



# COMUNE DI TEORA

## Provincia di Avellino

### Progetto per la ricomposizione ambientale di un sito di cava riportato in catasto terreni al

Foglio 12 - P.IIe 97 - 100 - 101 - 102 - 106 - 191 - 192 - 193 - 229 - 365 - 367 - 374 - 549 - 562

### In Località Serro dei Mortali

Elaborato redatto a seguito del D.D. 30 del 09/08/2018

## Committente: I.C.A.L. s.r.l.

(con sede in Nusco, contrada S. Martino n° 15 - P.IVA 02526040643)

<b>R - 03</b>	STUDIO IDRAULICO CON SEZIONI DI PROGETTO
---------------	---

---

### I consulenti:

Geologo e Direttore Responsabile

Architetto:

Ingegnere:

---

Agronomo

---

---

**a. u. Carmine Natale**

**REV. 01**

**Novembre 2018**

---

## **PREMESSE**

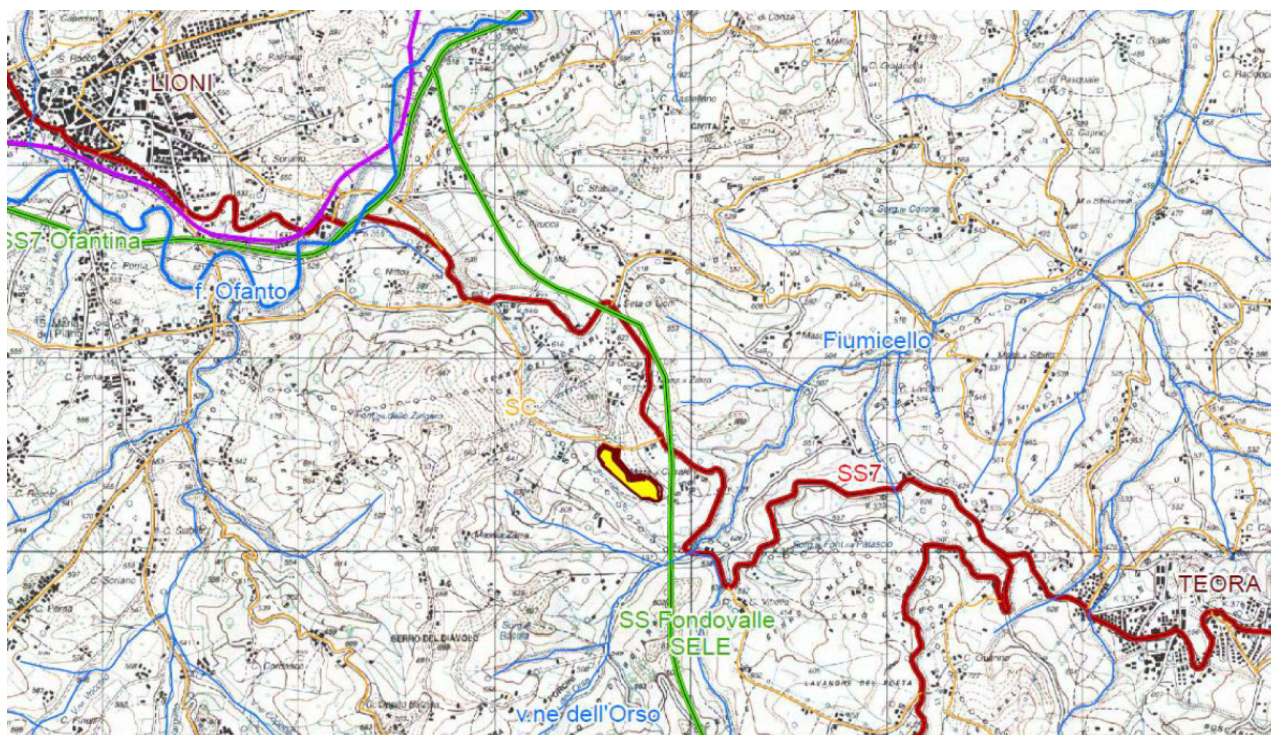
La presente relazione specialistica descrive le modalità e gli esiti finali della verifica idraulica svolta sul sistema di drenaggio delle acque meteoriche nel bacino idrografico in cui è ubicata l'area oggetto di ricomposizione ambientale. Dette superfici, in disponibilità alla Società ICAL srl, sono situate alla Località Serra dei Mortali, nel territorio comunale di Teora (AV), in direzione est - ovest, a valle della stradina comunale S. Margherita, in prossimità dello spartiacque che separa il bacino imbrifero del Vallone dei Mortari (a nord) e del Vallone Fiumicello (a sud, sud - est), entrambi tributari di destra del Fiume Ofanto.

L'area d'interesse è ubicata nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia e pertanto gli studi idrologici e i riferimenti normativi tecnici cui si fa riferimento nella presente relazione sono quelli adottati dalla citata Autorità di Bacino.

In particolare si fa riferimento alle Norme tecniche di attuazione del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia del Novembre 2005, mentre per gli studi idrologici si fa riferimento alla Relazione del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia del Dicembre 2004.

## **INQUADRAMENTO TERRITORIALE E MORFOLOGICO DELL'AREA DI STUDIO**

L'area di studio è ubicata nel territorio comunale di Teora (AV), a circa 2,5 km dall'abitato, in direzione est - ovest, a valle della stradina comunale S. Margherita, in prossimità dello spartiacque che separa il bacino imbrifero del Vallone dei Mortari (a nord) e del Vallone Fiumicello (a sud, sud-est), entrambi tributari di destra del Fiume Ofanto, così come si evince nella planimetria seguente (Corografia area di interesse).



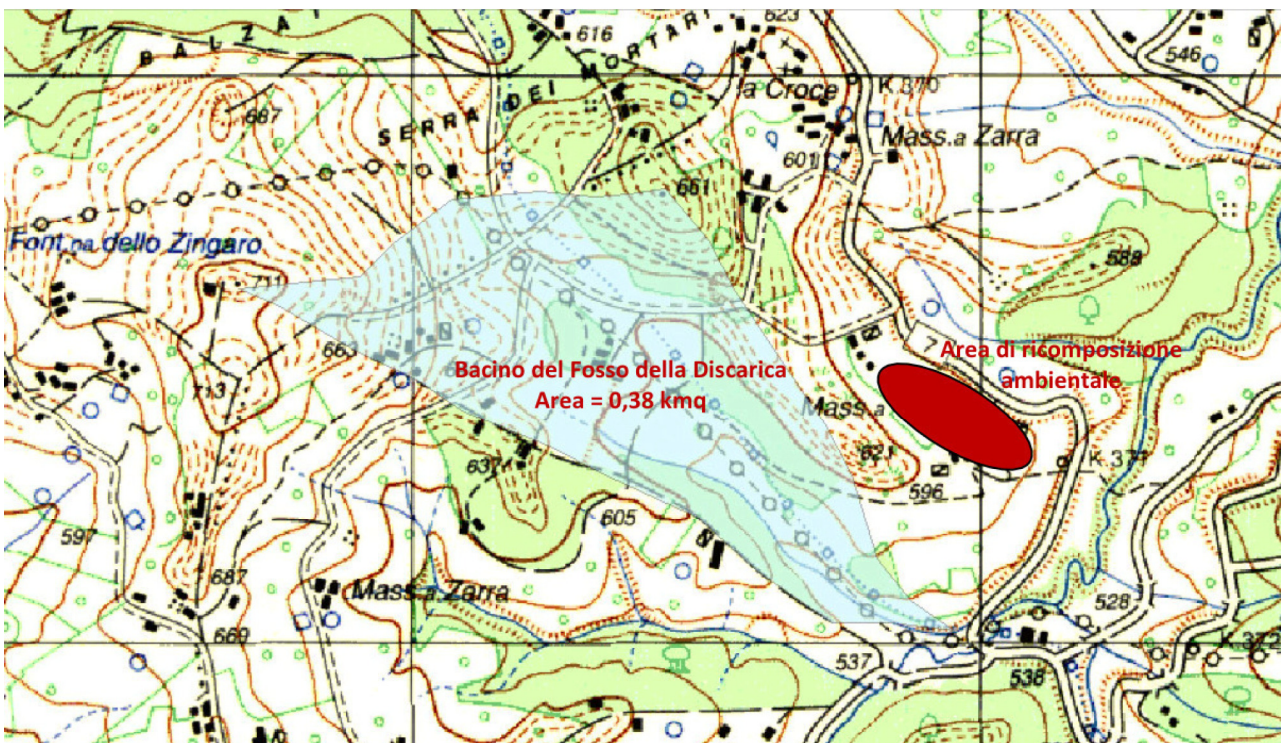
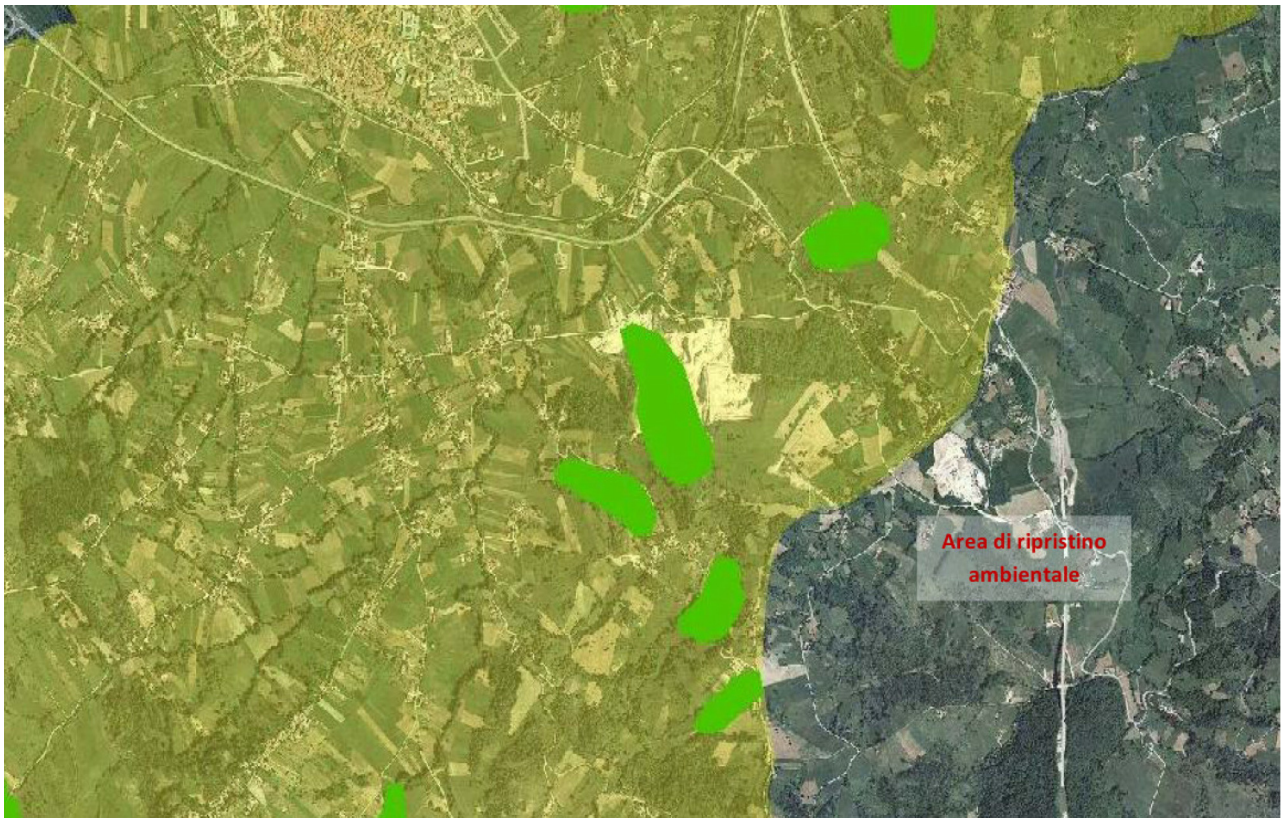
Dalla consultazione del WEBGIS del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia, è emerso che l'area in esame non è soggetta a vincoli idrogeologici specifici. Pertanto, con riferimento all'assetto idraulico del territorio, non ci si trova nelle fattispecie previste degli artt. 6, 7, 8, 9 e 10 delle Norme tecniche di attuazione, ovvero in presenza di alvei fluviali in modellamento attivo ed aree golenni, in aree a pericolosità idraulica e in fasce di pertinenza fluviale.

Dalla corografia, si desume che l'area in esame è ubicata nel bacino idrografico del Fiumarello.

L'area di ricomposizione ambientale, in particolare, è prossima ad un sistema di incisione calanchiva alimentato da un bacino idrografico di 0,38 kmq.

In Figura 3 vi è la rappresentazione di dettaglio della morfologia del terreno in scala 1:25.000, da cui è possibile desumere la forma e l'ampiezza pari a 0,38 km<sup>2</sup> del bacino idrografico del sistema di incisione con sviluppo direzionale nordovest - sudest.

Di seguito si riportano una sovrapposizione dell'area con la mappa dei vincoli idraulici e geologici, ed uno stralcio del bacino idrografico del sistema di incisioni prospicienti l'area di ricomposizione ambientale:



## **CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA**

L'area di intervento per la ricomposizione ambientale ricade ai piedi del versante meridionale del Colle dei Mortali di quota 661 mt. s.l.m. ed è frapposta tra le quote 610 e 570 m. s.l.m..

Nei terreni circostanti l'area di intervento vi è una rada copertura di arbusti ascrivibili alla famiglia delle rosacee, querce e/o coltivazioni su terreni detritici, che mascherano un'antica morfologia, scolpita nella roccia, costituita da leggeri impluvi e "cicatrici" di origine tettoniche e carsiche.

I terreni riscontrati sono ascrivibili alla Formazione del flysch rosso, che affiora lungo una fascia estesa in direzione E — O, tra i paesi di Lioni, 5. Andrea, Pescopagano e Teora, con una potenza complessiva di circa 300 — 350 metri. Nell'ambito della stessa Formazione è rilevabile un membro siliceo — calcareo — marnoso, inferiore, della potenza di circa 250 metri ed un membro marnoso — argilloso, superiore, di circa 100.

I terreni oggetto di ricomposizione ambientale sono ascrivibili al membro inferiore, costituiti da calcari, calcari marnosi, brecciole e calciruditi.

Per quanto riguarda l'idrogeologia del territorio in esame, occorre precisare che l'area risulta essere caratterizzata da un'idrografia superficiale impostata su un rilievo carbonatico con scarsa copertura di terreni vegetali e detritici. Trattasi di una morfologia con incisioni poco sviluppate ed una permeabilità prevalente per fatturazione e/o infiltrazione interstrato. Non risultano presenti fenomeni di carsismo alle quote di imposta dello scavo.

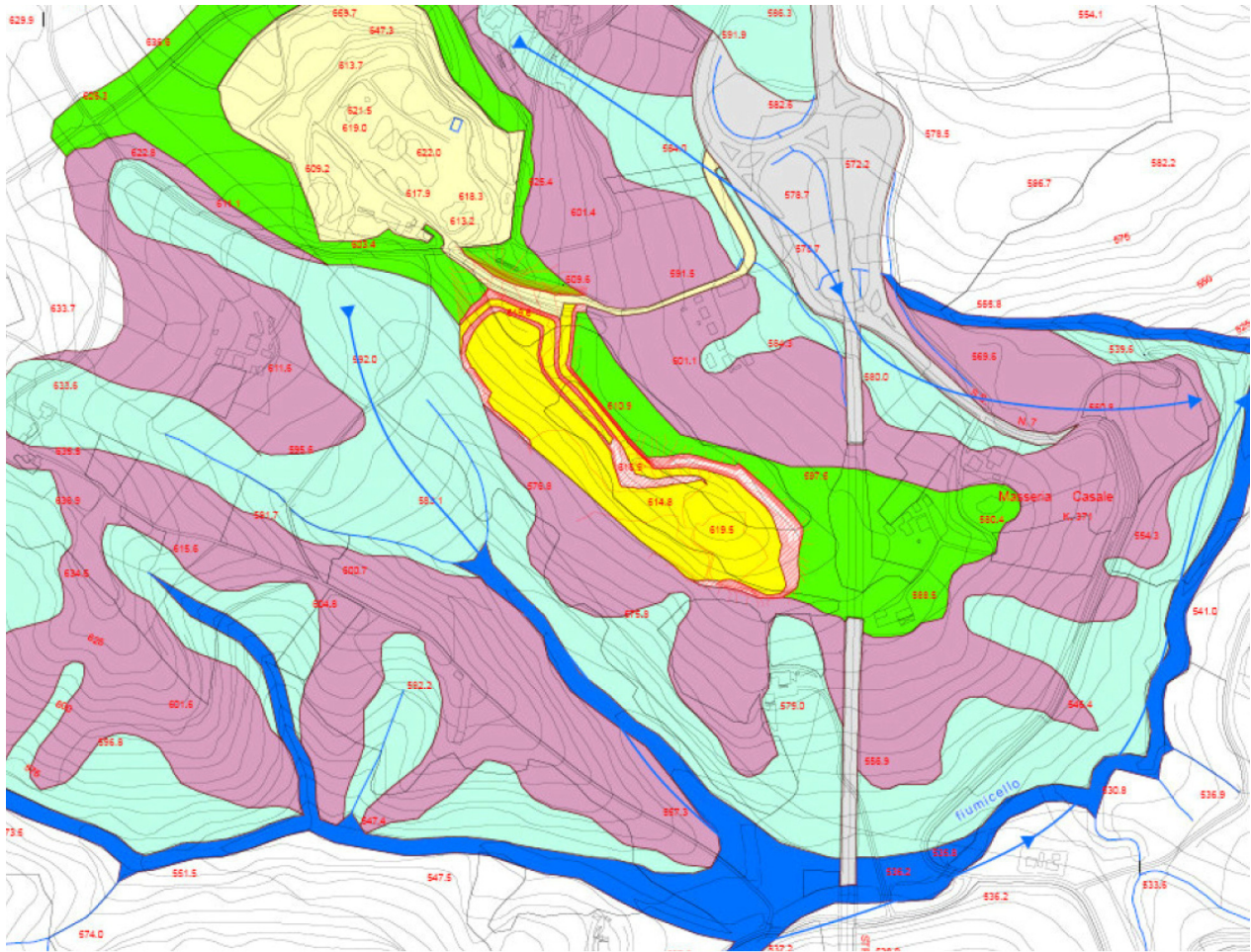
I terreni sono caratterizzati dalle seguenti classi di permeabilità:

1. bassa per porosità nei terreni di natura detritici eluviali di copertura, costituiti dalla frazione pelitica del flysch rosso, con spessori > 1,00 metri;
2. medio — alta ove i calcari sono affioranti e/o subaffioranti, mentre la permeabilità si riduce in corrispondenza delle coltri con spessori > 1,00 metri;
3. alta per fessurazione, con un alto coefficiente di infiltrazione, ove i calcari affiorano nell'area di cava.

Non sono state rilevate falde idriche e/o sorgenti di interesse locale e/o regionale.



Il bacino idrografico alimentante i valloni adiacenti l'area di riqualificazione ambientale sono ubicati in area a permeabilità medio-bassa, pari al 40%.

Di seguito si riporta uno stralcio della tavola di inquadramento idrografico:





## LEGENDA





### Area oggetto di ricomposizione

-  pareti gradonate
-  piazzali e aree di manovra

### Morfotipi antropici

-  area fortemente antropizzata
-  area di cava Natale

### COMPLESSI IDROGEOLOGICI

-  COMPLESSO CARBONATICO - Alta permeabilità per fessurazione - CIP 90-100%
-  COMPLESSO ARGILLOSO-MARNOSO - Media-Bassa permeabilità per fessurazione e porosità - CIP 30-40%
-  COMPLESSO ALLUVIONALE - Medio-Alta permeabilità per porosità - CIP 50-60%
-  COMPLESSO QUATERNARIO - Media permeabilità per porosità - CIP 50%

## **IL SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE PREVISTO DAL PROGETTO**

Il progetto di ricomposizione ambientale prevede un'unica fase realizzativa con riprofilatura degli attuali gradoni, conseguente ripristino della vecchia morfologia del versante: il nuovo profilo che si ricaverà è sostanzialmente la riproposizione topografica del vecchio versante, con pendenze, chiaramente, inferiori.

I lavori consisteranno in:

- a) ritombamento e messa in sicurezza dell'attuale gradonatura, che verrà armonizzata e raccordato al limitrofo piano campagna;
- b) smaltimento delle acque dilavanti attraverso delle cunette in terra e dolci pendenze del versante, che seguiranno pedissequamente i terreni limitrofi, nel pieno rispetto della normativa vigente, segnatamente dell'art. 891 e 913 del codice civile;
- c) interrimento ed inerbimento di tutta l' area oggetto di intervento con un adeguato spessore di terreno agrario, mediamente di 30/40 cm., al fine di restituire i terreni all'agricoltura.

L'area interessata dal progetto di ricomposizione ambientale alimenta un modesto canale di scolo tributario di sinistra del Vallone dell'Orso e quindi del Torrente Fiumicello, tributario di destra del Fiume Ofanto. A seguito della riconfigurazione ambientale in progetto, sostanzialmente non si creerà nessuna modifica al bacino morfologico in studio, pertanto le acque di corrivazione superficiali continueranno il deflusso verso il canale di scolo in parola, che scarica nel Vallone dell'Orso.

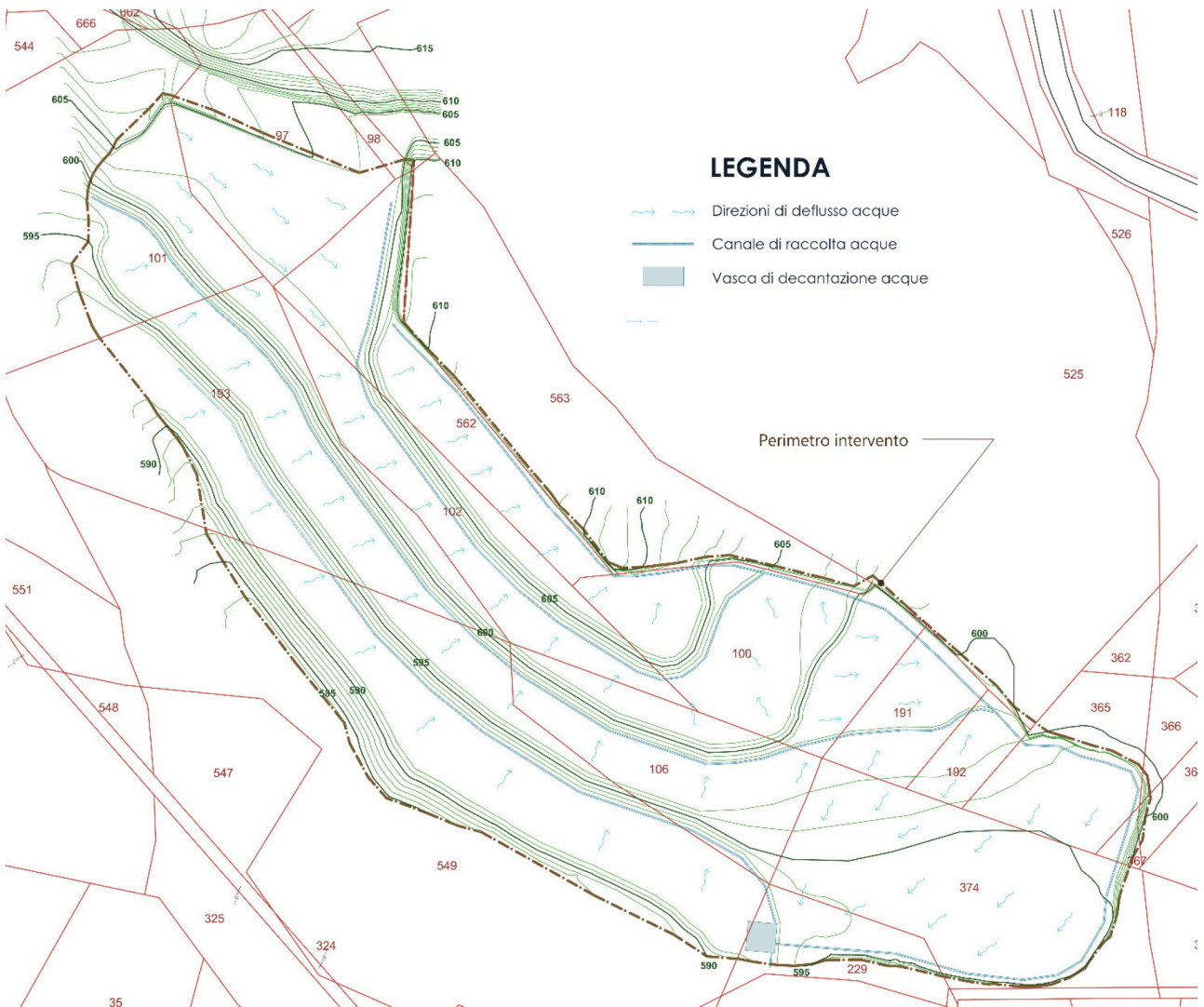
Nella figura in basso vi è la rappresentazione di dettaglio della morfologia di progetto del terreno, da cui è possibile desumere il totale tombamento dell'impronta di scavo, il cui bacino idrografico ha una superficie di 0,040 kmq.

Il sistema di drenaggio di progetto, come si evince dalla figura 5, sarà costituito da un canale di gronda, realizzato lungo la strada di penetrazione, nell'unico tratto in cui la superficie scavata può essere interessata dalla corrivazione superficiale del versante sovrapposto e da un sistema di due canali di guardia, realizzati ai piedi delle scarpate, che confluiranno in una vasca di decantazione.

Il canale di gronda in fregio al coronamento del fronte di scavo sarà ricavato con apposito scavo a sezione obbligata di forma trapezia, con base minore pari 0,8 m e altezza pari 0,8 m. Avrà una lunghezza di 370 m, partirà da quota 605 m s.l.m. e giungerà a quota 592 m s.l.m., con una pendenza media pari al 3,5%. I canali di guardia ai terrazzamenti, con pendenze medie del 3,5%, saranno ricavati ai piedi delle scarpate a mano a mano che le platee prenderanno la forma finale definitiva e saranno riprofilate alla quota finale media di 590/595 m s.l.m., mediante riporti successivi.

I canali di guardia confluiscono in un canale collettore con medesima pendenza del profilo longitudinale e delle sponde in sezione, ma con una larghezza della base minore pari a 1,2 m. Tale canale confluisce in una vasca di decantazione delle acque meteoriche, la cui realizzazione e

prevista a sud - est del piazzale, con un'estensione dell'area di base pari a 100 m<sup>2</sup> e una profondità di scavo media pari a 2 metri rispetto al piano di calpestio del piazzale. Lo stesso canale funge per un breve sviluppo lineare da estuario della vasca, al fine di invitare le acque in esubero a defluire verso il reticolo naturale senza disperdersi lungo il versante.





## L'ANALISI IDROLOGICA

### Premesse di carattere generale

Lo studio idrologico per la determinazione delle portate attese con diversi tempi di ritorno e stato condotto in conformità a quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VaPi) del Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI), tenendo conto dell'analisi svolta dall'Autorità di Bacino della Puglia sui dati raccolti dagli Uffici periferici dell'ex Servizio Mareografico e Idrografico Nazionale.

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV con regionalizzazione di tipo gerarchico. I risultati degli studi svolti dall'Autorità di Bacino hanno evidenziato che, dal punto di vista pluviometrico, il territorio è suddiviso in 6 aree pluviometricamente omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la curva di possibilità pluviometrica (vedi figura seguente).

Il territorio comunale di Venosa appartiene alla quarta zona pluviometrica omogenea, per la quale la curva di possibilità pluviometrica in funzione della durata della meteora espressa in ore è:

$$h(t) = 24,70 \cdot t^{0,256}$$



*Zone pluviometriche nel territorio dell'Autorità di Bacino della Puglia*

Ad  $h(t)$  va applicato il coefficiente moltiplicativo relativamente al Fattore di crescita  $K_T$  (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), ed al Fattore di riduzione areale  $K_A$  (funzione della superficie del bacino espressa in kmq e della durata dell'evento di progetto espresso in ore).

$$K_T = 0.5648 + 0.415 \ln T$$

Il fattore di riduzione areale  $K_A$  è dato da:

$$K_A = 1 - (1 - e^{-0,0021 \cdot A}) \cdot e^{-0,53 \cdot d^{0,25}}$$

La durata dell'evento pluviometrico di progetto viene posta pari al tempo di corrivazione del bacino idrografico.

Una volta definita la pioggia di progetto, occorre separare da questa la componente che partecipa al deflusso da quella che invece viene persa perché trattenuta dal suolo o dalla vegetazione, evaporata o infiltrata.

Vi sono vari modelli di trasformazione degli afflussi in deflussi riportati in letteratura per la stima della pioggia efficace. Tra questi l'Autorità di Bacino della Puglia propone il metodo della perdita iniziale e costante, che si ritiene adatto alla verifica del presente studio, attesa la ridotta estensione del bacino idrografico di alimentazione.

Tale metodo, meglio noto come *metodo dell'ordinata phi*, considera che la quantità di pioggia che non partecipa al deflusso sia costante nel tempo e pari a:

$$\phi = P_t - (1-K)$$

dove:  $P_t$  è la precipitazione totale,  $K$  è il coefficiente di deflusso e  $(1 - K)$  è il coefficiente di afflusso.

Per la valutazione del coefficiente di afflusso  $(1 - K)$  si fa riferimento all'approccio proposto da Rossi & Villani nel 1995, in virtù del quale:

$$(1 - K) = C_1 p_p + C_2 \cdot (1 - p_p)$$

con  $C_1 = 0.13$ ,  $C_2 = 0.60$  e  $p$  = percentuale delle aree del bacino completamente permeabili alle precipitazioni.

Nota l'altezza di precipitazione efficace, si può fare ricorso ai risultati del Progetto VAPI per la stima delle portate di assegnato tempo di ritorno in Puglia, in base alla modellazione statistica dei dati pluviometrici e idrometrici della regione.

In definitiva, dal punto di vista dell'approccio idrometrico, per i bacini della Puglia settentrionale si procede a una stima indiretta della piena della piena media annua nella sezione di chiusura del bacino oggetto dello studio, attraverso l'utilizzo di un modello concettuale (formula razionale), sulla base della seguente equazione:

$$Q = C \cdot K_A(t_r) \cdot I(t_r) \cdot A / 3.6$$

in cui  $Q$  = piena media annua ( $m^3/s$ ),  $C$  = coefficiente di piena,  $t_r$  = tempo di ritardo del bacino (h),  $I(t_r)$  = intensità di precipitazione desunta dal rapporto  $h(t_r)/t_r$  (mm/h),  $A$  = superficie del bacino ( $km^2$ ).

In particolare  $C = 0.09 + 0.47 (1 - pp)$ , con  $pp$  = frazione ad elevata permeabilità del bacino.

Inoltre  $t_r = 0.344 \cdot A^{0.5}$ , con  $A$  = superficie del bacino in  $km^2$ .

Al valore di  $Q$  così ottenuto va applicato il coefficiente moltiplicativo relativamente al Fattore di crescita  $K_T$ , funzione del tempo di ritorno  $T$  dell'evento di progetto (espresso in anni).

Nella zona 4 il fattore di crescita è dato da:

$$KT = -0,4007 + 0,904 \ln T$$

### Applicazione al caso di studio

Per quanto riguarda il presente studio, la frazione ad elevata permeabilità dei bacini di alimentazione può essere posta pari a un valore medio di:

$$pp = 0,4$$

Ne consegue che il coefficiente di piena diventa:

$$C = 0,09 + 0,47 (1 - 0,4) = 0,372$$

Il fattore di riduzione areale, per la ridotta estensione dei bacini di alimentazione, può essere posto pari a 1, per cui per i bacini oggetto di studio si ha:

<b>bacino</b>	<b>Area del bacino (Kmq)</b>	<b>Tempo di ritardo (h)</b>	<b>Intensità di pioggia (mm/h)</b>	<b>Piena media annua (m<sup>3</sup>/s)</b>
Bacino idrografico dell'area da risanare	0,04	0,07	184,95	2,06
Bacino del sistema di valloni prospicienti all'area da risanare	0,38	0,21	80,05	8,45

Le portate di piena, in funzione dei tempi di ritorno sono i seguenti:

<b>bacino</b>	<b>30 anni K<sub>T</sub>=2,67</b>	<b>200 anni K<sub>T</sub>=4,39</b>	<b>500 anni K<sub>T</sub>=5,22</b>
Bacino idrografico dell'area da risanare	5,49	9,02	10,73
Bacino del sistema di valloni prospicienti all'area da risanare	22,56	37,09	44,11

### Verifica idraulica del sistema di drenaggio

Le equazioni che reggono i fenomeni di propagazione delle correnti a pelo libero sono state sviluppate nel secolo scorso con i lavori fondamentali di de St. Vénant e Boussinesq, ma soltanto negli anni '50 si sono resi disponibili gli strumenti di calcolo necessari ad una loro risoluzione numerica.

Fino ad allora avevano trovato soluzione soltanto alcune semplici applicazioni di scarso interesse pratico.

Alla base della maggior parte delle trattazioni analitiche e numeriche del fenomeno di propagazione delle piene c'è l'ipotesi di monodimensionalità. Si tratta di volta in volta di valutare quanto questa ipotesi si possa applicare al caso pratico.

Per la determinazione del profilo della superficie libera di corsi d'acqua possono essere utilizzate le equazioni del moto permanente monodimensionale di una corrente a pelo libero in alveo quasi cilindrico con portata costante. Le equazioni che governano tale moto possono essere risolte applicando il codice di calcolo HEC-RAS, sviluppato da Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers, del quale verrà fornita una descrizione nel seguito.

La simulazione dei fenomeni di propagazione delle correnti a pelo libero in canali a sezione, pendenza e scabrezza costante può anche avvenire ipotizzando, per semplificare, che le condizioni di moto siano uniformi, così come avviene nel dimensionamento dei canali fognari e di bonifica.

In ogni caso la disponibilità di rilievi affidabili della geometria dell'alveo e della pendenza media dei vari tratti consente di attribuire un buon grado di accuratezza al profilo di moto permanente calcolato per i diversi eventi di piena previsti.

## **Descrizione del modello idraulico Hec-Ras**

La valutazione delle portate critiche è stata condotta mediante l'ausilio di un codice per il calcolo dei profili idraulici in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali (o artificiali), che consente anche la valutazione degli effetti della corrente dovuti all'interazione con ponti, briglie, stramazzi, aree golenali. Il software funziona in ambiente Windows ed è di facile apprendimento e utilizzo, permettendo l'inserimento dei dati attraverso l'apertura di numerose finestre di dialogo.

In primo luogo occorre 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. In questa sezione sono disponibili altre opzioni, fra le quali la procedura di interpolazione fra una sezione e l'altra (XS Interpolation), molto utile quando occorre infittire il numero di sezioni, qualora i rilievi originali siano troppo distanti fra loro; inoltre, è possibile definire la quota delle sponde (left and right elevations) e degli argini (levees), e inserire nella sezione delle aree dove l'acqua arriva ma non contribuisce al deflusso (ineffective flow areas) e delle coperture (lids).

Il codice di calcolo permette anche di fornire la geometria dei ponti in una sezione (bridge and culvert data) nella quale è possibile definire per ogni ponte l'impalcato (deck/roadway), le pile (piers), le spalle (sloping abutments) e le condizioni di calcolo (bridge modelling approach).

Successivamente occorre impostare la sezione relativa alle condizioni di moto (steady flow data), definendo la portata di riferimento per le diverse sezioni fluviali e le condizioni 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) e, infine, tramite una visione prospettica tridimensionale del sistema fluviale (x, y, z perspective plot).

L'ipotesi alla base delle formulazioni per la determinazione del profilo idraulico è che il moto dell'acqua nel canale si considera uniforme. Questo significa che tutte le grandezze caratterizzanti la corrente (altezza idrica, velocità media nella sezione, portata, ecc.) risultano costanti nel tempo e nello spazio. Sotto questa ipotesi, la pendenza media disponibile  $im$ , definita come il rapporto fra la differenza di quota e la distanza fra la sezione di monte e quella di valle, è esattamente pari alla pendenza piezometrica  $J$ , che rappresenta le dissipazioni energetiche per unità di lunghezza. La relazione  $im = J$  costituisce l'equazione fondamentale del moto uniforme.

La determinazione del profilo teorico in moto permanente è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto Standard Step Method, basato appunto sull'equazione monodimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

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

In particolare,  $h_f$  dipende principalmente dalla scabrezza del tratto di alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = J \cdot L$$

con  $J$  pendenza motrice nel tratto di lunghezza  $L(m)$ .

Il calcolo di  $J$  è effettuabile con diverse formulazioni in funzione della pendenza motrice in corrispondenza delle sezioni di inizio e fine di ciascun tratto. Il calcolo del termine  $J$  nella singola sezione è effettuato mediante la seguente formula:

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

dove  $Q(m^3/s)$  è la portata di calcolo e  $K$  (denominato conveyance) rappresenta un parametro di conducibilità, ricavabile attraverso la seguente espressione:

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

dove  $A(m^2)$  è l'area della sezione liquida,  $R(m)$  il raggio idraulico e  $n(m^{-1/3} s)$  il parametro rappresentativo della scabrezza, espresso in termini di coefficiente di Manning.

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

Per il calcolo della scabrezza equivalente  $n_c$  il codice di calcolo utilizza la formula:

$$n_c = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N \left( P_i \cdot n_i^{\frac{3}{2}} \right)}{P} \right]^{\frac{2}{3}}$$

dove  $P(m)$  rappresenta il perimetro bagnato dell'intera sezione,  $P_i$  e  $n_i$  il perimetro bagnato e il coefficiente di Manning della sezione  $i$ -esima. Per rappresentare la macro-scabrezza, in particolare nei tratti urbani dove si possono trovare edifici in prossimità del corso d'acqua, il codice di calcolo permette di inserire dei blocchi (denominati blocked obstruction), che sono aree della sezione permanentemente bloccate, le quali diminuiscono l'area della sezione e aggiungono perimetro bagnato quando l'acqua giunge a contatto con esse.

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

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

dove  $\beta$  è un coefficiente di contrazione o espansione che dipende dalle condizioni geometriche del tratto considerato,  $V_1$  e  $V_2$  (m/s) sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Al tirante idrico in condizioni di stato critico corrisponde la massima portata teoricamente smaltibile dalla sezione, indipendentemente dalla natura del fondo e delle pareti, nonché dall'inserimento della sezione stessa in un tronco fluviale. Esso è stato valutato imponendo che il numero di Froude, indicato con  $Fr$ , assuma valore unitario. In termini di portata e per le sezioni in esame, si scrive:

$$Fr = \frac{VA}{\sqrt{A^2 g h_m}}$$

dove  $g$  è l'accelerazione di gravità,  $h_m$  il tirante idrico,  $A$  l'area bagnata della sezione, e  $V$  la velocità media della sezione. Tale equazione permette la determinazione dell'altezza di stato critico tramite il valore  $h_m$  che soddisfa la relazione in esame tra l'altezza di piene rive e il fondo.

### Verifica idraulica del sistema di valloni prospicienti l'area da risanare

La verifica idraulica del sistema di valloni limitrofi all'area da sottoporre a recupero e risanamento ambientale è stata svolta con lo scopo di verificare l'eventuale incidenza delle piene sulle opere di progetto.

L'articolazione del sistema di drenaggio è stata modellata sulla base del rilievo topografico eseguito e riportato nelle tavole allegate al progetto.

In particolare alla sezione idraulica esterna è assegnato un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,033.

Il modello geometrico e le sezioni idrauliche verificate sono rappresentati nelle Figure seguenti:

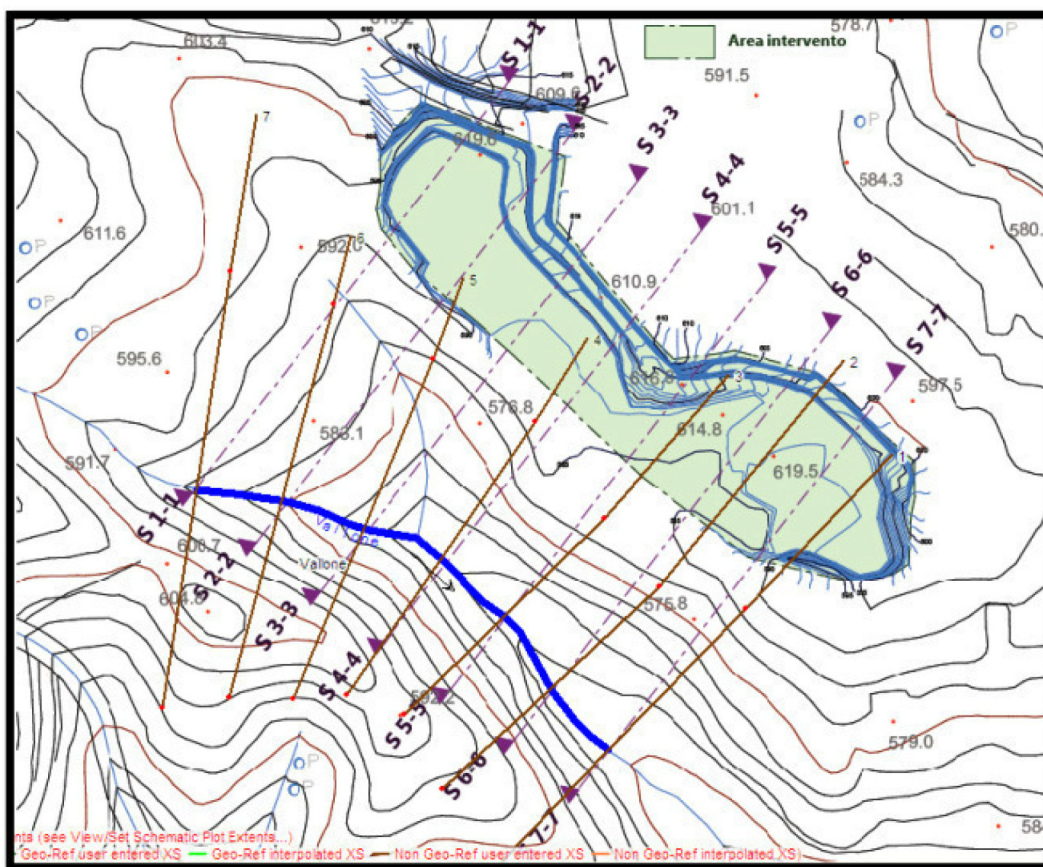


Figura 7: Planimetria della modellazione geometrica del Fosso della Discarica

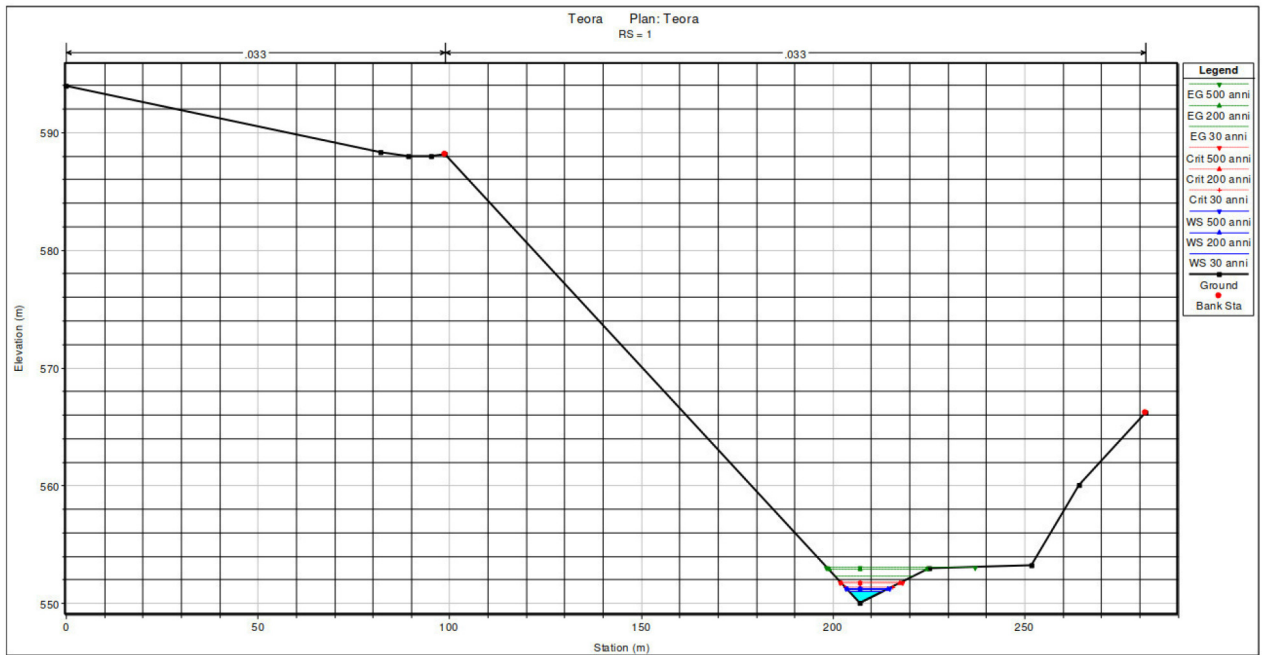


Figura 8: Sezione geometrica 1 (S-S 7)

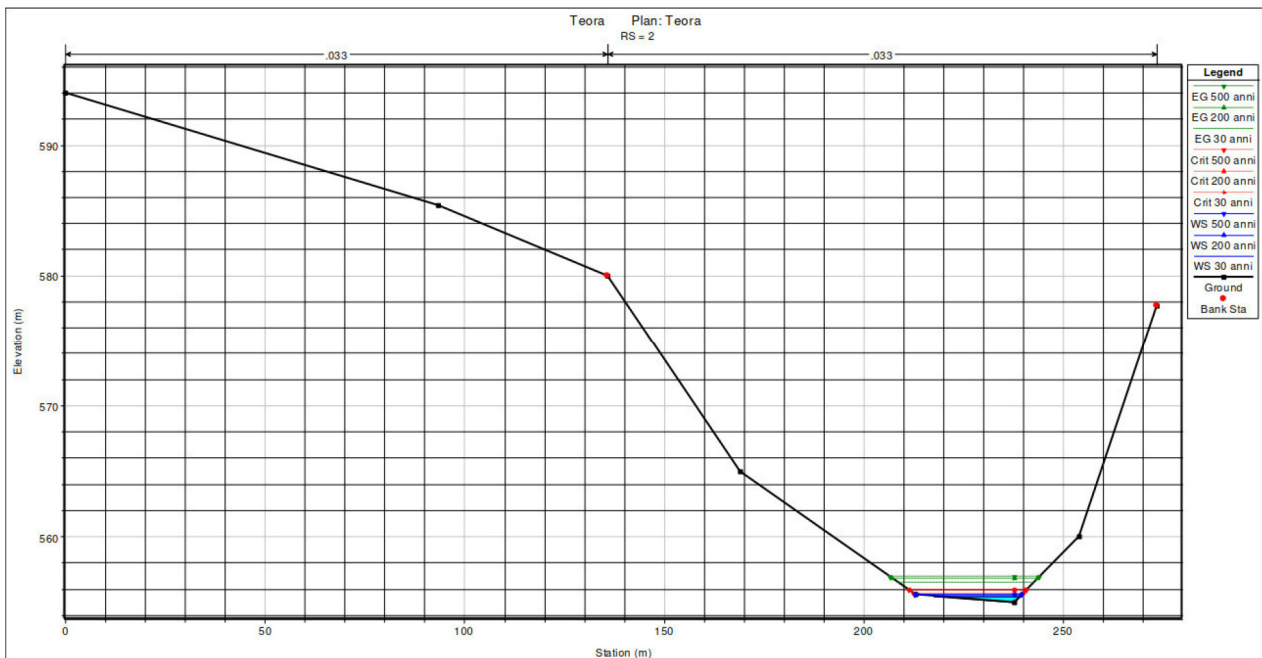


Figura 9: Sezione geometrica 2 (S-S 6)



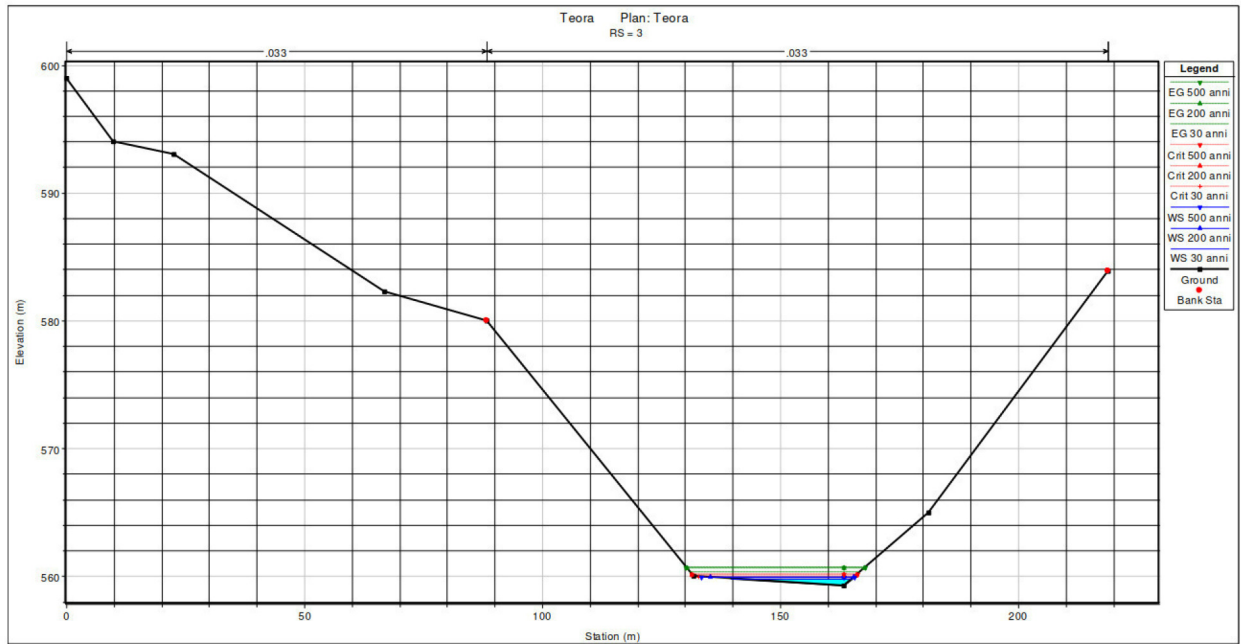


Figura 10: Sezione geometrica 3 (S-S 5)

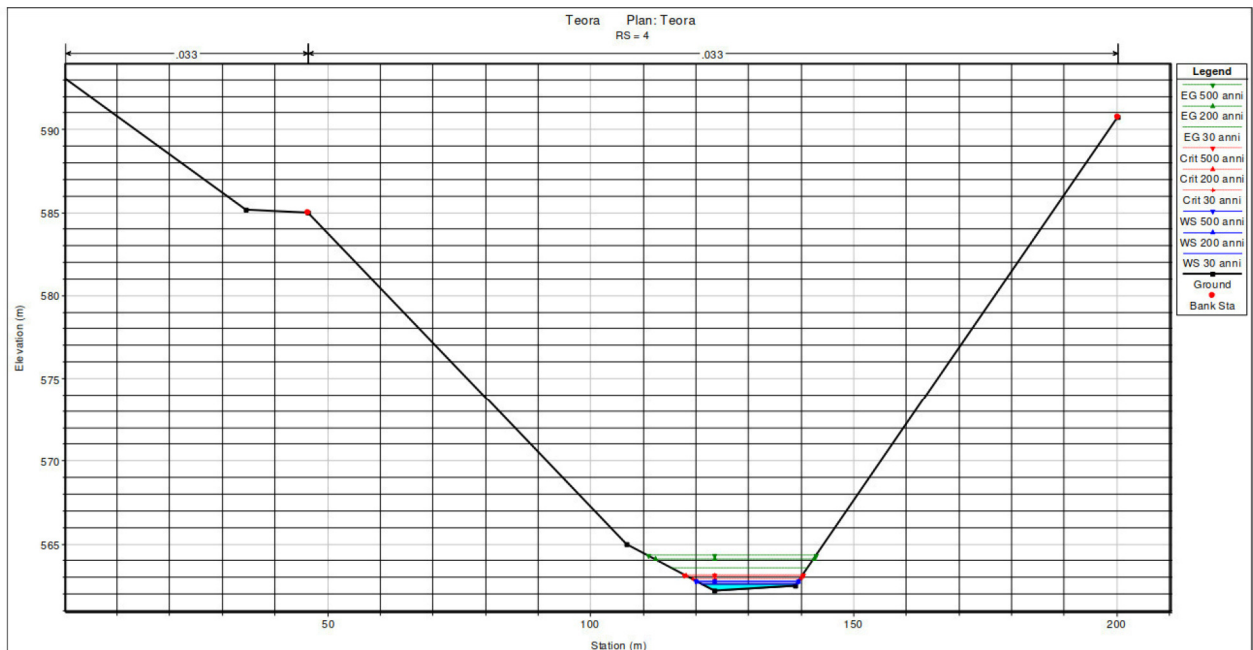
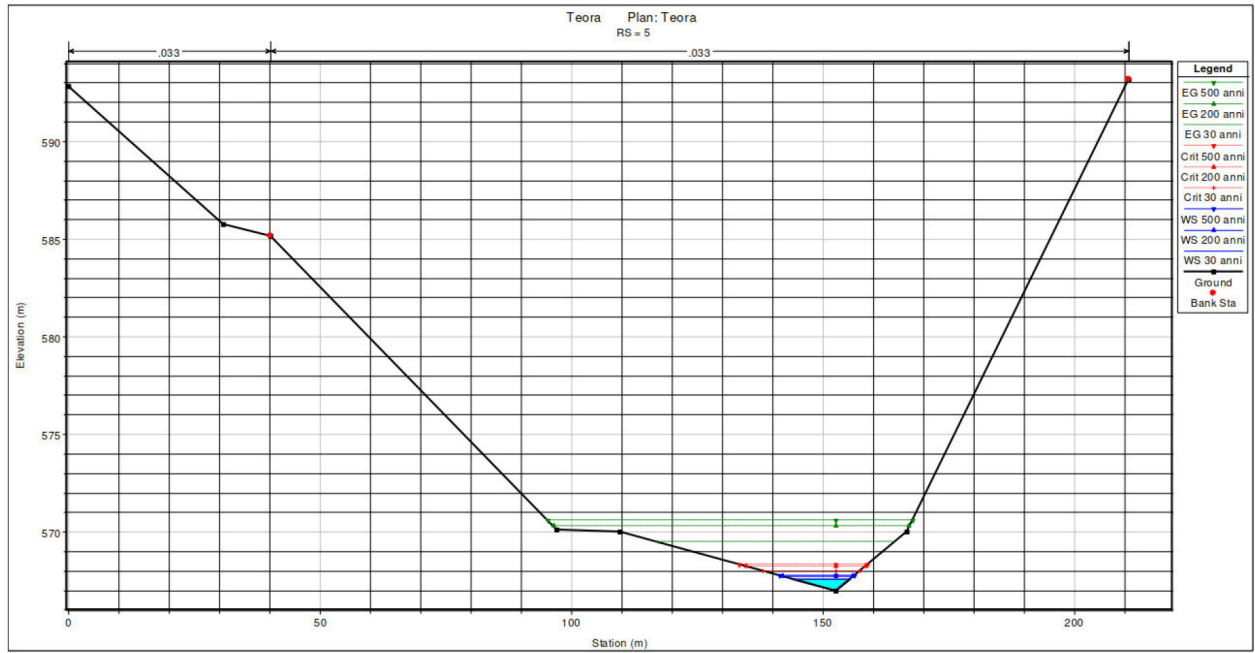
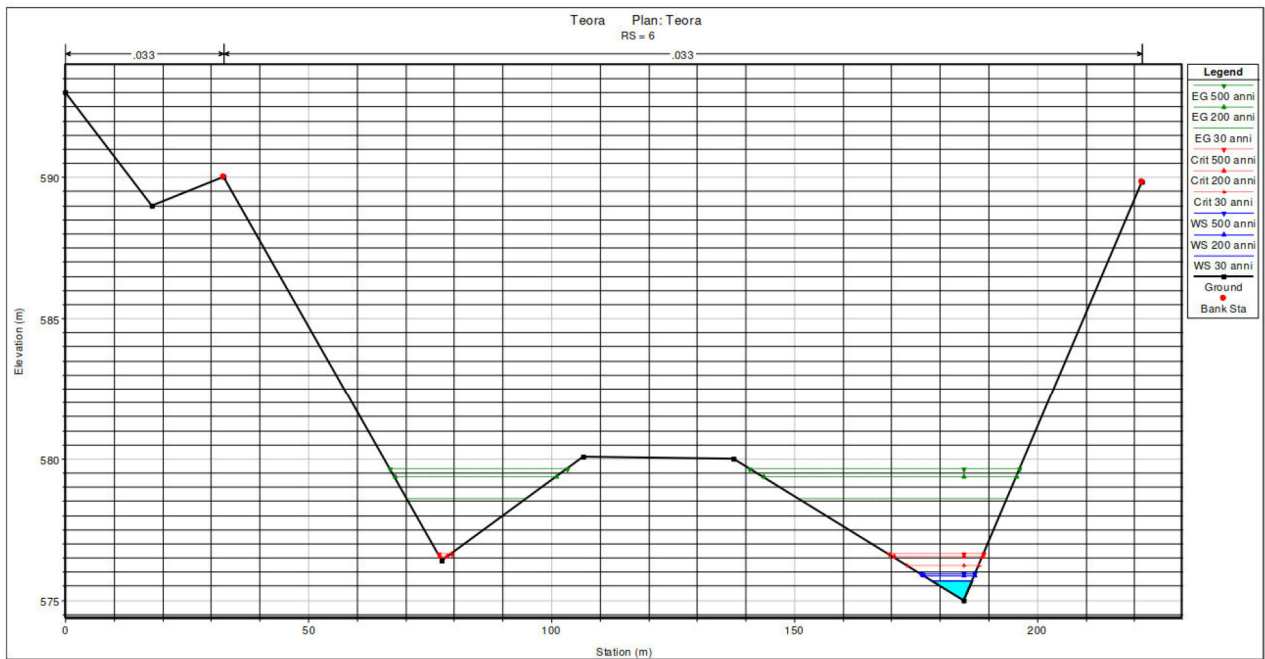


Figura 11: Sezione geometrica 4 (S-S 4)



**Figura 12: Sezione geometrica 5 (S-S 3)**



**Figura 13: Sezione geometrica 6 (S-S 2)**

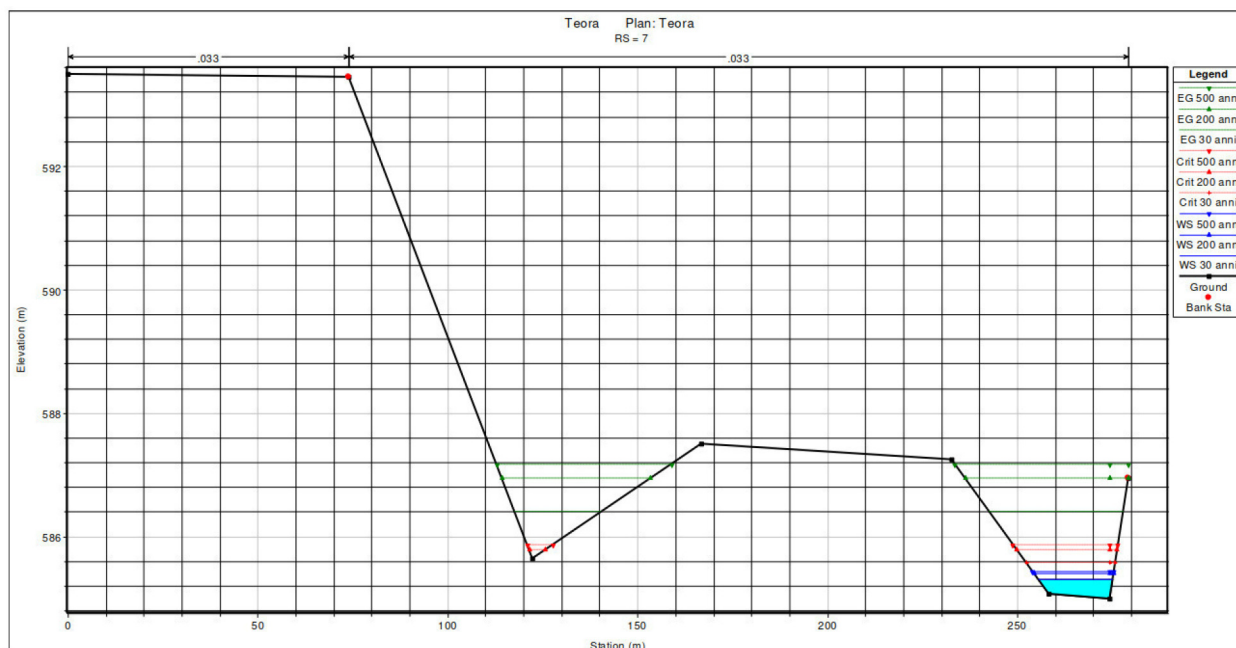


Figura 14: Sezione geometrica 7 (S-S 1)

Dalle verifiche in moto permanente eseguite è emerso che il sistema di valloni prospiciente l'area da ripristinare non condiziona le opere di progetto, neanche con la piena caratterizzata da un tempo di ritorno pari a 500 anni.

Il profilo del vallone è invece riportato nella figura seguente:

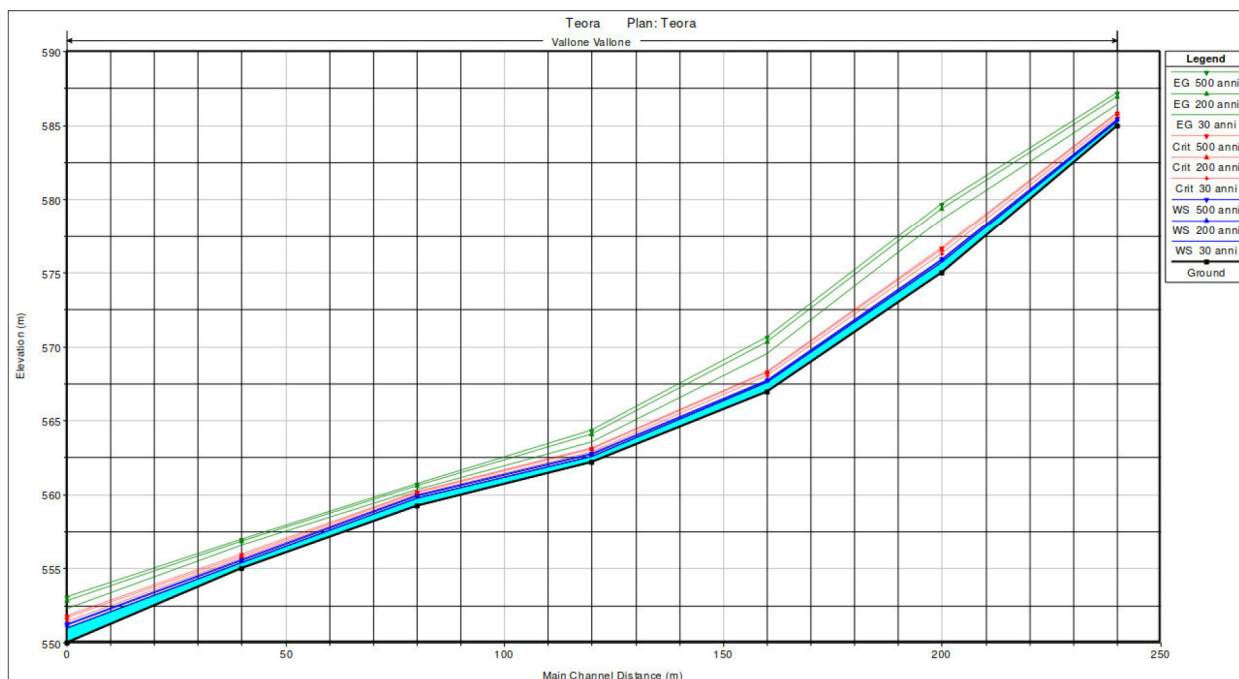


Figura 15: Profilo della corrente con portate 30-ennali, 200-ennali e 500-ennali

## VERIFICA IDRAULICA DEL SISTEMA DI DRENAGGIO ALL'INTERNO DELL'AREA DA

### RIPRISTINARE

#### **I canali a pelo libero a sezione trapezia**

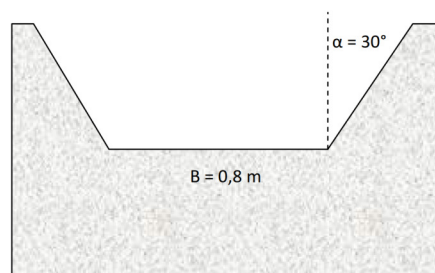
Il sistema di drenaggio oggetto di verifica idraulica è costituito da una rete di canali a pelo libero ricavate nella roccia lapidea fratturata.

Essendo i canali ricavati artificialmente mediante scavi a sezione obbligata, ad essi si può dare una pendenza costante. In tale ipotesi appare sufficiente la verifica dei canali con modellazione idraulica in moto uniforme.

In particolare il canale di gronda in fregio al coronamento del fronte di scavo viene alimentato da una superficie di corrivazione pari al 15% dell'area totale di bacino. Pertanto la portata che cimenta tale canale può essere con buona approssimazione posto pari al 15% della massima portata di pioggia riportata al primo rigo della seconda tabella a pag. 10.

Anche i canali che corrono lungo le scarpate vengono alimentati da un 15% delle acque di corrivazione che scorrono lungo i rispettivi piazzali, oltre che dalle acque di corrivazione che provengono dal canale di gronda, per una superficie complessiva pari al 45% dell'area totale di bacino. La vasca di decantazione, infine, è alimentata dai tre canali di guardia, oltre che dalle acque di corrivazione che provengono da una piccola parte del piazzale e dalla cavea che lo sovrasta, per una superficie complessiva pari al 60% dell'area totale di bacino. La restante percentuale dell'acqua di corrivazione corre lungo il versante.

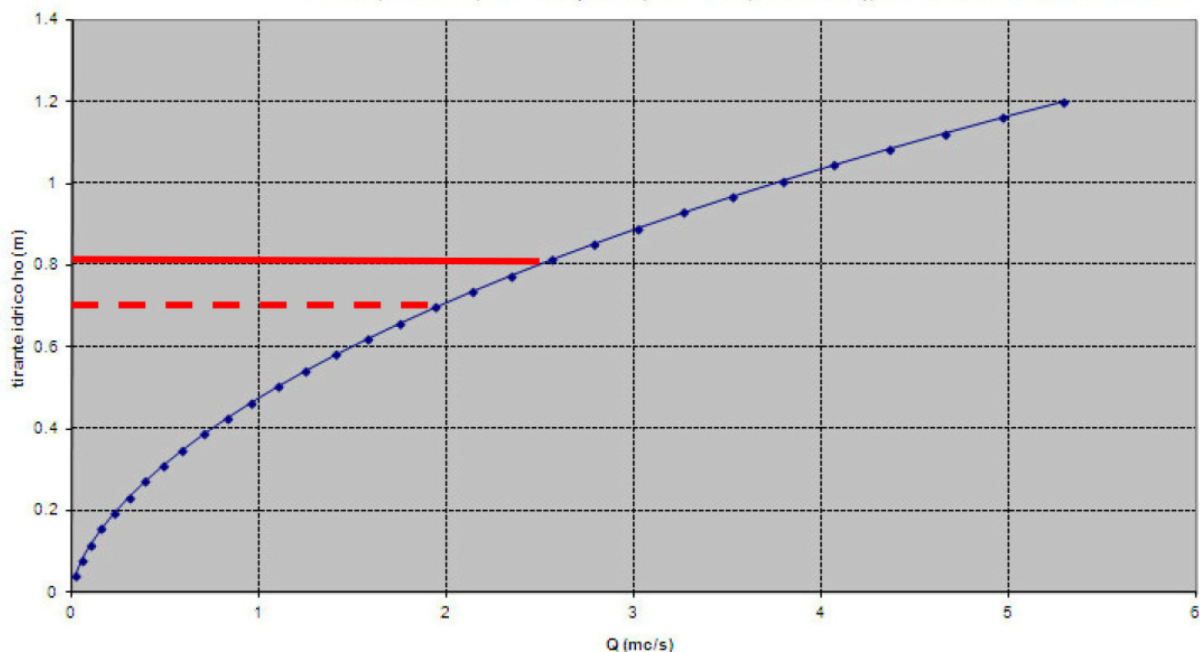
Si ricorda che la pendenza media dei canali è del 3,5%. Per il canale di progetto sono sintetizzati nel seguito le caratteristiche fisiche, geometriche e cinematiche della corrente.



Canale	Canale di gronda	Canale collettore verso la vasca
Larghezza della base (m)	0,8	1,2 m
Angolo di inclinazione delle sponde	30°	30°
Altezza max (m)	0,8	1,2 m
Pendenza fondo alveo (%)	3,5	3,5
Coefficiente di Strickler	80	80
Coefficiente di Bazin	0,110	0,110
Capacità idrovettrice in moto uniforme	2,0	6,0

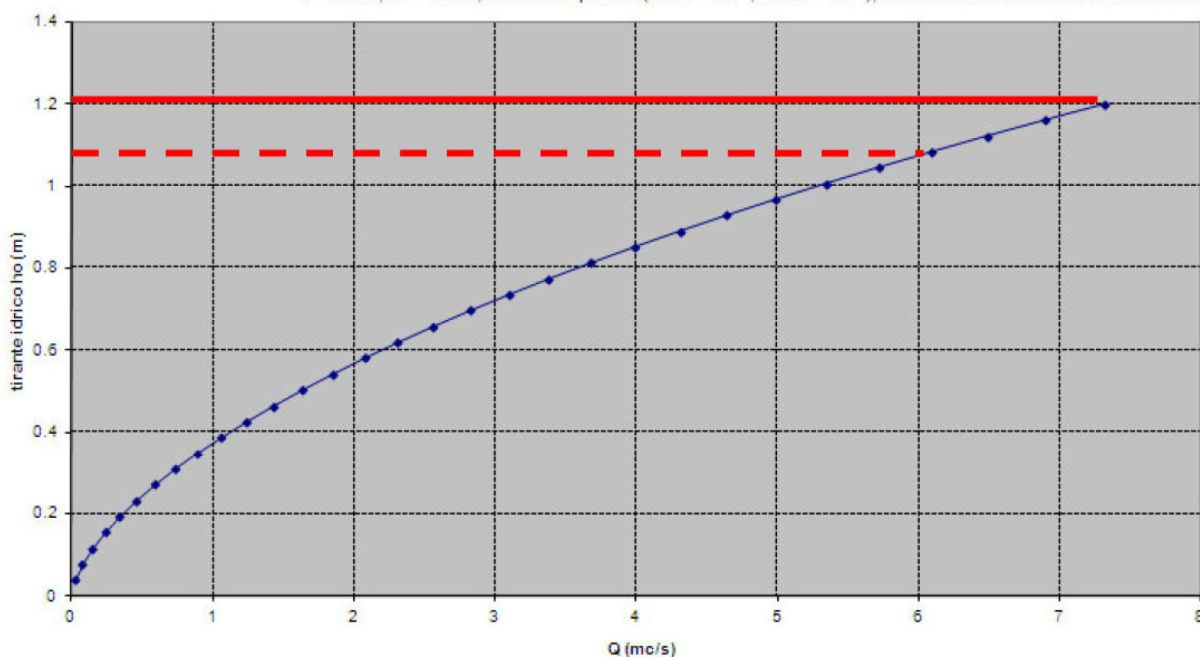
Scala delle portate di moto uniforme (SEZIONE TRAPEZIA/RETTANGOLARE/TRIANGOLARE)

$i = 3.5\%$ ;  $B = 0.8$  m; inclinaz. sponde ( $\alpha_1 = 30^\circ$ ,  $\alpha_2 = 30^\circ$ ); Canali in roccia senza rivestimento



Scala delle portate di moto uniforme (SEZIONE TRAPEZIA/RETTANGOLARE/TRIANGOLARE)

$i = 3.5\%$ ;  $B = 1.2$  m; inclinaz. sponde ( $\alpha_1 = 30^\circ$ ,  $\alpha_2 = 30^\circ$ ); Canali in roccia senza rivestimento



Dalla curva di deflusso dei canali di gronda si deduce che la capacità idrovetrica dei canali è, al netto di un franco di sicurezza di una decina di centimetri, pari a 2 m<sup>3</sup>/s, ovvero pari al 36% della piena trentennale, al 22% della piena duecentennale e il 19% della piena cinquecentennale. Quindi i canali di gronda sono pienamente verificati in quanto riescono a smaltire più del 15% della piena cinque centennale del piazzale.

Dalla curva di deflusso del canale di recapito finale si deduce che la capacità idrovetrice dello stesso canale è, al netto di un franco di sicurezza di una decina di centimetri, pari a 6 m<sup>3</sup>/s, ovvero pari al 100% della piena trentennale, al 67% della piena duecentennale e il 56% della piena cinquecentennale. Quindi il canale di recapito finale è pienamente verificato in quanto riesce a smaltire più del 45% della piena cinquecentennale del piazzale.

Infine, con riferimento alla vasca di decantazione, le sue dimensioni consentono di stoccare un volume idrico massimo di 200 m<sup>3</sup> di acqua. Considerato il tempo di corrivazione del bacino dell'area da ripristinare, pari a 0,07 ore, si deduce che i volumi di pioggia di progetto e i tempi di riempimento della vasca in condizioni estreme sono quelli riportati al terzo e quarto rigo della Tabella seguente:

Bacino		30 anni	200 anni	500 anni
Bacino idrografico dell'area da risanare	Portate di piena (mc/s)	5,49	9,02	10,73
	Volumi di piena (mc)	1383	2273	2703
	Tempo di riempimento (sec.)	36	22	19

## Conclusioni

Lo studio idraulico della presente monografia mostra la verifica di efficacia del sistema di drenaggio delle acque di corrivazione a servizio dell'area oggetto di ricomposizione ambientale della Società ICAL S.r.l., in Località Serra dei Mortali, nel territorio comunale di Teora (AV), in base a studi aggiornati suggeriti dall'Autorità di Bacino della Puglia nell'ambito della propria relazione di Piano, nonostante l'intervento in argomento non preveda l'acquisizione del parere preventivo della stessa Autorità di Bacino, dal punto di vista della compatibilità con l'assetto idraulico del territorio.

Il sistema di drenaggio indagato è costituito da:

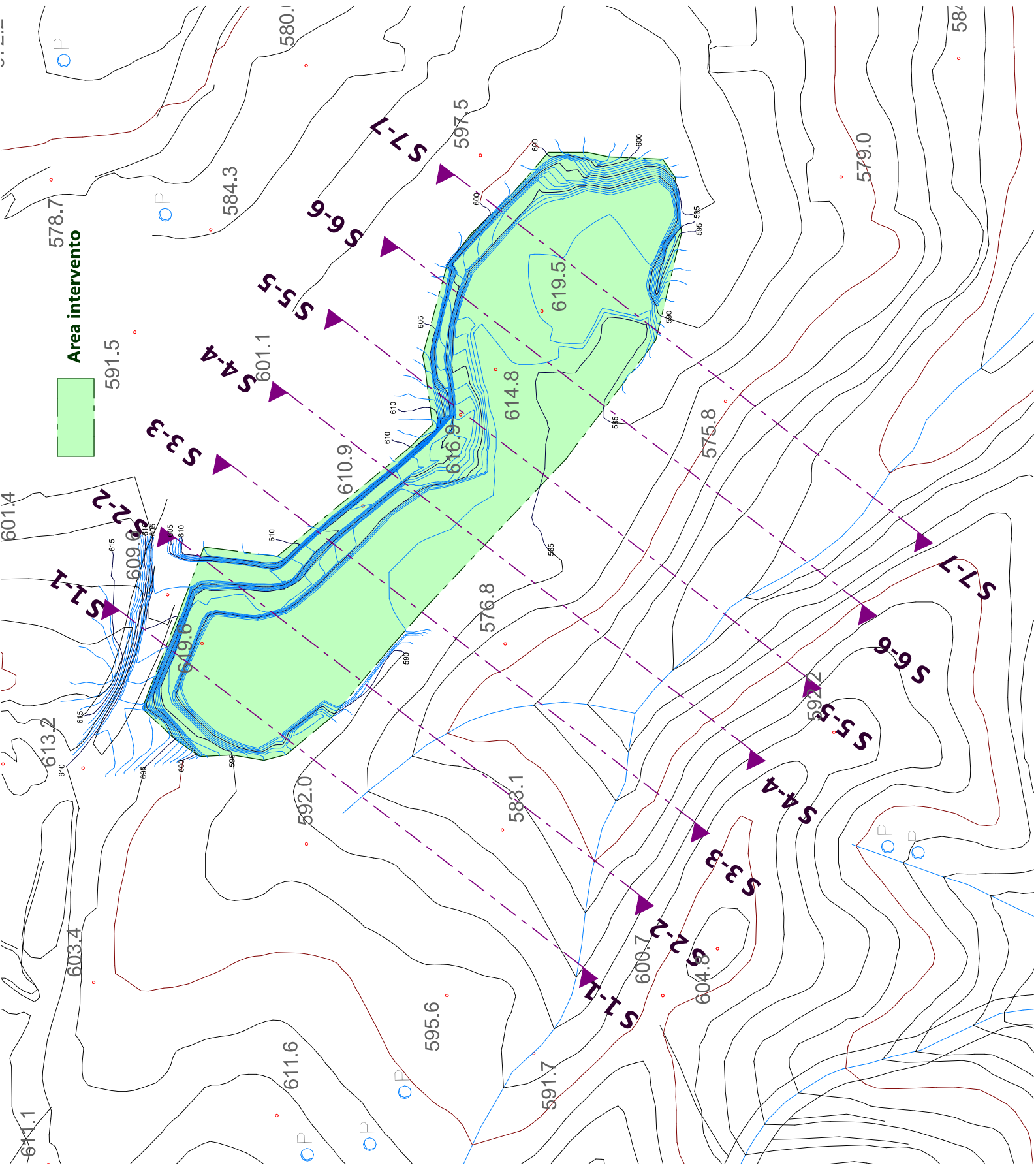
1. Un sistema di valloni ubicati in prossimità dell'area oggetto dell'intervento, dei quali si sono studiati le influenze delle piene sulle opere di progetto;
2. Un sistema di drenaggio, rappresentato da canali di gronda e un canale di recapito finale verso una vasca di decantazione.

**Dalle indagini svolte si è potuto verificare che il vallone posto in prossimità dell'area oggetto di intervento non influenza le opere a farsi, in quanto le piene cinquecentennali sono ampiamente contenute nello stesso vallone.**

**Le stesse indagini hanno consentito di dimensionare, infine, i canali di gronda e di recapito finale verso una vasca di decantazione e da questa verso il reticolo idrografico naturale.**

**La vasca di decantazione ha meramente scopo di ridurre l'apporto meteorico ordinario nel reticolo idrografico naturale, al fine di incrementare le condizioni di sicurezza idrogeologica derivanti da una migliore regimentazione dei deflussi idrici. Tuttavia l'efficacia della stessa vasca si riduce per piene eccezionali, in quanto il suo effetto si risente solo per i primi istanti dell'evento meteorico.**

Il Tecnico

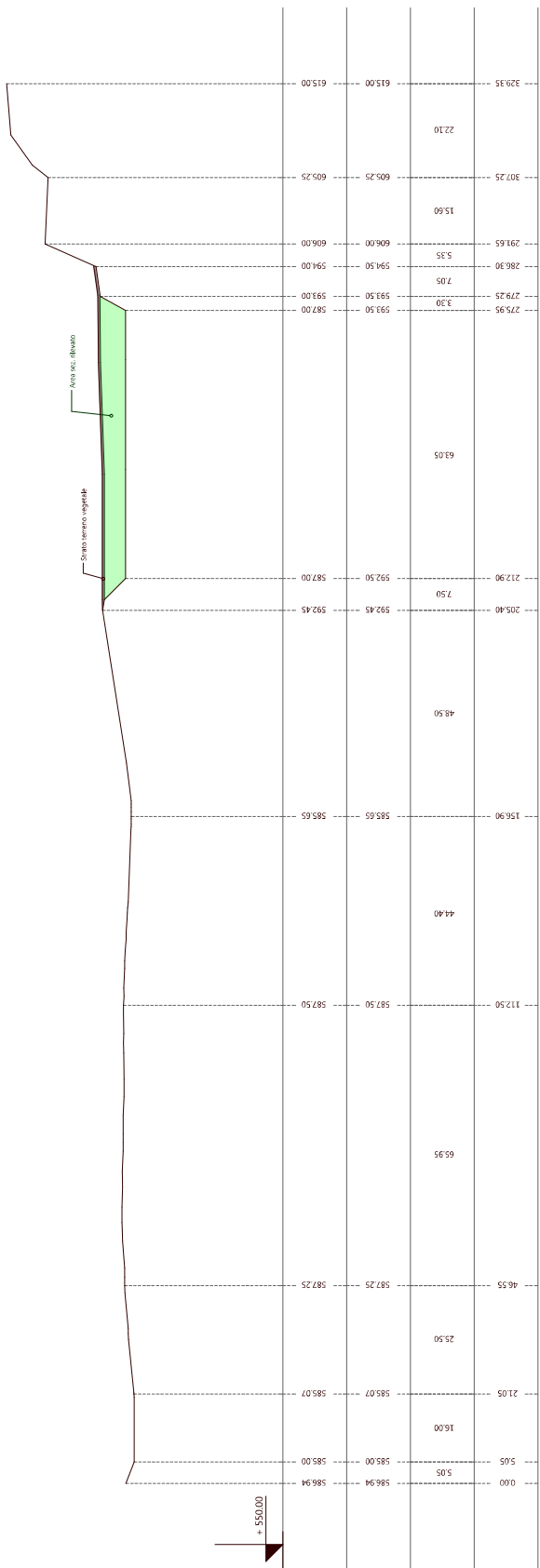


Area intervento





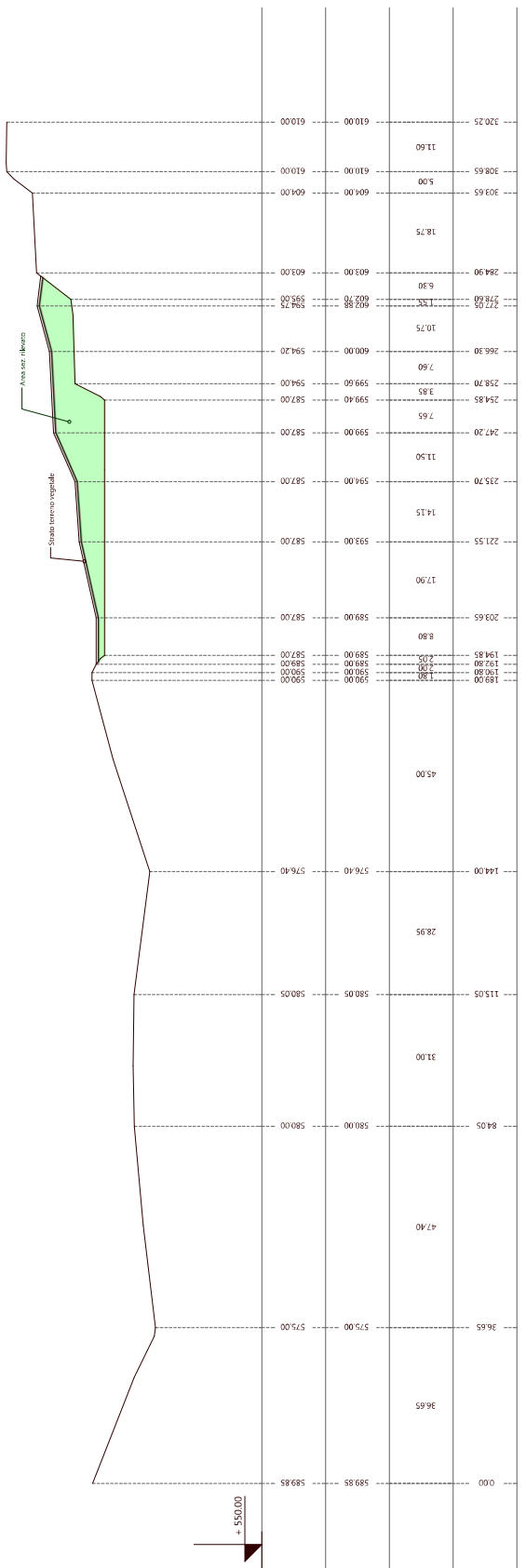
**Sezione S 1-1**



Scala Lunghezze 1:500  
Scala Altezze 1:500

QUOTE STATO DI FATTO	586.94	585.00	585.07	587.25	587.50	585.65	592.45	592.50	587.00	593.50	593.00	594.00	606.00	609.25	615.00
QUOTE DI PROGETTO	586.94	585.00	585.07	587.25	587.50	585.65	592.45	592.50	587.00	593.50	593.00	594.00	606.00	609.25	615.00
DISTANZE PARZIALI	5.05	16.00	21.05	25.50	46.55	65.95	44.40	156.90	48.50	7.50	65.05	7.05	5.35	15.60	22.10
DISTANZE PROGRESSIVE	0.00	5.05	21.05	46.55	112.50	178.45	222.85	379.75	428.25	493.30	558.35	565.40	621.00	636.60	658.70

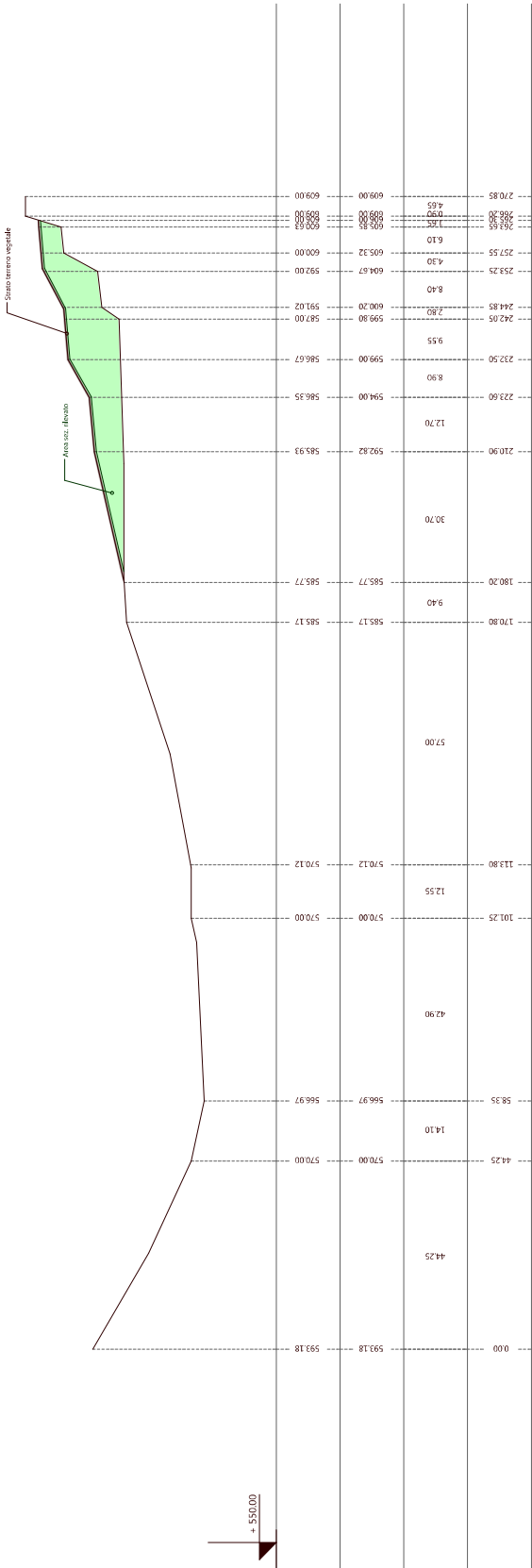
**Sezione S 2-2**



Scala Lunghezze 1:500  
Scala Altezze 1:500

QUOTE STATO DI FATTO	589.85	575.00	580.05	580.00	576.40	589.00	587.00	593.00	587.00	599.00	594.00	582.00	599.60	600.00	603.00	604.00	610.00	610.00	
QUOTE DI PROGETTO	589.85	575.00	580.05	580.00	576.40	589.00	587.00	593.00	587.00	599.00	594.00	582.00	599.60	600.00	603.00	604.00	610.00	610.00	
DISTANZE PARZIALI	36.65	31.00	28.95	144.00	45.00	8.80	17.90	14.15	11.50	7.65	3.85	7.60	6.90	10.75	1.55	18.75	5.00	11.60	
DISTANZE PROGRESSIVE	0.00	36.65	67.65	111.65	156.65	165.45	183.35	201.25	212.75	224.25	235.75	247.25	258.75	269.45	280.15	298.90	304.90	316.50	328.10

**Sezione  
S 3-3**



Scala Lunghezze 1:500  
Scala Altezze 1:500

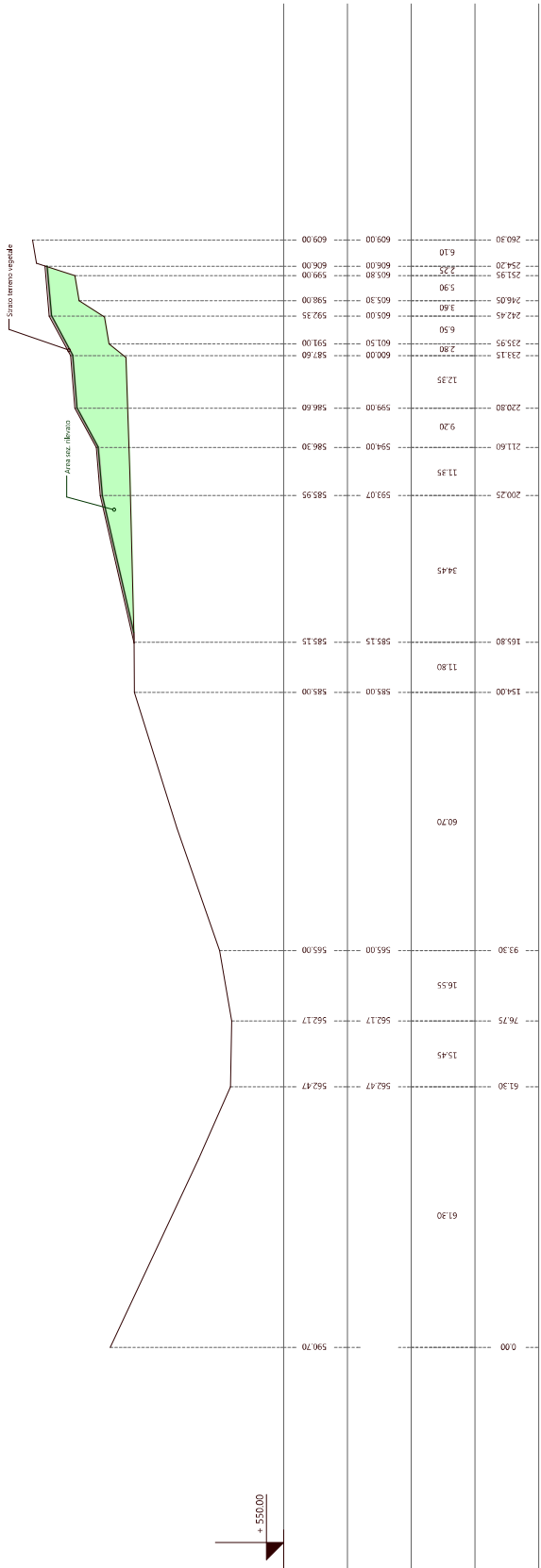
QUOTE STATO DI FATTO

QUOTE DI PROGETTO

DISTANZE PARZIALI

DISTANZE PROGRESSIVE

**Sezione  
S 4-4**



Scala Lunghezze 1:500  
Scala Altezze 1:500

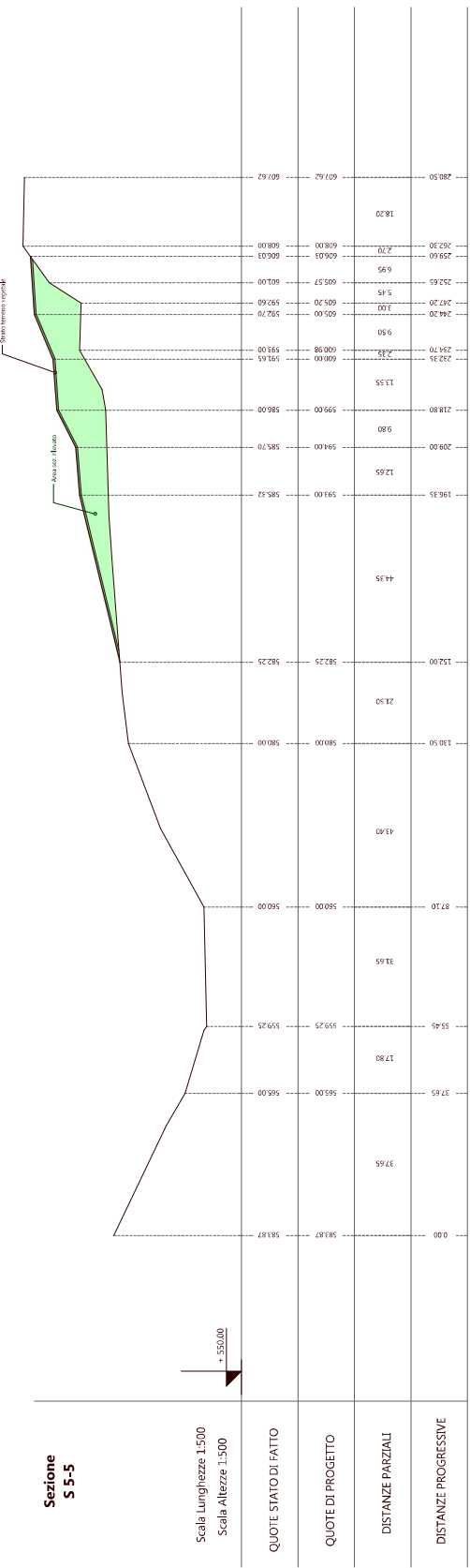
QUOTE STATO DI FATTO

QUOTE DI PROGETTO

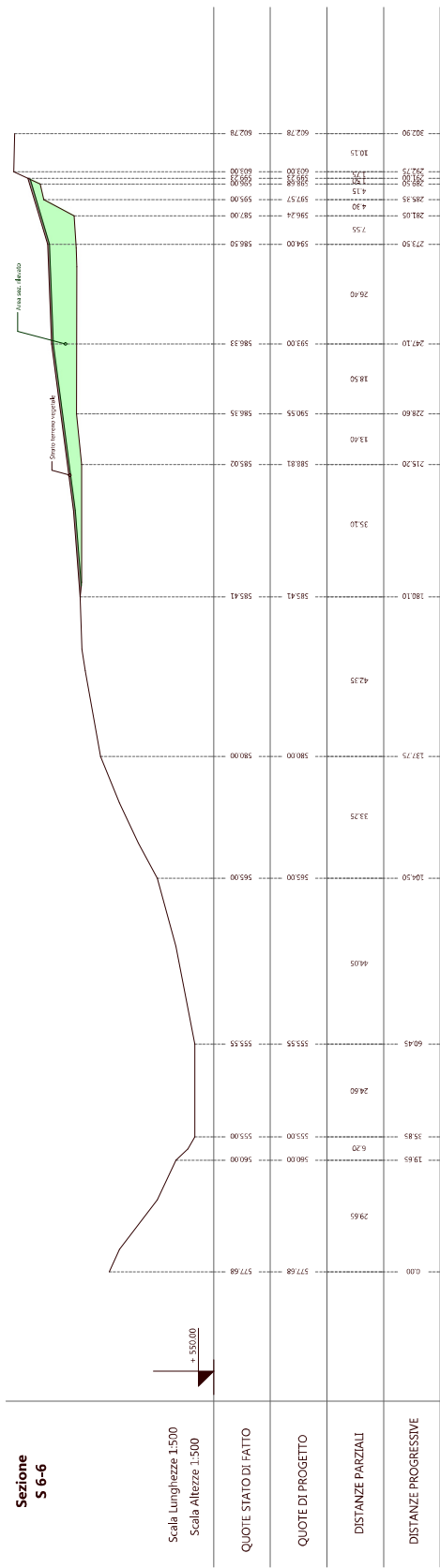
DISTANZE PARZIALI

DISTANZE PROGRESSIVE

**Sezione S 5-5**



**Sezione S 6-6**



**Sezione S 7-7**

