

Nuovo collegamento AT 150 kV misto aereo/cavo tra le Cabine Primarie di Martina Franca e di Noci nei Comuni di Martina Franca e Mottola in provincia di Taranto e nei Comuni di Alberobello e Noci in provincia di Bari

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA ED ALLEGATI
ALLEGATO AL PIANO TECNICO DELLE OPERE - Progettazione Definitiva**

Storia delle revisioni

Rev.00	del 20/12/2017	Prima emissione
--------	----------------	-----------------



Ten Project Srl				D. Sellitto DTCS-PRI-Lin		A. Limone DTCS-PRI
Elaborato				Verificato		Approvato

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO	7
2.1	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA LINEA ELETTRICA AEREA	7
2.2	UBICAZIONE	8
2.3	CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELETTRODOTTI	8
2.4	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO AEREO	9
2.4.1	DISTANZA TRA I SOSTEGNI	9
2.4.2	CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA	9
2.4.3	CAPACITÀ DI TRASPORTO	9
2.4.4	SOSTEGNI	9
2.4.5	FONDAZIONI	10
2.4.6	MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI	11
2.5	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA PARTE IN CAVO	11
2.5.1	CARATTERISTICHE ELETTRICHE	11
2.5.2	COMPOSIZIONE DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO	11
2.5.3	MODALITÀ DI POSA E DI ATTRAVERSAMENTO	12
2.5.4	CARATTERISTICHE ELETTRICHE/MECCANICHE DEL CONDUTTORE	13
2.5.5	CONFIGURAZIONI DI POSA E COLLEGAMENTO DEGLI SCHERMI METALLICI	14
2.5.6	GIUNTI	14
2.5.7	SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI	15
3	IMPOSTAZIONE DELLO STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO	16
4	AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DELLA PUGLIA	17
4.1	PERICOLOSITÀ IDRAULICA E NTA DEL PAI	17
4.2	COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI INTERVENTI	17
5	INTERFERENZE DELLE OPERE A REALIZZARSI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO ESISTENTE	17
6	BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO	20
	ANALISI MORFOLOGICA E MORFOMETRICA DEI BACINI IDROGRAFICI	20
	USO DEL SUOLO DELLE AREE INTERESSATE DAI BACINI IDROGRAFICI	22
7	STUDIO IDROLOGICO	22
	GENERALITÀ	22
	ANALISI IDROLOGICA	23
	ANALISI REGIONALE DELLE PIOGGE IN PUGLIA	23
	ANALISI REGIONALE DELLE PIOGGE IN PUGLIA	28
8	COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI INTERVENTI	29
8.1	STIMA DELLA PIENA INDICE: MODELLO RAZIONALE	29

8.2	VALUTAZIONE DEL FATTORE PROBABILISTICO DI CRESCITA DELLE PORTATE	31
8.3	VALUTAZIONE DELLE PIENE INDICE E DELLE PORTATE DI PIENA DEI BACINI SOTTESI ALLE SEZIONI DI CALCOLO	32
8.4	METODOLOGIA UTILIZZATA PER LE VERIFICHE IDRAULICHE	35
8.5	DESCRIZIONE INTERFERENZE E VERIFICHE IDRAULICHE	35
8.5.1	DESCRIZIONE ATTRAVERSAMENTO I1	36
8.5.2	DESCRIZIONE ATTRAVERSAMENTO I2	38
8.5.3	DESCRIZIONE ATTRAVERSAMENTO I3	40
2.6	DESCRIZIONE ATTRAVERSAMENTO I4	42
2.7	DESCRIZIONE ATTRAVERSAMENTO I5	44
8.5.4	DESCRIZIONE ATTRAVERSAMENTI I6-I7	46
8.5.5	DESCRIZIONE ATTRAVERSAMENTI I8-I9	47
8.5.6	DESCRIZIONE ATTRAVERSAMENTO I10-I11	48
8.5.7	DESCRIZIONI ATTRAVERSAMENTI I12-I13- I14-I15	49
8.5.8	DESCRIZIONE ATTRAVERSAMENTO I18	50
	DESCRIZIONE E VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO I19	53
8.5.9	SINTESI DEI RISULTATI IN MERITO ALLE INTERFERENZE DELLA LINEA AT CON RETICOLO	54
	ALLEGATO 1 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000	
	ALLEGATO 2 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei bacini idrografici	
	ALLEGATO 3 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM	
	ALLEGATO 6 - Planimetria su IGM con l'individuazione delle aree allagabili determinate considerando un Tr=200 anni	
	ALLEGATO 8 - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras in corrispondenza di ogni sezione di calcolo	
	ALLEGATO 5 - Tabella coordinate sostegni linea AT	

1 PREMESSA

Nel presente studio vengono studiate le condizioni idrologiche delle aree interessate dal progetto in esame ed in particolare le condizioni idrologiche dei bacini sottesi dai punti di interferenza delle opere con gli elementi del reticolo idrografico.

Il progetto per cui si redige il presente studio riguarda la realizzazione di un raccordo misto aereo e interrato a 150kV per collegare la stazione elettrica di smistamento "Martina Franca" a 150kV ubicata nell'omonimo Comune di Martina Franca in provincia di Taranto in località Polesi (indicata anche solo come SE Martina nel prosieguo), da un lato, alla stazione esistente 150kV Noci nel Comune di Noci in provincia di Bari in località Masseria Don Nicoletto (indicata anche solo come SE Noci nel prosieguo). Il tracciato dell'elettrodotto interessa, il territorio di Martina Franca nella provincia di Taranto e il territorio del comune di Noci in Provincia di Bari, l'intervento pertanto ricade a cavallo tra la provincia di Taranto e la Città metropolitana di Bari.

Il raccordo che collegherà le due stazioni sopra indicate è costituito da un tratto in cavo interrato a singola terna di lunghezza pari a 7 km circa e da un tratto in aereo a singola terna della lunghezza di circa 13,5 km, complessivamente la linea è lunga circa 20.5 km

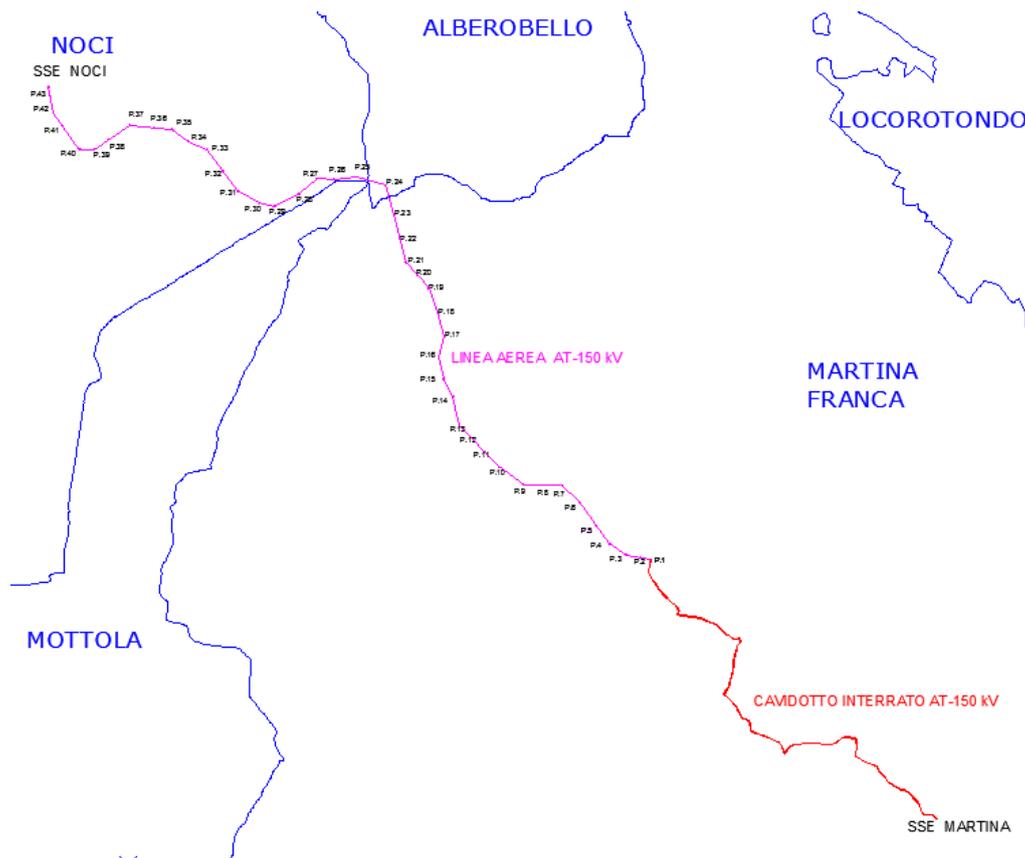


Figura 1: Schema sintetico delle opere da realizzare

Il territorio interessato dall'elettrodotto riguarda quindi prevalentemente il Comune di Martina Franca in provincia di Taranto e quelli di Alberobello e Noci in Provincia di Bari, Regione Puglia e solo in parte (Fascia aree potenzialmente impegnate per una sola particella) il Comune di Mottola, sempre in Provincia di Taranto.

Il presente studio è finalizzato alla valutazione delle interferenze degli interventi sul regime idrologico e idraulico ai sensi delle norme tecniche di attuazione del Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Di seguito sono dapprima descritte le varie fasi del lavoro di ricostruzione del quadro conoscitivo, con particolare riferimento all'uso del suolo, alla permeabilità e alla determinazione dei bacini idraulici afferenti le sezioni di chiusura in corrispondenza degli attraversamenti per la valutazione delle relative portate e quindi della verifica degli stessi.

In particolare, si forniranno approfondimenti utili a chiarire alcuni aspetti progettuali in rapporto all'assetto idraulico del territorio, come l'insistenza di alcune opere nell'alveo in modellamento attivo e aree golenali e nelle fasce di pertinenza fluviale del reticolo idrografico e si descriveranno le modalità di attraversamento.

In fase di impostazione degli studi, per l'individuazione dei reticoli idrografici si sono considerati le indicazioni idrauliche fornite dalla Carta I.G.M. 1:25000, fonte ufficiale per l'individuazione del reticolo idrografico. Successivamente per meglio definire la morfologia delle aree interessate dalle opere in progetto e dei reticoli idrografici individuati, si è presa in considerazione la Carta idrogeomorfologica, e la Carta tecnica Regione Puglia, in quanto rappresentano meglio lo stato dei luoghi.

Gli studi effettuati sono stati eseguiti con tempo di ritorno di 200 anni in regime di moto permanente, sono volti a caratterizzare le relazioni che si possono stabilire tra le opere in progetto e l'assetto idraulico delle aree, in modo da renderli reciprocamente compatibili secondo quanto prescrive il criterio di conformità al PAI vigente, in relazione alle condizioni di "sicurezza idraulica".

La carta idrogeomorfologica, adottata dall'Adb della Puglia riporta molto più fedelmente la situazione dello stato attuale rispetto alla cartografia IGM. Tuttavia, per ragioni autorizzative e come richiesto più volte dall'Adb, per l'individuazione delle interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico si è tenuto conto di ciò che viene riportato sulla cartografia IGM 1:25000.

Di seguito, la figura 2 mostra l'inquadratura delle opere in progetto su cartografia IGM 1:25000 dove in blu sono individuati i reticoli idrografici.

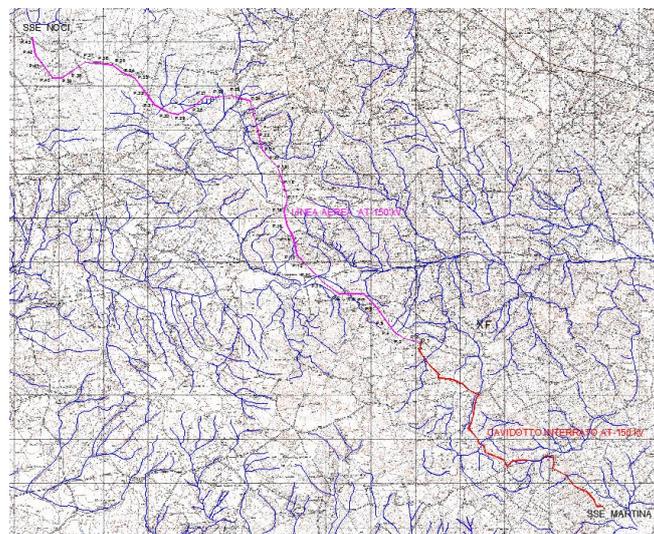


Figura 2: Planimetria con individuazione del reticolo idrografico Linea AT.

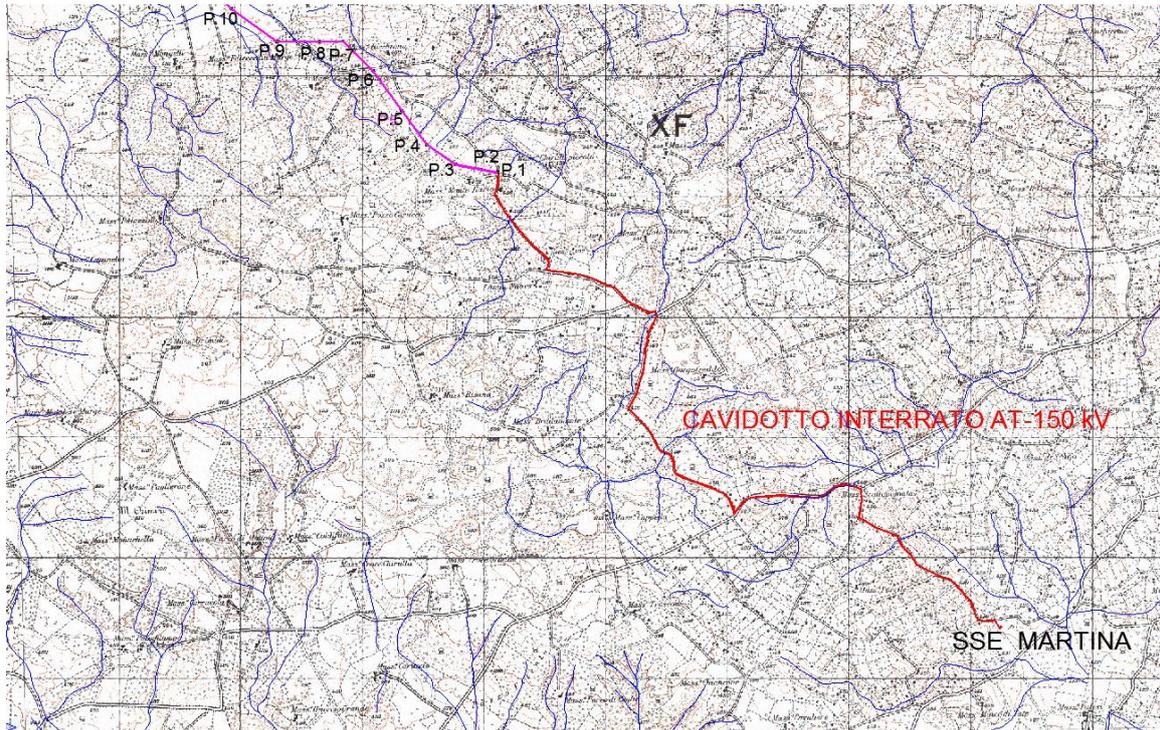


Figura 3: Planimetria con individuazione del reticolo idrografico (dettaglio tratto Interrato)

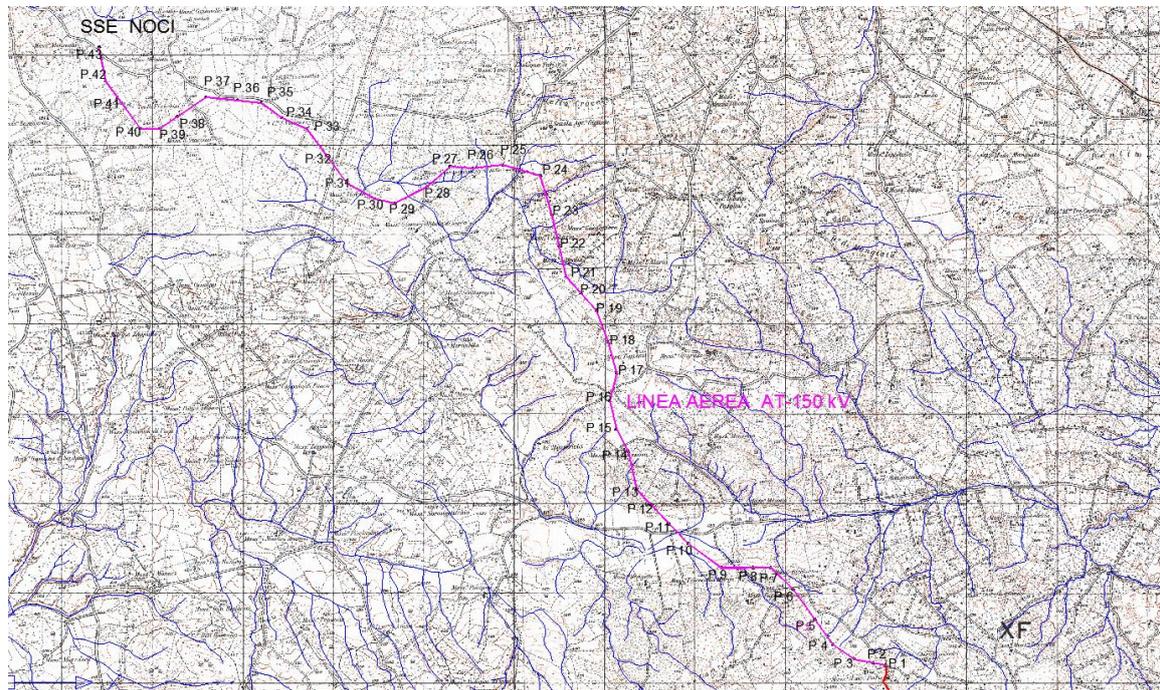


Figura 4: Planimetria con individuazione del reticolo idrografico (dettaglio tratto aereo)

2 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

2.1 Caratteristiche tecniche della linea elettrica aerea

Come si evince dalla consultazione degli elementi cartografici costituenti il presente Piano Tecnico delle Opere, l'opera in questione si configurerà come un nuovo elettrodotto costituito da una linea mista aereo/cavo di complessivi 20,600 km circa, di cui 7,100 km in cavo interrato e 13,500 km in linea aerea. Il tracciato in progetto si sviluppa nei comuni di Martina Franca in provincia di Taranto, per circa 7,1 km in cavo e 7,1 km in aereo, e nel comune di Noci e Alberobello in provincia di Bari, Regione Puglia, per circa 6,5 km in aereo.

Tratto in cavo				
Lunghezza (km)	Comune	Provincia	Regione	
7,1	Martina Franca	Taranto	Puglia	
Tratto aereo				
n. sostegni	Lunghezza (km)	Comune	Provincia	Regione
23	7,150	Martina Franca	Taranto	Puglia
1	0,450	Alberobello	Bari	Puglia
19	5,9	Noci	Bari	Puglia
0	0	Mottola*	Taranto	Puglia

**Il comune di Mottola (Taranto) è interessato per una sola particella dalla fascia delle Aree potenzialmente impegnate del futuro elettrodotto aereo.*

In definitiva le opere da realizzare consistono in:

Tratto aereo

- La costruzione di un elettrodotto aereo costituito da n. 43 nuovi tralicci, di cui uno con mensole porta terminali per discesa cavo, della lunghezza di circa 13,5 km, in ingresso alla CP 150/20kV e-Distribuzione di Noci sull'esistente palo gatto.

Tratto in cavo sotterraneo

- La posa di una nuova terna di cavi interrati XLPE (polietilene reticolato), posti ed installati in un'unica trincea della profondità di circa 1,60 m, per una lunghezza complessiva di 7,100 km. I cavi verranno posati lungo la viabilità esistente nonché, ove necessario, attraverso fondi privati. Il tracciato in cavo, dipartendosi in prossimità del futuro sostegno denominato P.1, fornito di mensole con porta terminali per arrivo cavo, ubicato in prossimità della Strada vicinale di Monte Ilario Zona D, si attesterà sul futuro terminale arrivo cavo, già predisposto per quanto concerne la parte interrata, da porre all'interno della CP 150/20kV Martina Franca di proprietà di e-Distribuzione.

In particolare il tracciato del cavo (su Martina Franca) interesserà le seguenti strade:

Il cavo, in discesa dal sostegno di transizione aereo/cavo con porta terminali denominato P.1, dopo circa 1,0 km percorsi lungo Strada Comunale "Monte Ilario Zona D", raggiungerà la CP Noci attraversando la Strada Comunale "Lamia Nuova Zona D" (0,700 km), la Strada Provinciale N° 53 dal KM 6+237 al KM 6+457 (0,250 km), la Strada Comunale "Bradamonte Zona E" (2,200 km), la SP ex SS N° 581 dal KM 22+200 al KM 21+300 (0,900 km), la Strada Comunale "Scatta Pignata Zona F" (0,200

km), la Strada Comunale "Porcile Zona F" (0,250 km), la Strada Comunale "Porcile Palesi" (1,500 km), e la strada di accesso alla CP Noci (0,100 km).

Nella tabella seguente sono riepilogate le percorrenze dell'elettrodotto misto aereo/cavo interrato per singolo comune attraversato:

COMUNE	PERCORRENZA AEREA (m)	PERCORRENZA CAVO (m)
MARTINA FRANCA (TA)	7150	7100
ALBEROBELLO (BA)	450	0
NOCI (BA)	5900	0
MOTTOLA (TA)	0	0
	13500	7100

2.2 Ubicazione

Le opere in progetto, ricadono nella seguente cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM):

- IGM 1:50000- Foglio n. 474 (Noci);
- IGM 1:25000- Foglio n. 190 II –SO (mass.Chiaffaele)
- IGM 1:25000- Foglio n. 190 II –NO (Alberobello)
- IGM 1:25000- Foglio n. 190 III –NE (Noci)
- IGM 1:25000- Foglio n. 190 III –SE (Mass.Chiancarello)

2.3 Caratteristiche tecniche degli elettrodotti

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del d.p.c.m. 08/07/2003. Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005. Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato TERNA, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego. Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate nel Doc. n° RE23456E1CEX00008 "Caratteristiche componenti" allegato al progetto. L'elettrodotto aereo sarà costituito da una palificazione a semplice terna armata con tre fasi ciascuna composta da un conduttore di energia.

2.4 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto aereo

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto saranno le seguenti:

Frequenza	50 Hz
Tensione	150 kV
Corrente CEI 11-60 periodo invernale	870 A

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 150 kV in zona A.

2.4.1 Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali si ritiene possa essere pari a 400 m.

2.4.2 Conduttori e corde di guardia

Il tratto aereo futuro, di circa 13500 metri lineari complessivi da tesare, tra il palo "Gatto" della CP Noci e il futuro palo di transizione aereo/cavo n. 1, sarà costituito per ciascuna fase elettrica da n.1 conduttore (singolo). Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,30 mmq composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,5 mm.

La corda di guardia avrà un diametro da 11,5 mm incorporante 48 fibre ottiche ed una sezione complessiva di 75,40 mmq.

La funzione della corda di guardia oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche serve anche a migliorare la messa a terra dei sostegni.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 7,00, arrotondamento per accesso della distanza minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

2.4.3 Capacità di trasporto

Il progetto dell'elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell'osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, pertanto le portate in corrente da considerare sono le stesse indicate nella Norma CEI 11-60.

2.4.4 Sostegni

I nuovi sostegni, della serie 150 kV a tiro pieno, saranno del tipo troncopiramidale e di tipologia a semplice terna con le mensole disposte "a triangolo", tranne il p.1 di transizione cavo/aereo, che sarà fornito di mensole porta terminali per arrivo cavo. I sostegni si compongono di angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati, raggruppati in elementi strutturali. Ogni sostegno è costituito da un

numero diverso di elementi strutturali in funzione della sua altezza. Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 61 m.

Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia, limitatamente alle campate in cui la fune di guardia eguaglia o supera i 61 m.

I sostegni saranno provvisti di difese para salita. Per la mitigazione dell'impatto delle linee elettriche sull'avifauna, per ridurre il rischio di elettrocuzione o collisione con le linee elettriche, si potrà prevedere di utilizzare delle spirali di plastica colorata o sfere di poliuretano colorate di rosso e bianco sulla linea AT, o in alternativa l'utilizzo di dissuasori, quali ad esempio le sagome di uccelli predatori. Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione. Ciascun sostegno si può considerare composto dagli elementi strutturali: mensole, parte comune, tronchi, base e piedi. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi è infine il cimino, atto a sorreggere la corda di guardia. I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi. L'elettrodotto a 150 kV in semplice terna sarà realizzato utilizzando sostegni della serie unificata a 150 KV a tiro pieno con conduttori disposti a triangolo.

Per l'elettrodotto aereo 150 kV l'isolamento, previsto per una tensione massima di esercizio di 170 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 120 kN nel tipo "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi negli amarri e nelle sospensioni. Le catene di sospensione saranno del tipo a "I" (semplici o doppie per ciascuno dei rami) mentre le catene in amarro saranno sempre due in parallelo. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

2.4.5 Fondazioni

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni. La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo. Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza. Ciascun piedino di fondazione è composto da:

- a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;

- c) un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell’angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

2.4.6 Messe a terra dei sostegni

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare. Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

2.5 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA PARTE IN CAVO

L’elettrodotto in cavo interrato, di lunghezza 7,100 km circa, sarà costituito da una terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 1600 mm².

2.5.1 Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche elettriche della tratta in cavo dell’elettrodotto e del cavo utilizzato sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	1000 A
Sezione nominale del conduttore	1600 mm ²
Isolante	XLPE
Diametro esterno massimo	106,4 mm

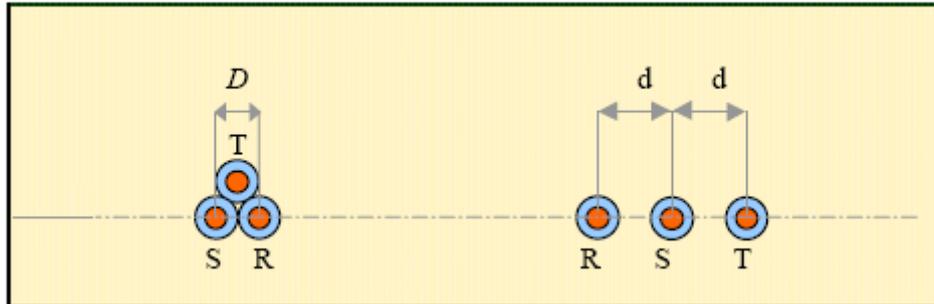
2.5.2 Composizione dell’elettrodotto in cavo

Per ciascun collegamento in cavo sono previsti i seguenti componenti:

- Conduttori di energia;
- Giunti;
- Terminali per esterno;
- Cassette di sezionamento;
- Termosonde;
- Sistema di telecomunicazioni.

2.5.3 Modalità di posa e di attraversamento

La tipologia di posa standard definita da Terna prevede la posa in trincea, con disposizione dei cavi a "Trifoglio" o in "Piano" (per l'elettrodotta in cavo interrato in esame è prevista la posa a "trifoglio"), secondo le modalità riportate nel tipico di posa contenuto nell'elaborato Caratteristiche Componenti Doc. n. RE23456E1CEX00008, di cui si sintetizzano nel seguito gli aspetti caratteristici.

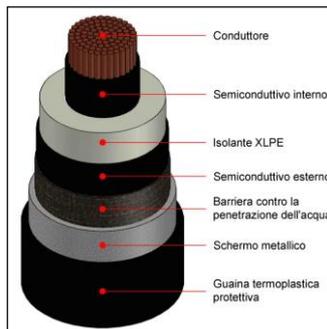


I cavi interrati saranno posati ad una profondità media di 1,60 m (quota piano di posa), su di un letto di sabbia o di cemento magro dello spessore di 10 cm; le profondità reali di posa saranno meglio definite in fase di progetto esecutivo dell'opera. I cavi saranno ricoperti sempre con il medesimo tipo di sabbia o cemento, per uno strato di 40 cm, sopra il quale sarà posata una lastra di protezione in C.A.; ulteriori lastre saranno collocate sui lati dello scavo, allo scopo di creare una protezione meccanica supplementare. La restante parte della trincea sarà riempita con materiale di risulta e/o di riporto, di idonee caratteristiche. Nel caso di passaggio su strada, i ripristini della stessa (sottofondo, binder, tappetino, ecc.) saranno realizzati in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni degli enti proprietari della strada (Comune, Provincia, ANAS, ecc.). I cavi saranno segnalati mediante rete in P.V.C. rosso, da collocare al di sopra delle lastre di protezione. Ulteriore segnalazione sarà realizzata mediante la posa di nastro monitor da posizionare a circa metà altezza della trincea. Nel caso in cui la disposizione delle guaine sarà realizzata secondo lo schema in "Single Point Bonding" o "Single Mid Point Bonding", insieme al cavo alta tensione sarà posato un cavo di terra 1x 240 mm² CU. All'interno della trincea è prevista l'installazione di n°1 Tritubo Ø 50 mm entro il quale potranno essere posati cavi a Fibra Ottica e/o cavi telefonici/segnalamento. In alternativa a quanto sopra descritto e ove necessario, sarà possibile la messa in opera con altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicolo, secondo le modalità riportate nel tipico di posa, elaborato Caratteristiche Componenti Doc. n. RE23456E1CEX00008. Ulteriori soluzioni prevedono la posa in tubazione PVC della serie pesante, PE o di ferro; tale soluzione potrà rendersi necessaria in corrispondenza degli attraversamenti di strade e sottoservizi in genere, quali: fognature, gasdotti, cavidotti, ecc., non realizzabili secondo la tipologia standard sopra descritta; in tal caso i cavi saranno posati all'interno dei tubi (n°5 tubi Ø 225 - 250 mm) inglobati in manufatto di cemento, secondo le modalità riportate nel tipico di posa. Nelle zone densamente urbanizzate saranno eseguite opere di mitigazione atte a ridurre i valori dei campi elettromagnetici consentiti dalla normativa vigente entro la sede stradale. Nella fase di posa dei cavi,

per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata. Nel caso dell'impossibilità d'eseguire lo scavo a cielo aperto o per impedimenti nel mantenere la trincea aperta per lunghi periodi, ad esempio in corrispondenza di strade di grande afflusso, svincoli, attraversamenti di canali, ferrovia o di altro servizio di cui non è consenta l'interruzione, le tubazioni potranno essere installate con il sistema della perforazione teleguidata, che non comporta alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti, poiché saranno attraversate in sottopasso, come da indicazioni riportate nel tipico di posa. Qualora non sia possibile realizzare la perforazione teleguidata, le tubazioni potranno essere posate con sistema a "trivellazione orizzontale" o "spingitubo".

2.5.4 Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore

Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da: un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1600 mmq tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.



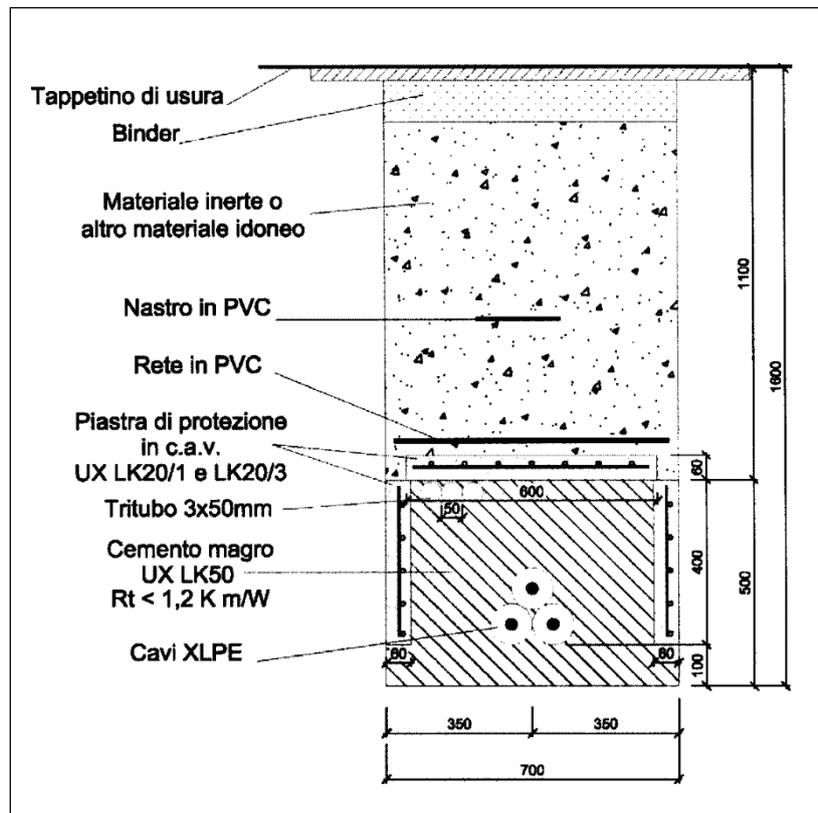
DATI TECNICI DEL CAVO

- Tipo di cavo (designazione Pirelli) ARE4HSE			
- Tensione nominale d'isolamento Uo/U	kV	.....	86/150
- Tensione massima permanente di esercizio Um	kV	.....	170
- Sezione nominale	mm ²	.....	1600
- Norme di rispondenza	.....	.....	IEC 60840, CEI 11-17
1. DATI COSTRUTTIVI			
CONDUTTORE			
- tipo: corda rotonda compatta			
- materiale: fili di alluminio			
- numero dei fili	minimo	n.....	53
STRATO SEMICONDOTTORE			
ISOLANTE			
- materiale: XLPE			
- spessore medio	mm	.....	14,0
STRATO SEMICONDOTTORE			
- uno strato estruso			
- uno strato costituito da nastri semiconduttivi igroespandenti			
SCHERMO METALLICO			
- materiale: nastro di alluminio saldato longitudinalmente			
- sezione totale dello schermo	mm ²	.....	210
GUAINA ESTERNA COMPOSITA			
- materiale: polietilene			
- spessore nominale complessivo	minimo	mm	..... 4,5
DIAMETRO ESTERNO DEL CAVO	Max	mm	..... 106,4
PESO NETTO DEL CAVO	ca.	kg/m	..... 10,7
RAGGI DI CURVATURA			
- in condizioni dinamiche	minimo	m	..... 3,2
- in condizioni statiche e piegatura controllata	minimo	m	..... 2,1

Tali caratteristiche potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

2.5.5 Configurazioni di posa e collegamento degli schermi metallici

Gli schemi tipici di posa di un elettrodotto a 150 kV sono tipicamente a "Trifoglio" o in "Piano". Per gli elettrodotti in cavo in esame è prevista la posa a "trifoglio" il cui schema tipico è rappresentato nella figura seguente:



Gli schermi metallici intorno ai conduttori di fase dei cavi con isolamento estruso hanno la funzione principale di fornire una via di circolazione a bassa impedenza alle correnti di guasto in caso di cedimento di isolamento. Pertanto essi saranno dimensionati in modo da sostenere le massime correnti di corto circuito che si possono presentare.

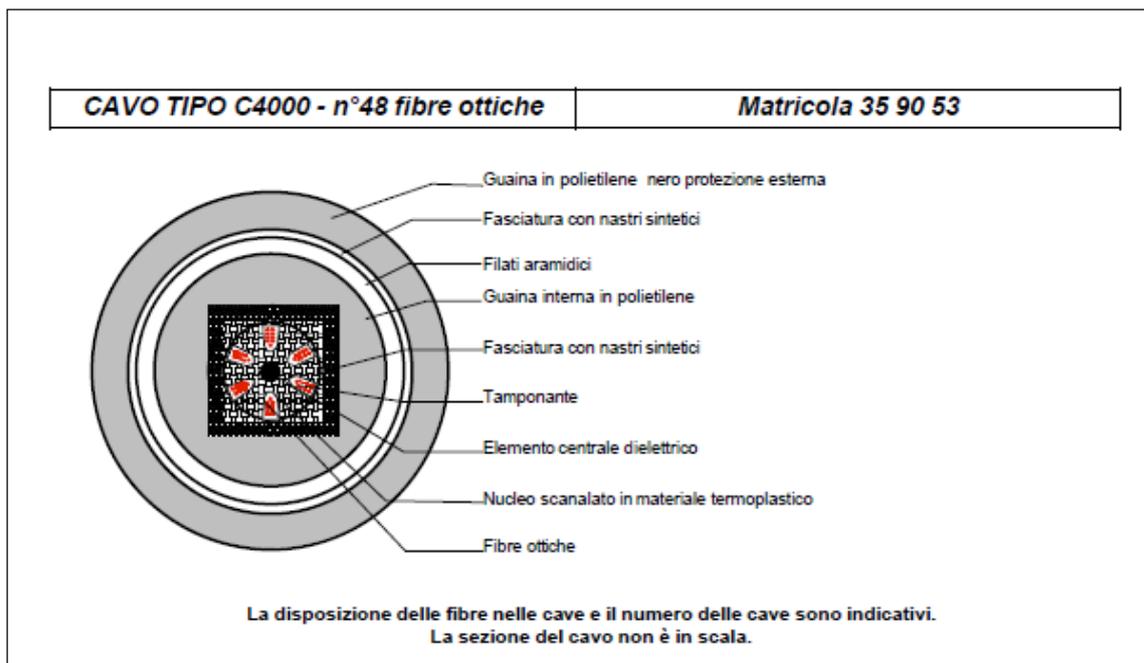
2.5.6 Giunti

I giunti unipolari, prevedibilmente 10-12, saranno posizionati lungo il tracciato del cavo, a circa 500÷700 metri di distanza l'uno dall'altro, ubicati all'interno di opportune buche giunti, ed avranno una configurazione come descritto nell'elaborato doc. n. RE23456E1CEX00008 "Caratteristiche Componenti". I giunti saranno collocati in apposita buca ad una profondità prevalente di m -2,00 circa (quota fondo buca) e alloggiati in appositi loculi, costituiti da mattoni o blocchetti in calcestruzzo. I loculi

saranno riempiti con sabbia e coperti con lastre in calcestruzzo armato, aventi funzione di protezione meccanica. Sul fondo della buca giunti, sarà realizzata una platea di sottofondo in cls, allo scopo di creare un piano stabile sul quale poggiare i supporti dei giunti. Inoltre, sarà realizzata una maglia di terra locale costituita da 4 o più picchetti, collegati fra loro ed alla cassetta di sezionamento, per mezzo di una corda in rame. Accanto alla buca di giunzione sarà installato un pozzetto per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento della guaina dei cavi. Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall'impianto di terra. Il posizionamento dei giunti sarà meglio specificato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto delle bobine.

2.5.7 Sistema di telecomunicazioni

Per la trasmissione dati e per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazioni tra le stazioni terminali dei collegamenti, che sarà costituito da un cavo con 48 fibre ottiche, illustrato nella figura seguente, posato al di sopra della terna dei cavi di energia.



Lo schema di elettrodotto misto aereo/cavo prevede l'installazione nella Cabina Primaria di Martina Franca di terminali per cavo XLPE 150 kV, nell'apposita area destinata all'interno della CP e già servita dagli alloggiamenti per le opere sotterranee previste.

3 IMPOSTAZIONE DELLO STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO

Gli approfondimenti sull'assetto idraulico delle aree in esame saranno svolti con riferimento a tutte le opere elencate al paragrafo precedente.

Dalla consultazione degli elaborati grafici si può notare la presenza del reticolo idrografico nelle aree interessate dalle opere in progetto.

Gli articoli 6 e 10 delle N.T.A. del PAI, si riferiscono, rispettivamente, ad "Alvei fluviali in modellamento attivo ed aree golenali" ed a "Fasce di pertinenza fluviale", elementi associati al reticolo idrografico.

A tutt'oggi, diversamente dalle aree a pericolosità idraulica, il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI, per cui, è uso consolidato presso l'Autorità di Bacino della Puglia, intendere "reticolo idrografico" al quale applicare i relativi articoli delle NTA del PAI stesso, tutto quanto rappresentato come tale su cartografia IGM in scala 1:25000.

L'allegato 2 in calce alla presente relazione riporta l'ubicazione degli interventi da realizzare con l'individuazione dei punti d'interferenza dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000.

L'allegato 4 mostra il layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e delle fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM scala 1:25000.

Al fine di definire il grado di interferenza tra le opere in progetto e le linee di impluvio che insistono sul territorio, si è ritenuto di dover procedere con uno studio idraulico, a scala di bacino, volto non soltanto a caratterizzarne il regime idraulico, ma, soprattutto, a definirne con la maggiore accuratezza possibile l'andamento sul territorio in relazione agli eventi che stabiliscono le condizioni di "sicurezza idraulica" secondo quanto stabilito dalle N.T.A. del PAI.

Pertanto, si è scelto di pervenire alla completa definizione dell'assetto idraulico per eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

Di seguito si illustrano le fasi previsti per la redazione dello studio:

- reperimento della cartografia di base (I.G.M. in scala 1:25.000, rilievi aerofotogrammetrici della nuova cartografia CTR 1:5.000 della Regione Puglia, ortofoto) e del modello digitale del terreno (DEM) della Regione Puglia a maglia 8x8 m;
- individuazione e caratterizzazione dei bacini idrografici che abbracciano i rami del reticolo idrografico oggetto di approfondimento;
- studio della pluviometria con i tempi di ritorno di 200 anni, di riferimento per le condizioni di sicurezza idraulica, tramite procedure di regionalizzazione proprie del progetto VAPI Puglia in modo da determinare il valore delle portate per tempi di ritorno che vanno da 5 a 200 anni;
- individuazione delle aree interessate dal transito dei deflussi bicentenari in regime di moto permanente con tempo di ritorno di 200 anni utilizzando il software Hec-Ras.

4 AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DELLA PUGLIA

4.1 Pericolosità idraulica e NTA del PAI

Dalla perimetrazione dell'AdB della Puglia e come mostrano gli allegati in calce alla relazione, si evince che: le opere in progetto non interessano aree perimetrare a Pericolosità o rischio Idraulico ed aree a pericolosità e/o rischio idro-geomorfologico.

4.2 Compatibilità idraulica degli interventi

Ai sensi delle NTA della su richiamata AdB ed in particolare dell'art. 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" è necessario verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica; il comma 2 dell'art. 10 così recita:

2. All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino.

L'art. 36 delle NTA definisce la sicurezza idraulica come :

condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Agli effetti del PAI si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.

5 INTERFERENZE DELLE OPERE A REALIZZARSI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO ESISTENTE

Alcuni tratti della linea AT (interrata e aerea) in esame interferiscono con attraversamenti e parallelismi su alcune linee di impluvio ed alcuni elementi del reticolo idrografico e relative fasce di pertinenza fluviale di cui agli artt. 6 e 10 della NTA del PAI. La figura successiva mostra il layout della opere in progetto su carta IGM e l'individuazione delle interferenze rispetto al reticolo su cartografia (CFR allegato 2).

Si precisa che è stata poi effettuata un analisi puntuale dei reticoli individuati, che in particolare per il tratto di cavidotto interrato non risultano di fatto realmente esistenti. In particolare si evidenzia che il cavidotto interrato verrà realizzato su sede stradale e non interferisce in alcun modo con il reticolo, non sono state di fatto rilevate in corrispondenza delle interferenze individuare da cartografia IGM opere d'attraversamento della sede stradale per il passaggio di impluvi o canali.

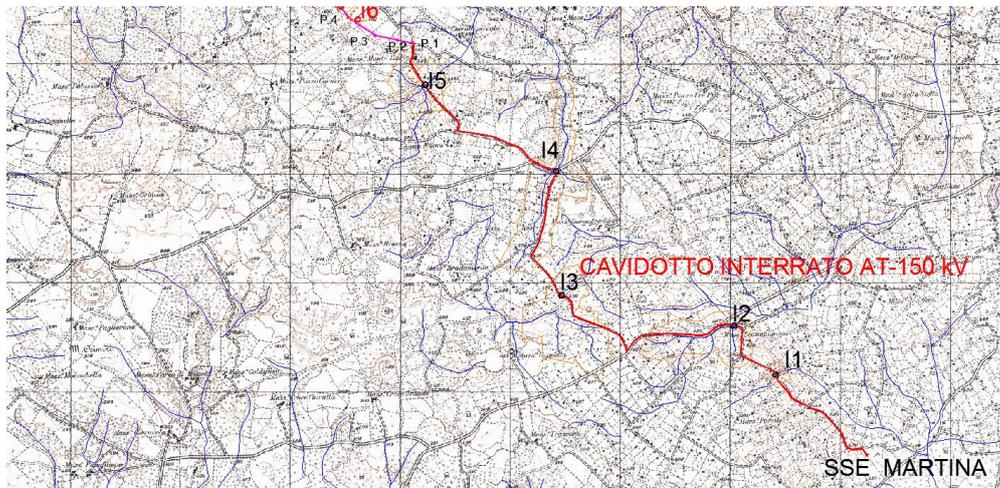


Figura 5: Individuazione delle interferenze tra cavidotto interrato e le linee d'impluvio individuate da carta IGM scala 1:25000

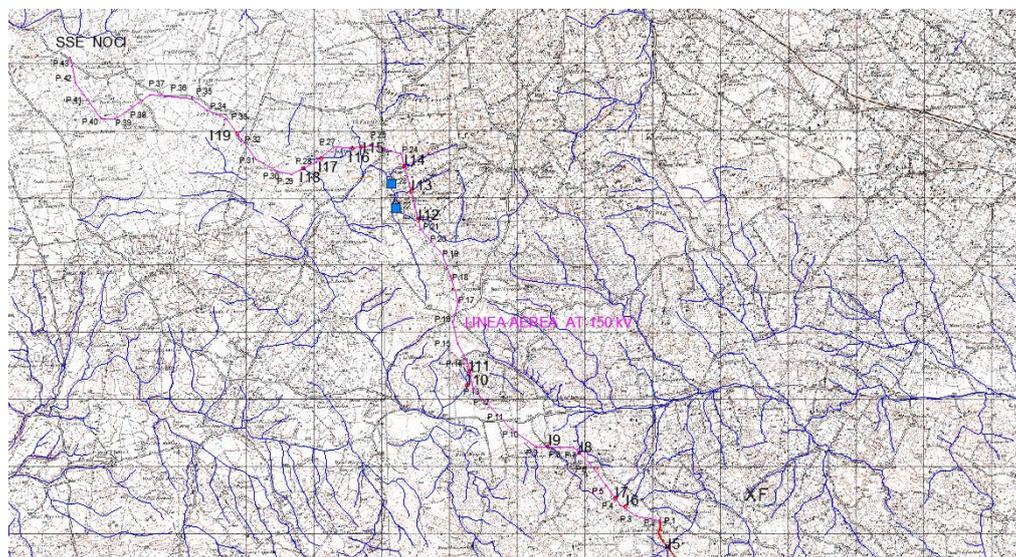


Figura 6: Individuazione delle interferenze tra linea aerea e sostegni e le linee d'impluvio individuate da carta IGM scala 1:25000

Nell'allegato 5 alla presente relazione sono fornite il layout delle opere in progetto con l'indicazione delle aree allagabile determinate in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni.

La tabella seguente individua per ogni interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico la parte di opera interessata e le aree di tutela interessate.

CODICE Interferenza/	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I1	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto Cavidotto interrato su strada. Non sono presenti manufatti di attraversamento della linea d'impluvio su strada	La linea d'impluvio non è effettivamente presente.,sotto strada L'impluvio di sviluppa fuori sede stradale a quota nettamente inferiore dal piano strada . Verifica non necessaria il tracciato del cavidotto è su strada esistente SP ,
I2	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto Cavidotto interrato su strada. Non sono presenti manufatti di attraversamento della linea d'impluvio su strada	Non si evidenzia la presenza d'impluvi, seppur cartografati . Non si esegue verifica il tracciato del cavidotto è su sede stradale.

13	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto Cavidotto interrato su strada. Non sono presenti manufatti di attraversamento	Non si evidenzia la presenza d'impluvi, seppur cartografati . Non si esegue verifica il tracciato del cavidotto è su sede stradale.
14	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto Cavidotto interrato su strada. Non sono presenti manufatti di attraversamento	Non si evidenzia la presenza d'impluvi, seppur cartografati . Non si esegue verifica il tracciato del cavidotto è su sede stradale.
15	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto Cavidotto interrato su strada. Non sono presenti manufatti di attraversamento	Non si evidenzia la presenza d'impluvi, seppur cartografati . Non si esegue verifica il tracciato del cavidotto è su sede stradale.
16	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I sostegni sono esterni alle aree tutelate (art.6 e art.10 NTA PAI)
17	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I sostegni sono esterni alle aree tutelate (art.6 e art.10 NTA PAI)
18	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I sostegni sono esterni alle aree tutelate (art.6 e art.10 NTA PAI)
19	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I sostegni sono esterni alle aree tutelate (art.6 e art.10 NTA PAI)
110	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I sostegni sono esterni alle aree tutelate (art.6 e art.10 NTA PAI)
111	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I sostegni sono esterni alle aree tutelate (art.6 e art.10 NTA PAI)
112	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I sostegni sono esterni alle aree tutelate (art.6 e art.10 NTA PAI)
113	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I sostegni sono esterni alle aree tutelate (art.6 e art.10 NTA PAI)
114	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I sostegni sono esterni alle aree tutelate (art.6 e art.10 NTA PAI)
115	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I sostegni sono esterni alle aree tutelate (art.6 e art.10 NTA PAI)
116	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni dentro fasce	Fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra idraulica, Per Sostegni P26-P27 calcolo fascia a 200 anni
117	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce art.6-10	Fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra idraulica, Per Sostegni P28-P29 calcolo fascia a 200 anni
118	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I sostegni sono esterni alle aree tutelate (art.6 e art.10 NTA PAI)
119	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce art.6-10	Fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra idraulica, Per Sostegno P32 calcolo fascia a 200 anni

6 BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

Gli attraversamenti individuati riguardano l'interferenza delle linee elettriche previste sia interrata che in aereo. Per le linee aeree l'effettiva interferenza è rappresentata dai sostegni che rappresentano l'unica opera poggiante sul terreno. Per tanto delle interferenze individuate relativamente alle linee aeree sono state studiate esclusivamente quelle relative ai sostegni che ricadevano all'interno delle aree di alveo attivo, aree golenali e fasce di pertinenza fluviale di cui agli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI.

In particolare in presenza di aree golenali ben definite è stata considerata una fascia di 75m dalle sponde dalle stesse, o di 150 m quando per le linee d'impluvio non sono ben identificabili le aree golenali, per stabilire le aree in sicurezza idraulica (all'esterno di tali fasce).

Per quanto detto sopra, dei 19 punti di interferenza individuati sono stati determinati i bacini idrografici sottesi ai soli punti d'interferenza I16, I17 e I19, poiché solo per queste si hanno sostegni che ricadono all'interno delle fasce idrauliche definite a 150m.

Per tali interferenze si procederà al calcolo delle fasce idrauliche d'allagamento, come dettagliato a seguire con periodo di ritorno di 200 anni.

Nell'immagine riportata nel paragrafo successivo e nell'allegato 4 alla relazione, sono individuati i bacini idrografici aventi la medesima numerazione dei punti di interferenza I.

Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici

A partire da un ampio territorio, si sono delimitati i bacini di studio, in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che potesse avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse e sulle opere previste.

Le operazioni cartografiche sono state effettuate attraverso l'applicazione di software GIS, costruendo il DEM (Digital Elevation Model) successivamente integrato da rilievi metrici in modo da definire la geometria del reticolo idrografico interessato.

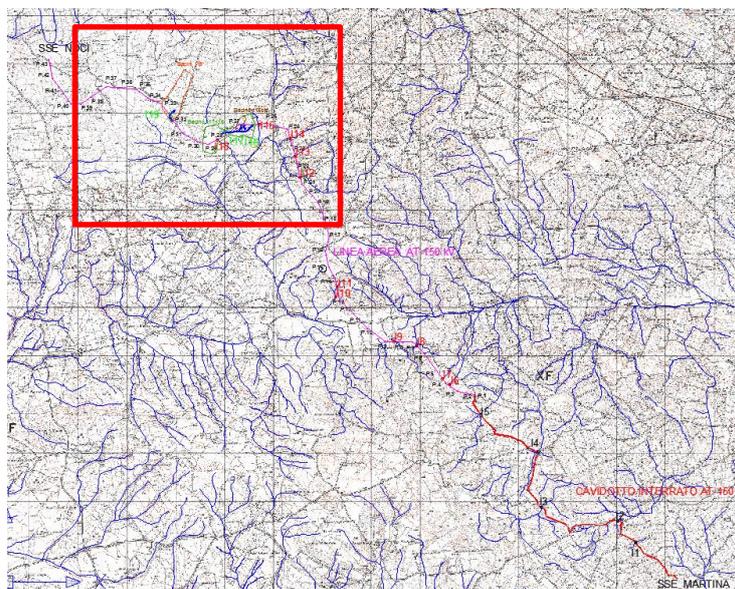


Figura 7 - Inquadramento dei bacini idrografici sottesi ai punti di interferenza su carta GM 1:25000

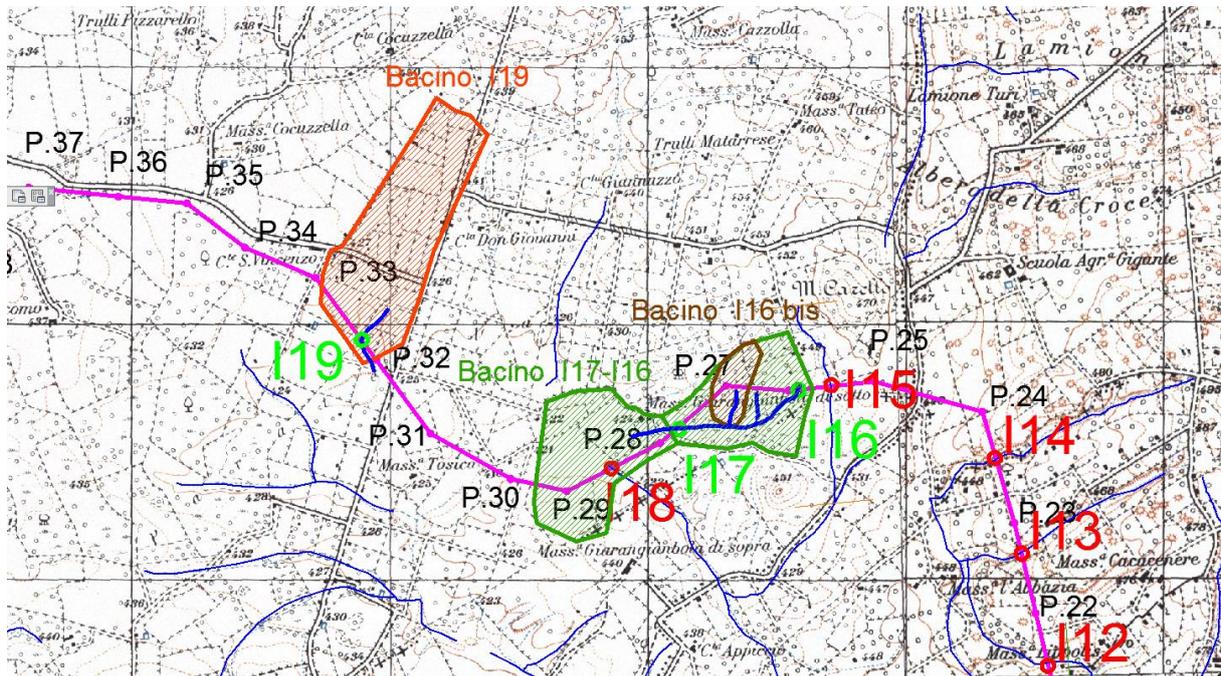


Figura 8 – Dettaglio dei bacini idrografici sottesi ai punti di interferenza I16-I17 ed I19 su carta GM 1:25000
Le caratteristiche fisiografiche dei bacini così definiti (nell'ordine: superficie, pendenza media dei versanti, quota minima, massima e media s.l.m., lunghezza totale dell'asta alla cresta spartiacque) sono riportate nelle tabelle a seguire.

Bacino idrografico I17-I16		
Superficie	0.176	Kmq
Quota max	449.00	m
Quota sez. chiusura	424.00	m
Quota media	436.50	m
Lunghezza asta principale	723	m
Dislivello	25	m
Pendenza media	0.03	%

Tabella– Parametri geomorfologici del bacino I17-I16

Bacino idrografico I16 bis		
Superficie	0.039	Kmq
Quota max	445	m
Quota sez. chiusura	435	m
Quota media	403.35	m
Lunghezza asta principale	141	m
Dislivello	10	m
Pendenza media	0.07	%

Tabella– Parametri geomorfologici del bacino I16 bis

Bacino idrografico I19		
Superficie	0.81	Kmq
Quota max	425	m
Quota sez. chiusura	420	m
Quota media	422.50	m
Lunghezza asta principale	287	m
Dislivello	5	m
Pendenza media	0.02	%

Tabella– Parametri geomorfologici del bacino I19

Le superfici sottese dai bacini, ancorché scelti in maniera più ampia di quelli strettamente riguardanti le aree di interesse, risultano assai modeste, nell'ordine di pochi 2 Km².

Uso del suolo delle aree interessate dai bacini idrografici

Dal punto di vista dell'uso del suolo del territorio interessato dai bacini idrografici si evince che le aree sono utilizzate per la maggior parte per scopi agricoli o coperte parzialmente da aree boscate. Per dettagli sulla geologia e uso dei suoli si rimanda agli elaborati specifici.

7 STUDIO IDROLOGICO

Generalità

Effettuato lo studio morfologico, la metodologia da utilizzare per le analisi idrologiche deve essere individuata in base alle peculiarità del bacino e del reticolo idrografico che lo drena.

L'analisi idrologica ha come obiettivo la valutazione delle portate di piena e dei relativi volumi che, per prefissati tempi di ritorno, interessano il bacino idrografico e, di conseguenza, il territorio e tutti gli elementi vulnerabili in esso presenti.

In congruenza con le finalità dello studio, volto a definire un assetto idraulico dei luoghi di interesse adeguato allo stato di fatto, si deve fare riferimento ad eventi con tempi di ritorno di 200 anni, attraverso i quali si stabiliscono le condizioni di sicurezza idraulica.

Il D.P.C.M. 29.09.1998, in materia di difesa del suolo, stabilisce che "*Ove possibile è consigliabile che si traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, dalle elaborazioni eseguite dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, oppure dai rapporti tecnici del progetto Va. Pi. messo a disposizione dal G.N.D.C.I.- C.N.R.*".

Il progetto VAPI sulla valutazione delle piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, si prefigge l'obiettivo di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali. Scopo di tale rapporto è quello di fornire uno strumento ed una guida ai ricercatori ed ai tecnici operanti sul territorio, per comprendere i fenomeni coinvolti nella produzione delle portate di piena naturali e per effettuare previsioni sui valori futuri delle piene in una sezione di un bacino naturale con il minimo possibile di incertezza.

La metodologia propria del progetto Va.Pi. effettua la regionalizzazione delle piogge su sei zone

omogenee, in cui è stata suddivisa la Puglia, con formulazioni diverse per ognuna di esse.

il presente studio idrologico è stata condotta rifacendosi alle procedure individuate dal Gruppo Nazionale Difesa della Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per la "Valutazione delle Piene in Puglia" (a cura di Vito Antonio Copertino e Mauro Fiorentino, 1994), nel seguito, denominato "VAPI Puglia", che, nella sua stesura originaria, era concentrato al territorio a nord del fiume Ofanto e che, in fase successiva, è stato allargato all'intero territorio regionale nell'ambito degli studi per l'**Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale** (a cura del Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica del Politecnico di Bari, 2001). La procedura adottata e i calcoli effettuati sono ampiamente descritti nei paragrafi successivi.

Per quanto concerne, invece, la valutazione dei deflussi naturali del corso d'acqua in esame si è fatto ricorso all'analisi comparata dei risultati derivati dall'applicazione di alcuni modelli di trasformazione afflussi-deflussi. In particolare si sono utilizzate i risultati rivenienti dall'applicazione a scala regionale di due diversi approcci che si sono sinteticamente definiti con il nome di modello empirico e modello razionale e le cui peculiarità e limiti di applicabilità saranno dettagliatamente illustrati nel seguito.

I valori derivati dall'applicazione delle due metodologie su descritte sono stati successivamente confrontati con i risultati ottenuti dall'applicazione di formule semplificate basate sulla stima, di carattere geomorfologico, dei tempi di concentrazione propri del bacino.

Analisi Idrologica

L'analisi idrologica dell'area in oggetto è stata condotta utilizzando il metodo VAPI elaborato dal Gruppo Nazionale Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per l'**Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale** (a cura del Dipartimento di Ingegneria delle Acque del Politecnico di Bari, 2001).

I valori dei tempi di ritorno (TR) utilizzati per la definizione delle curve di possibilità climatica e, di conseguenza, per la stima degli eventi di piena sono 5, 10, 25, 50, 100, 200 e 500 anni.

Analisi regionale delle piogge in puglia

L'approccio più moderno per lo studio degli eventi estremi in idrologia viene condotto con un insieme di procedure atte a trasferire l'informazione idrologica, è noto come "analisi regionale".

Alla base di un modello di regionalizzazione vi è la preventiva individuazione del meccanismo fisico-stocastico, che spiega la distribuzione della variabile idrologica di interesse nello spazio e nel dominio di frequenza statistica.

La scelta del tipo di modello richiede la conoscenza di alcuni aspetti fondamentali legati alle risorse dedicabili allo studio, alla qualità dell'informazione disponibile e alla precisione richiesta dai risultati. Pertanto, la struttura del modello richiede la costruzione del risolutore numerico e un'attenta identificazione dei parametri di taratura.

Numerosi studi sono stati condotti in Inghilterra, negli Stati Uniti ed in Italia su questi modelli a più parametri, noti in letteratura con gli acronimi GEV (Jenkinson, 1955), Wakeby (Houghton 1978) e TCEV (Rossi e Versace, 1982; Rossi et al. 1984).

Quest'ultima sigla deriva dall'espressione inglese *Two Component Extreme Value*, che rappresenta la distribuzione di probabilità corrispondente ad un certo evento estremo, sia che provenga dalla distribuzione statistica di eventi ordinari sia che provenga da quella degli eventi straordinari. A tal fine occorre sottolineare che la principale fonte di incertezza deriva proprio dagli eventi estremamente intensi che hanno caratteristiche di rarità in ogni sito e aleatorietà per quel che riguarda il sito ove potranno verificarsi nel futuro. Ciò implica che, se in un punto eventi straordinari di un certo tipo non si siano verificati storicamente, questo non è garanzia di sicurezza sulla loro non occorrenza nel futuro.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, che utilizza tre differenti livelli di scala spaziale per la stima dei parametri del modello probabilistico utilizzato, in modo da ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati disponibili e dal numero di stazioni della rete di misura.

In seguito, dopo una breve indicazione circa i dati disponibili per lo studio, si procede a fornire i risultati delle varie fasi della procedura di regionalizzazione del territorio pugliese settentrionale, territorio nel quale ricade il bacino oggetto di studio.

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del compartimento di Bari del S.I.I., le cui stazioni formano la rete di misura delle precipitazioni su tutto il territorio regionale con un'elevata densità territoriale.

Le osservazioni pluviometriche, utilizzate per la regionalizzazione, interessano il periodo dal 1940 al 2000 in tutte le stazioni di studio, con almeno quindici anni di misure, dei massimi annuali delle precipitazioni giornaliere ed orarie. Le serie sono variabili da un minimo di 19 ad un massimo di 47 dati per un numero totale di stazioni pari a 66, tutte appartenenti alla Puglia centromeridionale.

Per i massimi annuali delle precipitazioni giornaliere, è stato adottato un modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), che rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa variabile segua la legge di Poisson. Il modello proposto ammette che le due componenti, quella straordinaria e ordinaria, appartengano a popolazioni diverse, anche se è ammessa la loro interferenza attraverso un processo poissoniano.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV ha consentito di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria, quindi risultano costanti i due parametri θ^* e Λ^* ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione, e quindi il parametro Λ_1 che da esso dipende (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di più piccole aree, tra il parametro di posizione della distribuzione di probabilità e le caratteristiche morfologiche. In particolare si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento.

La preventiva suddivisione dell'area di studio in zone e sottozone omogenee è stata effettuata in base all'analisi delle massime precipitazioni giornaliere, di cui si dispone del maggior numero di informazioni. La procedura prevede che si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali possano ritenersi costanti i valori dei parametri θ^* e Λ^* . Questi parametri non possono essere stimati da un numero ristretto di serie di dati, per cui l'analisi parte dalla possibilità di considerare le 66 stazioni come appartenenti ad un'unica zona al primo livello. I risultati ottenuti dall'analisi del I° livello e II° livello di regionalizzazione sono stati ricavati con riferimento ad un'ipotesi di invarianza dei parametri θ^* e Λ^* . L'analisi del primo livello suggerisce la presenza di un'unica zona omogenea comprensiva di tutte le stazioni della regione.

Analogamente alla procedura operata al primo livello di regionalizzazione, la successiva verifica dell'ipotesi di un'unica zona omogenea è stata effettuata attraverso il confronto delle distribuzioni di frequenza cumulata dei valori osservati del coefficiente di variazione CV e di quelli generati, ottenendo un ottimo risultato che convalida ulteriormente l'ipotesi di intera regione omogenea con un valore costante di Λ_1 . Alla luce di tali risultati, è stato possibile assumere realistica l'ipotesi di un'unica zona omogenea al primo e al secondo livello di regionalizzazione.

Nel riquadro a seguire (tabella 12) si riportano i valori numerici dei parametri di interesse per lo studio.

	θ^*	Λ^*	Λ_1
Puglia settentrionale	2.3515	0.7721	44.629

Tabella – Parametri d'interesse.

La distribuzione regionale della probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata $X_{d,TR}$ viene espressa in funzione di una quantità K_{TR} , detta *fattore probabilistico di crescita*, funzione del periodo di ritorno T_R e indipendente dalla durata.

Tale fattore è, in generale, funzione del tempo di ritorno T_R ed è definito dal rapporto seguente:

$$K_T = \frac{X_{d,T}}{\mu(X_{d,T_R})}$$

essendo $X_{d,TR}$ il massimo annuale di precipitazione per assegnata durata e tempo di ritorno.

La curva di distribuzione di probabilità di tale rapporto ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della distribuzione di probabilità della $X_{d,TR}$. Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea previamente identificata, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno T_R ed il fattore di crescita K_{TR} , potendo ritenere trascurabile la variabilità del fattore di crescita con la durata. Infatti, calcolando, nelle stazioni disponibili, le medie pesate dei coefficienti di asimmetria e dei coefficienti di variazione alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria.

L'indipendenza dalla durata di K_{TR} autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti

con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

Sulla scorta dei valori regionali dei parametri θ^* , Λ^* e $\Lambda 1$, è possibile calcolare la curva di crescita per la Puglia settentrionale, anche se tale fattore può essere calcolato in funzione di T_R attraverso la approssimazione asintotica della curva di crescita, che ha la seguente forma:

$$K_{TR} = a + b * \ln(T_R)$$

in cui i parametri a e b sono esprimibili in funzione dei valori regionali di θ^* , Λ^* e $\Lambda 1$.

Per la Puglia settentrionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, quindi, la seguente:

$$K_T = 0.5648 + 0.415 * \ln T_R$$

Per la Puglia centro-meridionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, invece, la seguente:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 * \ln T_R$$

anche se va rimarcato come l'utilizzo di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per $T < 50$ anni e superiori al 5% per $T < 100$ anni.

I valori di K_T utilizzati nel caso in esame sono riportati nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)	50	200	500	5	10	25	100
K(T) Zona 1-2-3-4	2,188	2,764	3,144	1,233	1,520	1,901	2,476
K(T) Zona 5-6	2,181	2,897	3,370	0,991	1,349	1,823	2,539

Tabella - Valori di K_T al variare della zona e del tempo di ritorno.

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali. Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_d) = a d^n$$

essendo **a** ed **n** due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di *curva di probabilità pluviometrica*.

Per l'intera regione pugliese si hanno le seguenti zone omogenee di 3° livello:

- nell'area della Puglia settentrionale, il VAPI Puglia fornisce l'individuazione di 4 aree omogenee dal punto di vista del legame fra altezza di precipitazione giornaliera $\mu(X_g)$ e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori $\mu(X_g)$ e le quote sul mare h ;

- nell'area centro-meridionale della Puglia (dove ricade l'intervento in oggetto), il VAPI fornisce l'individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota sul livello medio mare per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese - Murgia Centrale e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale.



Figura 9 - Regione Puglia: zone omogenee al 3° livello.

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, è generalizzata nella forma:

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, è generalizzata nella forma:

$$\mu(X_d) = a d^{(Ch+D+\ln \alpha - \ln a) / \ln 24}$$

in cui a è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_d)$ relativi alle serie con $N \geq 10$ anni ricadenti in ciascuna zona omogenea e $\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e quelle di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità.

Per la Puglia il valore del coefficiente α è risultato praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89; C e D rappresentano invece i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare. Per le zone individuate, i valori dei parametri sono riportati nel riquadro a seguire.

Zona	α	a	C	D	N
1	0,89	28,66	0,000503	0,720	-
2	0,89	22,23	-	-	0,247
3	0,89	25,325	0,000531	0,696	-
4	0,89	24,7	-	-	0,256
5	0,89	28,2	0,0002	0,628	-
6	0,89	33,7	0,0022	0,666	-

Tabella . - Coefficienti del terzo livello di regionalizzazione

Quindi, per ottenere l'altezza di precipitazione della zona di interesse si deve moltiplicare il fattore di crescita (K_T) per la precipitazione media:

$$h = K_T \cdot \mu(X_d)$$

I bacini idrografici determinati ricadono all'interno della zona 5.

Analisi regionale delle piogge in puglia

Al fine di calcolare gli idrogrammi di piena da utilizzare come input nei modelli di calcolo idraulici è necessario, in prima battuta, stabilire gli ietogrammi di pioggia che consentiranno di applicare i modelli afflussi-deflussi per la determinazione delle portate di piena. Per questo motivo è necessario effettuare un'analisi statistica degli eventi piovosi verificatisi in passato che, attraverso l'analisi di un campione significativo di dati storici, consente di determinare le Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) dalle quali si determina lo ietogramma di pioggia. Per far fronte alle indicazioni dell'Autorità di Bacino della Puglia, in linea tra l'altro con la normativa nazionale, in questo studio viene applicata la metodologia di analisi riportata nel VAPI Puglia, fondata sulla funzione di distribuzione di probabilità (fdp) TCEV che verrà brevemente descritta nel seguito. La TCEV ha la caratteristica di conferire al modello idrologico maggiore flessibilità e capacità di adattamento alle serie di dati disponibili, tuttavia occorre disporre di una serie storica di dati sufficientemente lunga per non incorrere in errori di campionatura. Per ovviare a questo problema il GNDCI ha messo a punto una procedura di regionalizzazione (Beran et al. 1986) che ha permesso di determinare i parametri della TCEV su tutto il territorio pugliese estendendo, in questo modo, la lunghezza delle serie storiche. In base alla zonizzazione si ha:

$$\begin{aligned} \text{Zona 1: } & x(t,z) = 26.8 t^{[(0.720+0.00503 z)/3.178]} \\ \text{Zona 2: } & x(t) = 22.23 t^{0.247} \\ \text{Zona 3: } & x(t,z) = 25.325 t^{[(0.696+0.00531 z)/3.178]} \\ \text{Zona 4: } & x(t) = 24.70 t^{0.256} \\ \text{Zona 5: } & x(t,z) = 28.2 t^{[(0.628+0.0002 z)/3.178]} \\ \text{Zona 6: } & x(t,z) = 33.7 t^{[(0.488+0.0022 z)/3.178]} \end{aligned}$$

Le procedure di regionalizzazione descritte in precedenza hanno consentito, quindi, di determinare le curve di possibilità climatiche al variare del tempo di ritorno.

In particolare tutti i bacini delle opere d'interventi ricadono interamente nella Zona 5.

Il rapporto VAPI Puglia assegna alla Zona 5 la seguente legge di variazione dei valori medi delle altezze di pioggia dei massimi annuali in funzione della durata dell'evento:

$$x(t, z) = 28.2 \cdot t^{\left(\frac{0.628+0.0002z}{3.178}\right)}$$

Ovvero la legge di pioggia sarà :

$$h = 28.2 t^{0.225}$$

8 COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI INTERVENTI

Per la verifica idraulica delle opere interferenti descritte nei paragrafi precedenti è stata seguita la procedura sintetizzata di seguito.

In particolare per ciascuna delle sezioni di attraversamento si determina:

- il bacino idrografico sotteso ad ogni sezione di attraversamento; il valore della portata media secondo la metodologia suggerita dal rapporto GNDC – VAPI Puglia - utilizzando il Modello Razionale;
- il valore della portata per periodi di ritorno $Tr=200$ anni;
- il tirante idrico nella sezione attraversata in corrispondenza degli eventi di piena con $T = 200$ anni utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS in regime di moto permanente.

Si precisa che le sezioni di calcolo sono state ricavate dalla cartografia digitale prelevata dal sito della Regione Puglia (DTM o modello digitale del Terreno) che meglio fornisce la morfologia del territorio rispetto alla cartografia IGM 25000. Le sezioni ottenute dal DTM sono state integrate ed associate con rilievi metrici eseguiti in sito necessari per individuare più in particolare l'effettiva entità del reticolo idrografico.

Per tutti gli attraversamenti inoltre sono stati eseguiti dei sopralluoghi con riprese fotografiche le quali sono state riportate nelle descrizioni di ogni attraversamento che sono esposte nei paragrafi successivi.

8.1 Stima della piena indice: modello razionale

In genere ad eventi di pioggia brevi ed intensi corrispondono, di solito, deflussi di piena, nella sezione terminale del bacino, dovuti essenzialmente allo scorrimento delle acque sui versanti e nei canali della rete idrografica. Il bilancio idrologico del bacino, durante i fenomeni di piena, può pertanto essere schematizzato considerando che fra i volumi di ingresso e quelli di uscita si stabilisce una relazione per effetto della concomitante trasformazione subita dai due sottosistemi che costituiscono il bacino: sui versanti, un'aliquota delle precipitazioni totali viene persa a causa del fenomeno dell'infiltrazione; nella rete idrografica l'aliquota delle piogge efficaci derivanti dai versanti viene invasata e trasportata nella

sezione di sbocco a costituire l'idrogramma di piena, che si manifesta con un certo ritardo nei confronti del pluviogramma che lo ha generato.

Il rapporto tra tali volumi (volume di piena e precipitazioni totali), in un prefissato intervallo di tempo, si definisce coefficiente probabilistico di piena C^* . Tale coefficiente può essere assunto a caratterizzare la risposta del bacino nei riguardi delle perdite per infiltrazione nelle seguenti ipotesi:

- la formazione del deflusso superficiale avviene per eccesso di infiltrazione ovvero con prevalente meccanismo hortoniano, non lineare ma a soglia alla scala puntuale;
- la capacità di infiltrazione è fortemente variabile, in maniera casuale, da un punto all'altro del bacino; ciò rende la trasformazione globale del bacino, da pioggia totale a pioggia efficace più lineare;
- il coefficiente C^* schematizza, con una relazione di proporzionalità diretta, la relazione capacità di infiltrazione areale - intensità di pioggia areale, che viene linearizzata nel campo dei valori di intensità di pioggia di interesse.

Il comportamento della rete idrografica, considerata alla stregua di un operatore lineare, è noto quando si conosca la risposta ad un ingresso impulsivo unitario detto anche IUH (Instantaneous Unit Hydrograph). Nell'ipotesi di adottare un pluviogramma rettangolare, l'idrogramma di piena corrispondente ha ordinata al colmo proporzionale all'intensità di pioggia per mezzo di un coefficiente di attenuazione di piena $S(d)$ (Wood & Hebson, 1986) che ha la seguente espressione analitica:

$$S(d) = \int_{t_p-d}^d u(\tau) d\tau$$

ove $\mu(\tau)$ è IUH del bacino, mentre t_p l'istante in cui avviene il picco, misurato a partire dal momento di inizio della pioggia.

La portata al colmo di piena per ciascuna unità di area risulta, quindi, proporzionale al prodotto tra il coefficiente di attenuazione della piena e il valore dell'intensità di pioggia al variare della durata d . Va evidenziato che, all'aumentare della durata d , mentre il valore dell'intensità di pioggia tende a diminuire, quello del coefficiente di attenuazione tende ad aumentare, per cui esiste un valore della durata che rende massimo tale prodotto e definisce il valore t_r che ha il significato di tempo di ritardo del bacino.

Il tempo di ritardo di un evento di piena rappresenta quindi la distanza temporale tra i baricentri dell'idrogramma di piena superficiale e lo ietogramma efficace che lo ha generato.

Ne rinviene che la piena indice può essere definita come segue:

$$\mu(Q) = \frac{C^* K_A(t_r) \mu[I_A(t_r)] A}{3.6}$$

ove A la superficie del bacino espressa in Km^2 e il fattore 3.6 tiene conto delle unità di misura normalmente utilizzate nella valutazione delle grandezze di interesse.

I parametri del modello, cioè il coefficiente di piena C^* e il tempo di ritardo del bacino t_r possono essere valutati in base alle seguenti espressioni valide su base regionale:

$$C^* = 0.09 + 0.47 (1 - PE)$$

$$t_r = 0.344A^{0.5}$$

nelle quali **PE** è la percentuale di superficie del bacino caratterizzata da permeabilità medioelevata. La valutazione dell'intensità della pioggia media sull'intero bacino viene effettuata attraverso il coefficiente di riduzione areale $K_A(d)$ che ha espressione:

$$K_A(d) = 1 - \left[1 - e^{-c_1 A} \right] e^{-c_2 d^{c_3}}$$

ove i coefficienti c_1 , c_2 e c_3 valgono rispettivamente 0.0021, 0.53 e 0.25.

8.2 Valutazione del fattore probabilistico di crescita delle portate

Alla stregua di quanto già condotto in merito alle precipitazioni, è necessario al fine di valutare le portate di piena al variare del tempo di ritorno, stimare il valore assunto dal fattore probabilistico al variare dei parametri individuati nella stima dei due primi livelli di regionalizzazione. In particolare per la Puglia, l'analisi regionale delle portate conduce all'individuazione di un'unica zona omogenea ai primi due livelli. Essa è caratterizzata dai seguenti valori dei parametri della TCEV:

$$\theta^* = 2.654 \quad \Lambda^* = 0.350 \quad \Lambda_1 = 5 \quad \eta = 2.937$$

Tali valori permettono, attraverso la (1), di ottenere numericamente i valori dei coefficienti probabilistici di piena al variare del tempo di ritorno. Alcuni di essi sono riportati a seguire.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
$K_T(Q)$	0.83	1.39	1.85	2.37	2.55	2.95	3.15	3.76	4.39	5.22	5.84

Analogamente a quanto già effettuato con le piogge, il fattore probabilistico di crescita delle portate può essere approssimati con una relazione avente espressione:

$$K_T(Q) = -0.4007 + 0.904 \ln T \quad (1)$$

che determina errori nella stima di $K_T(Q)$ sempre inferiori al 10%.

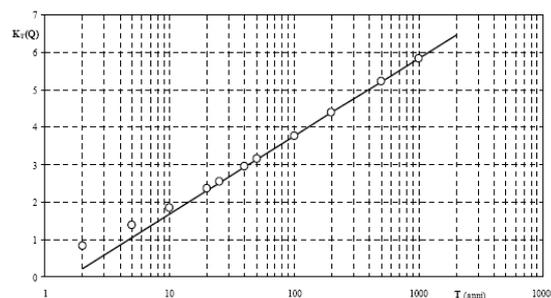


Figura 10 - Fattore probabilistico di crescita delle portate

8.3 Valutazione delle piene indice e delle portate di piena dei bacini sottesi alle sezioni di calcolo

A seguire sono riportati i valori delle portate massime che interessano i bacini in esame, calcolate con le metodologie illustrate in precedenza. Allo scopo si sono considerati tempi di ritorno variabili tra i 5 e 500 anni, calcolando contestualmente il coefficiente udometrico u (in l/s ha), ottenuto dai valori delle suddette portate massime qualora divise per la superficie del bacino.

I valori delle portate massime così calcolate hanno costituito la base per le verifiche successive.

In particolare, si è scelto di fare riferimento, nei calcoli idraulici, al **modello razionale**. Va osservato che l'informazione geomorfologia del bacino in esame è stata derivata, in via informatica, avvalendosi della base cartografica CTR 5.000 attraverso sistema informativo territoriale (rif. elab. 0.4.1 relazione idrologica).

MODELLO RAZIONALE

Q_T	$k_T Q_m$	
Q_m	$C \cdot k_A(t_r) I(t_r) A/3,6$	mc/s
C	$0,09+0,47(1-PE)$	
PE	rapporto tra area ad elevata-media permeabilità e area totale del bacino	
t_r	tempo di ritardo del bacino, valutato secondo la relazione	
t_r	$0,344 A^{0,5}$	
A	area del bacino in kmq	
k_A	coefficiente di riduzione areale, variabile di A (kmq) e t_r (durata dell'evento di pioggia)	
k_A	$1 - (1 - e^{(-0,021A)}) e^{(-0,53t_r^{0,25})}$	
$I(t_r)$	intensità di pioggia da ricavare come rapporto tra $h(t_r)/t_r$	
$h(t_r)$	legge di variazione pluviometrica valida per il bacino	
k_T	fattore di crescita dipendente dal tempo di ritorno T dell'evento di piena	
k_T	$-0,4007 + 0,904 \ln T$	

Con l'utilizzo del modello razionale sono stati ricavati, per differenti tempi di ritorno e per ciascun bacino per il quale è stata necessaria la verifica idraulica, i valori riportati nelle tabelle seguenti ed in cui:

T = tempo di ritorno; Kt = fattore di crescita dipendente dal tempo di ritorno T dell'evento di piena; u =coefficiente udometrico; Q_i =Portata indice; Q =Portata massima per fissato periodo di ritorno;

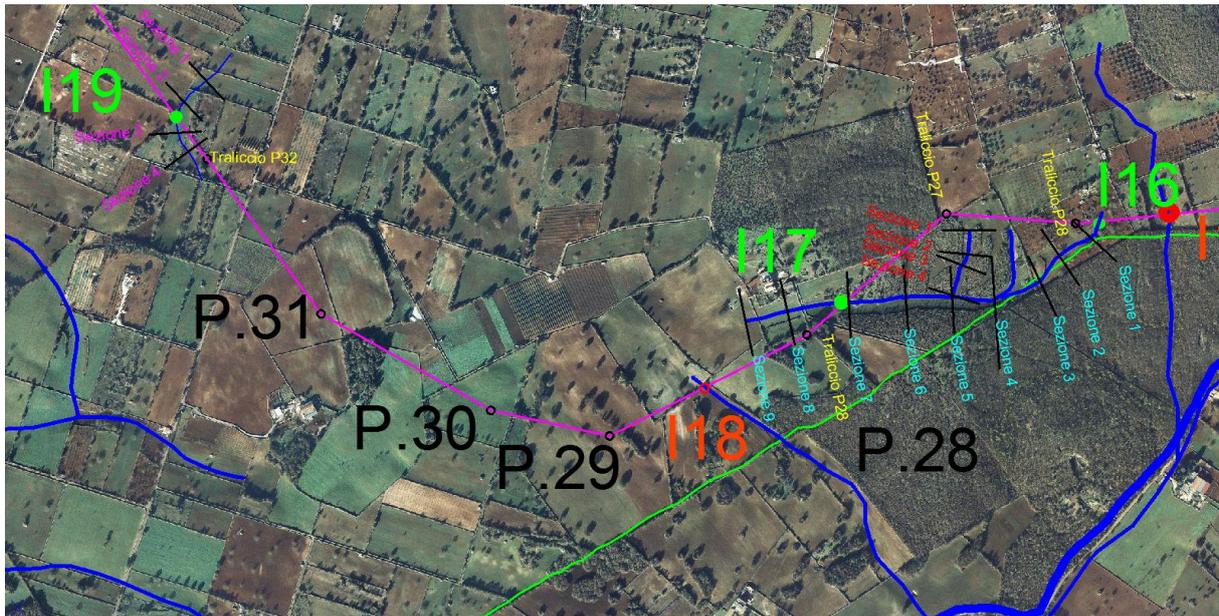
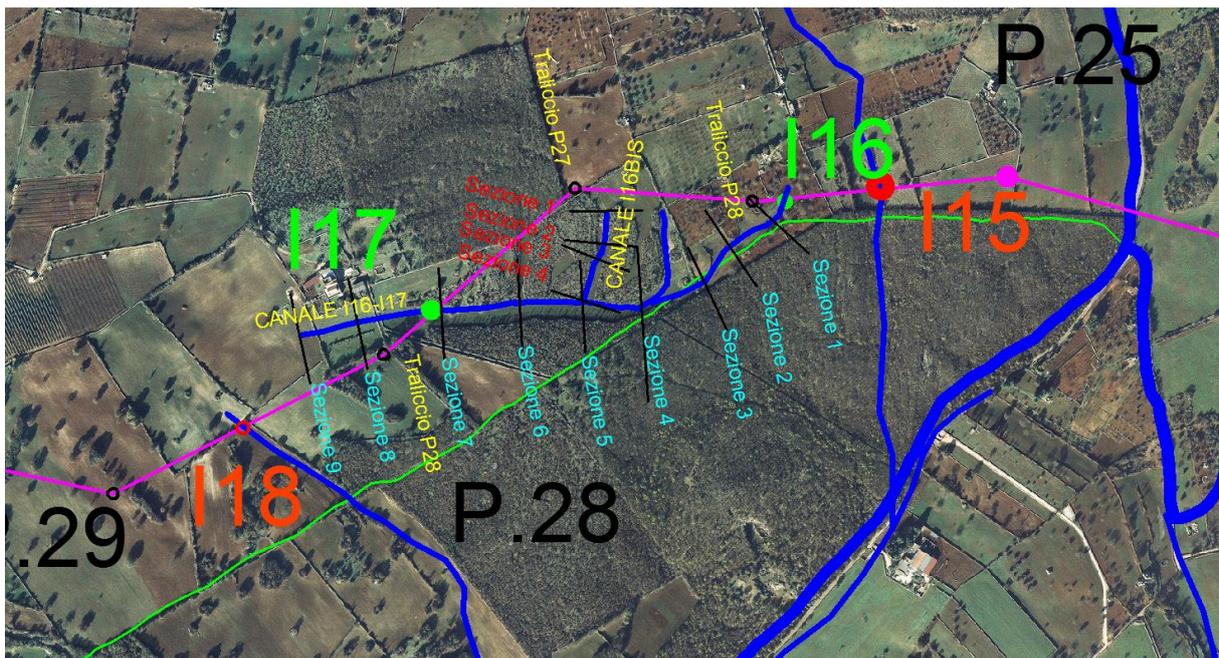


Figura 11 – Indicazione su ortofoto dei canali per i quali è resa necessaria la verifica idraulica

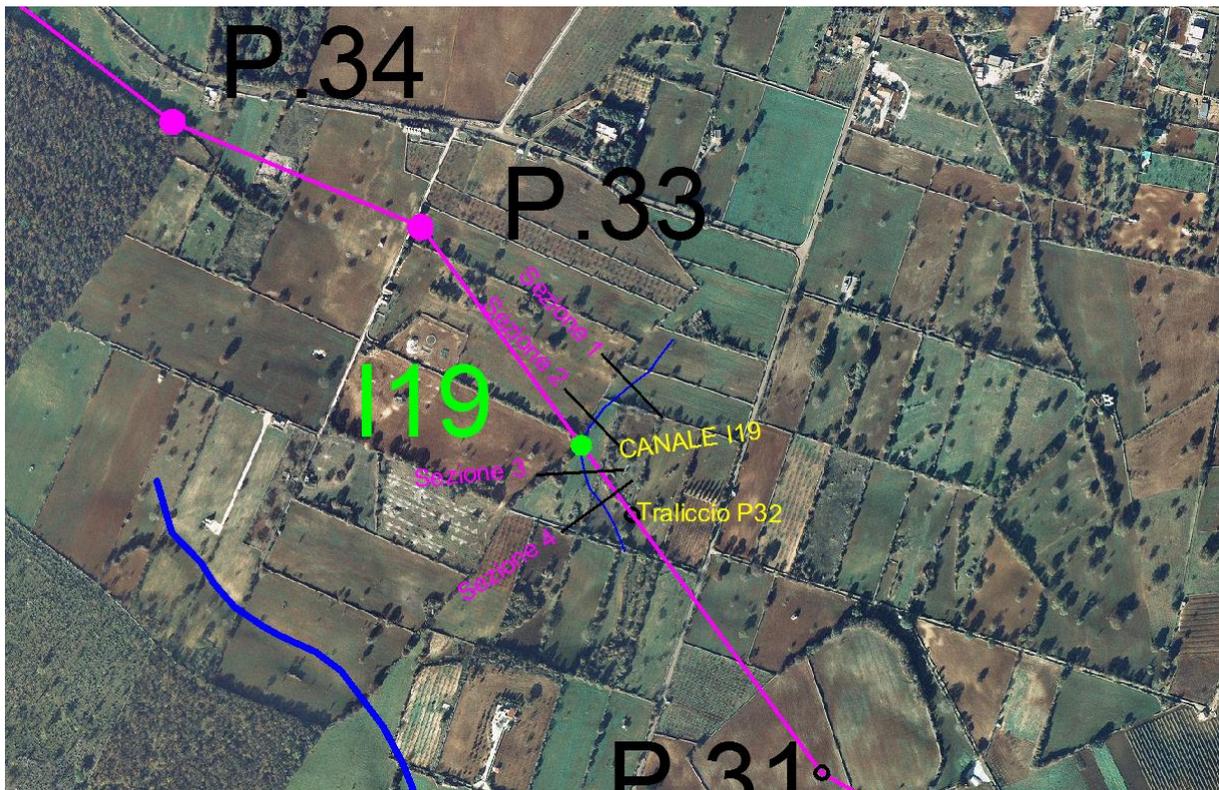


Calcolo Portate con modello Razionale -Canale I16-I17								
	Area [kmq]	Qm [mc/sec]	kt =50	Q30 [mc/sec]	kt =200	Q200 [mc/sec]	kt=500	Q500 [mc/sec]
sezione 1	0.0176085	0.229	3.15	0.72	4.390	1.01	5.22	1.20
sezione 2	0.035217	0.459	3.15	1.45	4.390	2.02	5.22	2.40
sezione 3	0.0528255	0.688	3.15	2.17	4.390	3.02	5.22	3.59
sezione 4	0.070434	0.918	3.15	2.89	4.390	4.03	5.22	4.79
sezione 5	0.0880425	1.147	3.15	3.61	4.390	5.04	5.22	5.99
sezione 6	0.105651	1.377	3.15	4.34	4.390	6.05	5.22	7.19
sezione 7	0.1232595	1.606	3.15	5.06	4.390	7.05	5.22	8.39
sezione 8	0.140868	1.836	3.15	5.78	4.390	8.06	5.22	9.58
sezione 9	0.1584765	2.065	3.15	6.51	4.390	9.07	5.22	10.78
sezione 10	0.176085	2.295	3.15	7.23	4.390	10.08	5.22	11.98

Tabella : Stime delle portate con modello Razionale nelle diverse sezioni Canale I16-I17

Calcolo Portate con modello Razionale -Canale I16 Bis								
	Area [kmq]	Qm [mc/sec]	kt =50	Q30 [mc/sec]	1.01	Q200 [mc/sec]	kt	Q500 [mc/sec]
sezione 1	0.0098	0.23	3.15	0.72	4.39	1.01	5.22	1.20
sezione 2	0.0197	0.46	3.15	1.45	4.39	2.02	5.22	2.40
sezione 3	0.0295	0.69	3.15	2.17	4.39	3.03	5.22	3.60
sezione 4	0.0394	0.92	3.15	2.89	4.39	4.03	5.22	4.80

Tabella : Stime delle portate con modello Razionale nelle diverse sezioni Canale I16bis



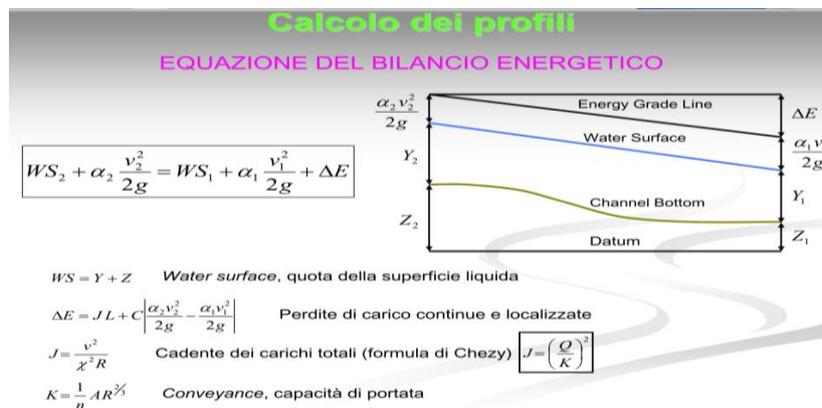
Calcolo Portate con modello Razionale -Canale I19								
	Area [kmq]	Qm [mc/sec]	kt =50	Q30 [mc/sec]	kt =200	Q200 [mc/sec]	kt=500	Q500 [mc/sec]
sezione 1	0.0610	0.64	3.15	2.02	4.39	2.82	5.22	3.35
sezione 2	0.1221	1.28	3.15	4.04	4.39	5.63	5.22	6.70
sezione 3	0.1831	1.92	3.15	6.06	4.39	8.45	5.22	10.05
sezione 4	0.2442	2.57	3.15	8.08	4.39	11.27	5.22	13.40

Tabella : Stime delle portate con modello Razionale nelle diverse sezioni Canale I16bis

8.4 Metodologia utilizzata per le verifiche idrauliche

Al precedente paragrafo sono state valutate le portate indice e le portate massime per fissati tempi di ritorno sui sottobacini di interesse adottando il modello razionale.

Per le opere in progetto che interessano aree tutelate come definite dagli art. 6 e 10 delle NTA del PAI, sono state eseguite verifiche idrauliche in regime di moto permanente utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS, ai sensi dell'art. 36 delle NTA del PAI. Il software HEC-RAS è il frutto di una lunga evoluzione dei codici di calcolo, finalizzati allo studio della propagazione delle piene nei corsi d'acqua del HEC. Il software HEC-RAS permette di modellare la propagazione di una corrente lungo un corso d'acqua utilizzando uno schema unidimensionale sia in condizioni di moto permanente che in condizioni di moto vario. Il sistema di calcolo è concepito per applicazioni nella sistemazione dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali e per gli studi finalizzati alla determinazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno in caso di esondazioni dai corsi d'acqua, determinando la variazione del pelo libero per condizioni di moto permanente o gradualmente variato. La procedura di calcolo è basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale. Le perdite di energia considerate sono dovute alla scabrezza (eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica.



8.5 Descrizione interferenze e verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche non sono state eseguite per tutti le intersezioni delle opere in progetto con i reticoli idrografici in quanto per alcuni, sia i sopralluoghi che le analisi delle cartografie aggiornate hanno dimostrato una situazione dello stato di fatto differente da ciò che riportato sulla cartografia IGM.

La tabella seguente fornisce uno schema sintetico sulle verifiche idrauliche eseguite nel presente studio:

Attraversamenti	Verifiche idraulica	Note
I16-I17-I19	Eseguita	
I1 -I2-I3- I4- I5	Non eseguita	Dai sopralluoghi eseguiti non si evince la presenza di alcuna linea di ruscellamento e/o linea di impluvio..
I6 - I7 - I8 - I10 -I11 - I12 - I13 -I14 - I15 - I19	Non eseguita	Le opere in progetto sono esterne alla fascia di pertinenza fluviale dell'ampiezza di 75,00 m o 150m, contornate alle aree golenali quando morfologicamente individuate dalla carta IGM 1:25000.

Di seguito sono riportati, per ciascuna interferenza con il reticolo idrografico, le descrizioni degli attraversamenti e le verifiche idrauliche eseguite. Laddove non sia stata eseguita nessuna verifica, viene descritto l'attraversamento e la situazione dello stato di fatto nonché le motivazioni che hanno condotto a non ritenere di dover eseguire alcuna verifica idraulica.

8.5.1 Descrizione attraversamento I1

La linea AT per un primo tratto è interrata e realizzata completamente su sede stradale esistente asfaltata comunale denominata Strada Porcile Palesi intercetta il reticolo idrografico privo di denominazione indicato con il nome attraversamento I1. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000.

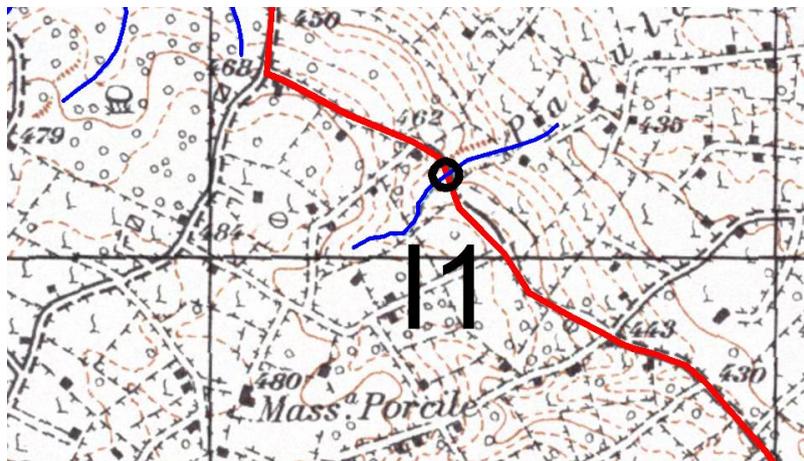


Figura 12 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione del Tracciato del cavidotto e interferenza I1.

Si evidenzia che tale intersezione non è stata rilevata da un'analisi dello stato di fatto come si evidenzia nelle riprese fotografiche a seguire. Nello specifico inoltre non si rileva la presenza di nessun attraversamento o manufatto che indica il passaggio del reticolo sotto la sede stradale. Il reticolo nella fattispecie si sviluppa fuori la sede stradale come di seguito mostrato, non interferendo in alcun modo con il tracciato del cavidotto. Si fa osservare inoltre che la strada si attesta a quota superiore rispetto all'impluvio, di fatto al sede stradale si attesta in prossimità dell'interferenza a quota 456 m.s.l.m mentre la linea d'impluvio si attesta a quota 450 m.s.l.m.

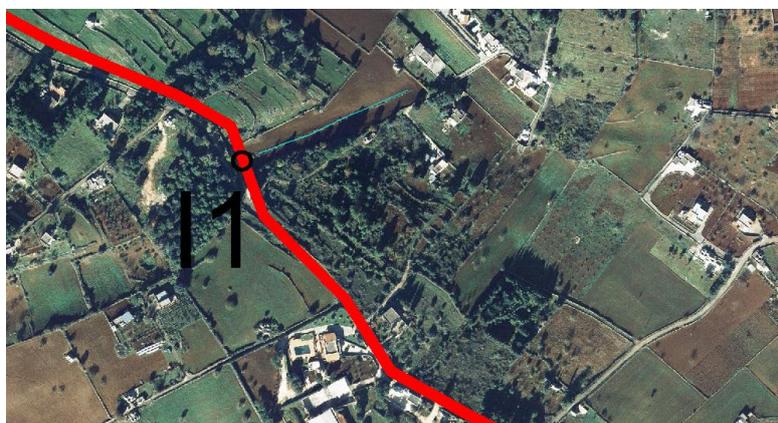


Figura 13 - Planimetria su ortofoto con indicazione del tracciato del cavidotto e del reale andamento del reticolo.



Figura 14 – Visualizzazione tridimensionale, con indicazione del tracciato del cavidotto e del reale andamento del reticolo.



Figura 15 – Ripresa fotografica, con indicazione del tracciato del cavidotto e del tracciato del reticolo.

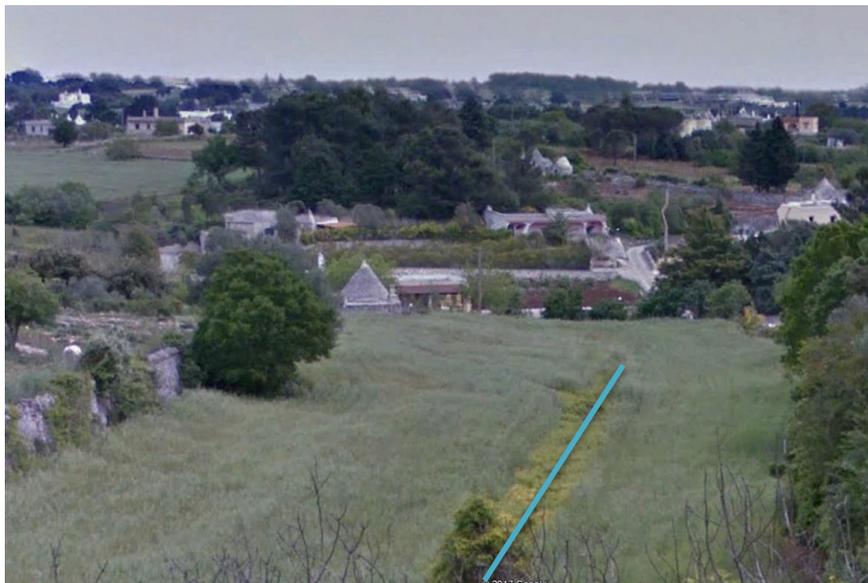


Figura 16 – Ripresa fotografica, con indicazione del reticolo.

8.5.2 Descrizione attraversamento I2

L' interferenza I2 è individuata su strada Strada Porcile Palesi con il reticolo idrografico privo di denominazione su carta IGM 1:25000.

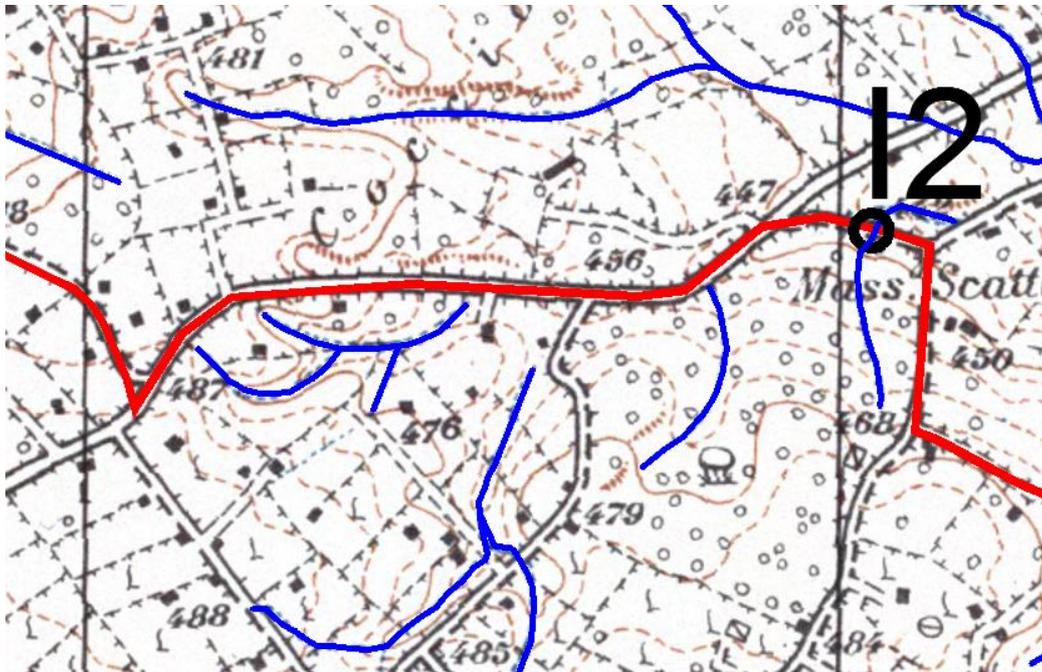


Figura 17 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione del Tracciato del cavidotto e interferenza I2.

Da carta IGM si rilevano diverse linee d'impiuvio, che non interferiscono in alcun modo con la strada dove si prevede il passaggio del cavidotto e anzi non risultano da un'analisi dello stato di fatto evidenti sul territorio.

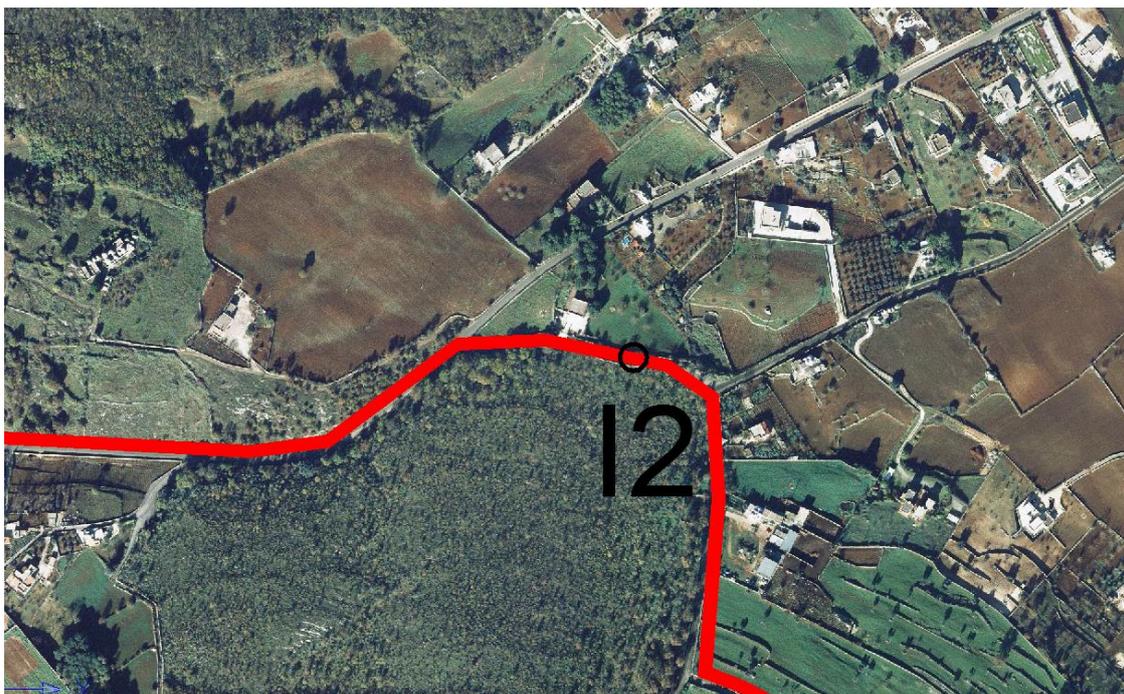


Figura 18 - Planimetria su ortofoto con indicazione del tracciato del cavidotto.

Nello specifico non si rileva la presenza di nessun attraversamento o manufatto che indica il passaggio del reticolo sotto la sede stradale comunale, lo stesso anche per il passaggio sulla sede stradale statale SS581.



Figura 19 – Ripresa fotografica, con indicazione del tracciato del cavidotto , non si riscontra presenza di opere d'attraversamento e presenza di reticoli



Figura 20 – Visualizzazione tridimensionale, con indicazione del tracciato del cavidotto (non si rileva reticolo)



Figura 21 – Ripresa fotografica, con indicazione del tracciato del cavidotto.

8.5.3 Descrizione attraversamento I3

L' interferenza I3 è individuata su strada Strada Bradamonte con il reticolo idrografico privo di denominazione su carta IGM 1:25000.

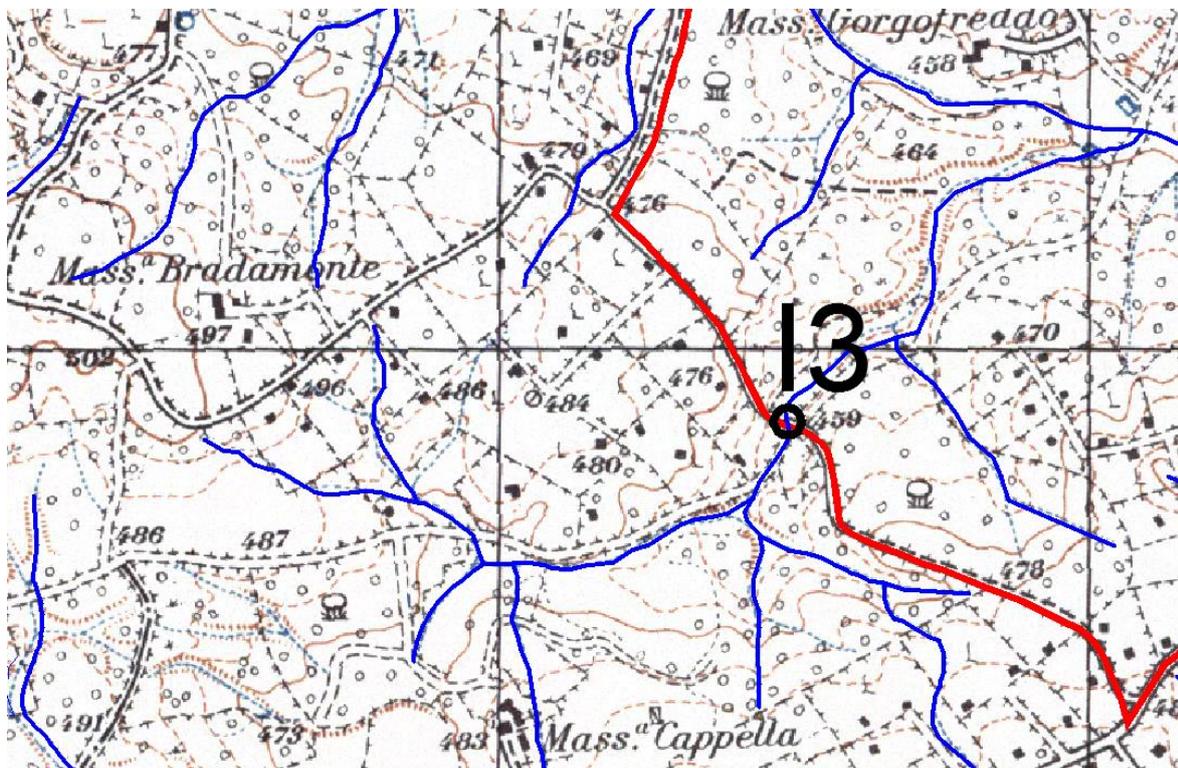


Figura 22 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione del Tracciato del cavidotto e interferenza I3.

Si evidenzia che tale intersezione non è stata rilevata da un'analisi dello stato di fatto, come si evidenzia nella planimetria da ortofoto e riprese fotografiche a seguire.

Nello specifico inoltre non si rileva la presenza di nessun attraversamento o manufatto che indica il passaggio del reticolo sotto la sede stradale comunale.

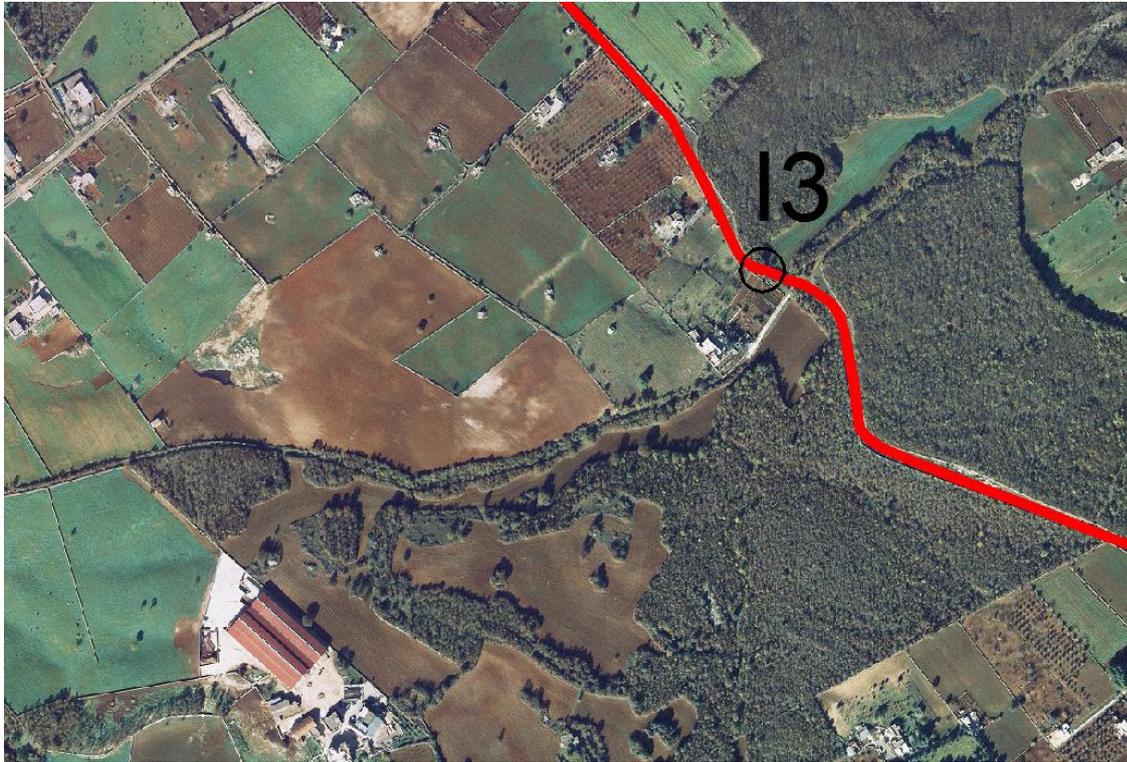


Figura 23 - Planimetria su ortofoto con indicazione del tracciato del cavidotto e dell'interferenza I3



Figura 24 Visualizzazione tridimensionale, con indicazione del tracciato del cavidotto (non si rileva reticolo)

Come si osserva è presente una linea d'impluvio distante dalla sede stradale e non si rilevano altre particolari incisioni assimilabili a canali o impluvi.



Figura 25 – Ripresa fotografica, con indicazione del tracciato del cavidotto (non si rileva presenza di attraversamenti idraulici)

2.6 Descrizione attraversamento I4

L' interferenza I4 è individuata su strada Strada Bradamonte con il reticolo idrografico privo di denominazione su carta IGM 1:25000.

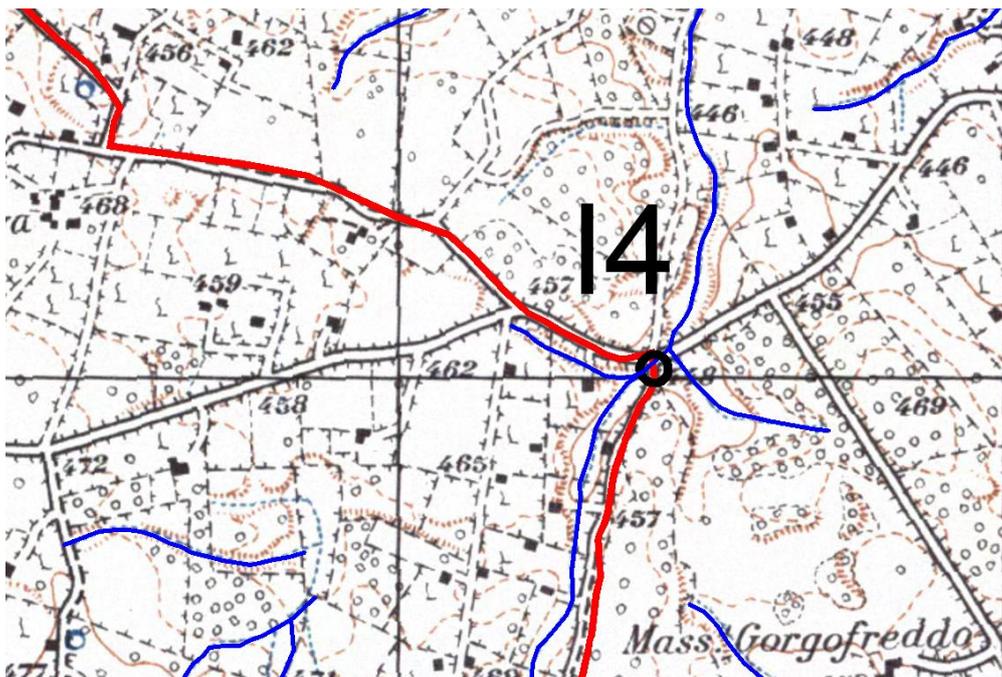


Figura 26 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione del Tracciato del cavidotto e interferenza I4.

Dall'analisi dello stato di fatto, come si evidenzia nella planimetria da ortofoto e riprese fotografiche a seguire, tale interferenza non è stata riscontrata.

Nello specifico inoltre non si rileva la presenza di nessun attraversamento o manufatto che indica il passaggio del reticolo sotto la sede stradale comunale.

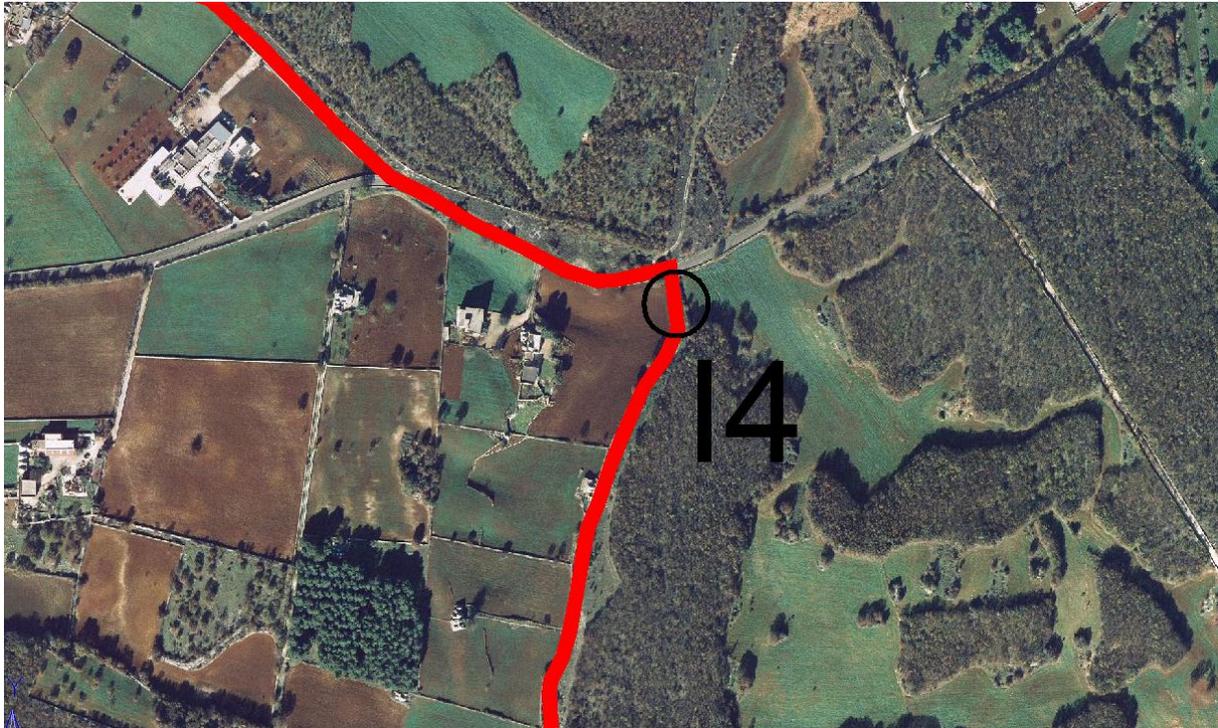


Figura 27 - Planimetria su ortofoto con indicazione del tracciato del cavidotto e dell'interferenza I4



Figura 28 – Ripresa fotografica, con indicazione del tracciato del cavidotto (non si rileva la presenza di reticolo idraulico né di attraversamenti sotto sede stradale)

2.7 Descrizione attraversamento I5

L'interferenza I5 è stata indicata in prossimità dell'impluvio cartografato come su carta IGM 1:25000.



Figura 29 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione del Tracciato del cavidotto e interferenza I5.

Si evidenzia che da un'analisi dello stato di fatto, come si evidenzia nella planimetria da ortofoto e riprese fotografiche a seguire, non vi è presenza di attraversamenti su strada e le linee d'impluvio non risultano evidenti.



Figura 30 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione del Tracciato del cavidotto e interferenza I5.



Figura 31 – Ripresa fotografica, con indicazione del tracciato del cavidotto (non si rileva la presenza di reticolo idraulico né di attraversamenti sotto sede stradale)

Il tracciato del cavidotto seguirà la sede stradale. Per tutto il tratto di elettrodotto in cavo interrato è prevista su sede la posa a “trifoglio” il cui schema tipico è rappresentato nella figura seguente:

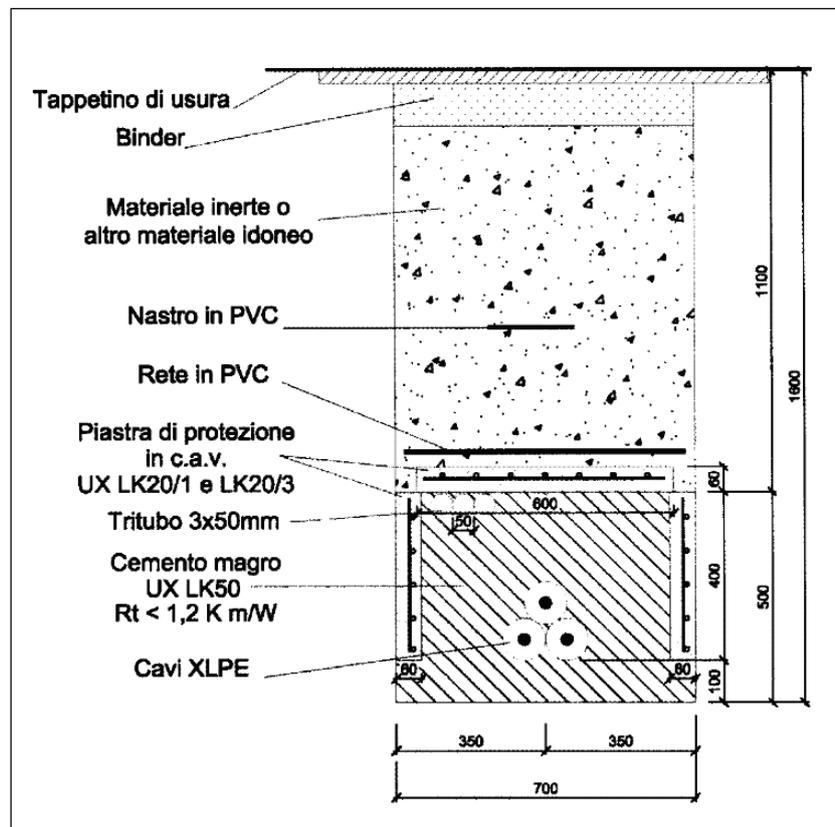


Figura 32 – Particolare sezione di scavo su strade .

8.5.4 Descrizione attraversamenti I6-I7

I tralicci P.3, P.4 e P.5 , rilevati in corrispondenza delle interferenze I7 ed I6 sono esterni alla fascia di pertinenza fluviale del reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM 1:25000. Per il reticolo idrografico, è stato possibile individuare morfologicamente e da carta IGM l'area golenale (Allegato 3 della Relazione Idraulica); la fascia di pertinenza è stata quindi considerata come fascia di metri 75, in destra e sinistra idraulica, contermina all'area golenale (artt. 6 e 10 delle NTA del PAI).

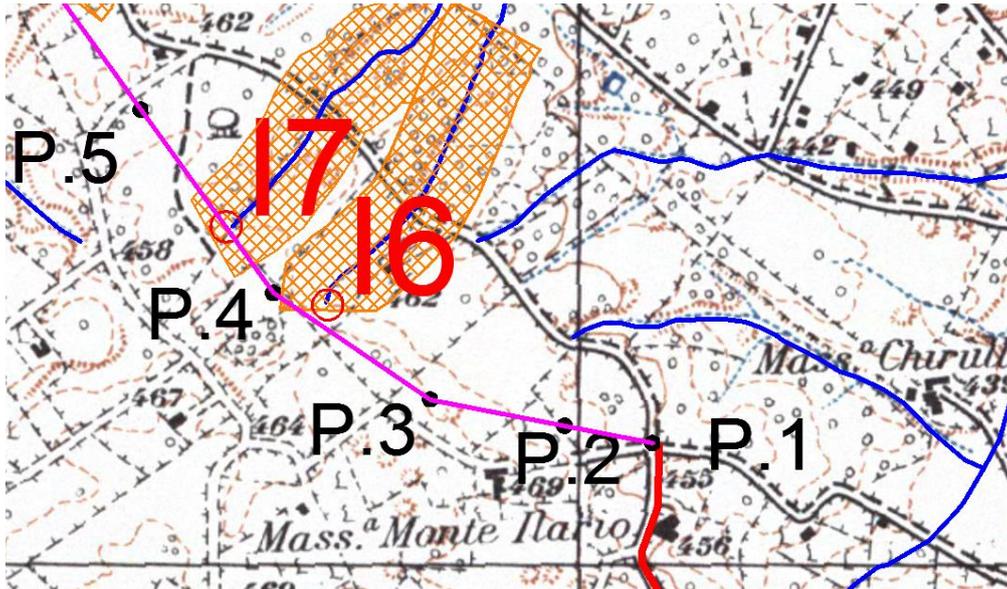


Figura 33 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione delle opere e delle fasce di pertinenza.

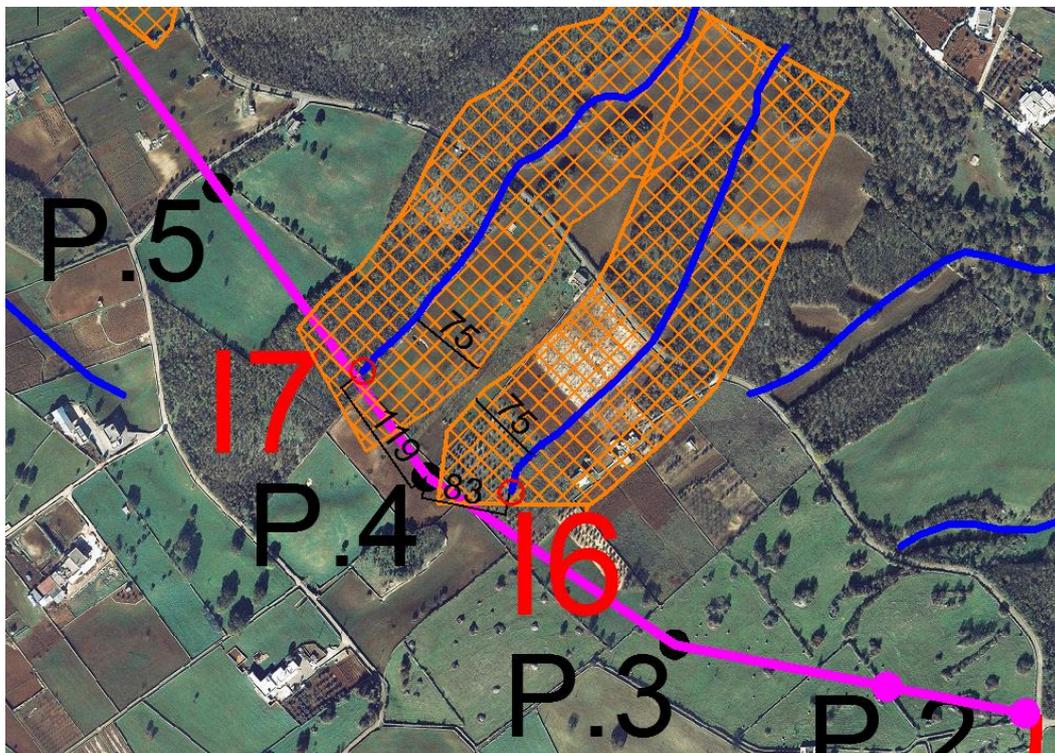


Figura 34 - Planimetria su fotopiano - In blu il reticolo idrografico rinvenuto IGM 1:25000, in arancione la fascia di pertinenza fluviale di ampiezza di 75,00 m contermina l'area golenale individuata da cartografia IGM 1:25000 .

Si fa osservare che anche da uno stato di fatto non sono evidenti le linee d'impluvio, tuttavia si è proceduto all'individuazione delle fasce di pertinenza ai sensi dell'art.6-10 delle NTA, e si osserva che i tralicci sopra indicati sono esterni a tali fasce per cui potranno essere realizzati in sicurezza idraulica.

8.5.5 Descrizione attraversamenti I8-I9

I tralicci P.6, P7, P8, P9 e P10, rilevati in corrispondenza delle interferenze I7 ed I8 sono esterni alla fascia di pertinenza fluviale di un reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM 1:25000. Per il reticolo idrografico, è stato possibile solo per parte individuare morfologicamente e da carta IGM l'area golenale (Allegato 3 della Relazione Idraulica). La fascia di pertinenza, all'esterno della quale si può asserire che le opere siano in sicurezza idraulica, è stata quindi considerata di metri 75 li dove da carta IGM 1:25000 l'area Golenale sia ben definita cartograficamente, altrimenti dove l'area golenale non è ben definita è stata considerata la fascia e 150 m (75m assunti come area golenale e 75m di sicurezza idraulica), in destra e sinistra idraulica (ai sensi artt. 6 e 10 delle NTA del PAI).

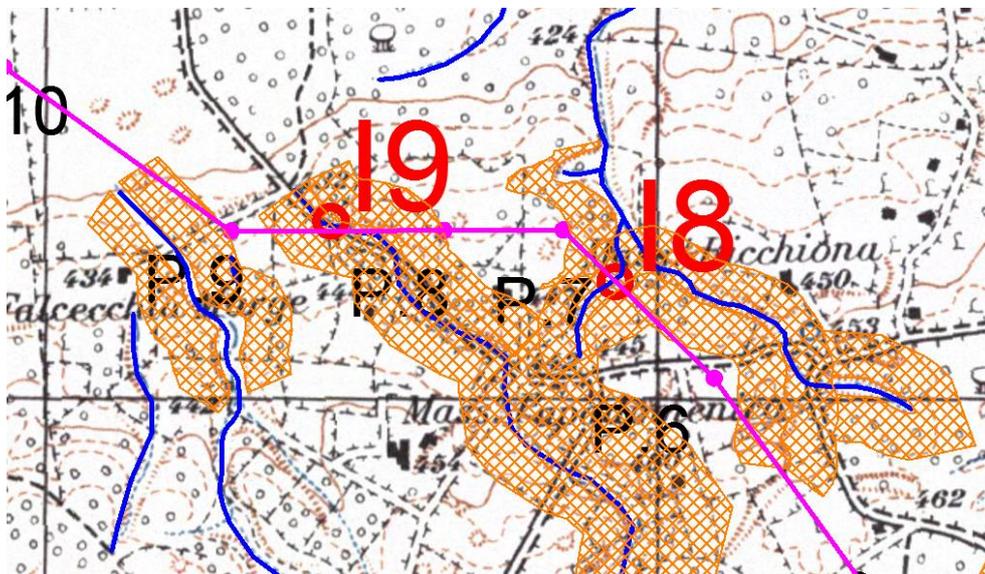


Figura 35 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione delle opere e delle fasce di pertinenza.

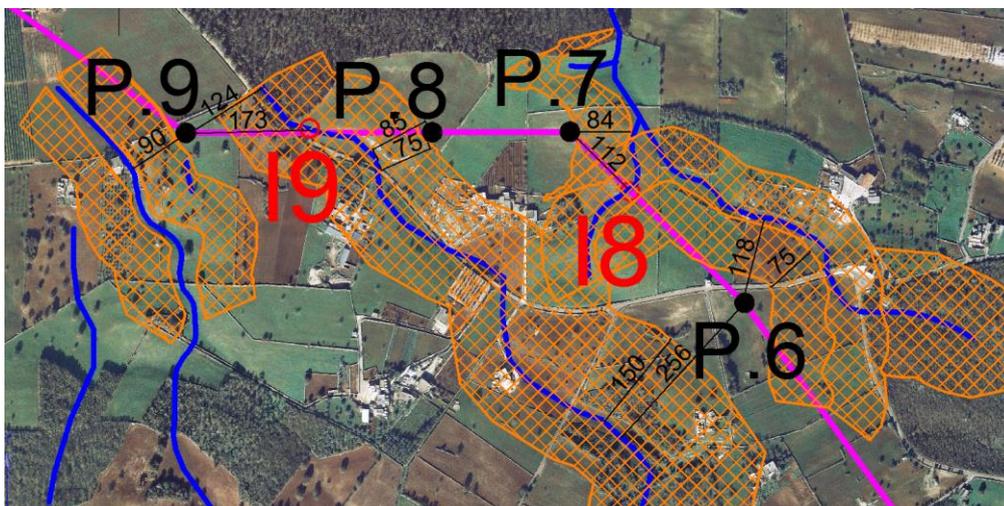


Figura 36 - Planimetria su fotopiano - In blu il reticolo idrografico rinvenuto IGM 1:25000, in arancione le fasce di pertinenza fluviale di ampiezza di 75,00 (da carta IGM) m e 150,00m ai sensi delle NTA del PAI.

Si fa osservare che anche da uno stato di fatto non sono evidenti le linee d'impiuvio, tuttavia si è proceduto all'individuazione delle fasce di pertinenza ai sensi dell'art.6-10 delle NTA, e si osserva che i tralacci sopra indicati sono esterni a tali fasce e non necessitano di verifica idraulica.

8.5.6 Descrizione attraversamento I10-I11

I tralacci P11, P12, P13, P14 e P15, rilevati in corrispondenza delle interferenze I7 ed I8 sono esterni alla fascia di pertinenza fluviale di un reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM 1:25000.

Sono state individuate morfologicamente e da carta IGM la fascia di pertinenza è stata quindi considerata la fascia di pertinenza di metri 75 (da area golenale da IGM), in destra e sinistra idraulica (artt. 6 e 10 delle NTA del PAI).

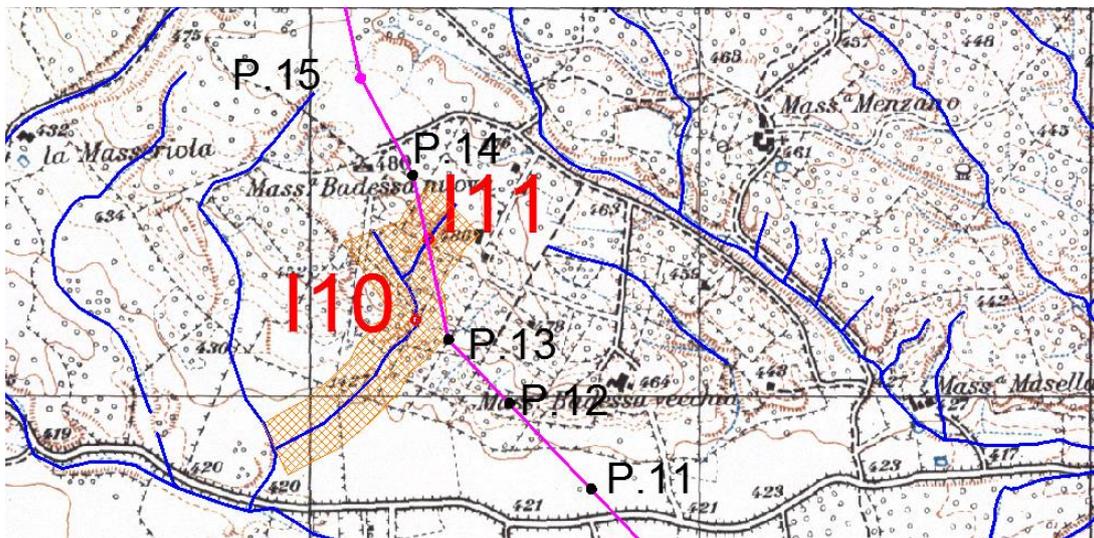


Figura 37 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione delle opere e delle fasce di pertinenza.

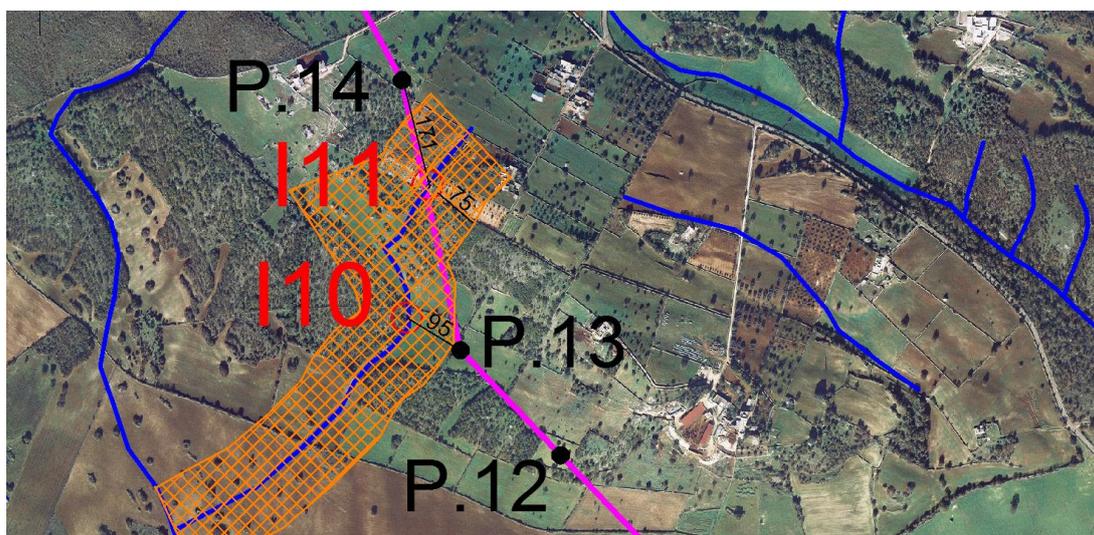


Figura 38 - Planimetria su fotopiano degli attraversamenti I10-11. In blu il reticolo idrografico rinvenuto IGM 1:25000, in arancione la fascia di pertinenza fluviale di ampiezza di 75,00 m contermina l'area golenale da IGM 1:25000.

Si fa osservare che anche da uno stato di fatto non sono evidenti le linee d'impiuvio, tuttavia si è proceduto all'individuazione delle fasce di pertinenza ai sensi dell'art.6-10 delle NTA, e si osserva che i tralacci sopra indicati sono esterni a tali fasce e non necessitano di verifica idraulica.

8.5.7 Descrizioni attraversamenti I12-I13- I14-I15

I tralicci P21, P22, P23, P24 e P25, rilevati in corrispondenza delle interferenze I12,I13,I14 ed I15 sono esterni alla fascia di pertinenza fluviale di un reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM 1:25000. Per il reticolo idrografico, è stato possibile solo per parte individuare morfologicamente e da carta IGM l'area golenale (Allegato 3 della Relazione Idraulica).La fascia di pertinenza, all'esterno della quale si può asserire che le opere siano in sicurezza idraulica, è stata quindi considerata di metri 75 lì dove da carta IGM 1:2500 l'area Golenale sia ben definita cartograficamente, altrimenti dove l'area golenale non è ben definita è stata considerata la fascia di 150 m (75m assunti come area golenale e 75m di sicurezza idraulica), in destra e sinistra idraulica (ai sensi artt. 6 e 10 delle NTA del PAI).

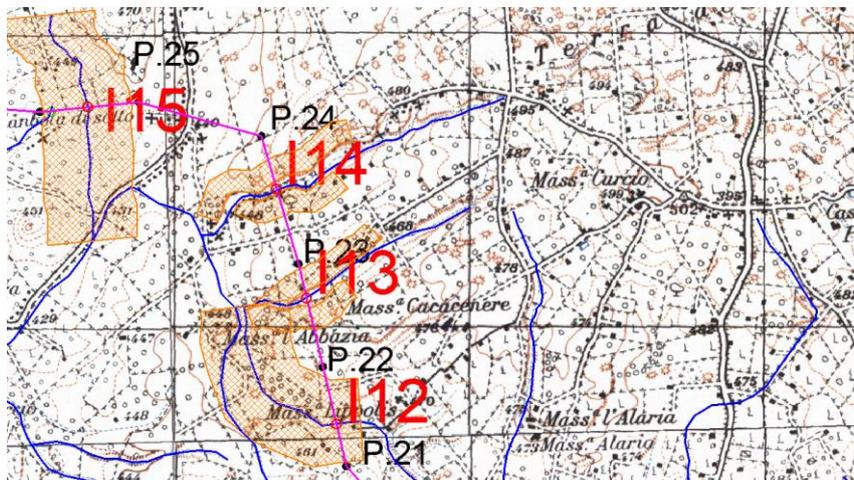


Figura 39 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione delle opere e delle fasce di pertinenza.

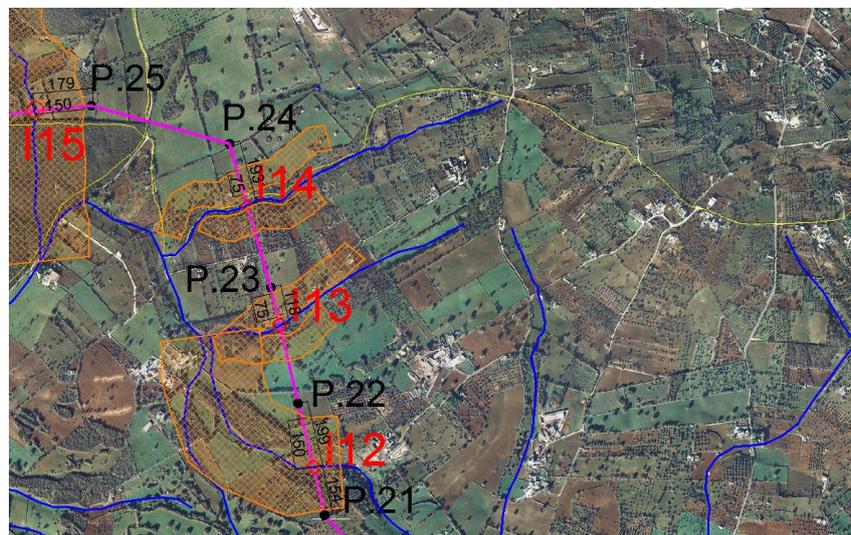


Figura 40 - Planimetria su foto piano degli attraversamenti I12-I13-I14-I15. In blu il reticolo idrografico rinvenuto su carta IGM 1:25000, in arancione la fascia di pertinenza fluviale di ampiezza di 75,00 m contermine l'area golenale da IGM 1:25000. E le fasce di 150 m quando non sono evidenti aree golenali.

Si fa osservare che anche dallo stato di fatto non sono evidenti le linee d'impluvio, tuttavia si è proceduto all'individuazione delle fasce di pertinenza ai sensi dell'art.6-10 delle NTA, e si osserva che i tralicci sopra indicati sono esterni a tali fasce per cui non necessitano di verifica idraulica.

8.5.8 Descrizione attraversamento I18

I tralicci P29 e P28, rilevati in corrispondenza dell'interferenza I18 sono esterni alla fascia di pertinenza fluviale di un reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM 1:25000.

La fascia di pertinenza, all'esterno della quale si può asserire che le opere siano in sicurezza idraulica, è stata quindi considerata di 150 m (75m assunti come area golenale e 75m di sicurezza idraulica), in destra e sinistra idraulica (ai sensi artt. 6 e 10 delle NTA del PAI).

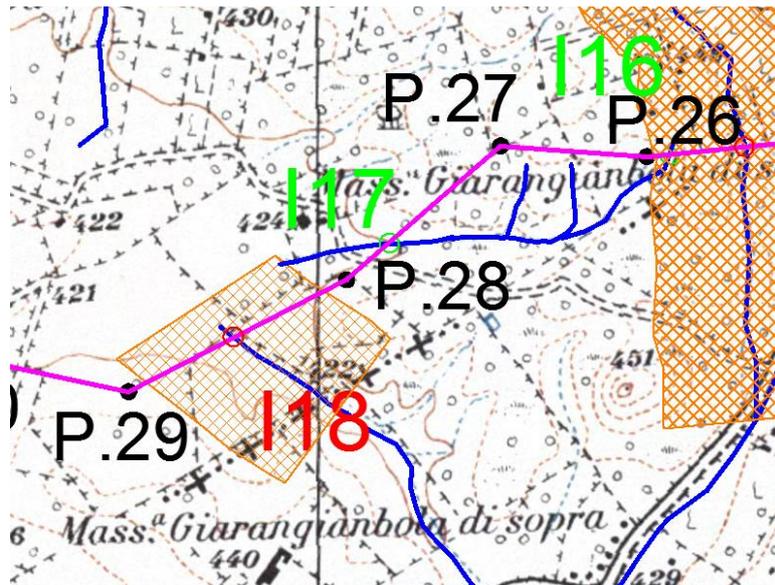


Figura 41 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione delle opere e delle fasce di pertinenza.

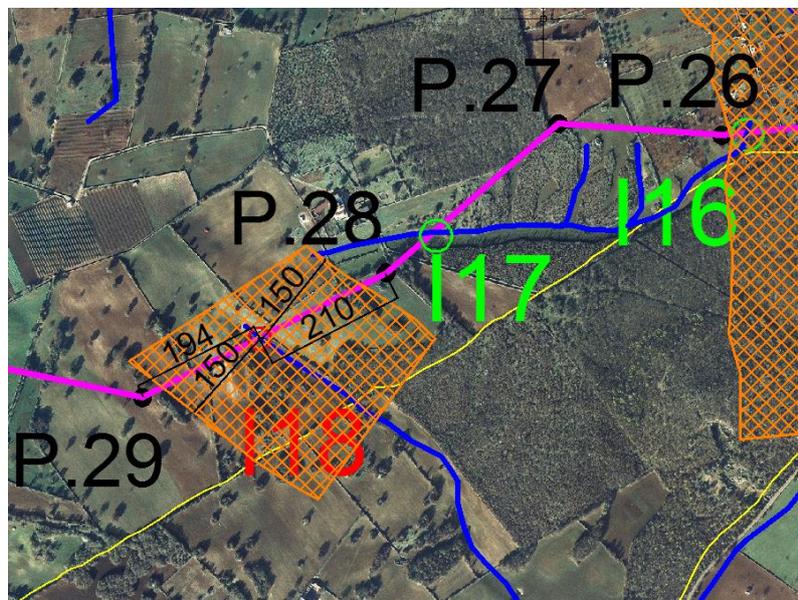


Figura 42 - Planimetria su fotopiano dell'attraversamento. In blu il reticolo idrografico rinvenuto su carta IGM 1:25000, in arancione la fascia di pertinenza fluviale di ampiezza di 150,00 m .

Si fa osservare che anche da uno stato di fatto non sono evidenti le linee d'impluvio, tuttavia si è proceduto all'individuazione delle fasce di pertinenza ai sensi dell'art.6-10 delle NTA, e si osserva che il solo traliccio P29 è esterno a tali fasce per cui non necessita di verifica idraulica

Come si osserva nel paragrafo successivo i trallici 26, 27 e 28 ricadono all'interno della fascia pertinenza fluviale relativa alle interferenze I16 e I17, per gli stessi è stato eseguito il calcolo delle fasce di allagamento con periodo di ritorno di $T=200$ anni e relative verifiche dimostrando che le opere sono esterne a tali fasce.

Verifica idraulica per canale con attraversamenti I16- I17

Si riportano di seguito, lo stralcio della carta IGM scala 1:25000, lo stralcio del Carta tecnica regionale, stralcio dell'ortofoto degli attraversamenti denominato I16e I17.

I trallici P.26, P27 e P28 sono interni alla fascia di pertinenza fluviale relativa alle due interferenze (150m a sinistra e destra).

Si rende pertanto necessario la verifica idraulica con il calcolo della fascia di pertinenza con periodo di ritorno di 200 anni al fine di verificare che i sostegni sopra indicati siano esterni ad essa.

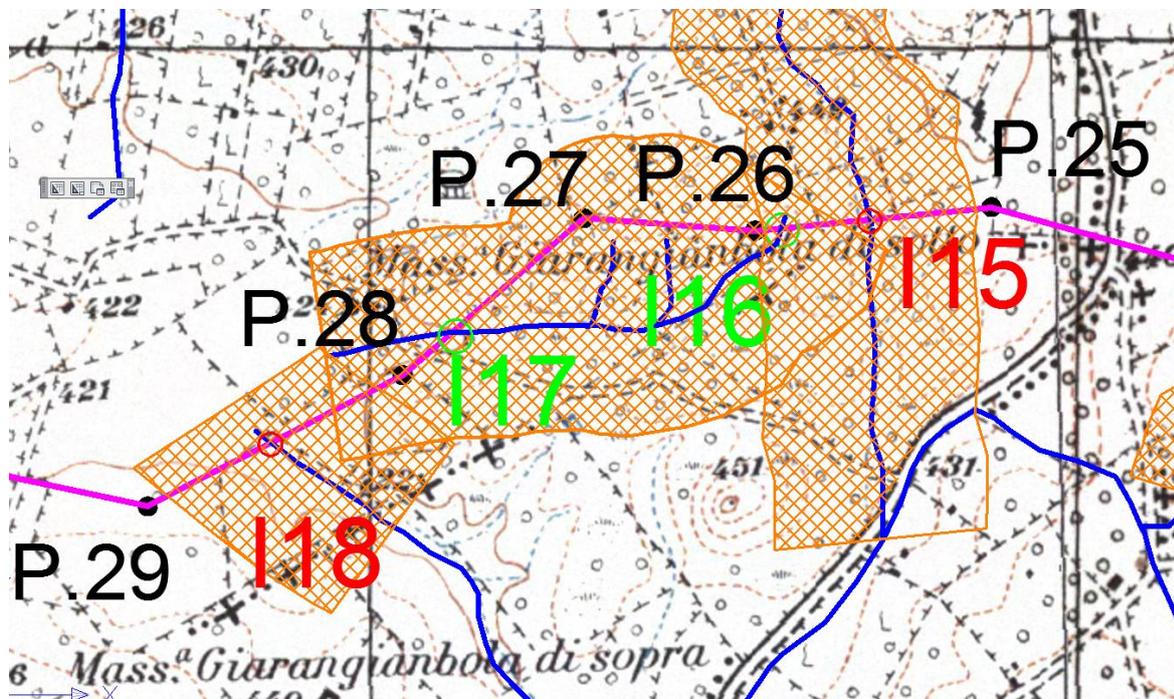


Figura 43 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione delle opere e delle fasce di pertinenza idraulica a 150 m (destra e sinistra idraulica).

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo. Alle sezioni trasversali, a seguito di sopralluoghi effettuati, si è assegnato un valore di scabrezza, valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,035 \text{ s/m}^{1/3}$.

L'allegato 4 alla presente relazione mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici, calcolate con il software Hec Ras (rif sezioni Canale I16-17 e canale I16bis).

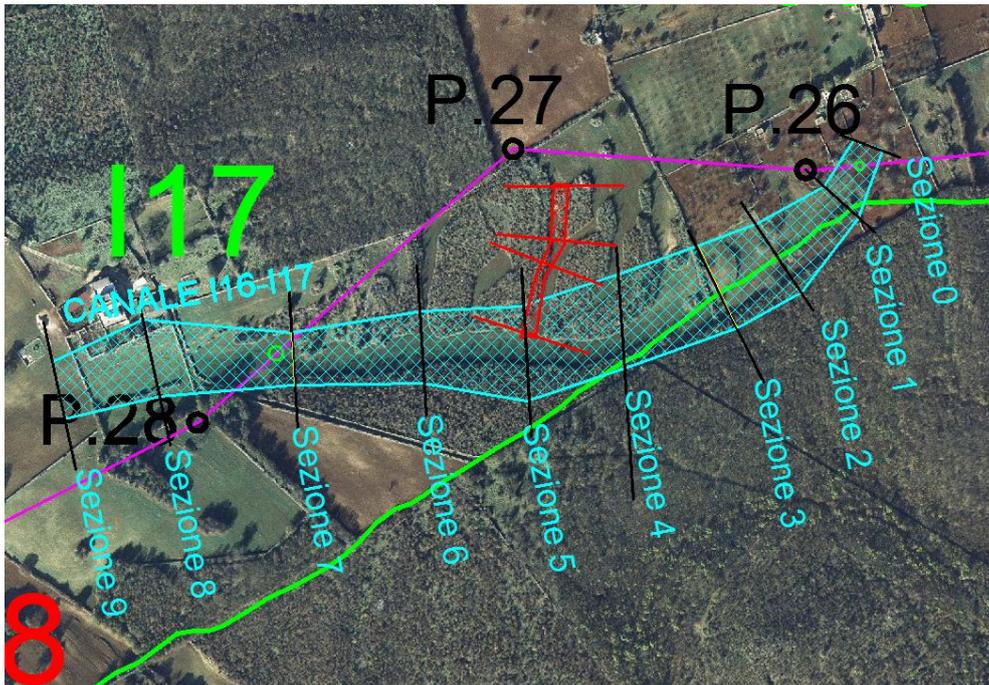


Figura 44 - Planimetria su fotopiano dell'area in corrispondenza degli attraversamenti I16 e I17 con individuazione dell'area allagabile con T=200anni.

Le opere (tralicci P26, P27 e P28) sono in sicurezza idraulica in quanto esterni alla fascia d'allagamento calcolata per il valore di portata con periodo di ritorno di 200 anni.

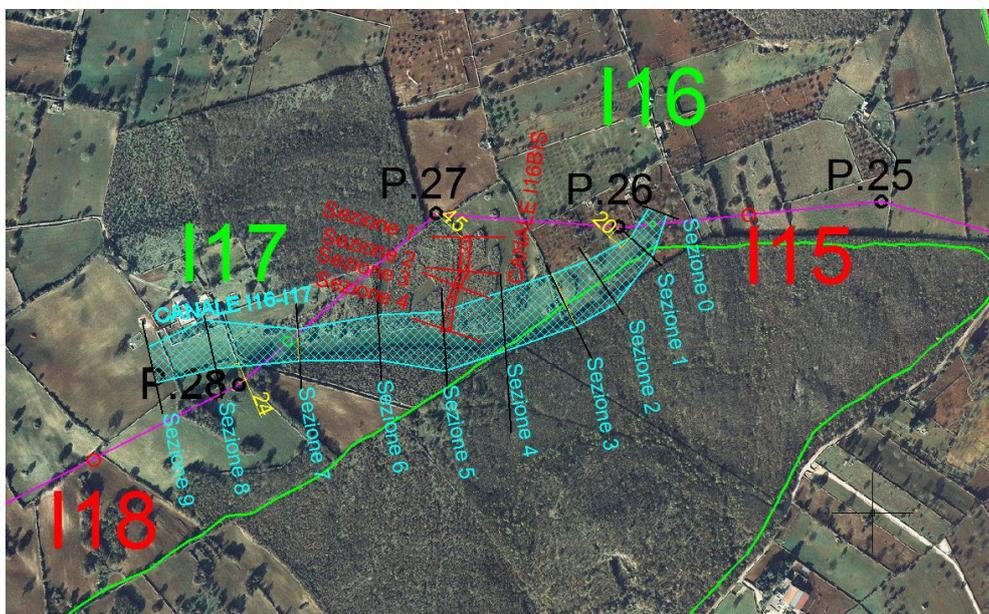


Figura 45 - Planimetria su fotopiano dell'area in corrispondenza degli attraversamenti I16 e I17 con individuazione dell'area allagabile con T=200anni e delle distanze dei sostegni dalle fasce calcolate.

In particolare traliccio P26 dista 20m dalla fascia, il sostegno P27 a 45 m da fascia e infine il sostegno P28 dista 24 m da fascia di allagamento.

Descrizione e Verifica idraulica attraversamento I19

Si riportano di seguito, lo stralcio della carta IGM scala 1:25000, lo stralcio del Carta tecnica regionale, stralcio dell'ortofoto dell'attraversamenti denominato I19.

Il traliccio P.32 è interno alla fascia di pertinenza fluviale relativa al canale parallelo alla line elettrica (150m a sinistra e destra).

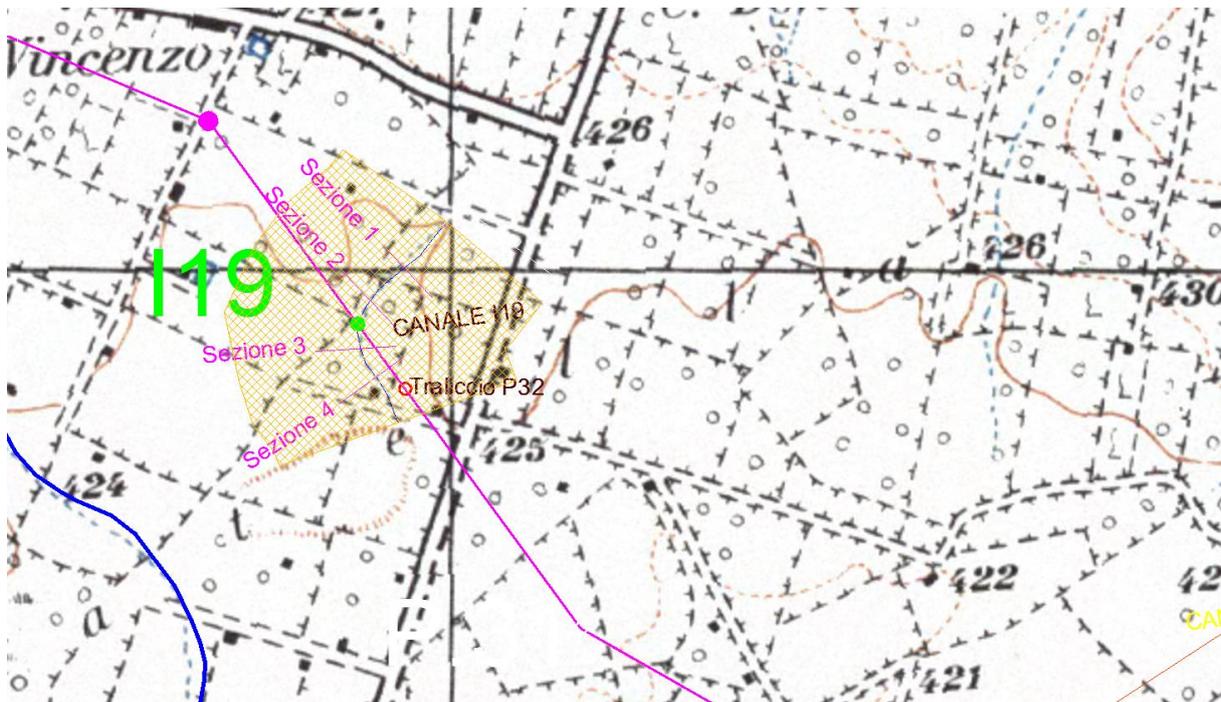


Figura 46 - Planimetria su cartografia IGM 1:25000 con indicazione delle opere e delle fasce di pertinenza idraulica a 150 m (destra e sinistra idraulica).

Si rende pertanto necessario la verifica idraulica con il calcolo della fascia di pertinenza con periodo di ritorno di 200 anni al fine di verificare che i sostegni sopra indicati siano esterni ad essa.

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo.

Alle sezioni trasversali, a seguito di sopralluoghi effettuati, si è assegnato un valore di scabrezza, valutato secondo le tabelle di Manning pari a 0,035 s/m^{1/3}.

L'allegato 4 alla presente relazione mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici, calcolate con il software Hec Ras (rif sezioni Canale I19).

Le opere sono in sicurezza idraulica in quanto esterni alla fascia d'allagamento calcolata per il valore di portata con periodo di ritorno di 200 anni.

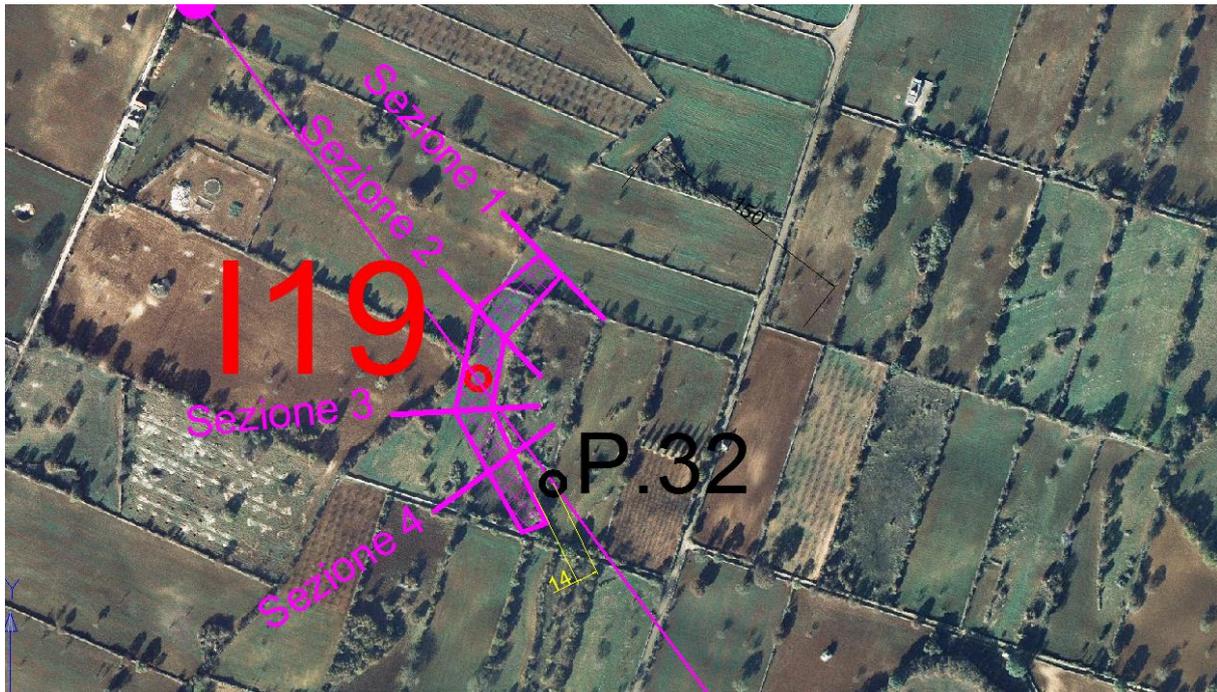


Figura 47 - Planimetria su fotopiano dell'area in corrispondenza dell'attraversamento I19 con individuazione dell'area allagabile con T=200anni e delle distanze dei sostegni dalle fasce calcolate.

Il traliccio 32 dista circa 14 m dalla fascia di allagamento calcolata con periodo di ritorno 200 anni.

8.5.9 Sintesi dei risultati in merito alle interferenze della linea AT con reticolo

Con riferimento alla configurazione della linea AT rispetto all'assetto idraulico sono state segnate le sezioni lungo le quali il cavidotto interrato interferisce con le aree perimetrate e con le aree allagabili per eventi con tempi di ritorno di 200 anni.

Sovrapponendo le opere in progetto con le aree allagabili e le fasce di pertinenza fluviale, definite attraverso gli studi, si evidenzia quanto in appresso elencato:

- I tralicci delle linee sono esterni alle aree allagabili per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, alle aree golenali e alle fasce di pertinenza fluviale.

Si riporta di seguito una tabella contenente la sintesi delle verifiche idrauliche eseguite:

CODICE Interferenza/ attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Sintesi delle verifiche idrauliche
I1	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto Cavidotto interrato su strada. Non sono presenti manufatti di attraversamento della linea d'impluvio su strada	Tracciato del cavidotto interrato, realizzato su strada esistente, non interferente con reticolo
I2	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto Cavidotto interrato su strada. Non sono presenti manufatti di attraversamento della linea d'impluvio su strada	Tracciato del cavidotto interrato, realizzato su strada esistente, non interferente con reticolo
I3	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto Cavidotto interrato su strada. Non sono presenti manufatti di attraversamento della linea d'impluvio su strada	Tracciato del cavidotto interrato, realizzato su strada esistente, non interferente con reticolo

I4	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto Cavidotto interrato su strada. Non sono presenti manufatti di attraversamento della linea d'impluvio su strada	Tracciato del cavidotto interrato, realizzato su strada esistente, non interferente con reticolo
I5	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto Cavidotto interrato su strada. Non sono presenti manufatti di attraversamento della linea d'impluvio su strada	Tracciato del cavidotto interrato, realizzato su strada esistente, non interferente con reticolo
I7	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto Linea Aerea AT – sostegni fuori fasce	Verifica non eseguita in quanto i tralicci sono esterni alle aree tutelate
I8	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	Verifica non eseguita in quanto i tralicci sono esterni alle aree tutelate
I9	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	Verifica non eseguita in quanto i tralicci sono esterni alle aree tutelate
I10	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	Verifica non eseguita in quanto i tralicci sono esterni alle aree tutelate
I11	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	Verifica non eseguita in quanto i tralicci sono esterni alle aree tutelate
I12	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	Verifica non eseguita in quanto i tralicci sono esterni alle aree tutelate
I13	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	Verifica non eseguita in quanto i tralicci sono esterni alle aree tutelate
I14	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	Verifica non eseguita in quanto i tralicci sono esterni alle aree tutelate
I15	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	Verifica non eseguita in quanto i tralicci sono esterni alle aree tutelate
I16	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I tralicci sono esterni all'area allagabile calcolata con tempo di ritorno di 200 anni.
I17	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni dentro fasce	I tralicci sono esterni all'area allagabile calcolata con tempo di ritorno di 200 anni.
I18	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce art.6-10	I tralicci sono esterni all'area allagabile calcolata con tempo di ritorno di 200 anni.
I19	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Tratto di cavo Linea Aerea AT –sostegni fuori fasce	I tralicci sono esterni all'area allagabile calcolata con tempo di ritorno di 200 anni.

I risultati ottenuti, posti alla base della progettazione, assicurano che le opere in progetto, come rappresentato negli elaborati grafici, sono congruenti con l'assetto idraulico del territorio e con le relative condizioni di sicurezza. In sintesi, alla luce delle analisi e delle verifiche effettuate si sono delineate le seguenti conclusioni:

- I tralicci della linea AT sono esterni alle aree allagabili determinate in condizione di moto permanente con $Tr=200$ anni con il software HEC-RAS e alle fasce di pertinenza fluviale contermina le aree golenali rinvenuti dalla cartografia IGM scala 1:25000 e morfologicamente individuate, pertanto, risultano essere in condizioni di sicurezza idraulica;
- In merito alla linea elettrica AT per il tratto interrato (che si sviluppa sempre su sede stradale esistente), si è osservato che le opere non intersecano mai realmente il reticolo idrografico. Il tratto di cavidotto sarà realizzato mediante la stessa tipologia di scavo lungo la sede stradale in cui si sviluppa il tracciato.

Le opere in conclusione non interferiscono con il reticolo idrografico e con le connesse aree di allagamento e le relative aree golenali e fasce di pertinenza fluviale come definite dagli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI.

Pertanto, l'impianto risulta essere in condizioni di "sicurezza idraulica".

ALLEGATO 1 - Layout di progetto su carta IGM 1:25000

ALLEGATO 2 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000

ALLEGATO 3 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei bacini idrografici

ALLEGATO 4 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione delle interferenze

ALLEGATO 5 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM

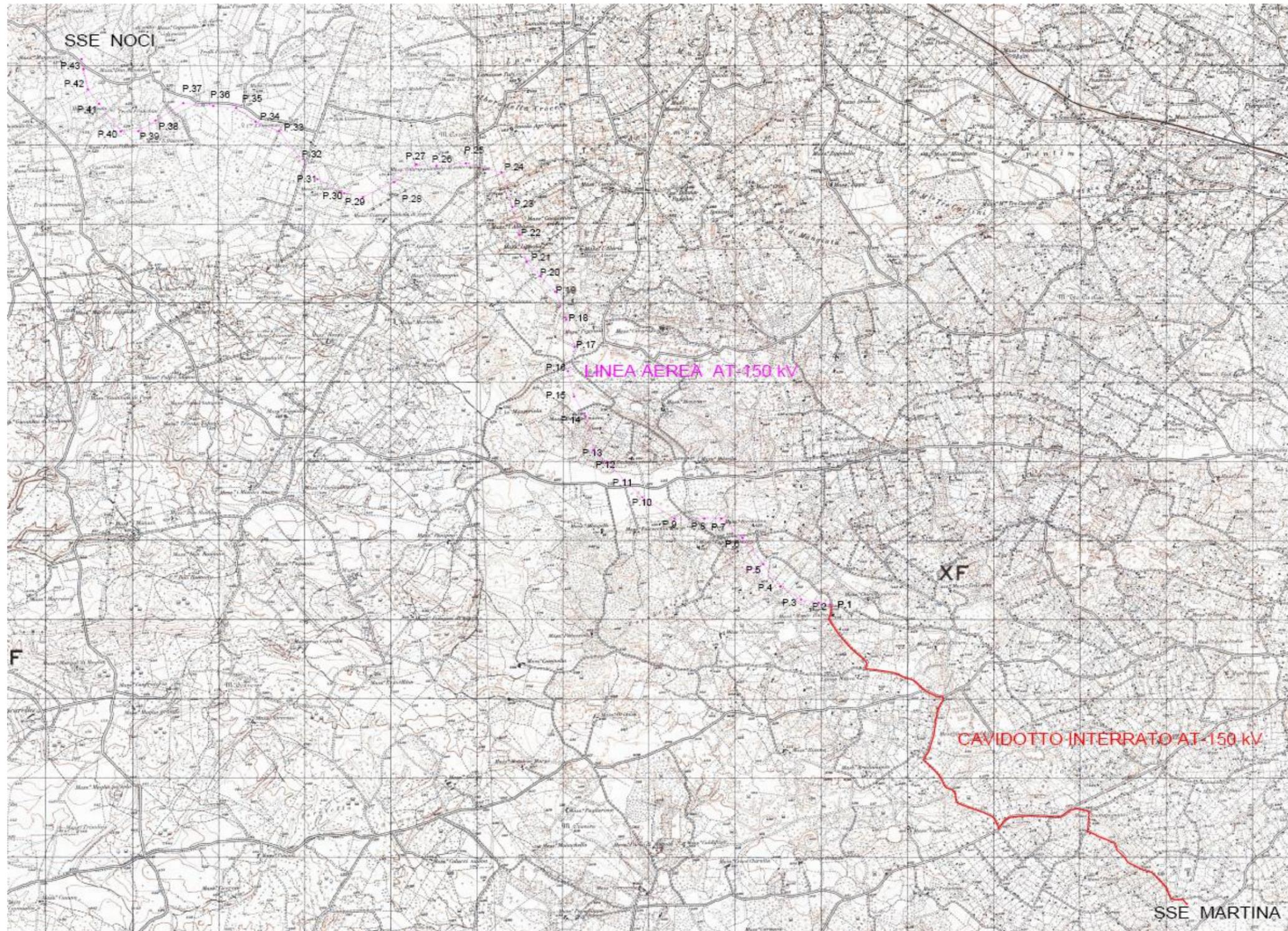
ALLEGATO 6 - Planimetria su Ortofoto con l'individuazione delle aree allagabili determinate considerando un $T_r=200$ anni

ALLEGATO 7 - Tabella coordinate sostegni linea AT

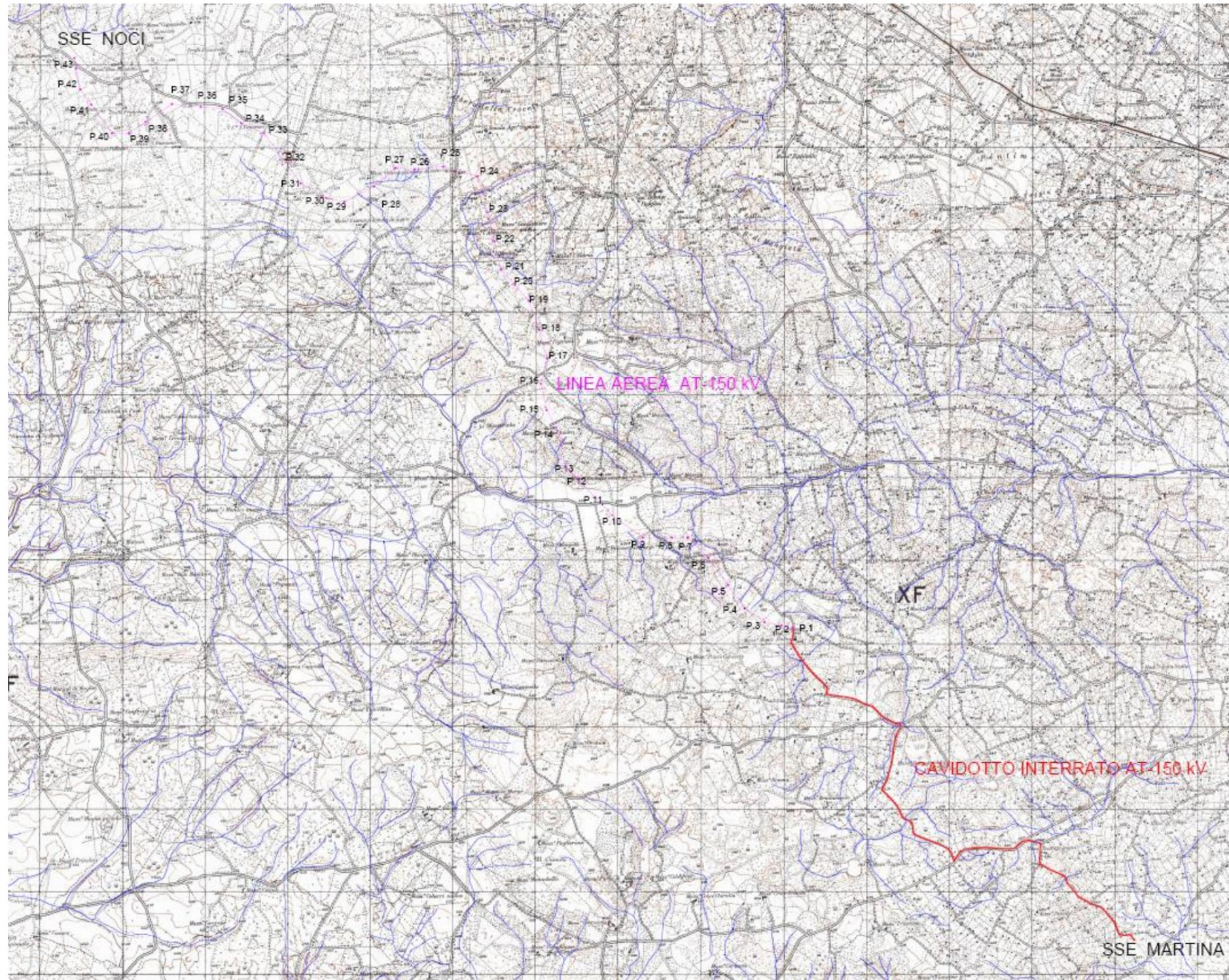
ALLEGATO 8 - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras in corrispondenza di ogni sezione di calcolo

Nota : tutti gli allegati sono forniti in formato digitale per le 'ente ADB Puglia

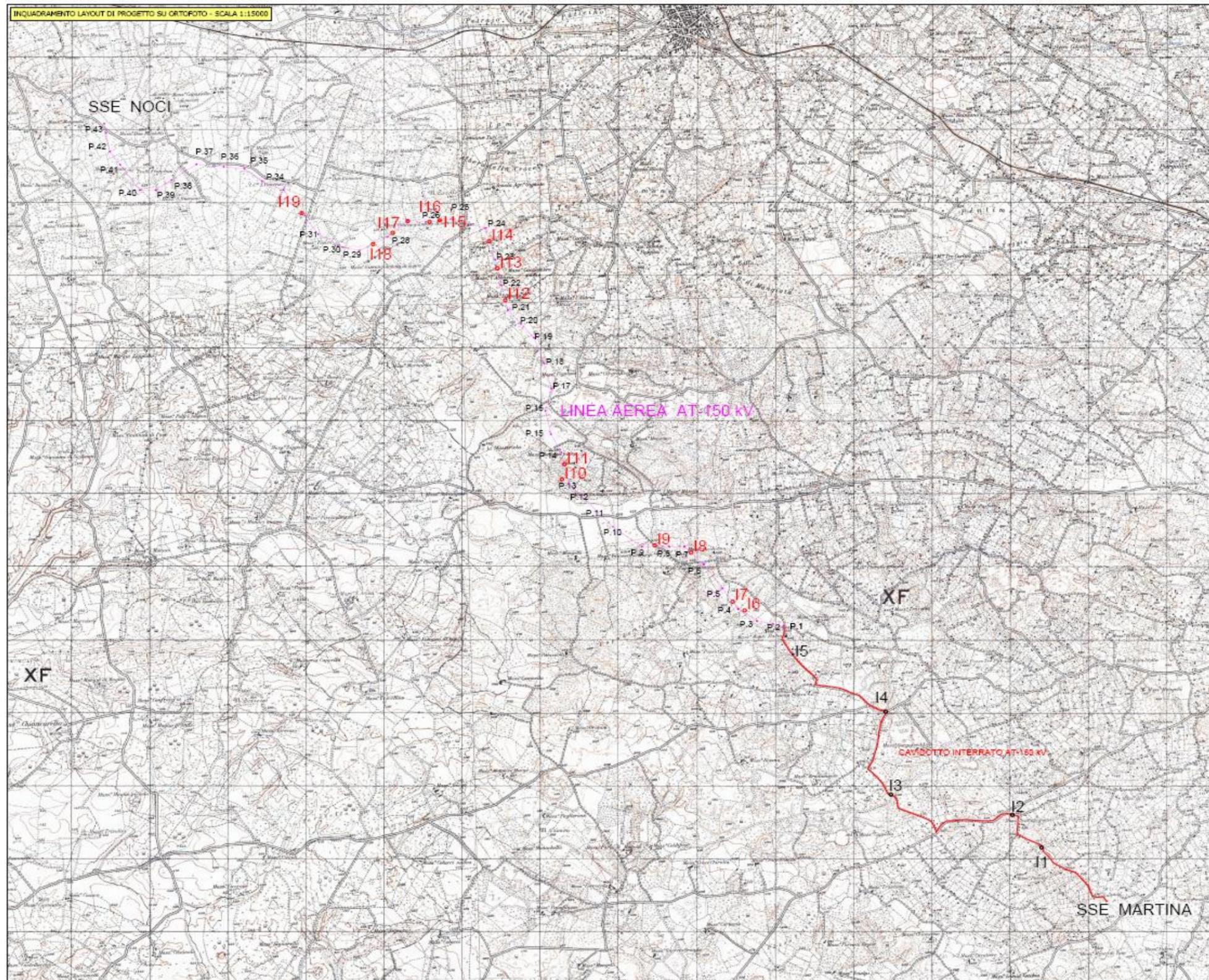
Allegato 1 – LAYOUT DI PROGETTO SU CARTA IGM 1:25000



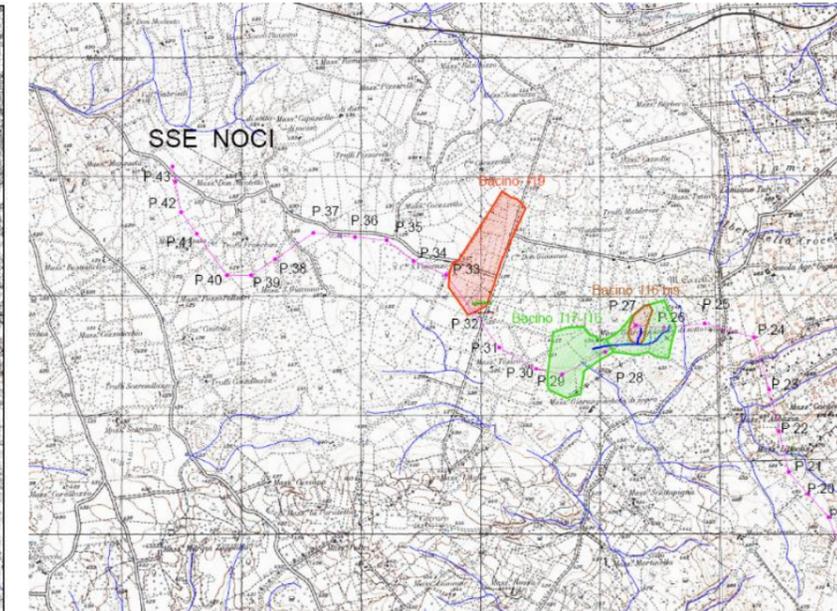
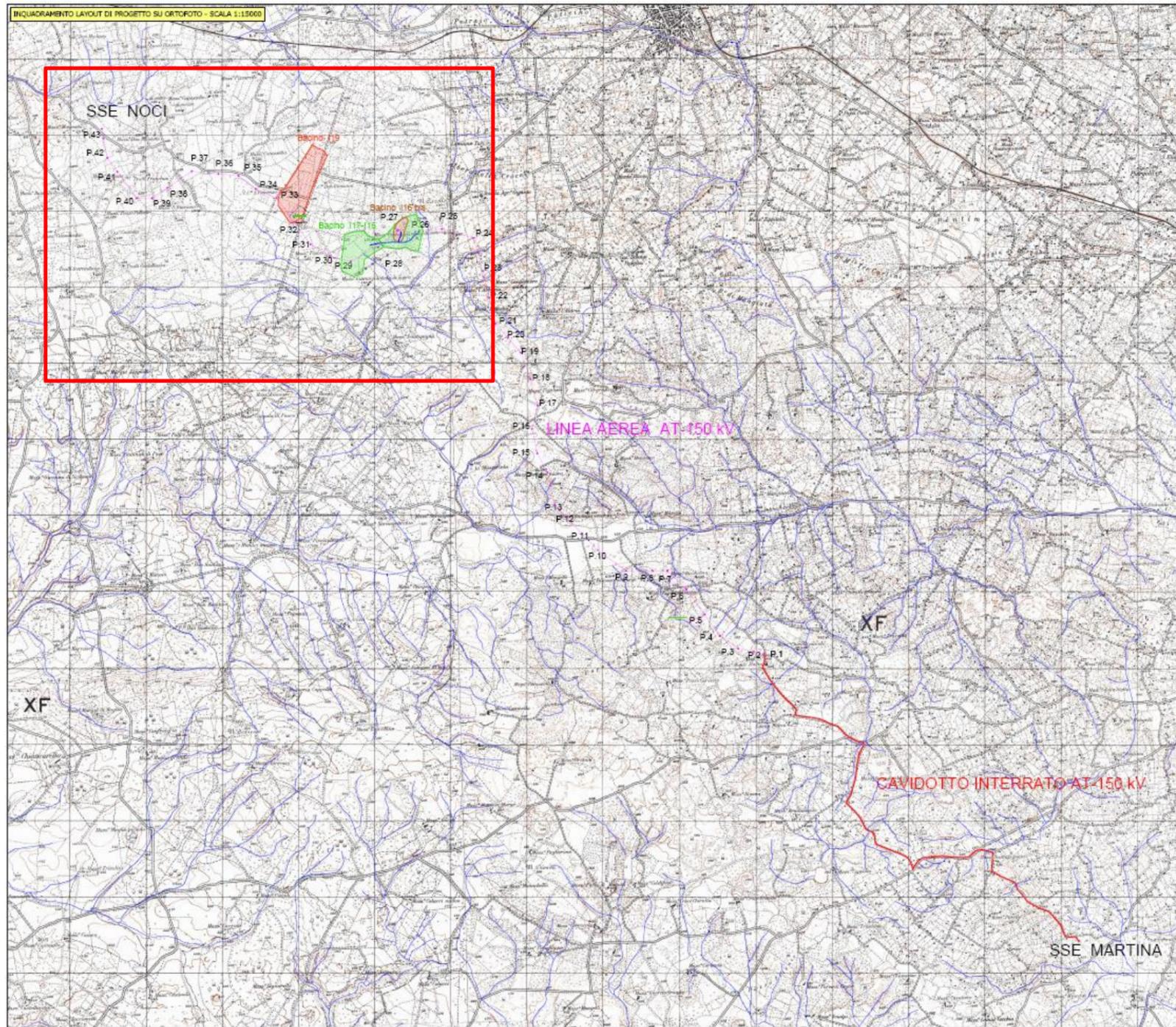
Allegato 2 – LAYOUT DI PROGETTO SU CARTA IGM CON INDIVIDUAZIONE DEI RETICOLI IDROGRAFICI (IN BLU) RINVENUTI DA CARTA IGM 1:25000



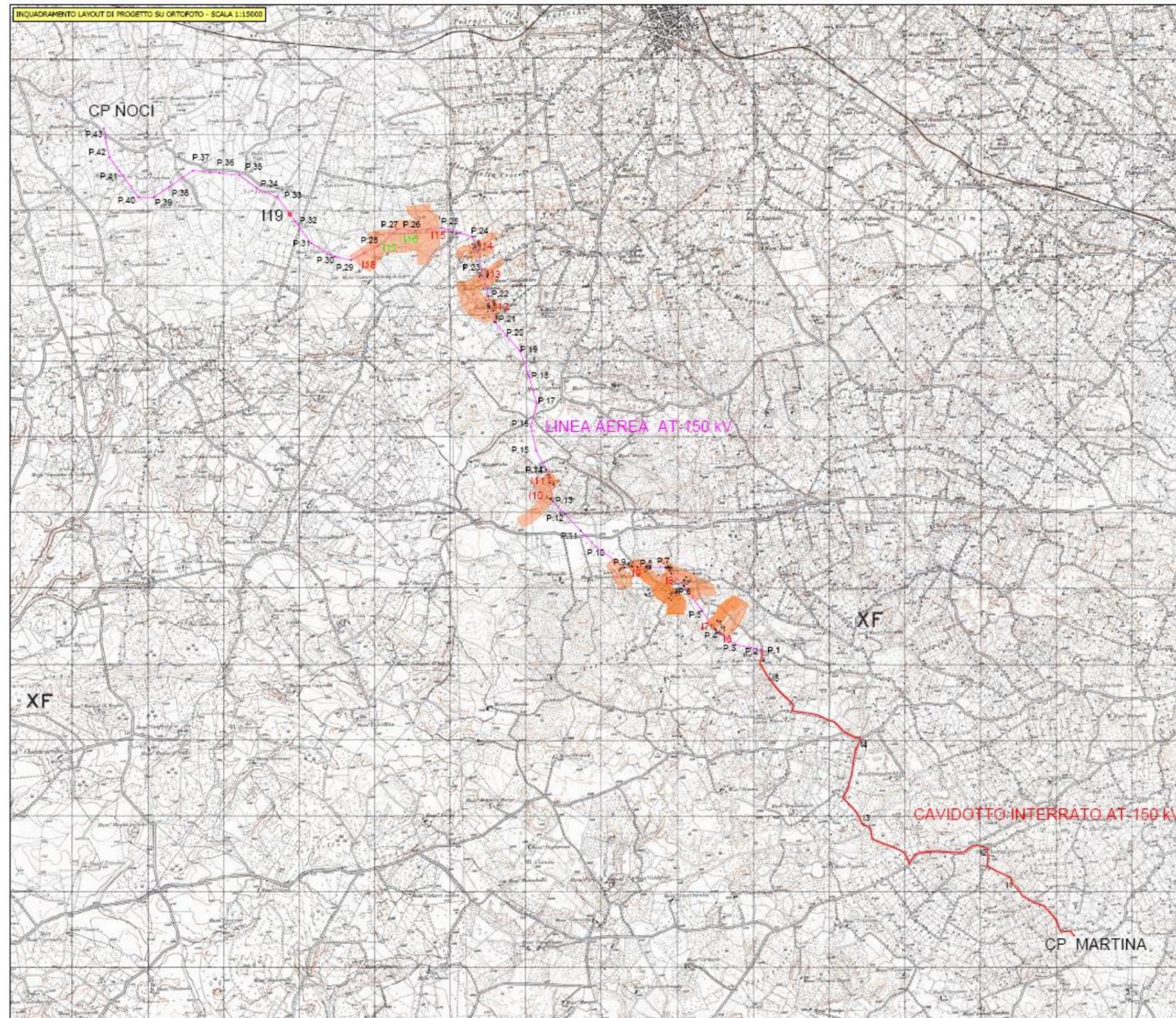
Allegato 3 - LAYOUT DI PROGETTO SU CARTA IGM CON INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE (rilevate da carta IGM- in rosso su linea aerea in nero su cavidotto)



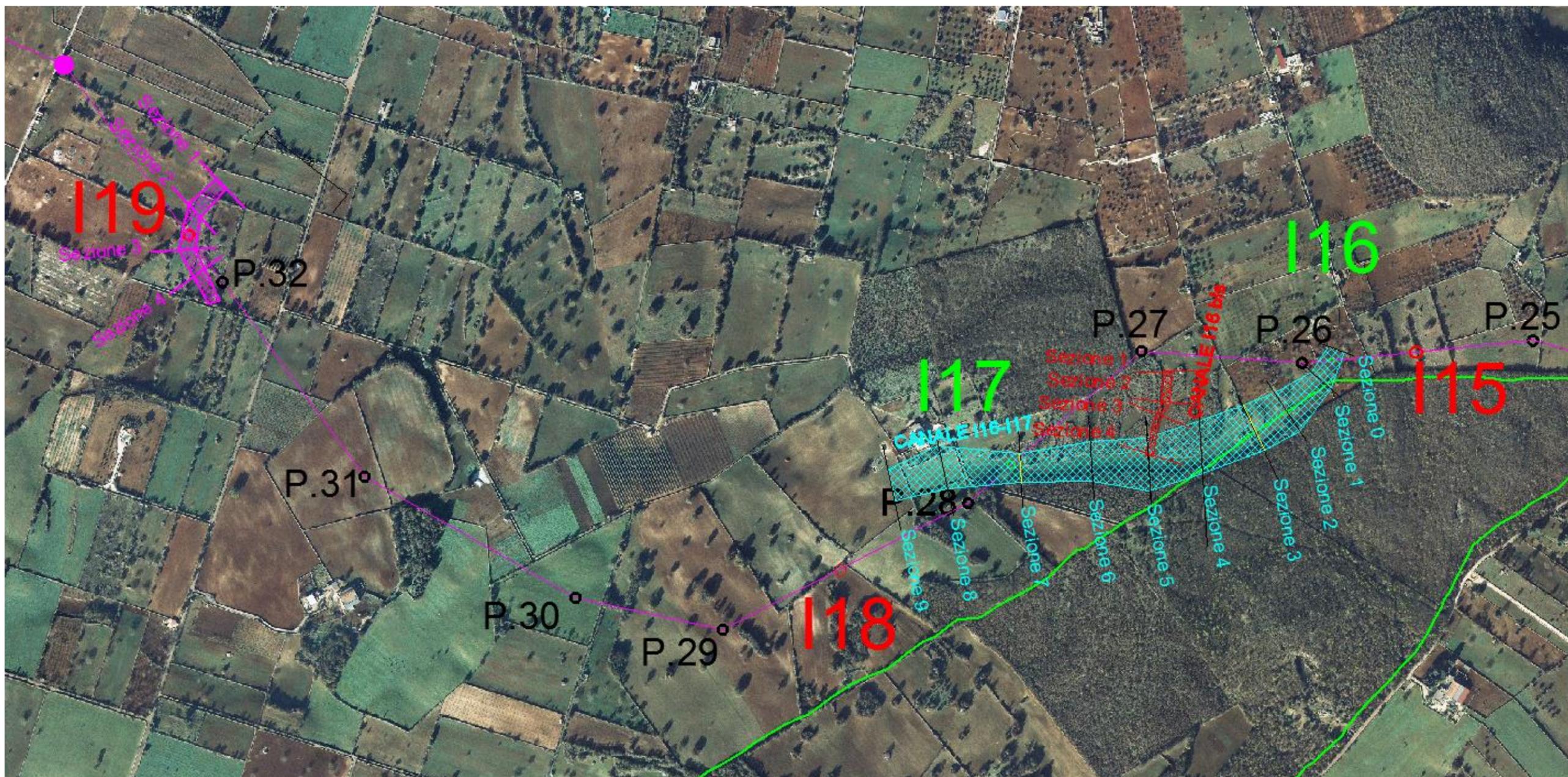
Allegato 4 - LAYOUT DI PROGETTO SU CARTA IGM CON INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI (con dettaglio)



Allegato 5 - LAYOUT DI PROGETTO SU IGM CON INDIVIDUAZIONE DELL'ALVEO IN MODELLAMENTO ATTIVO ED AREE GOLENALI E FASCE DI PERTINENZA FLUVIALE RETICOLI IDROGRAFICI RINVENUTI DA IGM



Allegato 6 - PLANIMETRIA SU ORTOFOTO CON L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE ALLAGABILI DETERMINATE CONSIDERANDO UN TR=200 ANNI

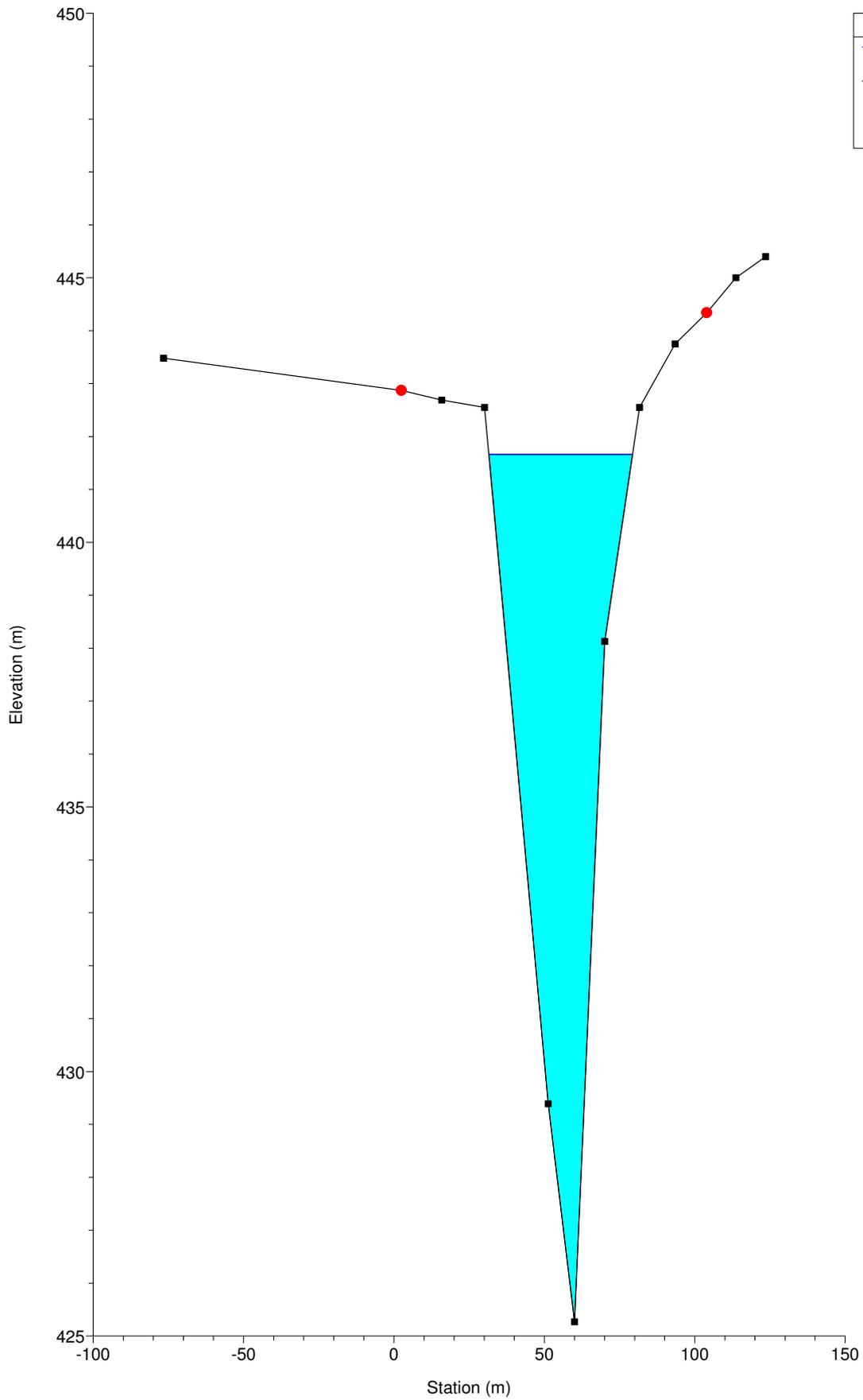


Allegato 7 - TABELLA COORDINATE SOSTEGNI LINEA AT

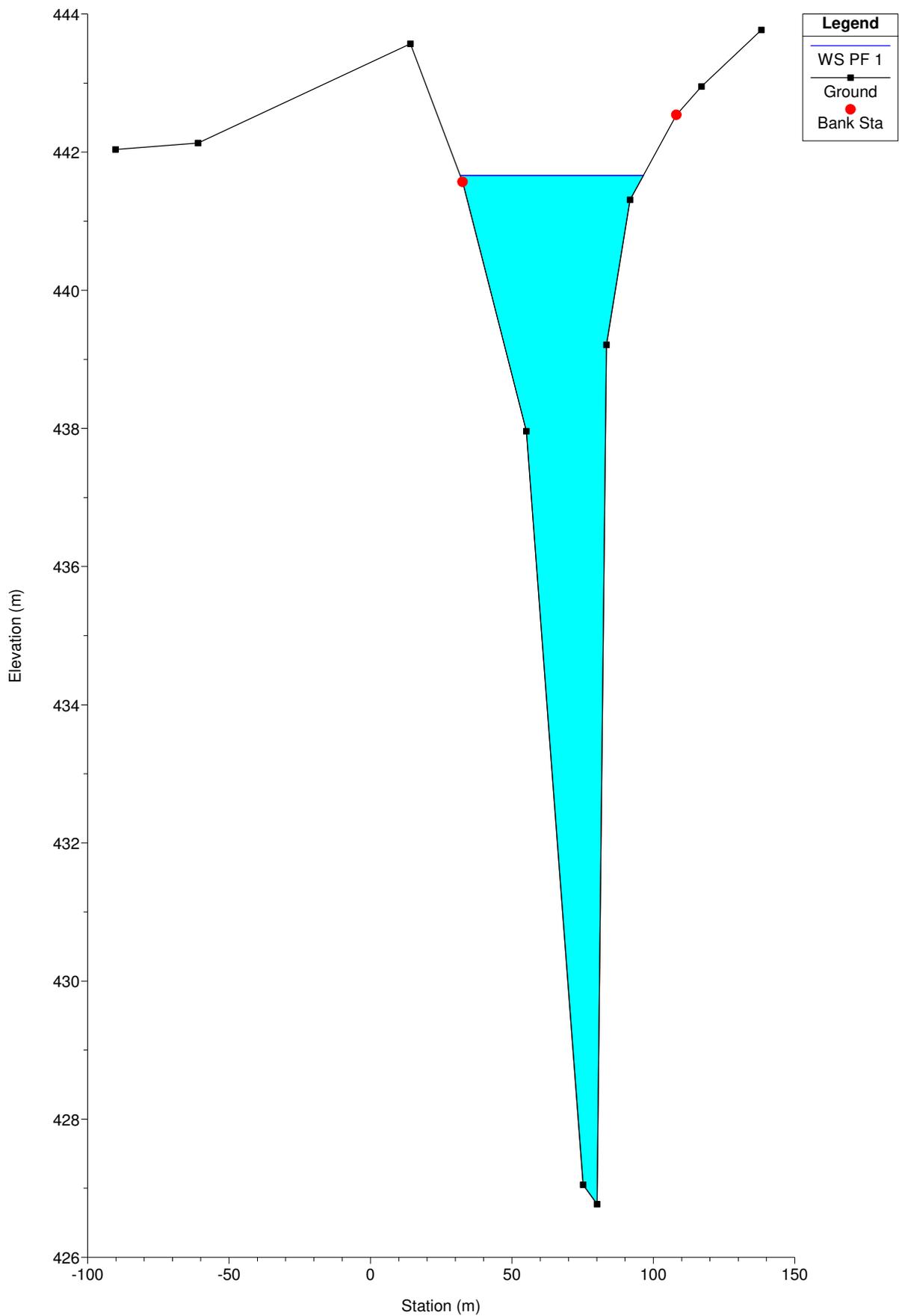
Provincia	Comune	Località	N° Identificativo Traliccio	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS-84		ELEVAZIONE TRALICCIO						
				LAT	LONG	Altezza AGL ¹ (m)	Altezza AGL ¹ (m)	Quota terreno alla base del traliccio (m)	Quota terreno alla base del traliccio (m)	Quota al Top AMSL (m)	Quota al Top AMSL (m)	
TARANTO	MARTINA FRANCA		1	40°42'35.95"	17°14'59.00"	30.20	99.08016	455.35	1493.91228	485.55	1592.99244	
TARANTO		ereocavo tra le Cabine Primarie di Martina Franca e di Noci	2	40°42'36.92"	17°14'53.42"	33.20	108.92256	462.15	1516.22172	495.35	1625.14428	
TARANTO	MARTINA FRANCA		3	40°42'38.41"	17°14'44.72"	36.20	118.76496	467.51	1533.80888	503.71	1652.57178	
TARANTO	MARTINA FRANCA		4	40°42'43.92"	17°14'34.69"	30.20	99.08016	464.78	1524.89224	494.98	1623.93084	
TARANTO	MARTINA FRANCA		5	40°42'53.22"	17°14'26.38"	51.20	167.97696	459.24	1506.674592	510.44	1674.651552	
TARANTO	MARTINA FRANCA		6	40°43'4.19"	17°14'16.59"	33.20	108.92256	450.14	1476.819312	483.34	1585.741872	
TARANTO	MARTINA FRANCA		7	40°42'12.30"	17°14'6.33"	27.20	89.23776	441.04	1448.964032	468.24	1536.201792	
TARANTO	MARTINA FRANCA		8	40°43'12.44"	17°13'58.02"	30.20	99.08016	439.59	1442.206872	469.79	1541.267032	
TARANTO	MARTINA FRANCA		9	40°43'12.70"	17°13'43.18"	36.20	118.76496	431.43	1415.435544	467.83	1534.200504	
TARANTO	MARTINA FRANCA		10	40°43'21.77"	17°13'27.62"	36.20	118.76496	421.58	1383.119664	457.78	1501.884624	
TARANTO	MARTINA FRANCA		11	40°43'28.91"	17°13'19.17"	33.20	108.92256	422.75	1386.9582	455.95	1495.88076	
TARANTO	MARTINA FRANCA		12	40°43'36.22"	17°13'10.50"	30.20	99.08016	444.10	1457.00328	474.3	1556.08344	
TARANTO	MARTINA FRANCA		13	40°43'41.68"	17°13'4.03"	51.20	167.97696	449.26	1473.932208	500.46	1641.909168	
TARANTO	MARTINA FRANCA		14	40°43'55.45"	17°13'0.60"	39.20	128.60736	481.60	1580.03328	520.8	1708.64064	
TARANTO	MARTINA FRANCA		15	40°44'3.65"	17°12'55.20"	30.20	99.08016	477.67	1567.139736	507.87	1666.219896	
TARANTO	MARTINA FRANCA		16	40°44'14.04"	17°12'52.55"	36.20	118.76496	471.75	1547.7174	507.95	1666.48236	
TARANTO	MARTINA FRANCA		17	40°44'23.90"	17°12'56.11"	36.20	118.76496	474.26	1555.952208	510.46	1674.717168	
TARANTO	MARTINA FRANCA		18	40°44'35.18"	17°12'52.46"	30.20	99.08016	469.42	1540.073136	499.62	1639.153296	
TARANTO	MARTINA FRANCA		19	40°44'46.69"	17°12'47.31"	42.20	138.44976	466.48	1530.427584	508.68	1668.077344	
TARANTO	MARTINA FRANCA		20	40°44'53.02"	17°12'40.35"	27.20	89.23776	454.20	1522.94736	491.4	1612.18512	
TARANTO	MARTINA FRANCA		21	40°44'59.25"	17°12'33.49"	27.20	89.23776	451.36	1513.629888	488.56	1602.867648	
TARANTO	MARTINA FRANCA		22	40°45'10.29"	17°12'30.47"	39.20	128.60736	455.93	1495.815144	495.13	1624.422504	
TARANTO	MARTINA FRANCA		23	40°45'21.76"	17°12'27.33"	42.20	138.44976	460.06	1509.364848	502.26	1647.814608	
BARI	ALBEROBELLO		24	40°45'35.97"	17°12'22.47"	39.20	128.60736	448.53	1471.537224	487.73	1600.144584	
BARI	NOCI		25	40°45'40.08"	17°12'4.67"	33.20	108.92256	448.83	1472.521464	482.03	1581.444024	
BARI	NOCI		26	40°45'39.27"	17°11'50.57"	27.20	89.23776	440.37	1444.765886	467.57	1534.003656	
BARI	NOCI		27	40°45'40.04"	17°11'40.23"	27.20	89.23776	440.28	1444.470624	467.48	1533.708384	
BARI	NOCI		28	40°45'33.00"	17°11'29.09"	42.20	138.44976	427.39	1402.181112	469.59	1540.630872	
BARI	NOCI		29	40°45'27.24"	17°11'13.47"	33.20	108.92256	426.75	1400.0814	459.95	1509.00396	
BARI	NOCI		30	40°45'28.94"	17°11'14.24"	27.20	89.23776	422.74	1386.925392	449.94	1476.163152	
BARI	NOCI		31	40°45'34.97"	17°10'51.17"	36.20	118.76496	422.26	1385.350608	458.46	1504.115568	
BARI	NOCI		32	40°45'44.43"	17°10'42.56"	36.20	118.76496	421.39	1382.496312	457.59	1501.261272	
BARI	NOCI		33	40°45'55.00"	17°10'32.94"	39.20	128.60736	424.32	1392.199056	463.52	1520.716416	
BARI	NOCI		34	40°45'59.01"	17°10'21.37"	33.20	108.92256	423.69	1390.042152	456.89	1498.964712	
BARI	NOCI		35	40°46'4.81"	17°10'11.93"	33.20	108.92256	425.58	1396.242864	458.78	1505.165424	
BARI	NOCI		36	40°46'5.88"	17°10'0.62"	33.20	108.92256	430.20	1411.40016	463.4	1520.32272	
BARI	NOCI		37	40°46'7.29"	17°9'45.81"	27.20	89.23776	429.83	1409.530104	456.83	1498.767864	
BARI	NOCI		38	40°46'0.47"	17°9'31.90"	51.20	167.97696	431.38	1415.271504	482.58	1583.248464	
BARI	NOCI		39	40°45'56.22"	17°9'23.21"	33.20	108.92256	429.07	1407.692856	462.27	1516.615416	
BARI	NOCI		40	40°45'56.33"	17°9'14.53"	27.20	89.23776	426.62	1399.654896	453.82	1488.892656	
BARI	NOCI		41	40°46'7.85"	17°9'4.14"	42.20	138.44976	425.36	1395.521088	467.56	1533.970848	
BARI	NOCI		42	40°46'13.84"	17°8'58.74"	30.20	99.08016	422.06	1384.694448	452.26	1483.774608	
BARI	NOCI		43	40°46'22.11"	17°8'56.95"	30.20	99.08016	418.12	1371.788096	448.32	1470.848256	
BARI	NOCI			PALOGATTO NOCI ESISTENTE	40°46'26.25"	17°8'56.06"	24.20	79.35636	418.00	1371.3744	442.2	1450.76976

**Allegato 8 – OUTPUT DEI RISULTATI OTTENUTI CON IL SOFTWARE HEC-RAS IN
CORRISPONDENZA DI OGNI SEZIONE DI CALCOLO**

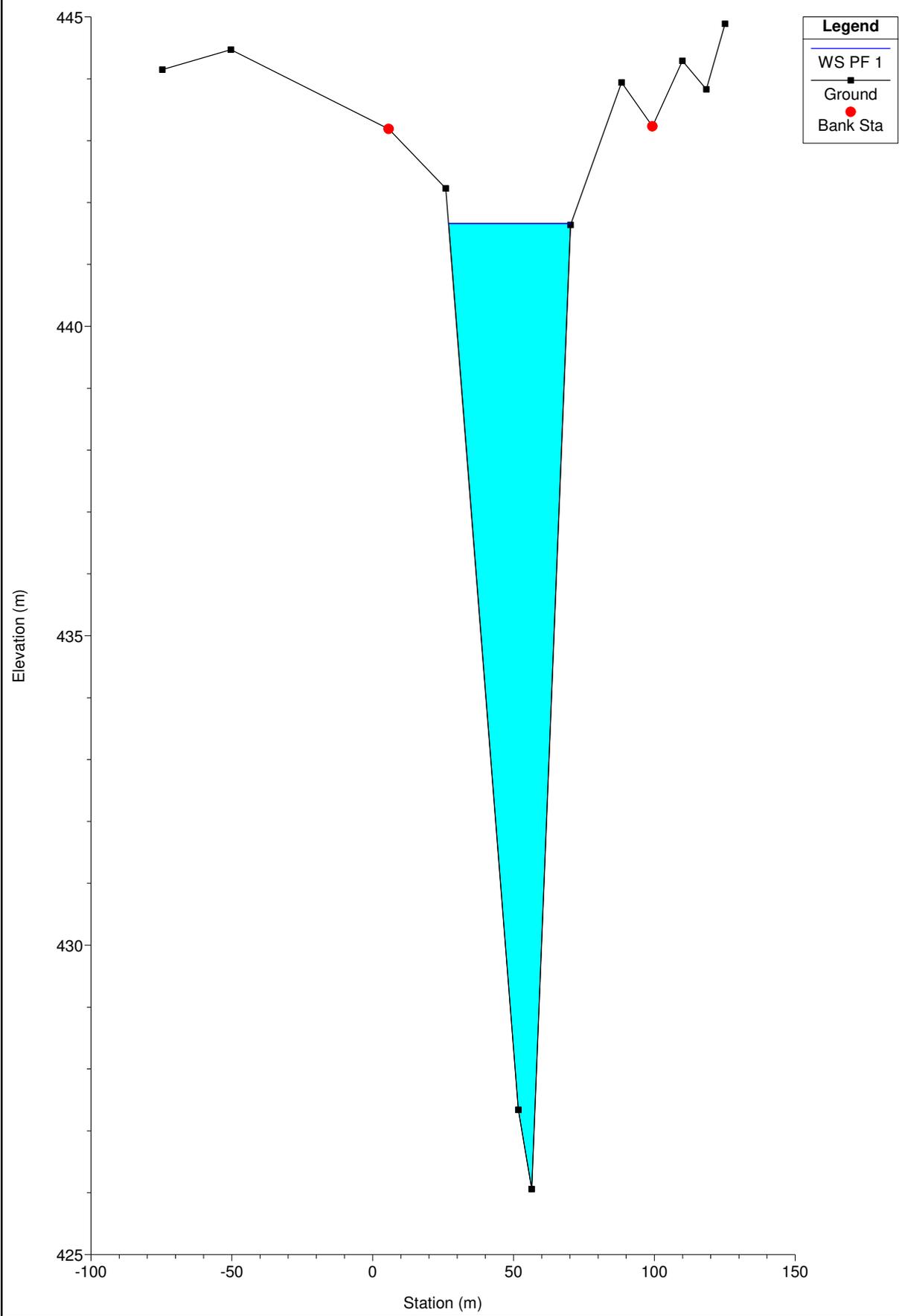
canale i17-l16 Plan: Plan 03 11/13/2017
sez 9



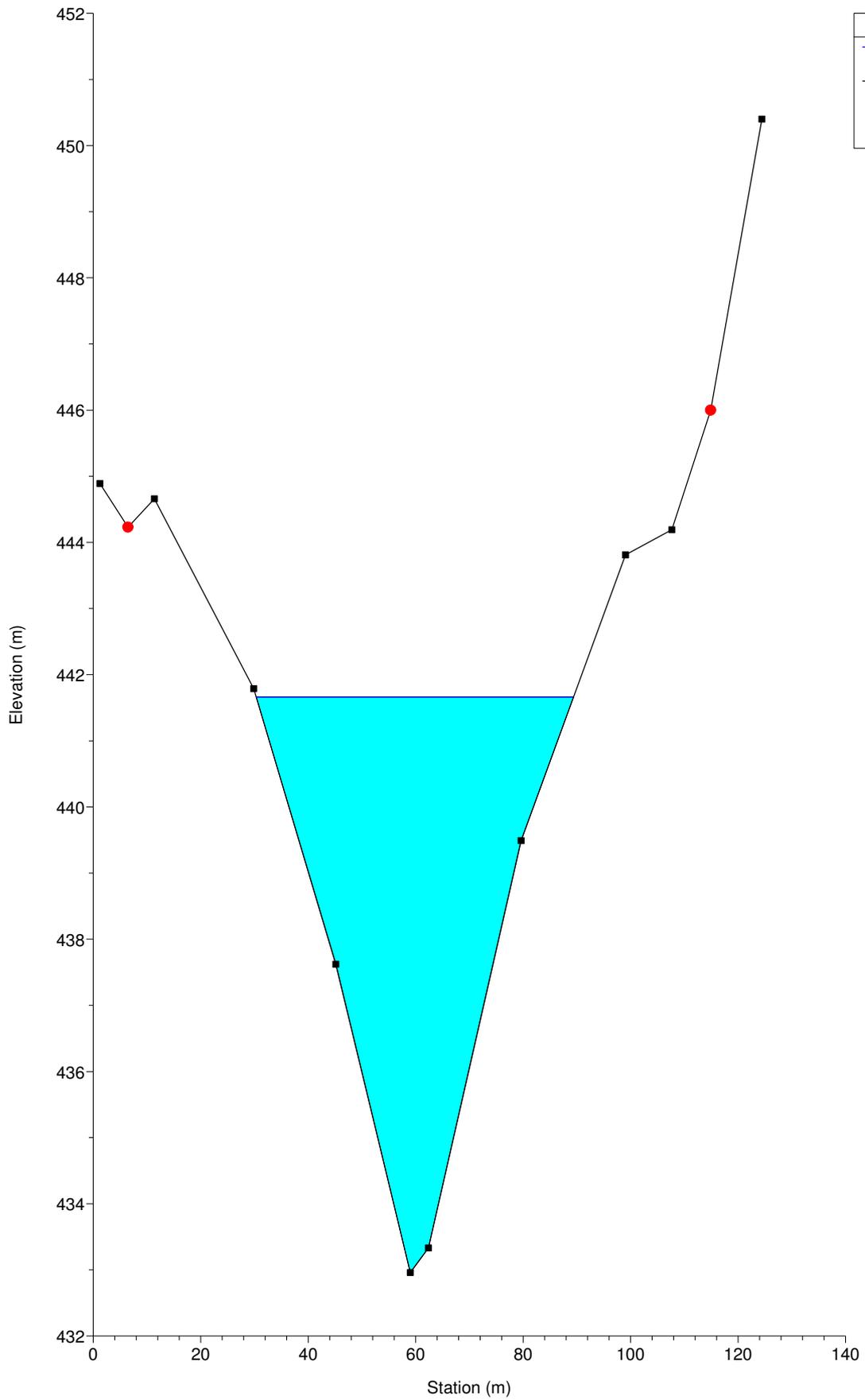
canale i17-l16 Plan: Plan 03 11/13/2017
sez 8



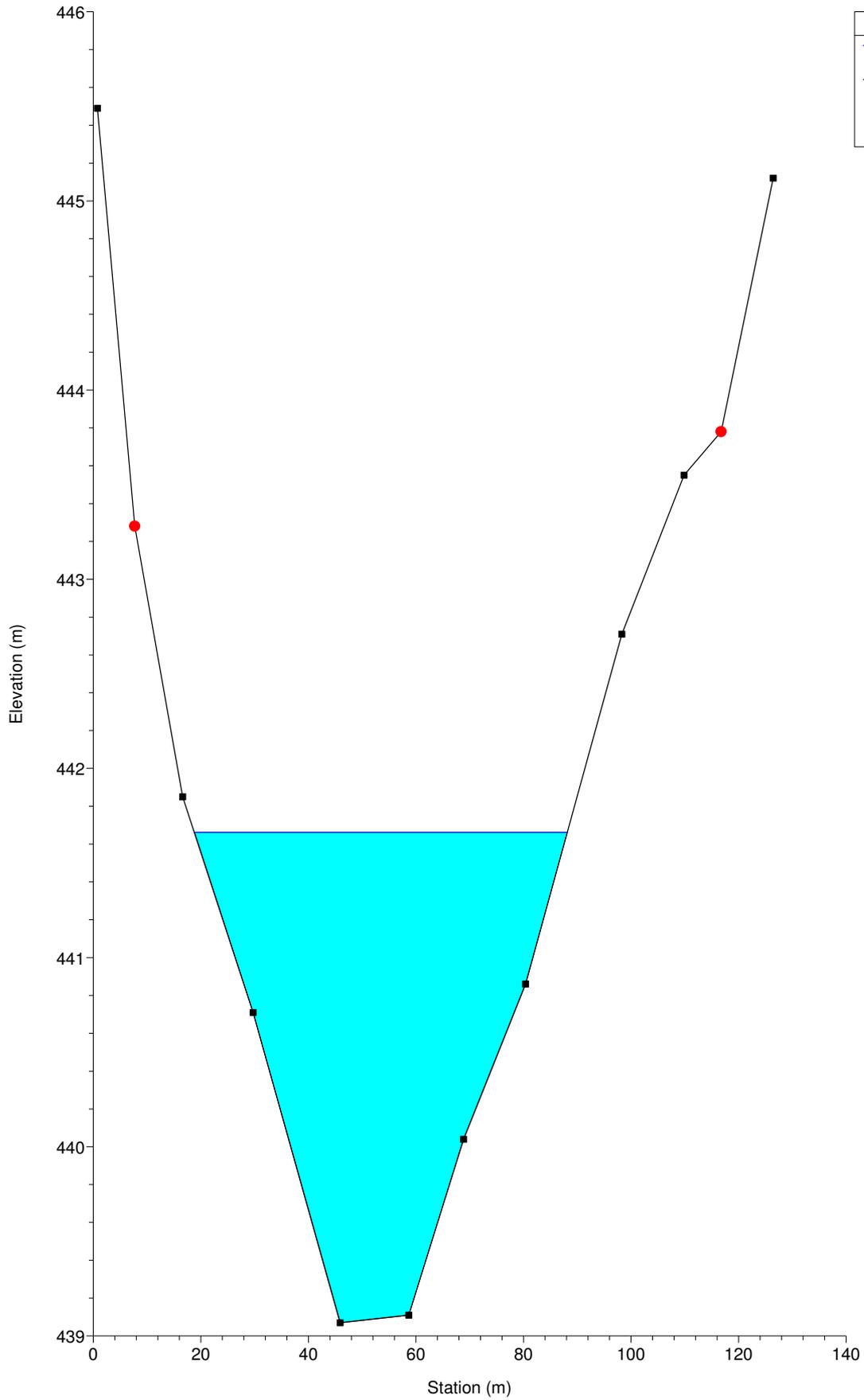
canale i17-l16 Plan: Plan 03 11/13/2017
sez 7



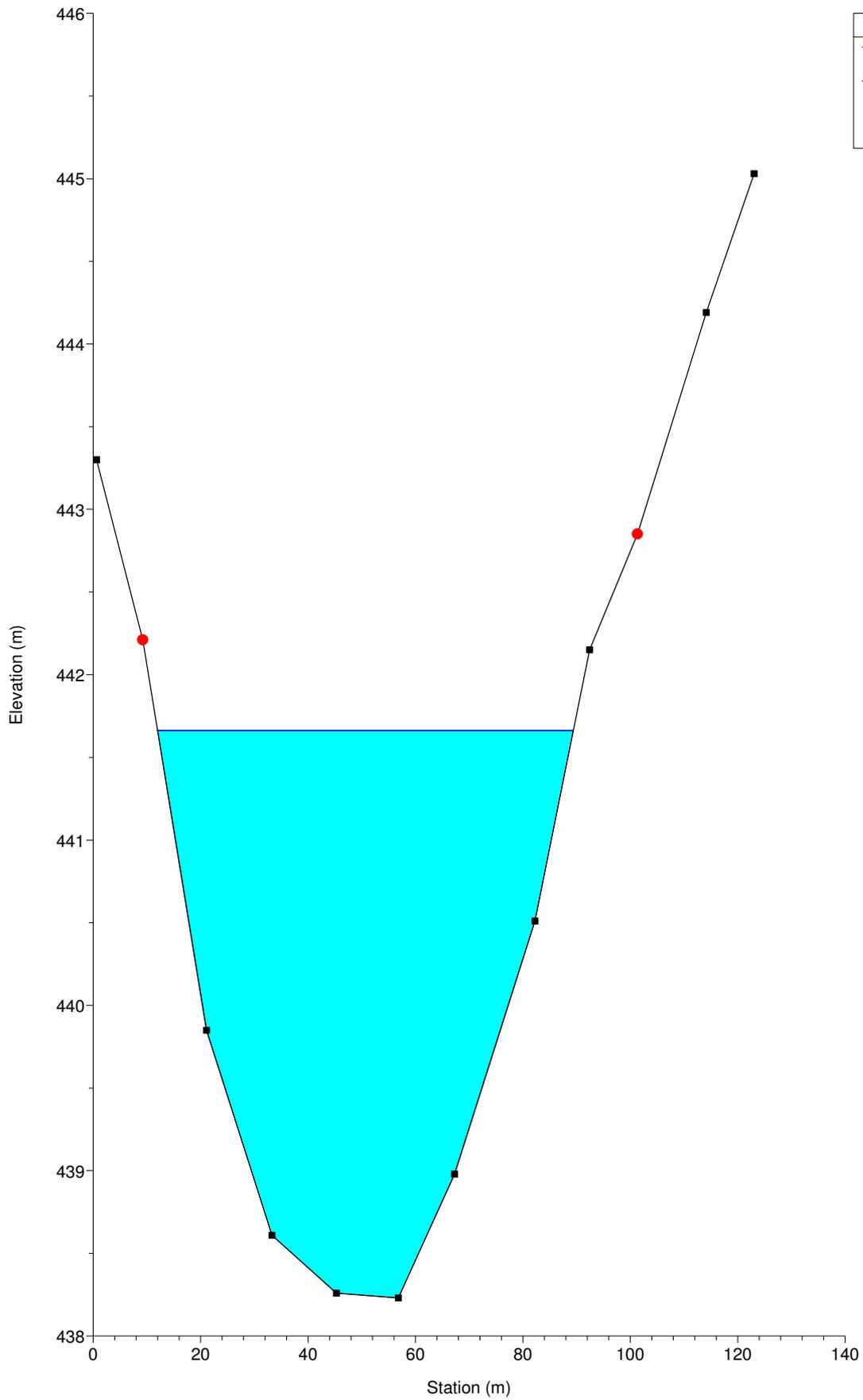
canale i17-l16 Plan: Plan 03 11/13/2017
sez 6



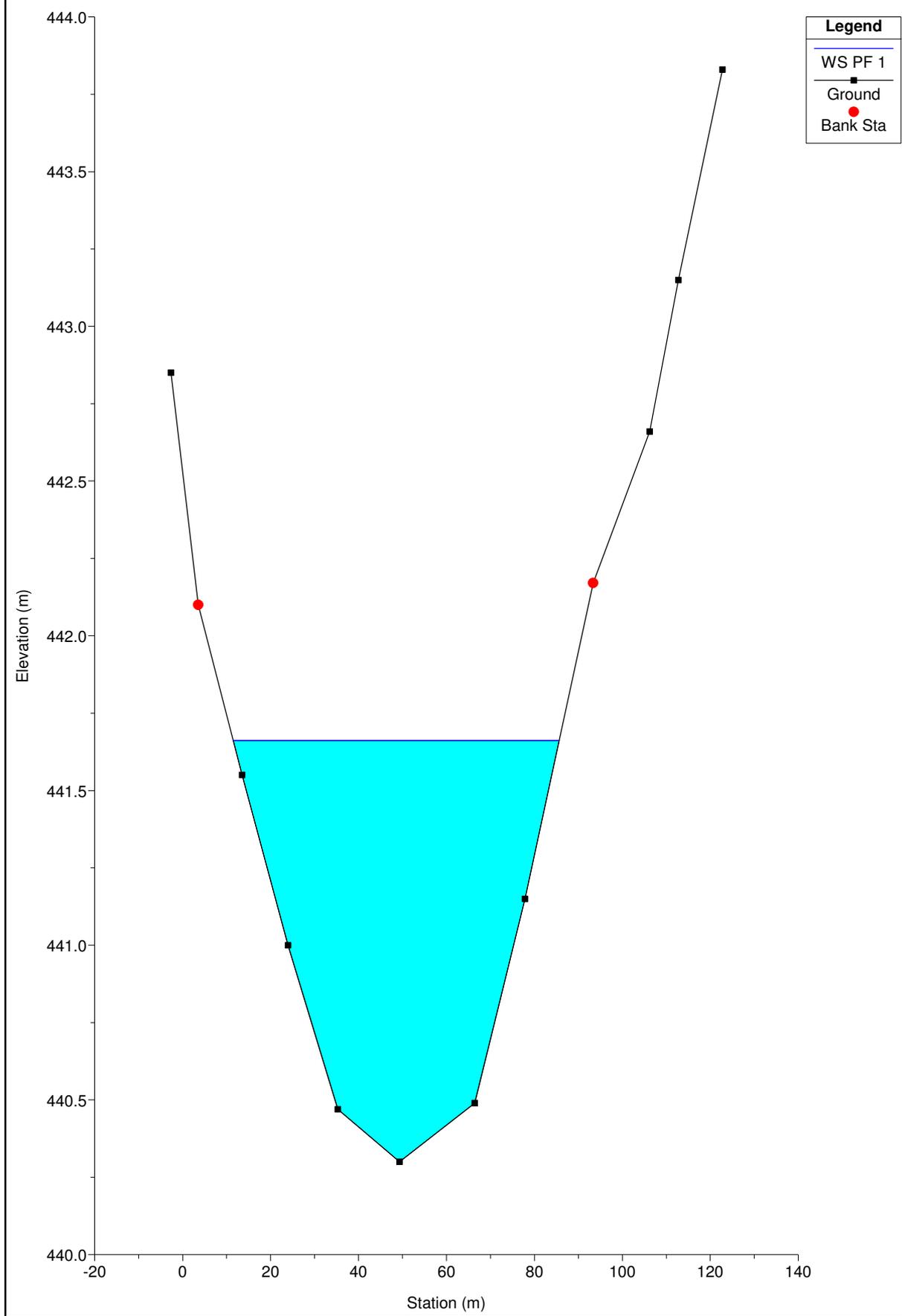
canale i17-I16 Plan: Plan 03 11/13/2017
sez 5



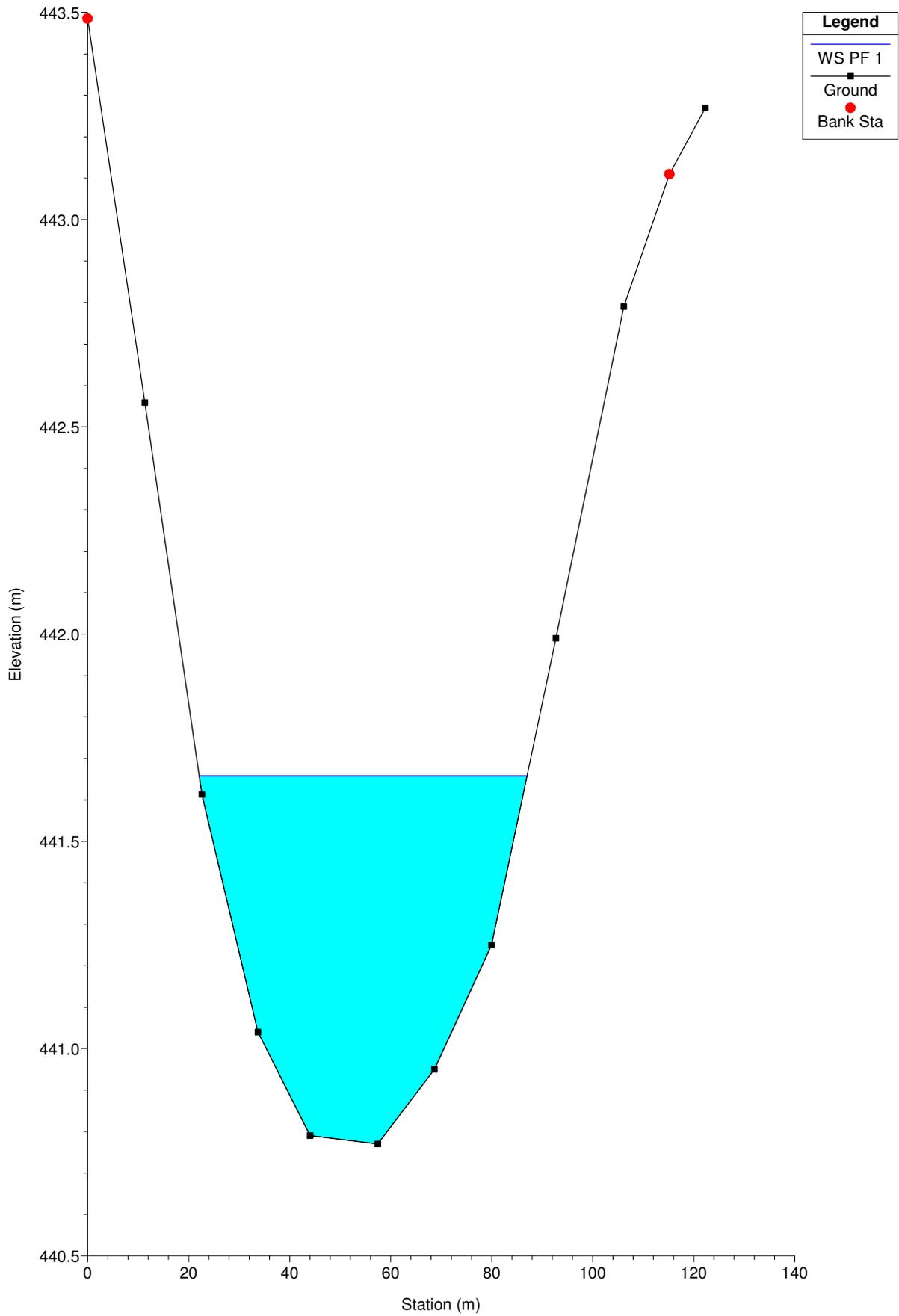
canale i17-I16 Plan: Plan 03 11/13/2017
sez 4



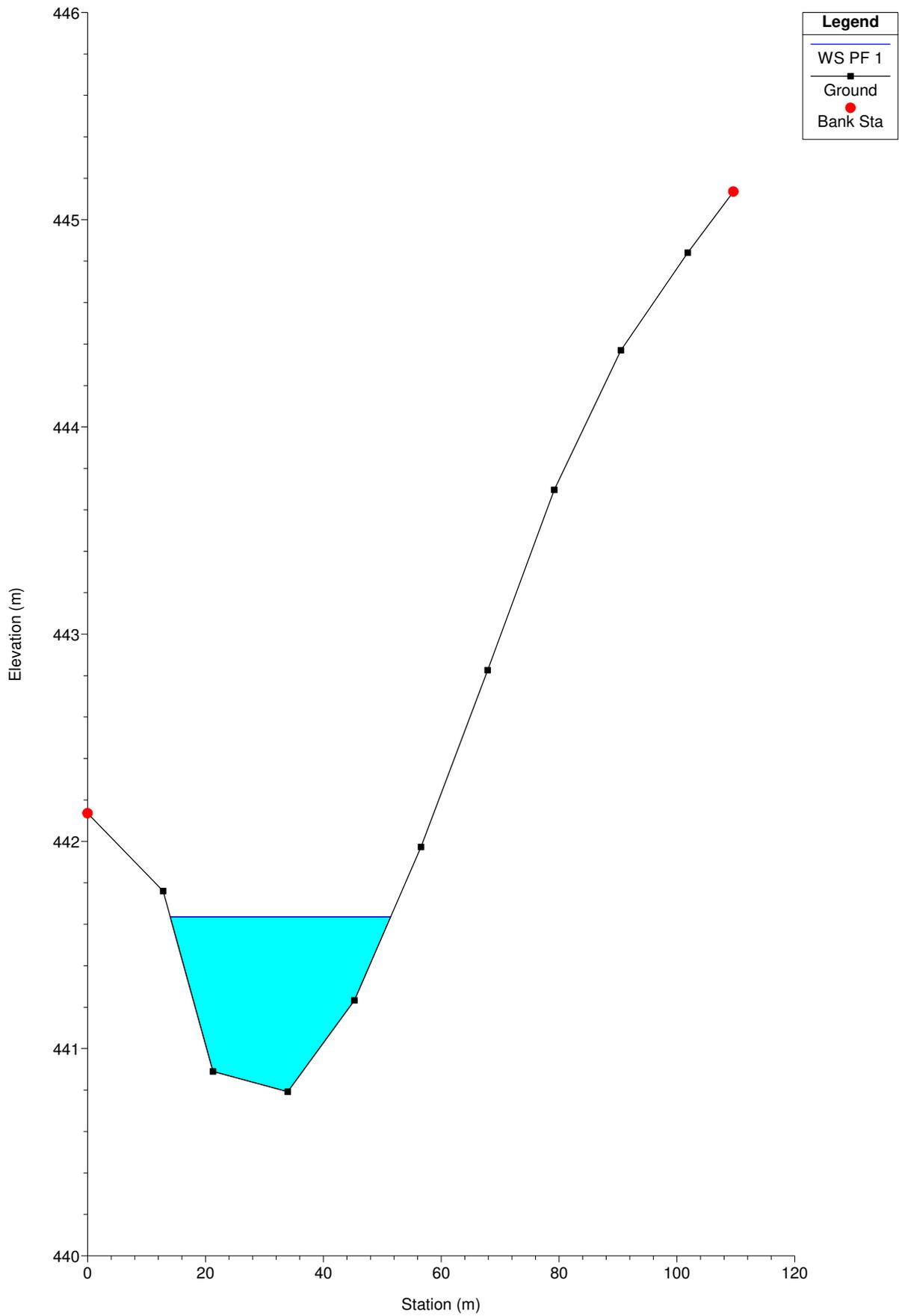
canale i17-I16 Plan: Plan 03 11/13/2017
sez 3



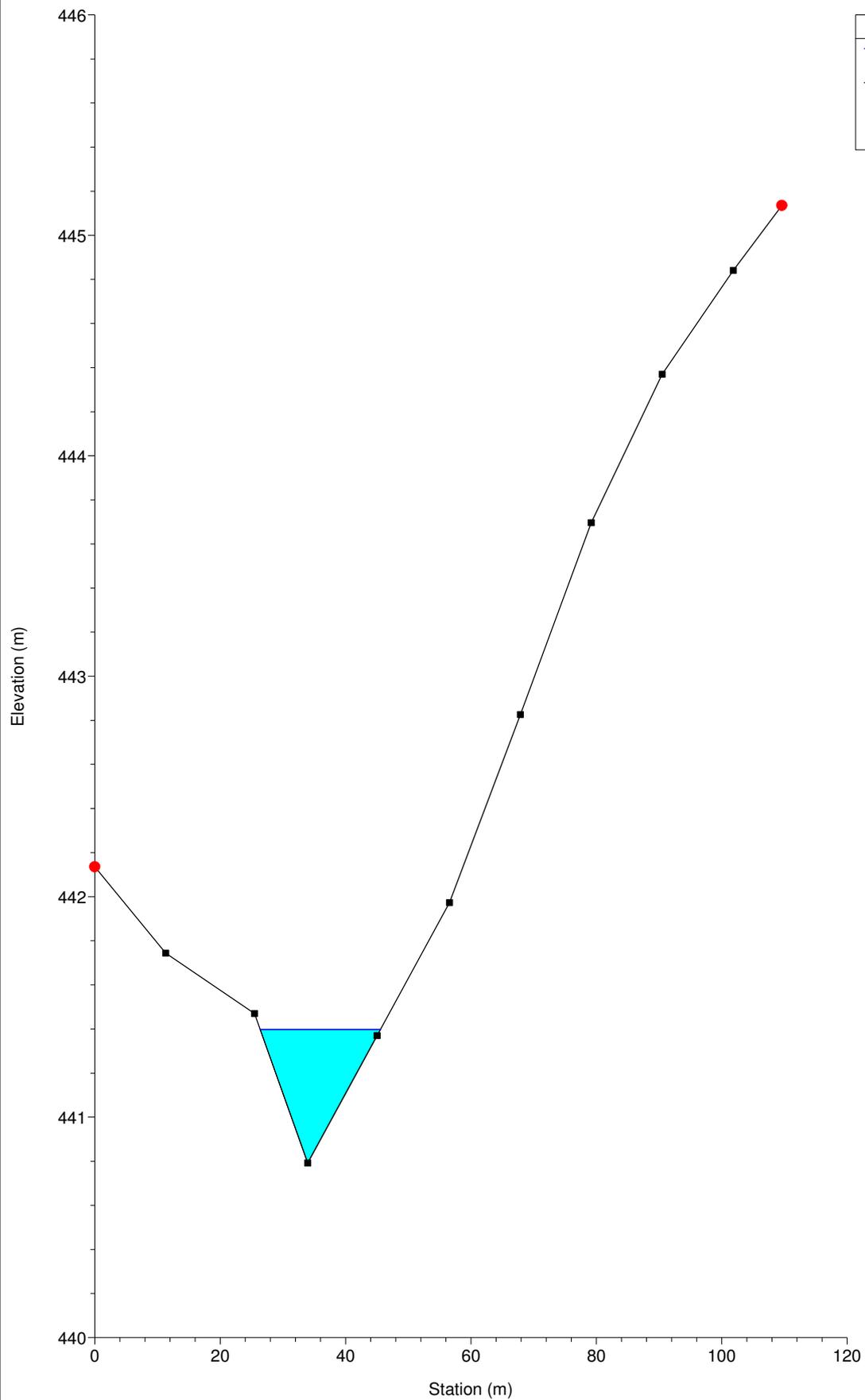
canale i17-I16 Plan: Plan 03 11/13/2017
sez 2



canale i17-I16 Plan: Plan 03 11/13/2017
sez 1

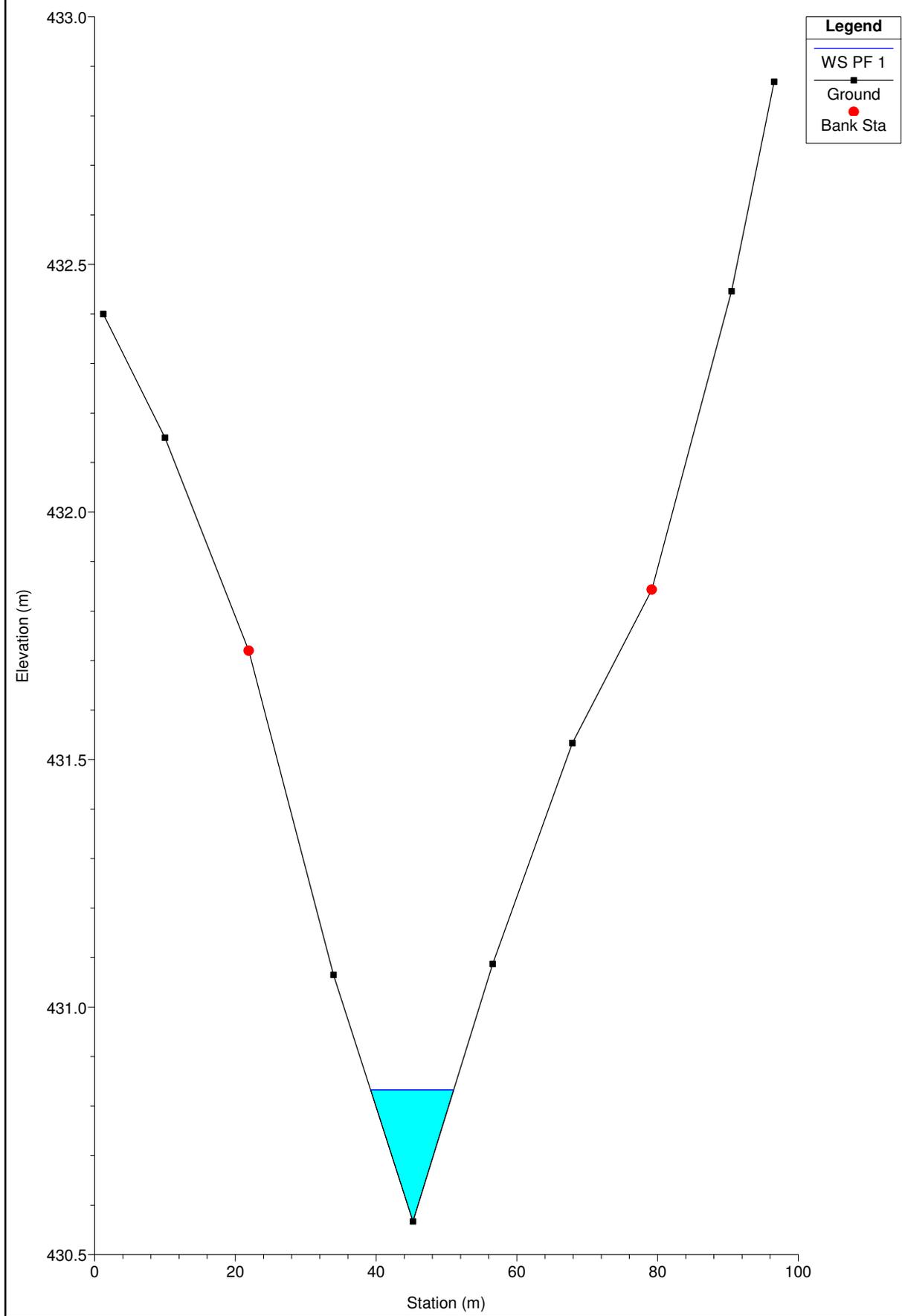


canale i17-I16 Plan: Plan 03 11/13/2017
sez 0

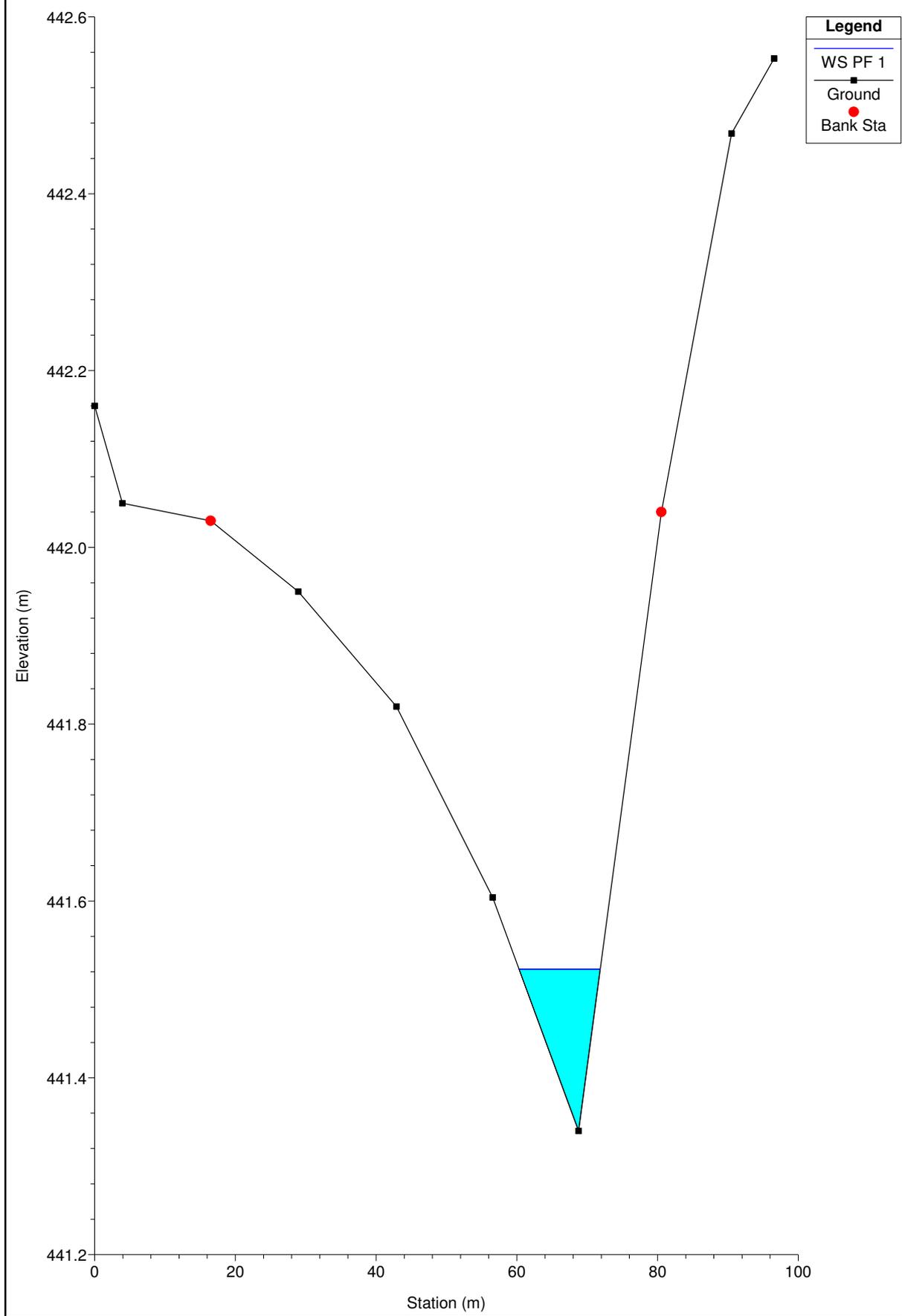


SEZIONI CANALE 16-I17

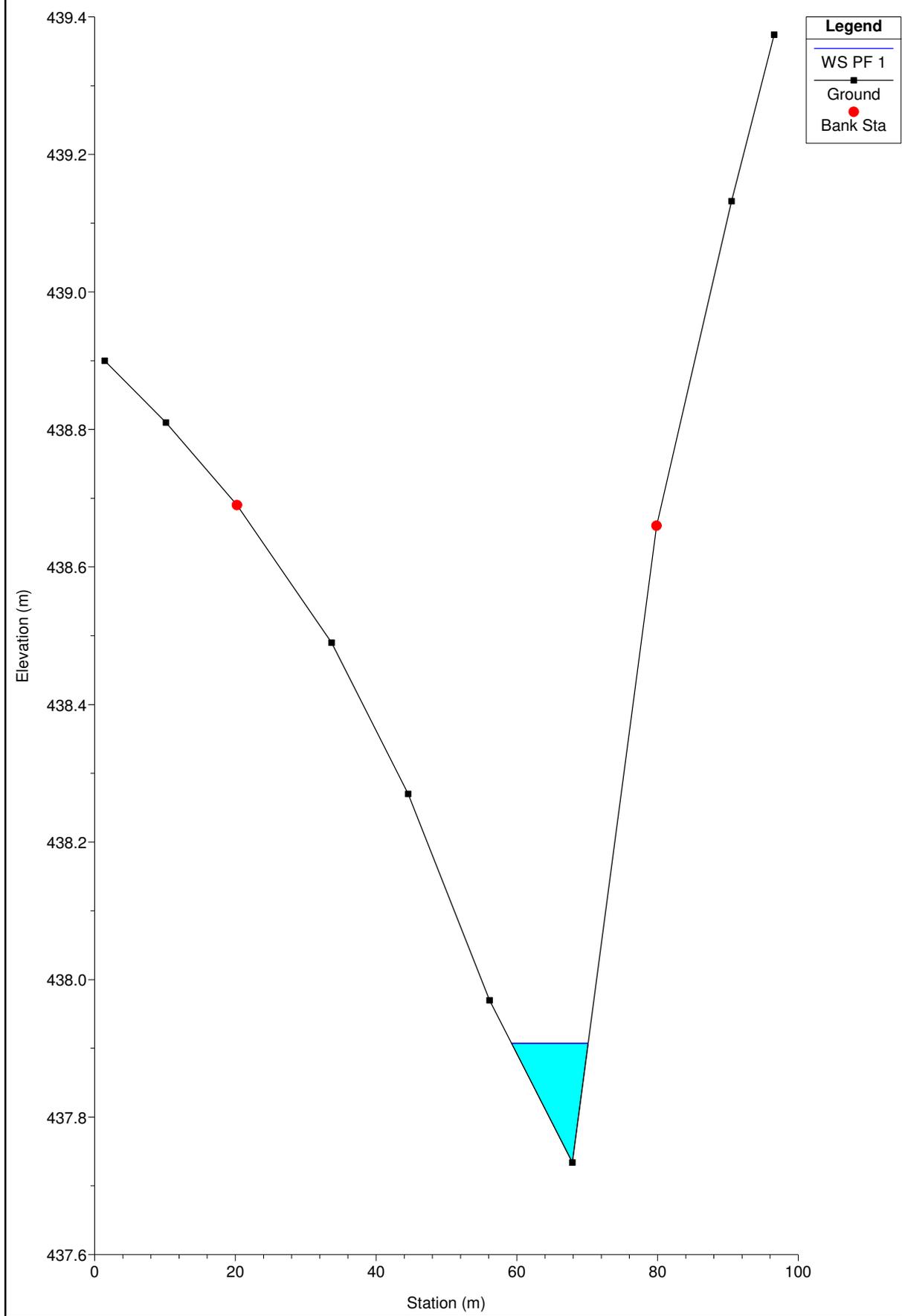
canale I16 bis Plan: Plan 01 11/13/2017
sez 4



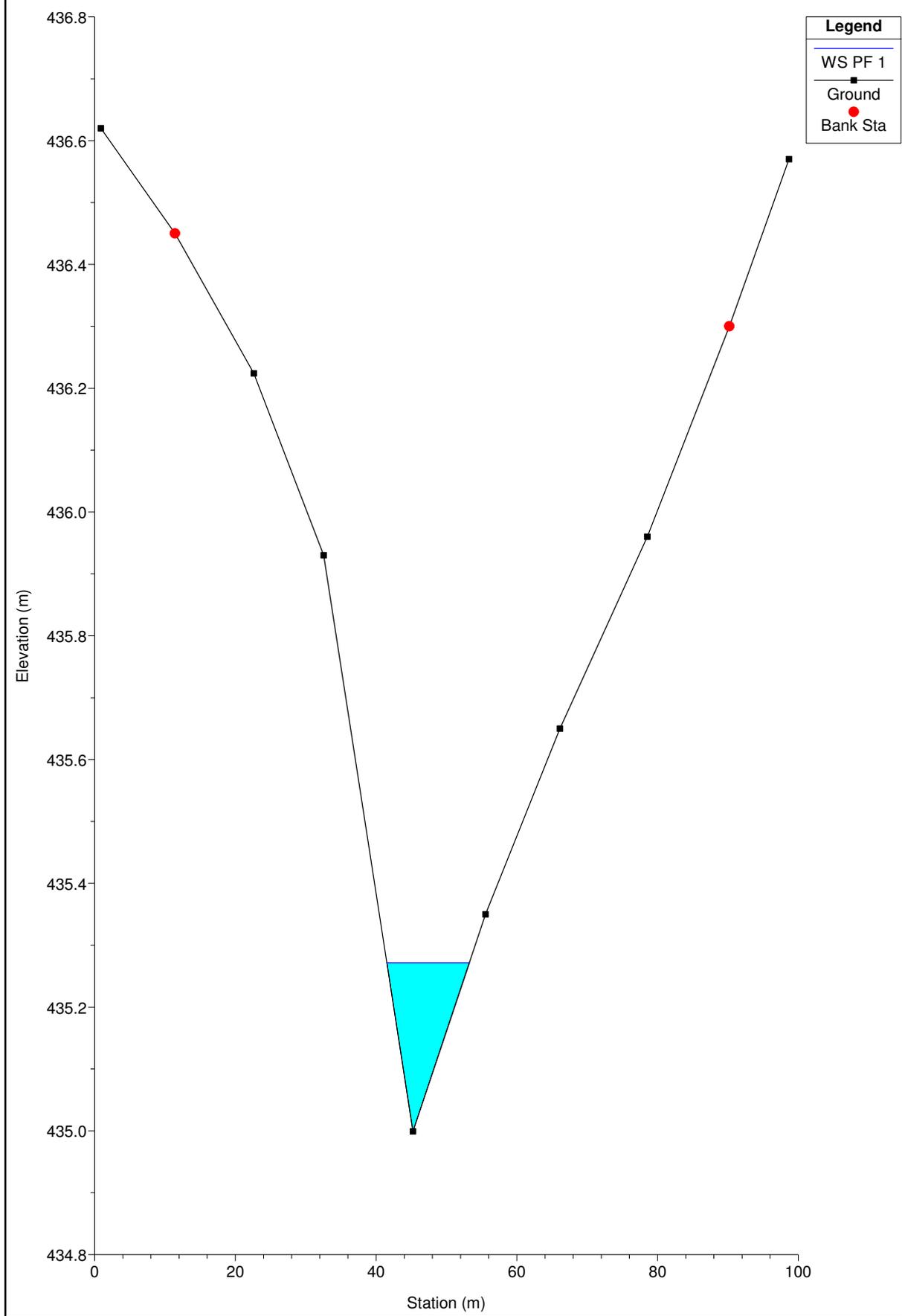
canale I16 bis Plan: Plan 01 11/13/2017
sez 1



canale I16 bis Plan: Plan 01 11/13/2017
sez 2

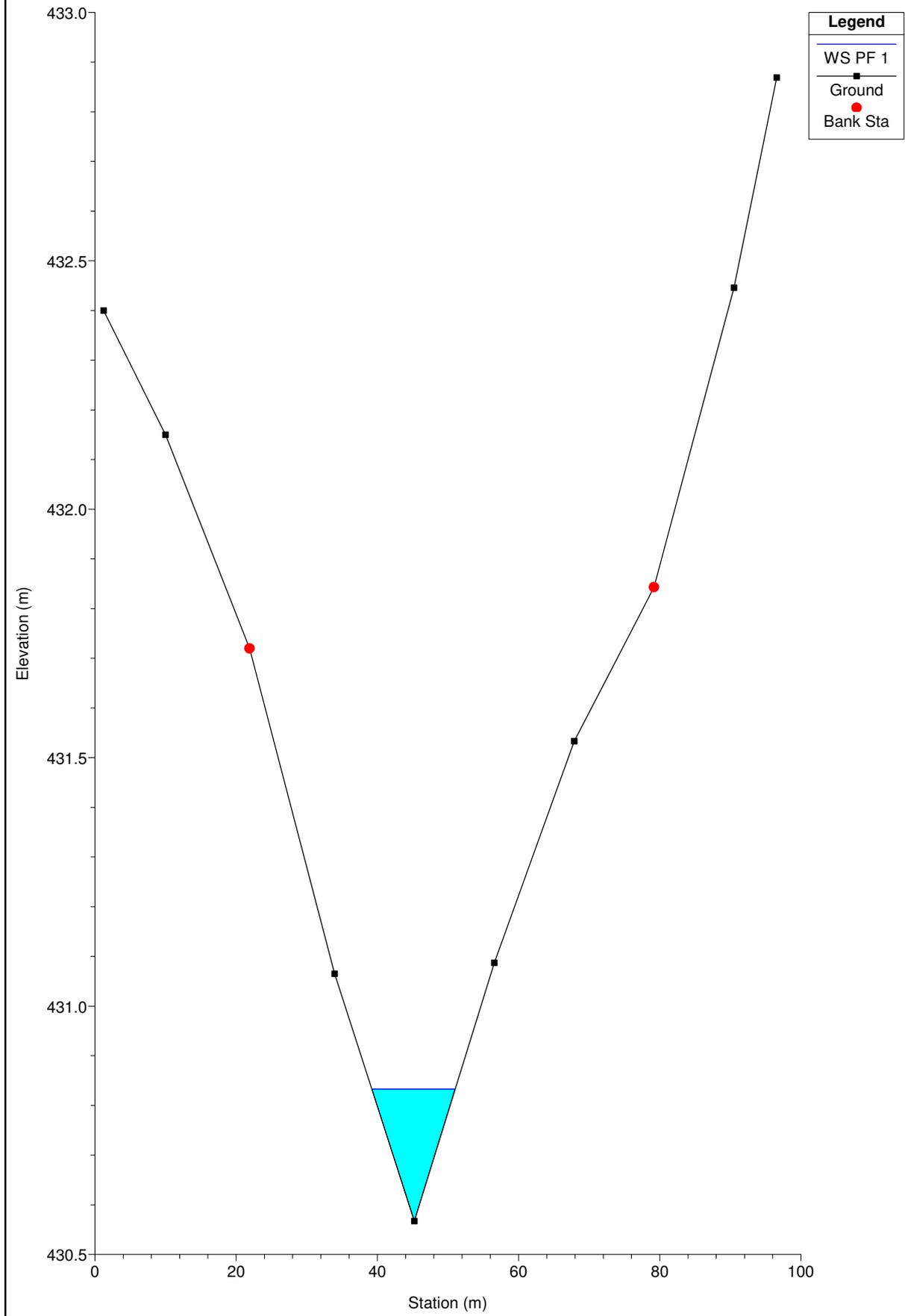


canale I16 bis Plan: Plan 01 11/13/2017
sez 3

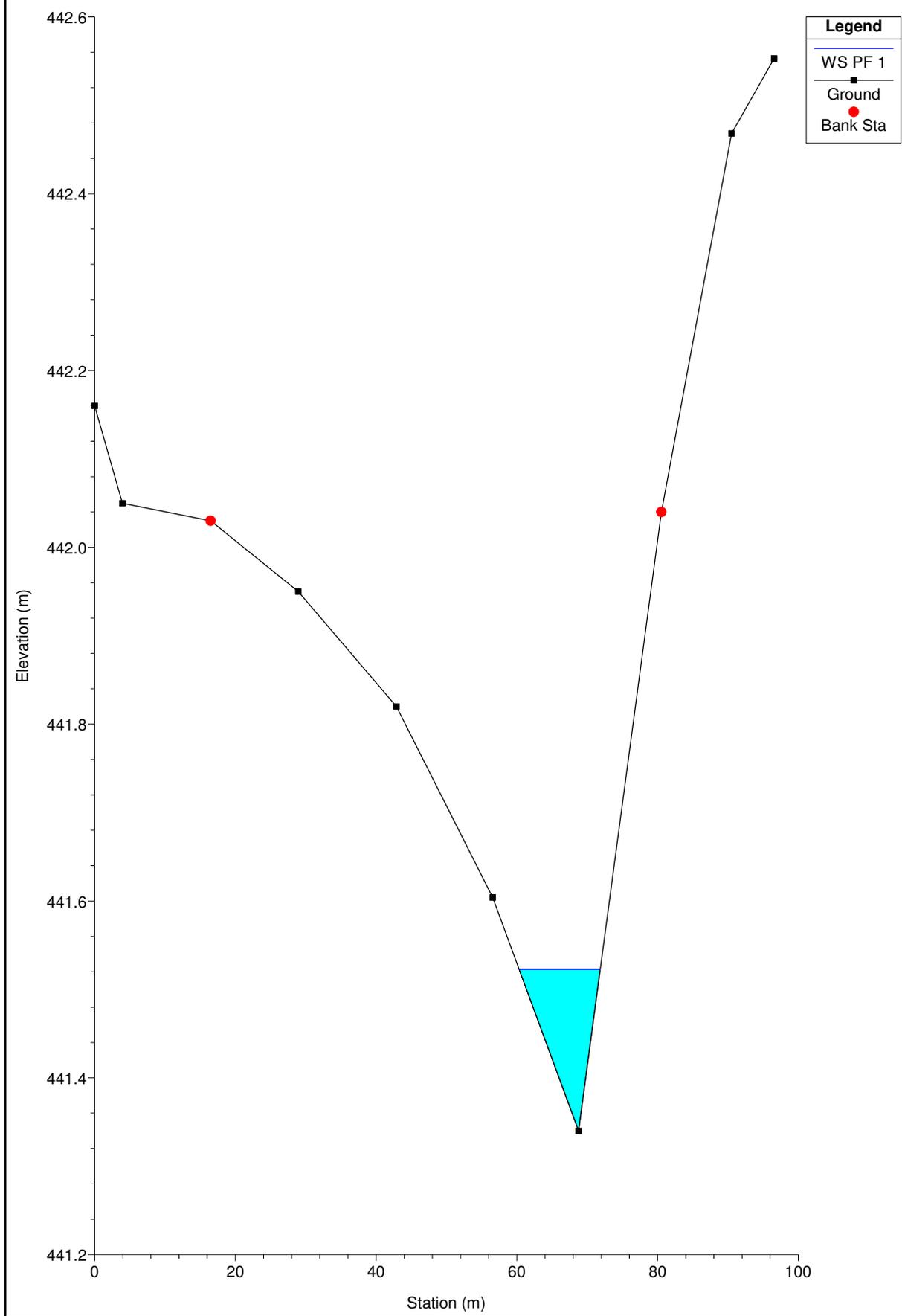


SEZIONI CANALE I17 BIS

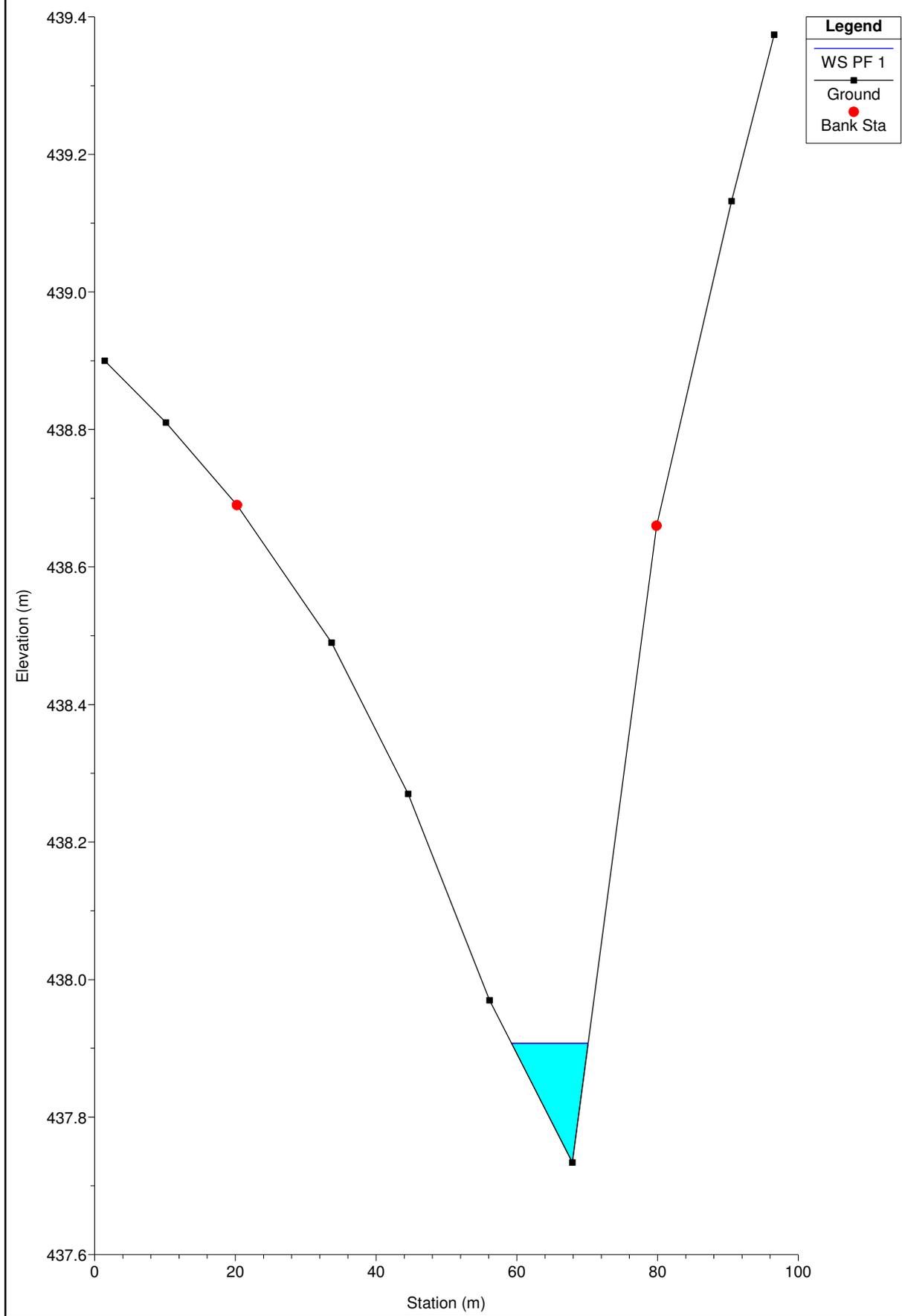
canale I16 bis Plan: Plan 01 11/13/2017
sez 4



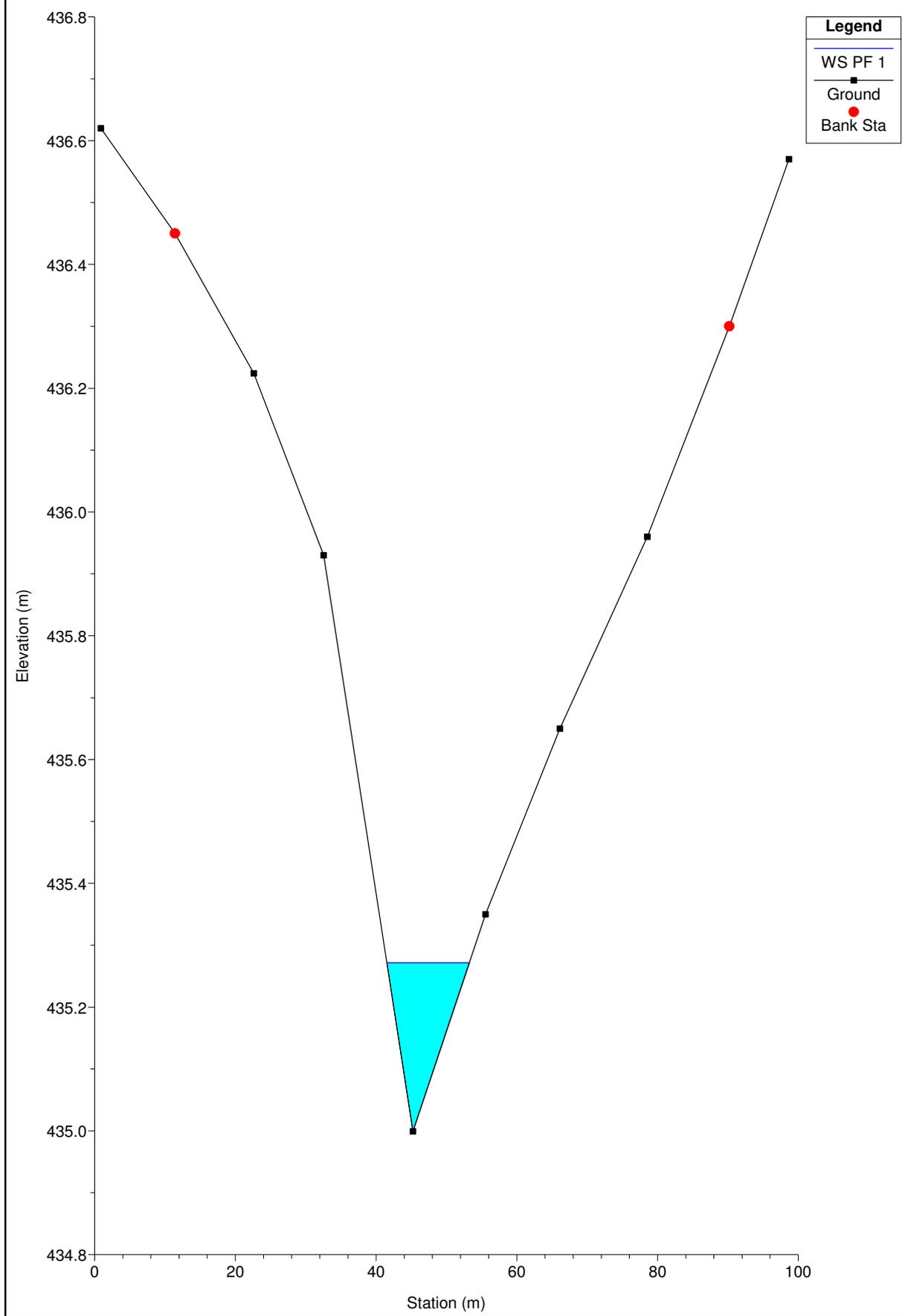
canale I16 bis Plan: Plan 01 11/13/2017
sez 1



canale I16 bis Plan: Plan 01 11/13/2017
sez 2

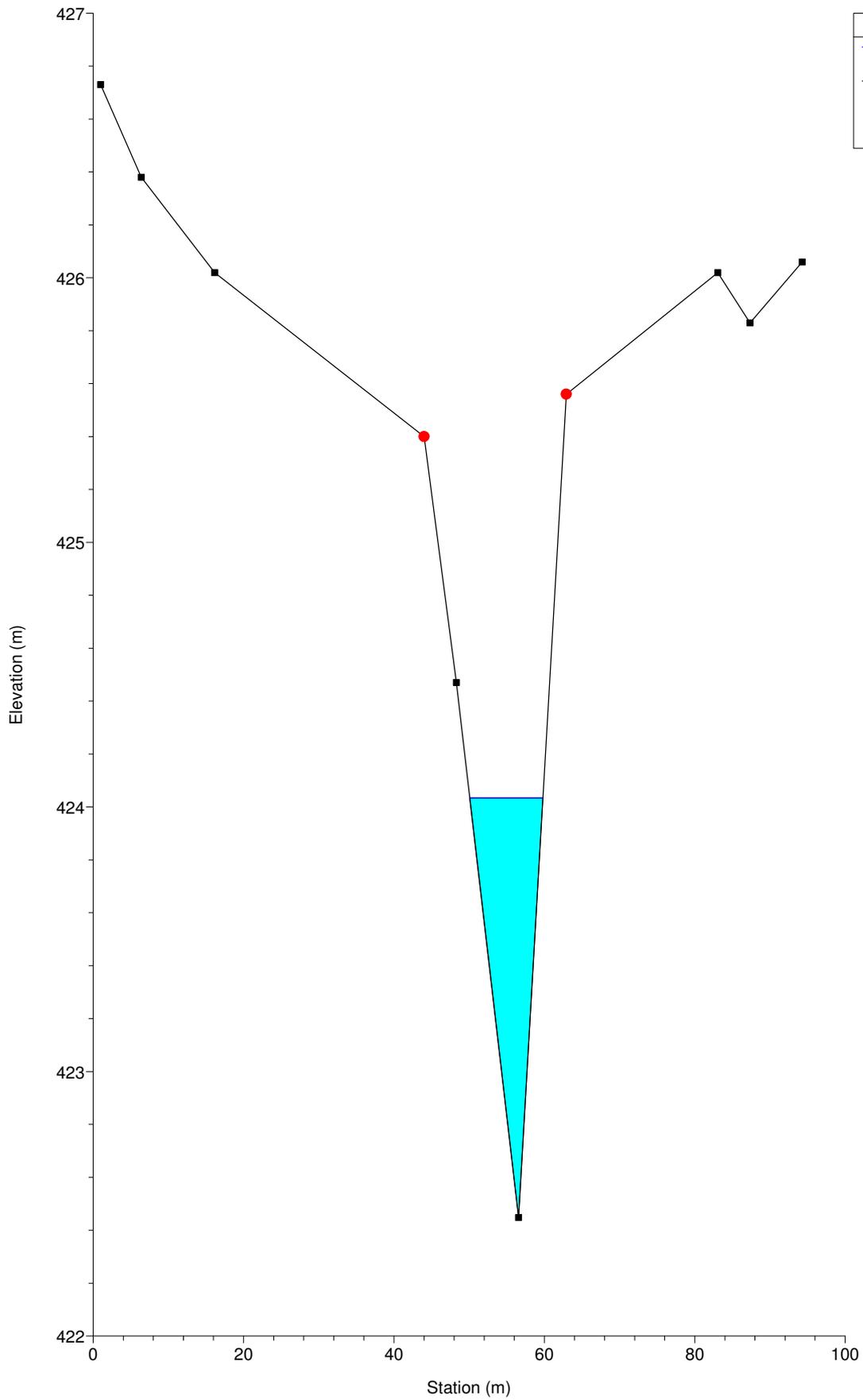


canale I16 bis Plan: Plan 01 11/13/2017
sez 3



SEZIONI CANALE I19

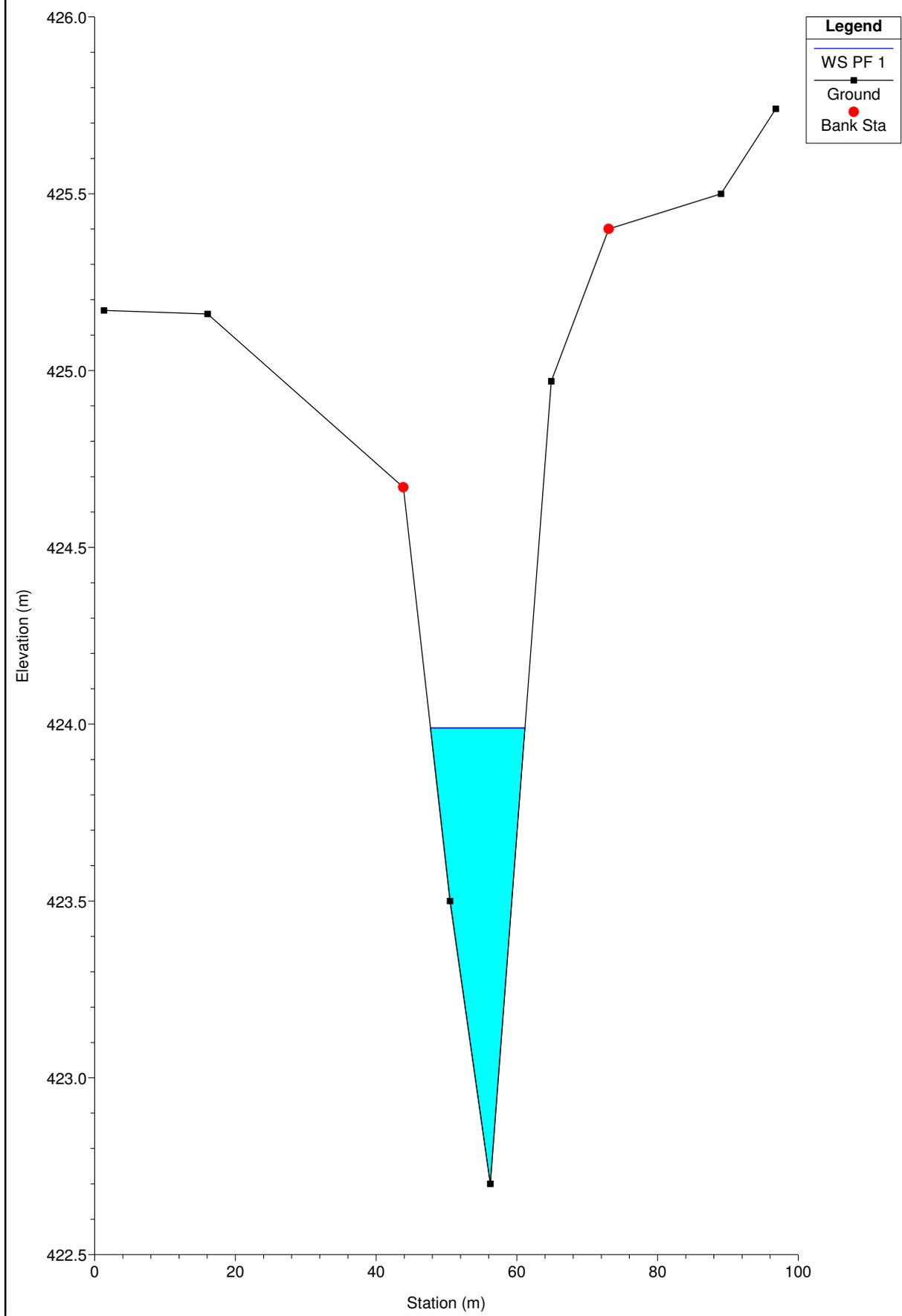
canale I19 Plan: Plan 01 10/23/2017
sez 1



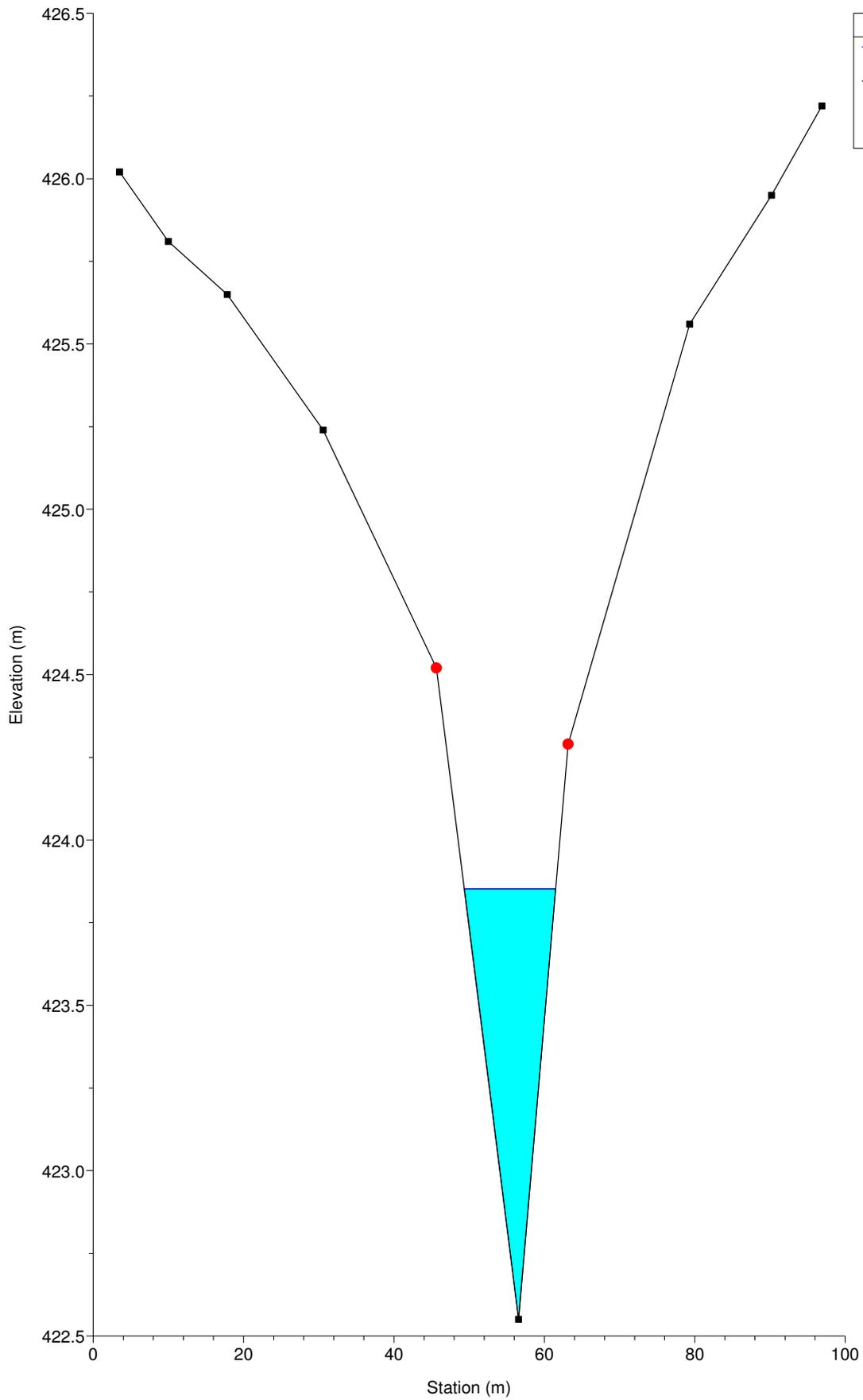
Legend

- WS PF 1
- Ground
- Bank Sta

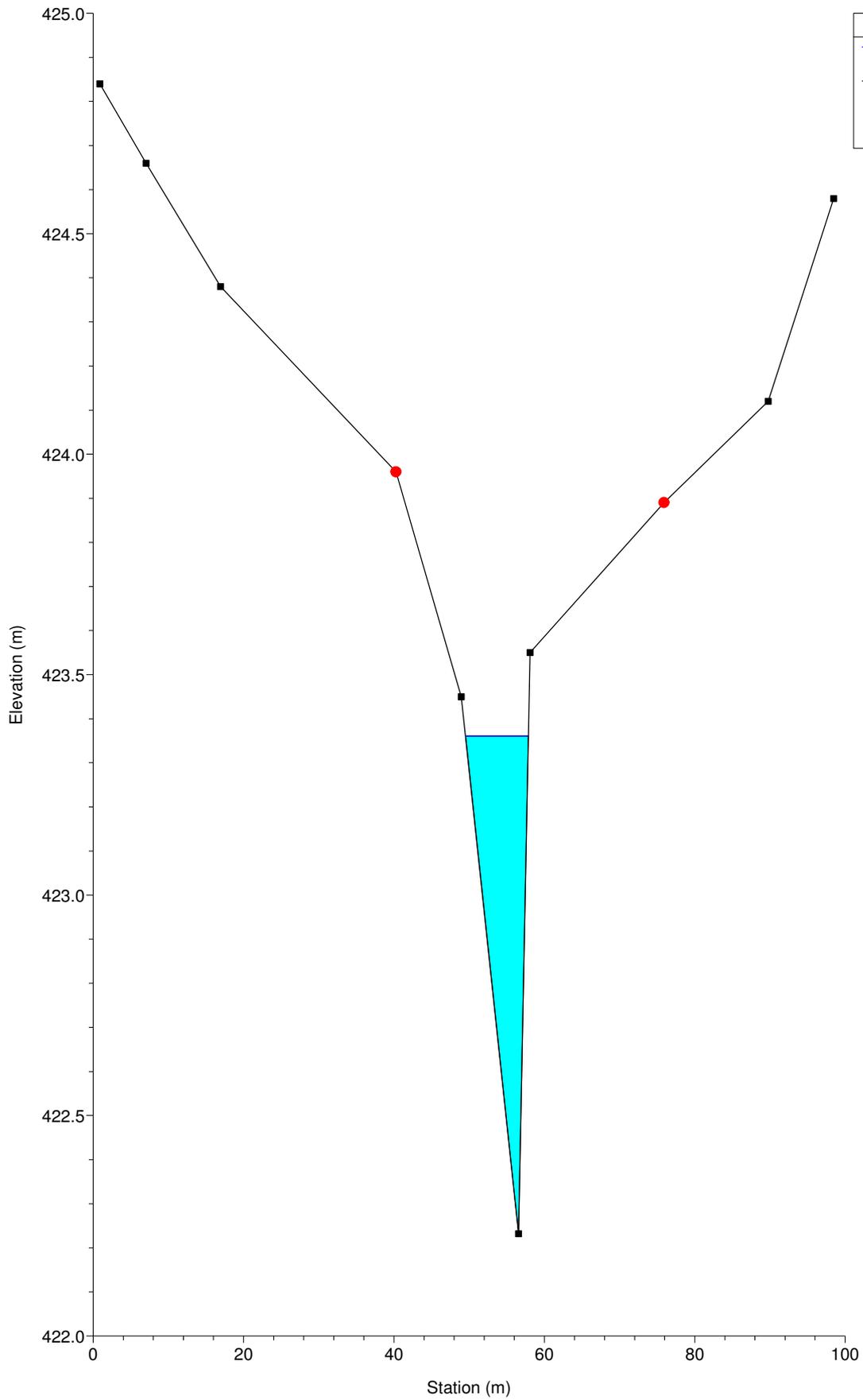
canale I19 Plan: Plan 01 10/23/2017
sez 2



canale I19 Plan: Plan 01 10/23/2017
sez 3



canale I19 Plan: Plan 01 10/23/2017
sez 4



Legend

- WS PF 1
- Ground
- Bank Sta