

Studio idraulico

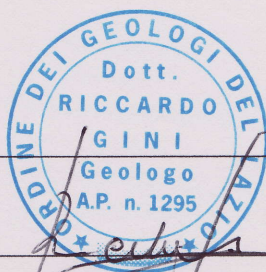
INTERCONNECTOR SVIZZERA - ITALIA
"All'Acqua - Pallanzeno - Baggio"

Allegato 1 - Studio idraulico nell'area di stazione di conversione elettrica di Pallanzeno (VB)

Storia delle revisioni

Rev. 00 Del 06/02/2012 Emissione definitiva

Elaborato	Verificato	Approvato
R. Gini	S. Viola SRI/CRE-ASA	N. Rivabene F. Testa SRI/CRE-ASA



m0110302SR

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
3	ATTIVITA' DI RILIEVO E INDAGINI DI SUPPORTO.....	7
3.1	Rilievo topografico	7
3.2	Cenni geologia.....	7
3.4	Suddivisione in tratti significativi dell'asta del Fiume Toce in esame.....	10
4	ANALISI IDRAULICA.....	12
4.1	Modello di simulazione idraulica.....	12
4.2	Schematizzazione idraulica dell'alveo.....	12
4.3	Valutazione dell'indice di Manning.....	14
5	SCENARI DI SIMULAZIONE E RISULTATI DELL'ANALISI.....	16
5.1	Simulazione "Ante operam"	16
5.2	Simulazione "Post Operam" Area 1	19
5.3	Simulazione "Post Operam" Area 2	22
5.4	Risultati delle analisi.....	25
6	CONCLUSIONI.....	27
7	ELENCO DEGLI ELABORATI	29

TAVOLE

Tav. n. 1	Ubicazione Area 1 – Area 2
Tav. n. 2	Sezioni idrauliche verificate
Tav. n. 3	Analisi Ante Operam
Tav. n. 4	Analisi Post Operam Area 1
Tav. n. 5	Analisi Post Operam Area 2
Tav. n. 6	Progetto Stazione Conversione

ALLEGATI

Allegato n. 1	Sezioni alveo "Ante Operam"
Allegato n. 2	Sezioni alveo "Post Operam" Area 1
Allegato n. 3	Sezioni alveo "Post Operam" Area 2

1 PREMESSA

Il presente studio idraulico condotto lungo un tratto del fiume Toce, viene eseguito su incarico di Terna S.p.a. la quale prevede la realizzazione di una stazione di conversione elettrica a nord dell'abitato di Pallanzeno (VB). Lo studio è finalizzato alla verifica della compatibilità idraulica del manufatto in progetto in relazione al territorio in cui è inserito e le interferenze, se esistenti, che lo stesso potrebbe arrecare sul territorio circostante. Il grado di approfondimento delle verifiche svolte è stato commisurato alle caratteristiche del corso d'acqua e alla pericolosità desunte dalle informazioni raccolte sul campo.

L'incarico ha previsto una raccolta dei dati idrologici ricavati dallo studio effettuato dall'Autorità di Bacino del Po: *“Studio di fattibilità idraulica del fiume Toce nel tratto tra Masera e la foce”*, per la definizione delle portate di progetto per diversi tempi di ritorno e significativamente di quelle con tempo di ritorno pari a 200 anni. Inoltre si è fatto uso dei dati provenienti dallo studio idraulico effettuato da Hydrodata per conto di AIPO (Agenzia Interregionale per il fiume Po): *“Studio di fattibilità dell' adeguamento del Ponte Masone sul fiume Toce”* e le considerazioni ricavate dalla relazione tecnica descrittiva a cura di Hydrodata, *“Relazione di un nuovo argine sul fiume Toce in Comune di Pallanzeno”* la quale descrive le opere necessarie alla realizzazione di un nuovo argine sul fiume Toce in Comune di Pallanzeno, la cui funzione è quella di difendere il centro abitato dalle acque di rigurgito del Toce in condizioni di piena.

Terna S.p.a. ha individuato due aree potenzialmente consone alla costruzione della stazione elettrica in oggetto che sono state necessariamente valutate dal punto di vista idraulico sia in condizione “ante operam” che in condizione “post operam”. In entrambi i casi sono stati indicati i livelli del battente d'acqua raggiunti in condizione di piena con tempo di ritorno di 200 anni. In condizione “post operam”, inoltre, sono state verificate le interferenze del manufatto in progetto sia nell'area di seguito denominata “Area 1” sia nell'area di seguito denominata “Area 2”.

Associati alle analisi prima menzionate, sono stati eseguiti i rilievi topografici di dettaglio che hanno consentito la ricostruzione geometrica dell' area in studio.

Nel presente elaborato si riportano i risultati delle simulazioni di carattere idraulico, ottenute con l'impiego di un modello numerico monodimensionale in moto permanente, al fine di valutare le problematiche connesse al deflusso delle piene di carattere straordinario e significativamente di quelle con tempo di ritorno pari a 200 anni.

L'analisi idraulica è stata condotta con deflusso in moto permanente mediante una procedura di calcolo basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale con l'ausilio del software HEC-RAS 4.1.0, River Analysis System sviluppato da U.S. Army Corps of Engineers (USACE), Hydrologic Engineering. Per la definizione dei dati in input il modello è stato accoppiato al modulo Hec Geo-RAS, uno strumento sviluppato in ambiente ArcGIS ESRI, che consente di definire il modello geometrico da utilizzare nel software idrodinamico Hec-Ras.

Le simulazioni hanno preso in considerazione la situazione presente sul territorio in esame in condizione “ante operam” e la relativa delimitazione delle aree di esondazione, quindi le interferenze idrauliche che il manufatto in progetto arrecherebbe sul territorio in condizione “post operam”.

Sono state verificate n. 23 sezioni trasversali lungo il tratto del Fiume Toce considerato e come detto in precedenza estratte in ambito GIS con le opportune correzioni per garantire la coerenza delle quote lungo il profilo trasversale (Tav. 2).

Nel tratto considerato sono presenti 4 ponti che sono stati marginalmente considerati nelle simulazioni idrauliche in quanto sufficientemente lontani dalle aree individuate per la realizzazione della nuova stazione di conversione elettrica.

I risultati ottenuti sono comunque coerenti con quelli dell' ADB del Po, per quello che riguarda i livelli ottenuti e il regime di corrente.

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Come accennato in premessa l'opera in esame consiste nella realizzazione della Stazione di Conversione corrente alternata/corrente continua (AC/DC) e della nuova sezione di collegamento a 380 kV isolata in SF6 in esecuzione blindata, entrambe localizzate in un'area che interessa i Comuni di Pallanzeno (VB) e di Villadossola (VB), nei pressi dell'esistente Stazione Elettrica di Pallanzeno. La Stazione di Conversione di Pallanzeno, in Piemonte, e l'omologa Stazione di Conversione di Baggio, in Lombardia, costituiranno i due terminali di conversione alternata/continua del collegamento HVDC Pallanzeno – Baggio facente parte del progetto interconnector SVIZZERA – ITALIA denominato "All'Acqua-Pallanzeno-Baggio". La Stazione Elettrica di Conversione di Pallanzeno sarà costituita da due terminali da 1000 MW, composti a loro volta da due moduli di conversione alternata/continua da 500 MW ciascuno, eserciti in maniera tale da avere una configurazione di doppio bipolo 2x1000 MW con ritorno metallico.

La Stazione di Conversione sarà costituita da due terminali da 1000 MW, e inoltre sarà necessario realizzare:

un edificio controllo, comune per i due bipoli di conversione, contenente i servizi ausiliari e i sistemi di comando e controllo per il funzionamento della Stazione di Conversione;

il sistema di raffreddamento delle valvole di ciascun polo di conversione posto all'esterno di ciascuna sala valvole;

un edificio magazzino, necessario al corretto esercizio e manutenzione dell'impianto di conversione;

un edificio di consegna per l'alimentazione MT dei Servizi Ausiliari;

due edifici contenenti l'impianto spegnincendio trasformatori;

chioschi per apparecchiature elettriche;

un edificio Sezione 380 kV in SF6.

Di seguito una breve descrizione delle opere in progetto.

L'edificio della sezione di collegamento a 380 kV in sarà costituito da due corpi a pianta rettangolare. Un corpo, di dimensioni in pianta 46,80 x 14,80 m ed altezza fuori terra di 13,00 m circa, l'altro corpo di dimensioni in pianta 46,80 x 6,55 m ed altezza fuori terra di 4,25 m circa. La superficie sarà di circa 1000 m², con un volume di circa 10300 m³.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile oppure di tipo prefabbricato.

Gli edifici reattori saranno destinati al contenimento delle strutture dei reattori di fase. Ciascuno di essi sarà localizzato tra le due sale valvole di ogni singolo polo e si svilupperà in un unico piano a pianta rettangolare di dimensioni pari a 25,00 x 60,00 m per un'altezza pari a 20,00 m

Ciascun edificio sarà realizzato con struttura portante in cemento armato o metallica, fondazioni di tipo idoneo, tamponature perimetrali costituite da pannelli prefabbricati. Gli edifici valvole saranno destinati al contenimento delle strutture delle valvole di conversione. Per ogni polo è prevista la realizzazione di due sale valvole ciascuna delle quali si svilupperà in un unico piano a pianta rettangolare di dimensioni pari a 40,00 x 42,50 m per un'altezza pari a 15,00 m.

Gli edifici saranno realizzati con struttura portante in cemento armato, fondazioni di tipo idoneo, tamponature perimetrali costituite da pannelli in cemento armato prefabbricati. L'edificio controllo sarà destinato al contenimento delle apparecchiature dei Servizi Ausiliari e delle apparecchiature di Comando e Controllo necessarie al funzionamento della Stazione di Conversione. Esso si articolerà su tre piani a pianta rettangolare di dimensioni, uguali per ciascun piano, pari a 20,00 x 74,00 m ed altezza totale massima pari a 15,00 m L'edificio sarà realizzato con struttura portante in cemento armato su tre livelli, fondazioni di tipo idoneo ed infissi in alluminio o PVC.

I due edifici per l'impianto spegnincendio trasformatori saranno composti da un unico piano a pianta rettangolare di dimensioni planimetriche massime pari a 6,60 x 4,10 m e altezza pari a 3,60 m

L'edificio magazzino Conversione è composto da un unico piano a pianta rettangolare di dimensioni planimetriche pari a 38,80 x 15,20 m e altezza pari 7,60 m . L'edificio è destinato al contenimento di apparecchiature e materiali necessari per le attività di esercizio e manutenzione dell'impianto.

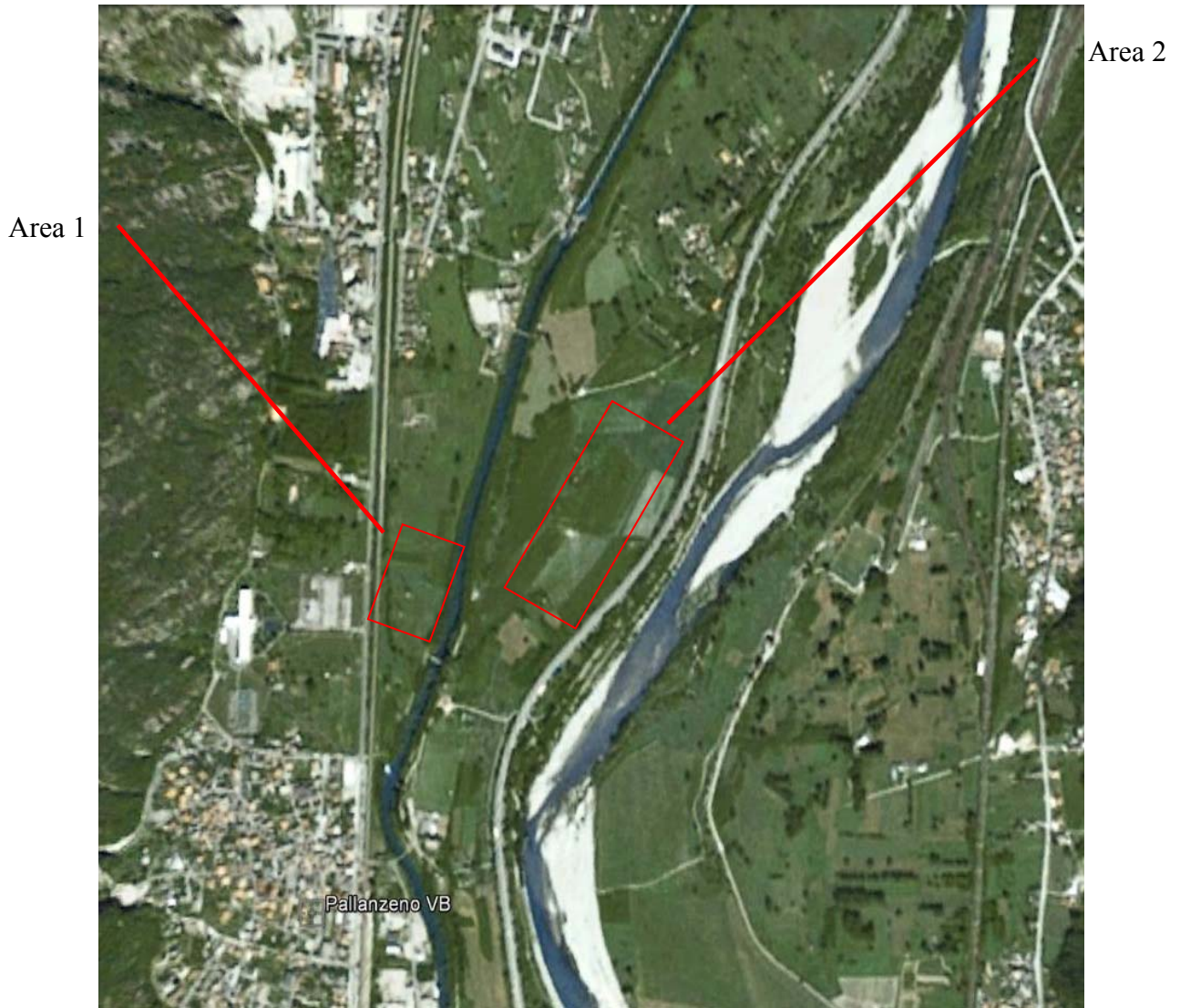
L'edificio, punto di consegna MT e TLC destinato al contenimento delle apparecchiature necessarie per l'alimentazione in Media Tensione dei quadri MT dei servizi ausiliari, è composto da un unico piano a pianta rettangolare di dimensioni planimetriche pari a 9,80 x 8 m e altezza pari a circa 3,40 m . L'edificio sarà realizzato con struttura portante in cemento armato o metallica, fondazioni di tipo idoneo, tamponature perimetrali costituite da pannelli prefabbricati (in c.a.p. o metallici).

I chioschi per apparecchiature elettriche sono destinati ad ospitare i quadri di protezione, comando e controllo periferici; avranno pianta rettangolare con dimensioni esterne di 2,40 x 4,80 m ed altezza da terra di 3,20 m. Ogni chiosco avrà una superficie coperta di 11,50 m² e volume di 36,80 m³. La struttura sarà di tipo prefabbricato con pannellature coibentate in lamiera zincata e preverniciata. La copertura a tetto piano sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Le fondazioni delle varie apparecchiature saranno realizzate in conglomerato cementizio armato.

Per la visualizzazione del progetto si consulti la Tav. 6

Fig. 1 - Ubicazione delle aree che sono state individuate per la realizzazione della nuova stazione elettrica



3 ATTIVITA' DI RILIEVO E INDAGINI DI SUPPORTO

Le zone A1 e A2 interessate dal presente studio ricadono nell'area classificata dal Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.) fascia di esondazione "Fascia B" la quale è coinvolta da fenomeni di inondazione al verificarsi della piena di riferimento. (Tav. 1)

In relazione allo studio idraulico da effettuarsi si è reso necessario provvedere al rilievo topografico di dettaglio di una area sufficientemente ampia al fine di ottenere la cartografia di base su cui operare i calcoli successivi. Sono stati inoltre considerati i dati geologici contenuti nelle relazioni tecniche e specialistiche redatte da Hydrodata per il progetto definitivo di un nuovo argine sul fiume Toce in Comune di Pallanzeno .

3.1 Rilievo topografico

Descrivere in modo dettagliato il territorio costituisce già una buona base per la corretta individuazione delle possibili aree a rischio di inondazione a fronte di un determinato evento di piena.

Al fine di determinare con sufficiente precisione la topografia dell'area di studio, si è fatto uso di un rilievo scan-laser commissionato da Terna S.P.A.. Tale rilievo, seppure realizzato per altre finalità, ricopre le aree di interesse, permettendo quindi di avere dei dati morfologici più attendibili di quelli ricavabili dalla cartografia tradizionale.

Il file messo a disposizione è costituito da un DXF georiferito (UTM WGS84, 32N) contenente una nuvola di punti 3D appartenenti al terreno. La densità dei punti è di circa 1 punto al m², derivati dallo "sfoltimento" di un file contenente tutti i punti ripresi a terra (≥ 10 punti al m²).

Per quanto riguarda la tecnica di ripresa adottata, è stato adottato un sensore laser – rangefinder ad alta precisione, tale da garantire una densità di punti prodotti ≥ 10 punti al m² ed una capacità di registrazione di almeno 2 ritorni per impulso. Tale strumentazione è stata montata su un elicottero dotato di sistema di posizionamento globale differenziale.

I dati a disposizione sono stati integrati e ampliati facendo uso di un rilievo aerofotogrammetrico basato su CTR che ha permesso di ampliare ulteriormente la zona in studio e fornire maggiori informazioni al fine di poter effettuare un numero adeguato di sezioni trasversali da monte a valle rispetto le aree in studio e quindi fornire i parametri idraulici necessari per l'implementazione tramite Hec-Ras.

Per rappresentare al meglio la situazione reale dell'area golenale e del fondo alveo sono stati rilevati tutti i punti necessari delle sezioni, di norma ortogonali al corso d'acqua.

Dopo aver raccolto i dati di campagna, i dati cartografici disponibili sono stati georeferenziati secondo il sistema ED – 1950 – UTM – Zone 32N.

Il passo successivo è stato quello di creare una cartografia in ambiente GIS.

Sono stati quindi sviluppati i tematismi cartografici utilizzando Hec-GeoRas al fine di poter poi importare i dati estrapolati in Hec-Ras per i calcoli idraulici necessari.

3.2 Cenni geologia

Non si può prescindere da un breve inquadramento geologico regionale dell'area in esame.

Le zone prese in considerazione occupano il fondovalle alluvionale del fiume Toce caratterizzato prevalentemente da alternanze di depositi grossolani sabbioso-ghiaiosi con livelli palustri di colmamento di antichi laghi nella fase post-glaciale.

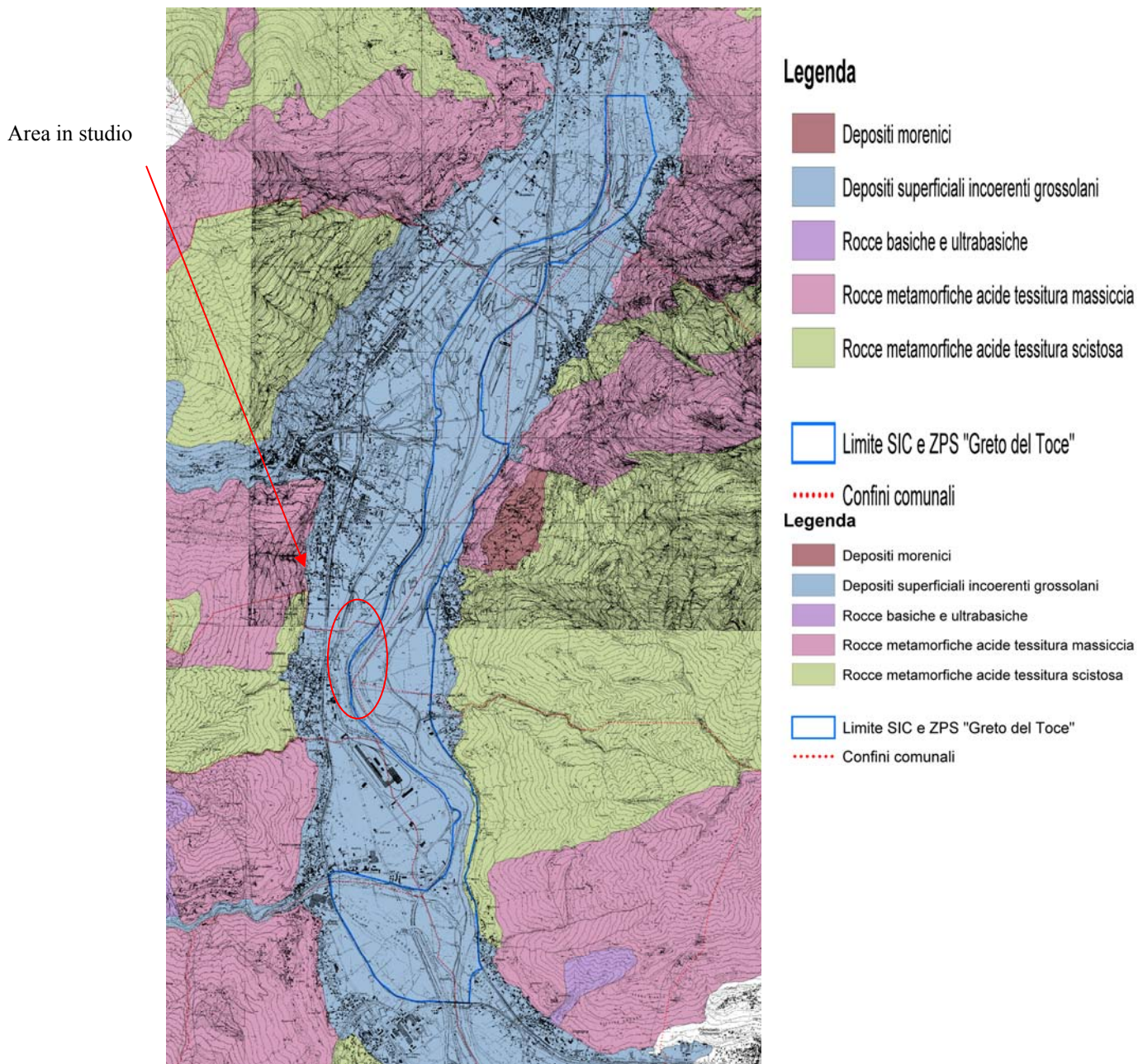
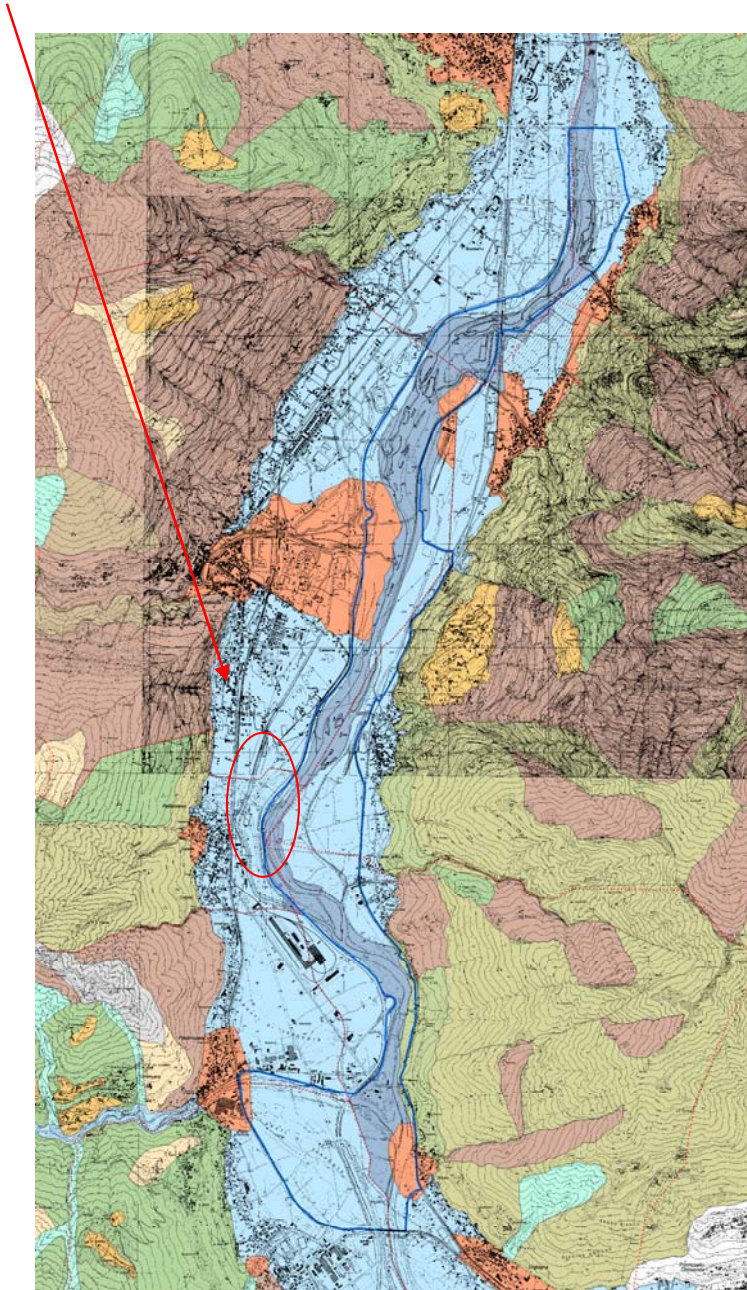


Fig. n. 2 - Stralcio carta litologica

Il substrato, che non interessa l'area in studio o che si localizza alla base delle alluvioni, è costituito prevalentemente da gneiss e dioriti compatte.

Dal punto di vista geomorfologico nei pressi del comune di Pallanzeno il tratto del fiume Toce assume carattere monocursale sinuoso con barre e isole, inoltre in aree soggette a fenomeni di esondazione e dai dissesti localizzati in area di conoide si estendono numerosi centri abitati, linee ferroviarie e strade provinciali e statali.

Area in studio



Legenda

- Area espansione corso d'acqua
 - Conoide formato da corso d'acqua
 - Cresta affilata e versanti in roccia
 - Crinale arrotondato
 - Fondovalle alluvionale
 - Impluvio
 - Pianoro su versante
 - Versante complesso con impluvi e incisioni
 - Versante complesso con salti di roccia, macereti, affioramenti rocciosi
 - Versante complesso in roccia
 - Versante con terrazzamenti di origine antropica
 - Versante uniforme
- Limite SIC e ZPS "Greto del Toce"

..... Confini comunali

Legenda

- Area espansione corso d'acqua
- Conoide formato da corso d'acqua
- Cresta affilata e versanti in roccia
- Crinale arrotondato
- Fondovalle alluvionale
- Impluvio
- Pianoro su versante
- Versante complesso con impluvi e incisioni
- Versante complesso con salti di roccia, macereti, affioramenti rocciosi
- Versante complesso in roccia
- Versante con terrazzamenti di origine antropica
- Versante uniforme

Limite SIC e ZPS "Greto del Toce"

..... Confini comunali

Fig. n. 3 - Stralcio carta geomorfologica

E' da segnalare che le aree direttamente coinvolte dal futuro progetto non sono interessate da fenomeni di dissesto in atto o potenziali.



Area 2

Area 1

Fig. n. 4 – veduta aerea aree in studio

3.4 Suddivisione in tratti significativi dell’asta del Fiume Toce in esame

I fattori che influiscono sulle caratteristiche generali di un sistema naturale come un corso d’acqua sono molti e variano sensibilmente nello spazio e nel tempo. Poiché non si possono tenere in conto tutte le variazioni che intervengono nel sistema, si deve effettuare una schematizzazione adatta a soddisfare le esigenze dello studio che si vuole intraprendere.

Nel caso di trasporto solido in alveo a fondo mobile intervengono numerosi fattori che possono essere schematizzati in due categorie: i fattori morfologici-geometrici (andamento piano altimetrico, caratteristiche delle sezioni trasversali, forme fluviali, granulometria) e i fattori idraulici (portate liquide).

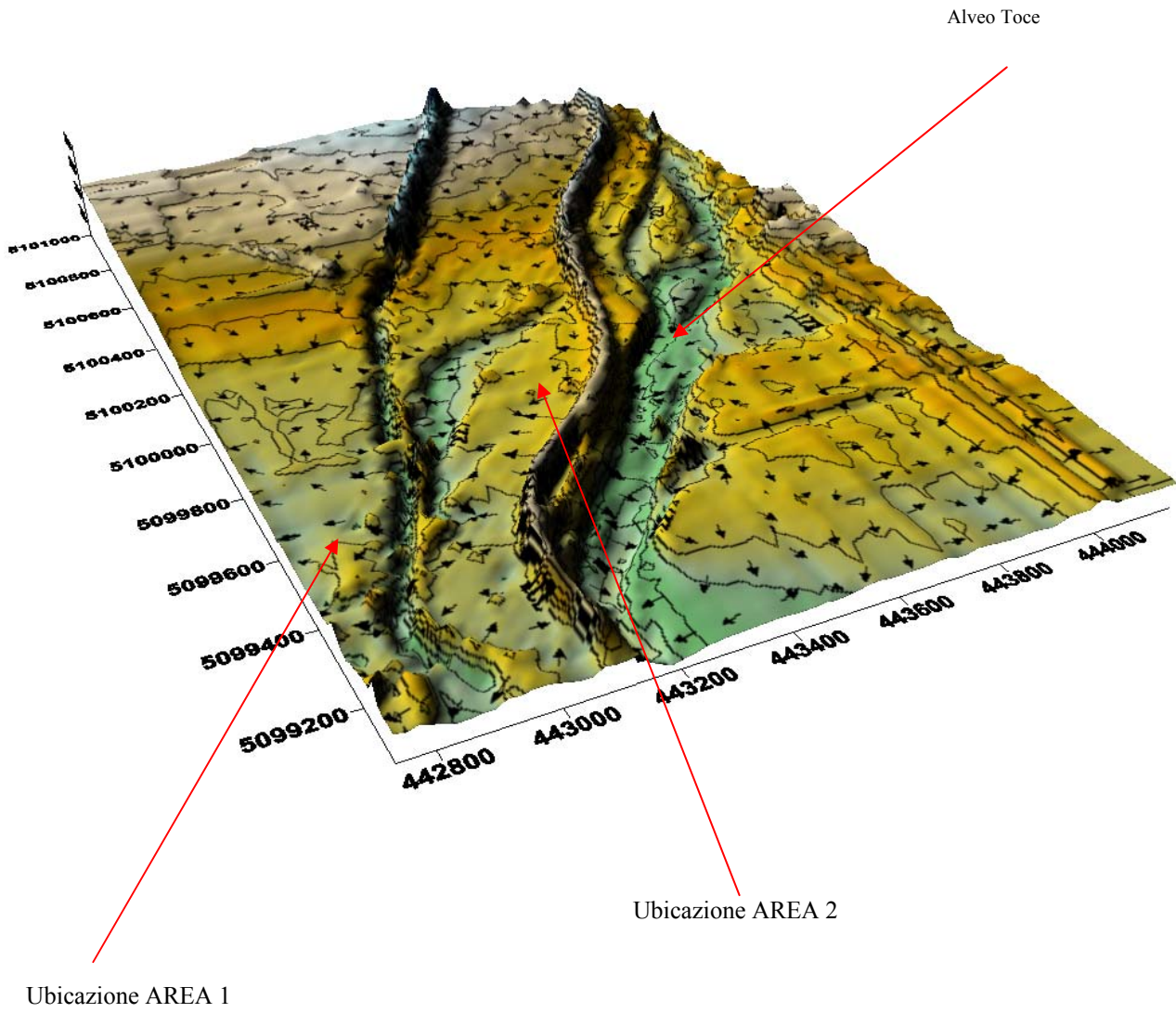
In questo caso sono stati analizzate le caratteristiche morfologiche – geometriche del tratto del fiume Toce in studio, la natura, la forma e le caratteristiche del materiale trasportato condizionato da numerosi fattori come le caratteristiche litotecniche dei terreni affioranti e dei suoli; la natura e la densità della copertura vegetale. Lo scopo dell’analisi è stato quello di individuare, nel tratto in esame preso in considerazione, le caratteristiche che potessero essere ritenute relativamente uniformi dal punto di vista del trasporto solido. In questa sezione vengono descritte le procedure utilizzate per selezionare i tratti d’alveo per poter effettuare questo tipo di analisi.

Sono state valutate le possibili tendenze evolutive sia altimetriche (incisione e deposito) sia planimetriche (allargamento e restringimento) che possono essere desunte dalle evidenze di campagna. Si è valutato la presenza di opere trasversali (attraversamenti stradali; Ponte Masone etc.), le caratteristiche delle sponde possibilmente soggette a fenomeni di instabilità.

Si è stimata la porzione dell’alveo su cui applicare le formule di calcolo; valutata l’altezza dell’alveo pieno per stabilire la quota a cui si trova l’eventuale area inondabile.

In base a queste considerazioni sono state verificate tramite Hec-Ras n. 23 sezioni d’alveo.

Fig. n. 5 - Modello 2d (Surfer) – linee flusso



4 ANALISI IDRAULICA

4.1 Modello di simulazione idraulica

L'analisi idraulica è stata condotta con l'ausilio del software HEC-RAS 4.1.0, River Analysis System sviluppato da U.S. Army Corps of Engineers (USACE), Hydrologic Engineering.

Il codice di calcolo idrodinamico permette il calcolo dei profili idraulici in reti di canali naturali o artificiali, sia in moto permanente, sia in moto vario, secondo uno schema monodimensionale alle differenze finite (HEC-Ras 2002; Hornitt 2002.). Il software è in grado di simulare condizioni di moto subcritico (corrente lenta), supercritico (corrente veloce) e misto, e di valutare gli effetti di immissioni o emissioni laterali di portata, della presenza di opere quali briglie e salti di fondo (weir), paratoie, brevi condotti in pressione (culvert), ponti (bridge), ostacoli al flusso e costruzioni edificate nelle zone golenali. Dispone inoltre di una interfaccia grafica che facilita le operazioni di definizione della geometria del problema, dei parametri di calcolo e dell'analisi dei risultati esprimibili sia in termini di tabelle che di grafici. Questi ultimi includono la visualizzazione del tirante idrico relativo a ciascuna sezione, la visualizzazione dei profili di moto (con l'indicazione del pelo libero, dei limiti arginali, della quota della linea dell'energia, ecc...) e grafici in prospettiva tridimensionale che consentono di evidenziare le aree soggette ad inondazione nelle differenti condizioni idrometriche.

La modellazione dell'alveo in Hec-Ras prevede in primo luogo di fornire le informazioni relative alla geometria del corso d'acqua in un'apposita sezione (geometric data) all'interno della quale si devono definire il corso del fiume (reach), la geometria delle sezioni (cross section geometry), la distanza fra le sezioni (reach length) e il coefficiente di scabrezza rappresentativo delle perdite di carico secondo la formulazione di Manning.

Per la definizione dei necessari dati di input (rete di canali, posizione e geometria delle sezioni fluviali, opere e infrastrutture presenti in alveo e lungo il corso del fiume) è possibile utilizzare il modulo, Hec Geo-Ras (HEC-RAS User Manual), uno strumento sviluppato in ambiente ArcGIS ESRI, che consente di definire il modello geometrico da utilizzare nel software idrodinamico Hec-Ras, interfacciando direttamente il software Hec-Ras con i dati territoriali (Carta Tecnica, DTM, uso del suolo, geologia, ecc.)

Successivamente occorre impostare la sezione relativa alle condizioni di moto (steady flow data o unsteady flow data), definendo la portata di riferimento per le diverse sezioni fluviali e le condizioni iniziali e al contorno (boundary conditions). A questo punto il codice di calcolo è pronto per eseguire i calcoli idraulici nella sezione denominata steady flow analysis.

I risultati delle computazioni idrauliche sono proposti attraverso tabelle riepilogative (cross-section table e profile table) e grafici delle sezioni geometriche (plot cross-section) e del profilo longitudinale (plot profile). Infine è proposta una visione prospettica tridimensionale del sistema fluviale (x, y, z perspective plot).

Tramite l'estensione Hec-Geo-Ras è possibile riportare i risultati ottenuti dalla modellazione idraulica in un contesto georeferenziato e per procedere automaticamente alla perimetrazione delle aree allagabili

4.2 Schematizzazione idraulica dell'alveo

Per gli alvei naturali, la cui geometria non è schematizzabile con sezioni di forma semplice è utilizzata la classica procedura di suddividere la sezione mediante strisce verticali, delimitate superiormente dal pelo libero (assunto costante in tutta la sezione) e inferiormente dal letto dell'alveo.

Allo scopo del presente studio si sono prese in considerazione sezioni idrauliche sia a monte che a valle dell'area di interesse, di seguito riportate e numerate.

Il tratto del corso fluviale in esame è caratterizzato da un alveo tipo monocursale sinuoso con brevi tratti rettilinei. La definizione geometrica del corso d'acqua è basata su 23 sezioni trasversali rilevate su un tratto di circa 9 km.

Per definire le sezioni di interesse si è fatto uso dell' estensione Hec-GeoRas, specificamente sviluppata per processare dati geo-spaziali, interfacciandosi al software Hec-Ras, in ambiente ARC-GIS 9.3.

I temi e gli input creati e forniti ad Hec-GeoRas per descrivere la rete idraulica che si vuole simulare sono:

- Modello tridimensionale della zona di interesse nella forma di TIN;
- Tema lineare, il quale descrive l'asse centrale dei corsi d'acqua;
- Tema lineare descrittivo delle sponde dei corsi d'acqua;
- Tema lineare che descrive l'asse principale dei filetti fluidi nel canale e nelle golene;
- Tema lineare contenente la traccia delle sezioni trasversali considerate.

Fig. n. 6 - Modello geometrico Hec-Ras per il Fiume Toce nel tratto esaminato per lo studio idraulico

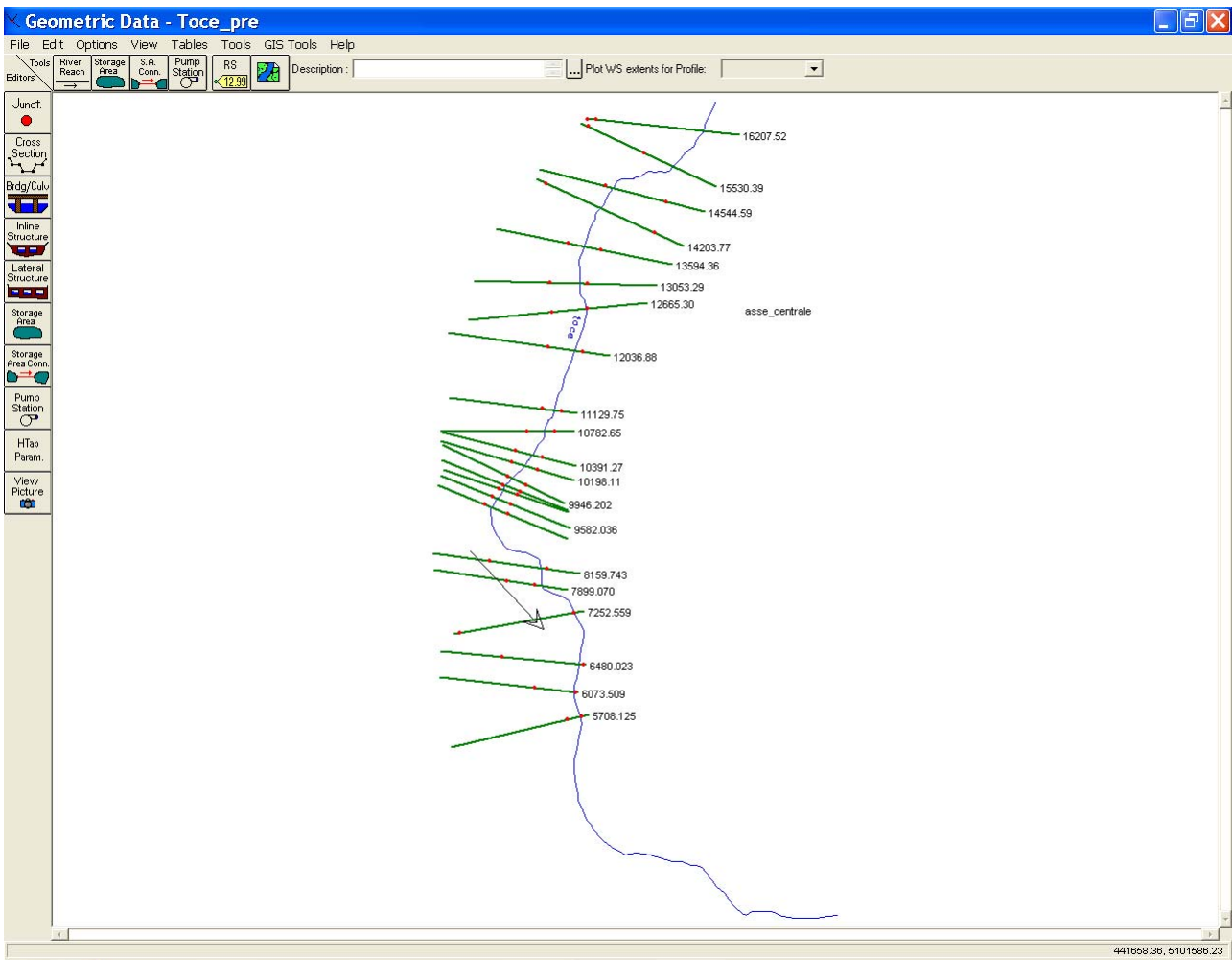
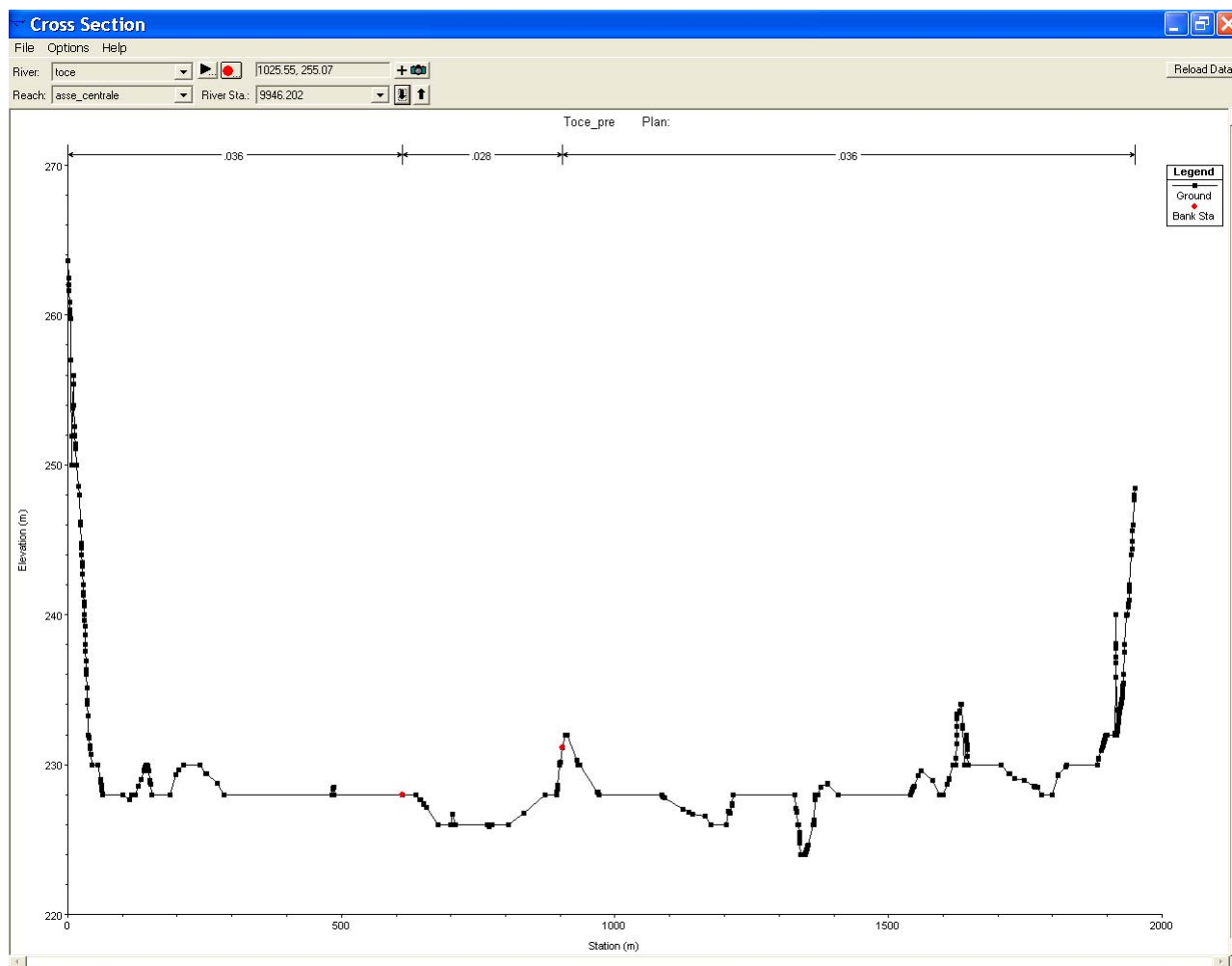


Fig. n. 7 - Esempio di sezione d'alveo



I dati da inserire per ogni sezione sono l'ascissa e l'ordinata dei punti caratteristici, la distanza dalla sezione successiva (calcolata rispetto all'asse dell'alveo inciso e alle banchine destra e sinistra) e il coefficiente di scabrezza di Manning. I punti in rosso indicano i limiti dell'alveo inciso per la sezione considerata.

4.3 Valutazione dell'indice di Manning

La scelta di un appropriato valore del coefficiente di scabrezza è particolarmente significativa per un'accurata simulazione del profilo di moto. Esprimere in un unico parametro un fenomeno complesso come la resistenza al moto esercitata dalle forme presenti in alveo è certamente difficile e passibile di errori dovuti al grado di soggettività presente nella scelta. In generale, la scabrezza caratteristica di un tratto di corso d'acqua è data dalla somma di molteplici fattori tra loro indipendenti quali:

- la morfologia e lo sviluppo planimetrico dell'alveo;
- il materiale costituente il fondo ed i piani golenali;
- l'irregolarità delle sezioni trasversali;
- la presenza di ostruzioni;
- la presenza di vegetazione.

A questi elementi si aggiunge poi, con peso spesso superiore rispetto agli altri fattori, ed in particolare durante gli eventi intensi quali quelli oggetto della presente analisi, l'effetto del materiale trasportato dalla corrente. Ognuno dei fattori sopra elencati è in grado di esercitare, in particolari condizioni, un effetto elevato sulle condizioni di deflusso della corrente. Tale

effetto può per ogni elemento, essere analizzato e tenuto in considerazione a diverso livello di dettaglio; è però necessario adottare un approccio coerente con la determinazione degli altri fattori nonché con il grado di incertezza associato allo studio.

In base alle considerazioni sopra esposte risulta quindi adeguato alle finalità e dettaglio dello studio, nonché alla tipologia di informazioni disponibili, utilizzare un metodo globale di calcolo dei valori di scabrezza applicato alla singola porzione di sezione. In particolare si è ritenuto di procedere proponendo una divisione di ciascuna sezione trasversale in tratti caratterizzati da scabrezza omogenea. Il dato è sostanzialmente in accordo anche con i parametri di riferimento proposti dall'AdB del Po nella direttiva 4 approvata con deliberazione del Comitato istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999 contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B.

Alle sezioni trasversali si sono associati i coefficienti di scabrezza secondo Manning seguenti:

$n = 0.028$ in alveo

$n = 0.036$ in banchina

Il valore assegnato in alveo risulta cautelativo anche con riferimento a valori presenti in letteratura per “materiale costituente alveo: alluvione grossolana”.

5 SCENARI DI SIMULAZIONE E RISULTATI DELL'ANALISI

L'approccio metodologico ha interessato l'interferenza delle future opere in progetto sul territorio circostante le aree prese in considerazione in relazione all'evento di piena. Per la determinazione del profilo della superficie libera del corso d'acqua si sono utilizzate le equazioni del moto permanente monodimensionale di una corrente a pelo libero in alveo con portata costante.

La simulazione dei fenomeni di esondazione e la relativa inondazione delle aree limitrofe è piuttosto complessa. In conseguenza di ciò si è cercato di schematizzare il processo in studio considerando il moto monodimensionale e permanente delle equazioni che governano il moto della corrente, in modo da giungere in maniera speditiva alla perimetrazione delle zone suscettibili di evento di piena che possono verificarsi sui tratti di corso d'acqua oggetto dell'analisi, consentendo di definire in maniera fisicamente attendibile i livelli idrometrici.

5.1 Simulazione "Ante operam"

Per impostare le condizioni di simulazione si è fatto riferimento allo "Studio di fattibilità idraulica del fiume Toce nel tratto tra Masera e la foce" effettuato dall'AdB del Po in condizioni di moto vario. I dati a disposizione per lo studio attuale non sono sufficienti per definire le necessarie condizioni al contorno, pertanto, le simulazioni sono state eseguite in moto permanente, in regime di corrente mista, tenendo conto dei risultati appunto dello studio dell'AdB del Po che evidenziano la presenza di questo tipo di regime.

La simulazione idraulica è stata quindi condotta in condizioni di moto permanente (steady flow analysis), con la portata di 2320 m³/sec (corrispondente ad un tempo di ritorno di 200 anni), utilizzata come condizione in ingresso a monte del tratto in esame e considerata uniformemente distribuita lungo tutto lo sviluppo del corso d'acqua.

Per tenere in considerazione la possibilità di corrente mista (mixed flow regime), per descrivere gli eventuali risalti idraulici e gli effetti degli attraversamenti, sono state definite le condizioni al contorno a monte, pari all'altezza critica (critical depth), e a valle, pari all'altezza di moto uniforme (normal depth), nota dalla pendenza di fondo (ricavata geometricamente dal profilo del canale, e pari a 0.004).

I dati della simulazione sono quindi:

Q=2320 m³/sec, portata relativa alla piena con tempo di ritorno duecentennale

Condizione al contorno di monte: altezza critica (critical depth)

Condizione al contorno di valle: pendenza del fondo (normal depth=0.004)

Simulazione in corrente mista

I risultati delle simulazioni numeriche, nella schematizzazione descritta, sono presentati tramite l'ausilio di figure in termini di profili di corrente e in forma tabellare.

Nelle tabelle di seguito riportate sono riportati i risultati dei calcoli eseguiti con l'ausilio del programma Hec-Ras (Hydrologic Engineering Service - River Analysis System) ed i valori hanno il seguente significato:

- River Sta: n° sezione idraulica
- Q Total: portata di verifica
- Min Ch El: quota fondo alveo in m.s.l.m.
- W. S. Elev : quota dell'altezza d'acqua in m.s.l.m.
- Crit. W.S.: quota dell'altezza d'acqua critica in metri
- E.G. Elev: energia totale della corrente in m.s.l.m.
- E. G. Slope: energia relativa della corrente
- Vel Chl: velocità media della corrente in m/s

- Flow Area: area della sezione liquida in mq
- Top Width: ampiezza massima della sezione liquida in metri
- Froude: numero di Froude

In particolare, la colonna evidenziata nella tabella che segue indica il livello d'acqua raggiunto nelle sezioni d'alveo prossime alle aree A1 e A2

Tabella n. 1 – Valori livello acqua nelle sezioni di calcolo nell'area A1 e A2- "Ante operam"

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
asse_centrale	16207.52	PF 1	2320.00	249.53	250.91	250.50	250.99	0.001808	1.66	2015.41	2173.50	0.50
asse_centrale	15530.39	PF 1	2320.00	246.82	248.21	248.21	248.70	0.007747	3.12	743.90	752.74	1.00
asse_centrale	14544.59	PF 1	2320.00	240.00	241.81	240.74	241.87	0.000511	1.12	2260.60	1329.70	0.28
asse_centrale	14203.77	PF 1	2320.00	240.00	241.66		241.71	0.000407	0.99	2345.42	1458.05	0.25
asse_centrale	13594.36	PF 1	2320.00	240.00	240.66	240.66	240.98	0.011767	2.93	947.15	1486.97	1.15
asse_centrale	13053.29	PF 1	2320.00	231.83	235.00	233.97	235.24	0.001230	2.20	1071.62	496.98	0.46
asse_centrale	12665.30	PF 1	2320.00	230.00	234.74		234.91	0.000557	1.88	1375.87	510.47	0.33
asse_centrale	12036.88	PF 1	2320.00	230.00	234.23		234.46	0.000892	2.19	1104.81	426.38	0.41
asse_centrale	11129.75	PF 1	2320.00	228.00	231.69	231.69	232.68	0.006279	4.45	530.52	269.14	1.00
asse_centrale	10782.65	PF 1	2320.00	226.00	230.13	229.68	230.67	0.003520	3.27	757.40	797.63	0.75
asse_centrale	10391.27	PF 1	2320.00	226.00	229.43		229.70	0.001623	2.40	1048.07	551.82	0.52
asse_centrale	10198.11	PF 1	2320.00	226.00	229.16		229.36	0.001695	2.27	1320.25	942.70	0.52
asse_centrale	9946.202	PF 1	2320.00	225.84	228.91		229.02	0.000995	1.89	1837.16	1422.38	0.41
asse_centrale	9800.455	PF 1	2320.00	224.00	228.80		228.88	0.000828	1.68	2072.78	1573.37	0.37
asse_centrale	9734.748	PF 1	2320.00	224.00	228.74		228.83	0.000886	1.68	2053.09	1598.93	0.38
asse_centrale	9582.036	PF 1	2320.00	224.00	228.53		228.66	0.001340	2.11	1781.16	1710.54	0.47
asse_centrale	9427.030	PF 1	2320.00	224.00	228.42		228.50	0.000657	1.81	2199.39	1605.03	0.34
asse_centrale	8159.743	PF 1	2320.00	222.00	225.84	225.84	226.51	0.006992	3.64	638.09	473.98	1.00
asse_centrale	7899.070	PF 1	2320.00	221.82	225.52	223.67	225.66	0.000454	1.68	1546.30	836.07	0.30
asse_centrale	7252.559	PF 1	2320.00	221.70	225.51		225.53	0.000068	0.60	3904.68	1345.72	0.11
asse_centrale	6480.023	PF 1	2320.00	221.20	225.48		225.49	0.000040	0.54	4269.43	1147.85	0.09
asse_centrale	6073.509	PF 1	2320.00	220.70	225.22		225.43	0.001154	2.03	1144.32	529.54	0.44
asse_centrale	5708.125	PF 1	2320.00	220.49	224.34	223.64	224.85	0.002000	3.28	785.04	325.98	0.61

Vengono quindi presentate nell' All. n 1 le singole sezioni trasversali con i relativi livelli di piena.

Una volta realizzata l' analisi idraulica è possibile esportare i profili della corrente liquida ottenuti in ambiente Hec-GeoRas, in modo da creare il TIN dei livelli idrici e, a partire da questo e per confronto con il TIN del terreno, la mappa della aree allagate e dei battenti d'acqua raggiunti.

Il risultato del modello viene fornito sotto forma di GRID, ovvero una rappresentazione tridimensionale che associa a fasce di profondità definibili dall'utente un diverso colore e che inoltre è esplorabile interattivamente, ovvero è possibile interrogare la carta cliccando in un punto di interesse e ricevendo come risposta il battente idrico in quel preciso punto. Vedi Tav. 3

Fig. 8 - Profilo di corrente nel tratto esaminato del fiume Toce

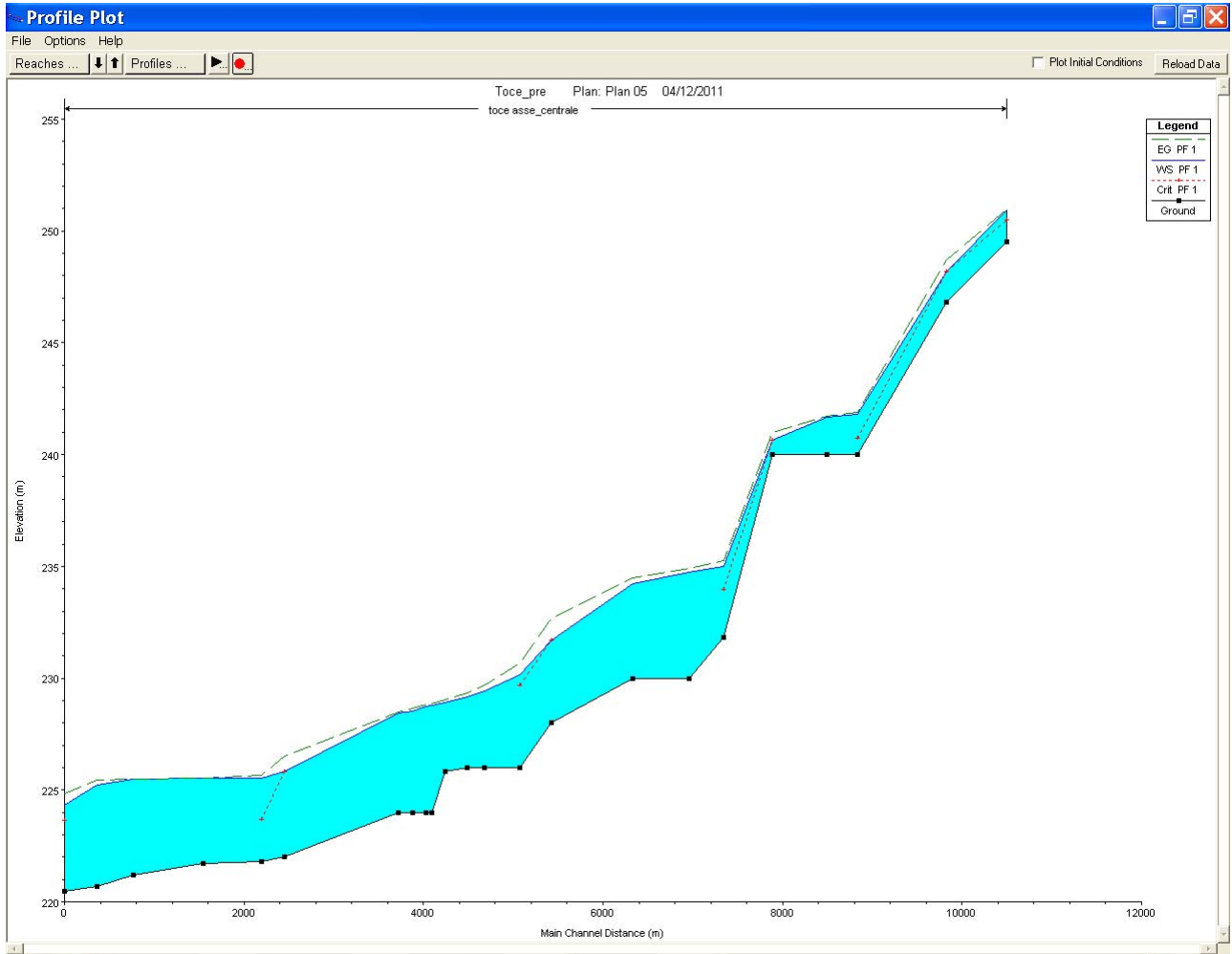
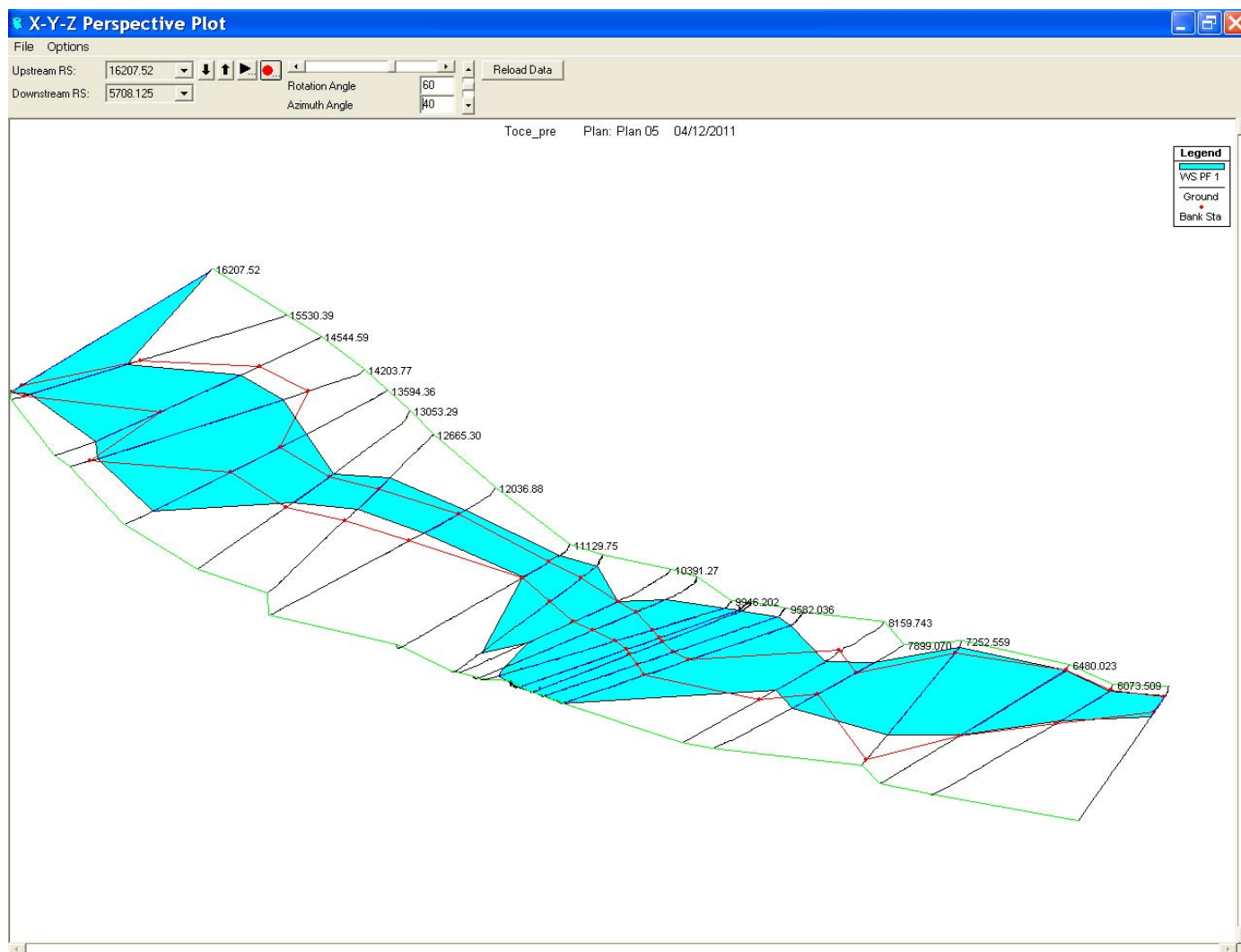


Fig. 9 - Prospettiva tramite Hec-Ras del tratto esaminato del Toce in condizione di esondazione



5.2 Simulazione “Post Operam” Area 1

Come detto in premessa le simulazioni effettuate hanno riguardato anche la condizione post operam, o meglio la verifica delle condizioni idrauliche che le opere rigide della futura stazione elettrica in progetto arrecherebbero sul territorio circostante sia per l’Area 1 sia nell’area di seguito denominata Area 2

. Le sezioni direttamente coinvolte dalle strutture rigide sono:

- n. 9800.455
- n. 9734.748

Tramite l’estensione blocked obstructions sono stati inseriti gli ingombri relativi alla struttura.

Fig. 10 - Sezione 9800.455

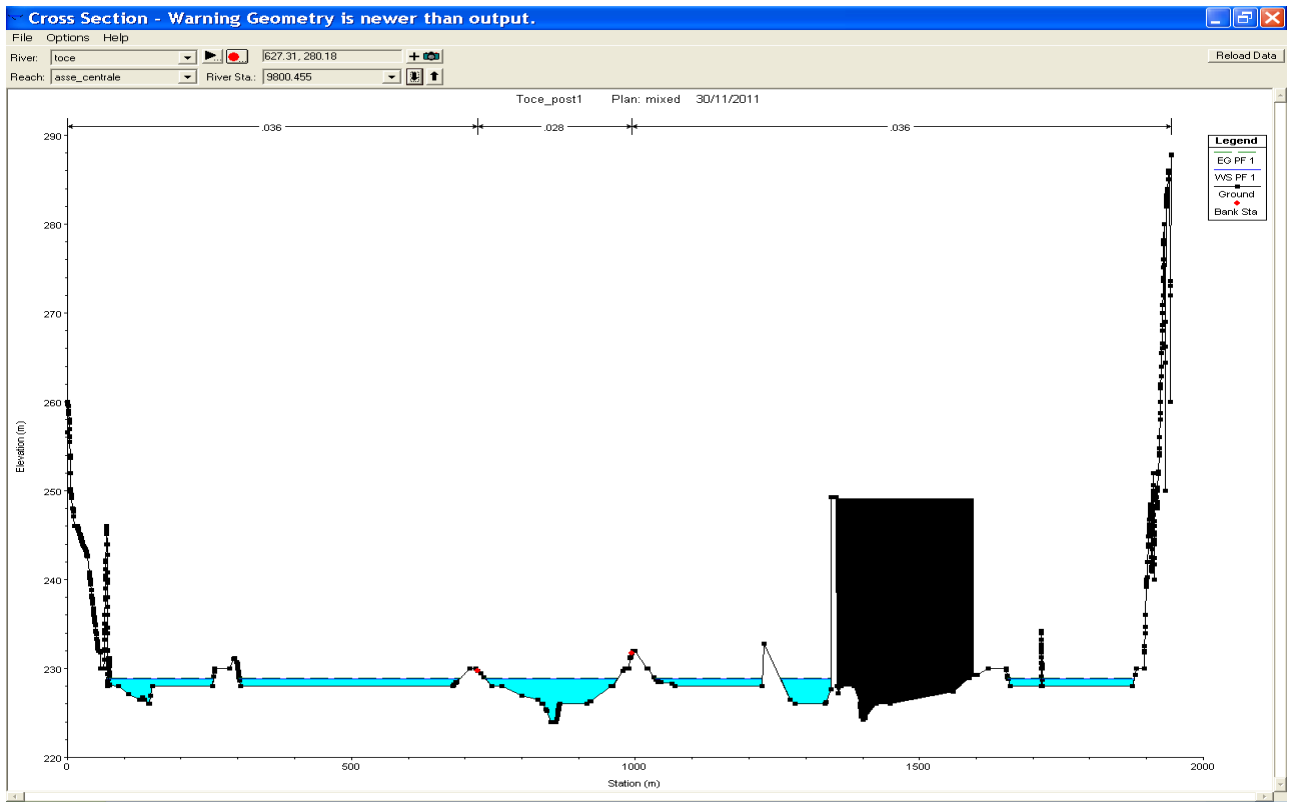


Fig. 11 - Sezione 9734.748

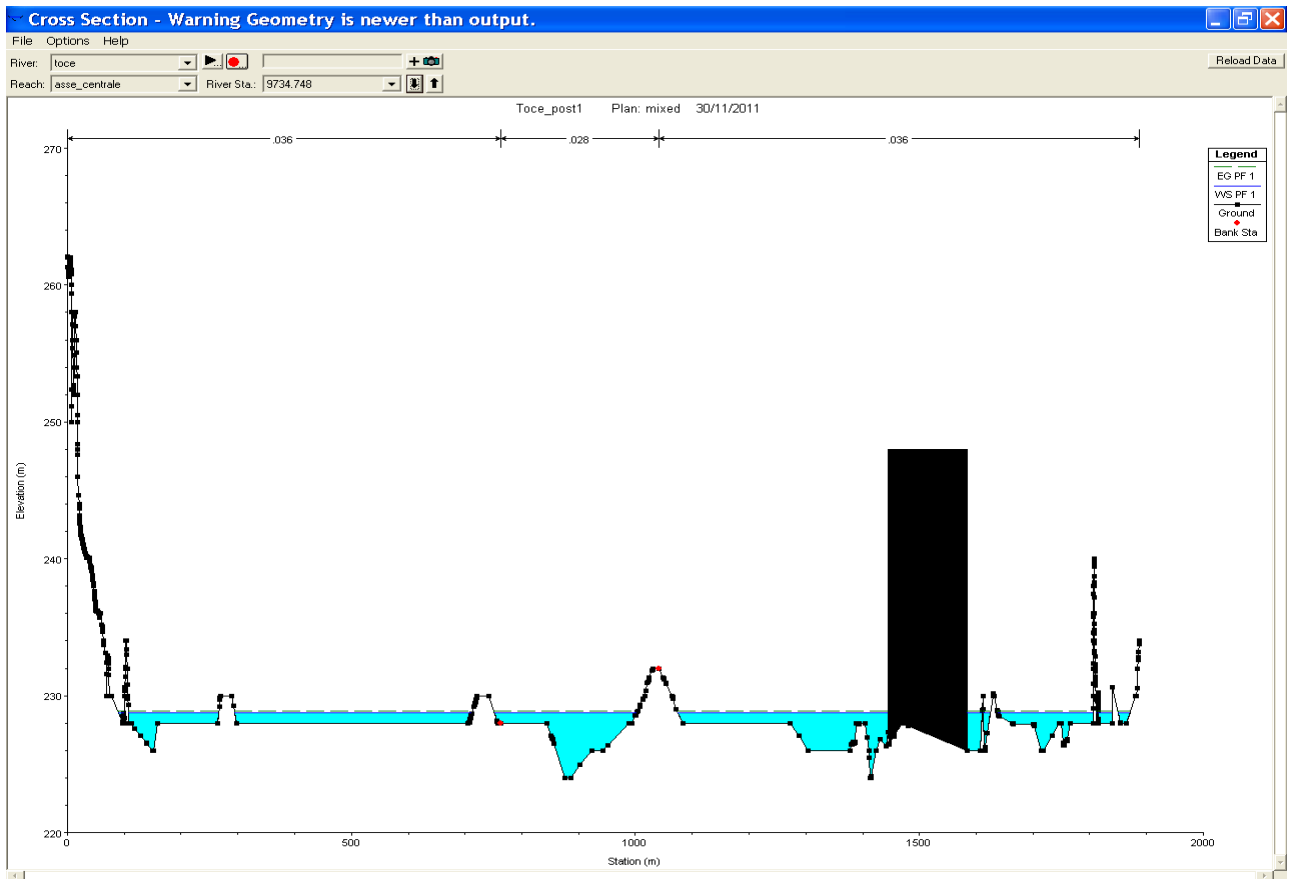
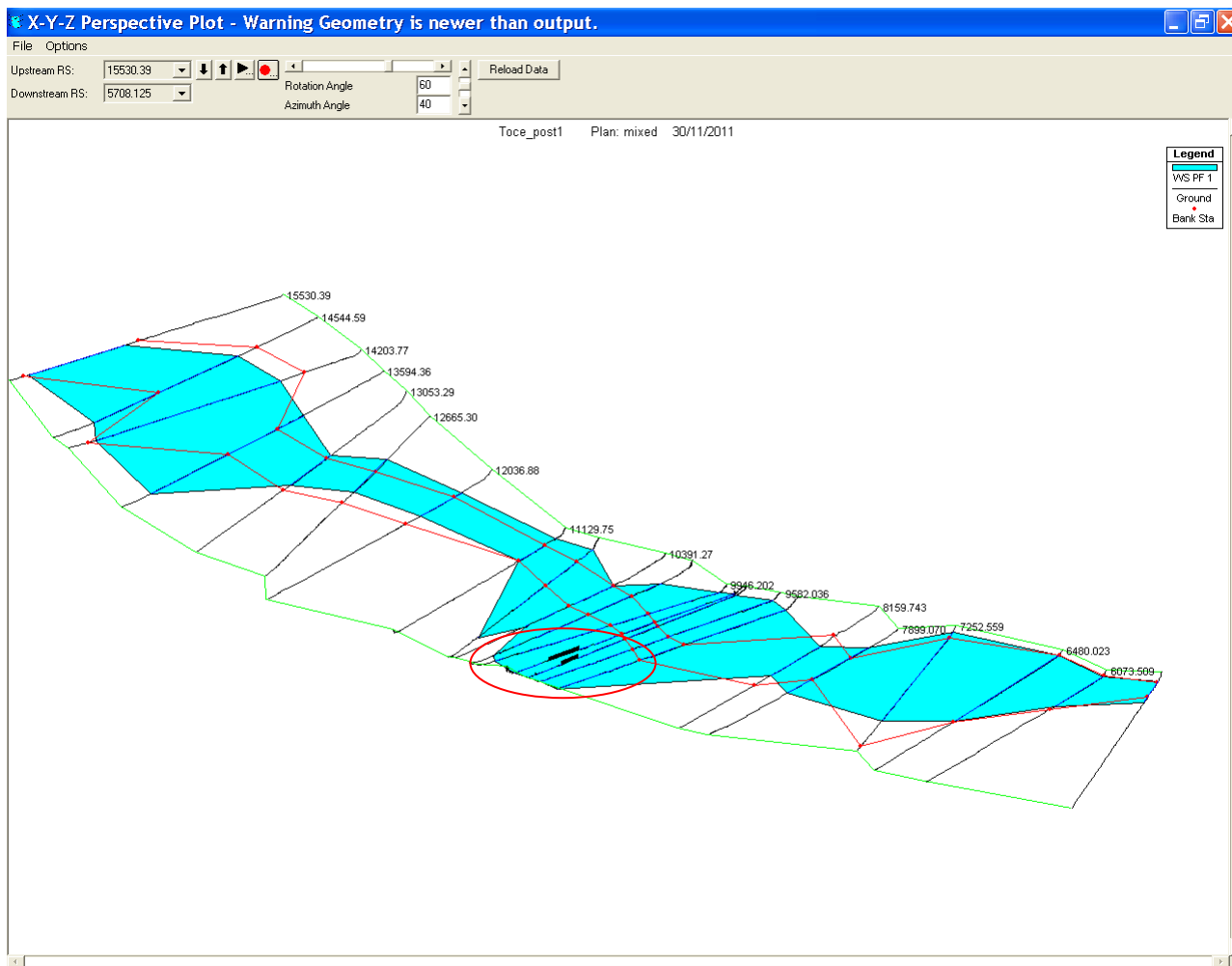


Fig. 12 - Prospettiva tramite Hec-Ras tratto del tratto esaminato del fiume Toce in condizione di esondazione e presenza delle ostruzioni relativi alla nuova struttura



Vengono quindi presentate nell' All. n 2 le singole sezioni trasversali con i relativi livelli di piena.

Una volta realizzata l' analisi idraulica e possibile esportare i profili della corrente liquida ottenuti in ambiente Hec-GeoRas, in modo da creare il TIN dei livelli idrici e, a partire da questo e per confronto con il TIN del terreno, la mappa della aree allagate e dei battenti d'acqua raggiunti. (Vedi Tav. 4)

Di seguito viene riportata la tabella dei dati ricavati per l' Area 1.

Tabella n. 2

– Valori livello acqua raggiunto nelle sezioni d'alveo considerate.....“Post operam” Area 1

HEC-RAS Plan: mix River: toce Reach: asse_centrale Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
asse_centrale	16207.52	PF 1	2320.00	249.53	250.91	250.50	250.99	0.001808	1.66	2015.41	2173.50	0.50
asse_centrale	15530.39	PF 1	2320.00	246.82	248.21	248.21	248.70	0.007747	3.12	743.90	752.74	1.00
asse_centrale	14544.59	PF 1	2320.00	240.00	241.81	240.74	241.87	0.000511	1.12	2260.60	1329.70	0.28
asse_centrale	14203.77	PF 1	2320.00	240.00	241.66		241.71	0.000407	0.99	2345.42	1458.05	0.25
asse_centrale	13594.36	PF 1	2320.00	240.00	240.66	240.66	240.98	0.011767	2.93	947.15	1486.97	1.15
asse_centrale	13053.29	PF 1	2320.00	231.83	235.00	233.97	235.24	0.001230	2.20	1071.62	496.98	0.46
asse_centrale	12665.30	PF 1	2320.00	230.00	234.74		234.91	0.000557	1.88	1375.87	510.47	0.33
asse_centrale	12036.88	PF 1	2320.00	230.00	234.23		234.46	0.000892	2.19	1104.81	426.38	0.41
asse_centrale	11129.75	PF 1	2320.00	228.00	231.69	231.69	232.68	0.006279	4.45	530.52	269.14	1.00
asse_centrale	10782.65	PF 1	2320.00	226.00	230.13	229.68	230.67	0.003518	3.27	757.61	797.66	0.75
asse_centrale	10391.27	PF 1	2320.00	226.00	229.46		229.72	0.001551	2.37	1064.39	554.35	0.51
asse_centrale	10198.11	PF 1	2320.00	226.00	229.22		229.40	0.001504	2.17	1378.26	956.51	0.49
asse_centrale	9946.202	PF 1	2320.00	225.84	229.03		229.12	0.000774	1.73	2007.67	1453.39	0.36
asse_centrale	9800.455	PF 1	2320.00	224.00	228.79		228.96	0.001562	2.30	1509.24	1299.14	0.51
asse_centrale	9734.748	PF 1	2320.00	224.00	228.74		228.86	0.001249	1.99	1757.36	1444.04	0.45
asse_centrale	9582.036	PF 1	2320.00	224.00	228.53		228.66	0.001340	2.11	1781.16	1710.54	0.47
asse_centrale	9427.030	PF 1	2320.00	224.00	228.42		228.50	0.000657	1.61	2199.39	1605.03	0.34
asse_centrale	8159.743	PF 1	2320.00	222.00	225.84	225.84	226.51	0.006992	3.64	638.09	473.98	1.00
asse_centrale	7899.070	PF 1	2320.00	221.82	225.52	223.67	225.66	0.000454	1.68	1546.30	836.07	0.30
asse_centrale	7252.559	PF 1	2320.00	221.70	225.51		225.53	0.000068	0.60	3904.68	1345.72	0.11
asse_centrale	6480.023	PF 1	2320.00	221.20	225.48		225.49	0.000040	0.54	4269.43	1147.85	0.09
asse_centrale	6073.509	PF 1	2320.00	220.70	225.22		225.43	0.001154	2.03	1144.32	529.54	0.44
asse_centrale	5708.125	PF 1	2320.00	220.49	224.34	223.64	224.85	0.002000	3.28	785.04	325.98	0.61

5.3 Simulazione “Post Operam” Area 2

Come per la precedente area anche per tale zona sono stati considerati le interferenze che la struttura rigida arrecherebbe nelle aree circostanti.

Nell’All. n 3 sono visualizzate le singole sezioni trasversali con i relativi livelli di piena.

Una volta realizzata l’analisi idraulica è possibile esportare i profili della corrente liquida ottenuti in ambiente Hec-GeoRas, in modo da creare il TIN dei livelli idrici e, a partire da questo e per confronto con il TIN del terreno, la mappa della aree allagate e dei battenti d’acqua raggiunti. (Vedi Tav. 5)

Le sezioni di riferimento sono quelle già considerate per la precedente area A1.

Fig. 13 - Sezione 9800.455

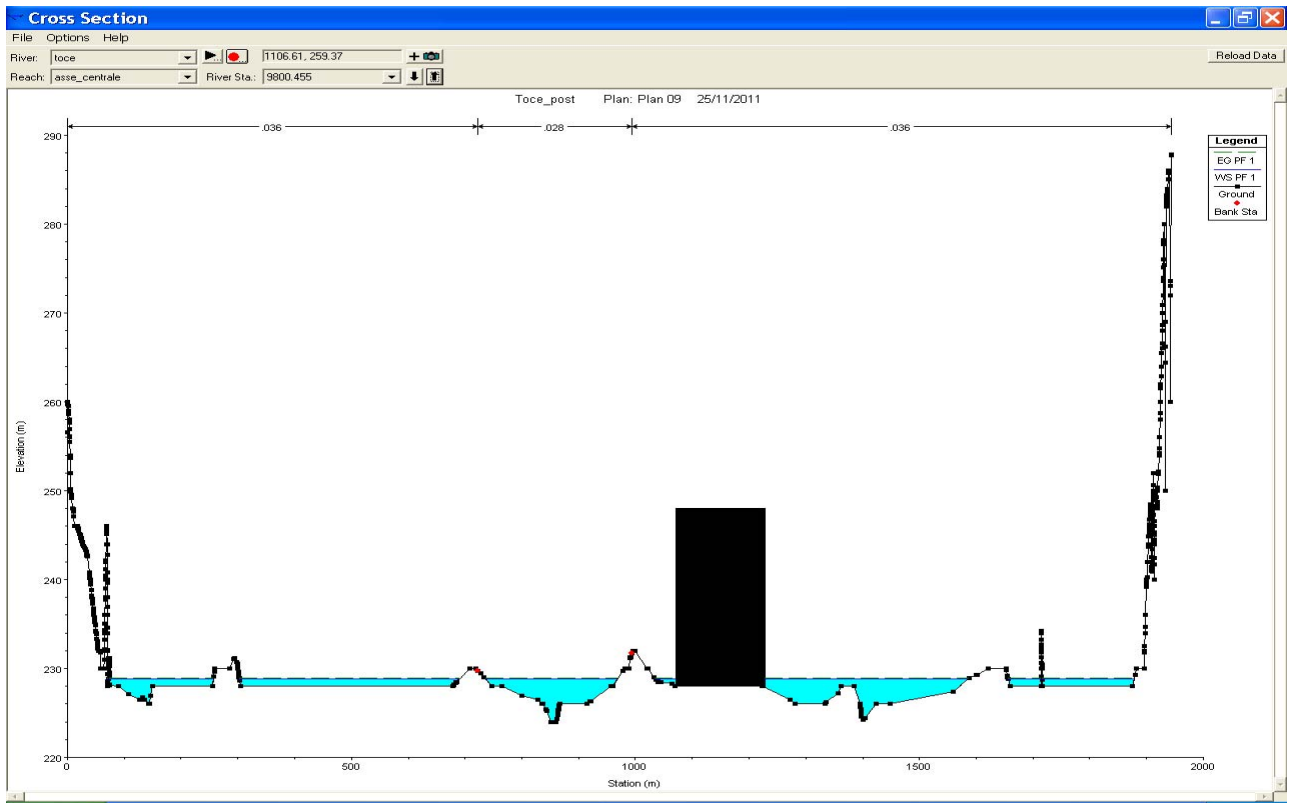


Fig. 14 - Sezione 9734.748

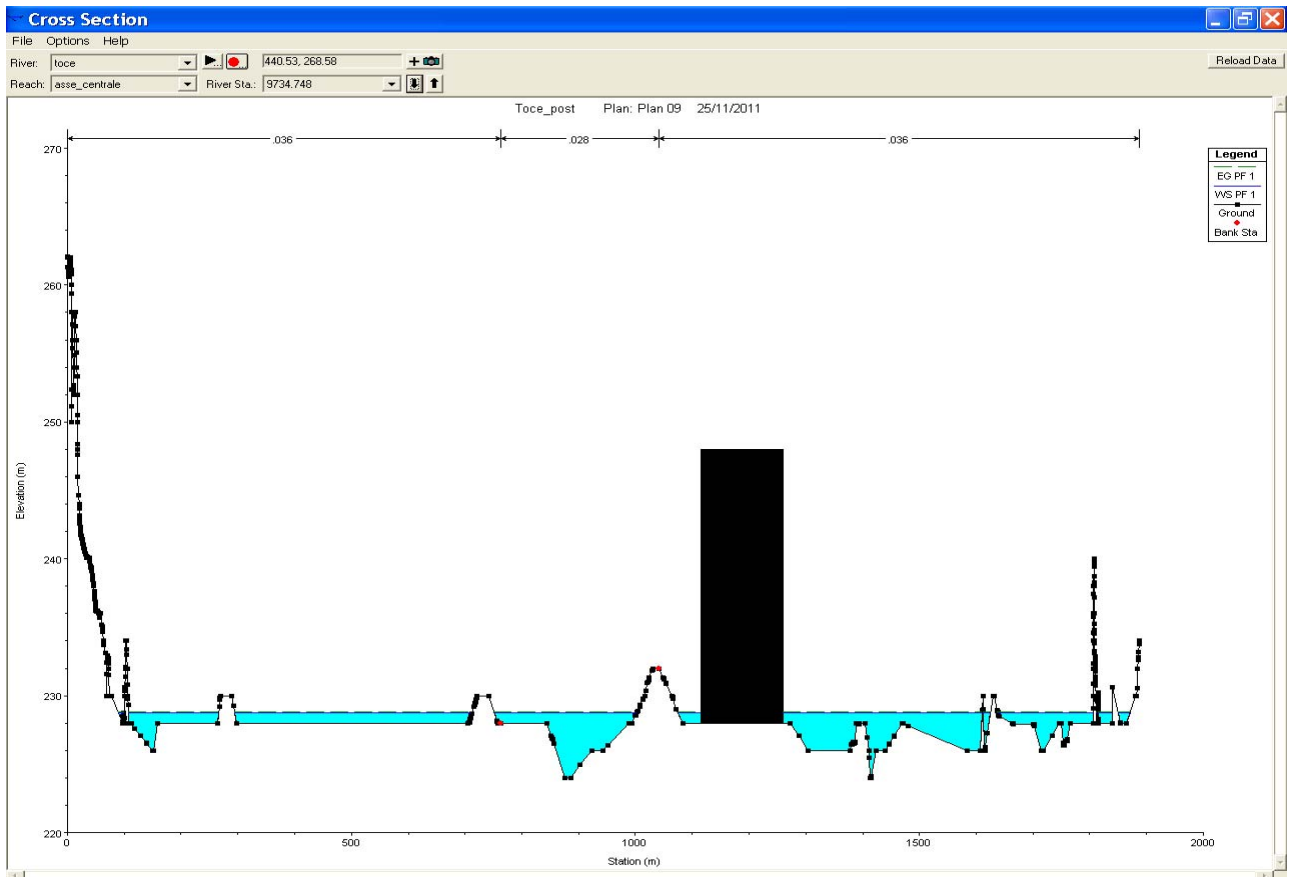
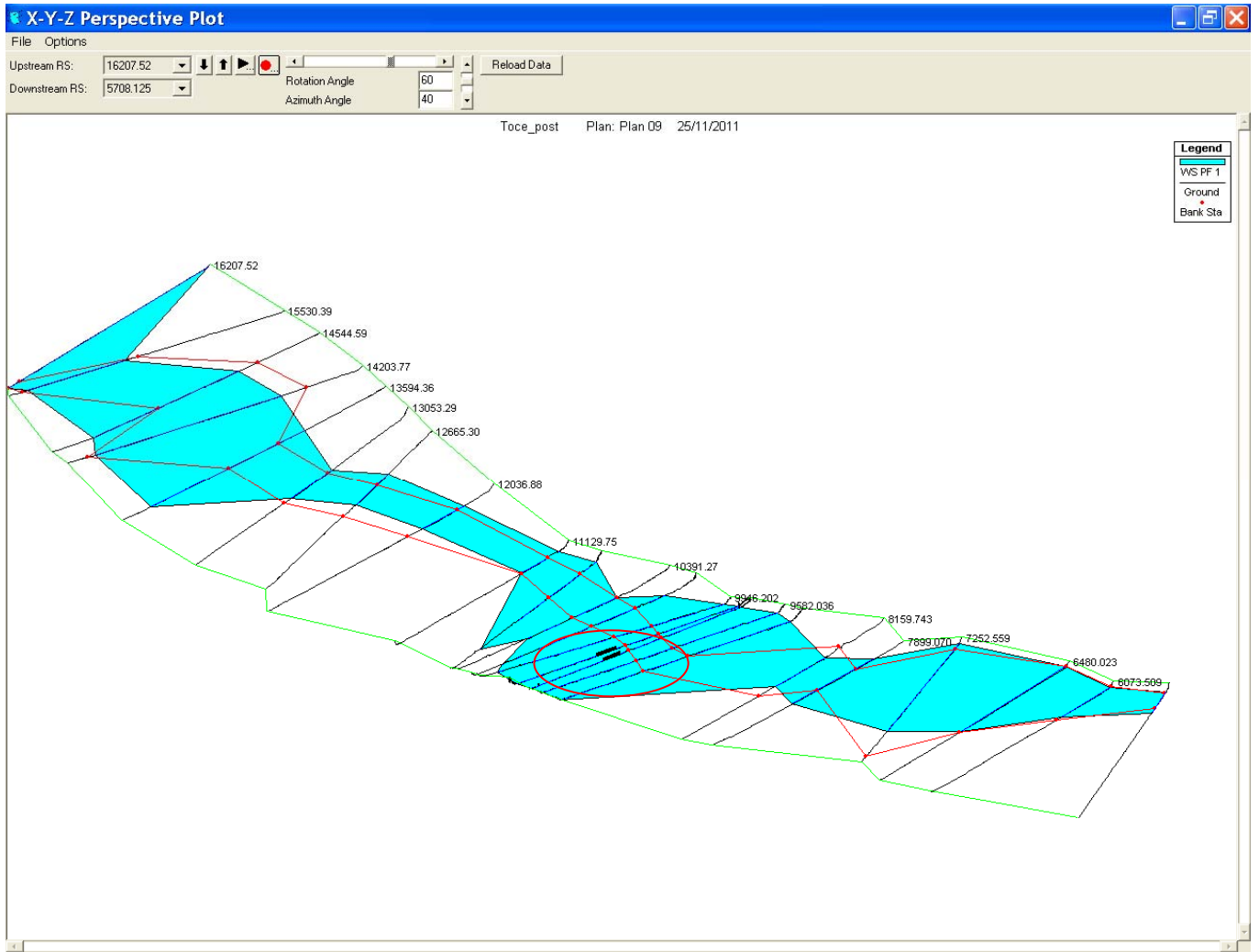


Fig. 15 - Prospettiva tramite Hec-Ras tratto del tratto di fiume Toce in condizione di esondazione e presenza delle ostruzioni relativi alla nuova struttura



Di seguito la tabella dei dati ricavati per l'Area 2.

Tabella n. 3 – Valori livello acqua raggiunto nelle sezioni d'alveo considerate. "Post operam" Area 2

HEC-RAS Plan: Plan 07 River: toce Reach: asse_centrale Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
asse_centrale	16207.52	PF 1	2320.00	249.53	250.91	250.50	250.99	0.001808	1.66	2015.41	2173.50	0.50
asse_centrale	15530.39	PF 1	2320.00	246.82	248.21	248.21	248.70	0.007747	3.12	743.90	752.74	1.00
asse_centrale	14544.59	PF 1	2320.00	240.00	241.81	240.74	241.87	0.000511	1.12	2260.60	1329.70	0.28
asse_centrale	14203.77	PF 1	2320.00	240.00	241.66		241.71	0.000407	0.99	2345.42	1458.05	0.25
asse_centrale	13594.36	PF 1	2320.00	240.00	240.66	240.66	240.98	0.011767	2.93	947.15	1486.97	1.15
asse_centrale	13053.29	PF 1	2320.00	231.83	235.00	233.97	235.24	0.001230	2.20	1071.62	496.98	0.46
asse_centrale	12665.30	PF 1	2320.00	230.00	234.74		234.91	0.000557	1.88	1375.87	510.47	0.33
asse_centrale	12036.88	PF 1	2320.00	230.00	234.23		234.46	0.000892	2.19	1104.81	426.38	0.41
asse_centrale	11129.75	PF 1	2320.00	228.00	231.69	231.69	232.68	0.006279	4.45	530.52	269.14	1.00
asse_centrale	10782.65	PF 1	2320.00	226.00	230.13	229.68	230.67	0.003520	3.27	757.40	797.63	0.75
asse_centrale	10391.27	PF 1	2320.00	226.00	229.43		229.70	0.001623	2.41	1047.90	551.79	0.52
asse_centrale	10198.11	PF 1	2320.00	226.00	229.16		229.36	0.001697	2.27	1319.65	942.57	0.52
asse_centrale	9946.202	PF 1	2320.00	225.84	228.91		229.02	0.000998	1.89	1835.15	1422.15	0.41
asse_centrale	9800.455	PF 1	2320.00	224.00	228.79		228.88	0.000838	1.69	1934.07	1414.69	0.37
asse_centrale	9734.748	PF 1	2320.00	224.00	228.74		228.83	0.000890	1.68	1934.27	1453.29	0.38
asse_centrale	9582.036	PF 1	2320.00	224.00	228.53		228.66	0.001338	2.11	1782.01	1710.59	0.47
asse_centrale	9427.030	PF 1	2320.00	224.00	228.42		228.50	0.000656	1.61	2200.40	1605.17	0.34
asse_centrale	8159.743	PF 1	2320.00	222.00	225.84	225.84	226.51	0.007026	3.64	637.05	473.78	1.00
asse_centrale	7899.070	PF 1	2320.00	221.82	225.51	223.67	225.65	0.000461	1.69	1535.57	828.77	0.30
asse_centrale	7252.559	PF 1	2320.00	221.70	225.50		225.52	0.000069	0.60	3886.79	1344.51	0.11
asse_centrale	6480.023	PF 1	2320.00	221.20	225.46		225.48	0.000041	0.55	4253.64	1146.88	0.09
asse_centrale	6073.509	PF 1	2320.00	220.70	225.20	223.98	225.41	0.001180	2.04	1134.73	527.26	0.44
asse_centrale	5708.125	PF 1	2320.00	220.49	223.83	223.64	224.63	0.004001	4.08	621.07	310.86	0.84

5.4 Risultati delle analisi

Dal confronto con le tabelle associate e in relazione all'analisi sviluppata in ambiente GIS, i livelli del battente d'acqua in condizione di piena bicentenaria nell' Area 2 sono compresi tra 0.50 mt. e 1.20 mt. mentre nell' Area 1 gli stessi sono compresi tra 0.50 mt. e 2.85 mt.. In presenza di strutture rigide, nelle due aree prese in considerazione e nelle zone limitrofe ad esse, i livelli d'acqua subiscono oscillazioni minime tanto che la variazione dei livelli è inferiore alla raffinatezza del modello.

Nella tabella di seguito riportata vengono indicati i livelli d'acqua raggiunti nelle sezioni prossime o coincidenti con le strutture rigide in progetto alla condizione Ante operam e Post operam per l'Area 1 e l'Area 2 rispettivamente.

Tab. 4 – tabella riassuntiva livello acqua raggiunto nelle sezioni d'alveo considerate

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
asse_centrale	16207.52	PF 1	2320.00	249.53	250.91	250.50	250.99	0.001808	1.66	2015.41	2173.50	0.50
asse_centrale	15530.39	PF 1	2320.00	246.82	248.21	248.21	248.70	0.007747	3.12	743.90	752.74	1.00
asse_centrale	14544.59	PF 1	2320.00	240.00	241.81	240.74	241.87	0.000511	1.12	2260.60	1329.70	0.28
asse_centrale	14203.77	PF 1	2320.00	240.00	241.66		241.71	0.000407	0.99	2345.42	1458.05	0.25
asse_centrale	13594.36	PF 1	2320.00	240.00	240.66	240.66	240.98	0.011767	2.93	947.15	1486.97	1.15
asse_centrale	13053.29	PF 1	2320.00	231.83	235.00	233.97	235.24	0.001230	2.20	1071.62	496.98	0.46
asse_centrale	12665.30	PF 1	2320.00	230.00	234.74		234.91	0.000557	1.88	1375.87	510.47	0.33
asse_centrale	12036.88	PF 1	2320.00	230.00	234.23		234.46	0.000892	2.19	1104.81	426.38	0.41
asse_centrale	11129.75	PF 1	2320.00	228.00	231.69	231.69	232.68	0.006279	4.45	530.52	269.14	1.00
asse_centrale	10782.65	PF 1	2320.00	226.00	230.13	229.68	230.67	0.003520	3.27	757.40	797.63	0.75
asse_centrale	10391.27	PF 1	2320.00	226.00	229.43		229.70	0.001623	2.40	1047.90	551.79	0.52
asse_centrale	10198.11	PF 1	2320.00	226.00	229.16		229.36	0.001695	2.27	1320.25	942.70	0.52
asse_centrale	9946.202	PF 1	2320.00	225.84	228.91		229.02	0.000998	1.89	1835.15	1422.15	0.41
asse_centrale	9800.455	PF 1	2320.00	224.00	228.79		228.88	0.000828	1.68	2072.78	1573.37	0.37
asse_centrale	9734.748	PF 1	2320.00	224.00	228.74		228.83	0.000886	1.68	2053.09	1598.93	0.38
asse_centrale	9582.036	PF 1	2320.00	224.00	228.53		228.66	0.001340	2.11	1781.16	1710.54	0.47
asse_centrale	9427.030	PF 1	2320.00	224.00	228.42		228.50	0.000657	1.61	2199.39	1605.03	0.34
asse_centrale	8159.743	PF 1	2320.00	222.00	225.84	225.84	226.51	0.006992	3.64	638.09	473.98	1.00
asse_centrale	7899.070	PF 1	2320.00	221.82	225.52	223.67	225.66	0.000454	1.68	1546.30	836.07	0.30
asse_centrale	7252.559	PF 1	2320.00	221.70	225.51		225.53	0.000068	0.60	3904.68	1345.72	0.11
asse_centrale	6480.023	PF 1	2320.00	221.20	225.48		225.49	0.000040	0.54	4269.43	1147.85	0.09
asse_centrale	6073.509	PF 1	2320.00	220.70	225.22		225.43	0.001154	2.03	1144.32	529.54	0.44
asse_centrale	5708.125	PF 1	2320.00	220.49	224.34	223.64	224.85	0.002000	3.28	785.04	325.98	0.61

HEC-RAS Plan: mix River: toce Reach: asse_centrale Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
asse_centrale	16207.52	PF 1	2320.00	249.53	250.91	250.50	250.99	0.001808	1.66	2015.41	2173.50	0.50
asse_centrale	15530.39	PF 1	2320.00	246.82	248.21	248.21	248.70	0.007747	3.12	743.90	752.74	1.00
asse_centrale	14544.59	PF 1	2320.00	240.00	241.81	240.74	241.87	0.000511	1.12	2260.60	1329.70	0.28
asse_centrale	14203.77	PF 1	2320.00	240.00	241.66		241.71	0.000407	0.99	2345.42	1458.05	0.25
asse_centrale	13594.36	PF 1	2320.00	240.00	240.66	240.66	240.98	0.011767	2.93	947.15	1486.97	1.15
asse_centrale	13053.29	PF 1	2320.00	231.83	235.00	233.97	235.24	0.001230	2.20	1071.62	496.98	0.46
asse_centrale	12665.30	PF 1	2320.00	230.00	234.74		234.91	0.000557	1.88	1375.87	510.47	0.33
asse_centrale	12036.88	PF 1	2320.00	230.00	234.23		234.46	0.000892	2.19	1104.81	426.38	0.41
asse_centrale	11129.75	PF 1	2320.00	228.00	231.69	231.69	232.68	0.006279	4.45	530.52	269.14	1.00
asse_centrale	10782.65	PF 1	2320.00	226.00	230.13	229.68	230.67	0.003518	3.27	757.61	797.66	0.75
asse_centrale	10391.27	PF 1	2320.00	226.00	229.46		229.72	0.001551	2.37	1064.39	554.35	0.51
asse_centrale	10198.11	PF 1	2320.00	226.00	229.22		229.40	0.001504	2.17	1378.26	956.51	0.49
asse_centrale	9946.202	PF 1	2320.00	225.84	229.03		229.12	0.000774	1.73	2007.67	1453.39	0.36
asse_centrale	9800.455	PF 1	2320.00	224.00	228.79		228.96	0.001562	2.30	1509.24	1299.14	0.51
asse_centrale	9734.748	PF 1	2320.00	224.00	228.74		228.86	0.001249	1.99	1757.36	1444.04	0.45
asse_centrale	9582.036	PF 1	2320.00	224.00	228.53		228.66	0.001340	2.11	1781.16	1710.54	0.47
asse_centrale	9427.030	PF 1	2320.00	224.00	228.42		228.50	0.000657	1.61	2199.39	1605.03	0.34
asse_centrale	8159.743	PF 1	2320.00	222.00	225.84	225.84	226.51	0.006992	3.64	638.09	473.98	1.00
asse_centrale	7899.070	PF 1	2320.00	221.82	225.52	223.67	225.66	0.000454	1.68	1546.30	836.07	0.30
asse_centrale	7252.559	PF 1	2320.00	221.70	225.51		225.53	0.000068	0.60	3904.68	1345.72	0.11
asse_centrale	6480.023	PF 1	2320.00	221.20	225.48		225.49	0.000040	0.54	4269.43	1147.85	0.09
asse_centrale	6073.509	PF 1	2320.00	220.70	225.22		225.43	0.001154	2.03	1144.32	529.54	0.44
asse_centrale	5708.125	PF 1	2320.00	220.49	224.34	223.64	224.85	0.002000	3.28	785.04	325.98	0.61

HEC-RAS Plan: Plan 07 River: toce Reach: asse_centrale Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
asse_centrale	16207.52	PF 1	2320.00	249.53	250.91	250.50	250.99	0.001808	1.66	2015.41	2173.50	0.50
asse_centrale	15530.39	PF 1	2320.00	246.82	248.21	248.21	248.70	0.007747	3.12	743.90	752.74	1.00
asse_centrale	14544.59	PF 1	2320.00	240.00	241.81	240.74	241.87	0.000511	1.12	2260.60	1329.70	0.28
asse_centrale	14203.77	PF 1	2320.00	240.00	241.66		241.71	0.000407	0.99	2345.42	1458.05	0.25
asse_centrale	13594.36	PF 1	2320.00	240.00	240.66	240.66	240.98	0.011767	2.93	947.15	1486.97	1.15
asse_centrale	13053.29	PF 1	2320.00	231.83	235.00	233.97	235.24	0.001230	2.20	1071.62	496.98	0.46
asse_centrale	12665.30	PF 1	2320.00	230.00	234.74		234.91	0.000557	1.88	1375.87	510.47	0.33
asse_centrale	12036.88	PF 1	2320.00	230.00	234.23		234.46	0.000892	2.19	1104.81	426.38	0.41
asse_centrale	11129.75	PF 1	2320.00	228.00	231.69	231.69	232.68	0.006279	4.45	530.52	269.14	1.00
asse_centrale	10782.65	PF 1	2320.00	226.00	230.13	229.68	230.67	0.003520	3.27	757.40	797.63	0.75
asse_centrale	10391.27	PF 1	2320.00	226.00	229.43		229.70	0.001623	2.41	1047.90	551.79	0.52
asse_centrale	10198.11	PF 1	2320.00	226.00	229.16		229.36	0.001697	2.27	1319.65	942.57	0.52
asse_centrale	9946.202	PF 1	2320.00	225.84	228.91		229.02	0.000998	1.89	1835.15	1422.15	0.41
asse_centrale	9800.455	PF 1	2320.00	224.00	228.79		228.88	0.000838	1.69	1934.07	1414.69	0.37
asse_centrale	9734.748	PF 1	2320.00	224.00	228.74		228.83	0.000890	1.68	1934.27	1453.29	0.38
asse_centrale	9582.036	PF 1	2320.00	224.00	228.53		228.66	0.001338	2.11	1782.01	1710.59	0.47
asse_centrale	9427.030	PF 1	2320.00	224.00	228.42		228.50	0.000656	1.61	2200.40	1605.17	0.34
asse_centrale	8159.743	PF 1	2320.00	222.00	225.84	225.84	226.51	0.007026	3.64	637.05	473.78	1.00
asse_centrale	7899.070	PF 1	2320.00	221.82	225.51	223.67	225.65	0.000461	1.69	1535.57	828.77	0.30
asse_centrale	7252.559	PF 1	2320.00	221.70	225.50		225.52	0.000069	0.60	3886.79	1344.51	0.11
asse_centrale	6480.023	PF 1	2320.00	221.20	225.46		225.48	0.000041	0.55	4253.64	1146.88	0.09
asse_centrale	6073.509	PF 1	2320.00	220.70	225.20	223.98	225.41	0.001180	2.04	1134.73	527.26	0.44
asse_centrale	5708.125	PF 1	2320.00	220.49	223.83	223.64	224.63	0.004001	4.08	621.07	310.86	0.84

 Ante
Operam

 Post
Operam

Area 1

 Post
Operam

Area 2

6 CONCLUSIONI

E' stato eseguito uno studio idraulico condotto lungo un tratto del fiume Toce a seguito di incarico conferito da Terna S.p.a. la quale prevede la realizzazione di una stazione elettrica a nord dell'abitato di Pallanzeno (VB). Il presente studio e' finalizzato alla verifica della compatibilita' idraulica del manufatto in progetto in relazione al territorio in cui e' inserito e le interferenze, se esistenti, che lo stesso potrebbe arrecare sul territorio circostante.

Terna S.p.a. individua due aree potenzialmente consone alla costruzione della stazione elettrica in oggetto che sono state necessariamente valutate dal punto di vista idraulico sia in condizione "ante operam" che in condizione "post operam". La condizione "ante operam" ha indicato i livelli del battente d'acqua raggiunto in condizione di piena con tempo di ritorno di 200 anni, mentre la condizione "post operam" ha verificato le interferenze del manufatto in progetto sia nell'area di seguito denominata "Area 1" sia nell'area di seguito denominata "Area 2".

Dopo aver raccolto i dati di campagna, i dati cartografici disponibili sono stati georeferenziati secondo il sistema ED – 1950 – UTM – Zone 32N.

Il passo successivo e' stato quello di creare una cartografia in ambiente GIS.

Sono stati quindi sviluppati i tematismi cartografici necessari allo sviluppo dei calcoli idraulici:

- Modello tridimensionale della zona di interesse nella forma di TIN;
- Tema lineare che descrive l'asse centrale dei corsi d'acqua;
- Tema lineare che descrive le sponde dei corsi d'acqua;
- Tema lineare che descrive l'asse principale dei filetti fluidi nel canale e nelle golene;
- Tema lineare contenente la traccia delle sezioni trasversali considerate.

Nel tratto di Fiume Toce considerato sono state individuate n. 23 sezioni trasversali.

Per la simulazione idraulica il codice di calcolo idrodinamico utilizzato e' HEC-RAS (River Analysis System), sviluppato presso l'Hydrologic Engineering Center, dall'United States Army Corps of Engineers.

I coefficienti di Manning utilizzati per le simulazioni sono stati ricavati dallo studio dell'Autorita' di bacino del Po e assunti pari a:

n= 0.028 in alveo

n= 0.036 in banchina

Le simulazioni sono state effettuate in regime di moto permanente, con le seguenti caratteristiche:

Q=2320 m³/sec, portata relativa alla piena con tempo di ritorno due centennale

Condizione al contorno di monte: altezza critica (critical deph)

Condizione al contorno di valle: pendenza del fondo (normal deph=0.004)

Simulazione in corrente mista

I risultati delle simulazioni numeriche, nella schematizzazione descritta, sono presentati tramite l'ausilio di figure in termini di profili di corrente e in forma tabellare.

Nella verifiche "post operam" e' stata analizzata la possibile influenza delle strutture rigide della futura stazione elettrica sul regime fluviale e sul territorio circostante.

I livelli del battente d'acqua in condizione di piena bicentennialia nell' Area 2 sono compresi tra 0.50 mt. è 1,20 mt. mentre nell' Area n. 1 son presenti profondità comprese tra 0,50 mt. e 2,85 mt.

Dal confronto con le tabelle associate e in relazione all'analisi sviluppata in ambiente GIS, in presenza di strutture rigide i livelli d'acqua subiscono in alcune aree oscillazioni minime nelle due aree prese in considerazione e nelle aree limitrofe ad esse, tanto che la variazione dei livelli è inferiore alla raffinatezza del modello.

Il tecnico incaricato

dott.geol. R. Gini

7 ELENCO DEGLI ELABORATI

TAVOLE

TAV. 1: Ubicazione Area 1 – Area 2 (scala 1:10.000)

TAV. 2: Sezioni idrauliche verificate (scala 1:25.000)

TAV. 3: Analisi Ante Operam (scala 1: 8.000)

TAV. 4 Analisi Post Operam – Area 1 (scala 1: 8.000)

TAV. 5: Analisi Post Operam – Area 2 (scala 1: 8.000)

TAV. 6: Progetto Stazione Conversione (scala 1: 1.000)

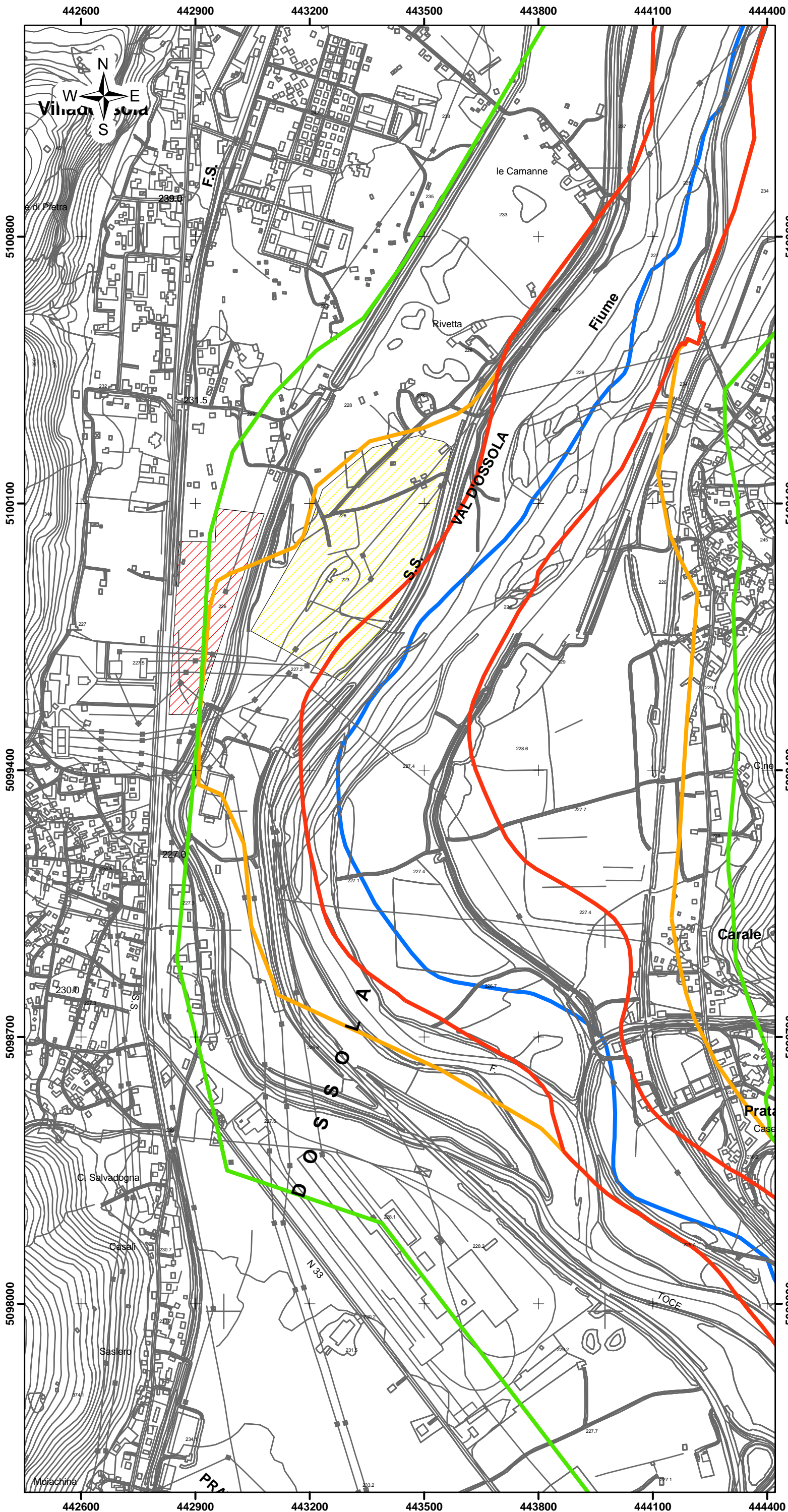
ALLEGATI

All. n. 1: Sezioni alveo “Ante operam”

All. n. 2: Sezioni alveo “Post operam” – Area 1

All. n. 3: Sezioni alveo “Post operam” – Area 2

TAVOLE

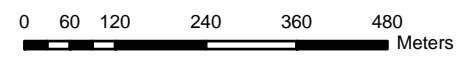


Legenda

- fascia A
- fascia B
- fascia C
- AREA 1
- AREA 2
- fiume Toce

SISTEMA DI COORDINATE

Proiezione: UTM fuso 32 N Datum: WGS 84

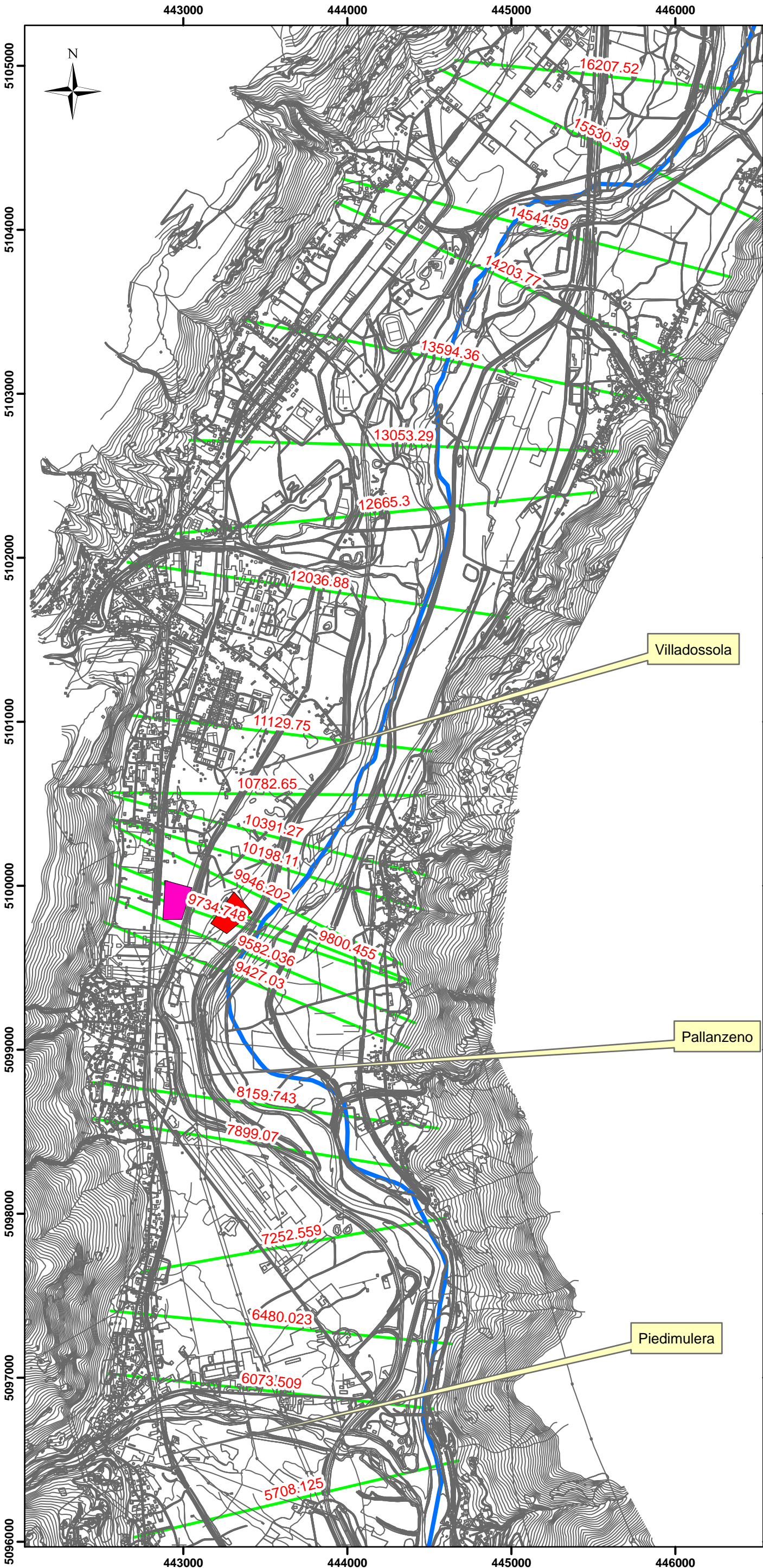


REVISIONI	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
01	05/02/2012	PRIMA VERSIONE	R. Gh.	S. Vasta	N. Rubino

TIPOLOGIA DELL'ELABORAZIONE	CORPO DELL'ELABORAZIONE	
	DERX10004BASA0100	
PROGETTO	TITOLO	
INTERCONNETTOR SVEVZA-ITALIA	"All'Acqua-Palanzo-Baggio"	
ROMA/TORINO/DOCC/TERRA	Studio italiano	
CLASSIFICAZIONE ED. SVEVZA	LUBICAZIONE AREA 1-2	

NO. CELLE	SCALA OR.	FORMATO	SCALA	FOGLIO
TAV. 1		A3	1:10.000	1/6

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente per i fini per i quali è stato creato. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o divulgazione non autorizzata senza il consenso scritto di Terna SpA. This document contains information proprietary to Terna SpA and will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Without the express approval of Terna SpA, any reproduction or disclosure is prohibited.



Legenda

- fiume Toce
- blocco ostruzione Area 1
- blocco ostruzione Area 2
- sezioni idrauliche e numero identificativo

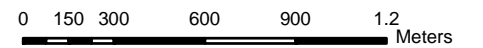
Villadossola

Pallanzeno

Piedimulera

SISTEMA DI COORDINATE

Proiezione: UTM fuso 32 N Datum: WGS 84

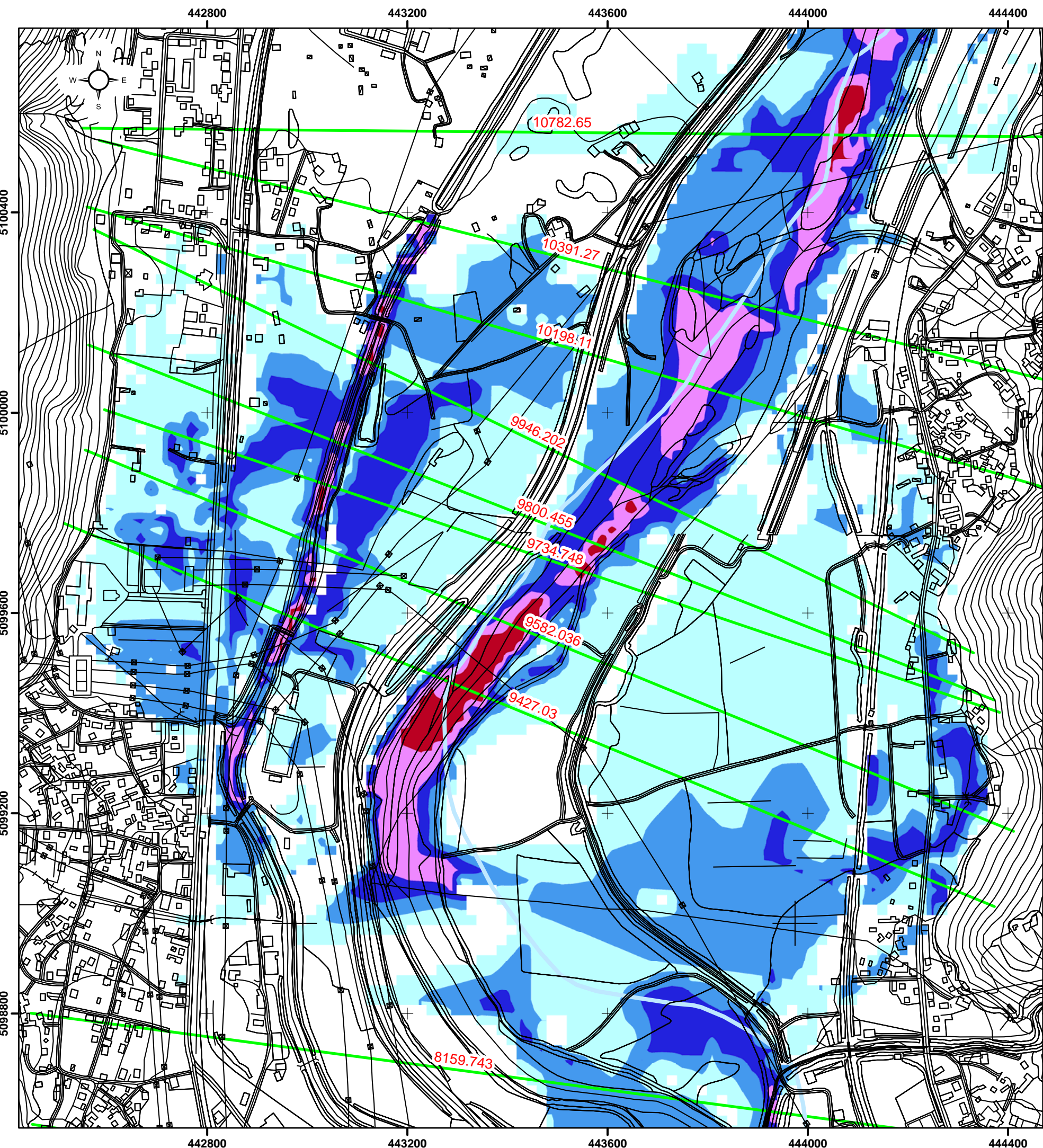


REVISIONI					
NO	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
00	09/02/2012	PRIMA EMISSIONE	R. Gini	S. Vella SRUCRE/ASA	N. Rivarone SRUCRE/ASA

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO			
	DERX10004BASA00100			
PROGETTO	TITOLO			
INTERCONNECTOR SVIZZERA-ITALIA	INTERCONNECTOR SVIZZERA - ITALIA			
RICAVATO DAL DOC. TERNA	"All'Acqua-Pallanzeno-Baggio"			
	Studio idraulico			
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA	SEZIONI IDRAULICHE VERIFICATE			

NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO
TAV. 2		A3	1:25.000	2 / 6

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna Sp.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna Sp.A.
This document contains information proprietary to Terna Sp.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna Sp.A. is prohib.



Legenda

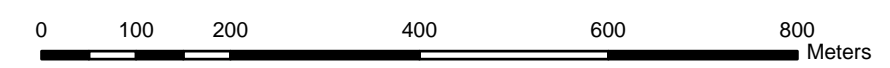
- sezioni idrauliche e numero identificativo
- fiume Toce

prof. acqua piena t 200

- 0.00 mt. - 1.00 mt.
- 1.00 mt. - 2.00 mt.
- 2.00 mt. - 3.00 mt.
- 3.00 mt. - 4.00 mt.
- 4.00 mt. - 5.00 mt.

SISTEMA DI COORDINATE

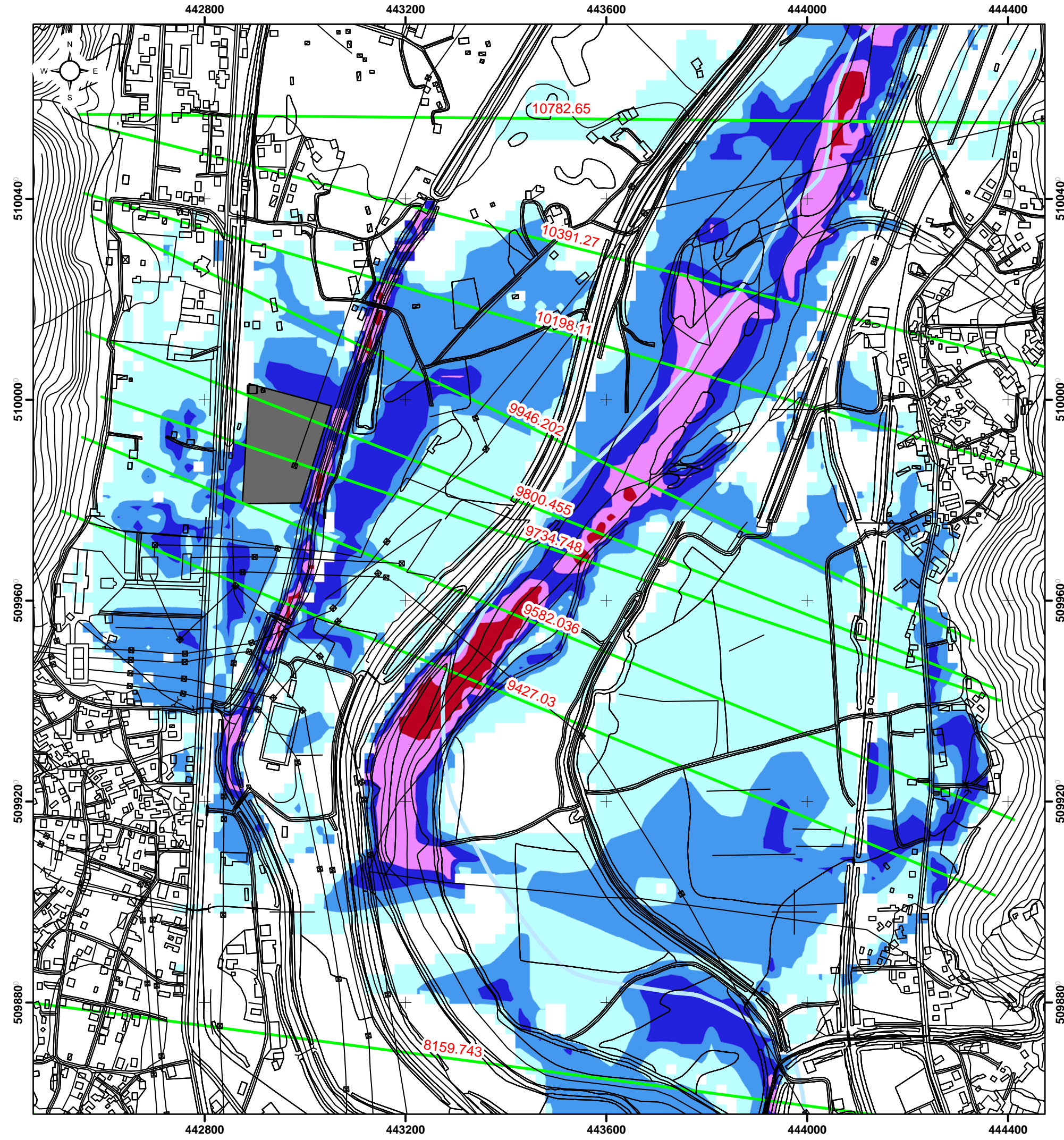
Proiezione: UTM fuso 32 N Datum: WGS 84






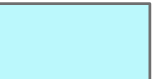




REVISIONI					
N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
00	06/02/2012	PRIMA EMISSIONE	R. Gini	S. Viola SR/CRE-ASA	N. Rivabene SR/CRE-ASA

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO				
	DERX10004BASA00100				
PROGETTO	TITOLO				
INTERCONNECTOR SVIZZERA-ITALIA	INTERCONNECTOR SVIZZERA - ITALIA				
RICAVATO DAL DOC. TERNA	"All'Acqua-Pallanzeno-Baggio"				
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA	Studio idraulico				
ANALISI "ANTE OPERAM"					
NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO	
TAV. 3		A3	1:8.000	3 / 6	

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.
This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibi.

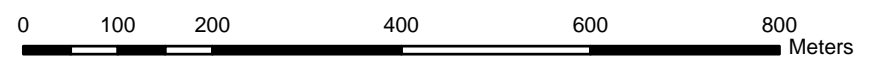


Legenda

-  blocco ostruzione Area 1
 -  fiume Toce
 -  sezioni idrauliche e numero identificativo
- prof. acqua piena t 200
-  0.00 mt. - 1.00 mt.
 -  1.00 mt. - 2.00 mt.
 -  2.00 mt. - 3.00 mt.
 -  3.00 mt. - 4.00 mt.
 -  4.00 mt. - 5.00 mt.

SISTEMA DI COORDINATE

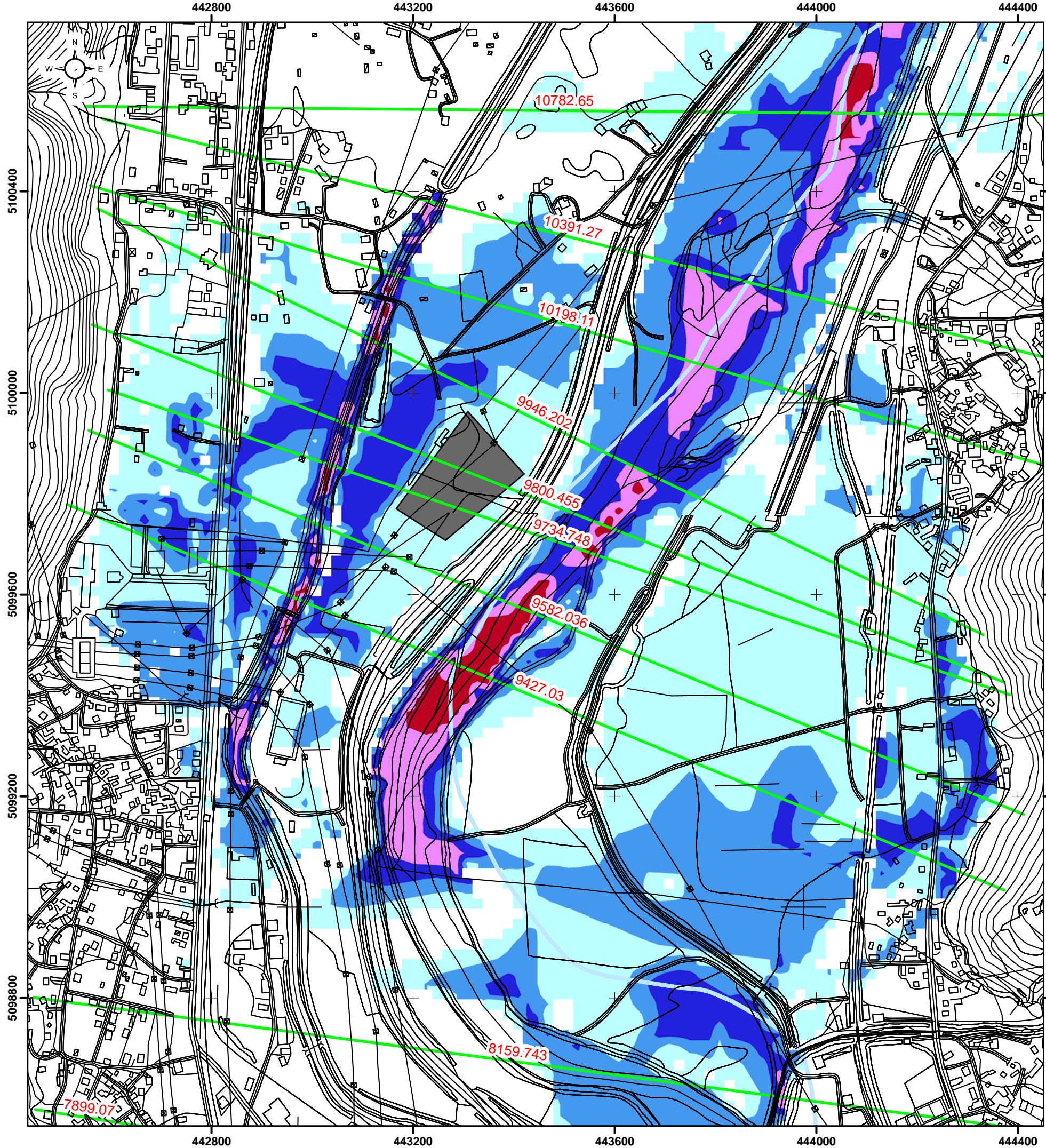
Proiezione: UTM fuso 32 N Datum: WGS 84






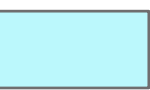




REVISIONI					
N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
00	06/02/2012	PRIMA_EMISSIONE	R. Gini	S. Viola SR/CRE-ASA	N. Rivabene SR/CRE-ASA

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO			
	DERX10004BASA00100			
PROGETTO	TITOLO			
INTERCONNECTOR SVIZZERA-ITALIA	INTERCONNECTOR SVIZZERA - ITALIA			
RICAVATO DAL DOC. TERNA	"All'Acqua-Pallanzeno-Baggio"			
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA	Studio idraulico			
ANALISI "POST OPERAM" AREA 1				
NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO
TAV. 4		A3	1:8.000	4 / 6

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.
This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibiit.

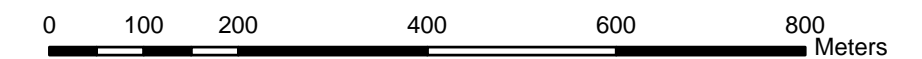


Legenda

-  blocco ostruzione Area 2
 -  fiume Toce
 -  sezioni idrauliche e numero identificativo
- prof. acqua piena t 200**
-  0.00 mt. - 1.00 mt
 -  1.00 mt. - 2.00 mt.
 -  2.00 mt. - 3.00 mt.
 -  3.00 mt. - 4.00 mt.
 -  4.00 mt. - 5.00 mt.

SISTEMA DI COORDINATE

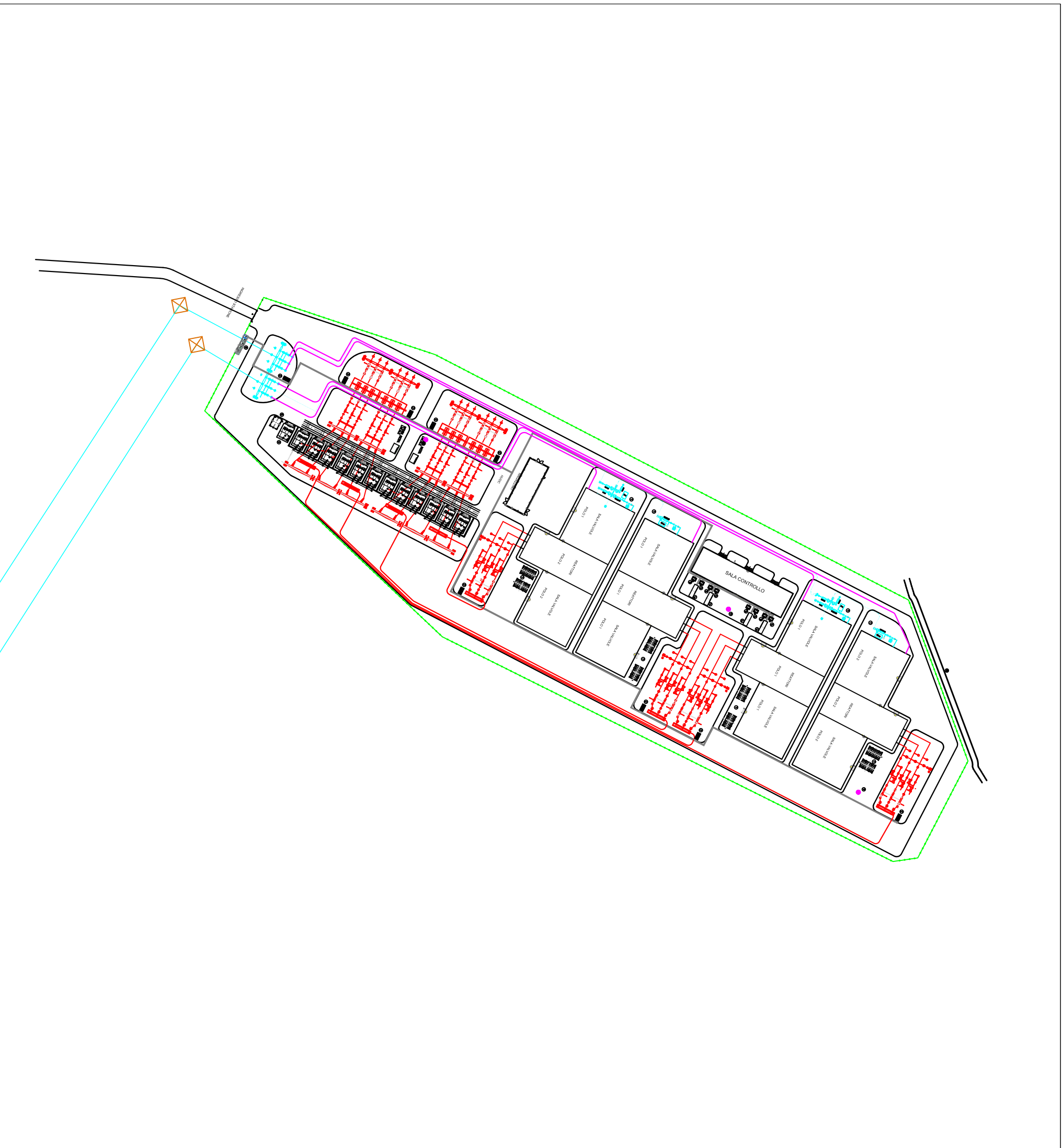
Proiezione: UTM fuso 32 N Datum: WGS 84



REVISIONI		CODIFICA DELL'ELABORATO		
00	06/02/2012	PRIMA_EMISSIONE	R. Gini	S. Viola SRUCRE-ASA
N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO APPROVATO

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO			
DERX10004BASA00100				
PROGETTO	TITOLO			
INTERCONNECTOR SVIZZERA-ITALIA	INTERCONNECTOR SVIZZERA - ITALIA			
RICAVATO DAL DOC. TERNA	"All'Acqua-Pallanzeno-Baggio"			
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA	Studio idraulico			
ANALISI "POST OPERAM" AREA 2				
NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO
TAV. 5		A3	1:8.000	5 / 6

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.
This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohib.



LEGENDA

- ① EDIFICIO BILINDATO DI COLLEGAMENTO 380 KV
- ② CHIOSCO
- ③ TRASFORMATORE MT/HT
- ④ BOX GRUPPO ELETTROGENO
- ⑤ TRASFORMATORE DI RISERVA
- ⑥ VASCA RACCOLTA OLI
- ⑦ TORRI DI RAFFREDDAMENTO
- ⑧ CAVI HVDC
- ⑨ CAVI MT DI RITORNO METALLICO
- ⑩ CABINA DI CONSEGNA MT
- ⑪ TORRE FARO
- ⑫ CAVI 380 KV PER CONNESSIONE ALLA SEZIONE DI COLLEGAMENTO GIS
- ⑬ CAVI 380 KV PER CONNESSIONE ALLA STAZIONE RTN

- - - - - RECINZIONE ESTERNA DA REALIZZARE

REVISIONI			
N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO
00	06/02/2012	PRIMA VERSIONE	R. DI GIÀ
			S. VALLA
			SPERIMENTALE
			VERIFICATO
			APPROVATO
TITOLO: COPIA DELLA STAZIONE RERY10004BAS.A00100			
PROGETTO: INTERCONNECTOR SVIZZERA - ITALIA "All'Acqua-Pallanzeno-Baggio" Relazione idraulica			
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA: PROGETTO STAZIONE ELETTRICA DI CONVERSIONE			
NOME DEL FILE		SCALA	Foglio
TAV. 6		1:1.000	6 / 6
1 unità = 1 mm.		A3	

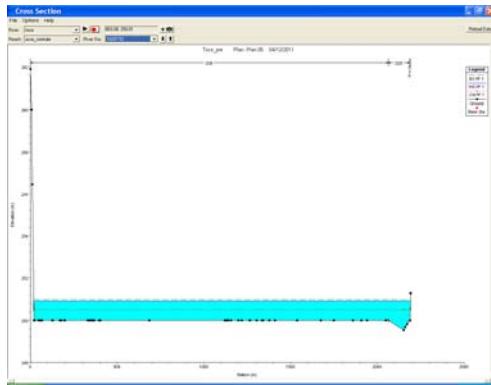


Questo documento contiene informazioni proprietarie di Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente per le finalità per le quali è stato redatto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.
 This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Wholesale release of drawings or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibited.

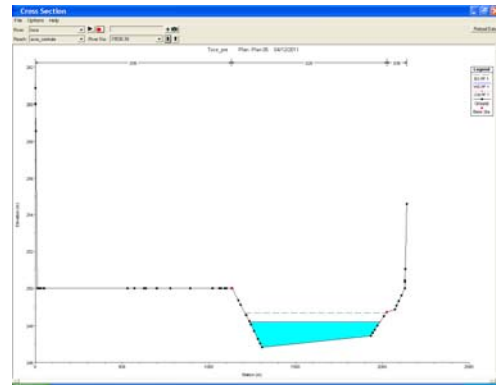
ALL. N. 1

Sezioni alveo "Ante operam"

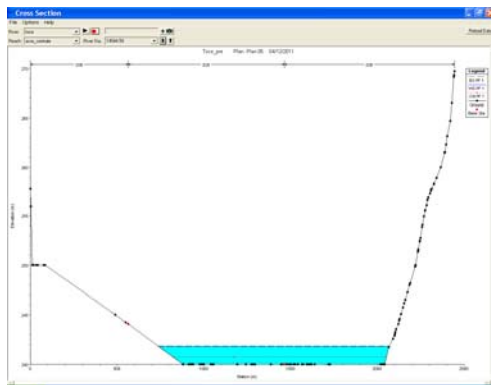
Sez. n. 16207.52



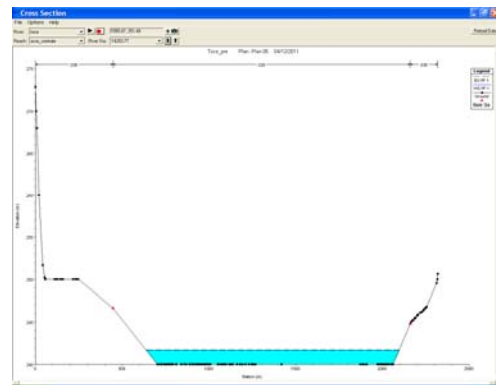
Sez. n. 15530.39



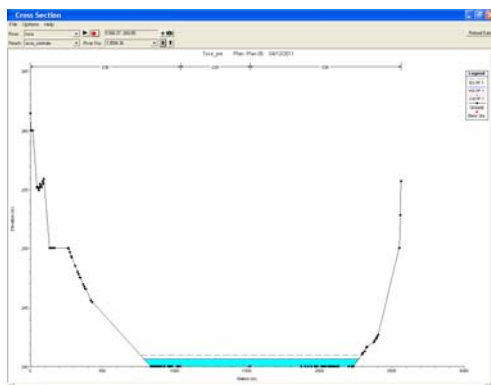
Sez. n. 14544.59



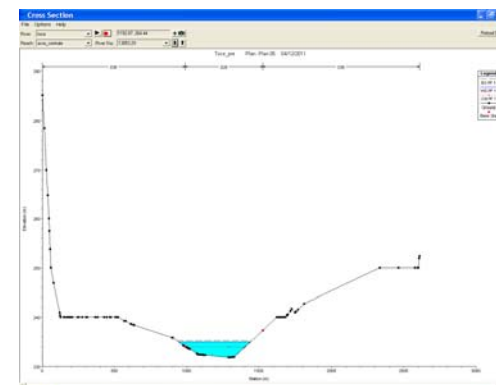
Sez. n. 14203.77



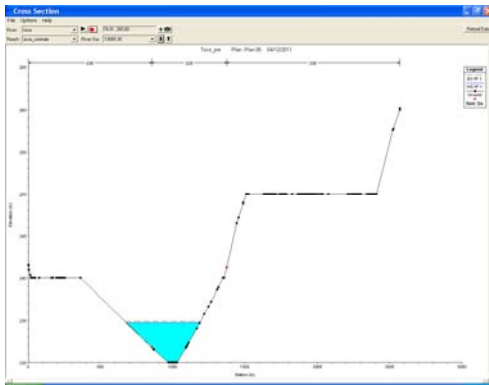
Sez. n. 13544.36



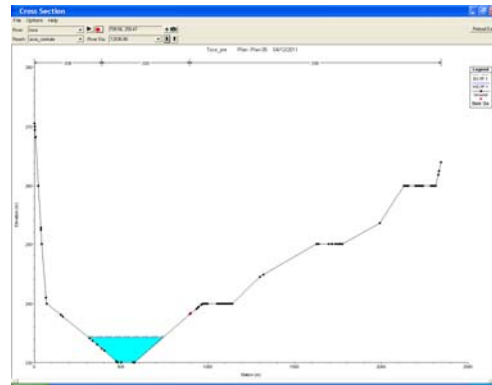
Sez. n. 13053.29



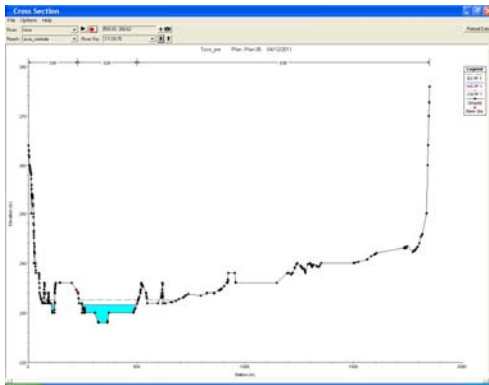
Sez. n. 12665.30



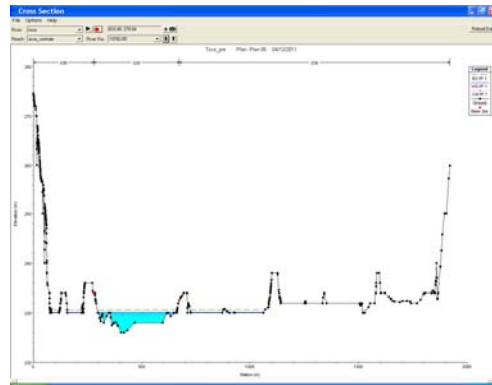
Sez. n. 12036.88



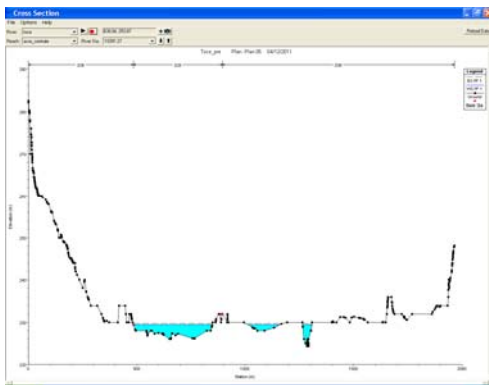
Sez. n. 11129.757



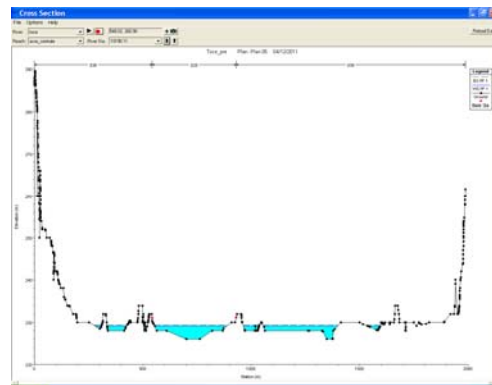
Sez. n. 10782.65



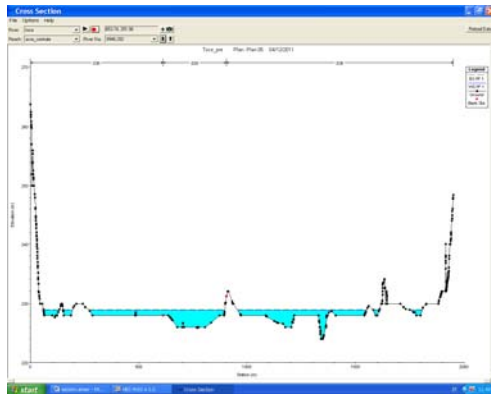
Sez. n. 10391.27



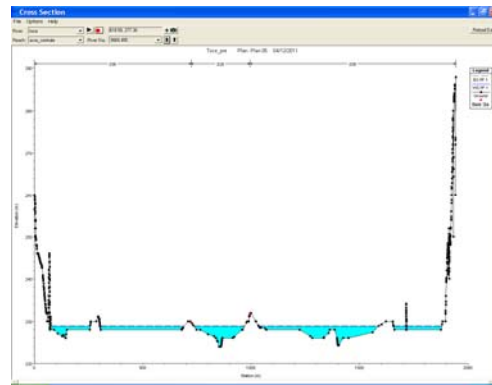
Sez. n. 10198.11



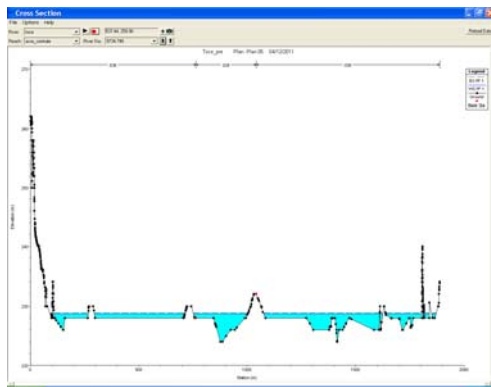
Sez. n . 9946.202



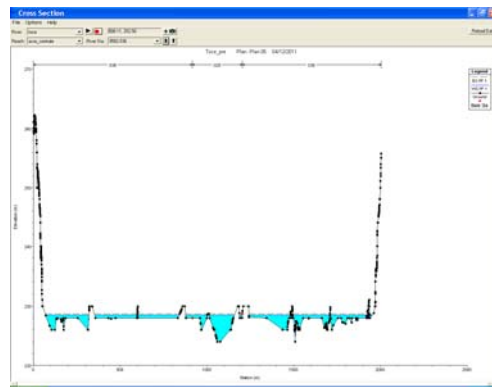
Sez. n. 9800.455



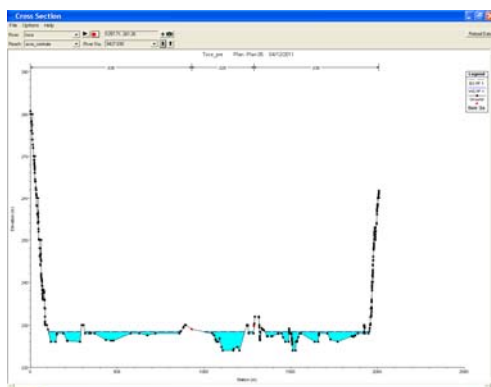
Sez. n . 9734.748



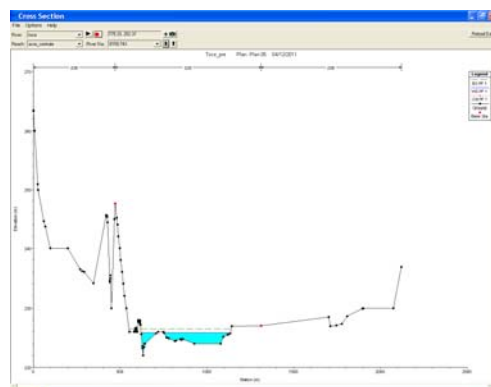
Sez. n. 9582.036



Sez. n . 9427.030

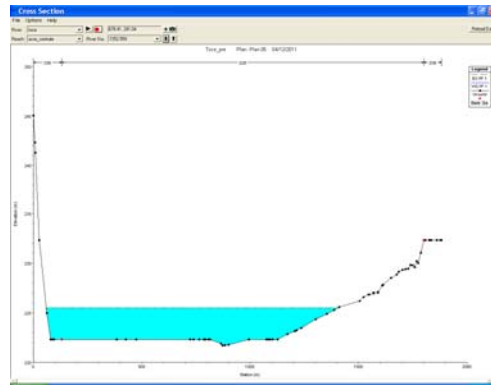
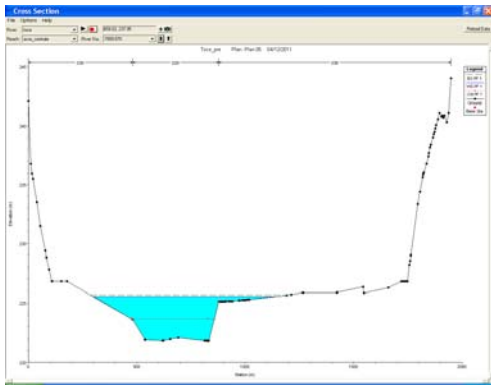


Sez. n. 8159.743



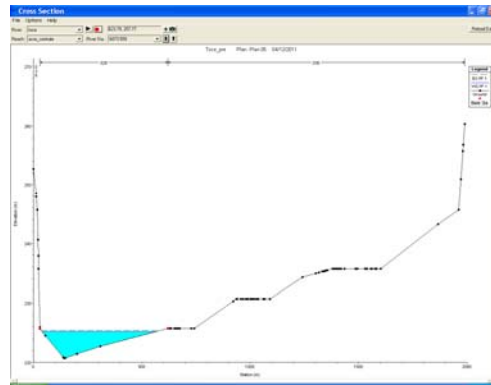
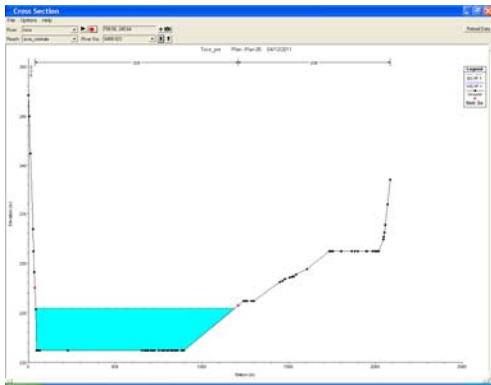
Sez. n. 7899.070

Sez. n. 7252.559

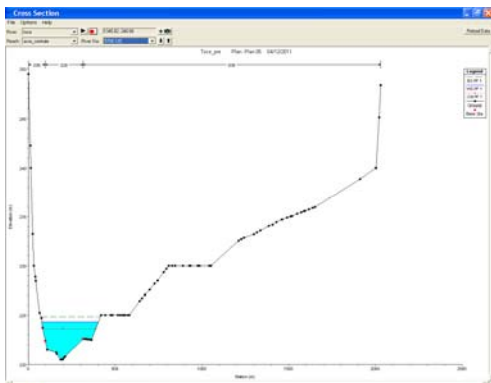


Sez. n. 6480.023

Sez. n. 6073.509



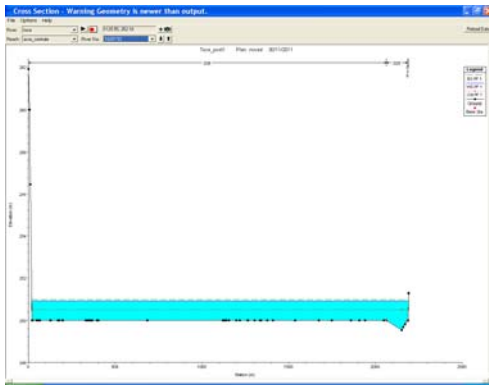
Sez. n. 5708.125



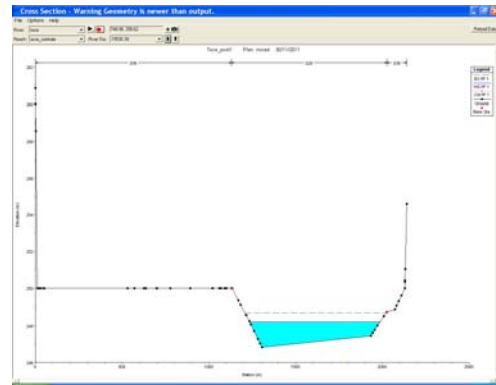
ALL. N. 2

Sezioni alveo "Post operam" – Area 1

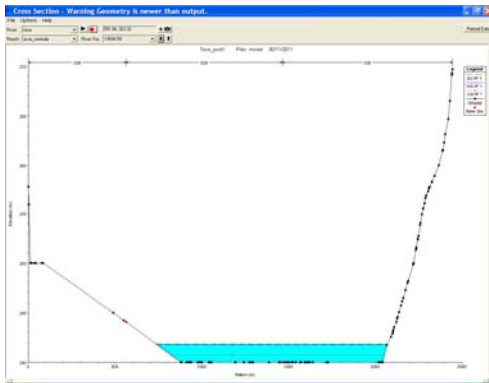
Sez. n. 16207.52



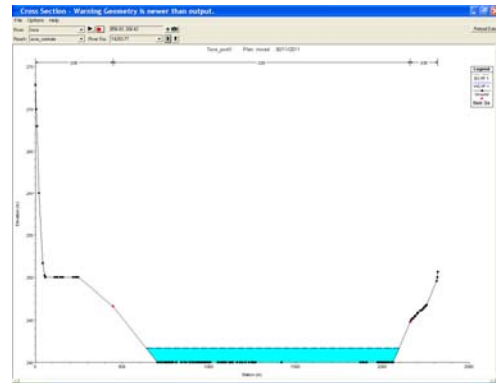
Sez. n. 15530.39



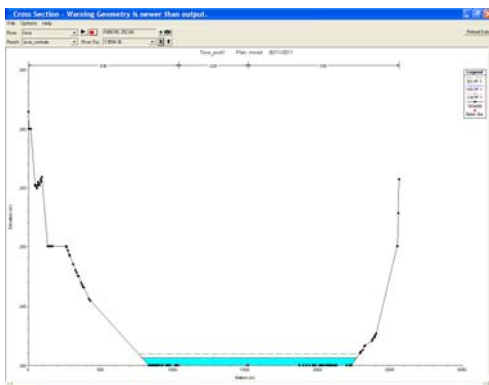
Sez. n. 14544.59



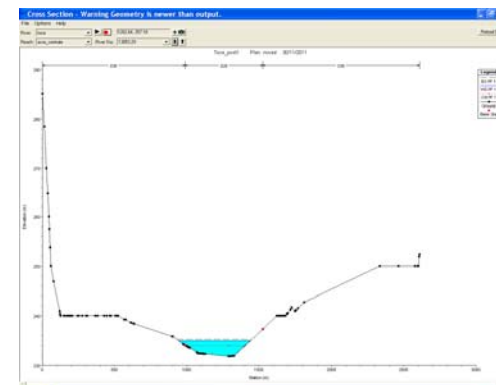
Sez. n. 14203.77



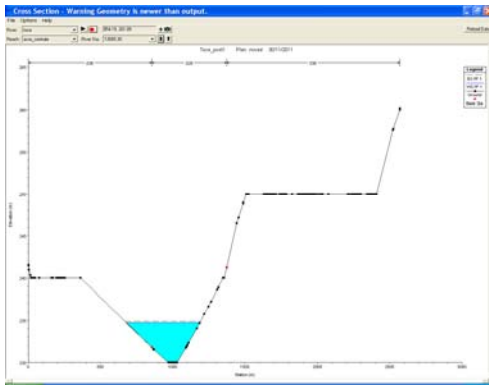
Sez. n. 13544.36



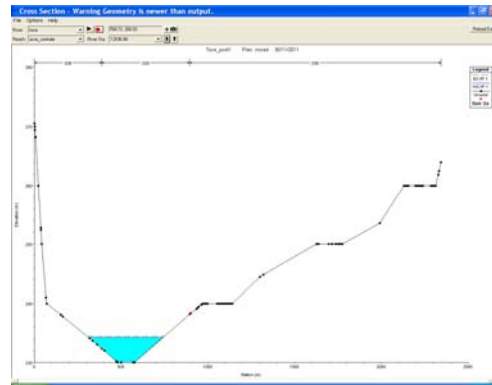
Sez. n. 13053.29



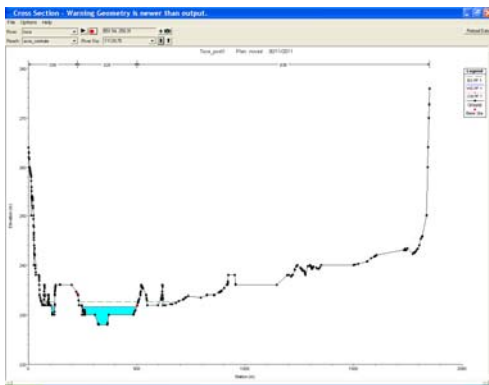
Sez. n. 12665.30



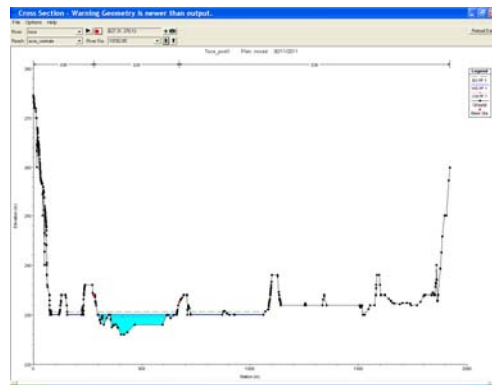
Sez. n. 12036.88



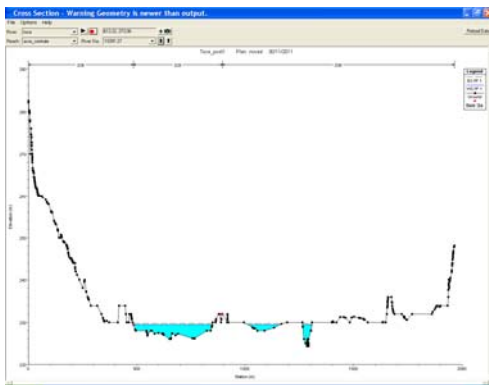
Sez. n. 11129.757



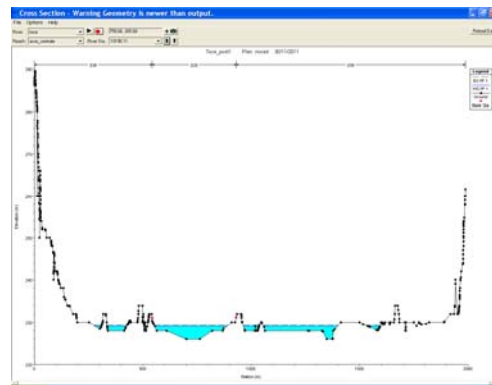
Sez. n. 10782.65



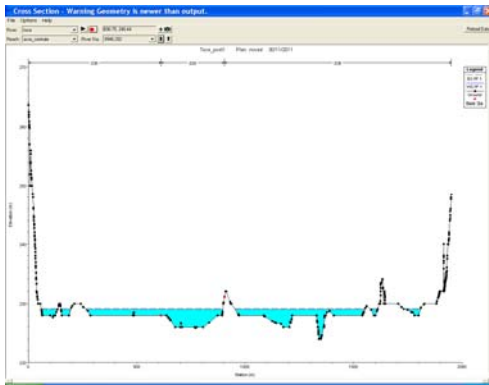
Sez. n. 10391.27



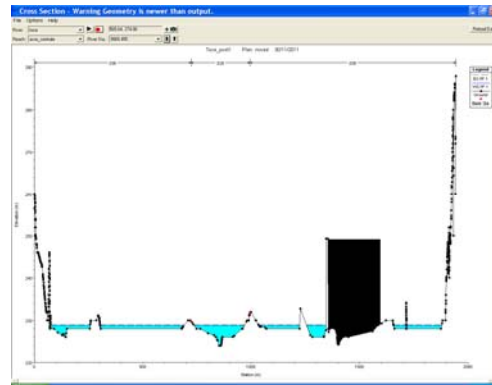
Sez. n. 10198.11



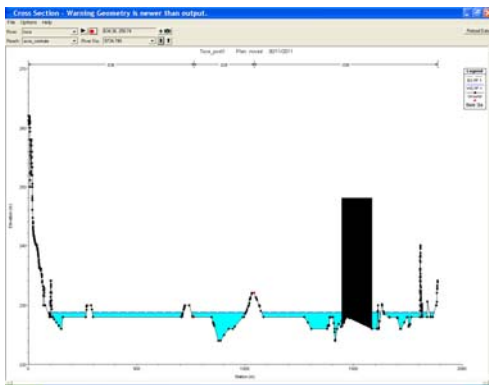
Sez. n. 9946.202



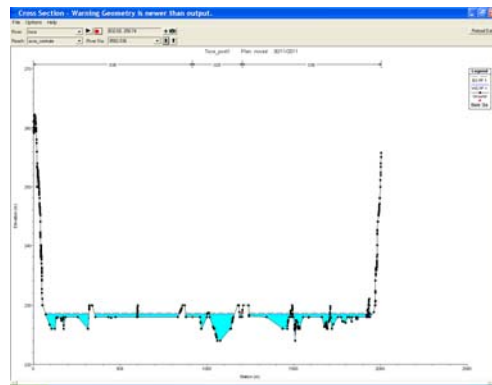
Sez. n. 9800.455



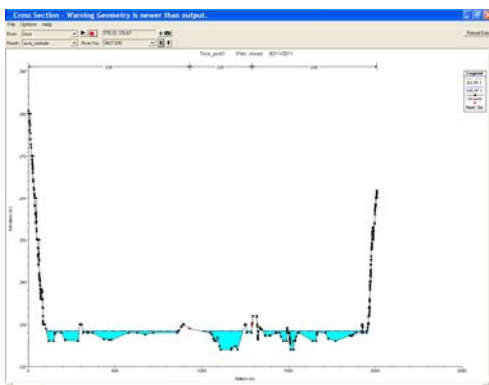
Sez. n. 9734.748



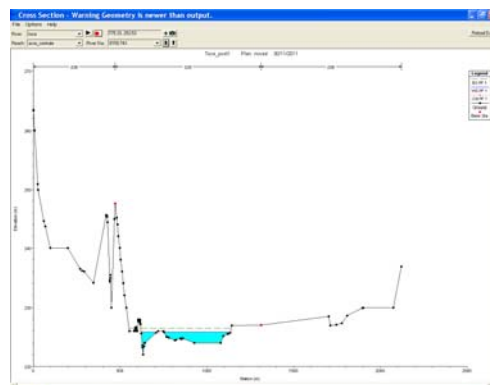
Sez. n. 9582.036



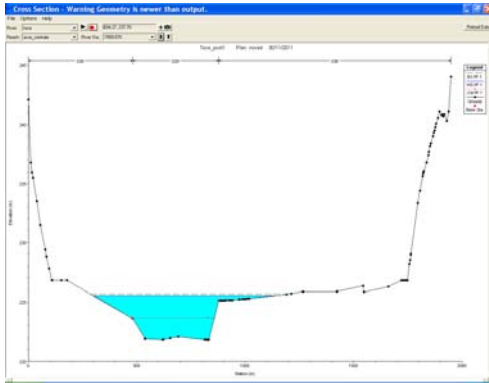
Sez. n. 9427.030



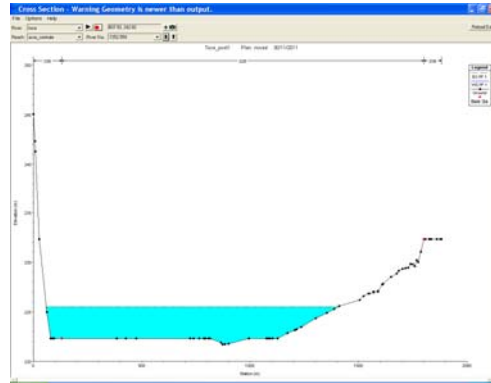
Sez. n. 8159.743



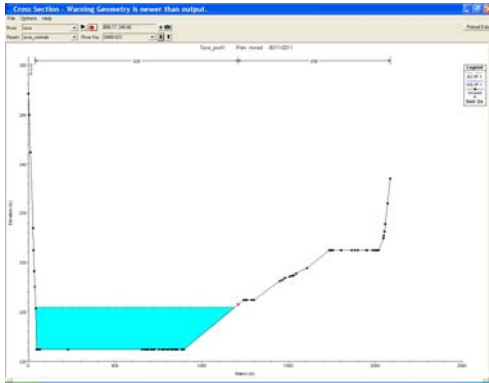
Sez. n . 7899.070



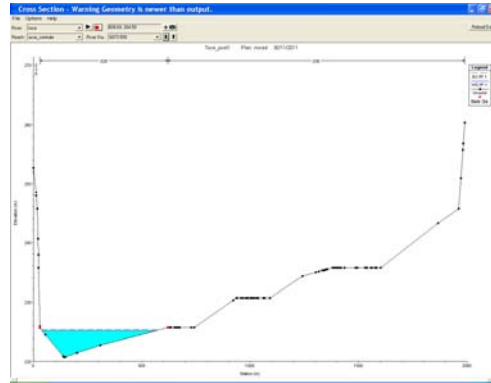
Sez. n. 7252.559



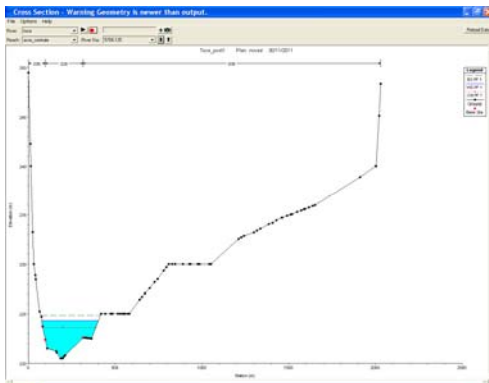
Sez. n . 6480.023



Sez. n. 6073.509



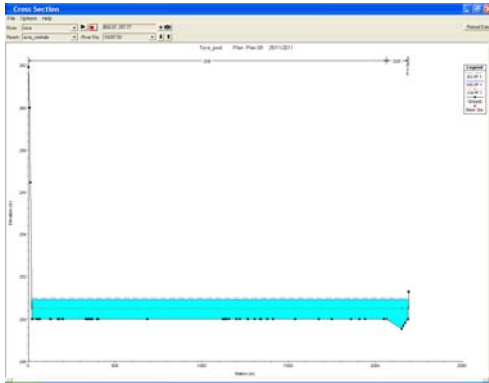
Sez. n. 5708.125



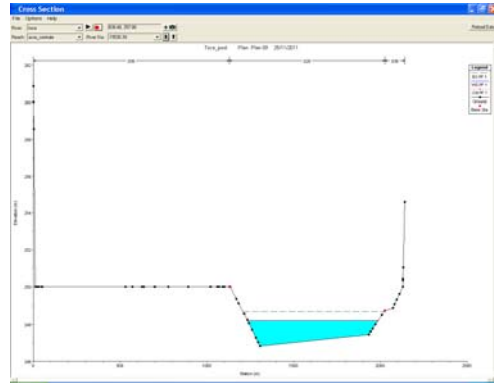
ALL. N. 3

Sezioni alveo "Post operam" – Area 2

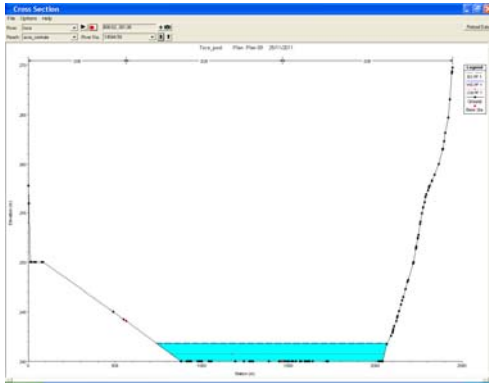
Sez. n. 16207.52



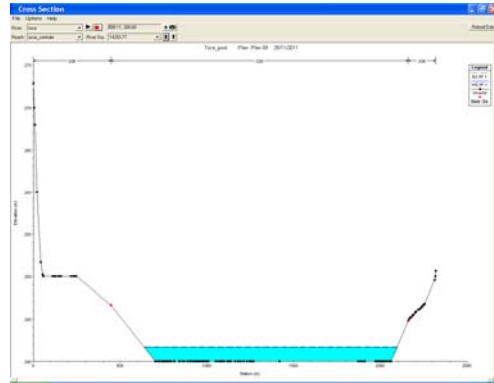
Sez. n. 15530.39



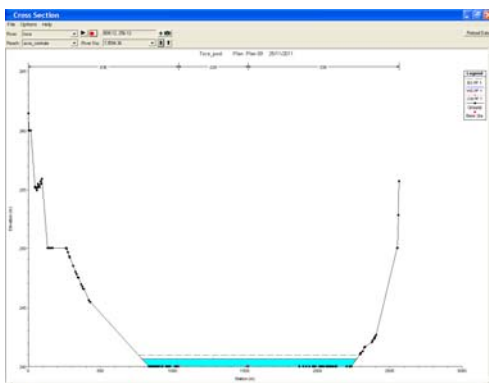
Sez. n. 14544.59



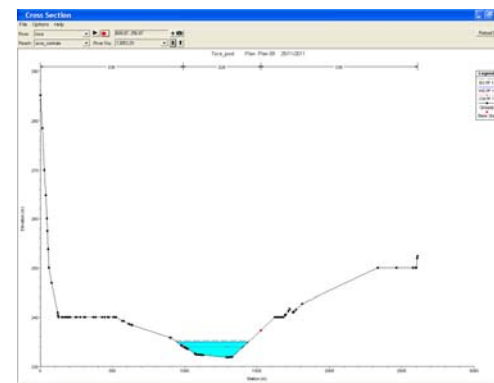
Sez. n. 14203.77



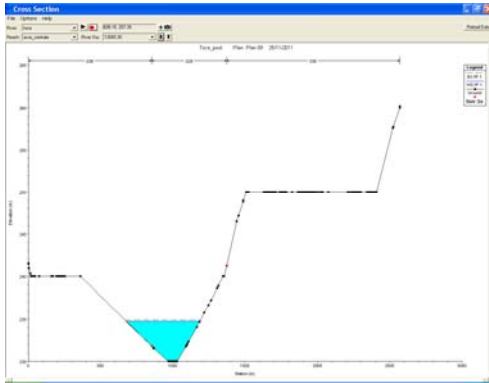
Sez. n. 13544.36



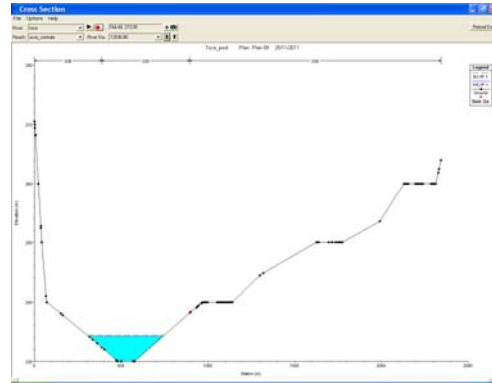
Sez. n. 13053.29



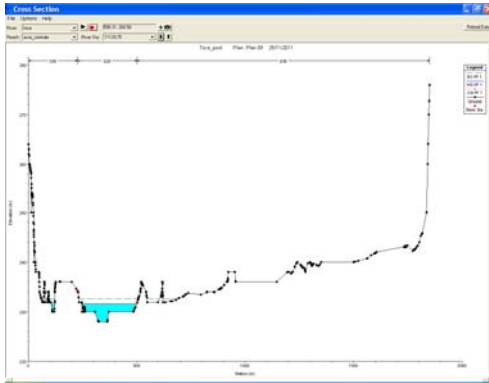
Sez. n. 12665.30



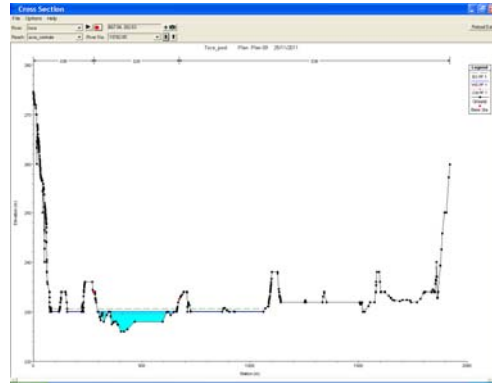
Sez. n. 12036.88



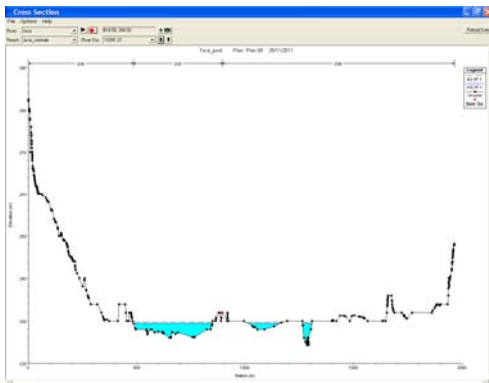
Sez. n. 11129.757



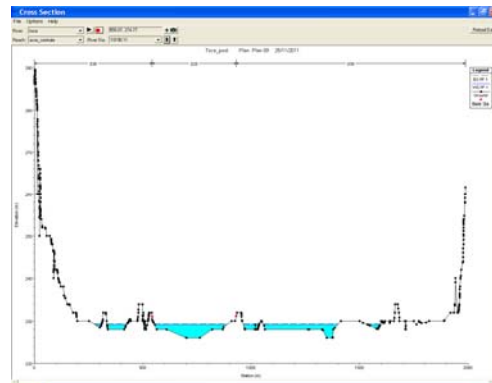
Sez. n. 10782.65



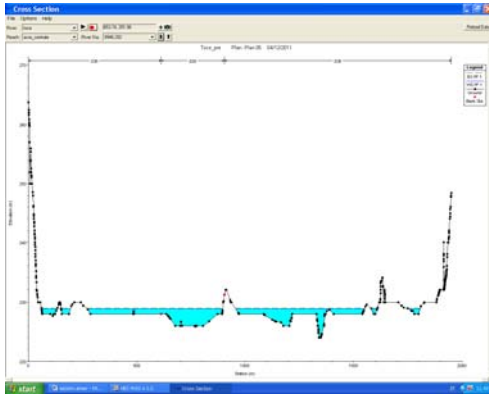
Sez. n. 10391.27



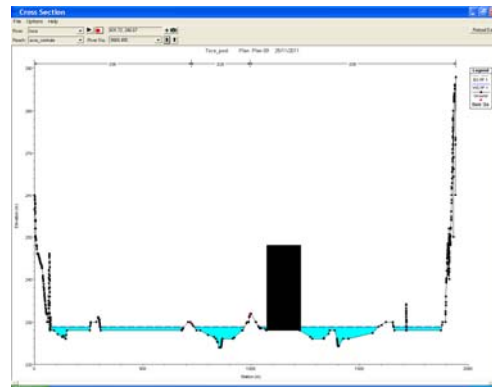
Sez. n. 10198.11



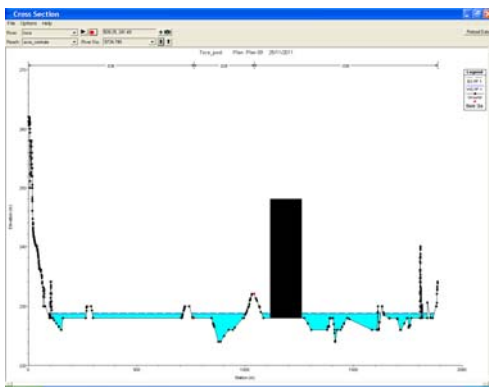
Sez. n . 9946.202



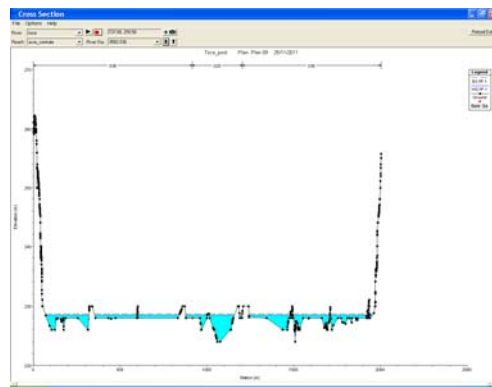
Sez. n. 9800.455



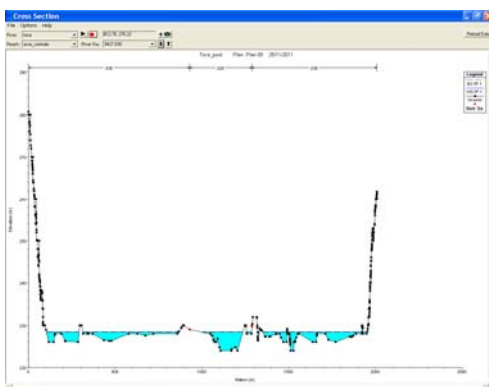
Sez. n . 9734.748



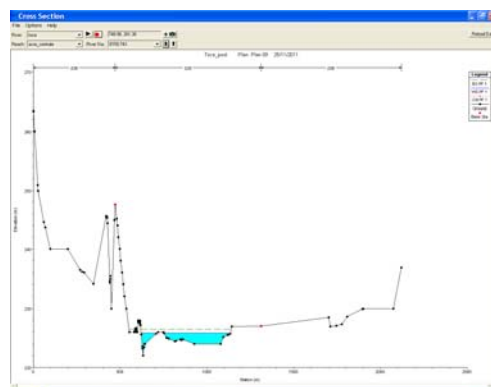
Sez. n. 9582.036



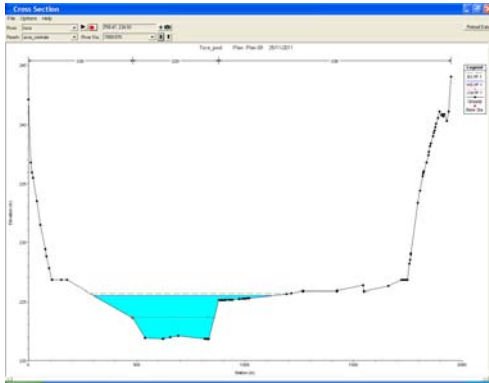
Sez. n . 9427.030



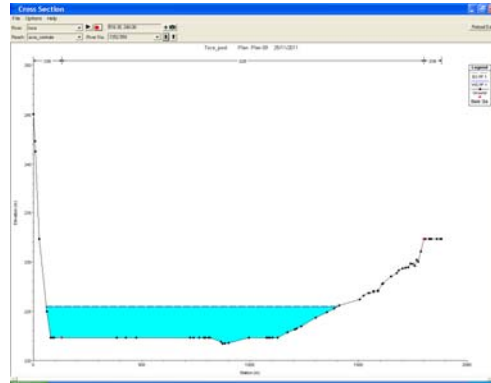
Sez. n. 8159.743



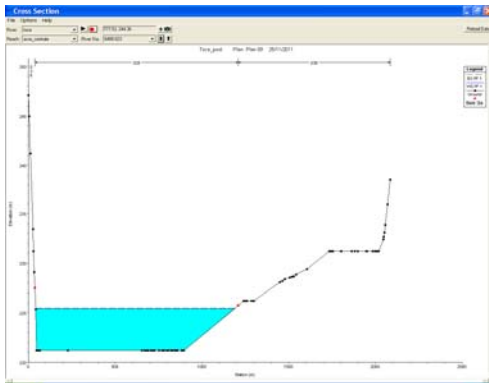
Sez. n . 7899.070



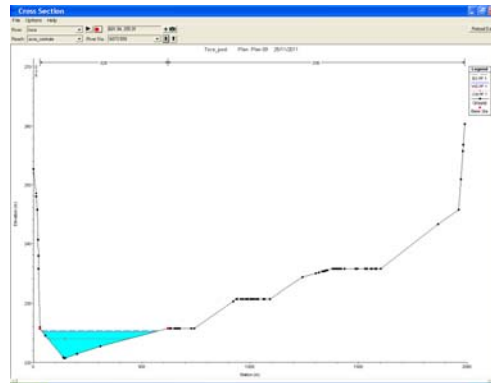
Sez. n. 7252.559



Sez. n . 6480.023



Sez. n. 6073.509



Sez. n. 5708.125

