Regione LIGURIA	**Provincia di IMPERIA**	**Comune di PORNASSIO**

VERIFICA DI ASSOGETTABILITA' A VIA PER LA RIATTIVAZIONE DEL COMPLESSO ESTRATTIVO DENOMINATO "RIVARINI"

REGIONE LIGURIA	PROVINCIA DI IMPERIA	COMUNE DI PORNASSIO	LOCALITA' RIVARINI

OGGETTO DELL'ELABORATO

ALLEGATO 3: RELAZIONE IDRAULICA

versione	data	Oggetto
I	26/03/2026	*Relazione idraulica*

InGEpro Ingegneri Associati
Corso Torino 17/6 sc. A 16129 – Genova
C.F. e P. IVA: 02726060995

Email: studio@ingepro.eu
PEC: studio@pec.ingepro.eu

Estensore: Ing. Riccardo Giammarini

TIMBRO – FIRMA

Firmato digitalmente da

Riccardo Giammarini

O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova
C = IT

Sommario

1. PREMESSA 3
2. INQUADRAMENTO IDRAULICO GENERALE 3
3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA 6
4. ACQUE NELL'AREA DI CAVA 10
5. CRITERI PER DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO 11
6. CRITERI PER I CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO 11
7. CONDIZIONI DELLA RETE IDRAULICA DI RACCOLTA E COLLETTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE 12
8. DESCRIZIONE E DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE 15
8.1 CRITERI GENERALI 15
8.2 FASI DI ATTIVITÀ – GESTIONE ACQUE 16
8.2.1 Stato attuale 16
8.2.2 Stato di scavo / coltivazione 17
8.2.3 Stato di sistemazione (stato finale rilevato e stato di ripristino ambientale) 20

Allegati

Tabella id-1 : dati deflusso acque meteoriche, superfici e portate di competenza

Tabella id-2 : dimensionamento canalette e tubi di attraversamento

Tabella id-3 : predimensionamento del sistema di pompaggio area in fossa

Tabella id-4: verifica tubi drenaggio fossa D 300 mm

Allegati grafici esterni

Disegno id-1: Stato ATTUALE: regimazione acque

Disegno id-2: Stato FINALE DI SCAVO: regimazione acque

Disegno id-3: Stato FINALE RILEVATO: regimazione acque

Disegno id-4: Stato FINALE RIPRISTINO AMBIENTALE: regimazione acque

Disegno id-5: Planimetria di dettaglio della vasca di sedimentazione

1. PREMESSA

Il presente documento fa parte della documentazione del progetto di coltivazione e ricomposizione ambientale della cava di calcare denominata "Rivarini" sita nel Comune di Pornassio (IM).

Nel presente documento sono contenuti l'analisi idraulica dei luoghi, la valutazione delle modifiche indotte dal progetto, le condizioni di deflusso in ogni singola fase esaminata, compresa la sistemazione finale, le proposte di miglioramento della rete di raccolta e collettamento delle acque.

2. INQUADRAMENTO IDRAULICO GENERALE

L'area fa parte dell'ampio bacino idrografico del Fiume Tanaro: come risulta dalla lettura della sotto riportata **Figura 2-1**, l'area è nella sponda destra idrografica del Rio Boschetti, a sua volta tributario di destra del Fiume Tanaro.

Le acque provenienti dalle aree di cava e prossime alle stesse vengono progressivamente raccolte in parte da colatori minori, non individuati nella mappa del reticolo idrografico, che defluiscono direttamente verso il Rio Boschetti, ed in parte dal reticolo che confluisce nel Rio Vernei, tributario di destra del Rio Boschetti.

La strada di accesso all'area di cava costituisce un importante elemento di raccolta e regimazione delle acque: a monte della stessa è presente una canaletta di raccolta (v. **Foto 1**), le acque in essa raccolte defluiscono verso valle e vengono progressivamente intercettate da una serie di tubi di attraversamento che le portano verso valle, nel reticolo minuto non mappato e nel reticolo del Rio Vernei.

La mappa catastale conferma l'assenza di rivi con superficie demaniale: nello stralcio planimetrico riportato in **Figura 2-2**: , il solo corso d'acqua con superficie demaniale è il Rio Boschetti.

Dal punto di vista idraulico, gli interventi previsti per la riattivazione e la gestione della cava non comportano particolari modifiche al sistema di drenaggio generale dell'area: l'area interessata è pari a circa 30.000 mq e al suo interno non sono presenti corsi d'acqua.

Le attività verranno pertanto predisposte in modo da mantenere il sistema generale di deflusso delle acque dell'area, senza alterare le portate e migliorando la qualità delle acque che defluiscono verso valle, mediante specifica vasca di sedimentazione.

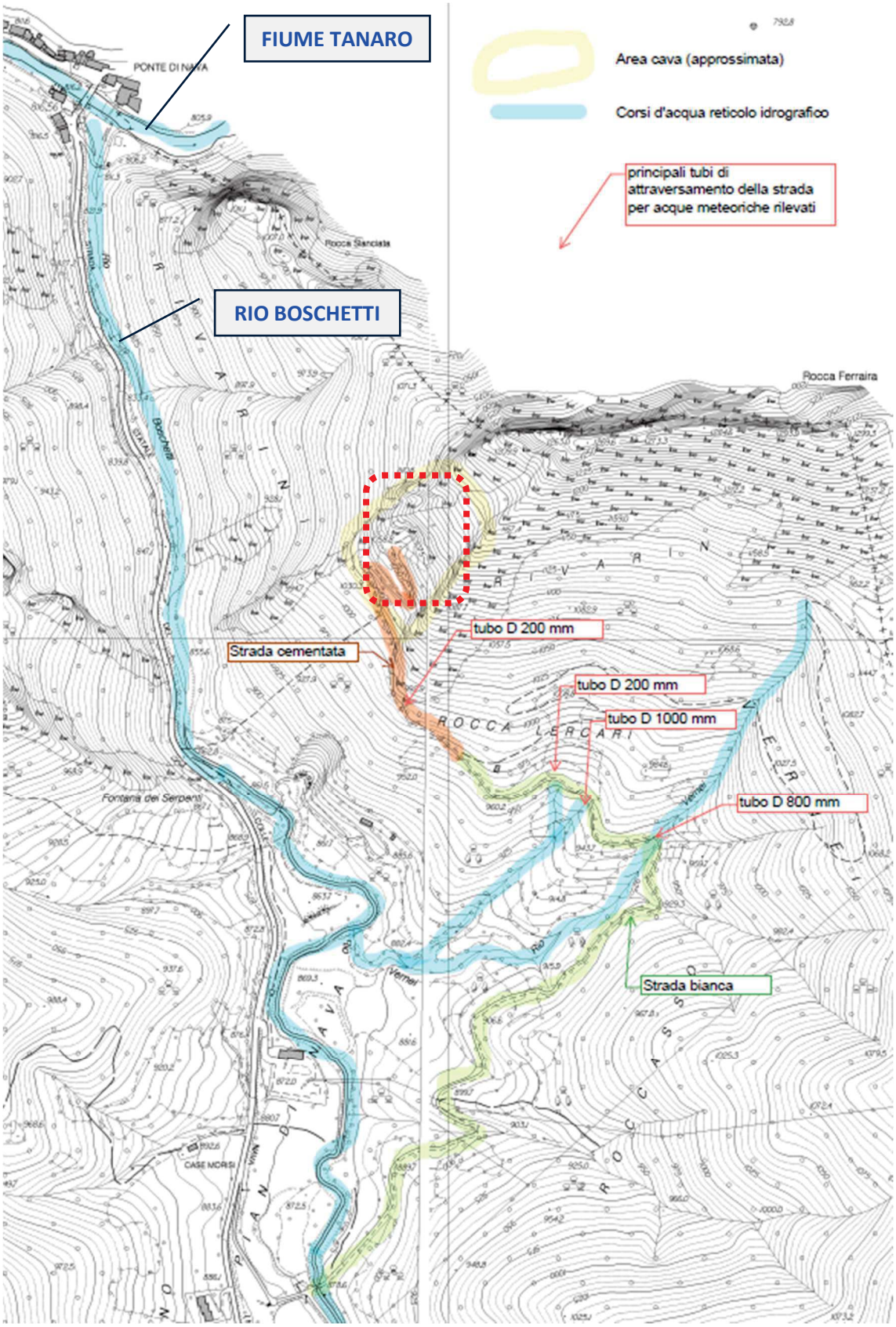


Figura 2-1: inquadramento dell'area – stralcio CTR 244073-244072



Figura 2-2: inquadramento catastale dell'area – stralcio Fogli 1 e 3 NCT Comune di Pornassio



Foto 1: vista della strada di accesso all'area di cava – sulla sinistra è presente canaletta per la raccolta delle acque

3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

Si riporta di seguito stralcio della mappa del reticolo idrografico regionale, dove sono indicati l'area occupata dalla cava e i corsi d'acqua del reticolo.

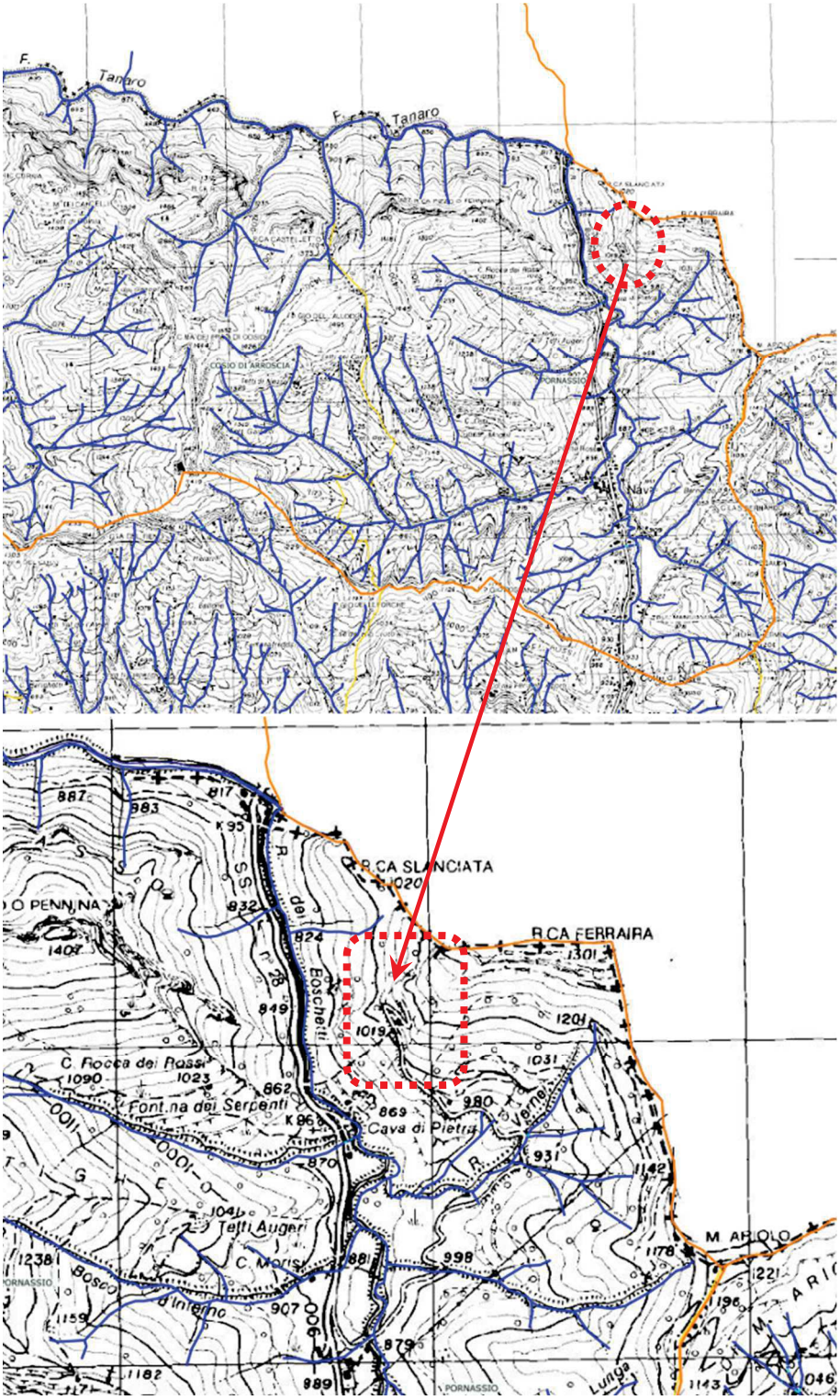


Figura 3-1: carta reticolo idrografico regionale – mappa generale e di dettaglio (da geoportale R. Liguria)

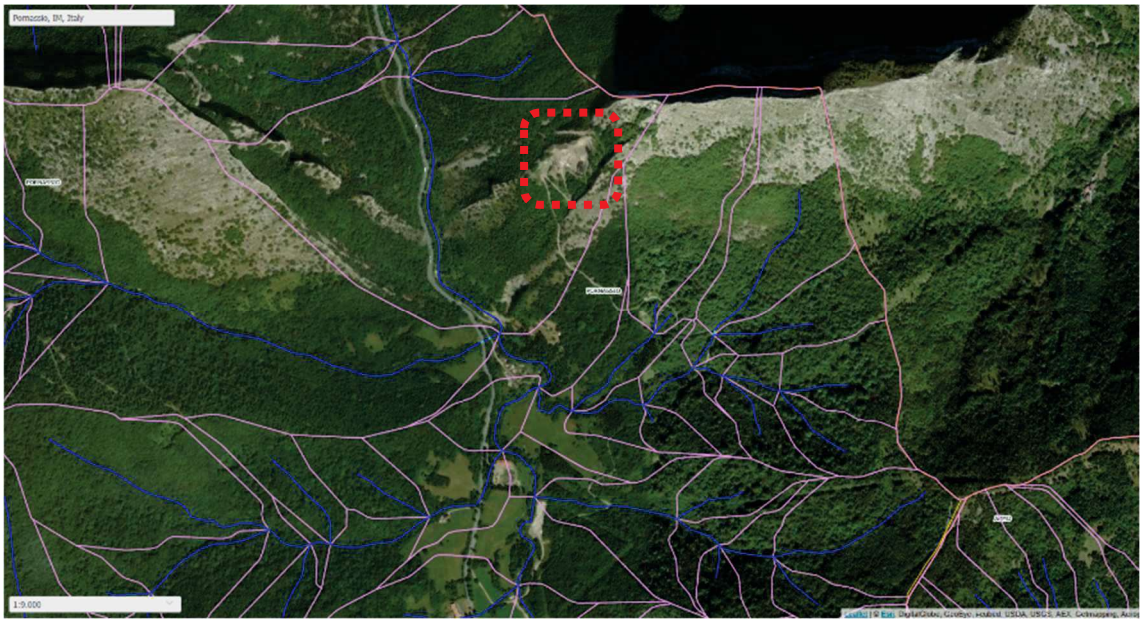


Figura 3-2: carta reticolo idrografico regionale e sottobacini – mappa generale dell'area (da geoportale R. Liguria)

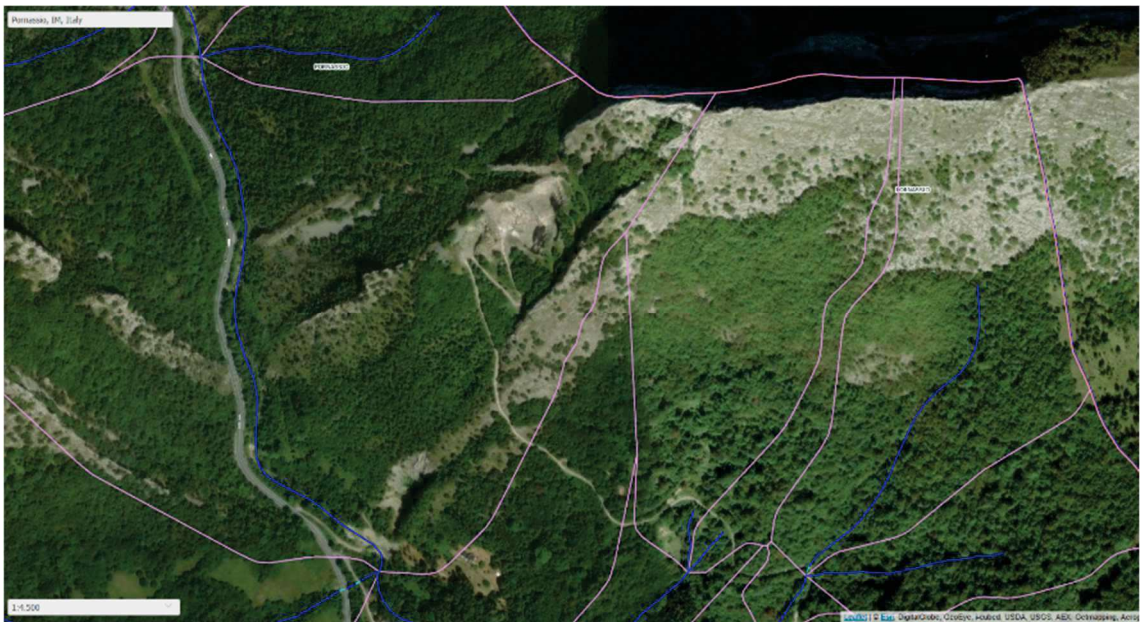


Figura 3-3: carta reticolo idrografico regionale e sottobacini – mappa di dettaglio dell'area (si nota l'assenza di corsi d'acqua nell'area propria della cava) (da geoportale R. Liguria)

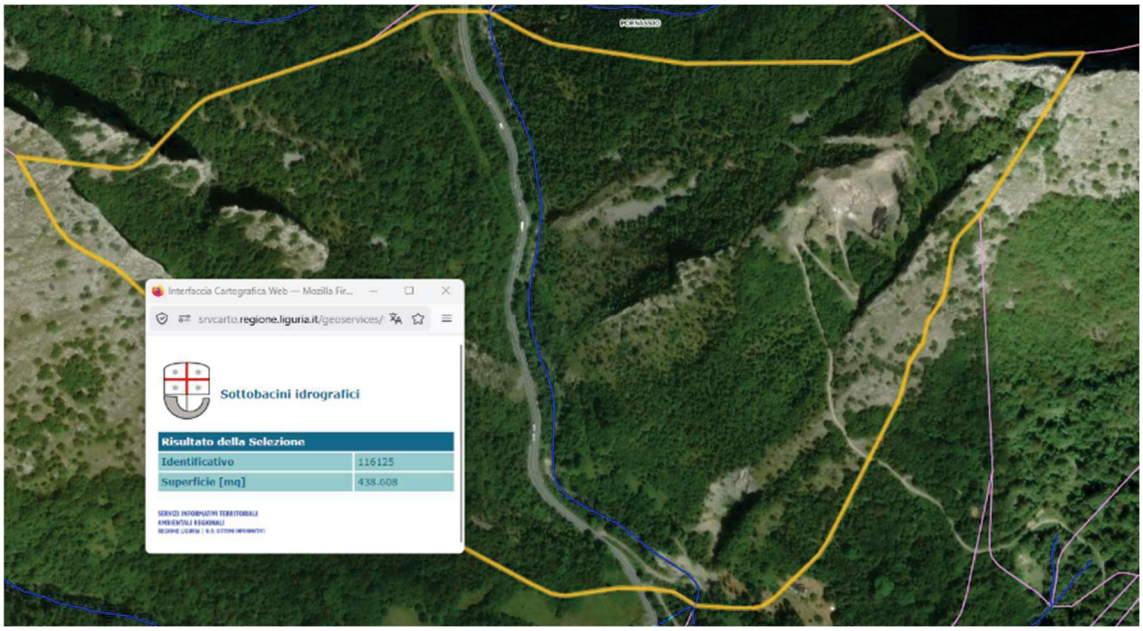


Figura 3-4: carta reticolo idrografico regionale e sottobacini – l'ampia area drenante identificata nella mappa, in sponda destra e sinistra del Rio Boschetti, nella quale non è presente alcun corso d'acqua) (da geoportale R. Liguria)

Come rappresentato nelle sopra riportate figure, nell'area propria della cava non sono presenti corsi d'acqua demaniali e/o del reticolo idrografico.

La strada di accesso all'area di cava raccoglie le acque nella canaletta sul lato di monte: le acque in essa raccolte defluiscono verso valle e vengono progressivamente intercettate da una serie di tubi di attraversamento che le portano verso valle, nel reticolo minuto non mappato e nel reticolo del Rio Vernei.

Il Rio Vernei, rappresentato nelle sotto riportate figure, drena un bacino complessivo di 612.751 mq (v. **Figura 3-5**) e defluisce nel Rio Boschetti. I rivi e compluvi che attraversano la strada di accesso alla cava fanno tutti parte del bacino del Rio Vernei, tranne le acque del tratto terminale più a Sud della strada, che fanno parte di un corso d'acqua senza nome che drena un bacino di circa 299.809 mq (v. **Figura 3-6**).

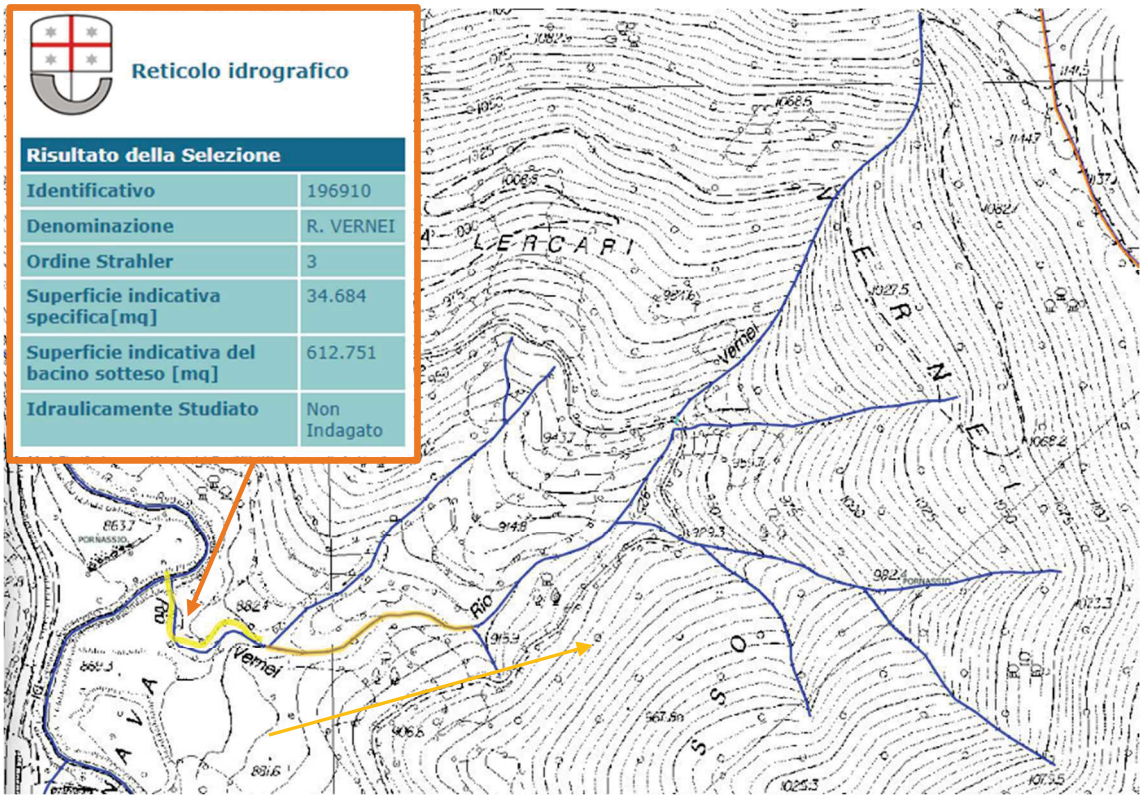


Figura 3-5: caratteristiche del Rio Vernei (carta reticolo idrografico regionale, da geoportale R. Liguria)

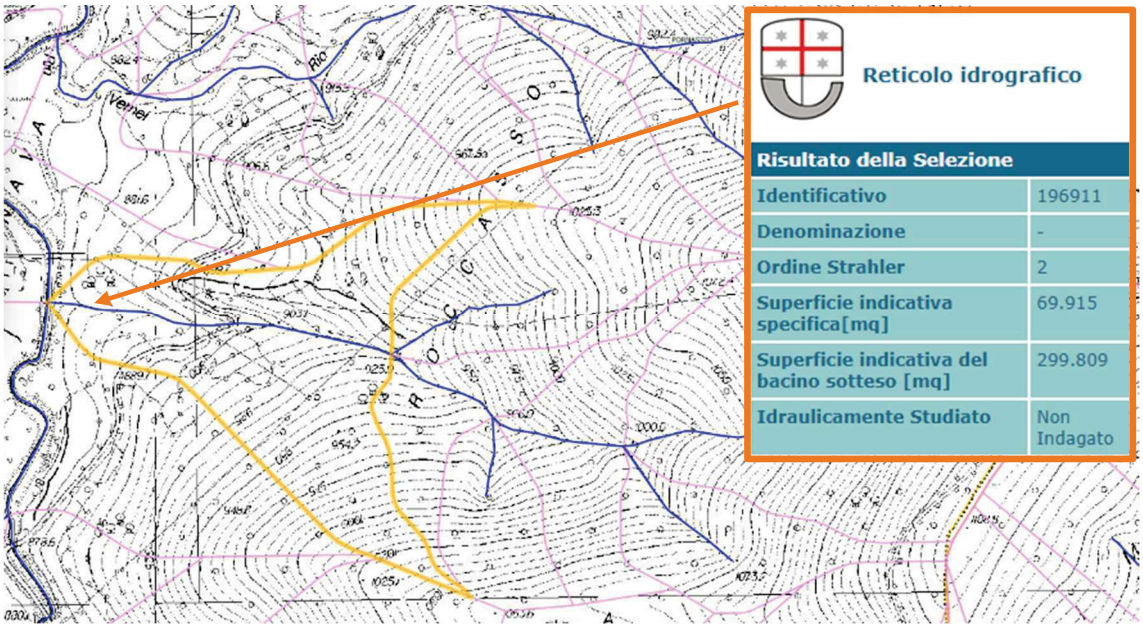


Figura 3-6: caratteristiche del bacino a Sud del Rio Vernei (carta reticolo idrografico regionale, da geoportale R. Liguria)

4. ACQUE NELL'AREA DI CAVA

Le acque proprie dell'area di cava hanno una superficie complessiva di circa 17.000 mq (v. **tabella id-1**): le acque vengono in parte significativa drenate per le caratteristiche del terreno, in parte raccolte lungo le strade nell'area di cava, in canalette sul lato di monte delle strade stesse.

Le acque, come già riportato nel paragrafo precedente, proseguono poi il loro percorso lungo la strada di accesso alla cava e defluiscono progressivamente verso valle nei compluvi e rivi che portano al Rio Boschetti.

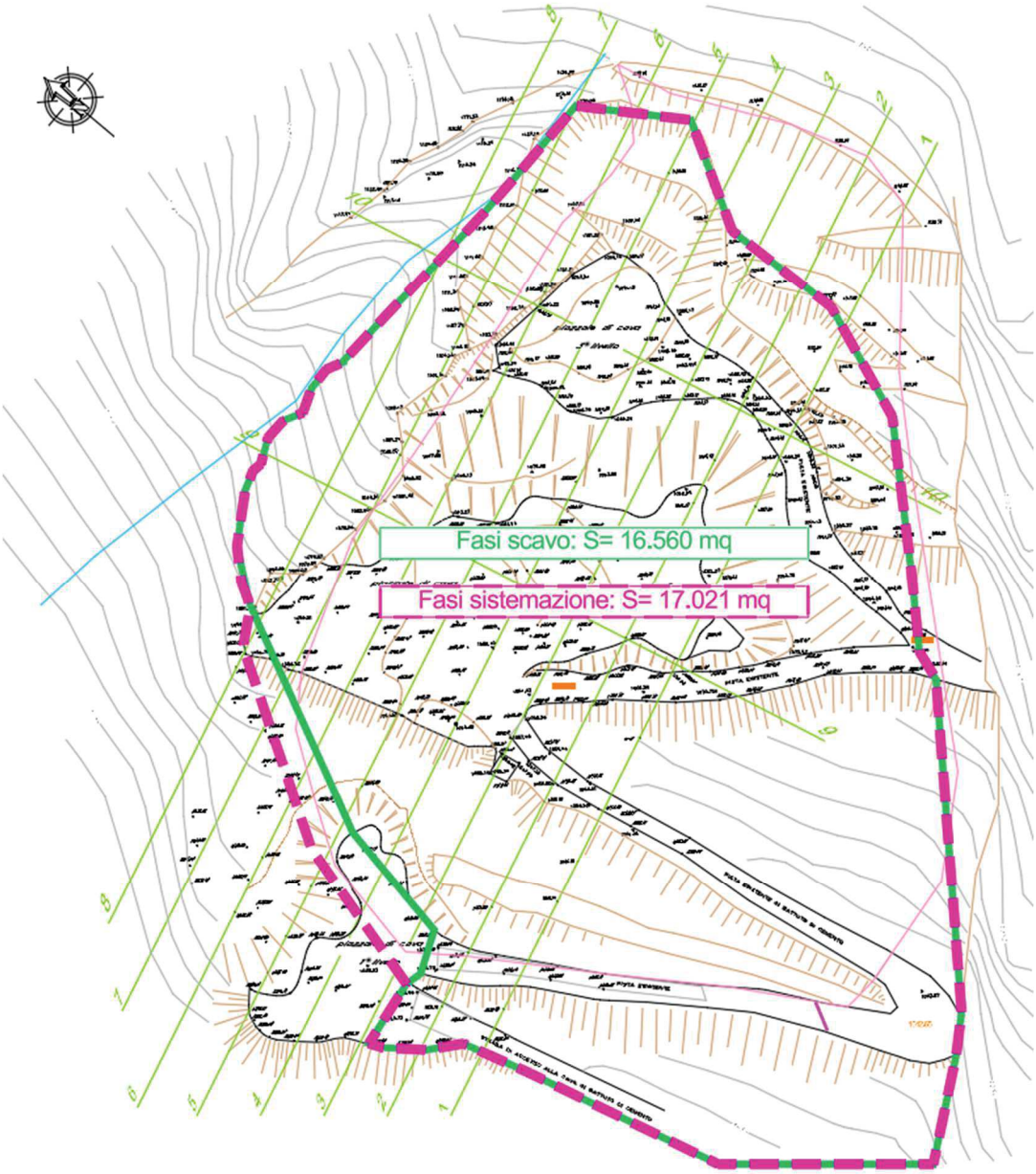


Figura 4-1: Bacini idrici di competenza nelle due fasi considerate. Nelle fasi di sistemazione, la ricomposizione ambientale include anche una piccola porzione attualmente esterna alle aree di deflusso

5. CRITERI PER DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO

L'area presenta dimensioni inferiori ai 2 ettari, pertanto i regimi di deflusso delle acque sono essenzialmente legati a locali piogge intense, per lo più di breve durata; sono assenti all'interno della cava corsi d'acqua e la rete di drenaggio è interessata dal deflusso superficiale delle acque solo durante gli eventi meteorici, con rapido esaurimento delle portate al termine delle piogge: per quanto riportato, si ritiene più opportuno adottare gli usuali parametri delle reti di drenaggio locali, piuttosto che le regole idrologiche associate ai bacini idrografici.

A causa della presenza di fronti di scavo con roccia affiorante, specie durante i lavori di coltivazione, a favore di sicurezza non è stata considerata, se non per il 5%, l'infiltrazione delle acque nel terreno, né naturalmente l'evapotraspirazione, legata esclusivamente ad analisi a scala temporale più ampia.

Come usualmente previsto nei piani di bacino per l'analisi del deflusso di acque meteoriche, la portata di progetto è stata determinata secondo i seguenti criteri:

- contributo unitario determinato da una precipitazione di 50 mm in 30 minuti, uniformemente distribuita sulla superficie;
- coefficiente di ragguaglio delle piogge pari a 1;
- coefficiente di deflusso (piogge-portate) pari a 0.95.

Ciò comporta un contributo unitario per kmq di superficie pari a 27.78 mc/s.

6. CRITERI PER I CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

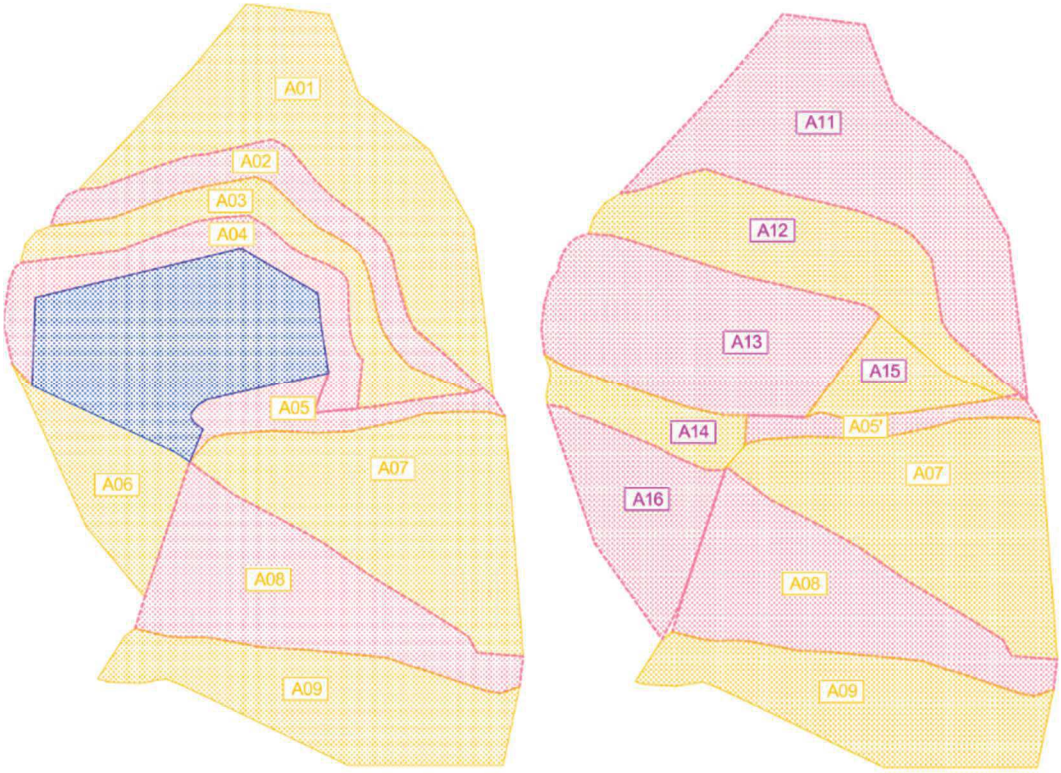
Il calcolo del deflusso all'interno di ogni singolo sistema di drenaggio (cunetta, tubo, fosso) è stato eseguito mediante schematizzazione in moto uniforme: tale schematizzazione risulta applicabile con buone approssimazioni nei risultati, in quanto le dimensioni e le caratteristiche di scabrezza e pendenza dei singoli sistemi sono regolari, pertanto la modellazione mediante rete di singoli deflussi in moto uniforme appare adeguata.

Le pendenze piuttosto elevate rendono impossibile lo sviluppo di rigurgiti di corrente lenta verso monte, i deflussi sono sempre caratterizzati da profili di corrente veloce.

Ogni singolo sistema è stato calcolato e le tabelle di dettaglio sono presentate nelle configurazioni progressive rappresentate nei documenti di progetto.

7. CONDIZIONI DELLA RETE IDRAULICA DI RACCOLTA E COLLETTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

L'area indagata drena una superficie complessiva di circa 17.000 mq, che è stata suddivisa per le valutazioni idrauliche in singoli sottobacini, di competenza dei singoli sistemi di drenaggio, come rappresentato qui di seguito in stralcio e anche nei **disegni id-2** e **id-3**.



Stato finale scavo *Stato finale rilevato*

Figura 7-1: Schema suddivisione area in sottobacini

Il sistema di drenaggio attuale è il seguente:

- area interna: non è presente un sistema definito di raccolta delle acque, che vengono convogliate lungo una cunetta laterale a monte della pista di accesso (v. **Foto 2**)
- area esterna / strada di accesso: la strada di accesso all'area di cava raccoglie le acque nella canaletta sul lato di monte. Le acque in essa raccolte defluiscono verso valle e vengono progressivamente intercettate da una serie di tubi di attraversamento che le portano verso valle, nel reticolo minuto non mappato e nel reticolo del Rio Vernei (v. **Foto 3÷5**).

Nella **tabella id-1** sono identificate tutte le aree sopra rappresentate e sono inoltre assegnate le superfici di competenza delle singole canalette/tubi.



Foto 2: vista verso valle della pista tra le quote 1030 e 1042 m – si vede sulla destra la canaletta di raccolta delle acque sul lato di monte della pista.

Strada di accesso: principali tubi di attraversamento (v. **Figura 2-1**)



Foto 3: tubo di attraversamento della strada di accesso all'area di cava



Foto 4: tubo di attraversamento della strada di accesso all’area di cava



Foto 5: tubo di attraversamento della strada di accesso all’area di cava

8. DESCRIZIONE E DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE

Nel presente paragrafo vengono descritti i criteri generali di gestione delle acque meteoriche e viene descritto il sistema di raccolta in ogni fase progressiva delle attività previste.

8.1 Criteri generali

I criteri adottati per la disciplina delle acque sono i seguenti:

- Disciplina delle acque all'interno delle aree di cava:
  - convogliamento delle acque in canali a margine di ogni singolo gradone e delle strade di collegamento tra i vari gradoni: i canali saranno realizzati mediante scavi di adeguata dimensione e protezione con guaine grimpanti (nella sola fase di ricomposizione), per garantire la capacità di raccolta e convogliamento delle acque e prevenire fenomeni erosivi dovuti al deflusso stesso delle acque;
  - gestione delle acque in fossa mediante pompaggio (in fase di scavo), drenaggi diffusi (ad ultimazione scavo), con successiva chiusura ed impermeabilizzazione della fossa, con raccolta delle acque in superficie e realizzazione di barriera idraulica per impedire l'afflusso delle acque.
- Disciplina delle acque esterne:
  - le acque raccolte all'interno dell'area di cava verranno convogliate verso il reticolo idrografico esistente, senza alterarne la struttura;
  - le acque verranno convogliate verso valle mediante la canaletta già esistente a margine della strada di accesso, che verrà adeguata nella sezione, e recapitate verso una vasca di raccolta e sedimentazione;
  - nella vasca le acque verranno sottoposte a sedimentazione, in modo da raccogliere il materiale fine contenuto nelle acque stesse e convogliare verso valle acque prive di quantità significative di sedimenti;
  - le acque così purificate verranno reimmesse nel canale a margine della strada, per poi defluire progressivamente nel reticolo idrografico esistente mediante gli attraversamenti esistenti lungo la strada di accesso.

Tale sistema di convogliamento non genera alterazioni significative nel deflusso delle acque nel reticolo idrografico interessato dalle acque; il bacino idrico della cava (meno di 20.000 mq) è molto ridotto se confrontato con i bacini di competenza (oltre 900.000 mq) e non vengono aggiunti contributi idrici rispetto alle condizioni attuali.

8.2 Fasi di attività – gestione acque

8.2.1 Stato attuale

Nello stato attuale (v. **disegno id-1**) verranno eseguite operazioni preliminari di **adeguamento della canaletta** a margine della pista e verrà costruita la **vasca di sedimentazione** (v. anche **disegno id-5**).

La vasca di sedimentazione verrà costruita interrata a margine della piazzola alla quota +1042,65, dotata di ampi spazi non interferenti con l'accesso alla cava. Essa avrà dimensioni lorde di 6.00 m x 3.00 m x 1.00 m; la vasca verrà suddivisa in n. 3 settori, che verranno attraversati "in serie" dalle acque, per ottimizzare l'efficienza della sedimentazione. Ogni settore avrà dimensioni nette di circa 2.50x1.70x0.75 m, con un volume netto complessivo di circa 3.20 mc.

Tali dimensioni consentono la permanenza delle acque nella vasca per circa 5 minuti in caso di eventi meteorici ordinari (5 mm/30 min), per circa 30 secondi in caso di eventi estremi (50 mm/30 min): si ritiene che tali tempi di permanenza siano adeguati per garantire una buona riduzione della torbidità in uscita dalla vasca stessa.



Foto 6: vista verso valle della pista tra le quote 1030 e 1042 m – si vede sulla destra la canaletta di raccolta delle acque sul lato di monte della pista. La canaletta verrà adeguata per garantire la corretta raccolta delle acque anche in caso di eventi meteorici rilevanti.



Foto 7: vista della piazzola alla quota +1042,65, dove verrà costruita la vasca di sedimentazione

8.2.2 Stato di scavo / coltivazione

Nello stato di scavo (v. **disegno id-2**) verranno eseguite e progressivamente adeguate canalette sul margine di monte di ogni gradone: tali canalette convoglieranno le acque verso Est, fino alle canalette a margine delle piste di accesso; queste ultime non verranno mai modificate durante i lavori di scavo e pertanto possono essere mantenute e progressivamente adeguate in funzione delle acque che riceveranno.

Nei punti di collegamento tra le varie canalette verranno realizzati specifici pozzetti, a cielo aperto o coperti; gli attraversamenti delle piste per convogliare le acque sempre sui margini di monte verranno realizzati mediante tubi circolare di adeguato diametro.

8.2.2.1 Canalette e tubi

I parametri di riferimento per il calcolo delle canalette sono i seguenti (v. **tabelle id-1 e id-2**):

- Canalette sui margini di monte dei gradoni (Cu01, Cu02, Cu03, Cu04): pendenza pari a circa 1% , sezione trapezia con larghezza alla base di 40 cm, angolo alla base 60°, massima altezza della canaletta pari a 30 cm
- Canalette sui margini di monte della pista di accesso (Cu05, Cu06, Cu07, Cu08): pendenza pari a circa 10% , sezione trapezia con larghezza alla base di 40 cm (50 cm per la canaletta più

a vale Cu08), angolo alla base 60°, massima altezza idrica all'interno della canaletta pari a 30÷40 cm (in funzione della posizione di ogni canaletta);

- Tubi di collegamento tra canalette (Tu01, Tu02, Tu03): pendenza 2%, sezione circolare, Diametri 0,70÷0,80 cm, massimo grado di riempimento 53%

Per le **canalette**, le altezze di calcolo sono tutte ampiamente inferiori alle altezze massime di ogni singola canaletta: si riporta di seguito il calcolo per la canaletta Cu01 (stralcio **tabella id-2**):

Elemento	**b0 [m]**	Y calc [m]	α [°]	b [m]	B [m]	p %	Ks [m 1/3 s -1]	Q max smaltibile [mc/s]	Q max di progetto [mc/s]	ev. deficit	**h PROG [m]**
CU01	**0.40**	0.20	60	0.63	0.86	1%	30.00	0.075	0.076	0.00	**0.30**

- la larghezza della canaletta alla base è 0,40 m, con angolo di 60°;
- la pendenza di calcolo è pari all' 1% ;
- il coefficiente di scabrezza Ks è stato assunto cautelativamente pari a 30 $m^{1/3} s^{-1}$;
- l'altezza Y di calcolo è pari a 0,20 m;
- l'altezza di scavo è pari a 0,30 m (+50% rispetto al massimo livello idrico previsto)

Per i **tubi**, i diametri sono stati progettati con ampi margini di sicurezza, per garantire il regolare deflusso delle acque, anche in caso di presenza di residui solidi e conseguente parzializzazione della sezione: si riporta di seguito il calcolo per il tubo Tu 01 (stralcio **tabella id-2**):

Elemento	**R [m]**	Y calc [m]	α [rad]	Ω [mq]	B [m]	p %	Ks [m 1/3 s -1]	Q max smaltibile [mc/s]	Q max di progetto [mc/s]	ev. deficit	% riemp. Tubo
Tu01	**0.35**	0.28	2.76	0.146	0.97	2%	40.00	0.235	0.234	-	38%

- il Diametro del tubo è pari a 70 cm;
- la pendenza di calcolo è pari al 2% ;
- il coefficiente di scabrezza Ks è stato assunto cautelativamente pari a 40 $m^{1/3} s^{-1}$;
- l'altezza Y di calcolo è pari a 0,28 m;
- la % di riempimento del tubo per l'evento di progetto è pari al 38%; il tubo sarebbe in grado di smaltire una portata massima pari a 3 volte la portata di progetto prevista.

8.2.2.2 Sistema di pompaggio acque in fossa

Durante la fase di scavo, per l'area in fossa è stata prescelta la soluzione di un allontanamento delle acque mediante **pompaggio** delle stesse fino alla quota di +1058 m nella fase di coltivazione, con la creazione di un sistema di drenaggio profondo al termine della coltivazione e prima della ricomposizione ambientale.

Le aree interessate dallo sviluppo in trincea della coltivazione sono pari a circa 2.374 mq, all'interno della quale non è possibile realizzare un sistema di smaltimento a gravità delle acque meteoriche.

Con gli stessi parametri di riferimento dei dimensionamenti relativi alle canalette di drenaggio, è possibile stimare le volumetrie e portate interessate dal sistema di smaltimento mediante pompaggio, come segue (v. dettagli in **tabella id-3)**:

- evento di progetto: precipitazione di 50 mm in 30 minuti, uniformemente distribuita sulla superficie;
- coefficiente di ragguaglio delle piogge pari a 1;
- coefficiente di deflusso (piogge-portate) pari a 0.95;
- contributo unitario per kmq di superficie pari a 27.78 mc/s;
- volume di acqua accumulato durante l'evento di progetto:

  27.78 mc/s kmq *(30*60) s *(2.374/10^6) kmq = 119 mc.

Come sopra indicato, pertanto, l'impianto di pompaggio deve essere in grado di allontanare 119 mc di acqua accumulato a seguito dell'evento di progetto; si prevede che il tempo di allontanamento delle acque possa essere previsto pari a non meno di circa 10÷12 ore, certamente adeguato a garantire un idoneo ritardo del convogliamento delle acque nel sistema idraulico di accolta ad allontanamento e a non pregiudicare le lavorazioni all'interno dell'area stessa, anche in funzione della ridotta frequenza statistica di accadimento di un vento di tale intensità (è ipotizzabile in relazione alle statistiche idrologiche nell'area che tale evento possa avere una frequenza di 1 accadimento / circa 10÷20 anni).

Il sistema indicato nella tabella id-3 è in grado di smaltire circa 25 mc/h, garantendo pertanto lo svuotamento in circa 5 ore; nelle fasi operative tale sistema potrà essere ottimizzato, in funzione delle caratteristiche della pompa e delle condotte di mandata.

8.2.2.3 Gestione acque in fossa al termine della coltivazione

Raggiunta la quota di scavo di 1045 m, verrà operata una perforazione a rotopercussione di grande diametro, con adeguata inclinazione, che consenta lo smaltimento delle acque all'esterno del complesso estrattivo, verso le vie di deflusso naturale.

Il riempimento della fossa verrà eseguito con strati progressivi dotati di strati impermeabilizzanti, per limitare in maniera drastica le acque di infiltrazione e consentire l'allontanamento dalla superficie delle acque.

Come indicato nel **disegno id-2**, verranno realizzati tre tubi di diametro D 300 mm (denominati **Dr**), che provvederanno ad allontanare le acque residue accumulate nella fossa: nella **tabella id-4** è presentato il dimensionamento dei suddetti tubi, eseguito con criteri ampiamente cautelativi ed ipotizzando il funzionamento anche di soli 2 tubi su 3: tale sistema è molto a favore di

sicurezza ed è stato dimensionato per le immediate fasi di installazione dei "tubi Dr". Progressivamente, le quantità di acque che raggiungeranno il fondo dello scavo diminuiranno fino ad azzerarsi del tutto al completamento dell'impermeabilizzazione.

Al termine del ripristino le aree interessate saranno sistemate a quote nuovamente adeguate a consentire il deflusso per gravità delle acque meteoriche (v. paragrafo successivo).

Durante la fase di sistemazione, in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi (corrispondenti ai parametri di dimensionamento del sistema), è possibile mantenere le acque nell'area depressa - naturalmente sospendendo le lavorazioni all'interno dell'area stessa - e reimmetterle progressivamente nel sistema, senza generare problematiche all'interno dell'area depressa, e anzi consentendo di ritardare il deflusso nel sistema generale di drenaggio di tutte le acque raccolte nell'area depressa, riducendo in tal modo le sollecitazioni nel sistema idraulico di raccolta e convogliamento.

All'interno dell'area depressa è possibile prevedere ed installare stazioni di pompaggio alle quote progressivamente decrescenti della coltivazione, all'interno di pozzetti provvisori appositamente creati, dotati di pompe ad immersione in numero e potenza variabile in funzione dell'estensione dell'area interessata e della necessaria prevalenza per raggiungere la quota di +1058 m.

8.2.3 Stato di sistemazione (stato finale rilevato e stato di ripristino ambientale)

Nello stato di sistemazione (v. **disegni id-3 e id-4**), le canalette verranno progressivamente adeguate allo stato dei luoghi, mantenendo gli stessi criteri della fase di coltivazione: tali canalette convoglieranno le acque verso Est, fino alle canalette a margine delle piste di accesso; queste ultime non verranno mai modificate durante i lavori, se non con piccoli adeguamenti, e pertanto possono essere mantenute e progressivamente adeguate in funzione delle acque che riceveranno.

Nei punti di collegamento tra le varie canalette verranno realizzati specifici pozzetti, a cielo aperto o coperti; negli attraversamenti delle piste per convogliare le acque sempre sui margini di monte verranno mantenuti i tubi già realizzati in fase di coltivazione.

8.2.3.1 Canalette e tubi

I parametri di riferimento per il calcolo delle canalette sono i seguenti (v. **tabelle id-1 e id-2**):

- Canalette sui margini di monte dei gradoni (Cu11, Cu12, Cu13, Cu14): pendenza pari a circa 1% , sezione trapezia con larghezza alla base di 40 cm, angolo alla base 60°, massima altezza idrica della canaletta pari a 30 cm
- Canalette sui margini di monte della pista di accesso (Cu05, Cu06, Cu07, Cu08): le canalette verranno mantenute con caratteristiche analoghe alla fase di coltivazione (il loro dimensionamento idraulico è stato definito sulle peggiori condizioni idrauliche confrontando le progressive fasi);

- Tubi di collegamento tra canalette (Tu01, Tu02, Tu03): mantenimento dei tubi già realizzati (il loro dimensionamento idraulico è stato definito sulle peggiori condizioni idrauliche confrontando le progressive fasi).

Anche in questa fase, le altezze di calcolo delle canalette sono tutte ampiamente inferiori alle altezze massime di ogni singola canaletta: si riporta di seguito il calcolo per la canaletta Cu11 (stralcio **tabella id-2**):

Elemento	**b0 [m]**	Y calc [m]	α [°]	b [m]	B [m]	p %	Ks [m 1/3 s -1]	Q max smaltibile [mc/s]	Q max di progetto [mc/s]	ev. deficit	**Y PROG [m]**
CU11	**0.40**	0.21	60	0.64	0.89	1%	30.00	0.082	0.082	0.00	**0.30**

- la larghezza della canaletta alla base è 0,40 m, con angolo di 60°;
- la pendenza di calcolo è pari all' 1% ;
- il coefficiente di scabrezza Ks è stato assunto cautelativamente pari a 30 $m^{1/3} s^{-1}$;
- l'altezza Y di calcolo è pari a 0,21 m;
- l'altezza di scavo è pari a 0,30 m (+50% rispetto al massimo livello idrico previsto)

Come risulta dai **disegni id-3 e id-4**, in queste fasi le aree in fossa sono sistemate a quote adeguate a consentire il deflusso per gravità delle acque meteoriche, convogliate nelle canalette Cu13 e Cu14.

Tabella id-1 : dati deflusso acque meteoriche, superfici e portate di competenza

Ipotesi di dimensionamento :
- *contributo unitario determinato da una precipitazione di* **50** *mm in 30 minuti, uniformemente distribuiti sulla superficie*
- *coefficiente di ragguaglio delle piogge pari a :* **1**
- *coefficiente di deflusso (piogge-portate) :* **0.95**

Determinazione del contributo unitario

h pioggia [30 min]	50	mm
Volume pioggia per kmq	50 000	mc/30 min / kmq
Coeff. Ragguaglio piogge	1	
Q unitaria	**27.78**	mc/s kmq

SUPERFICI DRENANTI

	STATO FINALE DI SCAVO	STATO FINALE RILEVATO
	Area [mq]	Area [mq]
A01	2 876	
A02	984	
A03	1 067	
A04	1 016	
Aree in fossa	2 374	
A05	552	
A05'		360
A06	935	
A07	2 684	2 684
A08	2 168	2 168
A09	1 904	1 904
A11		3 116
A12		1 918
A13		2 513
A14		593
A15		566
A16		1 199
TOT	**16 560**	**17 021**

Conteggio supefici di competenza e portate massime di progetto

STATO FINALE DI SCAVO

Cunetta / tubo	*Area [mq]*	TOT	Cd	Q [mc/s]
CU01	A01	2 876	0.95	0.076
CU02	A02	984	0.95	0.026
CU03	A03	1 067	0.95	0.028
CU04	A04	1 016	0.95	0.027
CU05	A01+A02+A03+A04+A05	6 495	0.95	0.171
Tu01	A01+A02+A03+A04+A05+Afossa	8 869	0.95	0.234
CU06	A01+A02+A03+A04+A05+Afossa+A07	11 553	0.95	0.305
CU dr	A fossa + A06	3 309	0.95	0.087
CU07	A01+A02+A03+A04+A05+Afossa+A07+A08	13 721	0.95	0.362
Tu02	A01+A02+A03+A04+A05+Afossa+A07+A08	13 721	0.95	0.362
Tu03	A01+A02+A03+A04+A05+Afossa+A07+A08+A06	14 656	0.95	0.387
CU08	A01+A02+A03+A04+A05+Afossa+A07+A08+A06+A09	16 560	0.95	0.437

STATO FINALE RILEVATO

Cunetta / tubo	*Area [mq]*	TOT	Cd	Q [mc/s]
CU11	A11	3 116	0.95	0.082
CU12	A12	1 918	0.95	0.051
CU13	A13	2 513	0.95	0.066
CU14	A14	593	0.95	0.016
CU05	A11+A12+A15+A05'	5 960	0.95	0.157
Tu01	A11+A12+A15+A05'+A13+A14	9 066	0.95	0.239
CU06	A11+A12+A15+A05'+A13+A14+A07	11 750	0.95	0.310
CU07	A11+A12+A15+A05'+A13+A14+A07+A08	13 918	0.95	0.367
Tu02	A11+A12+A15+A05'+A13+A14+A07+A08	13 918	0.95	0.367
Tu03	A11+A12+A15+A05'+A13+A14+A07+A08+A16	15 117	0.95	0.399
CU08	A11+A12+A15+A05'+A13+A14+A07+A08+A16+A09	17 021	0.95	0.449

Tabella id-2 : dimensionamento canalette e tubi di attraversamento

STATO FINALE DI SCAVO

Elemento	**b0 [m]**	Y calc [m]	α [°]	b [m]	B [m]	p %	Ks [m 1/3 s -1]	U [m/s]	Ω [mq]	Ri [m]	Q max smaltibile [mc/s]	Q max di progetto [mc/s]	ev. deficit	**h PROG [m]**
CU01	**0.40**	0.20	60	0.63	0.86	1%	30.00	0.73	0.10	0.12	0.075	0.076	0.00	**0.30**
CU02	**0.40**	0.11	60	0.52	0.64	1%	30.00	0.54	0.05	0.08	0.026	0.026	-	**0.30**
CU03	**0.40**	0.11	60	0.53	0.66	1%	30.00	0.55	0.05	0.08	0.028	0.028	-	**0.30**
CU04	**0.40**	0.11	60	0.52	0.65	1%	30.00	0.54	0.05	0.08	0.027	0.027	-	**0.30**
CU05	**0.40**	0.16	60	0.59	0.78	10%	30.00	2.10	0.08	0.10	0.171	0.171	-	**0.30**
CU06	**0.40**	0.23	60	0.67	0.94	10%	30.00	2.46	0.12	0.13	0.305	0.305	-	**0.35**
CU dr	**0.40**	0.22	60	0.65	0.91	1%	30.00	0.76	0.12	0.13	0.087	0.087	-	**0.35**
CU07	**0.40**	0.26	60	0.70	0.99	10%	30.00	2.58	0.14	0.14	0.362	0.362	-	**0.35**
CU08	**0.50**	0.25	60	0.79	1.08	10%	30.00	2.68	0.16	0.15	0.437	0.437	-	**0.40**

Elemento	**R [m]**	Y calc [m]	α [rad]	Ω [mq]	B [m]	p %	Ks [m 1/3 s -1]	U [m/s]	Ri [m]	b [m]	Q max smaltibile [mc/s]	Q max di progetto [mc/s]	ev. deficit	% riemp. Tubo
Tu01	**0.35**	0.28	2.76	0.146	0.97	2%	40.00	1.61	0.15	0.69	0.235	0.234	-	38%
Tu02	**0.35**	0.36	3.22	0.201	1.13	2%	40.00	1.80	0.18	0.70	0.362	0.362	0.00	52%
Tu03	**0.40**	0.35	2.89	0.212	1.16	2%	40.00	1.82	0.18	0.79	0.387	0.387	-	42%

STATO FINALE RILEVATO

Elemento	**b0 [m]**	Y calc [m]	α [°]	b [m]	B [m]	p %	Ks [m 1/3 s -1]	U [m/s]	Ω [mq]	Ri [m]	Q max smaltibile [mc/s]	Q max di progetto [mc/s]	ev. deficit	**Y PROG [m]**
CU11	**0.40**	0.21	60	0.64	0.89	1%	30.00	0.75	0.11	0.12	0.082	0.082	0.00	**0.30**
CU12	**0.40**	0.16	60	0.58	0.77	1%	30.00	0.65	0.08	0.10	0.051	0.051	-	**0.30**
CU13	**0.40**	0.19	60	0.61	0.83	1%	30.00	0.70	0.09	0.11	0.066	0.066	0.00	**0.30**
CU14	**0.40**	0.08	60	0.49	0.58	1%	30.00	0.46	0.03	0.06	0.016	0.016	-	**0.30**
CU05	**0.40**	0.16	60	0.58	0.76	10%	30.00	2.05	0.08	0.10	0.157	0.157	-	**0.30**
CU06	**0.40**	0.23	60	0.67	0.94	10%	30.00	2.47	0.13	0.13	0.310	0.310	-	**0.35**
CU07	**0.40**	0.26	60	0.70	1.00	10%	30.00	2.59	0.14	0.14	0.367	0.367	0.00	**0.35**
CU08	**0.50**	0.26	60	0.80	1.09	10%	30.00	2.70	0.17	0.15	0.449	0.449	-	**0.40**

Elemento	**R [m]**	Y calc [m]	α [rad]	Ω [mq]	B [m]	p %	Ks [m 1/3 s -1]	U [m/s]	Ri [m]	b [m]	Q max smaltibile [mc/s]	Q max di progetto [mc/s]	ev. deficit	% riemp. Tubo
Tu01	**0.35**	0.29	2.78	0.149	0.97	2%	40.00	1.62	0.15	0.69	0.240	0.239	-	39%
Tu02	**0.35**	0.37	3.23	0.204	1.13	2%	40.00	1.80	0.18	0.70	0.367	0.367	0.00	53%
Tu03	**0.40**	0.36	2.93	0.217	1.17	2%	40.00	1.84	0.19	0.80	0.399	0.399	-	43%

Dimensioni finali canalette e tubi per deflusso acque meteoriche

CANALETTE SEZIONE TRAPEZIA

Elemento	Larghezza [m]	Altezza [m]
CU01	**0.40**	**0.30**
CU02	**0.40**	**0.30**
CU03	**0.40**	**0.30**
CU04	**0.40**	**0.30**
CU05	**0.40**	**0.30**
CU06	**0.40**	**0.35**
CU dr	**0.40**	**0.35**
CU07	**0.40**	**0.35**
CU08	**0.50**	**0.40**
CU11	**0.40**	**0.30**
CU12	**0.40**	**0.30**
CU13	**0.40**	**0.30**
CU14	**0.40**	**0.30**

TUBI CIRCOLARI

Elemento	Diametro [m]
Tu01	**0.70**
Tu02	**0.70**
Tu03	**0.80**

Tabella id-3 : predimensionamento del sistema di pompaggio area in fossa
(rif Disegno id-2)

Ipotesi di dimensionamento :

- contributo unitario determinato da una precipitazione di ***50*** *mm in 30 minuti, uniformemente distribuiti sulla superficie*

- coefficiente di ragguaglio delle piogge pari a : ***1***

- coefficiente di deflusso (piogge-portate) : ***0.95***

Determinazione del contributo unitario

h pioggia [30 min]	50	mm
Volume pioggia per kmq	50 000	mc/30 min / kmq
Coeff. Ragguaglio piogge	1	
Q unitaria	**27.78**	mc/s kmq

Caratteristiche del sistema di pompaggio

superficie in fossa	2 374	mq
accumulo durante l'evento di progetto	119	mc / 30 min
prevalenza massima (1045 m - 1058 m)	13	m
portata sistema pompaggio	25	mc / h
	25 000	l / h
	6.94	l / s
potenza pompa principale	5÷8	kW
tempo di allontanamento del volume	5	ore
diametro condotte di mandata	80	mm

Tabella id-4: VERIFICA TUBI DRENAGGIO FOSSA D 300 mm

Coefficiente di Strickler	Ks	20	$m^{1/3}/s$		
Pendenza condotta	if	20.00%	0.20		
Diametro di progetto condotta	D	0.30	m	300	mm
Portata massima smaltibile	**Q1**	**0.121**	**mc/s**	121	l/s
Portata massima smaltibile in pressione	**Q2**	**0.112**	**mc/s**	112	l/s

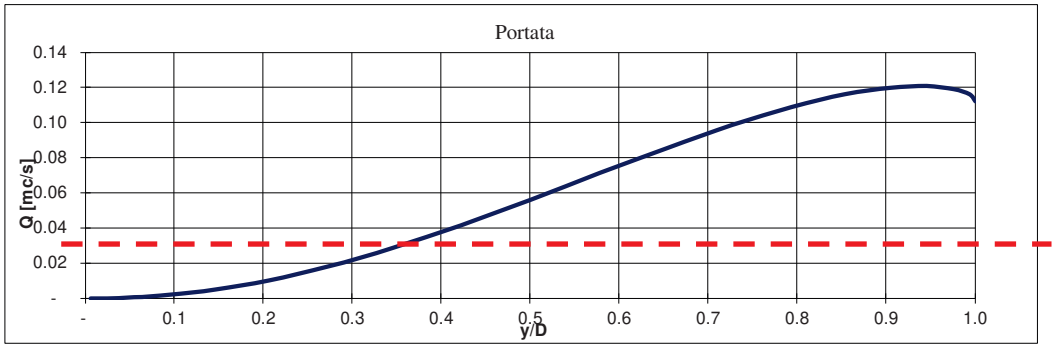
SCALA DI DEFLUSSO

Diametro di progetto condotta	0.30	m
Pendenza di progetto	20.00%	

y/D	y (m)	y/r	f (rad)	fu(y/r)	Qu (l/s)	Qu (mc/s)	Vu (m/s)
0.01	0.00	0.01	0.31	0.00	0.01	0.00	0.10
0.02	0.01	0.05	0.63	0.00	0.12	0.00	0.26
0.05	0.02	0.11	0.94	0.01	0.65	0.00	0.43
0.10	0.03	0.19	1.26	0.04	2.13	0.00	0.62
0.15	0.04	0.29	1.57	0.09	5.20	0.01	0.81
0.21	0.06	0.41	1.88	0.18	10.46	0.01	1.00
0.27	0.08	0.55	2.20	0.32	18.32	0.02	1.17
0.35	0.10	0.69	2.51	0.51	28.85	0.03	1.33
0.42	0.13	0.84	2.83	0.73	41.72	0.04	1.47
0.50	0.15	1.00	3.14	0.99	56.22	0.06	1.59
0.58	0.17	1.16	3.46	1.26	71.33	0.07	1.68
0.65	0.20	1.31	3.77	1.51	85.89	0.09	1.75
0.73	0.22	1.45	4.08	1.74	98.78	0.10	1.79
0.79	0.24	1.59	4.40	1.92	109.07	0.11	1.81
0.85	0.26	1.71	4.71	2.05	116.22	0.12	1.81
0.90	0.27	1.81	5.03	2.11	120.07	0.12	1.79
0.95	0.28	1.89	5.34	2.13	120.90	0.12	1.75
0.98	0.29	1.95	5.65	2.10	119.33	0.12	1.70
0.99	0.30	1.99	5.97	2.05	116.19	0.12	1.65
1.00	0.30	2.00	6.28	1.98	112.44	0.11	1.59

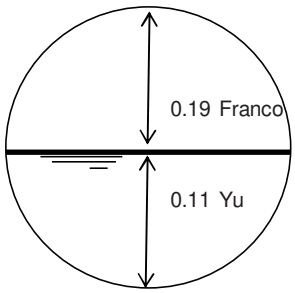
SCALA DI DEFLUSSO IN TUBAZIONE CIRCOLARE **D = 0.30 m**

Pendenza i = 20.00%



SEZIONE CIRCOLARE - VERIFICA IDRAULICA

S bacino	(1/2 dell'area in fossa)	**1 187**	m^2
S bacino		*0.0012*	km^2
Q unit		**27.78**	$m^3/(s*km^2)$
Q PROGETTO		**0.033**	m^3/s



SEZIONE CIRCOLARE: Q unif

if	%	20.00	
Ks	[m^1/3/s]	20	
R	[m]	0.15	
Y unif	[m]	0.11	
Ang. centro	RAD	2.6155	
Sup bagnata	[mq]	0.0238	
C bagnato	[m]	0.39	
Ri	[m]	0.06	
b pelo libero	[m]	0.29	
Sup tot	[mq]	0.07	
Grado riemp.sup.		33.64%	
Q	**mc/s**	**0.033**	33 l/s
U	[m/s]	1.38	
Fr		1.32	

LEGENDA SPECIFICA (IDRAULICA)

- A... — BACINI E SOTTOBACINI DI COMPETENZA
- CU.. — CUNETTE LATERALI
- Tu.. — TRATTI DI ATTRAVERSAMENTO INTERRATI
- Dr — DRENAGGIO ACQUE IN FOSSA
- AREA IN FOSSA
- CONDOTTE IN PRESSIONE, STAZIONE DI POMPAGGIO

piazzale di cava 3° livello

piazzale di cava 2° livello

piazzale di cava 1° livello

PISTA ESISTENTE

PISTA ESISTENTE

PISTA ESISTENTE

PISTA ESISTENTE IN BATTUTO DI CEMENTO

STRADA DI ACCESSO ALLA CAVA IN BATTUTO DI CEMENTO

Adeguamento canaletta esistente a margine strada per raccolta acque meteoriche

Costruzione vasca di sedimentazione

1060.00

1081.00

1042.65

Disegno id-1.00
Stato ATTUALE: regimazione acque
scala 1:500

LEGENDA SPECIFICA (IDRAULICA)

- A... — BACINI E SOTTOBACINI DI COMPETENZA
- CU.. — CUNETTE LATERALI
- Tu.. — TRATTI DI ATTRAVERSAMENTO INTERRATI
- Dr — DRENAGGIO ACQUE IN FOSSA
- AREA IN FOSSA
- CONDOTTE IN PRESSIONE, STAZIONE DI POMPAGGIO

A01
CU01
A02
CU02
Canalette sul margine di monte di ogni gradone
A03
CU03
A04
CU04
Pompaggio acque in fossa
A05
Tu01
CU05
A07
Dr
Raccolta acque in fossa
A06
CU06
CUdr
A08
Tu03
CU07
Tu02
A09
CU08

PISTA ESISTENTE
PISTA ESISTENTE IN BATTUTO DI CEMENTO
piazzale di cava 1° livello
STRADA DI ACCESSO ALLA CAVA IN E... CEMENTO

Disegno id-2.00
Stato FINALE SCAVO: regimazione acque
scala 1:500

LEGENDA SPECIFICA (IDRAULICA)

- A... — BACINI E SOTTOBACINI DI COMPETENZA
- CU.. — CUNETTE LATERALI
- Tu.. — TRATTI DI ATTRAVERSAMENTO INTERRATI
- Dr — DRENAGGIO ACQUE IN FOSSA
- AREA IN FOSSA
- CONDOTTE IN PRESSIONE, STAZIONE DI POMPAGGIO

1101,50

1093

1080

A11

CU11

A12

CU12

Canalette sul margine di monte di ogni gradone

A13

A15

CU13

CU14

A14

Tu01

A05'

CU05

A07

A16

CU06

A08

PISTA ESISTENTE IN BATTUTO DI CEMENTO

CU07

Tu03

Tu02

A09

CU08

STRADA DI ACCESSO ALLA CAVA IN B... CEMENTO

Disegno id-3.00
Stato FINALE RILEVATO: regimazione acque
scala 1:500

LEGENDA SPECIFICA (IDRAULICA)

- A... — BACINI E SOTTOBACINI DI COMPETENZA
- CU.. — CUNETTE LATERALI
- Tu.. — TRATTI DI ATTRAVERSAMENTO INTERRATI
- Dr — DRENAGGIO ACQUE IN FOSSA
- AREA IN FOSSA
- CONDOTTE IN PRESSIONE, STAZIONE DI POMPAGGIO

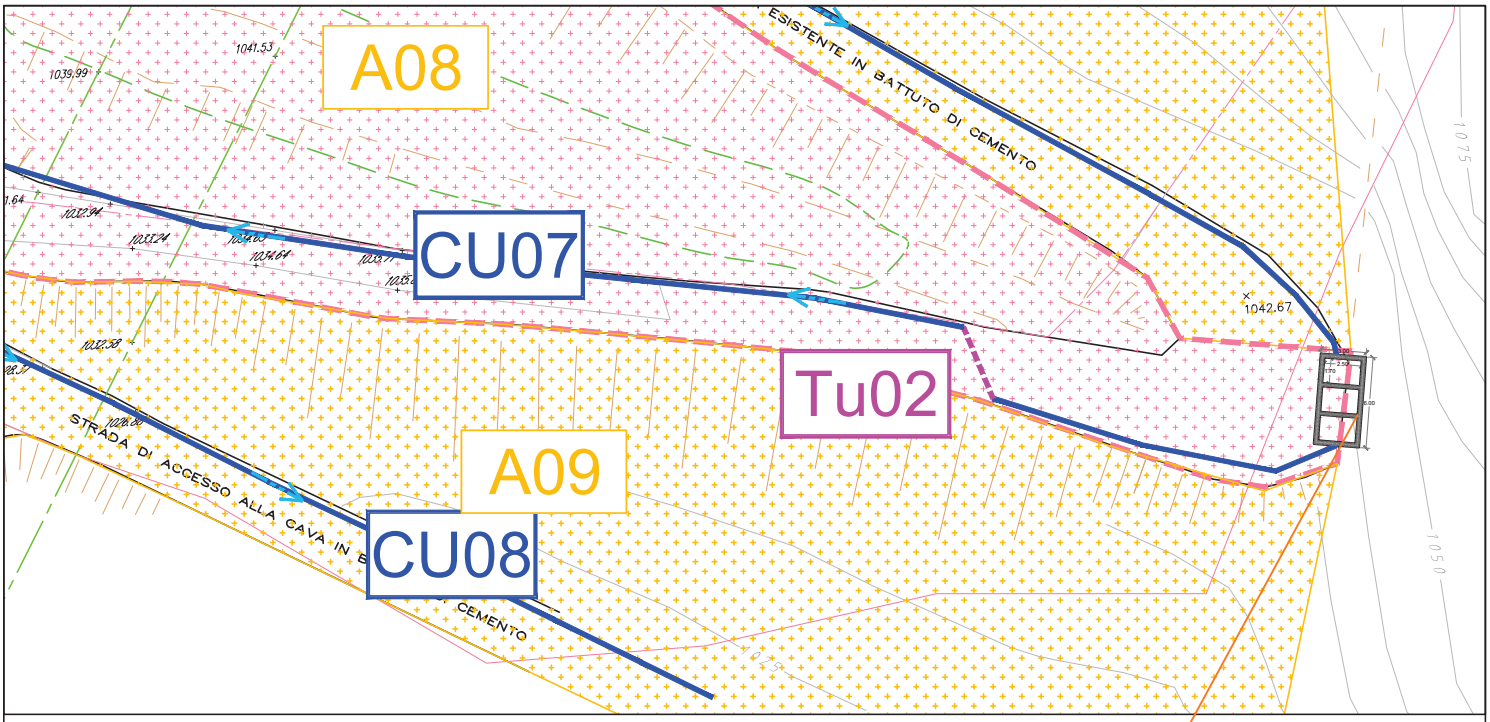
CU11
CU12
CU13
CU14
CU05
CU06
CU07
CU08
Tu01
Tu02
Tu03

1101,50
1093
1080

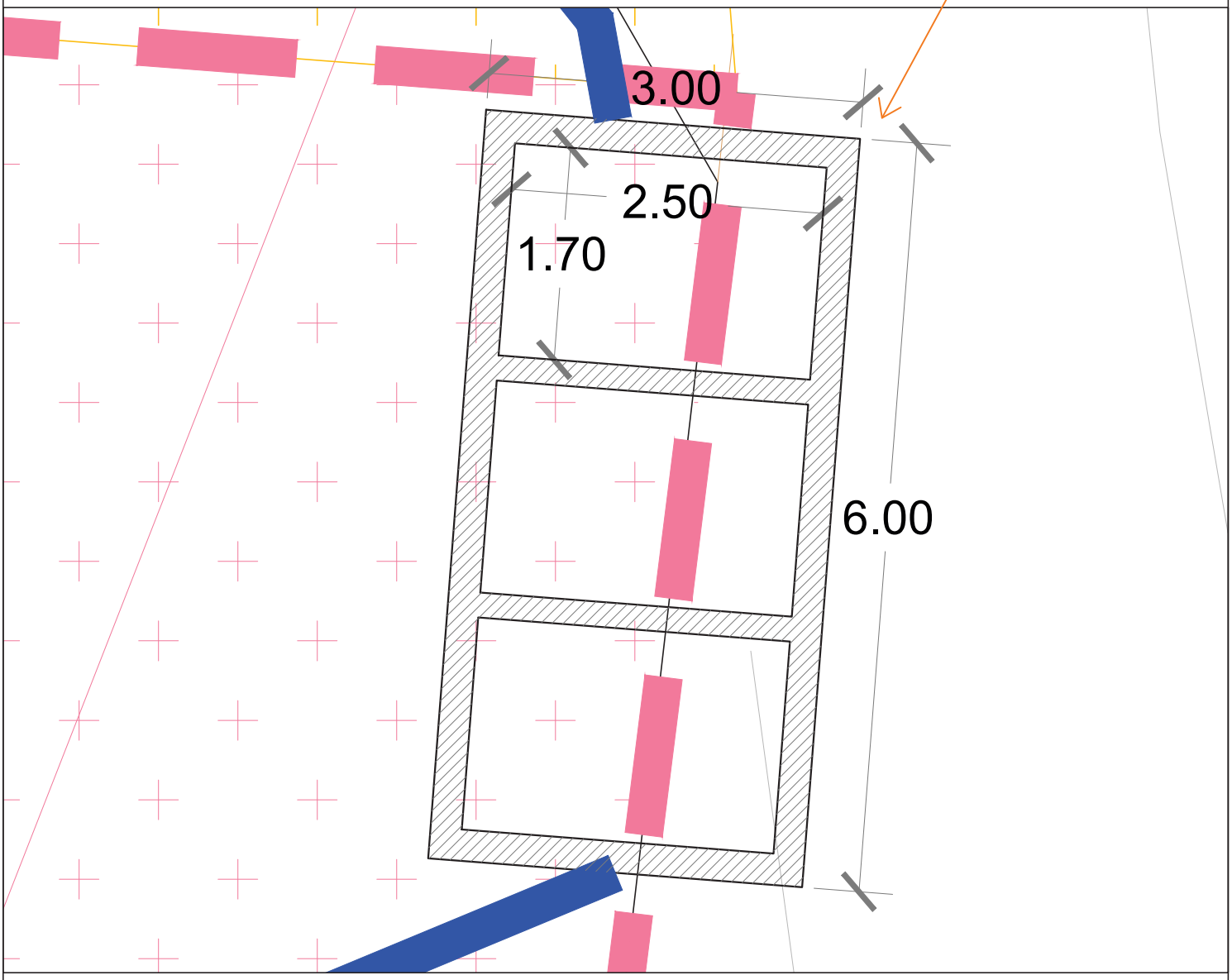
PISTA ESISTENTE IN BATTUTO DI CEMENTO

STRADA DI ACCESSO ALLA CAVA IN B... CEMENTO

Disegno id-4.00
Stato FINALE RIPRISTINO AMBIENTALE: regimazione acque
scala 1:500



Key-plan : scala 1:500



Disegno id-5.00
Planimetria di dettaglio della vasca di sedimentazione
scala 1:50