



Engineering & Construction



Via Napoli, 363/1 – 70132 Bari – Italy
www.bfpgroup.net – info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 – fax (+39) 0805619384
AZIENDA CON SISTEMA GESTIONE
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
OHSAS 18001:2007

GRE CODE

GRE.EEC.R.25.IT.W.15001.00.085.00

PAGE

1 di/of 43

TITLE: Relazione idraulica

AVAILABLE LANGUAGE: ITA

RELAZIONE IDRAULICA

CANDELA

File: GRE.EEC.R.25.IT. W.15001.00.085.00 RELAZIONE IDRAULICA

00	18/12/2020	EMISSIONE	BFP	BFP	BFP
			PIERRI	MIGLIONICO	BISCOTTI
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

GRE VALIDATION

MIRRA	CIRILLO	TAMMA
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	R	2	5	I	T	W	1	5	0	0	1	0	0	0	8	5	0

CLASSIFICATION	UTILIZATION SCOPE	Basic Design, Detailed Design, Issue for Construction, etc.
----------------	-------------------	---

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.



Engineering & Construction

BFP
Via Napoli, 363/I – 70132 Bari – Italy
www.bfpgroup.net – info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 – fax (+39) 0805619384
AZIENDA CON SISTEMA GESTIONE
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
OHSAS 18001:2007

GRE CODE

GRE.EEC.R.25.IT.W.15001.00.085.00

PAGINA

2 di/of 43

INDICE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
4. STUDIO IDROLOGICO	12
5. STUDIO IDRAULICO	12
5.1. Analisi idraulica con Tr = 200 anni.....	14
6. INTERFERENZE CAVIDOTTO – RETICOLI IDROGRAFICI	18
7. CONCLUSIONI	43

1. PREMESSA

La presente Relazione Idraulica è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società Enel Green Power Italia s.r.l., con sede legale in viale Regina Margherita n. 125, Roma.

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 8 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6.0 MW per una potenza complessiva del parco pari a 48.0 MW, da realizzarsi nel territorio comunale di Candela con opere di connessione alla RTN nel comune di Ascoli Satriano, in Provincia di Foggia (FG), dove sarà ubicata la sottostazione utente di trasformazione AT/MT, in posizione adiacente alla stazione elettrica HV 380/150kV Terna Substation.

La seguente relazione idraulica è redatta in conformità ai criteri dettati dall’Autorità di Bacino della Regione Puglia, istituita con L. R. n. 19 del 9 dicembre 2002, la quale ha approvato il Piano di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (PAI), di cui alla Legge 183/89, il 30 novembre 2005.

Sulla base dello studio idrologico svolto, riportato nella “Relazione Idrologica” in allegato al progetto definitivo, che ha portato alla definizione delle portate di piena transitanti nei corsi d’acqua per tempi di ritorno assegnati, è stato condotto lo studio idraulico consistente nella modellazione idraulica bidimensionale dello stato “ante-operam” di tutti i corpi idrici che interferiscono con l’impianto eolico, svolta in condizioni di moto non stazionario per tempo di ritorno di 200 anni (Tr associato alla compatibilità idraulica secondo le NTA del PAI), mediante il software HEC-RAS 5.0.7.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell’Autorità di Bacino della Puglia è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30.11.2005 e pubblicato il 30.12.2005. Esso è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti ed a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d’uso, e rappresenta la disciplina che più particolarmente si occupa delle tematiche proprie della difesa del suolo.

Il P.A.I. costituisce il Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dell’articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n° 183; ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell’Autorità di Bacino della Puglia.

Le finalità del P.A.I. (art. 1) sono realizzate, dall’Autorità di Bacino della Puglia e dalle altre Amministrazioni competenti, mediante:

- la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;

- la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del terreno;
- l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di difesa esistenti;
- la definizione degli interventi per la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione di nuovi sistemi di difesa, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo della evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Il PAI (art. 4), in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, disciplina le aree di cui agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10.

In particolare, le aree di cui sopra sono definite:

- Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali (art. 6);
- Aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.) (art. 7);
- Aree a media pericolosità idraulica (M.P.) (art. 8);
- Aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.) (art. 9);
- Fasce di pertinenza fluviale (art. 10).

Relativamente alle zone a diversa pericolosità idraulica (A.P., M.P., B.P.), individuate in rapporto a eventi alluvionali, queste risultano arealmente individuate nelle "Carte delle aree soggette a rischio idrogeologico" allegate al PAI, mentre, per i restanti reticoli idrografici per i quali non sono state definite le aree a pericolosità idraulica, ai sensi delle NTA del PAI si applicano i contenuti dell'art. 6 per "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" e dell'art. 10 per le "Fasce di pertinenza fluviale", la loro delimitazione e tutela segue i seguenti criteri:

- (art. 6 comma 8) quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m;
- (art. 10 comma 3) quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato al PAI, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermina all'area golenale, come individuata dall'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

Laddove esistono perimetrazioni delle aree AP, MP e BP così definite:

- area ad alta pericolosità idraulica (A.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni;
- area a media pericolosità idraulica (M.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni;

- area a bassa pericolosità idraulica (B.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni; trovano applicazione le norme contenute negli art. 7, 8 e 9.

Gli obiettivi del PAI sono definiti dall'art. 17 e consistono nel perseguire il raggiungimento delle condizioni di sicurezza idraulica e della qualità ambientale come definite dall'art. 36. L'art. 36 definisce per sicurezza idraulica la "condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e legata alla non inondabilità per eventi con tempo di ritorno assegnati". *Agli effetti del PAI, infatti, si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.*

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il parco eolico, denominato "WF Candela", si estende nel territorio del Comune di Candela, in provincia di Foggia, ed è costituito da 8 aerogeneratori del tipo Siemens Gamesa SG 6.0-170, ciascuno della potenza di 6.0 MW per una potenza complessiva di 48.0 MW.

L'area interessata dal parco eolico di progetto si sviluppa in località "Piano Morto" ed è collocata a sud-est rispetto al centro abitato del comune di Candela (FG), da cui dista circa 2 km (distanza rispetto all'aerogeneratore C01, che è il più vicino), con altitudine media di 250 m s.l.m.

Per quanto riguarda il collegamento alla RTN, la connessione avverrà nella stazione elettrica "HV Terna Substation", sita nel territorio comunale di Ascoli Satriano (FG).

Nella seguente immagine, si riporta uno stralcio aerofotogrammetrico dell'area del parco eolico oggetto del presente studio.

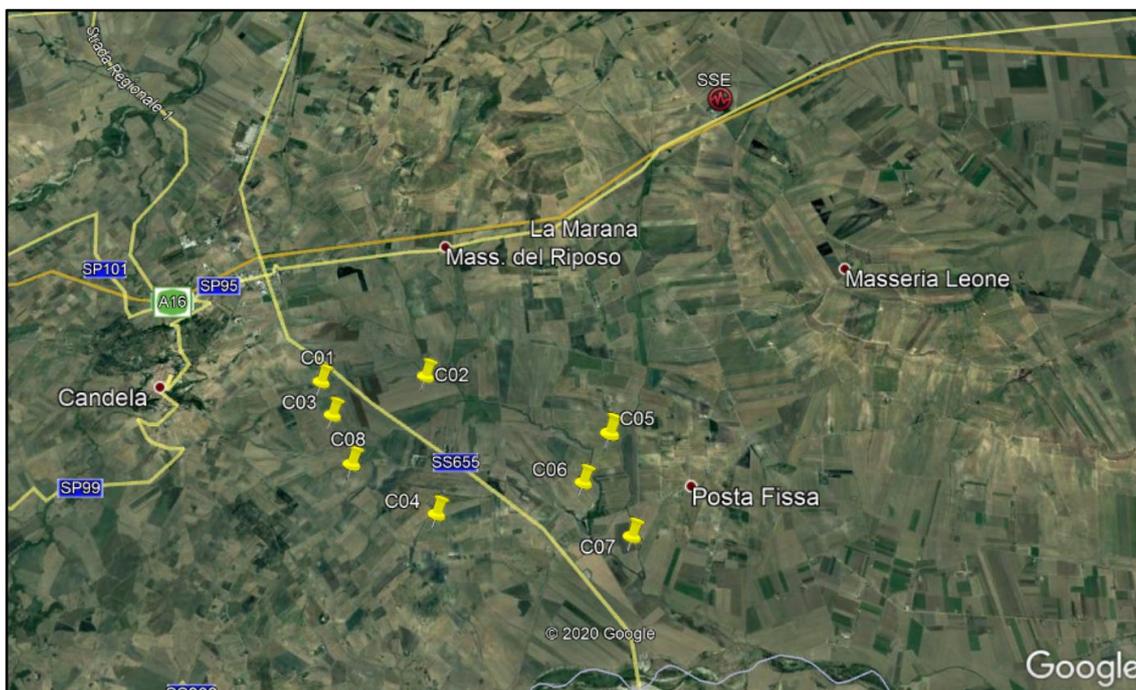


Figura 1: Area WF Candela (Google Earth)

Il territorio comunale di Candela confina con il comune di Ascoli Satriano a nord-est, di Rocchetta Sant'Antonio a sud-ovest, di Sant'Agata di Puglia ad ovest e, infine, di Deliceto a nord-ovest.

Gli aerogeneratori di progetto sono tutti ubicati nel comune di Candela alle seguenti coordinate nel sistema di riferimento WGS84 – UTM zone 33N:

N. WTG	E (m)	N (m)
C01	545404.00	4553758.00
C02	546910.00	4553809.00
C03	545589.00	4553256.00
C04	547103.00	4551786.00
C05	549545.00	4552862.00
C06	549159.00	4552183.00
C07	549817.00	4551406.00
C08	545891.00	4552530.00

Secondo le perimetrazioni del PAI Puglia dell'Autorità di Bacino della Puglia, gli aerogeneratori di progetto risultano essere completamente esterni alle aree a pericolosità geomorfologica PG1, PG2 e PG3 e alle aree a pericolosità idraulica AP, MP e BP, risultando, quindi, compatibili con gli obiettivi del PAI.

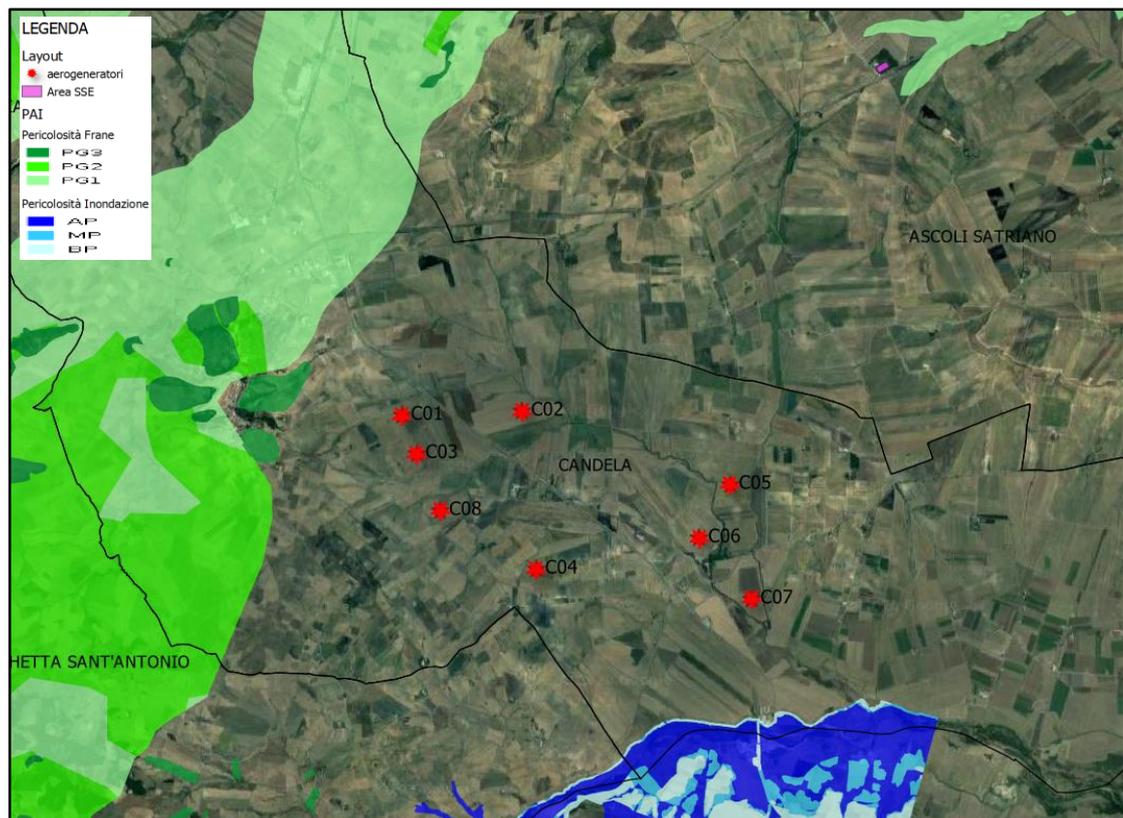


Figura 2: Perimetrazioni PAI Puglia

Relativamente alla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, redatta dall’Autorità di Bacino della Regione Puglia, l’area interessata dal parco eolico è attraversata da una fitta rete di reticoli idrografici superficiali, di carattere stagionale, che confluiscono nel corso d’acqua denominato “Rio Salso”, affluente in sinistra idraulica del Fiume Ofanto, classificati entrambi dal P.P.T.R. come BP - Fiumi, torrenti e corsi d’acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche (150 m).

L’Ofanto è il più importante fiume della Puglia; sorge in provincia di Avellino, nell’Altipiano Irpino a circa 715 m di altitudine e scorre per circa 170 km fino a sfociare nel mare Adriatico lungo la costa di Barletta-Margherita di Savoia. Lungo il suo tortuoso percorso, l’Ofanto raccoglie le acque di un bacino di circa 2.790 kmq, che si estende nei territori delle regioni Puglia, Basilicata e Campania.

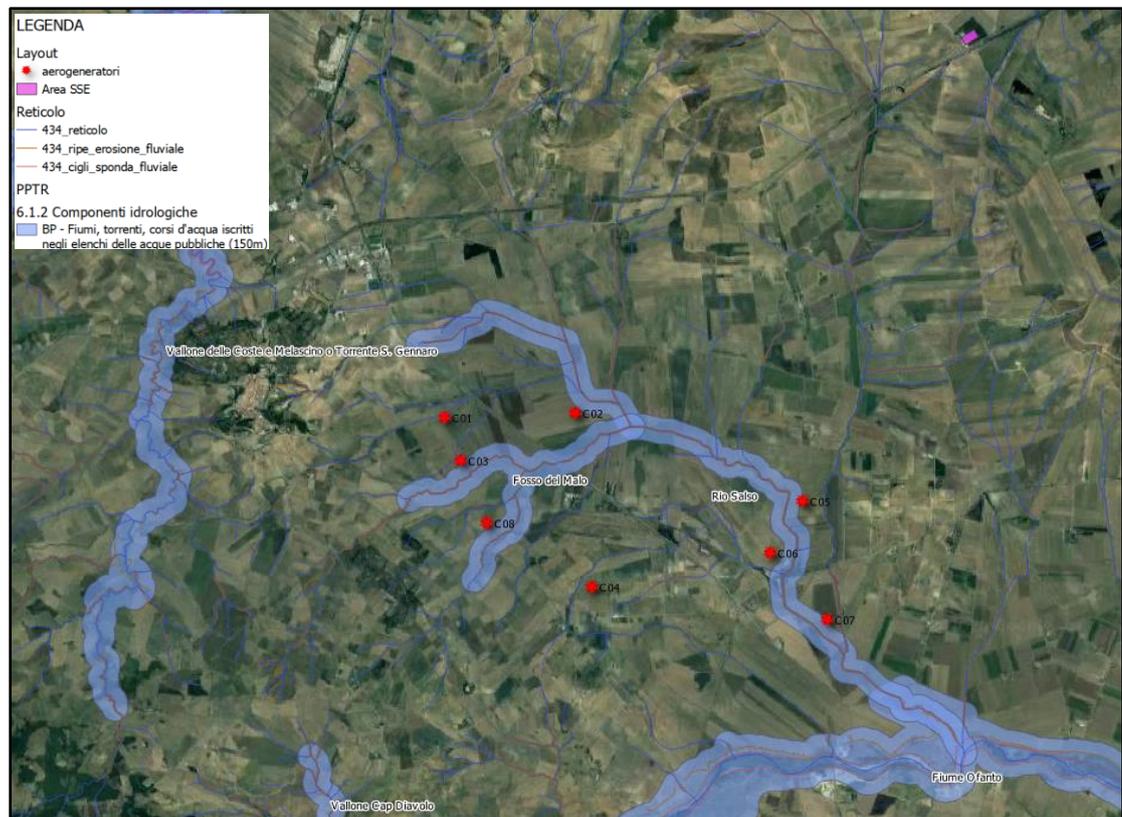


Figura 3: Reticoli della carta idrogeomorfologica della Regione Puglia con fiumi del P.P.T.R.

Nello specifico, gli aerogeneratori C01 e C03 rientrano nell’area golenale di rispetto dei 75 m a destra e sinistra idraulica dall’asse del canale, come definita all’art. 6 delle NTA del PAI, mentre gli aerogeneratori C04 e C07 rientrano nella fascia di pertinenza fluviale dei 150 m a destra e sinistra idraulica dell’asse del reticolo, secondo l’art. 10 delle NTA del PAI.

Nel rispetto di quanto prescritto all’art. 10 comma 2 delle NTA del PAI, sono state redatte le seguenti relazioni di compatibilità idrologica e idraulica, al fine di analizzare gli effetti dell’intervento progettuale sul regime idraulico per tempi di ritorno di 200 anni e, quindi, di verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all’art. 36 delle NTA e precedentemente specificata.

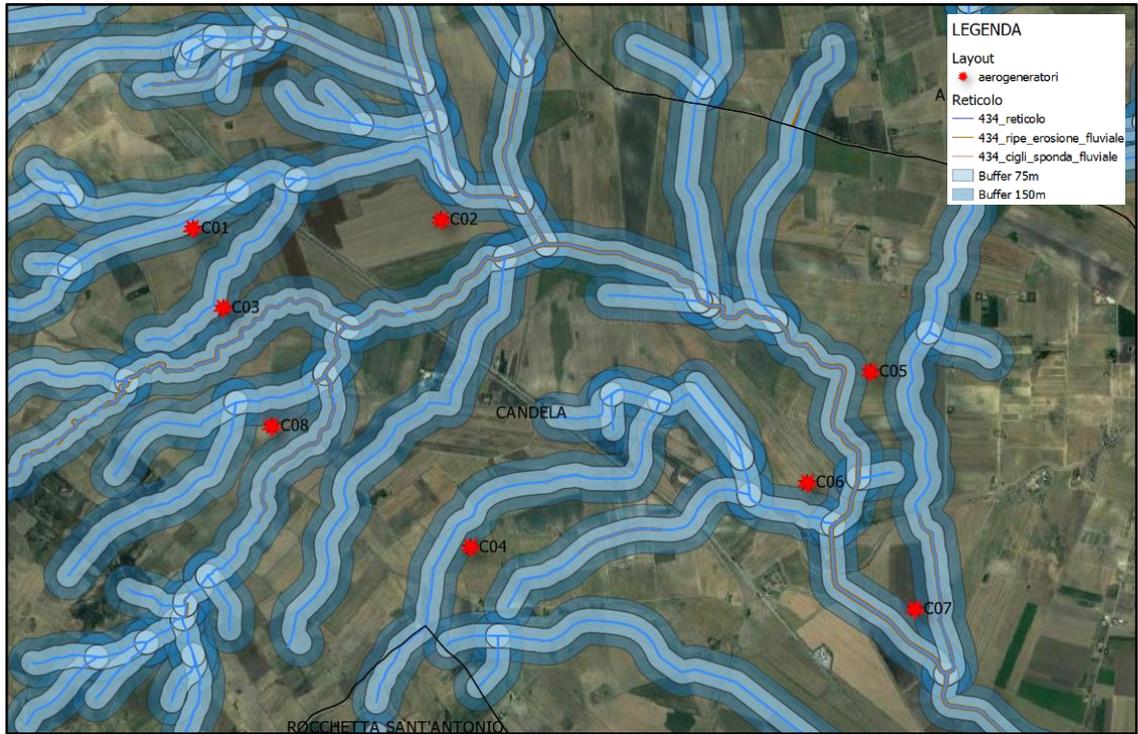


Figura 4: Reticoli della carta idrogeomorfologica con buffer di rispetto l'art. 6 e 10 del PAI

Di seguito, si riportano alcune immagini dei reticoli oggetto di studio in prossimità dei vari aerogeneratori.





Foto D08



Foto D24



Foto D161





Foto D39



Foto D48



Foto D89





Foto D108



Foto D129



Foto D151

4. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico svolto con metodologia VaPi Puglia, riportato nella "Relazione Idrologica" in allegato al progetto definitivo, ha permesso di stimare le portate di piena all'interno dei bacini idrografici di studio, per i tempi di ritorno di 10, 20, 30, 50, 100 e 200 anni.

Nello specifico, l'Autorità di Bacino della Puglia ha assunto come riferimento per la condizione di *sicurezza idraulica* lo scenario con *tempo di ritorno di 200 anni*, *Tr* associato alla *compatibilità idraulica secondo le NTA del PAI*. Le portate di piena bicentennali, quindi, sono state utilizzate come input nella modellazione idraulica, al fine di perimetrare l'impronta allagabile (output). Di seguito, si riportano i risultati dell'analisi idrologica.

Basin/ Sub-basin	Q (Tr=10) (mc/s)	Q (Tr=20) (mc/s)	Q (Tr=30) (mc/s)	Q (Tr=50) (mc/s)	Q (Tr=100) (mc/s)	Q (Tr=200) (mc/s)
Basin 1	1.5	2.4	3.1	4.0	5.3	6.6
Basin 2	5.8	9.7	12.3	15.9	21.2	26.8
Basin 3	0.2	0.5	0.6	0.8	1.2	1.6
Basin 4	2.3	3.6	4.5	5.7	7.5	9.3
Basin 5	3.2	5.1	6.3	7.9	10.4	12.9
Basin 6	0.3	0.6	0.9	1.2	1.6	2.1
Basin 7	0.7	1.4	1.9	2.5	3.4	4.5
Basin 8	5.8	9.6	12.0	15.4	20.4	25.6
Basin 9	14.5	22.9	28.4	35.7	46.5	57.7
Basin 10	25.3	39.4	48.6	60.7	78.7	97.2
Basin 11	0.7	1.4	1.9	2.6	3.8	5.0
Basin 12	0.4	0.7	0.9	1.2	1.7	2.2
Basin 13	0.2	0.3	0.5	0.6	0.9	1.3
Basin 14	0.1	0.2	0.2	0.4	0.6	0.8
Basin 15	0.1	0.2	0.3	0.4	0.7	0.9
Basin 16	0.2	0.5	0.8	1.1	1.5	2.1

5. STUDIO IDRAULICO

La seguente analisi idraulica consiste nella modellazione bidimensionale del comportamento idraulico dei corpi idrici che interferiscono con l'area di impianto, in condizioni di moto non stazionario e allo stato attuale, attraverso l'ausilio del software HEC-RAS 5.0.7. Lo scopo dell'analisi, eseguita con un periodo di ritorno di 200 anni, è quello di perimetrare le aree dell'impianto in cui è stato rilevato il rischio di alluvione.

Il codice di calcolo HEC-RAS è un programma sviluppato presso l'Hydrological Engineering Center (HEC) dall'United States Army Corps of Engineering (USACE), utilizzato per l'implementazione di modelli numerico-idraulici di canali naturali ed artificiali, per ricostruire, con un accettabile grado di approssimazione, la geometria, la dinamica fluviale e la risposta di un corso d'acqua agli interventi in alveo.

La modellazione bidimensionale in regime di moto vario ha consentito la simulazione del deflusso nelle due direzioni piane, partendo da una rappresentazione 2D della morfologia

dell'alveo e delle aree golenali limitrofe, definita con un modello digitale del terreno.

Le leggi fisiche che regolano il moto vario di una corrente a pelo libero sono l'equazione di conservazione della massa e l'equazione di conservazione della quantità di moto:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_l = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) - q_l V_l = 0$$

le cui variabili introdotte hanno il seguente significato:

- Q = portata defluente in alveo
- q_l = portata immessa lateralmente per unità di lunghezza
- A = sezione idrica della corrente
- g = accelerazione di gravità
- V = velocità media di deflusso della corrente
- V_l = velocità media di deflusso della portata immessa lateralmente;
- S_f = slope friction
- z = quota di pelo libero, che è legata al tirante idrico e alla quota di fondo alveo.

La risoluzione del sistema di equazioni suddetto è affidata al metodo delle differenze finite, il quale permette di riscrivere le equazioni in termini di differenze finite, evitando di dover risolvere delle derivate parziali: si passa così da un sistema di equazioni differenziali alle derivate parziali ad un sistema di equazioni algebriche.

In particolare, la modellazione 2D in HEC-RAS utilizza uno schema di tipo implicito ai volumi finiti, noto come "box scheme". L'algoritmo di soluzione di tipo implicito consente di utilizzare passi temporali di calcolo maggiori rispetto ai metodi espliciti; l'approccio ai volumi finiti fornisce una misura dei miglioramenti in termini di stabilità e robustezza rispetto alle tradizionali tecniche differenziali di soluzione basate su metodi a elementi finiti. Per testare la stabilità del modello si è utilizzato il criterio di Courant – Friedrichs – Lewy, abbreviato con CFL, secondo il quale un modello è stabile se è soddisfatta la seguente condizione:

- caso unidimensionale

$$C = \frac{u \cdot \Delta t}{\Delta x} < C_{max}$$

- caso bidimensionale

$$C = \frac{u_x \cdot \Delta t}{\Delta x} + \frac{u_y \cdot \Delta t}{\Delta y} < C_{max}$$

dove u rappresenta la velocità di flusso, Δt è l'intervallo temporale e Δx è l'intervallo spaziale e il numero adimensionale C è chiamato numero di Courant.

La costante C_{max} dipende dalla tipologia di equazione che deve essere risolta e dal tipo di schema numerico utilizzato per la soluzione (esplicito o implicito). Se si utilizza uno schema esplicito allora C_{max} è pari a 1; se invece lo schema è di tipo implicito sono tollerati valori di C_{max} più elevati.

5.1. **Analisi idraulica con $Tr = 200$ anni**

Definito e generato il modello digitale del terreno (*Terrain*), si è passato alla creazione del grigliato di calcolo (*2D Flow Area*) che costituisce il corpo vero e proprio dell'area 2D rappresentativa della piana alluvionale, per lo sviluppo della modellazione bidimensionale.

Per una simulazione accurata, è possibile associare alle aree 2D dei valori di scabrezza variabili che simulino l'eterogeneità reale delle aree inondabili.

Questa variabilità spaziale è stata ottenuta dalla sovrapposizione dell'area 2D di calcolo con la carta d'Uso del Suolo e dall'attribuzione del coefficiente di scabrezza di Manning relativo alle varie tipologie di uso del suolo. Nel caso specifico, si è attribuito un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.040 corrispondente alla classe UDS "seminativi semplici in aree non irrigue".

Nelle simulazioni idrauliche effettuate in condizioni di moto vario per i 16 bacini idrografici di studio, come condizione al contorno di valle si è associata la condizione di *Normal Depth*, mentre per la condizione di monte è stata utilizzata l'opzione del *Flow Hydrograph*, mediante l'inserimento dell'idrogramma di piena con intervalli temporali pari a 10 minuti, considerando un giorno di simulazione.

Ad esempio, considerando il bacino idrografico 10 che racchiude tutta l'area di impianto, il picco dell'idrogramma rappresenta la portata di piena pari a 97.20 mc/s di un evento meteorico con tempo di ritorno pari a $Tr = 200$ anni, picco raggiunto circa alle ore 4:00 del giorno di simulazione (pari al tempo di accumulo dell'idrogramma).

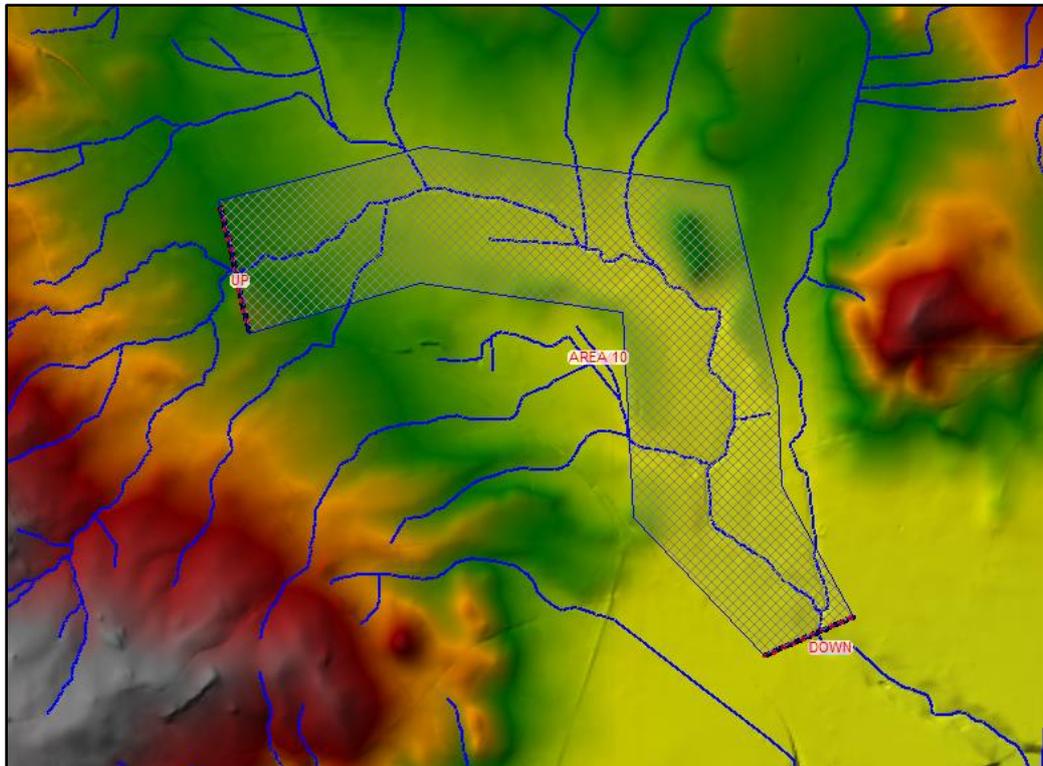


Figura 5: Geometric Data con indicazione della griglia computazionale e delle BC Lines di monte e valle per il BACINO 10

Unsteady Flow Data - FLOW10

File Options Help

Description :

Boundary Conditions: Initial Conditions

Boundary Condition Types			
Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev. Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

Add Boundary Condition Location

Add RS ... Add SA/2D Flow Area ... Add SA Connection ... Add Pump Station ...

Select Location in table then select Boundary Condition Type

River	Reach	RS	Boundary Condition

Storage/2D Flow Areas	Boundary Condition
1 AREA 10 BCLine: UP	Flow Hydrograph
2 AREA 10 BCLine: DOWN	Normal Depth

Figura 6a: Boundary conditions

Flow Hydrograph

SA: AREA 10 BCLine: UP

Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File: Path:

Enter Table Data time interval: 10 Minute

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Time: Date: 02NOV2016 Time: 00:00

Fixed Start Time: Date: 02NOV2016 Time: 00:00

No. Ordinates Interpolate Missing Values Del Row Ins Row

	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m ³ /s)
1	01Nov2016 2400	00:00	0.5
2	02Nov2016 0010	00:10	4.53
3	02Nov2016 0020	00:20	8.56
4	02Nov2016 0030	00:30	12.59
5	02Nov2016 0040	00:40	16.62
6	02Nov2016 0050	00:50	20.65
7	02Nov2016 0100	01:00	24.68
8	02Nov2016 0110	01:10	28.7
9	02Nov2016 0120	01:20	32.73
10	02Nov2016 0130	01:30	36.76
11	02Nov2016 0140	01:40	40.79
12	02Nov2016 0150	01:50	44.82
13	02Nov2016 0200	02:00	48.85
14	02Nov2016 0210	02:10	52.88
15	02Nov2016 0220	02:20	56.91
16	02Nov2016 0230	02:30	60.94
17	02Nov2016 0240	02:40	64.97
18	02Nov2016 0250	02:50	69
19	02Nov2016 0300	03:00	73.02
20	02Nov2016 0310	03:10	77.05
21	02Nov2016 0320	03:20	81.08
22	02Nov2016 0330	03:30	85.11
23	02Nov2016 0340	03:40	89.14
24	02Nov2016 0350	03:50	93.17
25	02Nov2016 0400	04:00	97.2
26	02Nov2016 0410	04:10	95.01
27	02Nov2016 0420	04:20	92.83
28	02Nov2016 0430	04:30	90.64
29	02Nov2016 0440	04:40	88.45
30	02Nov2016 0450	04:50	86.27
31	02Nov2016 0500	05:00	84.08
32	02Nov2016 0510	05:10	81.9
33	02Nov2016 0520	05:20	79.71
34	02Nov2016 0530	05:30	77.52
35	02Nov2016 0540	05:40	75.34
36	02Nov2016 0550	05:50	73.15
37	02Nov2016 0600	06:00	70.96
38	02Nov2016 0610	06:10	68.78
39	02Nov2016 0620	06:20	66.59
40	02Nov2016 0630	06:30	64.4
41	02Nov2016 0640	06:40	62.22
42	02Nov2016 0650	06:50	60.03

Figura 6b: Boundary conditions di monte

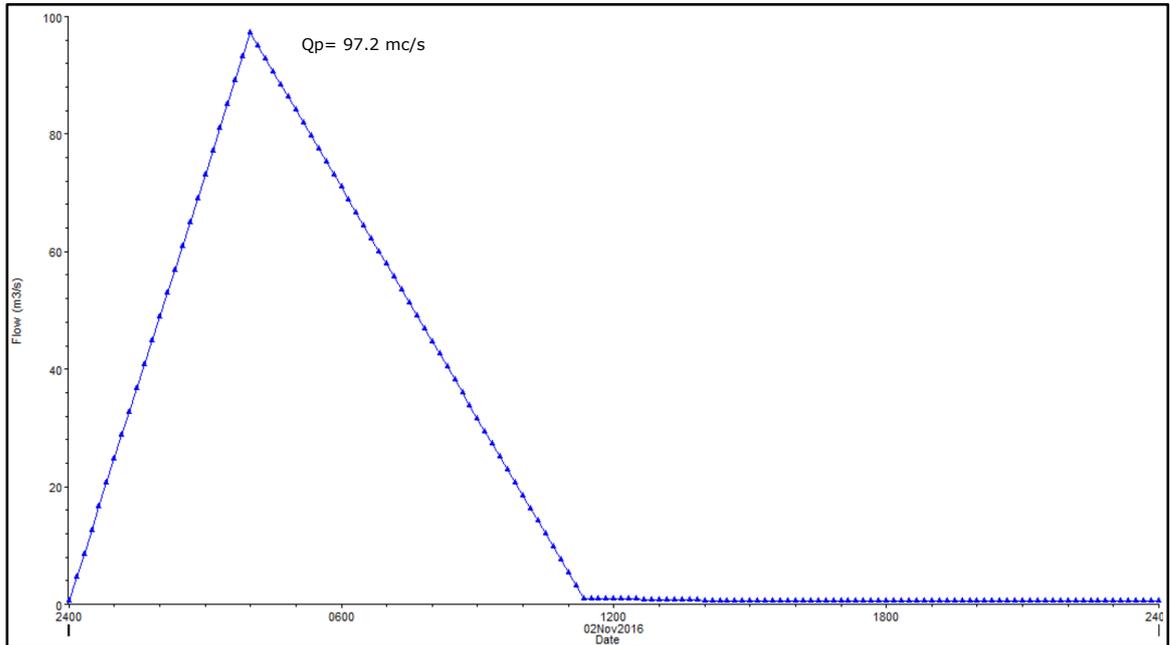


Figura 7: Idrogramma di piena con $Tr = 200$ anni per il BACINO 10

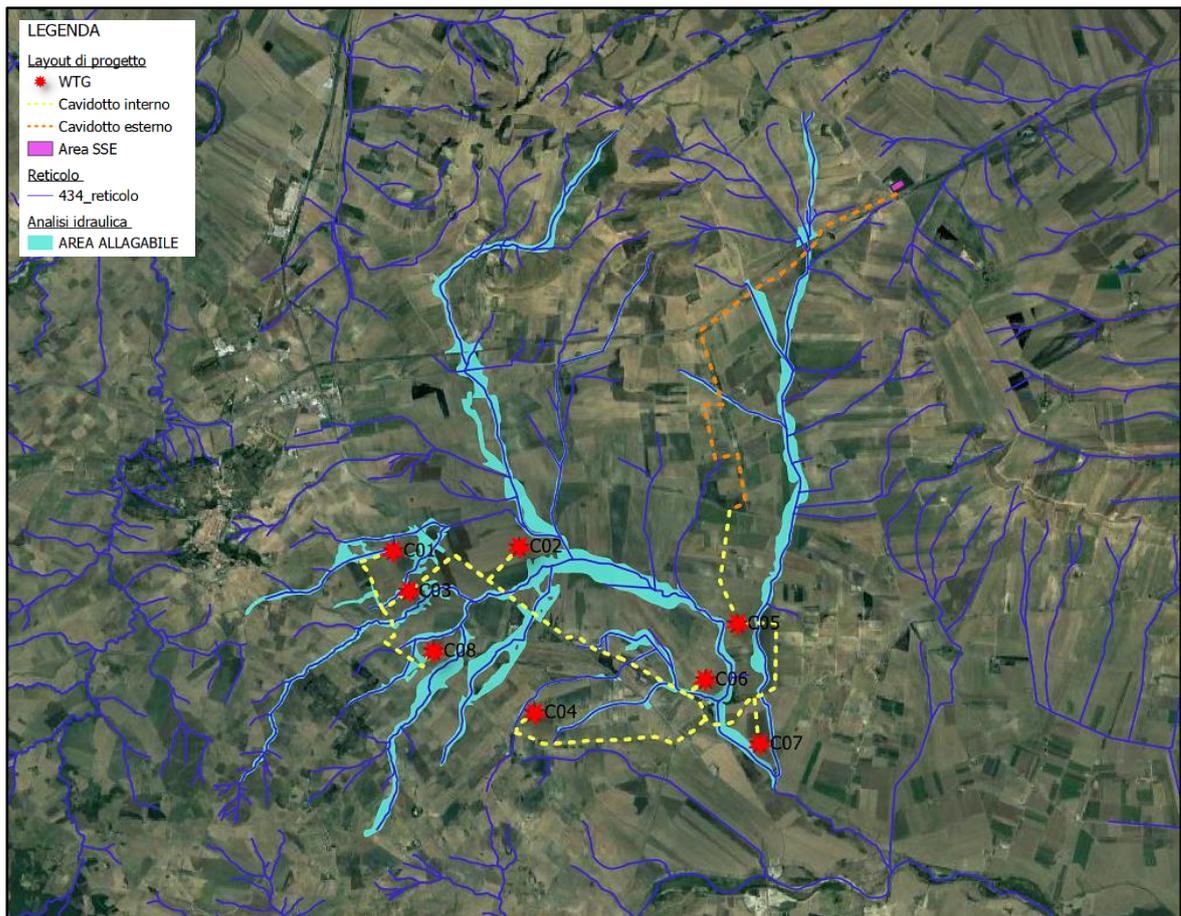


Figura 8: Stralcio mappa area allagabile con $Tr = 200$ anni (scala 1:80:000)

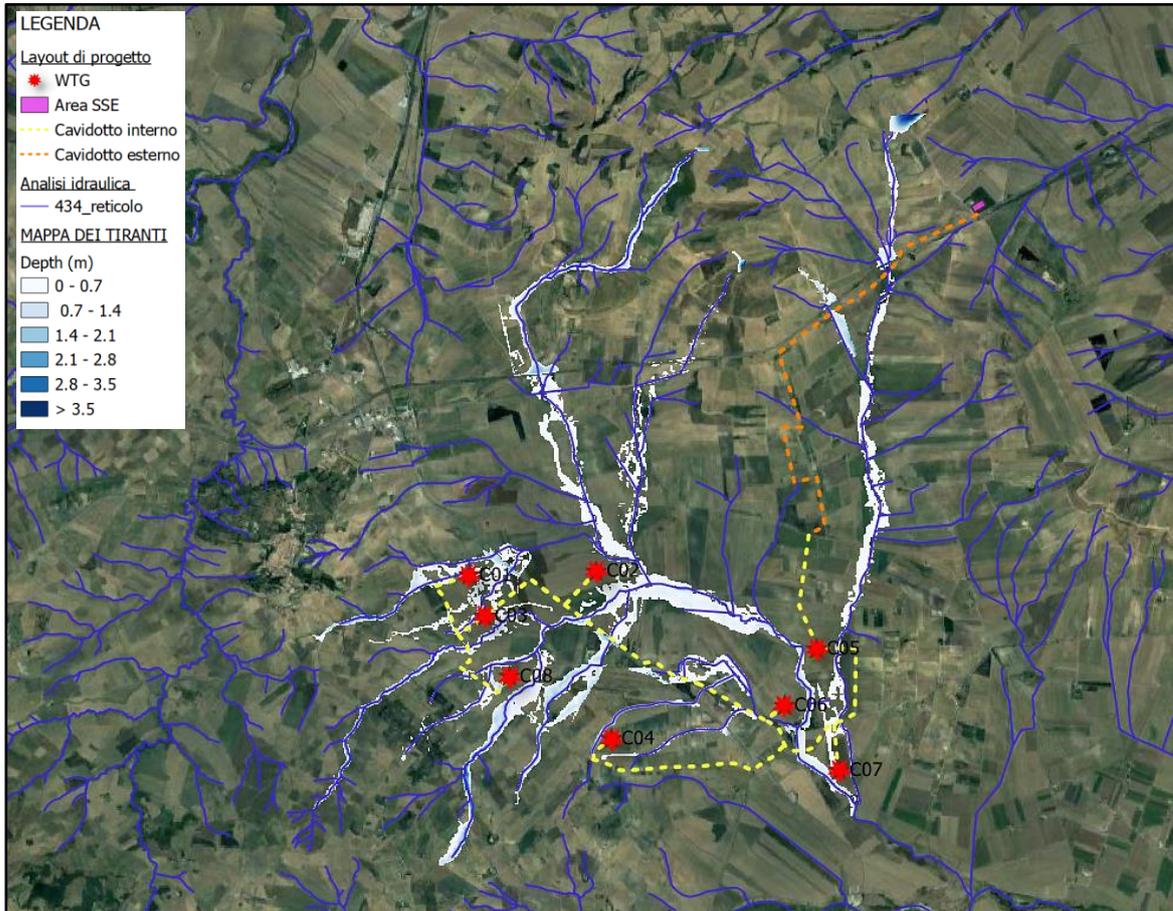


Figura 9: Stralcio mappa dei tiranti idrici con $Tr = 200$ anni (scala 1:80:000)

6. INTERFERENZE CAVIDOTTO – RETICOLI IDROGRAFICI

Il presente paragrafo è redatto al fine di fornire una descrizione della tecnica di posa del cavidotto MT di connessione, nei tratti interferenti con il reticolo idrografico presente sul territorio.

Dall'analisi della cartografia, di seguito riportata, e dai sopralluoghi in sito effettuati, sono state rilevate varie interferenze tra il tracciato del cavidotto e i corsi d'acqua principali e secondari.

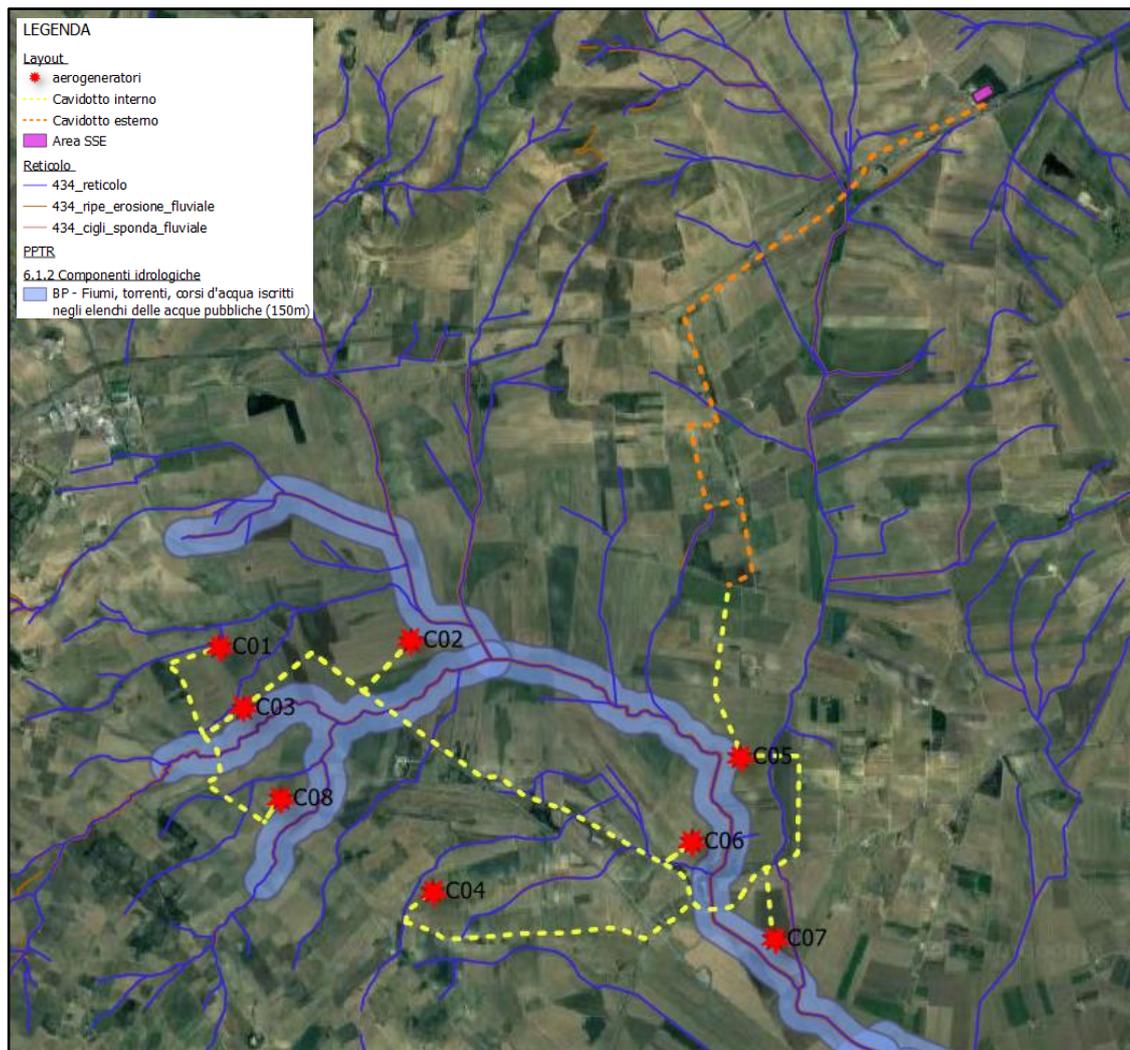


Figura 10: Interferenze del cavidotto con il reticolo idrografico della carta idrogeomorfologica

Le intersezioni tra il cavidotto MT e i reticoli idrografici saranno risolte con diverse modalità:

- con scavi a cielo aperto nei periodi di magra per i corsi d'acqua episodici in modo da non alterare le direzioni di deflusso. I reticoli secondari o corsi d'acqua episodici sono definiti come corsi d'acqua temporanei con acqua in alveo solo in seguito ad eventi di precipitazione particolarmente intensi, anche meno di una volta ogni 5 anni. I corsi d'acqua a carattere episodico vengono considerati ambienti al limite della naturalità, in cui i popolamenti acquatici sono assenti o scarsamente rappresentati, anche nei periodi di presenza d'acqua.

Si precisa, che si rimanda ad approfondimenti costruttivi in una fase successiva di progetto;

- con posa in opera in spalla al ponte con canaline di protezione passacavi in modo da non modificare la morfologia dei reticoli idrografici;
- con l'utilizzo della tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) per corsi d'acqua principali come fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche (150 m) definiti da PPTR. Si prevede la posa del cavo ad una profondità maggiore di 2.0 m rispetto al fondo alveo, salvo diverse prescrizioni delle autorità competenti, in modo da non interferire né con il deflusso superficiale né con gli eventuali scorrimenti sotterranei.

In questo caso, la scelta della metodologia T.O.C, oltre che per motivi di minore interferenza sul regime idraulico e, quindi, di minore impatto ambientale, deriva anche dalla impossibilità di eseguire scavi a cielo aperto.

La tecnica della T.O.C. consente di posare, per mezzo della perforazione controllata, linee di servizio al di sotto di strade, fiumi e torrenti, con nullo o scarso impatto sulla superficie.

L'esecuzione della T.O.C. costa essenzialmente di 3 fasi successive di lavoro:

- 1) Foro pilota: si realizza un foro pilota infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste di perforazione teleguidate, in modo da creare un percorso sotterraneo da un pozzetto di partenza ad uno di arrivo;
- 2) Alesatura: realizzato il foro pilota, questo viene allargato tirando successivamente alesatori di dimensioni crescenti fino all'ottenimento del foro della dimensione voluta;
- 3) Posa della tubazione: vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto interrato MT.

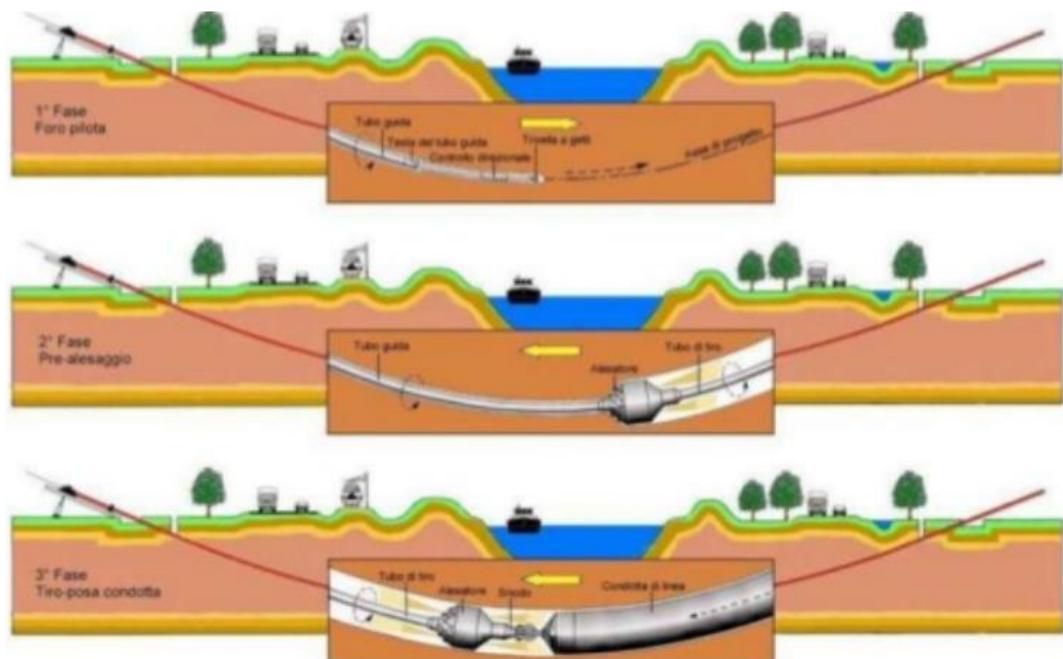


Figura 11: Fasi della T.O.C.

Di seguito, si analizzano i vari punti di interferenza del cavo, per i quali si riportano le sezioni trasversali.

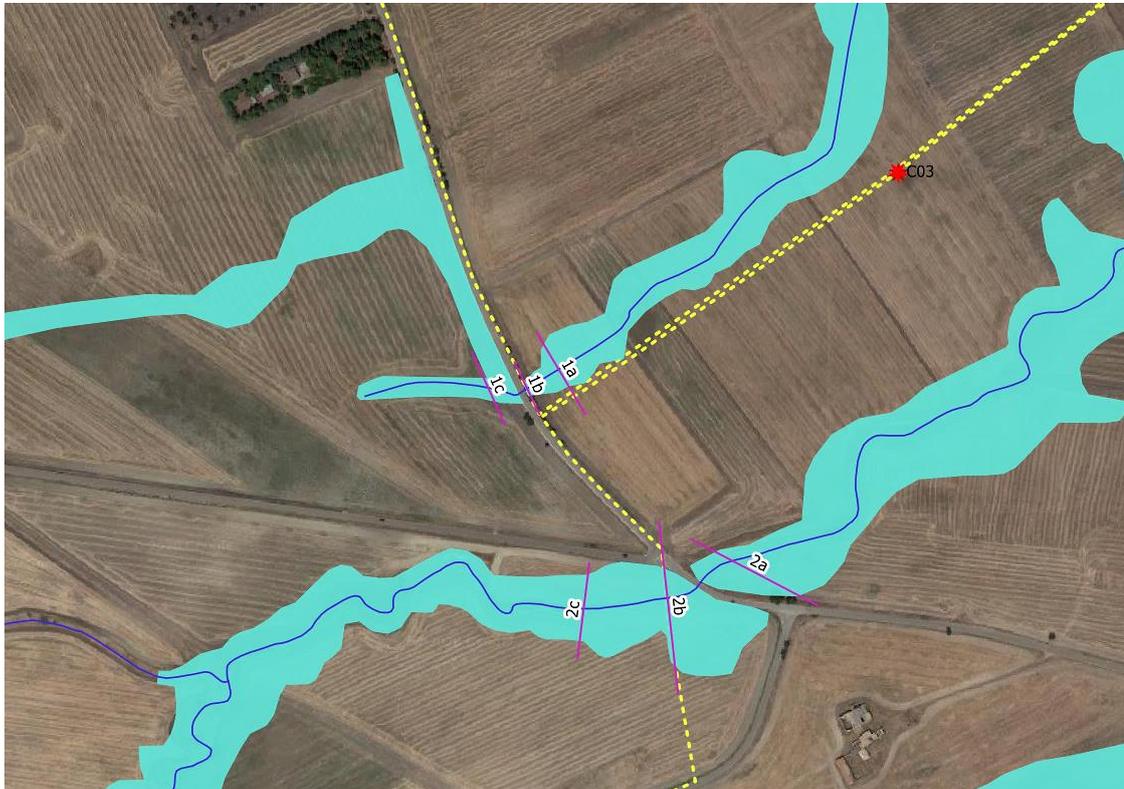


Figura 12: Interferenza N.1 e N.2 in prossimità della C03

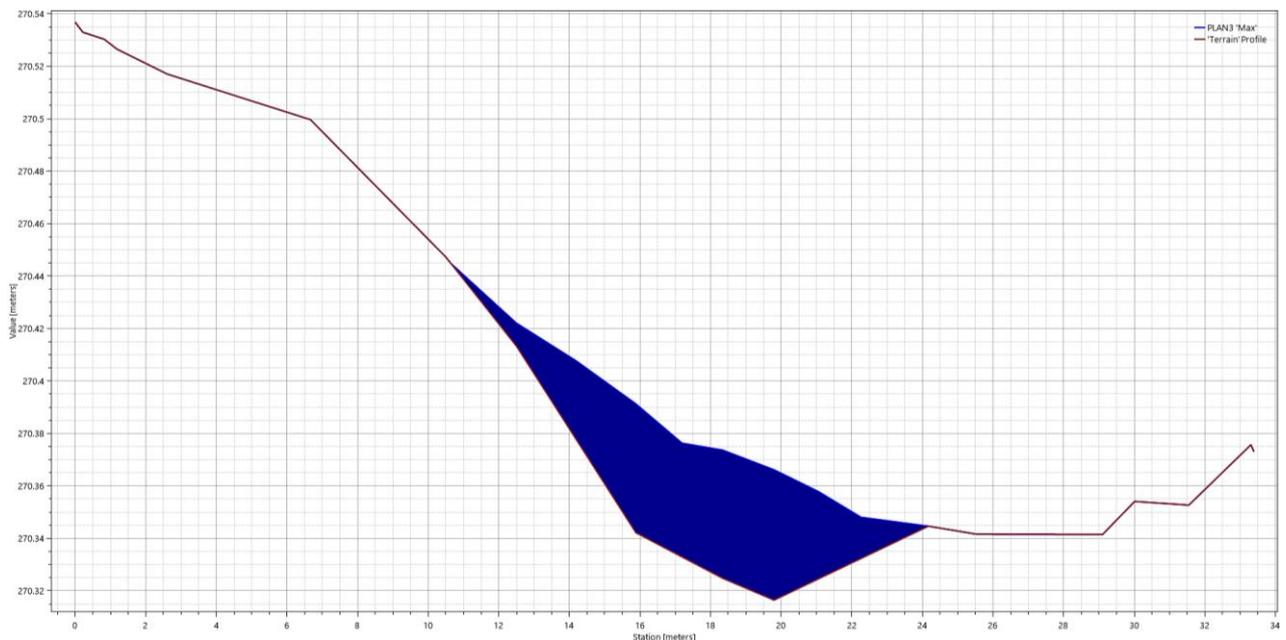


Figura 13: Sezione 1a

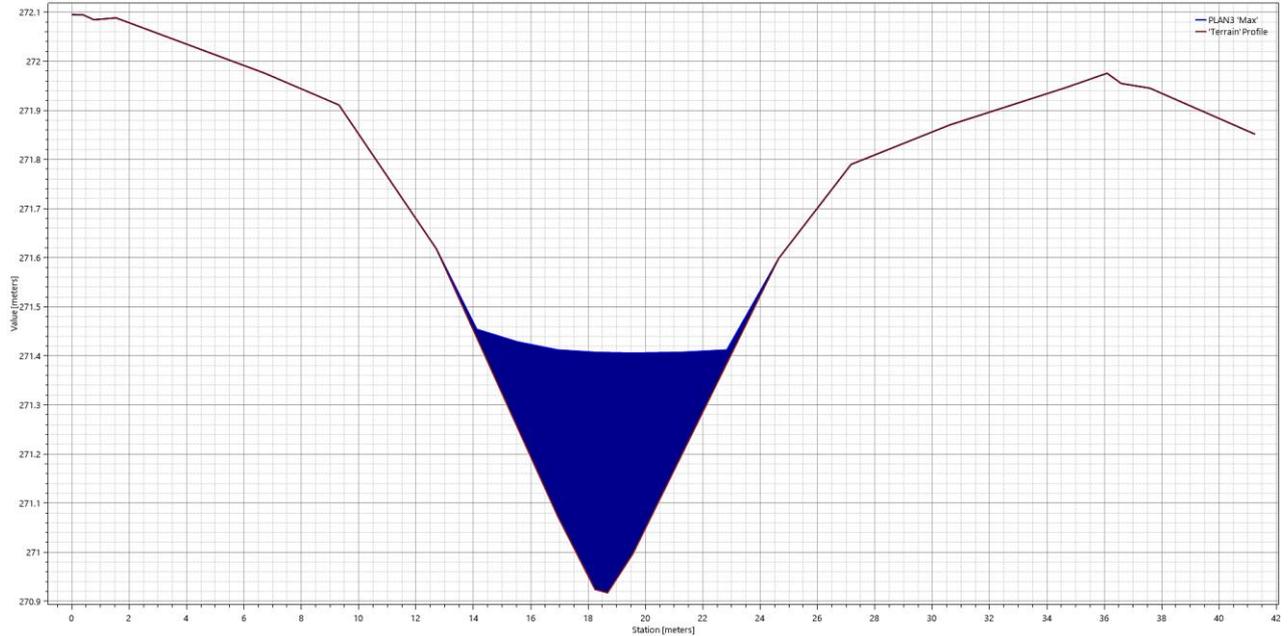


Figura 14: Sezione 1b

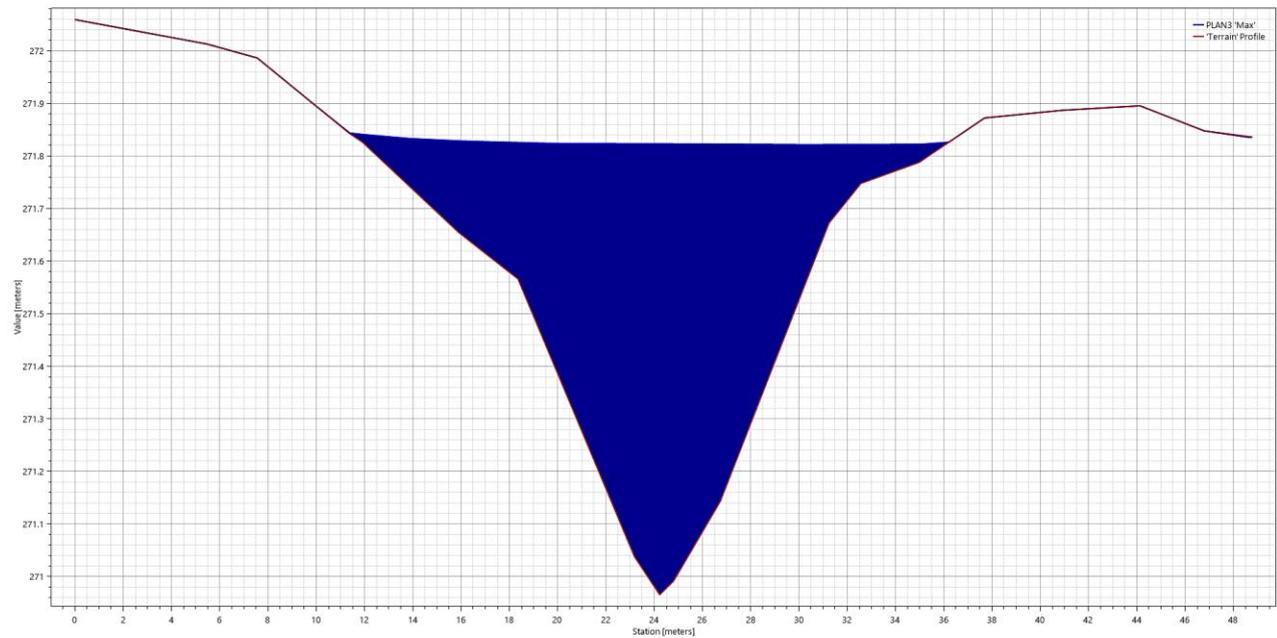


Figura 15: Sezione 1c

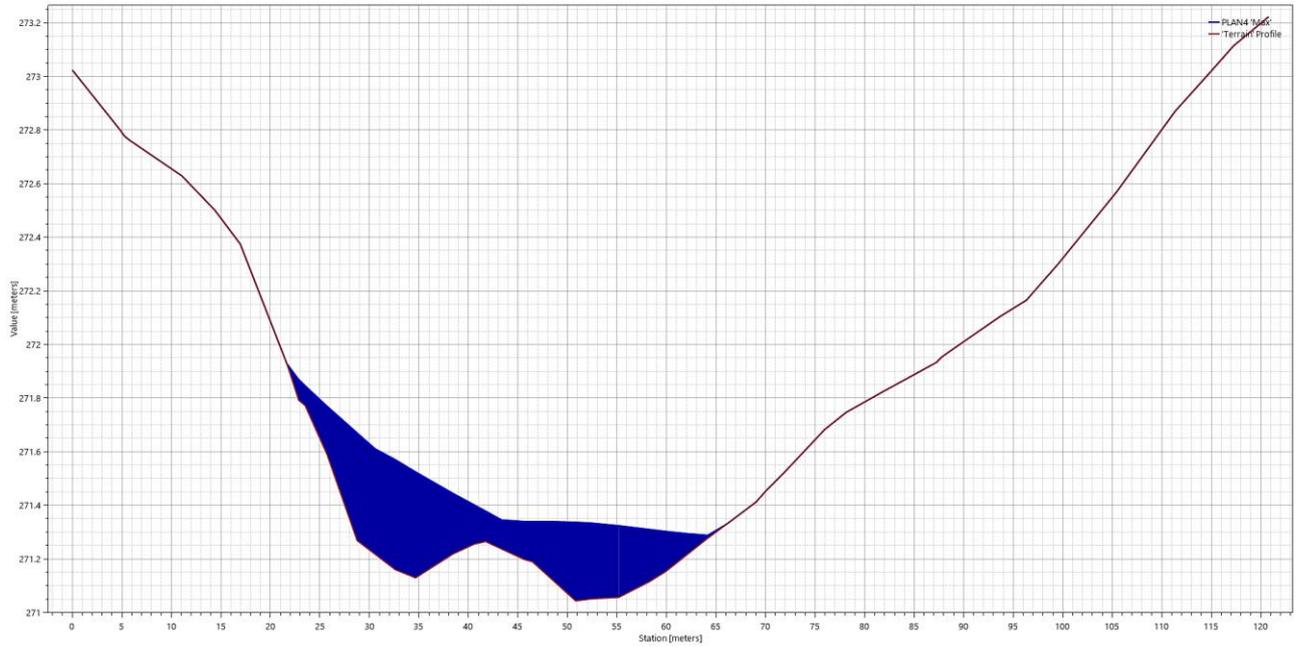


Figura 16: Sezione 2a

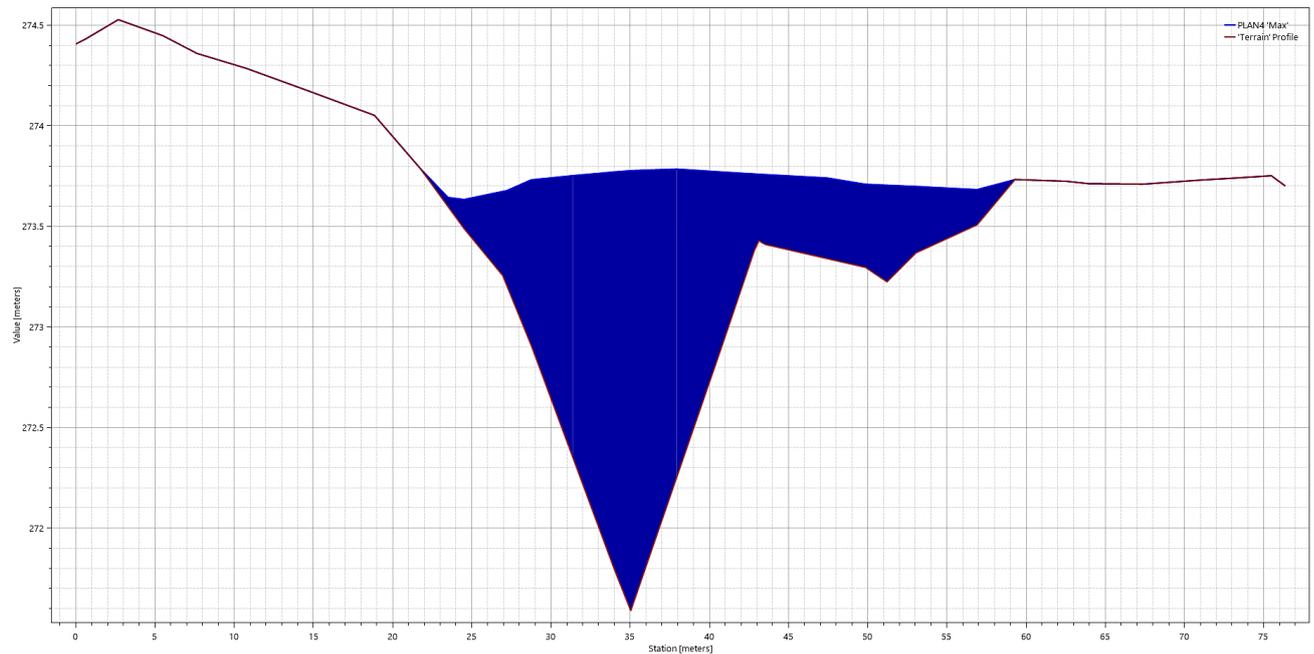


Figura 17: Sezione 2b

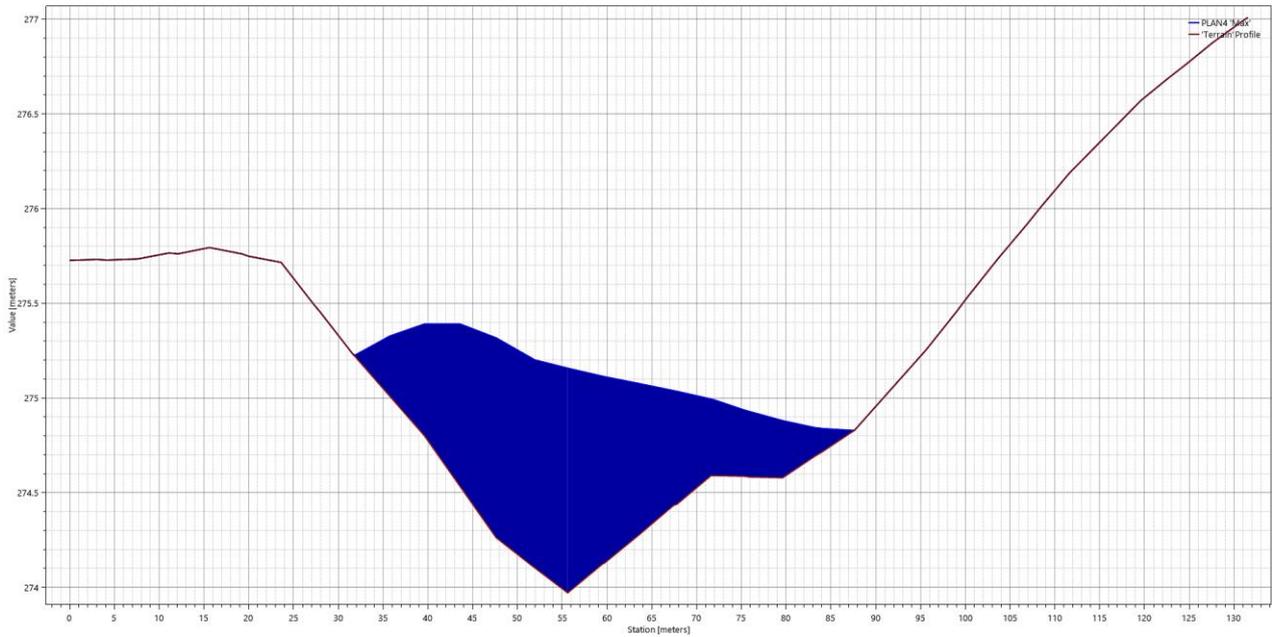


Figura 18: Sezione 2c



Figura 19: Interferenza N.3 e N.4 in prossimità della C08

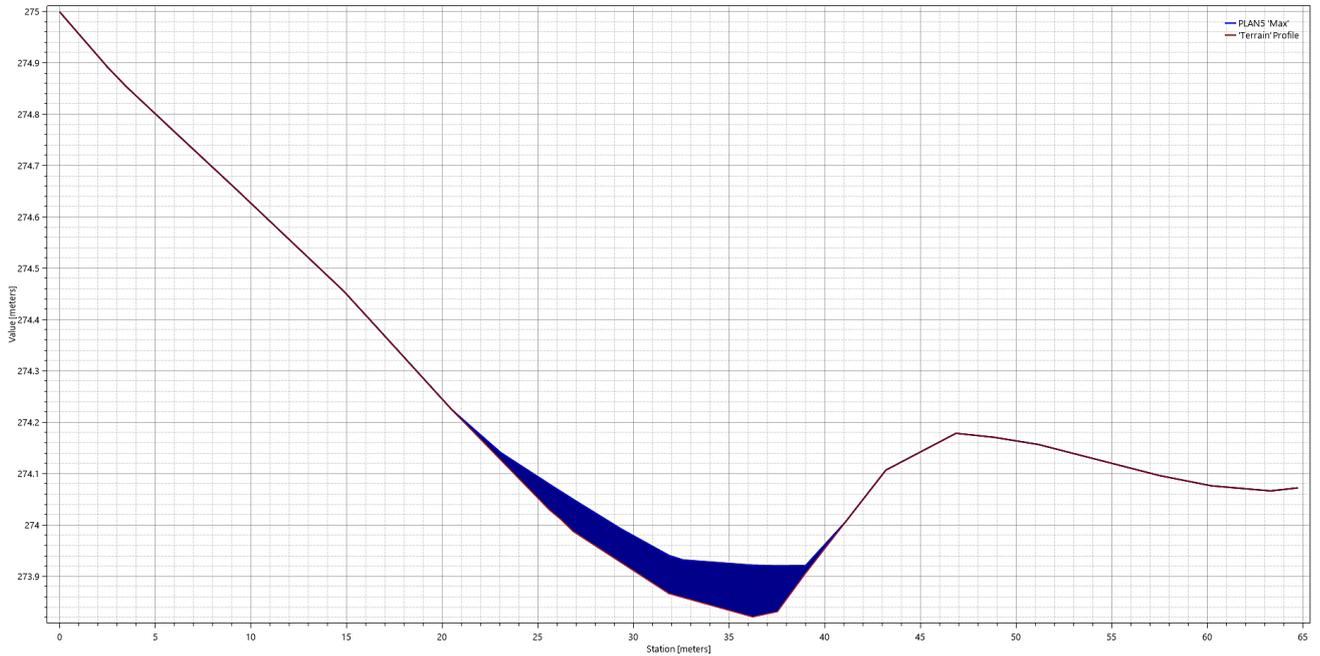


Figura 20: Sezione 3a

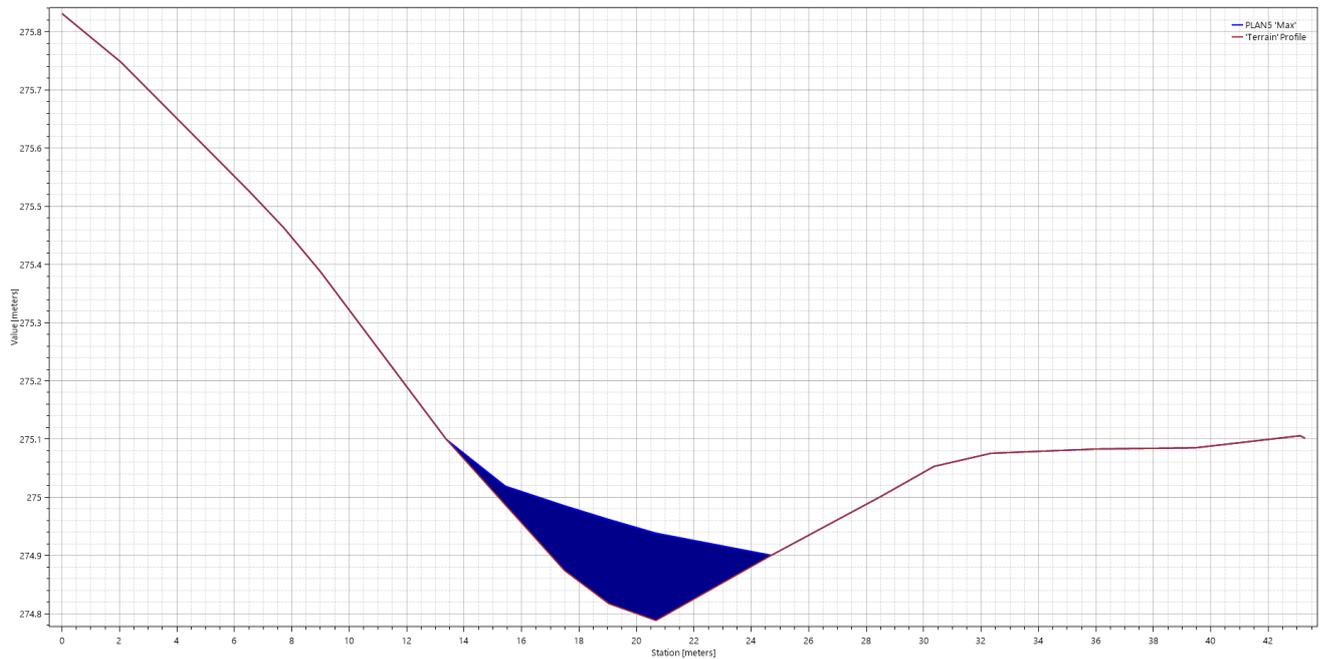


Figura 21: Sezione 3b

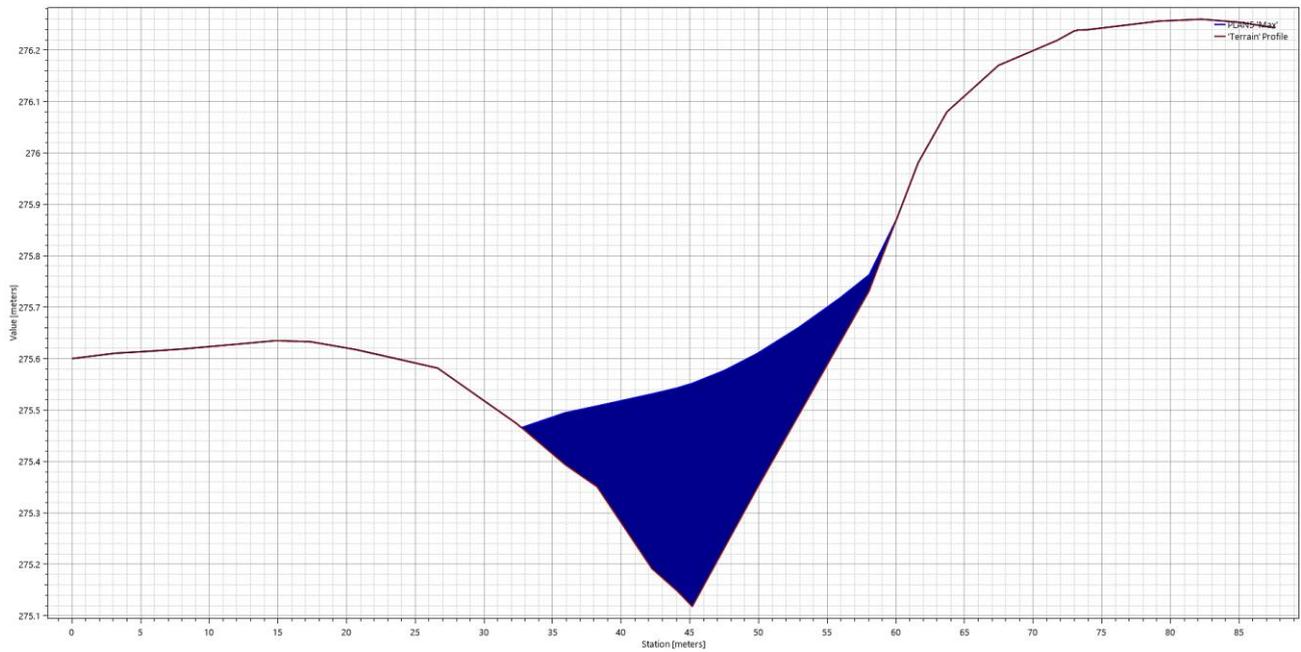


Figura 22: Sezione 4a

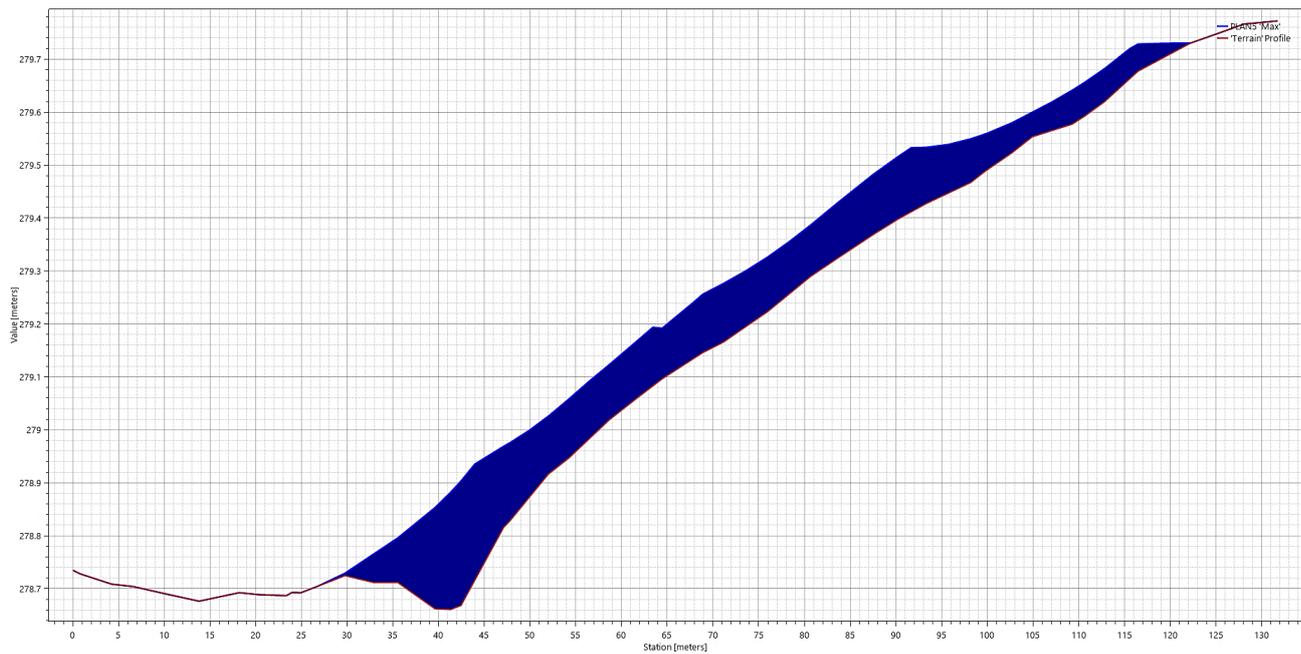


Figura 23: Sezione 4b

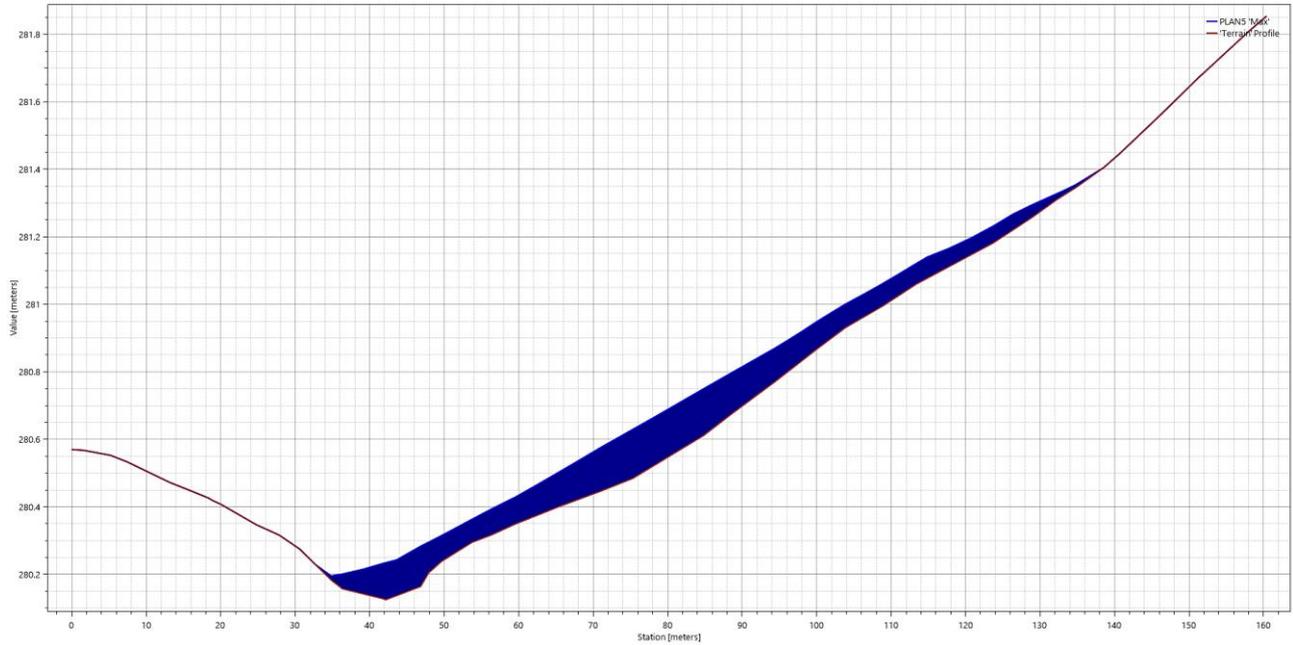


Figura 24: Sezione 4c

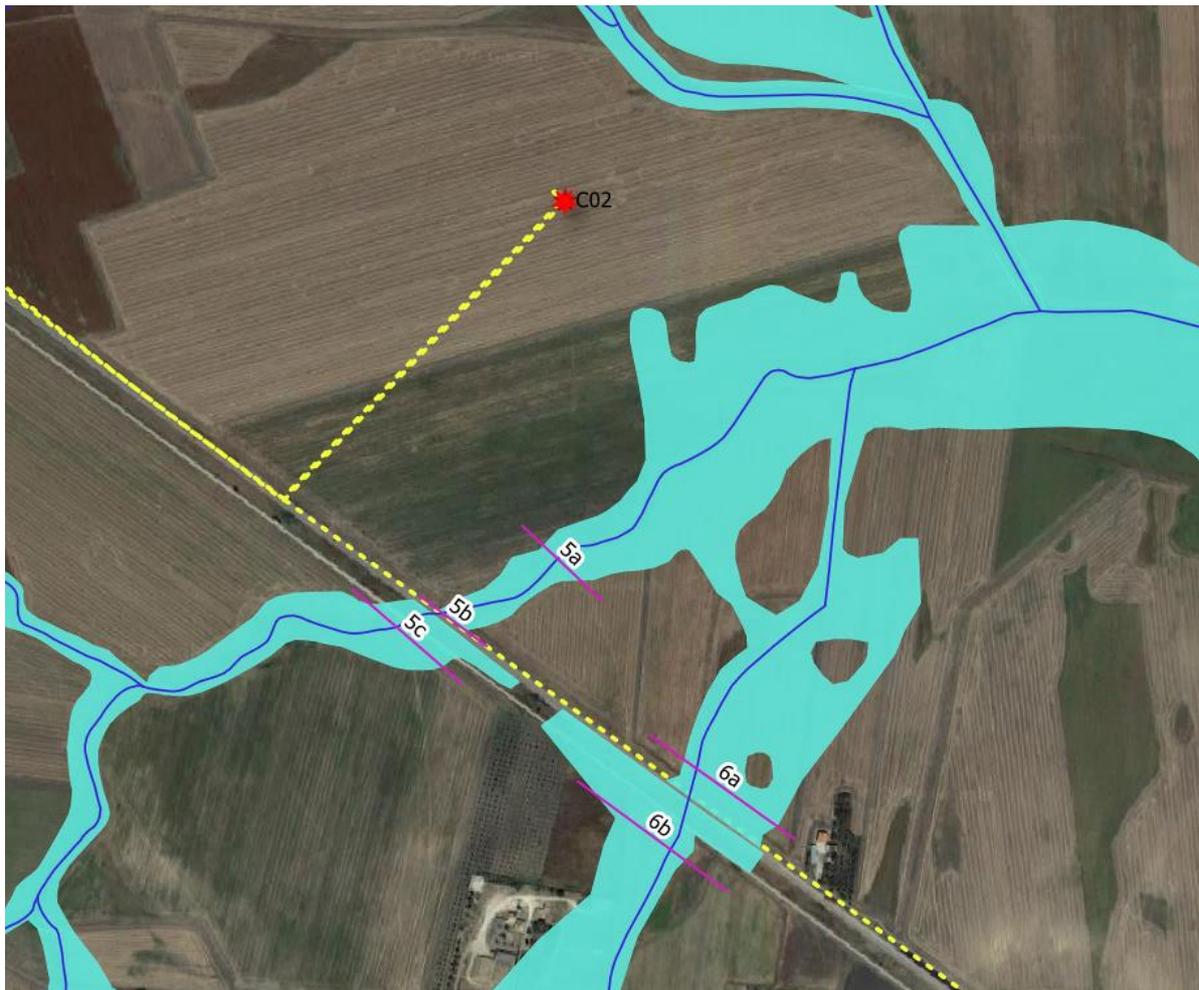


Figura 25: Interferenza N.5 e N.6 in prossimità della C02

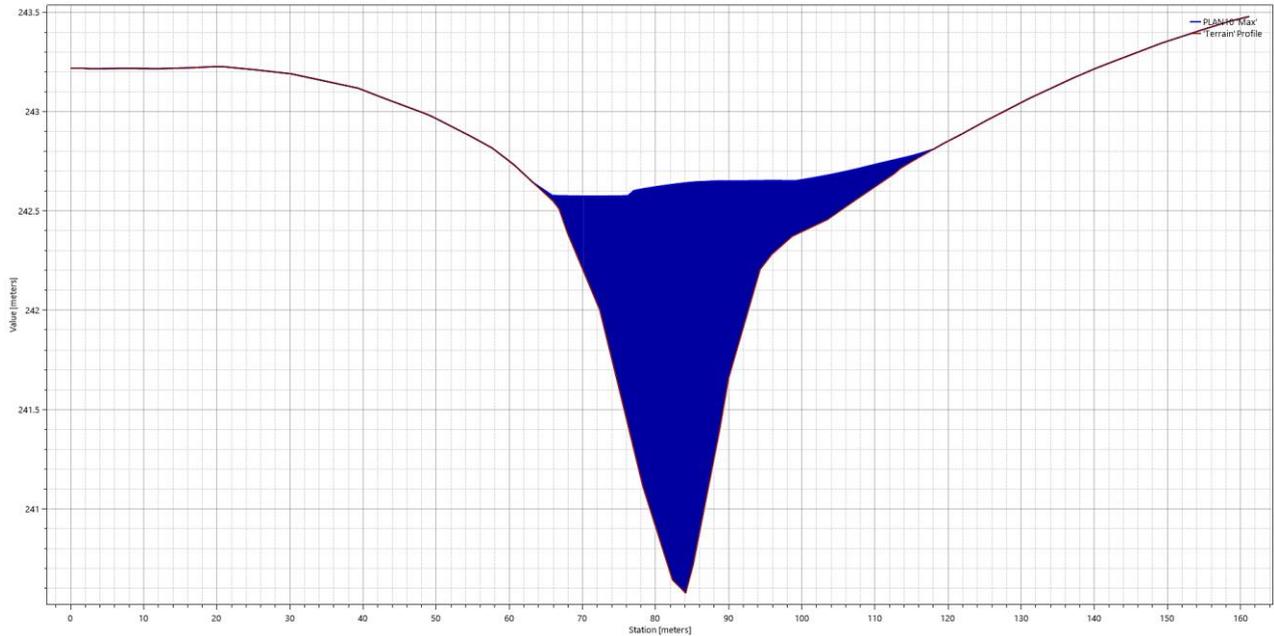


Figura 26: Sezione 5a

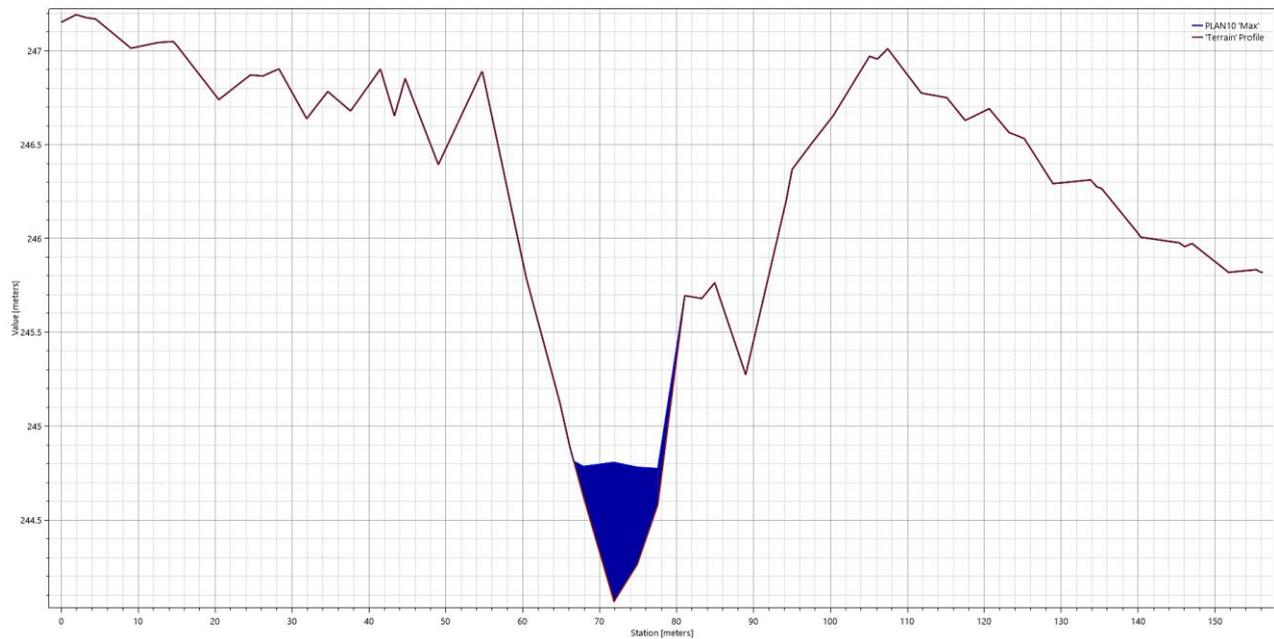


Figura 27: Sezione 5b

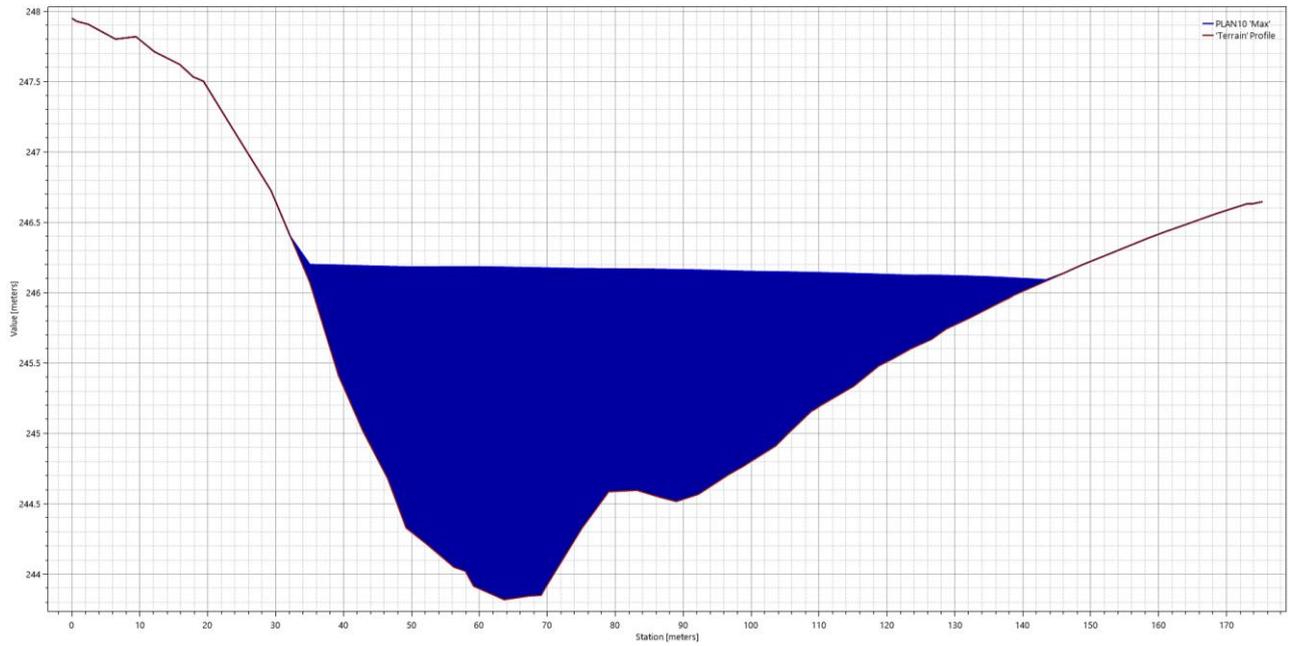


Figura 28: Sezione 5c

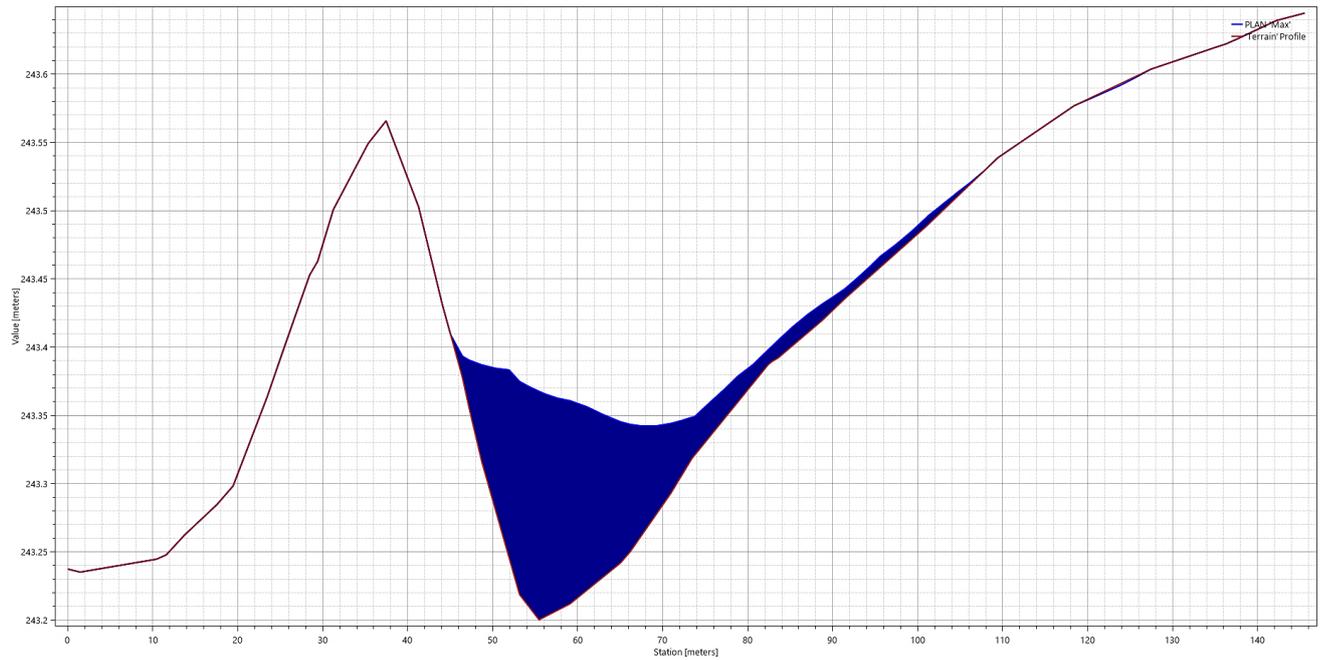


Figura 29: Sezione 6a

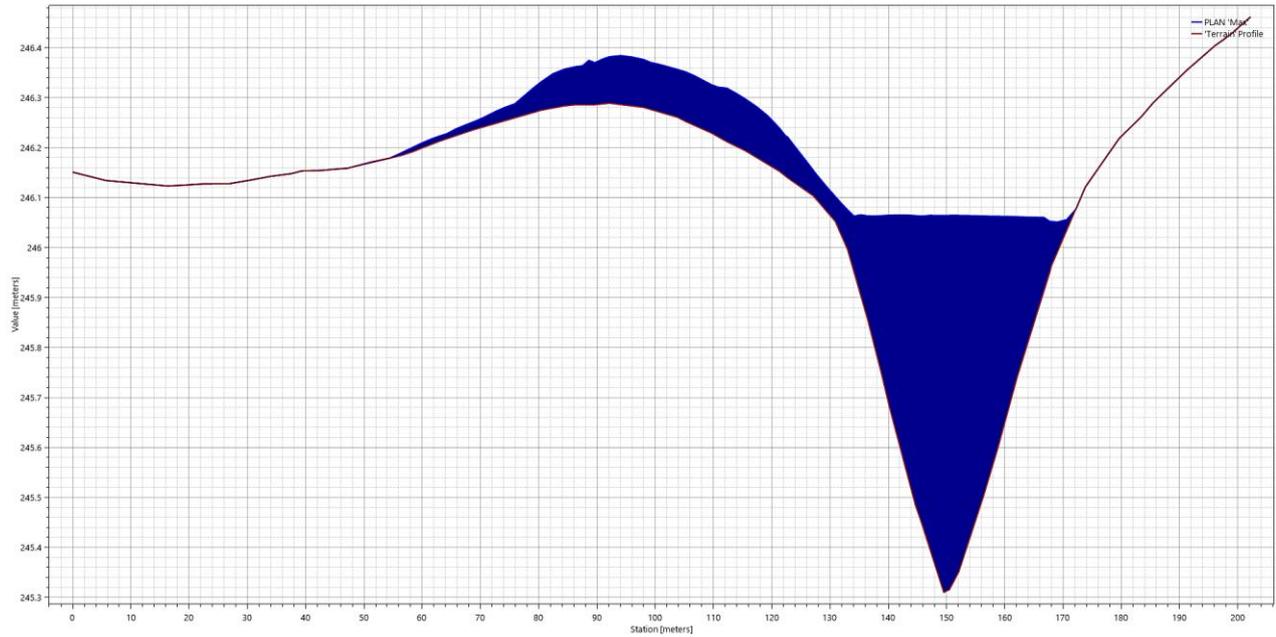


Figura 30: Sezione 6b



Figura 31: Interferenza N.7, N.8 e N.9 in prossimità della C06

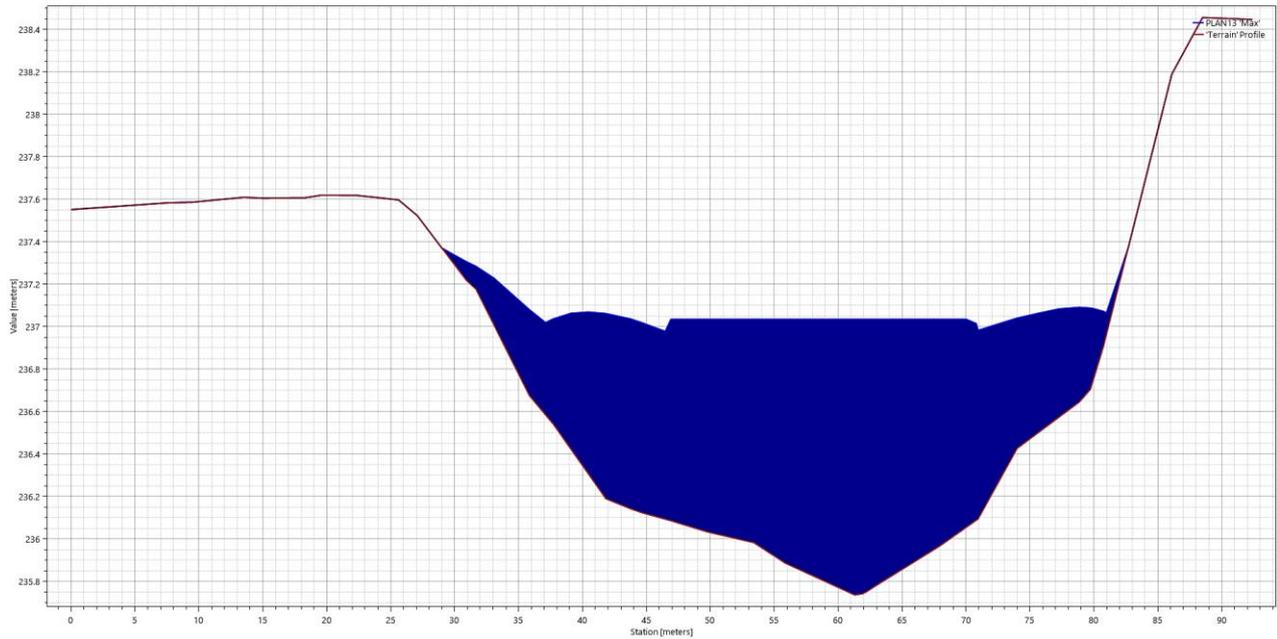


Figura 32: Sezione 7a

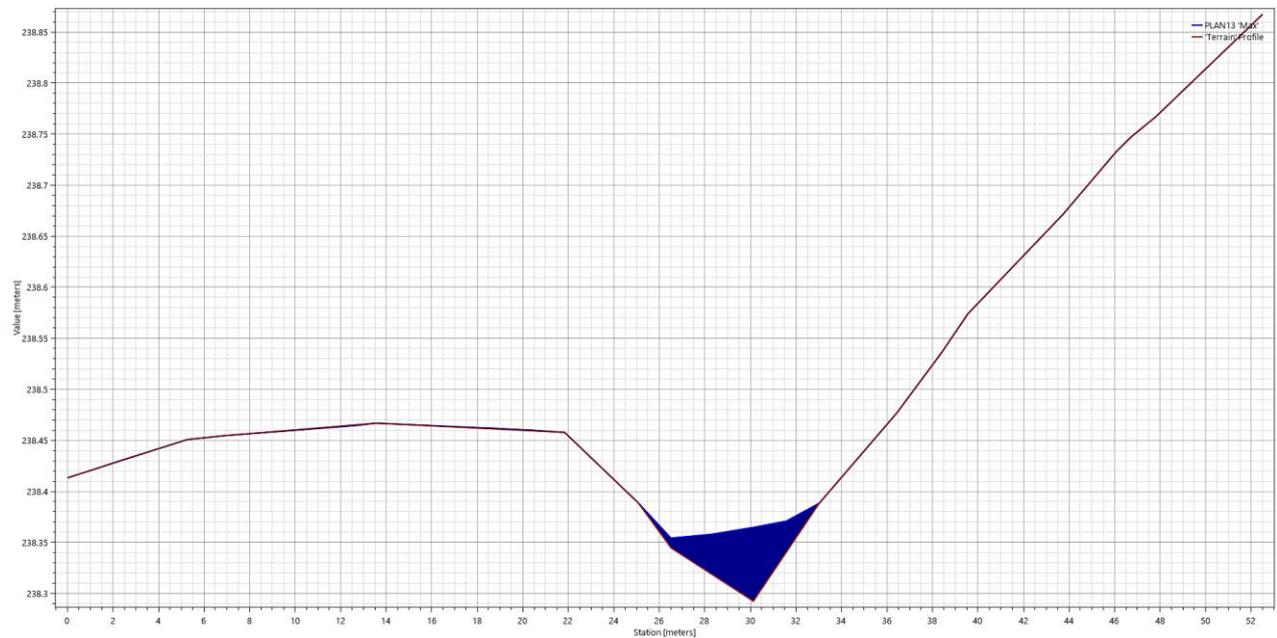


Figura 33: Sezione 7b

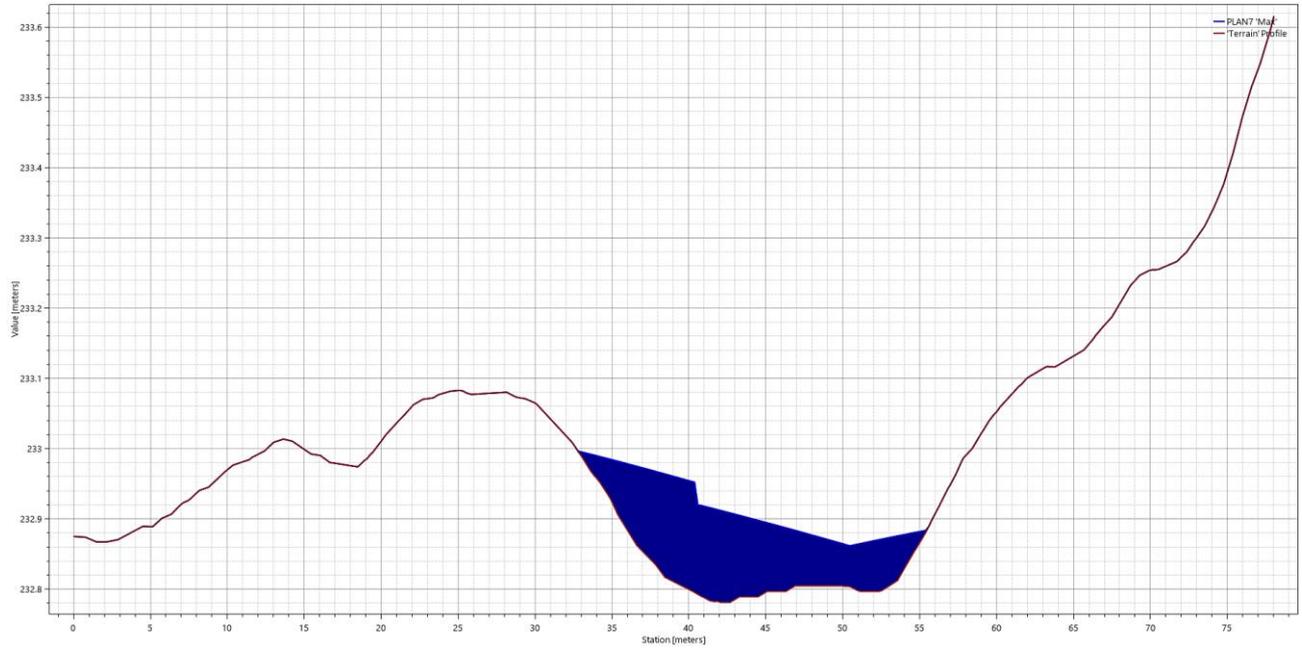


Figura 34: Sezione 8a

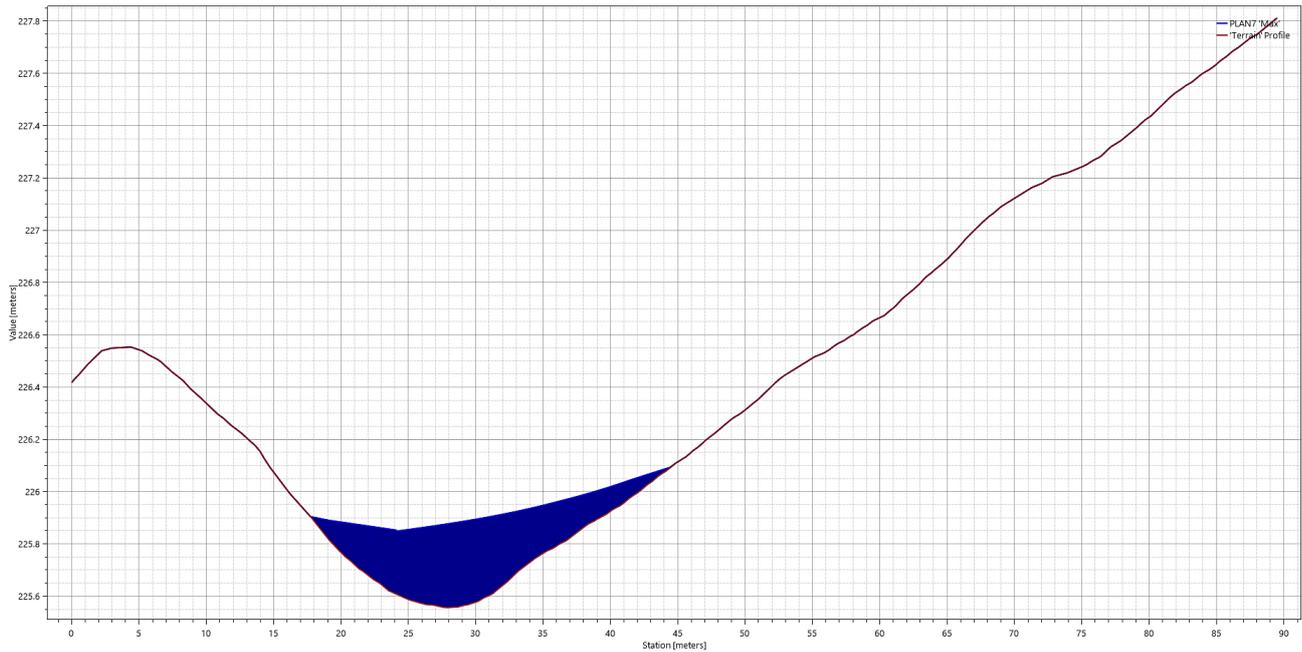


Figura 35: Sezione 9a

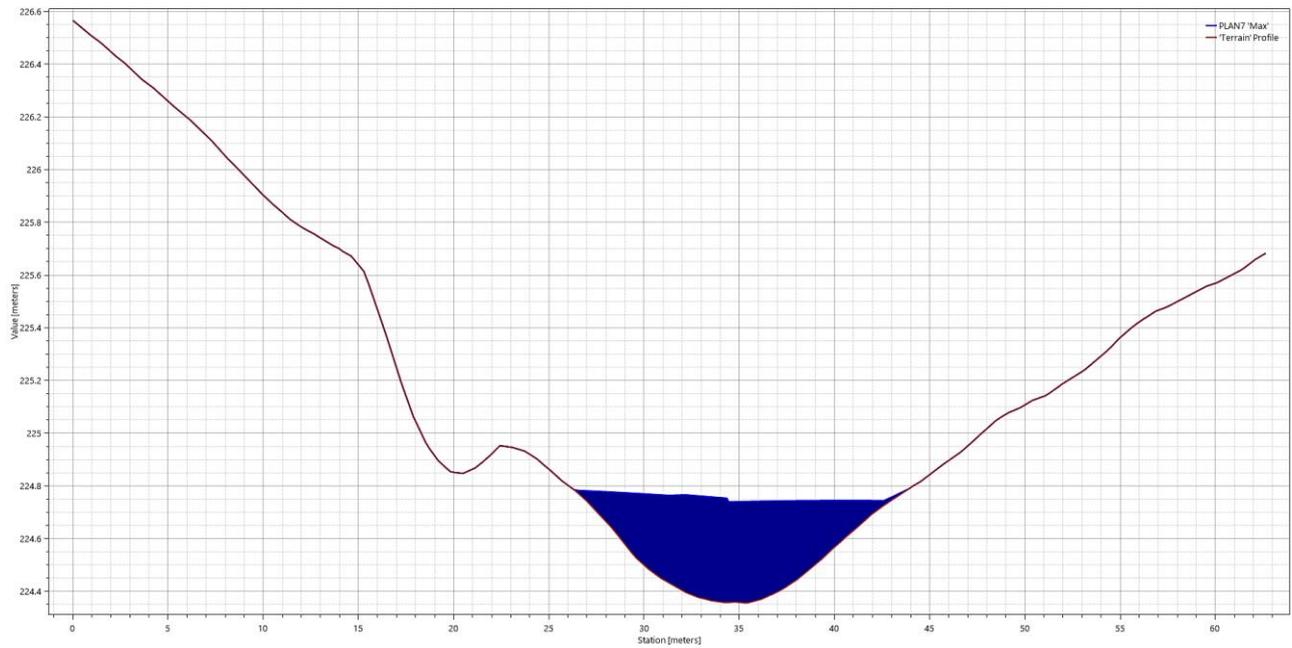


Figura 36: Sezione 9b

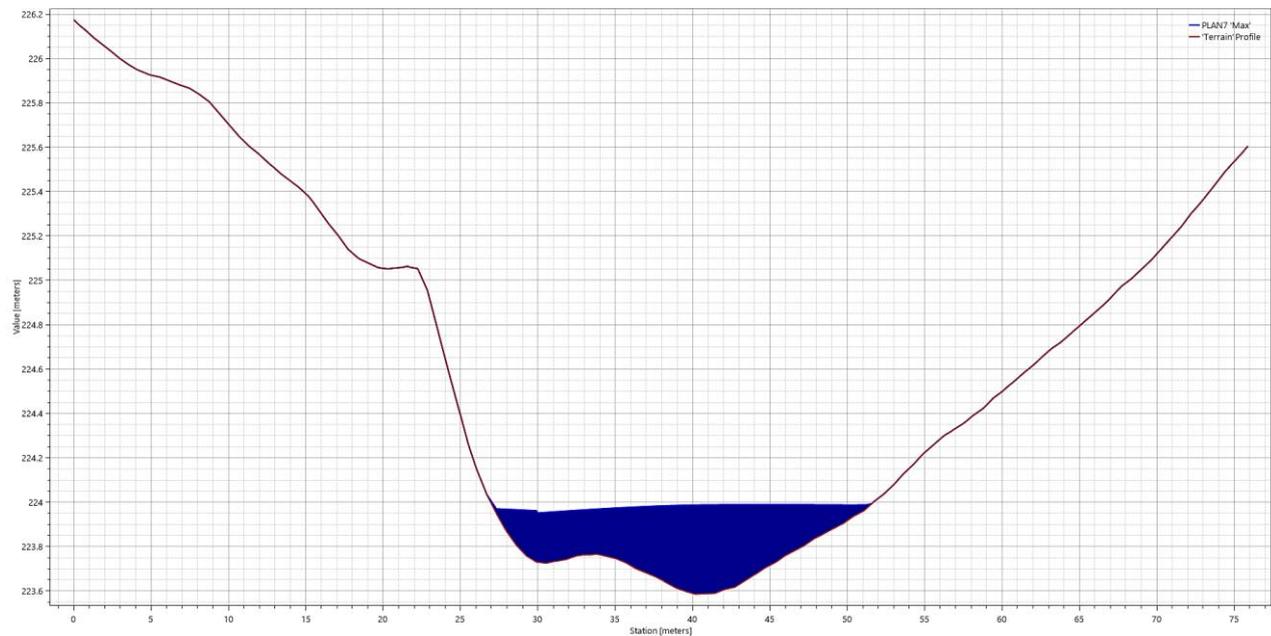


Figura 37: Sezione 9c

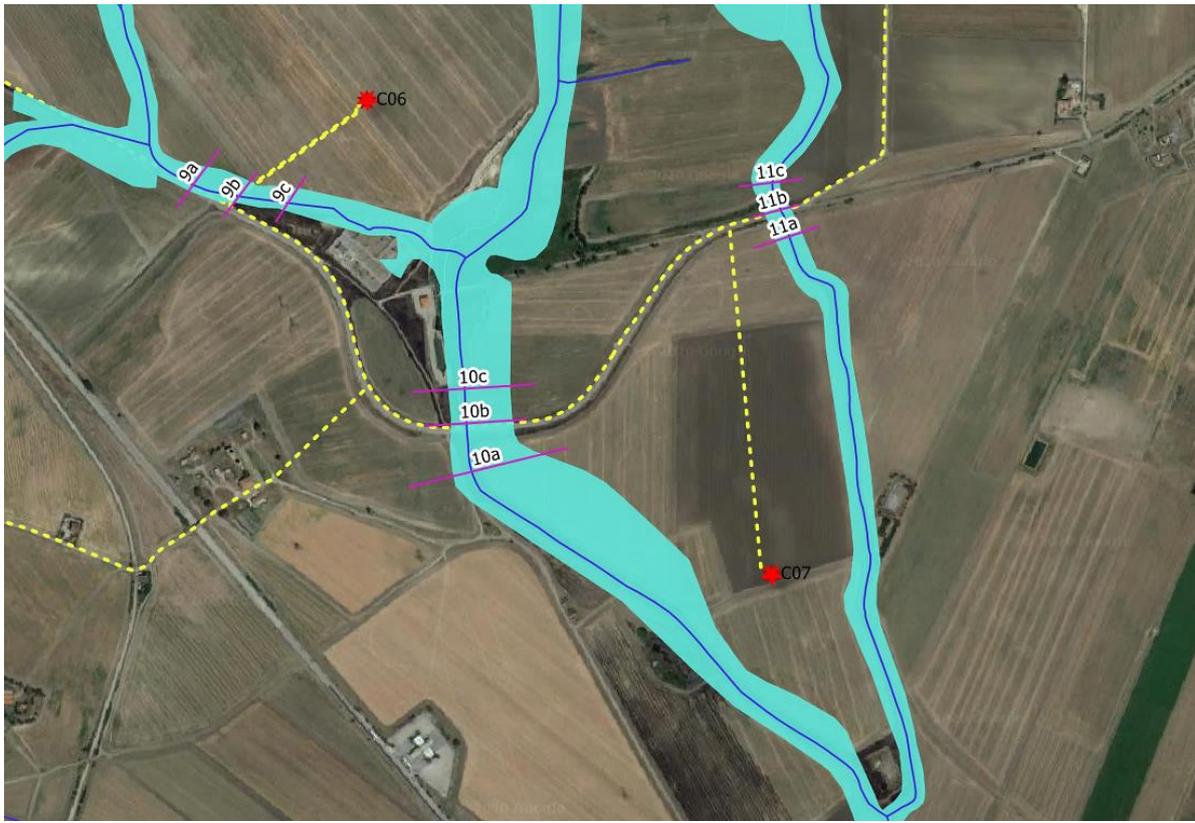


Figura 38: Interferenza N.10 e N.11 in prossimità della C07

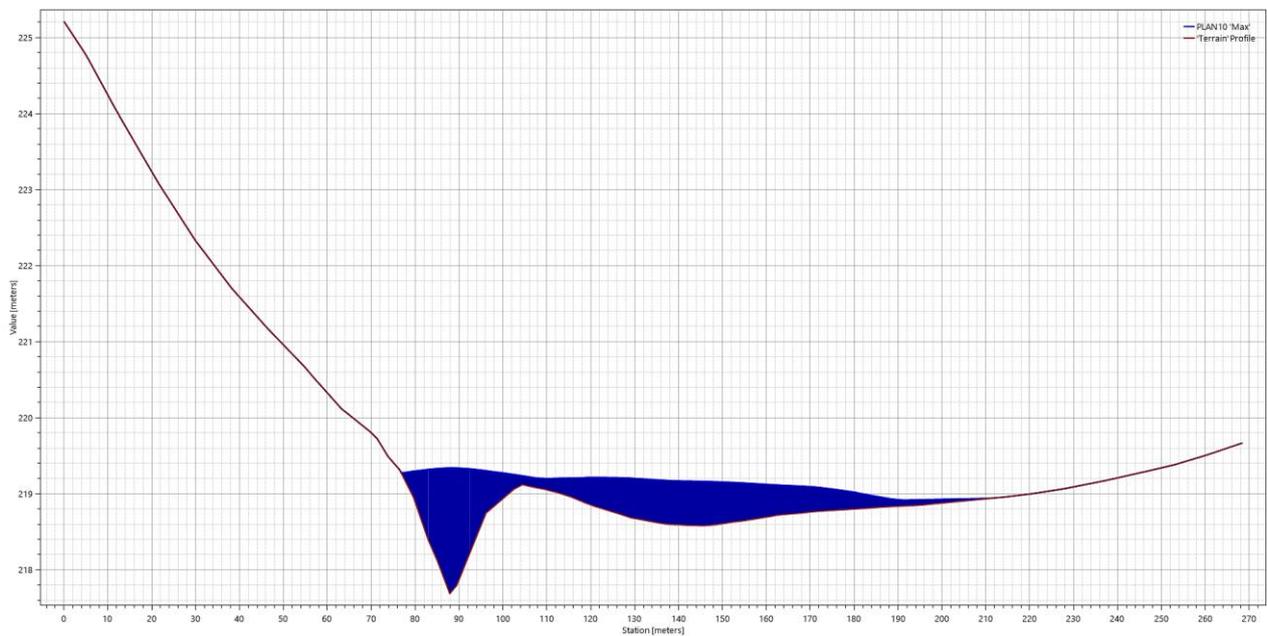


Figura 39: Sezione 10a

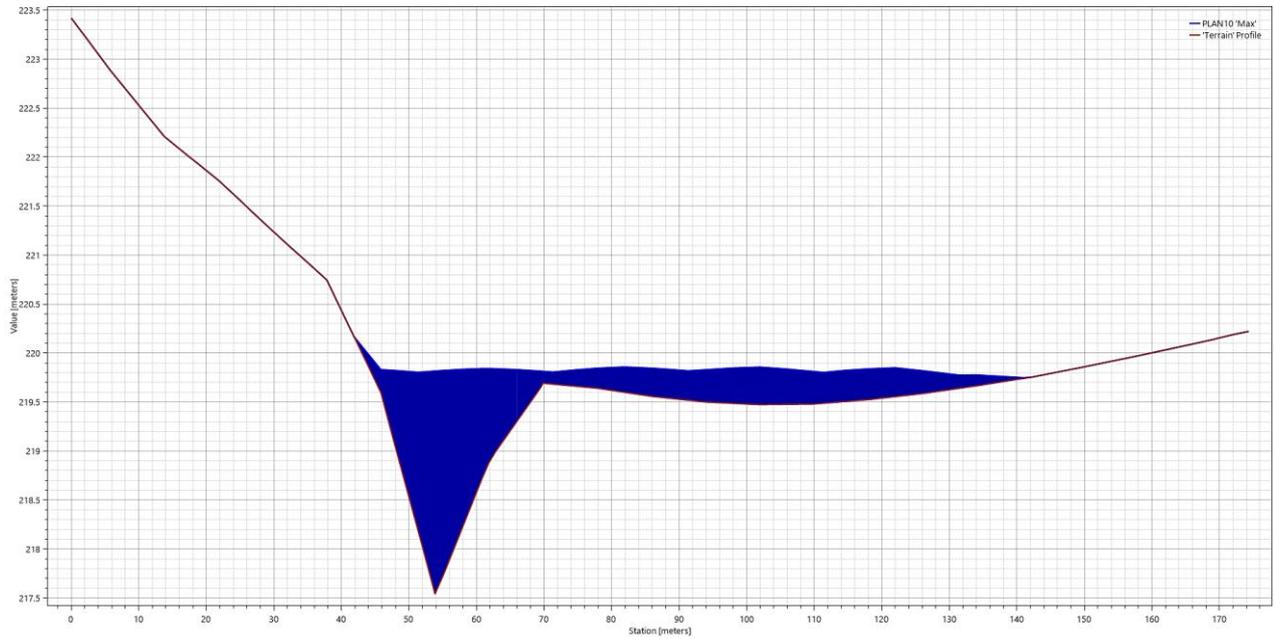


Figura 40: Sezione 10b

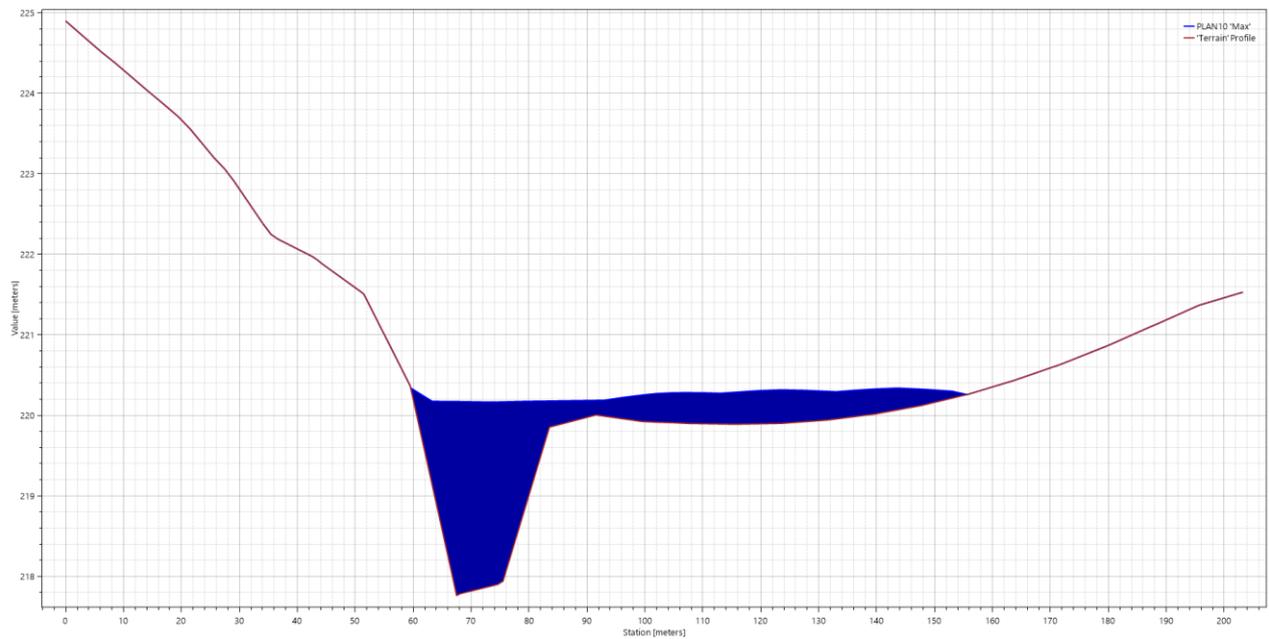


Figura 41: Sezione 10c

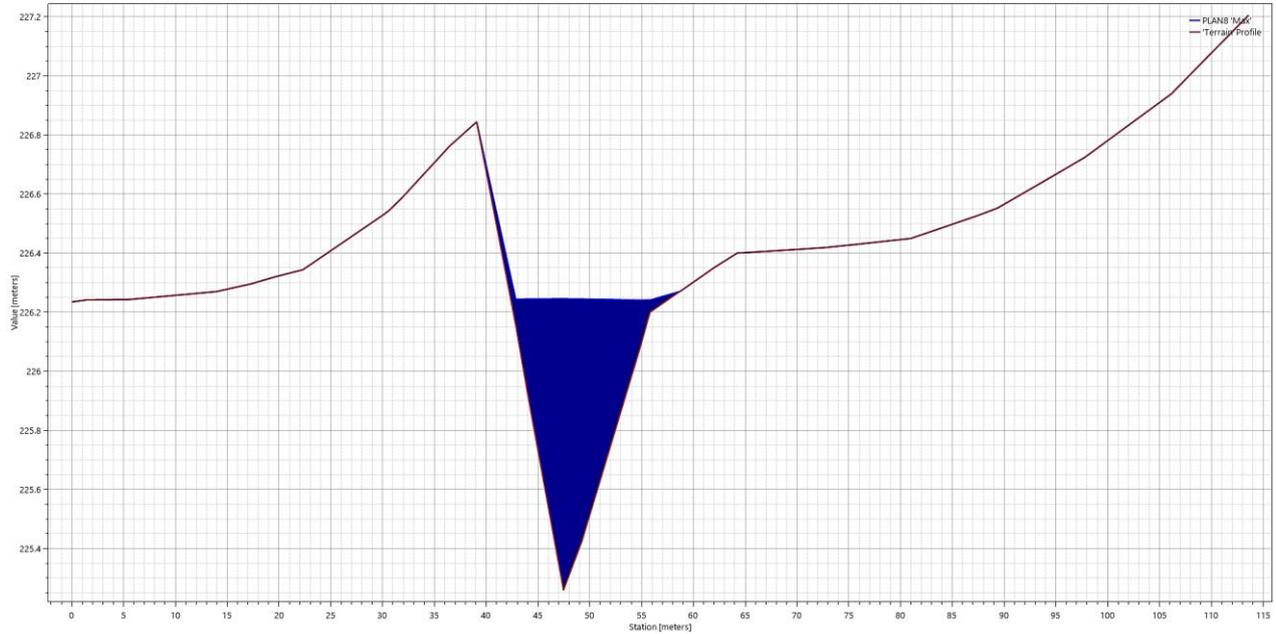


Figura 42: Sezione **11a**

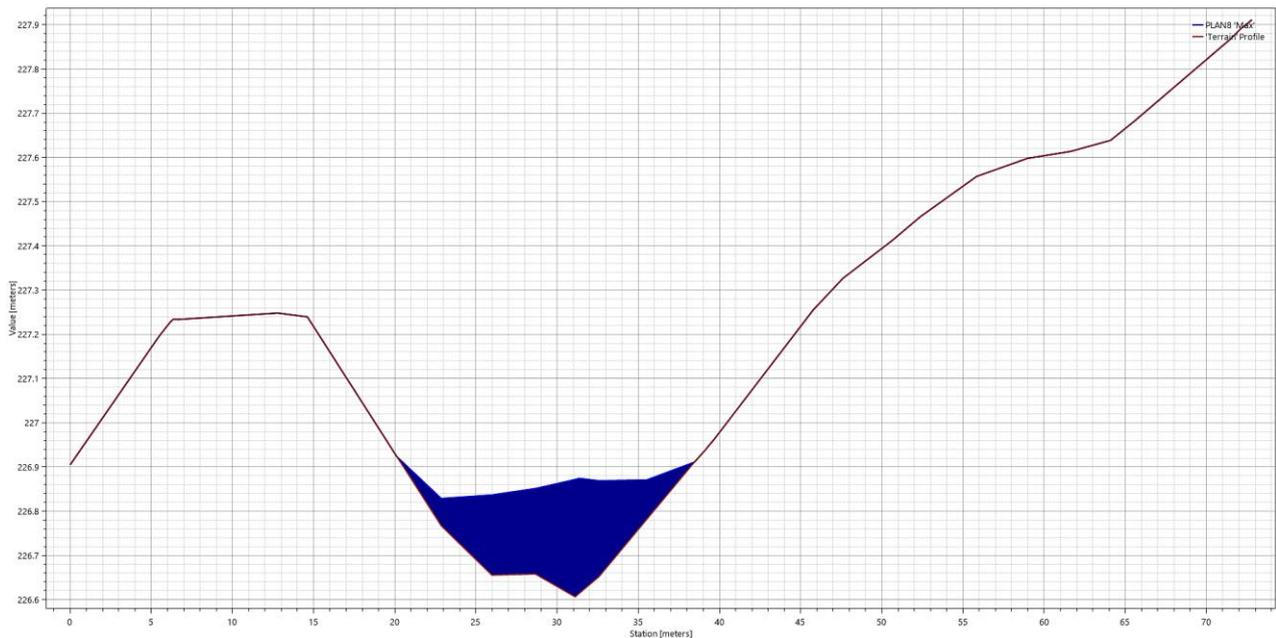


Figura 43: Sezione **11b**

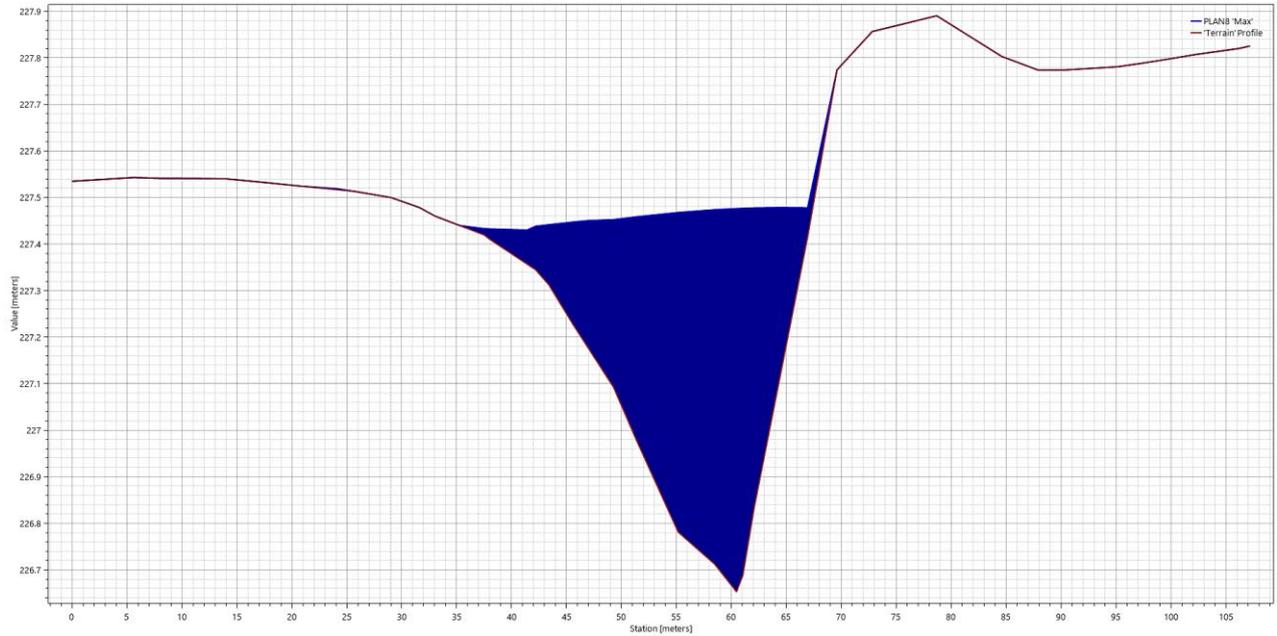


Figura 44: Sezione 11c

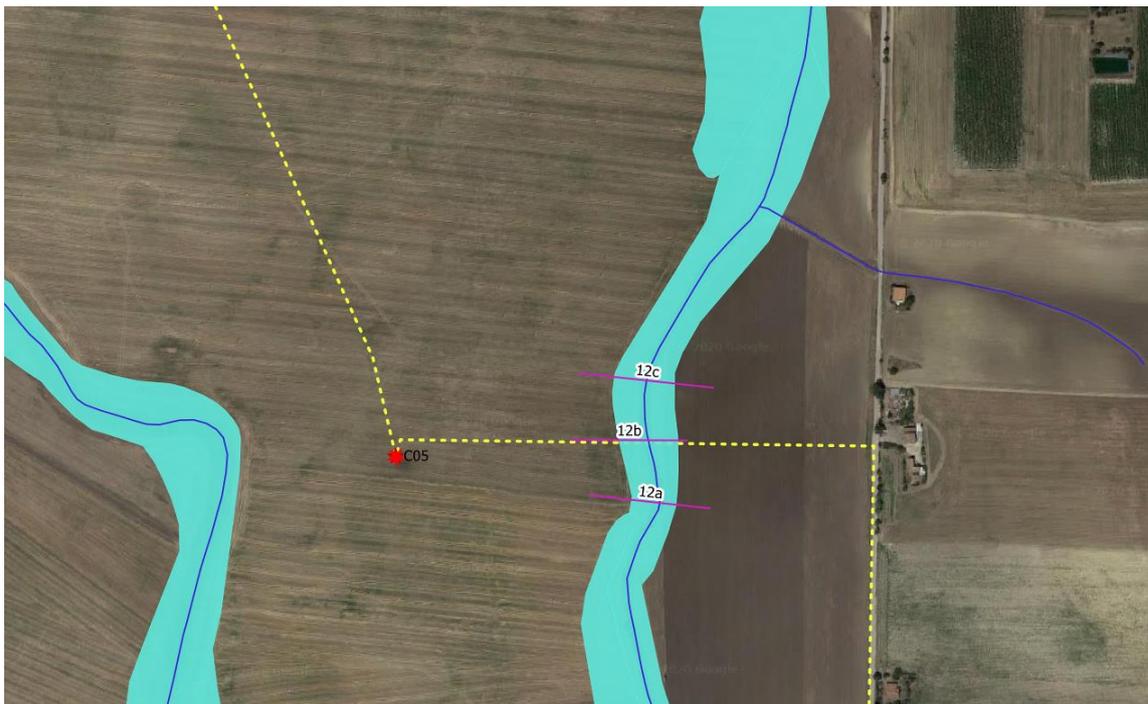


Figura 45: Interferenza N.12 in prossimità della C05

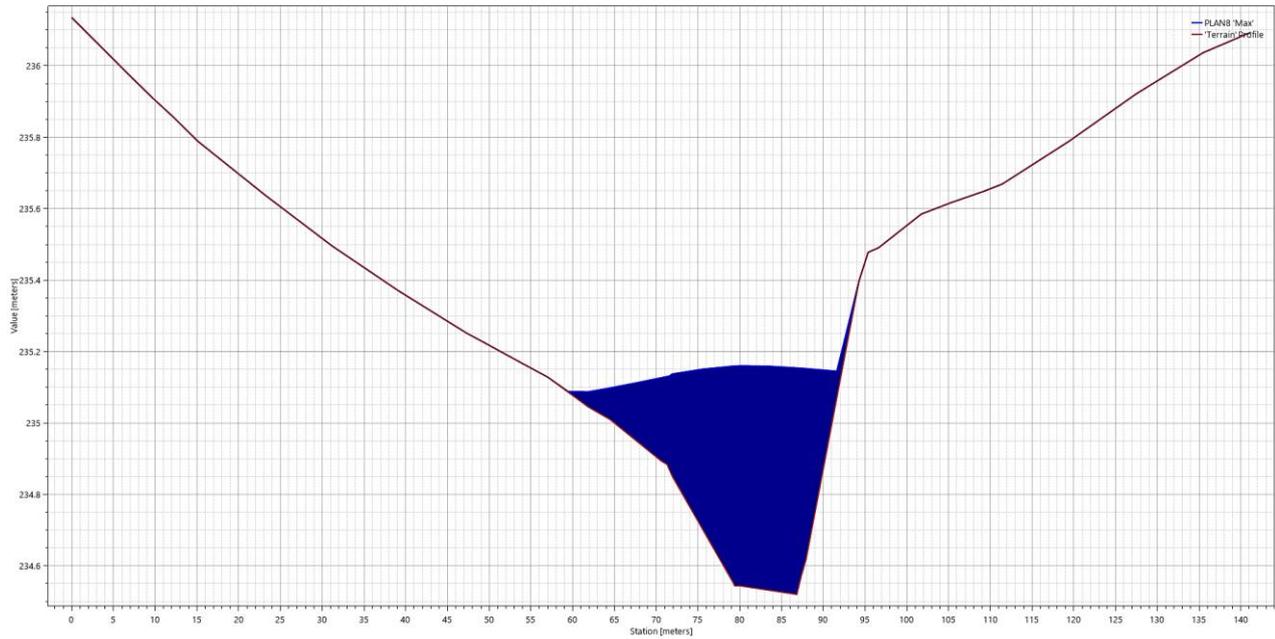


Figura 46: Sezione 12a

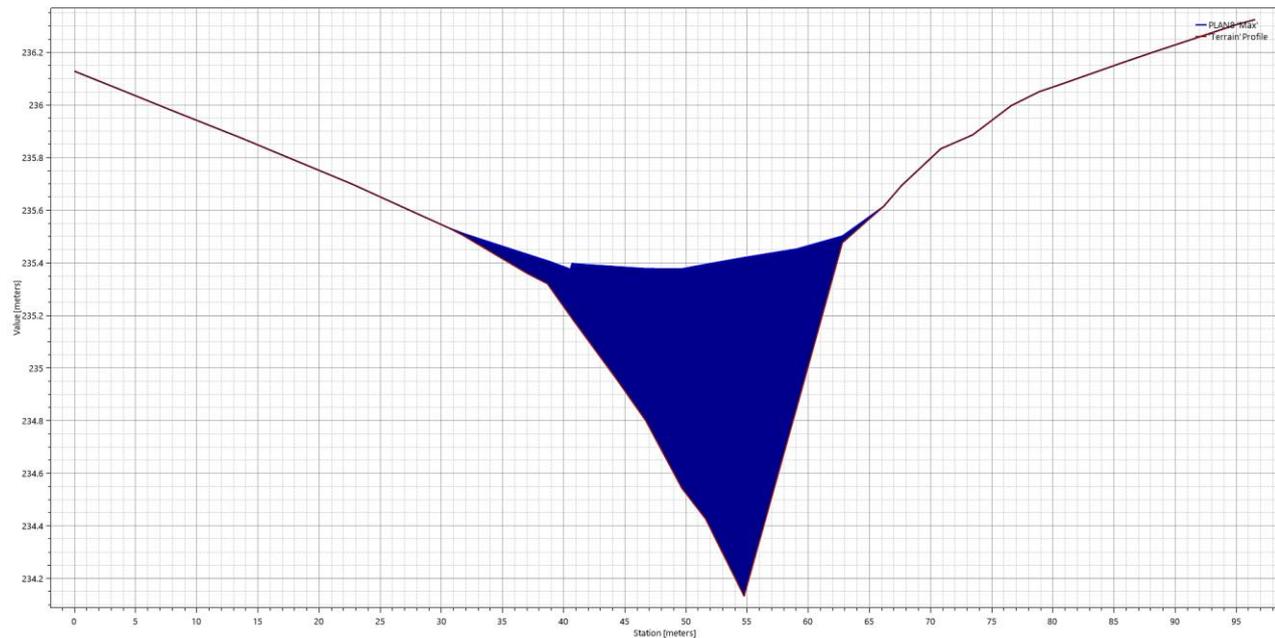


Figura 47: Sezione 12b

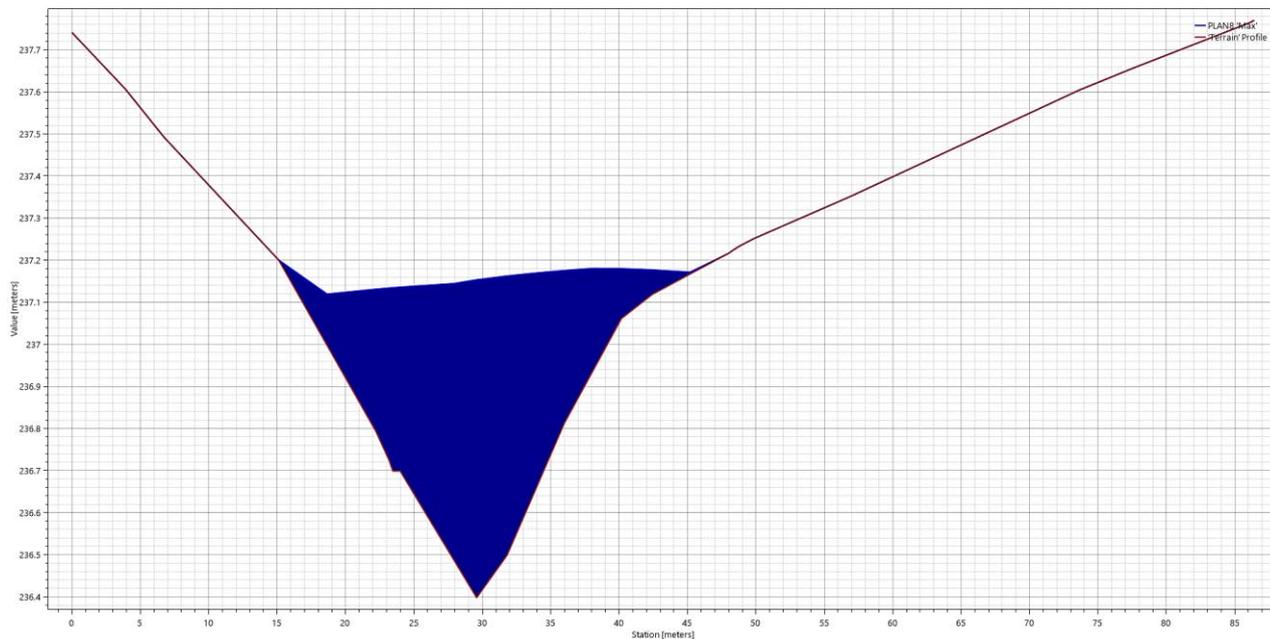


Figura 48: Sezione 12c



Figura 49: Interferenza N.13 del cavidotto esterno

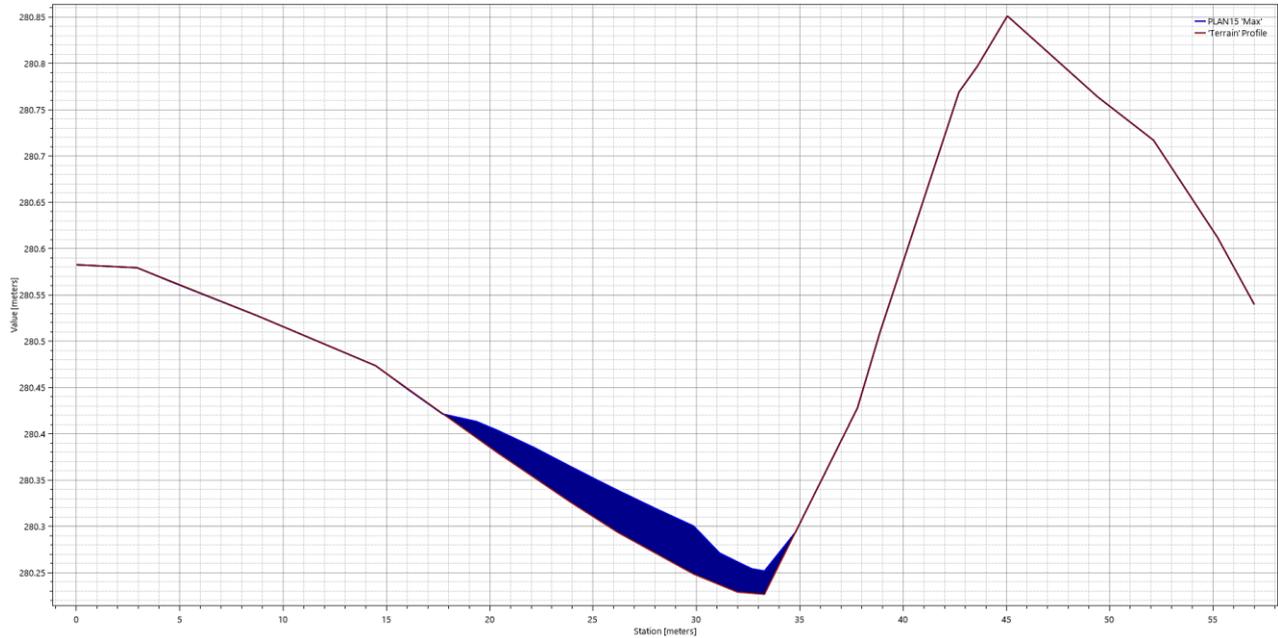


Figura 50: Sezione **13a**

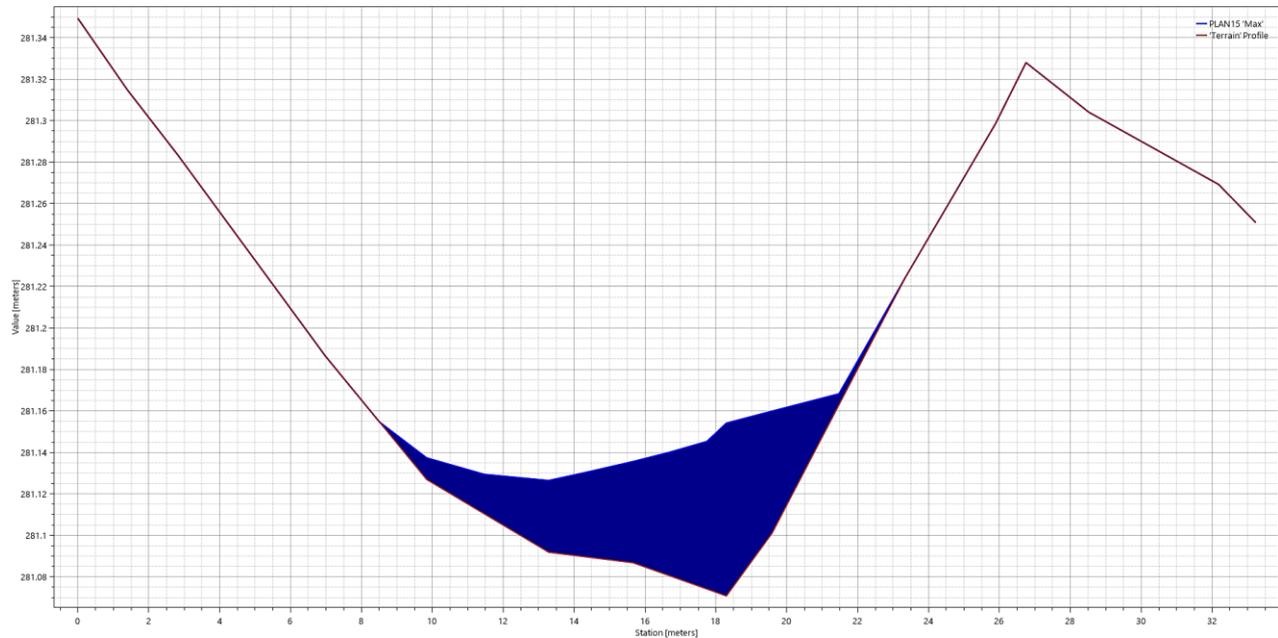


Figura 51: Sezione **13b**



Figura 52: Interferenza N.14 del cavidotto esterno

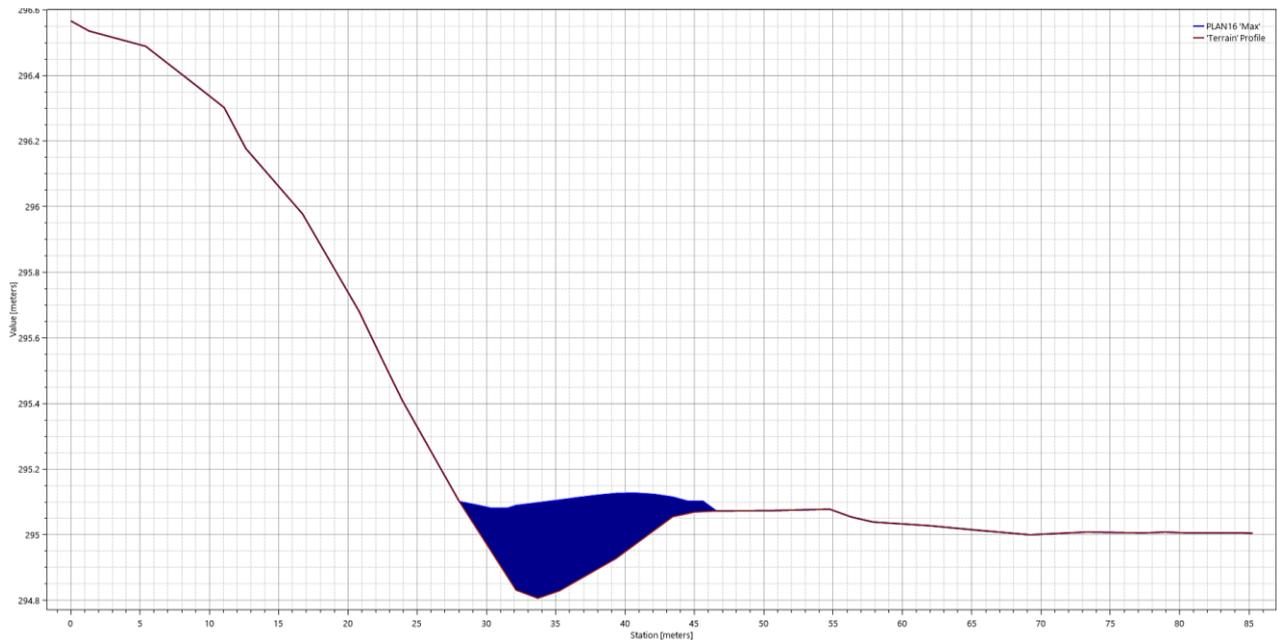


Figura 53: Sezione 14



Figura 54: Interferenza N.15 del cavidotto esterno

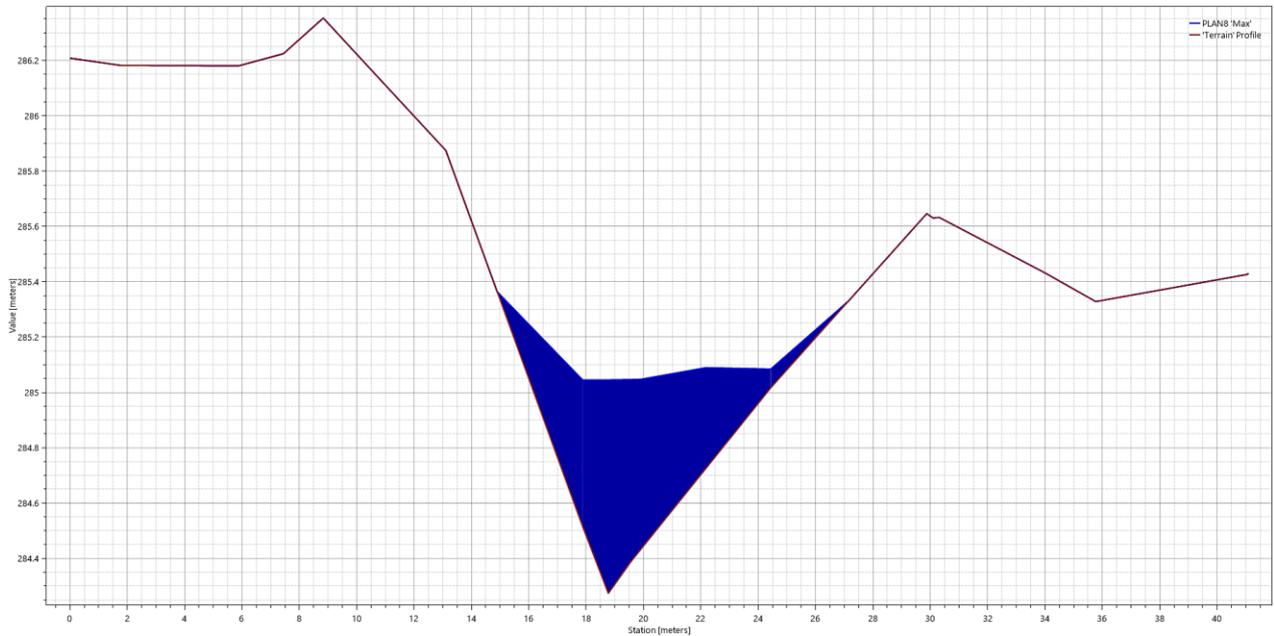


Figura 55: Sezione 15a

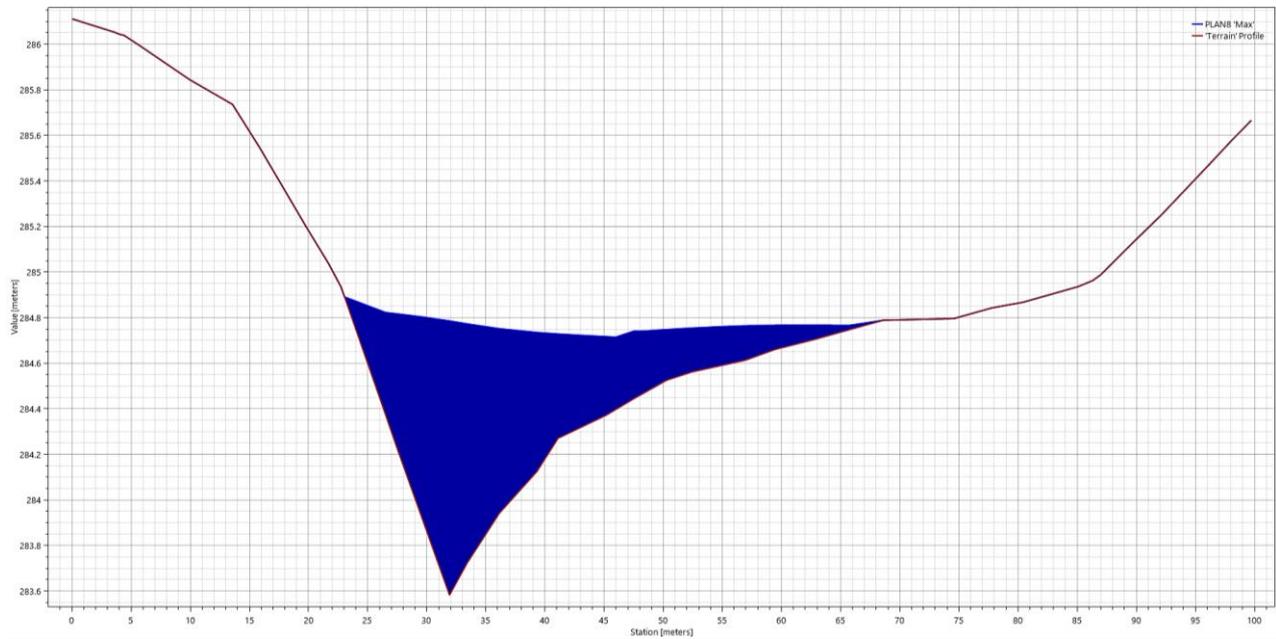


Figura 56: Sezione **15b**

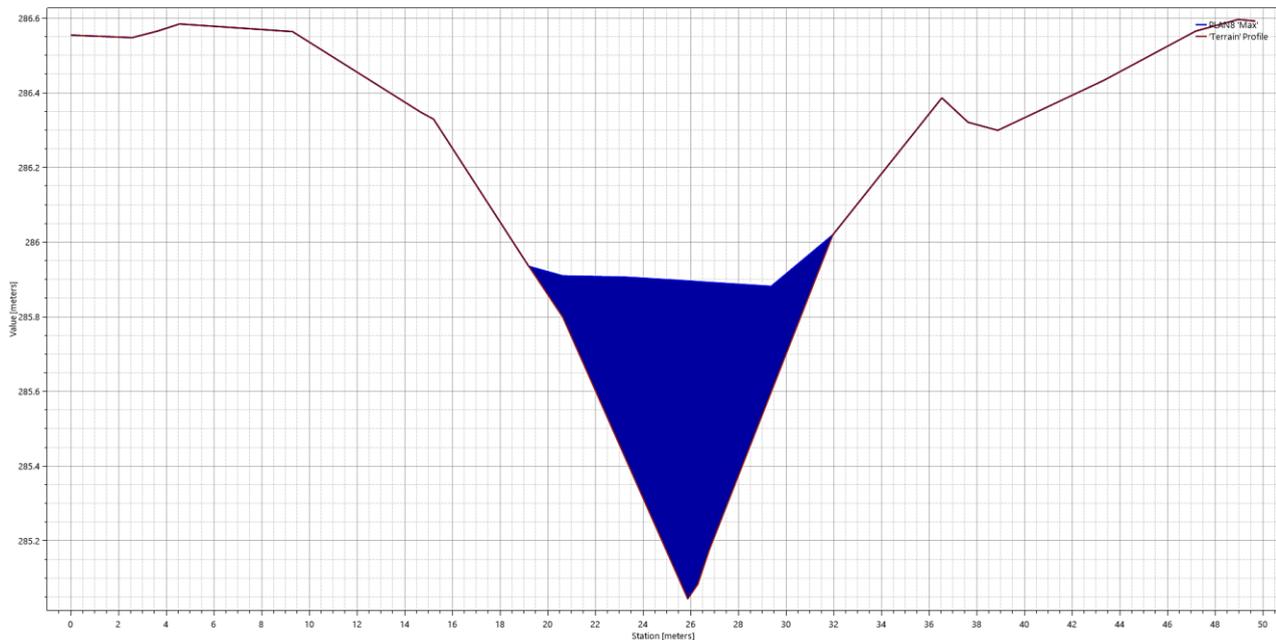


Figura 57: Sezione **15c**

7. CONCLUSIONI

La presente relazione di compatibilità idraulica ha consentito di perimetrare l'effettiva impronta allagabile della rete idrografica potenzialmente soggetta a criticità, relativa ad un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 200 anni (Tr associato alla compatibilità idraulica secondo le NTA del PAI).

La modellazione idraulica è stata svolta in modo bidimensionale e in condizioni di moto non stazionario, utilizzando il software HEC-RAS River Analysis System.

Dai risultati delle modellazioni di flooding, si può osservare che tutti gli aerogeneratori risultano esterni alle aree inondabili duecentennali, non comportando nessuna variazione del livello di sicurezza dei reticoli idrografici di studio. È verificata, quindi, la compatibilità idraulica dell'intervento progettuale anche per le turbine C01, C03, C04 e C07, le quali rientrano nelle aree di rispetto dei 75 e 150 m in destra e sinistra dall'asse del corso d'acqua.

Relativamente alle intersezioni del tracciato del cavidotto MT di connessione con il reticolo idrografico, si può asserire che la posa in opera dei cavi interrati è prevista mediante staffaggio su ponte o mediante la tecnica della T.O.C., ad una profondità maggiore di 2.0 m al di sotto del fondo alveo, salvo diverse prescrizioni delle autorità competenti, in modo da non interferire né con il deflusso superficiale né con gli eventuali scorrimenti sotterranei.

Nella condizione dello stato di progetto, si può affermare che le opere non comportano modifiche della morfologia dell'alveo e nessuna variazione del livello di sicurezza delle aree adiacenti; pertanto, gli interventi risultano compatibili con le finalità e prescrizioni del PAI Puglia.