Comune di Breno

Valutazione e zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione del Fiume Oglio nel Comune di Breno.

Relazione idraulica.

DATA	SCALA	TAV. N.
Marzo 2018		

AGGIORNAMENTI		Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
	f					
	e					
	d					
	c					
	b					
	a					

STUDIO TECNICO
Dott. Antonioli Ing. Emilio
Via Mazzini n°. 16 25043 Breno (BS)
Tel.0364/326561 Fax.0364/326560
Azienda certificata UNI EN ISO 9001
Certificato n. SQ031436

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI BRESCIA
A 1820
Ingegnere
EMILIO
ANTONIOLI
Civile ed Ambientale
Industriale
dell'Informazione

Committente

Comune di Breno (BS)
25043 - Piazza Ghislandi 1

INDICE

1GENERALITÀ 3
1.1PREMESSA 3
1.2PIANIFICAZIONE DEGLI ENTI 3
2ANALISI IDROLOGICA 8
2.1ASSETTO GEOMETRICO DELL'ALVEO. 8
2.2CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'ALVEO 8
2.2.1 EVOLUZIONE ALTIMETRICA. 8
2.2.2 EVOLUZIONI PLANIMETRICHE 11
2.3CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEL MATERIALE D'ALVEO 12
2.4CARATTERISTICHE AMBIENTALI E PAESISTICHE DELLA REGIONE FLUVIALE. 13
2.5STIMA DELLE PORTATE DI PIENA DI PROGETTO 15
2.6CALCOLI IDRAULICI 19
2.6.1 METODO DI CALCOLO 19
2.6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO 19
2.6.3 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO 19
2.7RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA 20
2.7.1 CONDIZIONI DI SICUREZZA RISPETTO ALLA PIENA 20
2.8OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO. 24
2.9PROPOSTA PER REALIZZAZIONE SOVRALZO ARGINE ESISTENTE A PROTEZIONE DELLA ZONA INDUSTRIALE DI BRENO 25
3ALLEGATI 3
4CONFRONTO TRA SEZIONI RILEVATE E SEZIONI DI ALTRI STUDI ADBPO E IRPI 3

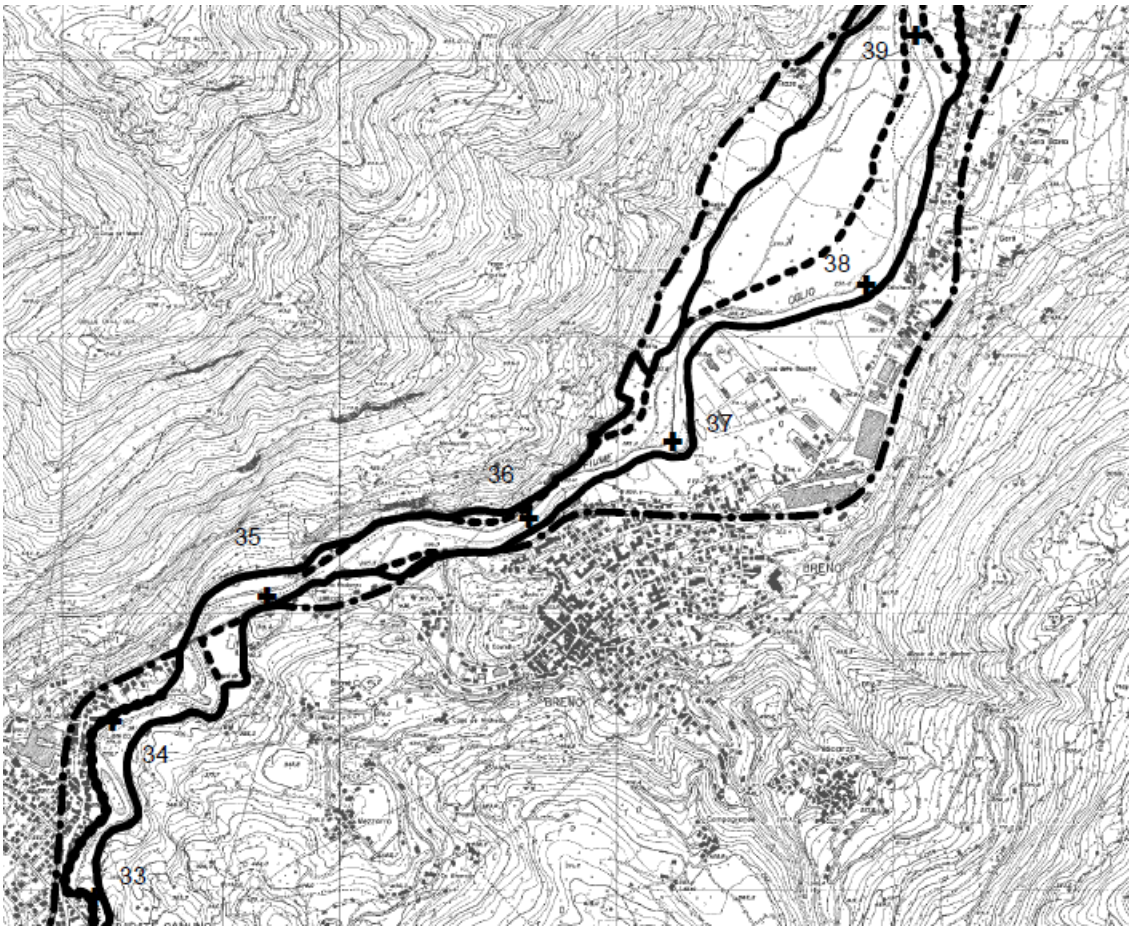
1 GENERALITÀ

1.1 PREMESSA

La presente relazione è relativa allo studio finalizzato alla valutazione a alla zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione e allo studio di fattibilità tecnica ed economica per la redazione di un rilevato arginale nel comune di Breno.
Le verifiche sono eseguite sulla base dei contenuti dell'Allegato 4 alla D.G.R. 30 novembre 2011 "Procedura per la valutazione e zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione" e sulla base della D.G.R. X-6738 del 19 giugno 2017, con particolare riferimento al paragrafo 4-DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'EDIFICATO ESISTENTE ESPOSTO AL RISCHIO.

1.2 PIANIFICAZIONE DEGLI ENTI

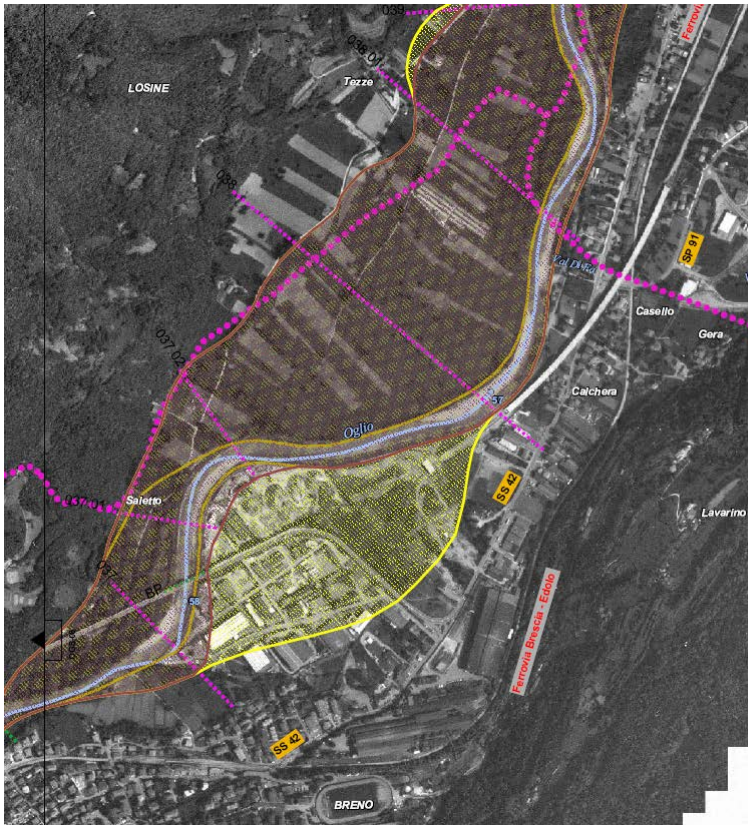
L'area in cui ricade la zona industriale del comune di Breno era cartografata nella fascia C del Piano per Assetto idrogeologico (PAI), area inondabile da piene con tempo di ritorno superiore ai 200 anni.

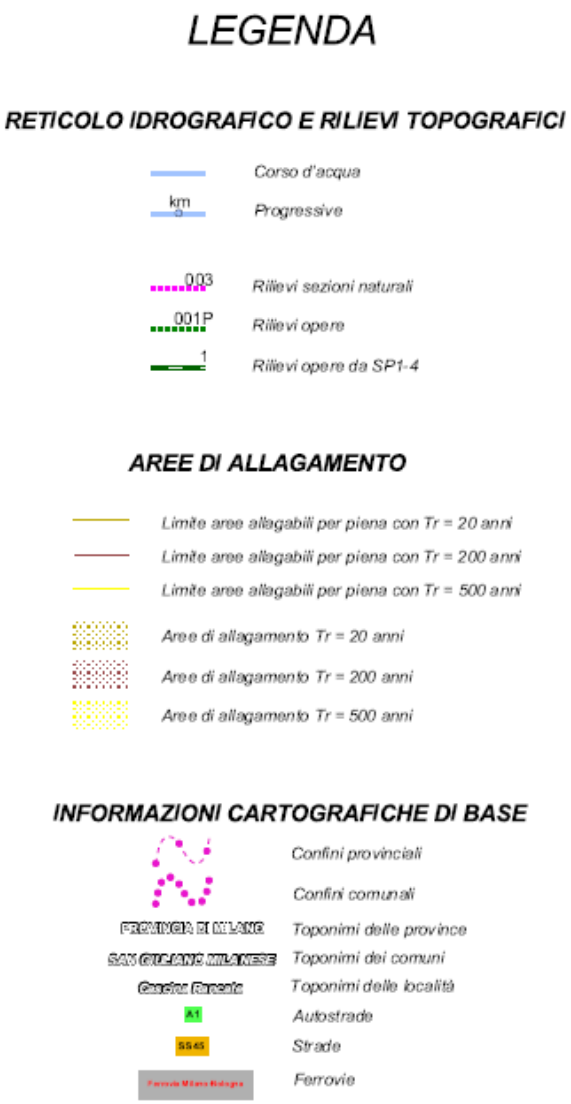


LEGENDA

▬ ▬ ▬	limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B
▬▬▬▬	limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C
▬ • ▬ • ▬	limite (*) esterno della Fascia C
●●●●●●	limite (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C

Nello studio del gennaio 2004 dell'Autorità di bacino del Fiume Po, denominato "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica di Oglio, Chiese, Mella, Garza e Cherio" la delimitazione delle fasce del PAI venne pressoché confermata.





Recentemente la perimetrazione delle aree allagabili è stata aggiornata, infatti, con deliberazione n. 2/2016, il Comitato Istituzionale dell'autorità di Bacino del Fiume Po ha approvato il Piano di Gestione del Rischio delle Alluvioni nel Distretto del PO (PGRA), in conformità agli artt. 7 e 8 della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. n. 49 del 23.02.2010.
Per la redazione delle mappe di pericolosità, la delimitazione delle aree inondabili per lo

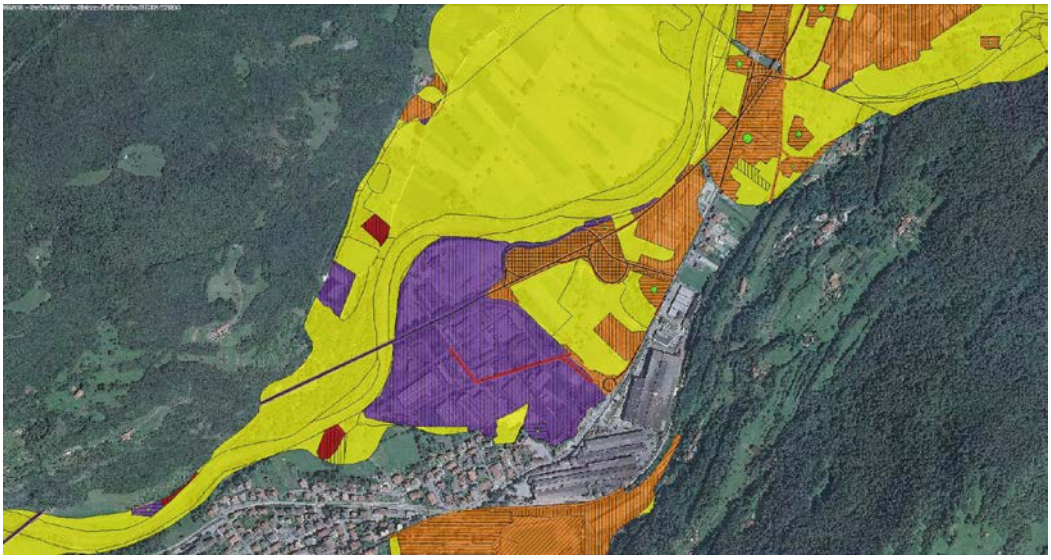
scenario di elevata e media probabilità (TR 20 e 200 anni), è stata effettuata utilizzando la mappa di soggiacenza elaborata tramite l'intersezione GIS fra il DEM liquido (superficie interpolante i livelli di piena dello Studio di fattibilità del 2004) e il DTM. E' stato inoltre tenuto conto delle dinamiche di allagamento dell'evento del 1960 e delle opere di difesa presenti, censite nel medesimo Studio di fattibilità.
Di seguito si allegano le mappe di pericolosità e rischio per la zona di interesse:

Mappa pericolosità

DIRETTIVA 2007/60/CE "ALLUVIONI" E D.LGS. 49/2010

LEGENDA MAPPA DELLA PERICOLOSITA'

- Pericolosità RP scenario frequente - H
- Pericolosità RSCM scenario frequente - H
- Pericolosità RSP scenario frequente - H
- Pericolosità ACL scenario frequente - H
- Pericolosità RP scenario frequente - M
- Pericolosità RSCM scenario frequente - M
- Pericolosità RSP scenario frequente - M
- Pericolosità ACL scenario frequente - M
- Pericolosità RP scenario frequente - L
- Pericolosità RSCM scenario frequente - L
- Pericolosità RSP scenario frequente - L
- Pericolosità ACL scenario frequente - L
- LIMITI AMMINISTRATIVI



Mappa del rischio.

Come rappresentato in queste mappe la zona interessata dalla zona induistriale-artigianale rientrerebbe nella zona con pericolosità media e rischio molto elevato per la presenza degli insediamenti produttivi.
Per l'edificato esistente in precedenza non ricadente in fascia A o B ma che si trova ora a ricadere in P3/H e P2/M il Comune competente è tenuto a valutare in dettaglio le condizioni di pericolosità e rischio locali attraverso una nuova analisi, che deve essere svolta secondo le metodologie riportate nell'allegato 4 alla d.g.r. IX/2616 /2011. Il presente studio si prefigge pertanto tale scopo.
Si allega di seguito il profilo di piena dell'Oglio Sopralacuale estratto d/m) all'elaborato del PGRA "Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale". In rosso è evidenziato il tratto interessato dal presente studio idraulico.

Tab. 5.3: profili di piena per il fiume Oglio sopralacuale

(Le lettere "m" e "v" tra parentesi indicano che la sezione è in corrispondenza di un'opera di attraversamento o di un'opera trasversale e pertanto è ripetuta, nel nome e nella progressiva, per indicarne il livello rispettivamente a monte e a valle)

Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni Quota idrica (m s.m.)	T = 200 anni Quota idrica (m s.m.)	T = 500 anni Quota idrica (m s.m.)	Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni Quota idrica (m s.m.)	T = 200 anni Quota idrica (m s.m.)	T = 500 anni Quota idrica (m s.m.)
066P_bis	30.696	612.13	614.09	614.65	041.02	53.830	319.48	320.25	320.46
066P (m)	30.710	612.06	614.02	614.57	041.01	53.940	318.16	319.02	319.24
066P (v)	30.710	612.03	613.98	614.54	041	54.230	315.34	316.12	316.34
065P (m)	30.757	612.08	614.03	614.59	040.02	54.548	312.19	312.85	313.06
065P (v)	30.757	609.20	609.86	610.09	040.01	54.816	309.61	310.43	310.68
064	31.209	605.27	605.83	606.03	040	55.114	307.42	308.23	308.50
063.03	31.452	601.99	602.78	603.05	039.03	55.499	305.80	306.50	306.78
063.02	31.707	594.01	594.93	595.25	039.02P (m)	55.720	305.38	306.11	306.39
063.01	31.938	584.15	584.89	585.14	039.02P (v)	55.720	304.53	304.84	304.96
063	32.213	573.42	574.33	574.63	039.015 (m)	55.841	304.58	304.91	305.03
062.01	32.668	559.58	559.90	560.01	039.015 (v)	55.841	300.81	301.14	301.27
062	33.198	544.39	545.04	545.25	039	56.063	298.72	299.50	299.76
061.01	33.744	531.85	532.70	532.98	038.01	56.591	295.35	296.26	296.53
061	34.270	524.07	524.90	525.03	038	57.063	292.96	293.84	294.10
060.01	34.736	517.95	518.54	518.66	037.02	57.647	290.69	291.71	292.02
060	35.236	512.55	512.79	512.84	037.01	57.867	289.80	290.83	291.14
059.02S_S1 (m)	35.385	512.40	512.61	512.65	037-1P (m)	57.998	289.72	290.77	291.09
059.02S_S1 (v)	35.385	509.88	510.17	510.23	037-1P (v)	57.998	288.76	289.99	290.32
059.02S_S2 (m)	35.407	509.87	510.16	510.23	037	58.142	288.37	289.52	289.81
059.02S_S2 (v)	35.407	503.66	503.86	503.91	036.01P	58.579	285.98	287.34	287.81
059.01P (m)	35.682	503.10	503.33	503.40	036	58.730	285.27	286.77	287.33
059.01P (v)	35.682	501.46	501.62	501.67	035.04	59.021	284.15	286.30	287.15
059	36.255	496.22	496.93	497.18	035.03P (m)	59.126	284.25	286.46	287.28
058.02	36.750	491.97	493.58	494.27	035.03P (v)	59.126	284.22	286.43	287.27
058.01P (m)	37.078	490.87	492.63	493.34	035.02	59.414	283.77	286.06	286.93
058.01P (v)	37.078	489.06	490.08	490.46	035.01P (m)	59.624	283.51	285.91	286.82
058	37.350	485.89	487.01	487.42	035.01P (v)	59.624	281.36	282.86	283.53

2 ANALISI IDROLOGICA

2.1 ASSETTO GEOMETRICO DELL'ALVEO.

La descrizione geometrica dell'alveo, funzionale alle valutazioni idrauliche, è effettuata tramite un supporto planimetrico in scala 1:2000 e da sezioni trasversali topografiche rappresentano la geometria attuale del corso d'acqua (Tav.01-11).
Il rilievo è stato effettuato dal Geom. Mazzia, si allega la relazione topografica.

Le sezioni rilevate sono state confrontate con le sezioni riportate nei precedenti studi effettuati dagli Enti sull'asta fluviale, in particolare con le sezioni dello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica di Oglio, Chiese, Mella, Garza e Cherio" e con le sezioni dello studio del 2016 eseguito dall'IRPI "Ricerca relativa alla gestione dei sedimenti fluviali del fiume Adda sopralacuale, del fiume Mera e del fiume Oglio sopralacuale".
Le sezioni risultano tra loro confrontabili come visibile dalle sezioni allegate al capitolo 4.

2.2 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'ALVEO

Le caratteristiche morfologiche del fiume Oglio nel tratto interessato dal presente studio idraulico sono desunte dallo studio "Ricerca relativa alla gestione dei sedimenti fluviali del fiume Adda sopralacuale, del fiume Mera e del fiume Oglio sopralacuale" eseguito dall'IRPI nel 2016 e dallo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica di Oglio, Chiese, Mella, Garza e Cherio" dell' AdBPO. Immagini e tabelle sono estrapolate da tali studi.

Lo studio delle tracce d'alveo a rive piene, relativamente agli anni dal 1885 ad oggi, ha messo in evidenza, che dal 1985 ad oggi non si sono avute modifiche del corso del fiume, mentre rispetto agli anni 1954 e 1885 si nota :
- che la larghezza media del corso d'acqua si è ridotta, e ciò è da attribuire sia alle opere di difesa longitudinali realizzate, sia al progressivo approfondimento dell'alveo evidenziato dal confronto dei profili di fondo storici;
- che in prossimità della località Gera Bassa l'alveo inciso aveva una larghezza tre volte superiore a quella attuale;
- che in prossimità della piana della Foppa, poco a monte di Breno, il fiume divagava occupando una vasta area pianeggiante;

Le paleoforme sono presenti principalmente nel tratto più pianeggiante tra Losine e Breno, tutte in destra idrografica. Alcune di queste, sono riattivabili già con tempi di ritorno pari a 50 anni, tuttavia l'eventuale riattivazione interesserebbe zone agricole.
Lungo le sponde non sono state rilevate zone di erosione potenziale, mentre le zone di erosione attiva sono, in generale, ben protette.
L'analisi storica dei profili di fondo ha rilevato, in questo tronco, un progressivo approfondimento del fondo alveo, mentre lo studio del trasporto solido in occasione di eventi di piena ha mostrato che non si verificano importanti fenomeni di sovralluvionamento o erosione tali da condizionare il deflusso..

Morfologia alveo: canale singolo, sinuoso; barre quasi assenti nella porzione di monte del tratto e relativamente presenti nella porzione a valle.
Confinamento: semiconfinato.

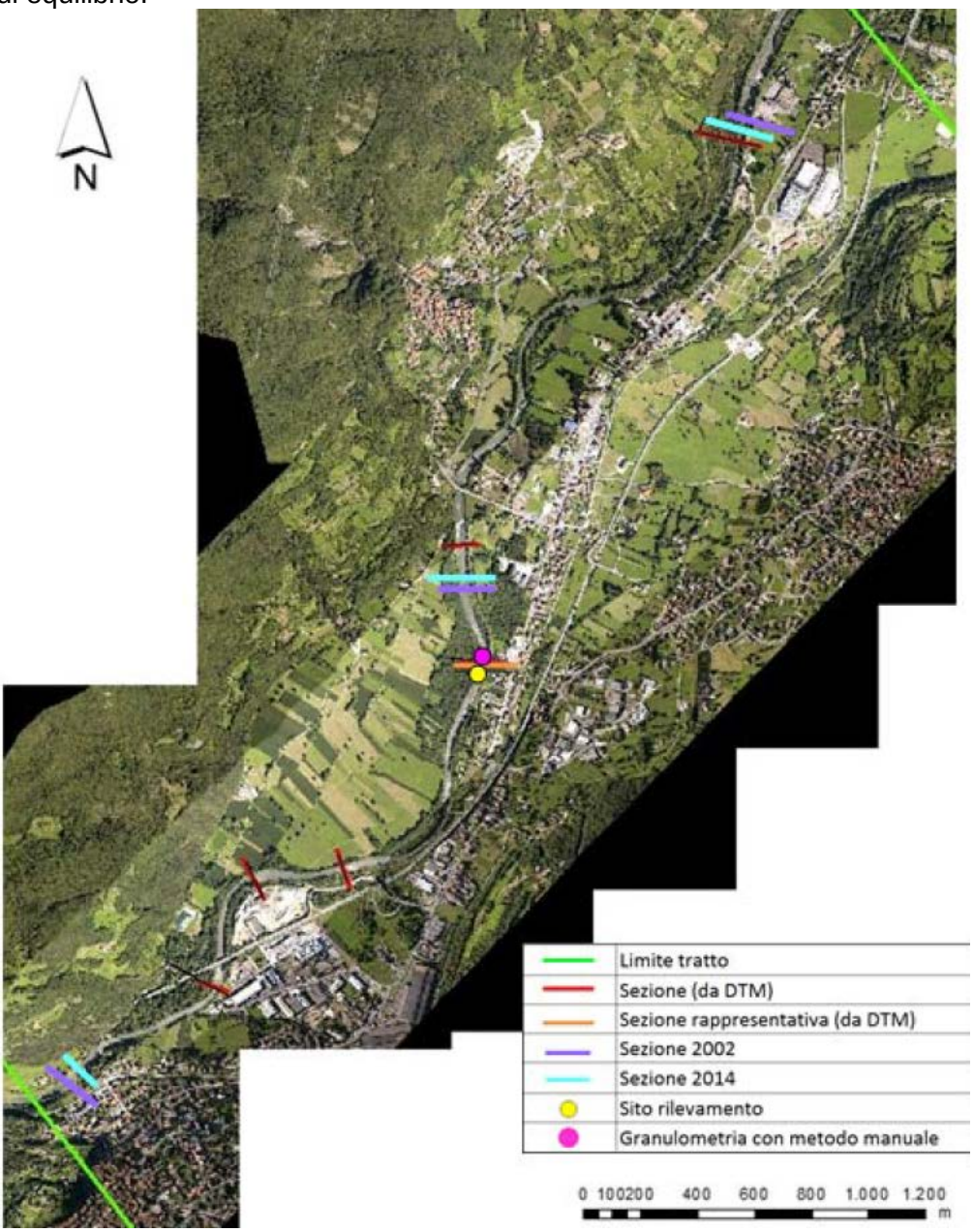
2.2.1 EVOLUZIONE ALTIMETRICA.

Evoluzione nel medio periodo
La media dei dati lungo il tratto indica che, rispetto al 1954, si è verificata un'incisione di circa 2.5 m.

Evoluzione nel breve periodo

L'analisi di campo ha evidenziato una leggera incisione (mediamente circa 0.3 m). Altre evidenze (sedimento caotico) sono caratteristiche di alvei in aggradazione.

Il confronto tra le sezioni 2002 e 2014 (Figura 43 A, B, C) mostra nei 12 anni una situazione di equilibrio.



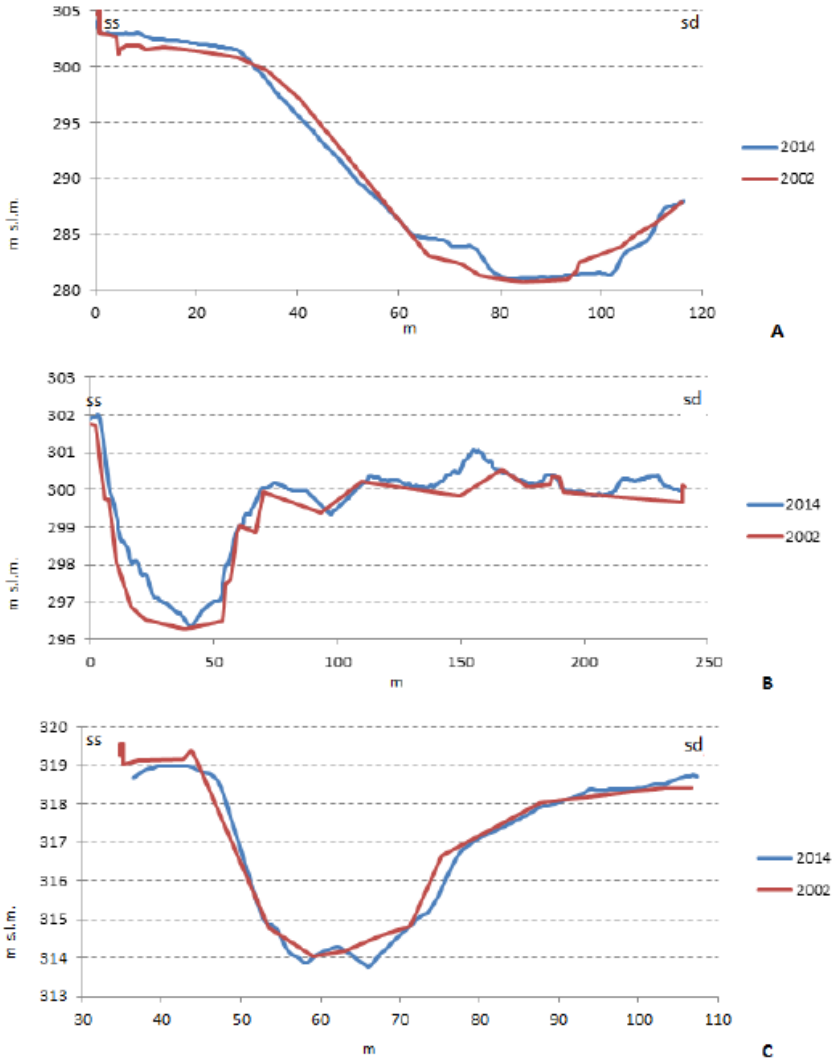


Figura 43 - Confronto di sezioni trasversali ubicate nella porzione più a valle (A, 2002: OG036; 2014: sezione 17), in quella centrale (B, 2002: OG039; 2014: sezione 18) e in quella più a monte (C, 2002: OG041.01; 2014: sezione 19) del tratto

2.2.2 EVOLUZIONI PLANIMETRICHE

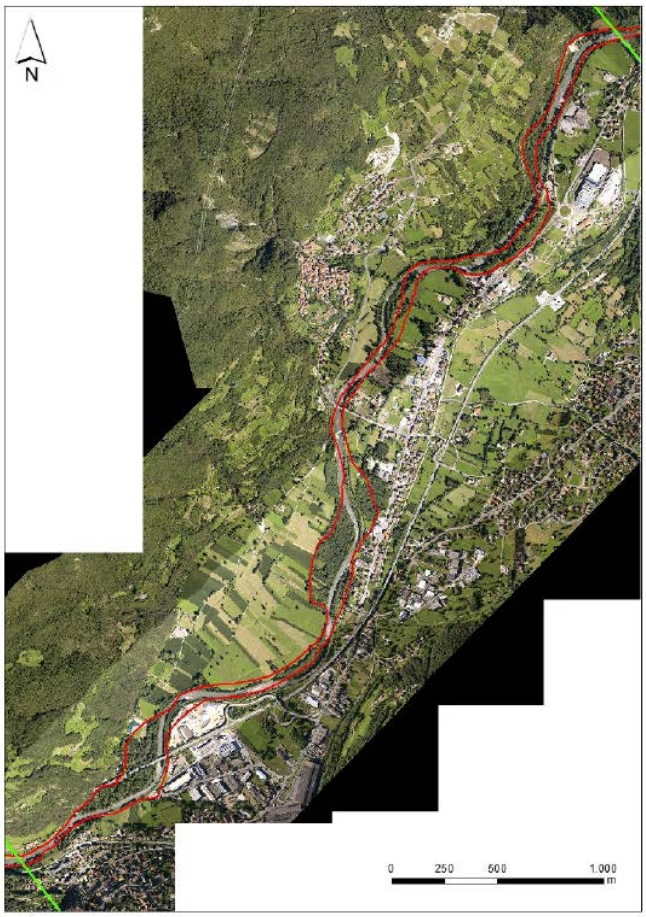
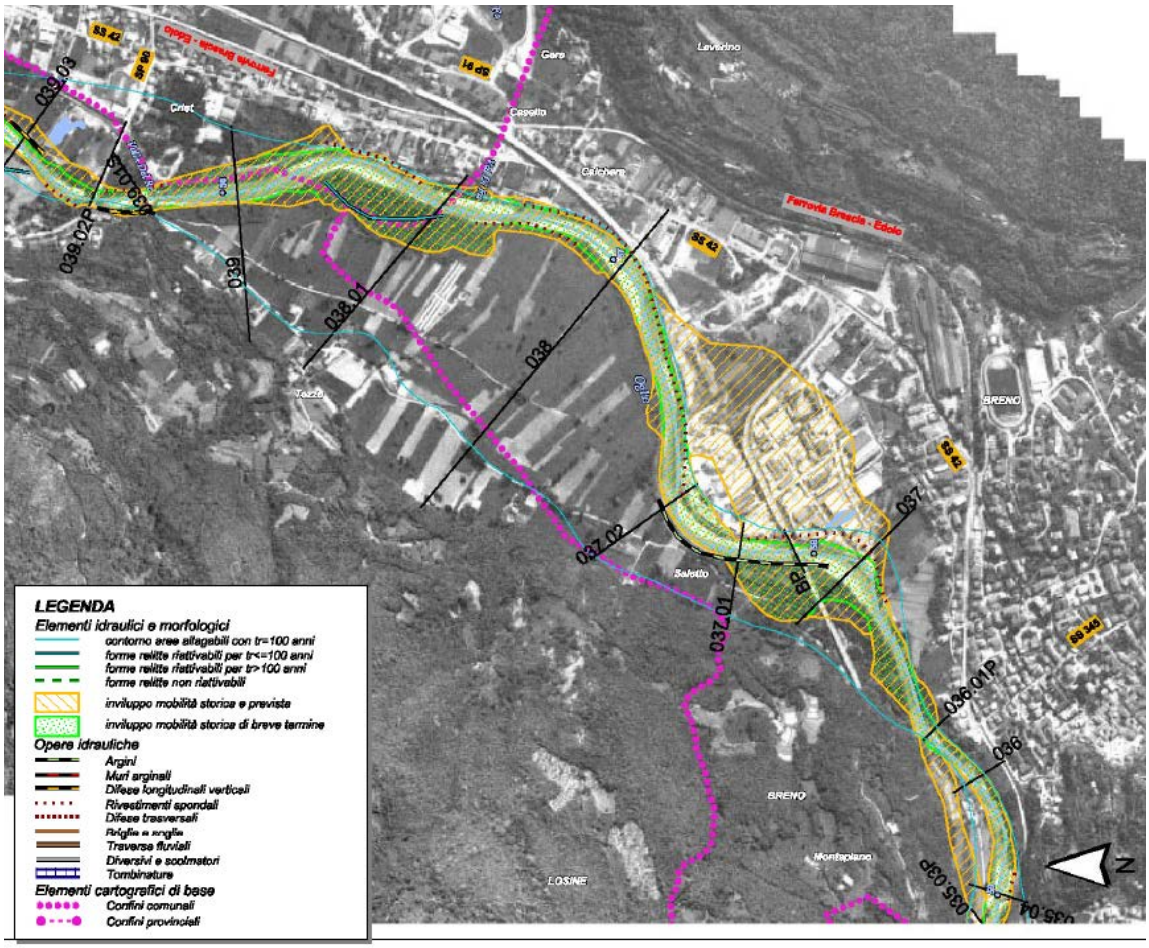


Figura 44- Ortofoto 2014 dell'intero tratto 8. In rosso la traccia dell'alveo 1954.

anno	Larghezza [m]	Variazione parziale	Variazione totale
1954	71	-	-
1997	44	-37.8%	-
2002	40	-5.6%	-
2007	31	-13%	-
2014	32	+1.4%	-55%

Il restringimento, che caratterizza l'intervallo di tempo 1954-2007 (Figura 45), si accentua dal 1997 al 2007. Successivamente si ha una lieve inversione di tendenza con un blando allargamento.
La configurazione morfologica del tratto che corrispondeva a transizionale sinuoso a barre alternate nel 1954 si trasforma in canale singolo sinuoso nel 2014.



"Studio di fattibilità della sistemazione idraulica di Oglio, Chiese, Mella, Garza e Cherio" - Valutazione delle condizione di sicurezza attuali del sistema difensivo (Funzionalità dell'alveo).

2.3 CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEL MATERIALE D'ALVEO

Nella "Ricerca relativa alla gestione dei sedimenti fluviali del fiume Adda sopralacuale, del fiume Mera e del fiume Oglio sopralacuale", sul Fiume Oglio sono stati effettuati 12 campionamenti, tutti sull'asta principale (Tabella 3). La granulometria varia da ghiaie a ciottoli con massi. La variazione longitudinale del D50, ed in modo ancora più netto, del D84 indicano una diminuzione della granulometria da monte verso valle. Considerando il D50 si può osservare come siano prevalenti i ciottoli fino al tratto 5 ("Pianborno"), mentre nei tratti più a valle i depositi sono in prevalenza ghiaiosi. Il D84 mostra nel complesso una progressiva diminuzione da monte a valle, ad eccezione del tratto 8 ("Niardo") in corrispondenza del quale si registra un aumento considerevole della granulometria (D84 = 303 mm; Tabella 3). Questo brusco aumento della granulometria è imputabile al contributo sedimentario del T. Palobbia. Nel complesso, quindi, la variazione longitudinale delle caratteristiche granulometriche osservata lungo il F. Oglio suggerirebbe un'influenza non troppo rilevante da parte degli affluenti.

FIUME	TRATTO	GRANULOMETRIA	PARAMETRI GRANULOMETRICI			
			D_{16} [mm]	D_{50} [mm]	D_{84} [mm]	CLASSAZIONE
OGLIO	1-GRATACASOLO	GHIAIA CON CIOTTOLI	18.5	39.6	64.3	1.86

OGLIO	2-PIAN CAMUNO	GHIAIA	15.2	31.4	53.1	1.86
OGLIO	3-ROGNO	GHIAIA CON CIOTTOLI	18.5	39.4	76.5	2.03
OGLIO	4-DARFO-BOARIO	GHIAIA CON CIOTTOLI	18.2	39.5	72.9	2,00
OGLIO	5-PIANBORNO	GHIAIA CON CIOTTOLI	23.5	59.3	93.6	1.99
OGLIO	5-PIANBORNO	CIOTTOLI	<4	70.5	169.1	N.D.
OGLIO	8-NIARDO	CIOTTOLI CON MASSI	12.5	80.2	303.3	4.92
OGLIO	9-CERVENO	GHIAIA CON CIOTTOLI E MASSI	18.5	45.2	88.3	2.18
OGLIO	9-CERVENO	CIOTTOLI CON MASSI	5.5	45.3	205.1	6.11
OGLIO	12-BERZO DEMO	CIOTTOLI CON MASSI	<4	66.6	150.0	N.D.
OGLIO	13-BORENGO	CIOTTOLI CON MASSI	45.5	82.7	230.2	2.25
OGLIO	15-RINO	CIOTTOLI CON MASSI	23.6	64.7	204.1	8.65

Tabella – 3. Rilievi granulometrici sul Fiume Oglio.

Il tratto interessato studio idraulico è il tratto 8-Niardo dove vengono rilevati CIOTTOLI CON MASSI

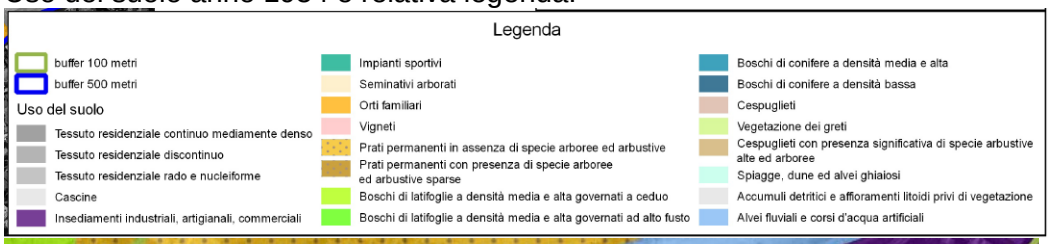
2.4 CARATTERISTICHE AMBIENTALI E PAESISTICHE DELLA REGIONE FLUVIALE.

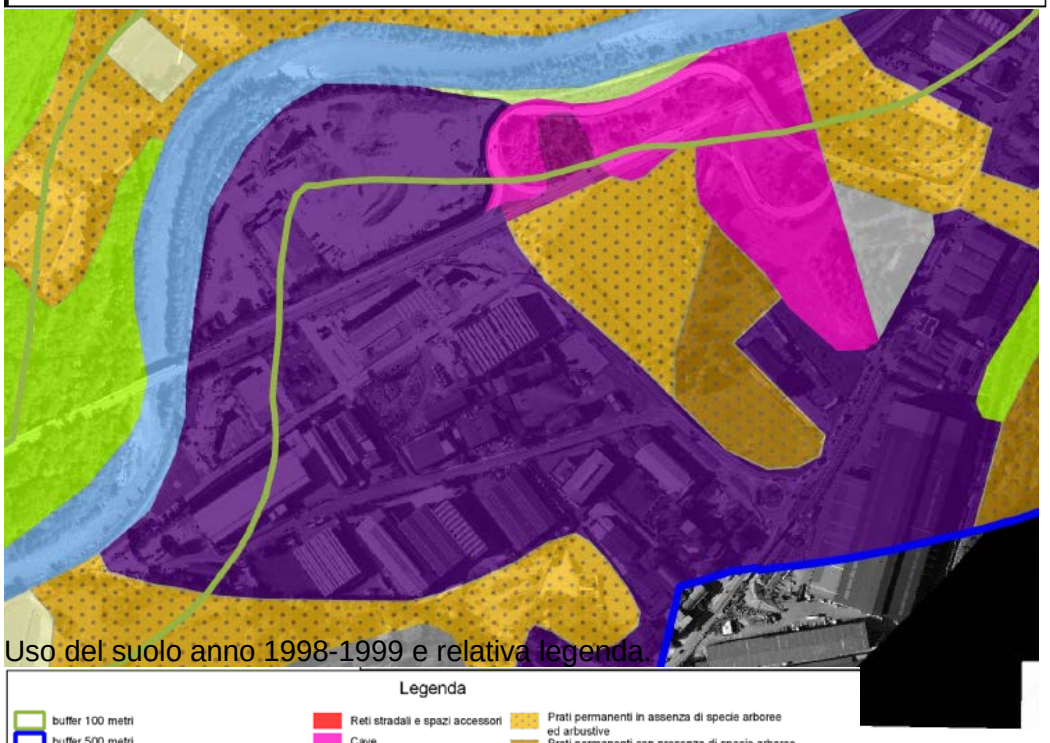
Attraverso la rilevazione dell'uso del suolo si evidenziano le aree naturali e quelle interessate da attività antropiche.

Gli estratti della carta di uso del suolo sono estrapolati dalla ricerca dell'Irpi già precedentemente citata. Per avere anche una valutazione della variazione di uso del suolo nel corso degli anni vengono inserite nella relazione le cartografie relative ad anni diversi dal 1954 al 2012.

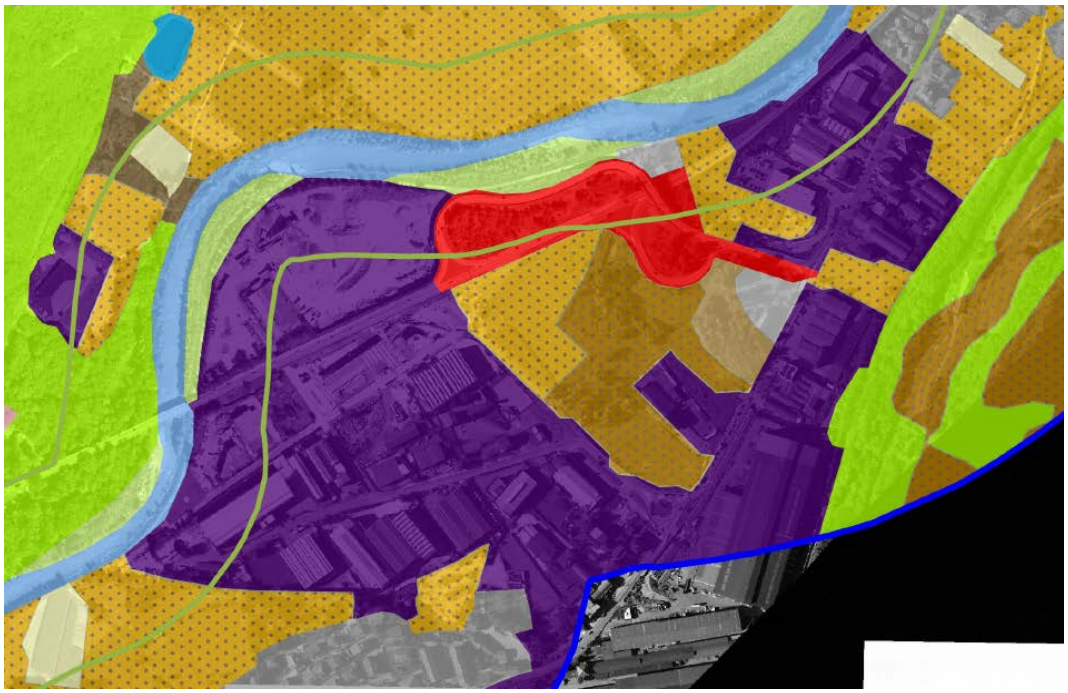
Nel 1954 l'attuale area industriale artigianale presente sulla sponda sinistra del fiume Oglio era assente e la zona era interessata da prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive. Nel 1998 in sponda sinistra è presente l'area artigianale ed industriale e una zona di cava mentre in sponda destra rimangono invariati i prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive. Nel 2012 in sponda sinistra del fiume Oglio è presente l'area artigianale ed industriale e la precedente zona di cava è stata sostituita dall'area occupata da reti stradali e spazi accessori mentre in sponda destra rimangono invariati i prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive

Uso del suolo anno 1954 e relativa legenda.





Uso del suolo anno 1998-1999 e relativa legenda.



Uso del suolo anno 2012 e relativa legenda.

2.5 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA DI PROGETTO

Per la portata di piena da assumere per lo studio idraulico si è fatto riferimento al tempo di ritorno di 200 anni ed ai dati definiti dall'Autorità di Bacino del fiume Po, come aggiornati da studi ufficiali più recenti (Studi di fattibilità 2004).

In particolare le tabella 4 e 34 allegate alla “Direttiva sulle piene di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica” del PAI fornisce per la sezione 33 una portata Q_{200}= 980 m^3/s.

Tabella 4: portate di piena per i corsi d'acqua principali del bacino dell'Oglio (Oglio, Mella e Chiese)

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie	Q20	Q100	Q200	Q500	Idrometro
		Progr.(km)	Cod.	Denomin.	km²	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	Denominazione
Oglio	Chiese	82.920	114	Gavardo	934	470	610	670	750	Chiese a Gavardo
Oglio	Chiese	155.720	1	Confluenza in Oglio	1347	550	700	770	860	
Oglio	Mella	32.329	73	Concesio	277	410	580	700	810	
Oglio	Mella	41.629	62	Brescia	311	520	690	820	940	
Oglio	Mella	69.929	29	Manerbio	434	570	760	900	1030	
Oglio	Mella	96.029	1	Confluenza in Oglio	730	570	760	900	1030	
Oglio sopralac.	Oglio	31.538	64	Rino	485	420	660	790	940	
Oglio sopralac.	Oglio	61.433	33	Breno	916	520	820	980	1160	
Oglio sopralac.	Oglio	84.303	1	Confluenza in Iseo	1434	710	1050	1200	1390	
Oglio sottolac.	Oglio	101.702	179	Sarnico	1842	350	460	500	560	
Oglio sottolac.	Oglio	159.050	100	Castelvisconti	2316	440	570	630	700	Oglio a Castelvisconti
Oglio sottolac.	Oglio	194.335	61	Confluenza Mella	3485	-	-	1100	-	

Nella relazione "Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale" allegata al *Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (PGRA)* le portate di piena sono aggiornate con i dati dello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica di Oglio, Chiese, Mella, Garza e Cherio". Questa è la tabella con le portate allegata nella relazione del PGRA:

Tab 4.4: portate di piena per i corsi d'acqua principali del bacino dell'Oglio (Oglio, Mella e Chiese)

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie	Q20	Q20	Q100	Q200	Q500	Idrometro
		Progr. (km)	Cod.	Denomin.	m³/s	km²	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	Denominazione
Oglio	Oglio sopralac	31.209	064	Sonico	465		460		730	830	
Oglio	Oglio sopralac.	47.664	048.01P	Capo di Ponte	797		570		850	960	Oglio a Capo di Ponte
Oglio	Oglio sopralac.	61.557	033	Breno	953		620		960	1090	
Oglio	Oglio sopralac.	76.858	012.01P	Darfo Boario	1336		680		1160	1340	Oglio a Darfo
Oglio	Oglio sopralac.	85.039	001	Immissione in Lago d'Iseo	1429		710		1210	1400	

Per la sezione 33 lo studio di fattibilità riporta una portata Q_{200}= 960 m^3/s.

La sezione 33 a cui la tabella 4 fa riferimento è 3 km a valle del tratto di Oglio interessato dallo studio idraulico, pertanto sarebbe preferibile utilizzare dati di portata in sezioni più vicine al tratto di interesse.
All'interno degli elaborati dello Studio dell' AdBPo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica di Oglio, Chiese, Mella, Garza e Cherio" sono disponibili le portate di piena per diverse sezioni trasversali, come riportato nelle tabelle di seguito allegate.

Sez.	Q_{20}	Q_{200}	Q_{500}
042.03P m	571	884,85	993,51
039.02P m	404	890,26	1015,87

Tabella estratta da 3.1.3.1-Valutazione delle condizioni attuali di sicurezza del sistema difensivo (funzionalità dell'alveo) sottotronco OG04 -"dalla località Fornaci a Breno"

La sezione 039.02P coincide con la prima sezione del presente studio idraulico, pertanto la portata assegnata nel modello idraulico è 890,26 mc/s. Utilizzando lo studio idraulico un modello di moto permanente con portata costante, non è possibile tener conto dell'effetto della laminazione della piena, dovuto all'allagamento delle piane in destra idraulica tra Losine e Breno. Pertanto per avere una simulazione più accurata, in corrispondenza del ponte di attraversamento della Strada Statale 42 (denominato ponte del Foppo) è stata utilizzata la portata desunta dall'allegato 5 - SCHEDE DEI PONTI allo Schema di Progetto

di Variante al PAI, in cui viene riportata la portata di 867,06 m^3/s come portata duecentennale in corrispondenza del ponte (sez 037.01P).

Si allegano di seguito:
-la tabella con i profili di piena utilizzati per la redazione della cartografia del PGRA. Le quote idriche sono state utilizzate per confrontarle con le quote ottenute, nelle medesime sezioni, dallo studio idraulico di dettaglio effettuato;
-la tabella dei profili longitudinali delle massime velocità medie di piena nelle sezioni di deflusso;

Tab. 5.3: profili di piena per il fiume Oglio sopralacuale

(Le lettere "m" e "v" tra parentesi indicano che la sezione è in corrispondenza di un'opera di attraversamento o di un'opera trasversale e pertanto è ripetuta, nel nome e nella progressiva, per indicarne il livello rispettivamente a monte e a valle)

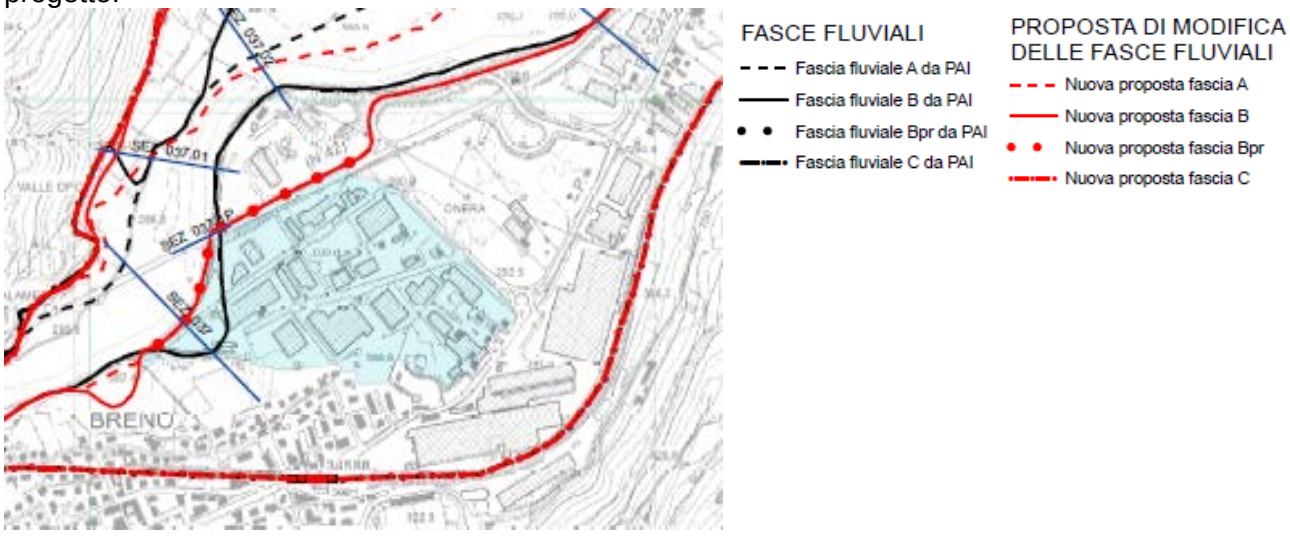
Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni Quota idrica (m s.m.)	T = 200 anni Quota idrica (m s.m.)	T = 500 anni Quota idrica (m s.m.)	Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni Quota idrica (m s.m.)	T = 200 anni Quota idrica (m s.m.)	T = 500 anni Quota idrica (m s.m.)
066P_bis	30.696	612.13	614.09	614.65	041.02	53.830	319.48	320.25	320.46
066P (m)	30.710	612.06	614.02	614.57	041.01	53.940	318.16	319.02	319.24
066P (v)	30.710	612.03	613.98	614.54	041	54.230	315.34	316.12	316.34
065P (m)	30.757	612.08	614.03	614.59	040.02	54.548	312.19	312.85	313.06
065P (v)	30.757	609.20	609.86	610.09	040.01	54.816	309.61	310.43	310.68
064	31.209	605.27	605.83	606.03	040	55.114	307.42	308.23	308.50
063.03	31.452	601.99	602.78	603.05	039.03	55.499	305.80	306.50	306.78
063.02	31.707	594.01	594.93	595.25	039.02P (m)	55.720	305.38	306.11	306.39
063.01	31.938	584.15	584.89	585.14	039.02P (v)	55.720	304.53	304.84	304.96
063	32.213	573.42	574.33	574.63	039.01S (m)	55.841	304.58	304.91	305.03
062.01	32.668	559.58	559.90	560.01	039.01S (v)	55.841	300.81	301.14	301.27
062	33.198	544.39	545.04	545.25	039	56.063	298.72	299.50	299.76
061.01	33.744	531.85	532.70	532.98	038.01	56.591	295.35	296.26	296.53
061	34.270	524.07	524.90	525.03	038	57.063	292.96	293.84	294.10
060.01	34.736	517.95	518.54	518.66	037.02	57.647	290.69	291.71	292.02
060	35.236	512.55	512.79	512.84	037.01	57.867	289.80	290.83	291.14
059.02S_S1 (m)	35.385	512.40	512.61	512.65	037-1P (m)	57.998	289.72	290.77	291.09
059.02S_S1 (v)	35.385	509.88	510.17	510.23	037-1P (v)	57.998	288.76	289.99	290.32
059.02S_S2 (m)	35.407	509.87	510.16	510.23	037	58.142	288.37	289.52	289.81
059.02S_S2 (v)	35.407	503.66	503.86	503.91	036.01P	58.579	285.98	287.34	287.81
059.01P (m)	35.682	503.10	503.33	503.40	036	58.730	285.27	286.77	287.33
059.01P (v)	35.682	501.46	501.62	501.67	035.04	59.021	284.15	286.30	287.15
059	36.255	496.22	496.93	497.18	035.03P (m)	59.126	284.25	286.46	287.28
058.02	36.750	491.97	493.58	494.27	035.03P (v)	59.126	284.22	286.43	287.27
058.01P (m)	37.078	490.87	492.63	493.34	035.02	59.414	283.77	286.06	286.93
058.01P (v)	37.078	489.06	490.08	490.46	035.01P (m)	59.624	283.51	285.91	286.82
058	37.350	485.89	487.01	487.42	035.01P (v)	59.624	281.36	282.86	283.53
057.01	37.927	482.37	483.03	483.31	035	59.783	280.77	282.62	283.47
057	38.312	477.75	478.77	479.18	034.03	60.077	280.07	282.31	283.26

Tab. 6.1: profili delle massime velocità medie di piena per il fiume Oglio sopralacuale

(Le lettere "m" e "v" tra parentesi indicano che la sezione è in corrispondenza di un'opera di attraversamento o di un'opera trasversale e pertanto è ripetuta, nel nome e nella progressiva, per indicarne la velocità rispettivamente a monte e a valle)

Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni Vch max (m/s)	T = 200 anni Vch max (m/s)	T = 500 anni Vch max (m/s)	Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni Vch max (m/s)	T = 200 anni Vch max (m/s)	T = 500 anni Vch max (m/s)
066P_bis	30.696	2.00	2.50	2.50	041.02	53.830	5.00	>5	>5
066P (m)	30.710	2.50	2.50	3.00	041.01	53.940	>5	>5	>5
066P (v)	30.710	2.50	2.50	3.00	041	54.230	>5	>5	>5
065P (m)	30.757	2.00	2.50	2.50	040.02	54.548	>5	>5	>5
065P (v)	30.757	5.00	>5	>5	040.01	54.816	>5	>5	>5
064	31.209	>5	>5	>5	040	55.114	3.50	4.00	4.00
063.03	31.452	>5	>5	>5	039.03	55.499	3.00	4.00	4.00
063.02	31.707	>5	>5	>5	039.02P (m)	55.720	3.00	3.00	3.00
063.01	31.938	>5	>5	>5	039.02P (v)	55.720	3.50	3.50	3.50
063	32.213	>5	>5	>5	039.01S (m)	55.841	2.50	2.50	2.50
062.01	32.668	>5	>5	>5	039.01S (v)	55.841	>5	>5	>5
062	33.198	4.50	4.50	5.00	039	56.063	3.00	3.00	3.00
061.01	33.744	>5	>5	>5	038.01	56.591	5.00	>5	>5
061	34.270	>5	>5	>5	038	57.063	4.00	4.00	4.00
060.01	34.736	>5	>5	>5	037.02	57.647	5.00	>5	>5
060	35.236	>5	>5	>5	037.01	57.867	4.00	5.00	5.00
059.02S_S1 (m)	35.385	2.50	3.00	3.00	037-1P (m)	57.998	3.00	4.00	4.00
059.02S_S1 (v)	35.385	1.75	1.75	1.75	037-1P (v)	57.998	4.00	4.50	4.50
059.02S_S2 (m)	35.407	1.75	1.75	1.75	037	58.142	>5	>5	>5
059.02S_S2 (v)	35.407	3.50	3.50	3.50	036.01P	58.579	>5	>5	>5
059.01P (m)	35.682	3.00	3.00	3.00	036	58.730	>5	>5	>5
059.01P (v)	35.682	>5	>5	>5	035.04	59.021	4.00	4.00	4.00
059	36.255	3.50	3.50	3.50	035.03P (m)	59.126	2.50	2.50	2.50
058.02	36.750	2.50	2.50	2.50	035.03P (v)	59.126	3.00	3.00	3.00
058.01P (m)	37.078	4.00	4.50	4.50	035.02	59.414	3.50	3.50	3.50
058.01P (v)	37.078	>5	>5	>5	035.01P (m)	59.624	3.50	3.50	3.50
058	37.350	>5	>5	>5	035.01P (v)	59.624	>5	>5	>5

Lo "SCHEMA DI PROGETTO DI VARIANTE PAI" per l'Oglio Sopralacuale è stato pubblicato con decreto del Segretario Generale n. 215 del 14 novembre 2017. Nell'allegato 1 - "Atlante cartografico della proposta di modifica delle fasce fluviali", nella tavola OGS-09, di cui si allega un estratto, si riporta la nuova fascia B e la fascia B di progetto.



2.6 CALCOLI IDRAULICI

2.6.1 METODO DI CALCOLO

La simulazione idraulica (costruzione del modello della morfologia fluviale e simulazione del flusso dell'acqua nell'alveo) dei tratti di fiume oggetto dell'intervento è stata condotta mediante il programma Hec Ras, versione 4.1.0.
La procedura di calcolo si basa sostanzialmente sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia. La modellazione è stata effettuata con l'ipotesi di moto permanente (moto stazionario monodimensionale con portata costante e geometria dell'alveo variabile).
Le perdite valutate sono quelle di attrito (equazione di Manning) e quelle causate dalla contrazione o espansione delle sezioni. L'equazione della quantità di moto è utilizzata poi nei punti in cui il profilo del pelo libero subisce delle brusche variazioni a seguito di condizioni di regime misto, per i punti dove si verifica passaggio da corrente veloce e corrente lenta (risalti idraulici), oppure in corrispondenza di ponti che nel caso in esame non sono stati considerati.
Per il coefficiente di Manning sono stati utilizzati i seguenti valori:
-0,035 s/m$1^{/3}$ per l'alveo principale
-0,05 s/m$1^{/3}$per le aree golenali in sinistra orografica, 0,03 s/m$1^{/3}$ per le aree golenali in destra idrografica caratterizzate da aree coltivate a prato, 0,08 per le aree golenali caratterizzate da boschi.
In sostanza, sono stati immessi i dati relativi alla geometria di ogni sezione idraulica, iniziando da valle verso monte, e per ognuna di queste sezioni si è considerato il coefficiente di scabrezza, e alcuni dati geometrici relativi alla distanza tra le sezioni successive, in sponda sinistra, destra, e in centro, nonché la quota dell'argine sinistro, destro e il coefficiente di compressione ed espansione del flusso.
Tali dati iniziali sono serviti per distinguere, tramite l'immissione delle distanze in sinistra e destra idrografica, la presenza di curve e cambi di direzione nel corso d'acqua, modellati nella fase di elaborazione attraverso i coefficienti di espansione o contrazione.

2.6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

Per la modellazione idraulica dei tratti di alveo in oggetto è necessario fissare le condizioni al contorno.
Per quanto riguarda il valore della portata sono state utilizzate due differenti portate costanti:
- dalla sezione 100 alla sezione 54 la portata Q_{200}= 890,26 m^3/s, pari alla portata in corrispondenza della sezione 039.02P-m dello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica di Oglio, Chiese, Mella, Garza e Cherio", utilizzato anche dal PGRA;
- dalla sezione 53-1 alla 38 la portata 867,06 m^3/s ricavata dall'allegato 5 - SCHEDE DEI PONTI allo Schema di Progetto di Variante al PAI. Le sezioni sono visualizzate da monte verso valle, pertanto la destra e la sinistra nelle figure rispettano la destra e la sinistra idrografica.
E' stata inoltre imposta l'altezza di valle di moto uniforme corrispondente alla pendenza dell'alveo di valle di 0,0018 m/m.

2.6.3 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO

Il calcolo idraulico è stato condotto nella condizione di stato di fatto, con le sezioni basate sul rilievo effettuato:
1) condizione attuale;

2.7 RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA

2.7.1 CONDIZIONI DI SICUREZZA RISPETTO ALLA PIENA

Si è eseguito innanzitutto un confronto tra le quote del profilo di piena ottenuto con la simulazione idraulica effettuata e le quote idrometriche della condizione di piena dei 200 anni riportate nelle tabella 5.3 dei profili di piena dell'Oglio Sopralacuale allegata al Piano di Gestione del Rischio delle Alluvioni nel Distretto del PO (PGRA).

Sezione Direttiva Alluvioni (D.A.)	Sezione Studio Compatibilità (S.C.)	T200 anni (D.A.) Quota idrica (m s.m.)	T200 anni (S.C.) Quota idrica (m s.m.)	T200 anni (D.A.) Vch max (m/s)	T200 anni (SC) Vch max (m/s)
039.02P (v)	100	304.84	304.96	3.50	6.27
039.01S (m)	98-1	304.91	302.79	2.50	>5
039.01S (v)	98	301.14	302.63	>5	3.92
039	94	299.50	300.78	3.00	4.15
038.01	84-1	296.26	296.78	>5	4.19
038	76-1	293.84	294.30	4.00	2.15
037.02	63	291.71	291.89	>5	4.57
037.01	56	290.83	291.32	5.00	3.82
037-1P (m)	53-0666	290.77	290.81	4.00	3.50
037-1P (v)	53-0333	289.99	289.70	4.50	4.98
037	51	289.52	288.80	>5	4.01
036-01P	38	287.34	287.55	>5	4.15

Tabella 1 -Confronto tra i livelli idrici e le velocità desunti dai documenti del PGRA e quelli ottenuti dallo studio idraulico.

Dal confronto si nota che dalla sezione 98 verso valle in genere la simulazione idraulica fornisce una quota di piena leggermente più alta di quella riportata nei documenti del PRGA, quindi a favore di sicurezza. Solo nelle sezioni 53-0333 e 51 la simulazione fornisce dati di quote inferiori a quelle del PGRA.
Nelle tavole in cui sono rappresentate le sezioni, dove disponibile è indicata anche la quota idrometrica del PGRA, in modo da evidenziare se la piena è contenuta negli argini attuali.
Dalla simulazione effettuata il passaggio della piena con tempo di ritorno 200 anni (vedi fig. 4) evidenzia delle zone di allagamento che sono compatibili con gli studi dell'AdbPo.
In particolare la zona pianeggiante in **destra** idraulica a monte della zona industriale di Breno è ampliamente interessata dal deflusso della piena. Essendo il programma di modellazione utilizzato di tipo monodimensionale la visualizzazione restituisce un profilo esterno delle aree allagabili ricostruito come congiungimento dei punti estremi di allagamento sulle sezioni trasversali e quindi abbastanza schematico ma sufficiente a descrivere il fenomeno.
In sponda **sinistra** idraulica risultano allagamenti nella zona a nord di Breno, località Crist e nella zona immediatamente a valle della zona industriale di Breno (dalla sezione 50 verso valle). Nella zona industriale fino alla sezione 54 gli argini risultano essere sufficienti per il contenimento della piena, anche se con scarso franco di sicurezza. In alcuni tratti la

piena è contenuta anche dalla presenza di manufatti realizzati da privati come evidenziato nella tavola 1.

In **sinistra** idraulica, nella sezione a monte del ponte del Foppo (attraversamento della SS42), per l'effetto dovuto al rialzo del pelo libero causato dalla presenza delle pile in alveo, gli argini sono superati con un battente di circa 30 cm. Pertanto si è proceduto a calcolare il volume esondabile durante il passaggio del colmo di piena in questa zona, calcolando la zona allagabile e l'altezza d'acqua nella zona esondata.

Il calcolo è stato eseguito a partire dalla curva di durata delle portate ricavata dallo studio di fattibilità già citato, per la sezione OG7 che include il territorio di Breno. La scala delle portate è stata adimensionalizzata in modo da poterla applicare alle portate utilizzate nello studio idraulico, partendo dai valori di colmo.

	Scala delle portate (Studio di fattibilità , sezione OGS_7)	(A) Scala delle portate adimensionalizzata	Portata al colmo adottata nel modello idraulico tratto sezioni 100-53.1	Scala delle portate ricavate applicando (A)	Portata al colmo adottata nel modello idraulico tratto sezioni 53.1-38	Scala delle portate ricavate applicando (A)
t(h)	Q (m3/s)	Q/Qmax		Q/Qmax		Q/Qmax
6	613.28	0.616547703		548.8877579		534.5838512
6.5	756.66	0.760691666		677.2133624		659.5653158
7	901.36	0.906162662		806.7203716		785.6973978
7.5	**994.7**	1	**890.26**	**890.26**	**867.06**	**867.06**
8	983.33	0.988569418		880.08381		857.1489995
8.5	916.84	0.921725143		820.575026		799.1910027
9	828.97	0.833386951		741.9310669		722.5964896

Tabella 2 - Ricostruzione della curva di durata delle portate per le due portate di progetto utilizzate nel modello idraulico.

Si è calcolato quindi il livello della piena dopo 30 minuti dal colmo e dopo 1 ora dal colmo e per differenza dalle quote arginali si è calcolato il battente sull'argine in corrispondenza delle singole sezioni. Da qui è stato calcolato il battente medio sul tratto di argine interessato da esondazione nei tre casi di portata al colmo (1), portata dopo 30 minuti (2), portata dopo 1 ora (3).

Sezioni	H livello pienaT200 al colmo (1)	H livello pienaT200 30 min dopo il colmo (2)	H livello pienaT200 60 min dopo il colmo (3)	Quota massima argine	Battente sull'argine (1)	Battente sull'argine (2)	Battente sull'argine (3)	Lunghezza del tratto di argine (da sez. a sez.) [m]
53.666	290,81	290,76	290,44	290,46	0,35	0,3	0	10
53,1	290,84	290,76	290,38	290,46	0,38	0,3	0	30
54	290,74	290,69	290,42	290,69	0,05	0	0	
					Battente medio sull'argine (1)	Battente medio sull'argine (2)	Battente medio sull'argine (3)	
					0,253	0,188	0	

Tabella 3 - Calcolo dei livelli medi del battente sull'argine durante il passaggio del colmo di piena.

Noti i battenti medi la portata esondabile è stata calcolata con la formula dello stramazzo a soglia larga, calcolando il volume esondato negli intervalli di tempo 0-30 min e 30 min- 1

ora.
L'area esondabile è stata individuata sulla base della morfologia del territorio considerando la parte di territorio in sinistra del fiume Oglio con le quote più depresse, che coincide con l'area allagabile identificata dalle mappe del PGRA. Non si modificano pertanto le aree allegabili ma si esegue una valutazione dei dettaglio del rischio alla scala locale.
Da qui, suddividendo il volume esondabile per l'area individuata, è stato quindi possibile determinare l'altezza media dell'acqua nella zona esondabile, risultata pari a 10 cm circa, come dalla tabella allegata. Utilizzando un modello idraulico di tipo monodimensionale si ritiene che la valutazione relativa al volume esondabile e alla conseguente altezza della lama d'acqua, calcolata come media sull'area, sia sufficientemente adeguata al grado di precisione adottato e allo scopo del presente studio. Per considerazioni di dettaglio in merito ai singoli lotti si rimanda a studi di compatibilità che prendano in considerazione le quote topografiche specifiche all'interno del lotto.

	Portata tratto sezioni 100-53.1 [m3/s]	Battente medio sull' argine sezioni 68-67-66 [m]	Lunghezza totale del tratto di argine [m]	Q esondata 0-30 min [m3/s]	Q esondata 30-min-1h [m3/s]	Volume esondato 0-30 min [m3]	Volume esondato 30min-1h [m3]	Totale volume esondato [m3]
Q al Colmo di piena (1)	890,26	0,253						
Q 30 min dopo il colmo (2)	880,08	0,188		7,039		12670		
Q 60 min dopo il colmo (3)	820.575	0	40		1,958		3524,52	16194,52

Totale	16194,52	mc
Area esondabile	170049	mq
hmedia	0,0952	m

Tabella 4 - Calcolo della portata esondabile, del volume esondabile fino a d 1 h dopo il colmo, determinazione dell'altezza di acqua nell'area esondata.

Il volume esondato è quantificabile in 16.194 mc. L'effetto di laminazione della piena dovuto alla fuoriuscita dall'argine sinistro in questo breve tratto è praticamente nullo visto l'esiguità del volume interessato rispetto alla piena duecentennale.
La velocità di scorrimento dell'acqua nell'area allagabile è stimabile come inferiore a 0,5 m/s. Infatti la portata media che esonda nel tempo da 0-30 minuti dal colmo è stata stimata pari a 7,03 m^3/s, per calcolare la velocità di scorrimento all'interno dell'area esondata si considera una larghezza di deflusso di 290 m, pari alla sezione trasversale dell'area allagata nella zona di scorrimento (indicata nell'estratto sotto allegato).

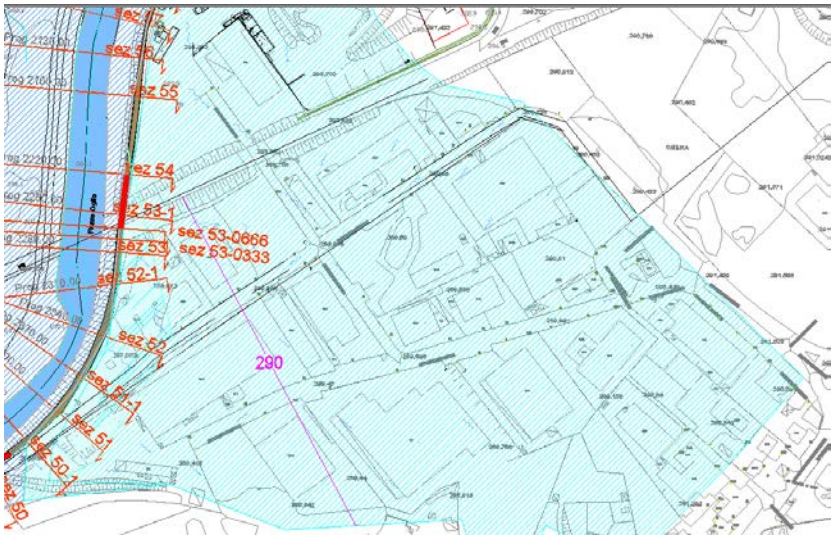
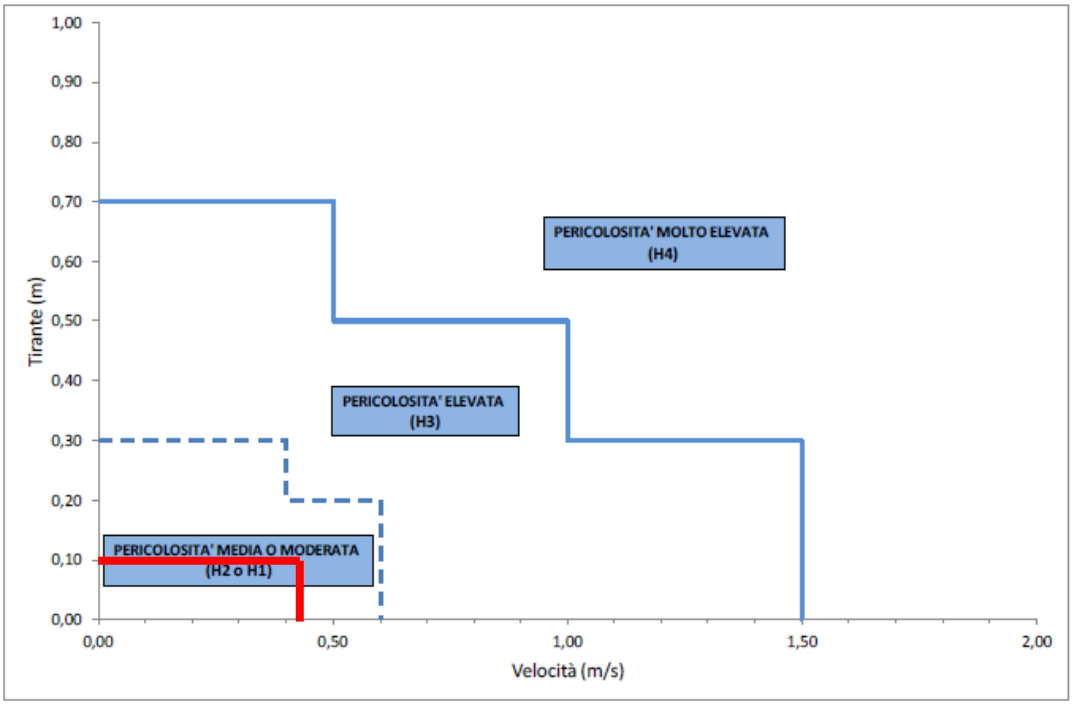


Figura 1 - Estratto area allagabile e indicazione larghezza di deflusso.

Approssimando l'area bagnata ad un rettangolo, considerando un coefficiente di scabrezza ks=50 e la pendenza media di 0,3%, la velocità di scorrimento della portata è di 0,438 m^3/s. Le pendenze di scorrimento naturali del terreno in quest'area quasi pianeggiante sono pari allo 0,3% in direzione del fiume Oglio. L'acqua esondata tende a reimmettersi nel Fiume nei pressi della sezione 50.
Ai sensi dell'allegato 4 della D.G.R. 30 Novembre 2011, n.2616, per la classificazione della pericolosità si fa riferimento al grafico seguente:



La zona è quindi inseribile come zona a pericolosità media o moderata (H2).
Sulla base della suddivisione in zone a diverso livello di danno potenziale, le classi del danno sono determinate in funzione degli elementi a rischio contenuti.

DANNO POTENZIALE	*ELEMENTI A RISCHIO*
Grave (E4)	*Centri urbani, beni architettonici, storici, artistici, insediamenti produttivi, principali infrastrutture viarie, servizi di elevato valore sociale*
Medio (E3)	*Aree a vincolo ambientale e paesaggistico, aree attrezzate di interesse comune, infrastrutture viarie secondarie*
Moderato (E2)	*Aree agricole di elevato pregio (vigneti, frutteti)*
Basso (E1)	*Seminativi*

L'area allagabile appartiene alla classe di danno E4.
Il rischio idraulico deriva dall'intersezione di pericolo e danno potenziale:

	H4	***H3***	***H2***	***H1***
E4	*R4*	*R4*	*R2*	*R2*
E3	*R3*	*R3*	*R2*	*R1*
E2	*R2*	*R2*	*R1*	*R1*
E1	*R1*	*R1*	*R1*	*R1*

L'area allagabile è pertanto classificabile come area a rischio R2 (Moderato).

Per quanto riguarda invece l'area esondata in sponda **sinistra** orografica a partire dalla sezione 50 e proseguendo verso valle, la zona inondata è caratterizzata da battenti medi di 1 m e da velocità elevate della corrente, pertanto è considerata con zona a pericolosità molto elevata H4. Per quanto riguarda la valutazione del danno potenziale. la zona è interessata dalla presenza di prati e quindi caratterizzata da danno basso (E1). Dalla tabella di valutazione del rischio risulta un rischio basso R1.
Le sezioni fluviali nel tratto dalla sezione 50 verso valle non presentano un rilevato arginale sopraelevato rispetto alla quota dei terreni adiacenti, pertanto il livello raggiunto dall'acqua si estende anche a monte fino a raggiungere circa la stessa quota idrometrica presente nella sezione idraulica in cui avviene esondazione. L'area soggetta a tale esondazione è stata tracciata sulle base delle quote del terreno, distinguendo la pericolosità in funzione del battente (la velocità in questo caso, essendo una propagazione verso monte rispetto alla direzione della corrente, è trascurabile). L'area è stata suddivisa in parte in zona a pericolosità elevata H3 e in parte in zona a pericolosità bassa H1. A seconda dell'uso del suolo previsto sull'area si ha danno potenziale E1 per la zona a prato ed E4 per la zona produttiva, dando luogo rispettivamente a rischio basso R1 per le aree a prato e R4 o R2 per la zona produttiva.
Infine, per quanto riguarda le zone allagabili in **destra** orografica, l'uso del suolo previsto come prati/seminativi comporta un rischio basso R1 anche se la pericolosità è molto elevata H4. Fa eccezione la presenza di un insediamento agricolo con annessa stalla. per il quale il danno potenziale è grave E4 e quindi il conseguente rischio è classificabile come è R4 rischio elavato.

2.8 OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO.

Le possibili opere di mitigazione proposte adottabili per la zona industriale-artigianale, a titolo di esempio e non esaustive sono:
- realizzare le superfici abitabili, le aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici sopraelevate rispetto al battente medio di esondazione calcolato sull'area, da

valutare puntualmente caso per caso;
- realizzare le aperture sotto il livello del battente a tenuta stagna;
- realizzare gli ingressi in modo che non siano perpendicolari al flusso principale della corrente;
-opere di difesa per evitare i fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali
-utilizzo di materiali per costruzione poco danneggiabili a contatto con l'acqua.

2.9 PROPOSTA PER REALIZZAZIONE SOVRALZO ARGINE ESISTENTE A PROTEZIONE DELLA ZONA INDUSTRIALE DI BRENO

Alla luce della simulazione idraulica effettuata, dai confronti tra i risultati ottenuti e i risultati di precenti Studi idrologici, al fine di proteggere la zona industriale di Breno dalla piena si ipotizzerebbe un sopralzo della strada arginale fino ad ottenere un franco di sicurezza di 1 m su tutto il tratto compreso tra le sezioni 71 e 50-1, per una lunghezza quindi di 780 m circa.
Rispetto alla proposta contenuta nello schema di variante d'asta, questa soluzione consentirebbe di proteggere l'intera zona industriale, compresi l'impianto di betonaggio e la ditta di carpenteria metallica esistenti nella zona che risulterebbe allagabile con la ipotetica soluzione con pancone da posizionare in corrispondenza del rilevato della SS42 (fascia B di progetto indicata nella tavola OGS-09 dello "SCHEMA DI PROGETTO DI VARIANTE PAI").
Inoltre il costo di realizzazione dell'intervento di sopralzo dell'argine sarebbe modesto in quanto il rialzo arginale da realizzare risulterebbe contenuto mediamente in una altezza di 50 cm. Inoltre questo tipo di protezione è di tipo passivo, non necessita di interventi attivi da parte della protezione civile per posizionare panconi durante l'evento di piena. E' da considerare inoltre che per utilizzare il rilevato della SS42 come se fosse un argine, lo stesso dovrebbe essere verificato ed eventualmente modificato per svolgere una funzione diversa da quella originariamente prevista.

3 ALLEGATI

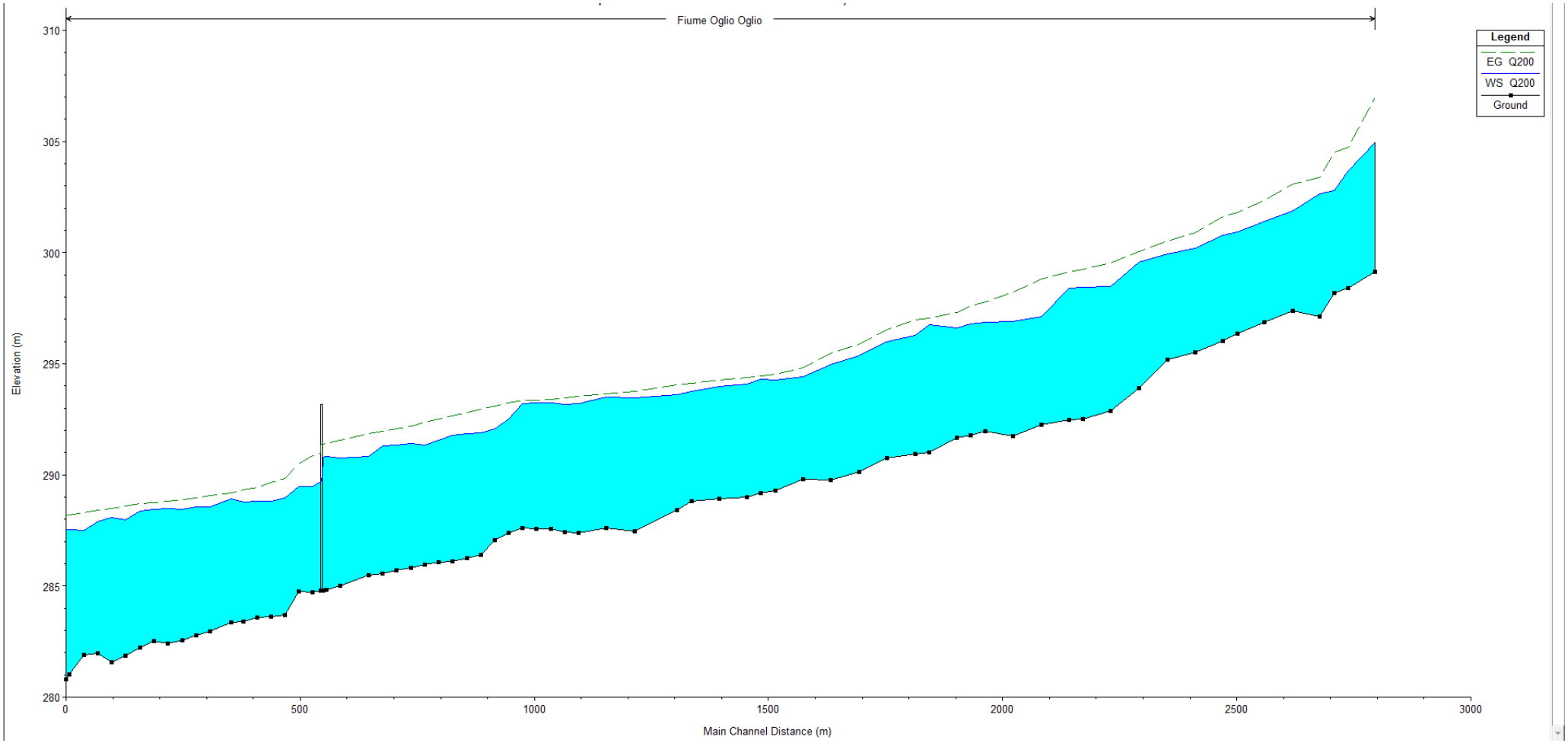


Fig.1 Profilo idraulico con portata di piena duecentennale.

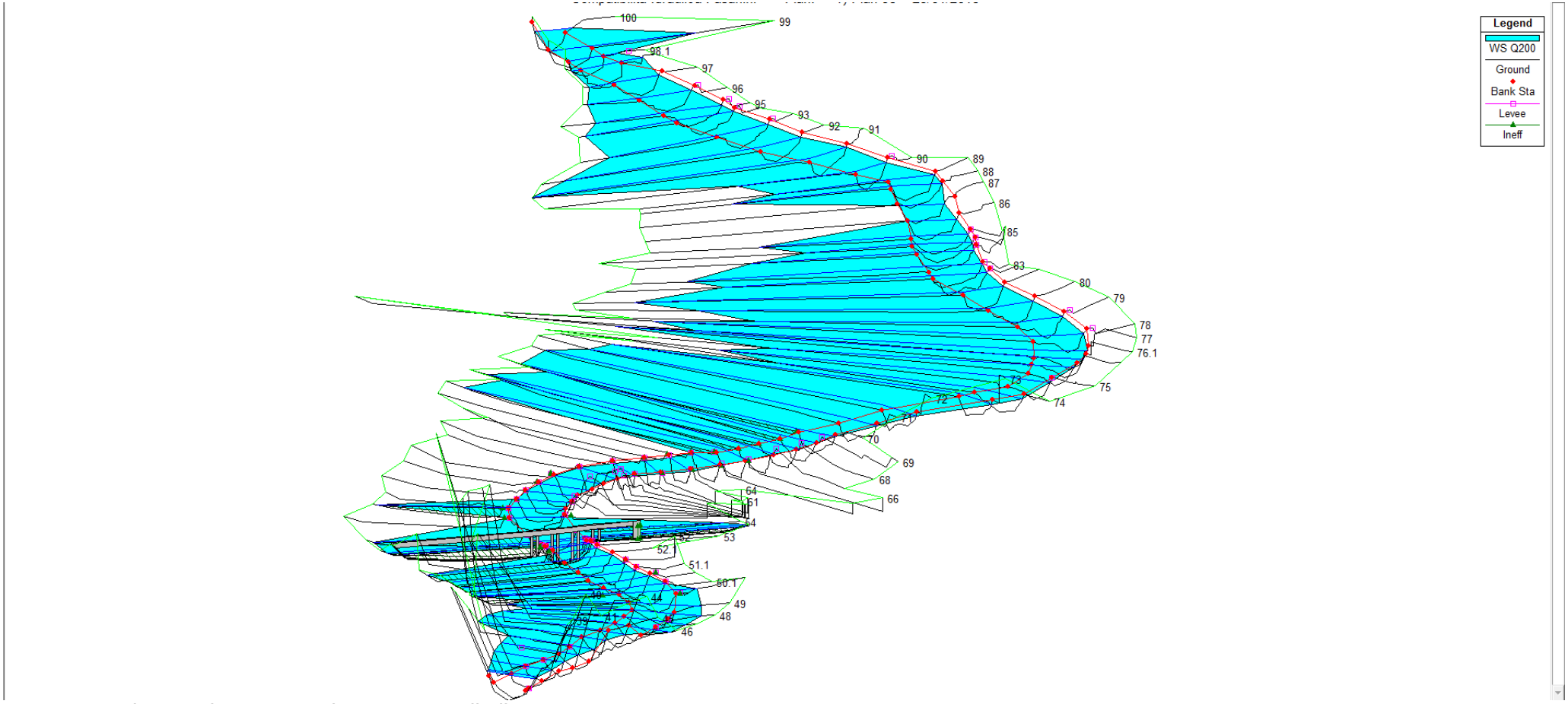


Fig. 3 - Vista prospettica con zone di allagamento.

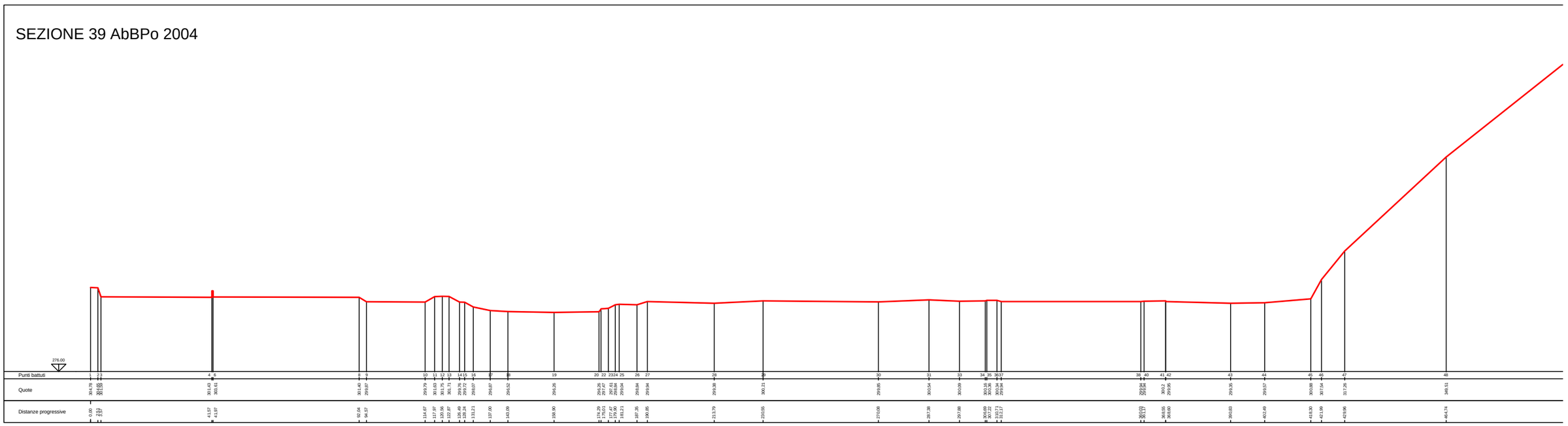
Valutazione e zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione

4 CONFRONTO TRA SEZIONI RILEVATE E SEZIONI DI ALTRI STUDI ADBPO E IRPI

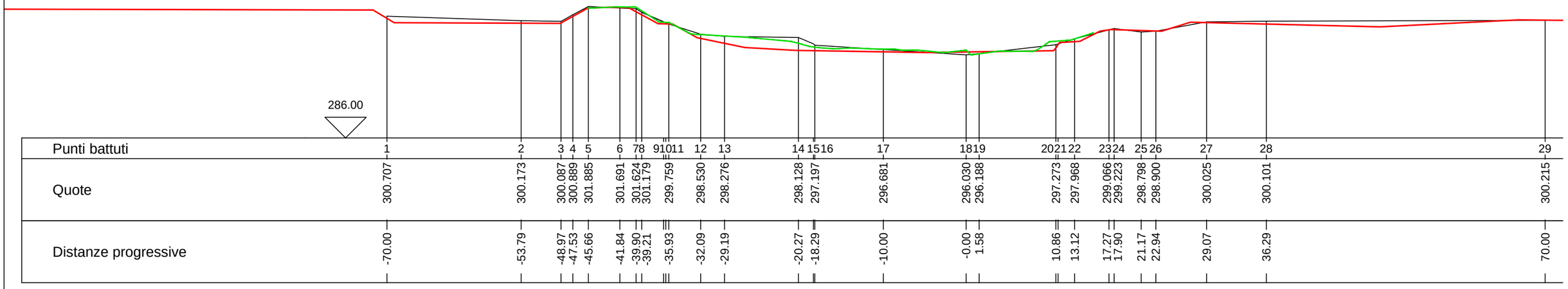
E' stato effettuato un confronto grafico tra le sezioni rilevate e utilizzate per lo studio idraulico e le sezioni disponibili utilizzate per altri studi, in particolare le sezioni utilizzate nello studio del gennaio 2004 dell'Autorità di bacino del Fiume Po, denominato "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica di Oglio, Chiese, Mella, Garza e Cherio" (denominate pertanto sezioni AdBPo) e l'unica sezione disponibile nel tratto studiato desunta dallo studio del 2016 eseguito dall'IRPI "Ricerca relativa alla gestione dei sedimenti fluviali del fiume Adda sopralacuale, del fiume Mera e del fiume Oglio sopralacuale" (denominata sezione IRPI).
Si può vedere dal confronto che le sezioni sono sovrapponibili e che le quote dei rilevati arginali sono concordanti.

ALLEGATE SEZIONI DI CONFRONTO

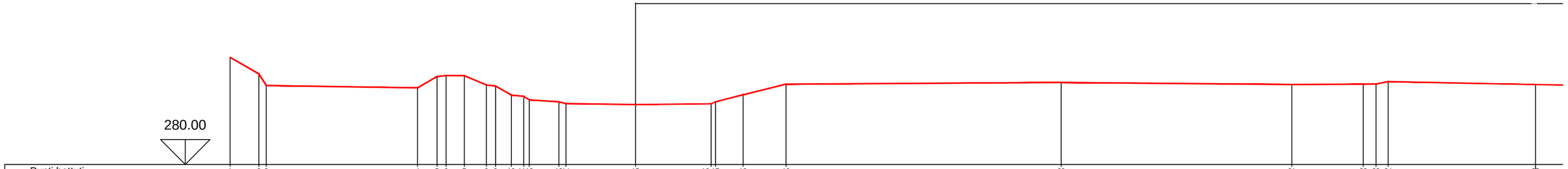
SEZIONE 39 AbBPo 2004



SEZIONE 94
con sovrapposta sez. 39 e sez. 18 dello studio Irpi 2016 (in verde).

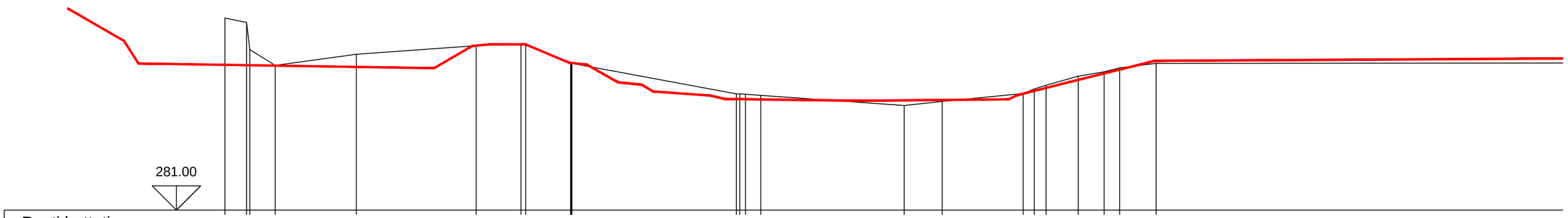


SEZIONE 38.01 AdbPo 2004



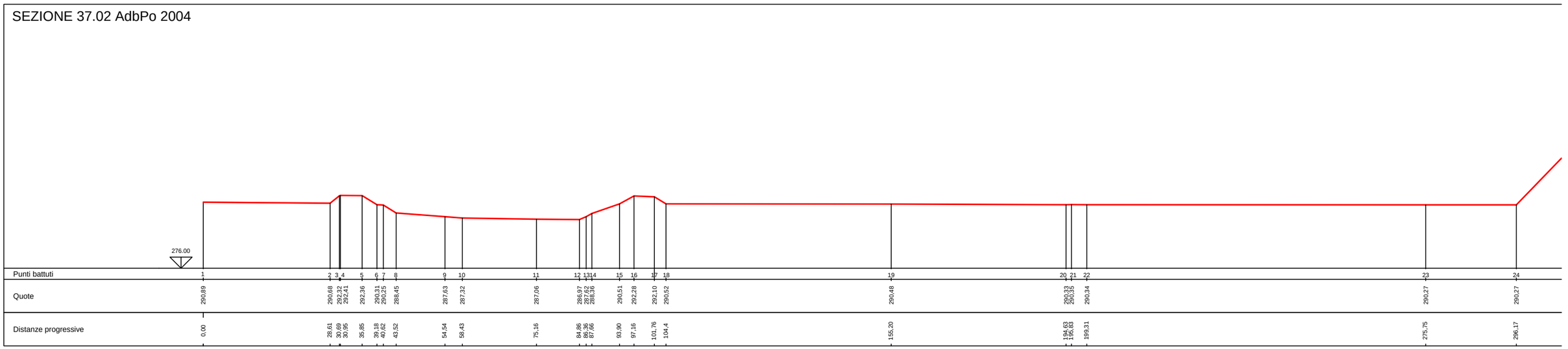
Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Quote	301,55	298,19	295,87	295,39	297,67	297,85	297,83	295,96	295,75	293,94	293,68	292,99	292,56	292,22	292,03	292,18	292,55	294,00	296,14	296,46	296,06	296,14	296,16	296,64	296,65
Distanze progressive	0.00	5,82	7,30	37,77	41,71	43,54	47,21	51,66	53,52	56,70	59,19	60,32	66,28	67,69	81,72	96,87	97,83	103,39	112,07	167,52	214,00	228,40	230,96	233,40	263,11

SEZIONE 84-1
con sovrapposizione 38.01



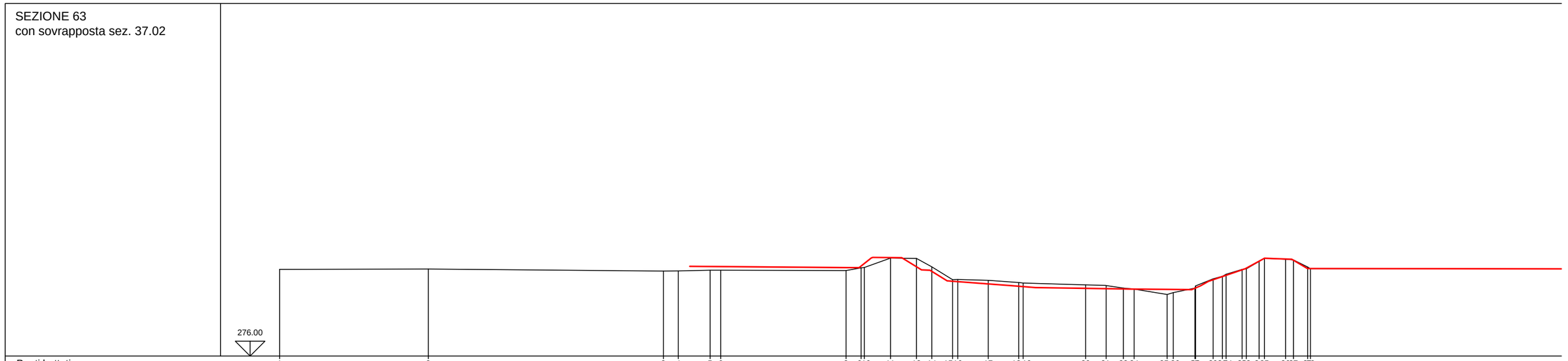
Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Quote	300.766	300.304	297.516	295.889	297.029	297.916	298.032	298.046	296.167	296.140	296.141	296.101	292.962	292.954	292.919	292.803	291.767	292.184	292.991	293.466	293.839	294.777	295.229	295.636	296.098
Distanze progressive	-70.00	-67.76	-67.43	-64.81	-56.46	-44.11	-39.50	-39.00	-34.37	-34.32	-34.29	-34.24	-17.30	-16.95	-16.36	-14.77	0.00	3.92	12.26	13.41	14.62	17.93	20.60	22.21	25.97

SEZIONE 37.02 AdbPo 2004



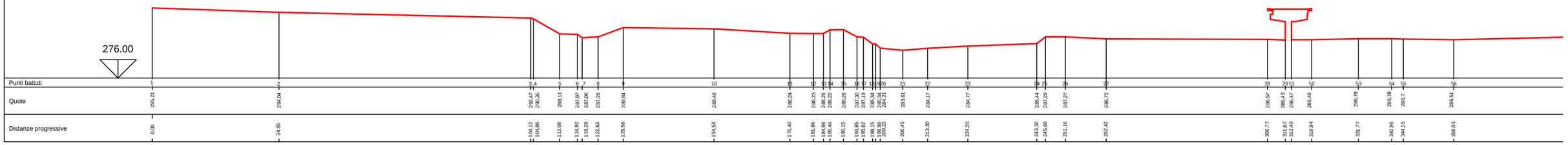
Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Quote	290,89	290,68	292,32	292,41	292,36	290,31	290,25	288,45	287,63	287,32	287,06	286,97	287,27	288,36	290,51	292,28	292,10	290,52	290,48	290,33	290,35	290,34	290,27	290,27
Distanze progressive	0,00	28,61	30,69	30,95	35,85	39,18	40,62	43,52	54,54	58,43	75,16	84,86	86,90	87,66	93,90	97,16	101,76	104,4	155,20	194,63	195,83	199,31	275,75	296,17

SEZIONE 63
con sovrapposta sez. 37.02



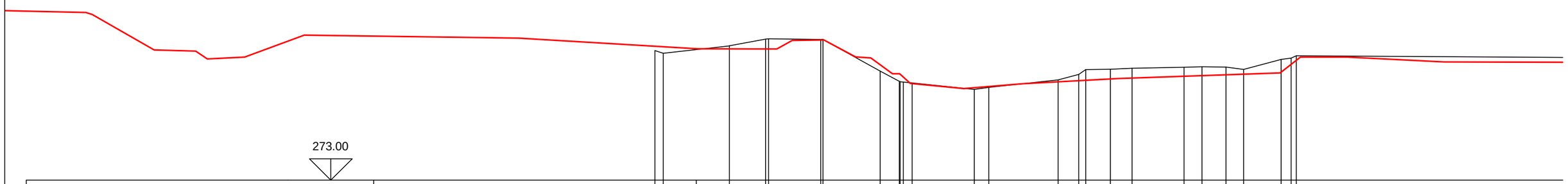
Punti battuti	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Quote	290.641	290.697	290.369	290.377	290.501	290.499	290.443	290.906	290.955	292.533	292.500	291.068	288.911	288.926	288.801	288.432	288.339	288.019	287.919	287.468	287.303	286.410	286.711	287.476	287.862	289.049	289.468	289.817	290.646	290.724	291.980	292.531	292.338	292.227	291.076	290.764
Distanze progressive	-150.00	-124.88	-85.13	-82.63	-77.25	-75.44	-54.26	-51.72	-51.18	-46.75	-42.34	-39.77	36.26	35.37	-30.22	25.06	24.32	-13.77	-10.31	-7.39	-5.56	0.00	1.03	4.70	4.81	7.78	9.34	9.98	12.69	13.38	15.56	16.48	20.04	21.36	23.75	24.25

SEZIONE 37 AdbPo2004



Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Quote	295.21	294.04	292.47	290.35	288.11	287.97	287.06	287.28	289.84	289.49	288.24	288.23	288.26	289.22	289.28	287.30	287.19	287.19	285.34	284.21	283.61	284.17	284.77	285.44	287.28	287.27	286.72	286.57	286.43	286.47	286.48	286.79	286.78	286.7	286.51	
Distanze progressive	0.00	34.85	104.42	104.66	112.08	116.92	118.28	122.63	129.58	154.53	175.40	181.86	184.66	186.46	190.15	193.85	196.62	198.15	198.98	200.22	206.45	213.30	224.35	243.32	245.69	251.16	262.42	306.77	311.67	313.40	318.94	331.77	340.96	344.15	358.03	

SEZIONE 51
con sovrapposta sez. 37



Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Quote		288.099	287.801		288.663	289.454	289.480	289.413	289.430	285.725	284.539	284.486	284.445	284.338	283.587	283.813	284.688	285.328	285.889	285.935	286.043	286.175	286.231	286.194	285.917	287.073	287.240	287.501
Distanze progressive	-70.00	-37.22	-36.24	-32.41	-28.53	-24.32	-23.99	-17.91	-17.63	-10.97	-8.74	-8.64	-8.28	-7.24	0.00	1.69	9.77	12.17	12.99	15.87	18.38	24.44	26.54	29.34	31.39	35.76	36.93	37.53