esponente m . Al crescere del valore sia di FT che di m diminuisce la stabilità di calcolo, ma ne aumenta l'accuratezza. Al diminuire del valore di FT e di m si presenta la situazione inversa: diminuisce l'accuratezza del calcolo, ma ne aumenta la stabilità.

4.3 - Rilievo topografico

Per quanto concerne la base topografica sono state utilizzate le sezioni trasversali degli studi citati in premessa, previo controllo sopralluogo delle eventuali modifiche locali. La planimetria delle aree golenali potenzialmente interessate da fenomeni di inondazione è stata desunta dalla cartografia tecnica regionale in scala 1:2000.

4.4 - Coefficienti di scabrezza

Nella modellazione idraulica sono stati assunti i seguenti coefficienti di scabrezza, con riferimento al coefficiente n di Manning:

Alveo e sponde del canale del canale:	0.03-0.04
Aree esterne all'alveo:	0.08
Aree golenali di propagazione dei volumi esondati:	0.1-0.25

4.5 - Condizioni al contorno e condizioni iniziali in moto vario

Le condizioni al contorno di monte sono costituite dall'idrogramma di piena della sezione di inizio modellazione.

Le condizioni iniziali sono rappresentate dal valore di portata presente nell'idrogramma corrispondente al tempo di inizio modellazione (limitato inferiormente a 10 mc/s per stabilizzare il modello).

La condizione al contorno di valle è costituita dalla pendenza media del fondo, assunta pari a 1.5%.

4.6 - Condizioni al contorno in moto permanente (B)

La condizione al contorno di monte e di valle è costituita dalla pendenza media del fondo, assunta pari a 1.5%.

5 – Rapporto delle modellazioni

Il rapporto delle modellazioni idrauliche è contenuto nell'Elaborato B – Risultati del codice di calcolo. Il documento riporta i principali risultati della modellazione idraulica eseguiti nell'ipotesi di portata duecentennale. Con riferimento alla Tavola grafica 01 per lo schema planimetrico del modello, sono stati riportati:

- **Per la modellazione in moto permanente**

il profilo longitudinale del deflusso della massima piena;

le sezioni trasversali con il livello idrometrico della piena duecentennale;

la tabella riassuntiva con i risultati della modellazione.

- **per la modellazione in moto vario**

il profilo longitudinale dell'involuppo dei massimi livelli idrometrici raggiunti nell'evolversi del deflusso delle massime piene per l'intervallo di tempo considerato;

le corrispondenti velocità massime raggiunte;

le sezioni trasversali con il livello idrometrico dell'involuppo delle simulazioni;

la tabella riassuntiva con i risultati della modellazione;

le curve di portata per le sezioni di monte e di valle;

le curve di portata delle strutture laterali.

