COMMITTENTE:

Cave di Frisolino S.r.l.
Via Frisolino Località Rocche
16040 Ne GE
C.F. 03121510105
P.IVA 00205190994

COMUNE DI NE

PROVINCIA DI GENOVA

Nuovo programma di coltivazione della cava denominata “Campuettin”, sita nel Comune di Ne (GE)

RELAZIONE IDRAULICA

Genova, marzo 2021

Firmato digitalmente da

Riccardo Giammarini

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

C49-Rel-idr-r0

STUDIOELB INGEGNERI ASSOCIATI

Corso Torino 17/6 sc. A - 16129 GENOVA GE Tel. 010.5740568 - Fax 010.4211059

e-mail: inge@studioelb.it - PEC: studio@pec.studioelb.it - C.F. e P. IVA: 01933110999

Sommario

1 Premessa 4
2 Inquadramento della zona....7
3 Piano di Bacino Ambito 17 12
4 Regolamento regionale 16 marzo 2016 N. 1 recante “Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d’acqua” (modifiche al Regolamento 14 luglio 2011 n. 3) 16
4.1.1 Definizione del reticolo idrografico regionale.... 16
4.1.2 Indirizzi in merito alla realizzazione di nuove arginature 16
5 Criteri idraulici di regimazione delle acque 17
5.1 Criteri generali di regimazione delle acque 17
5.2 Acque al limite di ponente dell’area di cava.... 17
5.3 Acque all’interno della fossa 21
5.4 Acque al limite di levante dell’area di cava.... 24
5.5 Acque nell’area di cava al termine della sistemazione finale 25
6 Dimensionamento delle opere 26
6.1 Calcolo delle portate di progetto.... 26
6.2 Verifica idraulica del tratto a cielo aperto a margine di ponente dell’area di cava..... 26
6.3 Verifica idraulica dell’attraversamento esistente - lato ponente.... 27
6.4 Verifica idraulica della tombinatura a progetto - lato ponente 27
6.5 Area interna: calcolo portata di progetto 28
6.5.1 Verifica idraulica dei tubi provvisori.... 28
6.5.2 Verifica idraulica della tombinatura definitiva.... 28
6.6 Acque al margine di levante 29
6.6.1 Canalette a cielo aperto 29
6.6.2 Attraversamento della strada di servizio 29
6.6.3 Canalette sui gradoni della sistemazione finale.... 30
7 Alimentazione del sistema di irrigazione 31
7.1 Pluviometria media e valutazione della risorsa idrica disponibile.... 31

Allegati:

Tabella id.1: verifica deflusso a cielo aperto - tratto a ponente dell'area di coltivazione

Tabella id.2: verifica del collettore di attraversamento strada di servizio (tubo D 1 m)

Tabella id.3: nuova tombinatura a progetto canale di ponente : portata di progetto e verifiche idrauliche

Tabella id.4: verifica dei collettori provvisori per raccolta acque fossa di coltivazione

Tabella id.5: nuova tombinatura a progetto raccolta acque fossa di coltivazione

Tabella id.6: verifica deflusso a cielo aperto - tratto a levante dell'area di coltivazione

Tabella id.7: verifica del nuovo collettore di attraversamento della strada dei servizio per il Rio Acqua Fredda (margine di levante dell'area)

Tabella id.8: verifica deflusso a cielo aperto - canalette gradoni sistemazione finale

Figura id.1: planimetria con indicazione delle linee di deflusso acque e delle opere idrauliche - STATO ATTUALE scala 1:500

Figura id.2: planimetria con indicazione delle linee di deflusso acque e delle opere idrauliche - STATO FINALE COLTIVAZIONE scala 1:500

Figura id.3: planimetria con indicazione delle linee di deflusso acque e delle opere idrauliche - STATO FINALE SISTEMAZIONE scala 1:500

1 PREMESSA

La ditta Cave di Frisolino s.r.l. ha intenzione di riattivare l'attività estrattiva nella cava "Campuettin" in comune di Ne (GE).

L'intervento in progetto è individuabile nella C.T.R. Foglio n. 232061 *Cassagna*, il cui stralcio è riportato nell'allegata corografia (FIGURA 1).

Il terreno in esame è ubicato sul versante orografico destro del rio Beuchi, tributario del T. Gromolo, ad una quota compresa tra 610 m e 670 m s.l.m.

Il presente documento descrive il progetto di regimazione delle acque del rio e delle acque meteoriche interessate dalle attività di cava.



Figura 1.1: stralcio foto aerea della cava (da Google Earth)

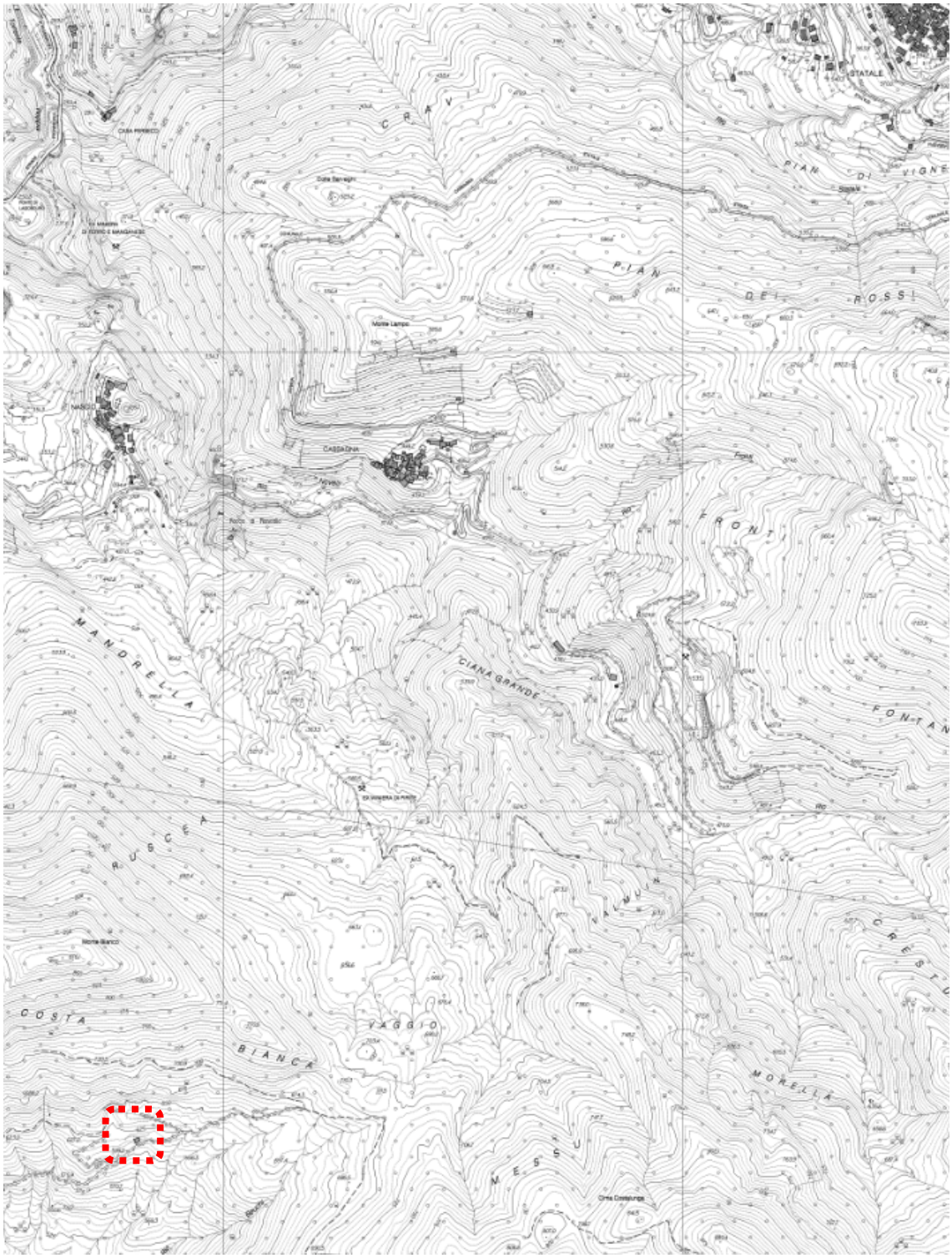


Figura 1.2: Inquadramento cartografico generale (CTR 232061 Cassagna)

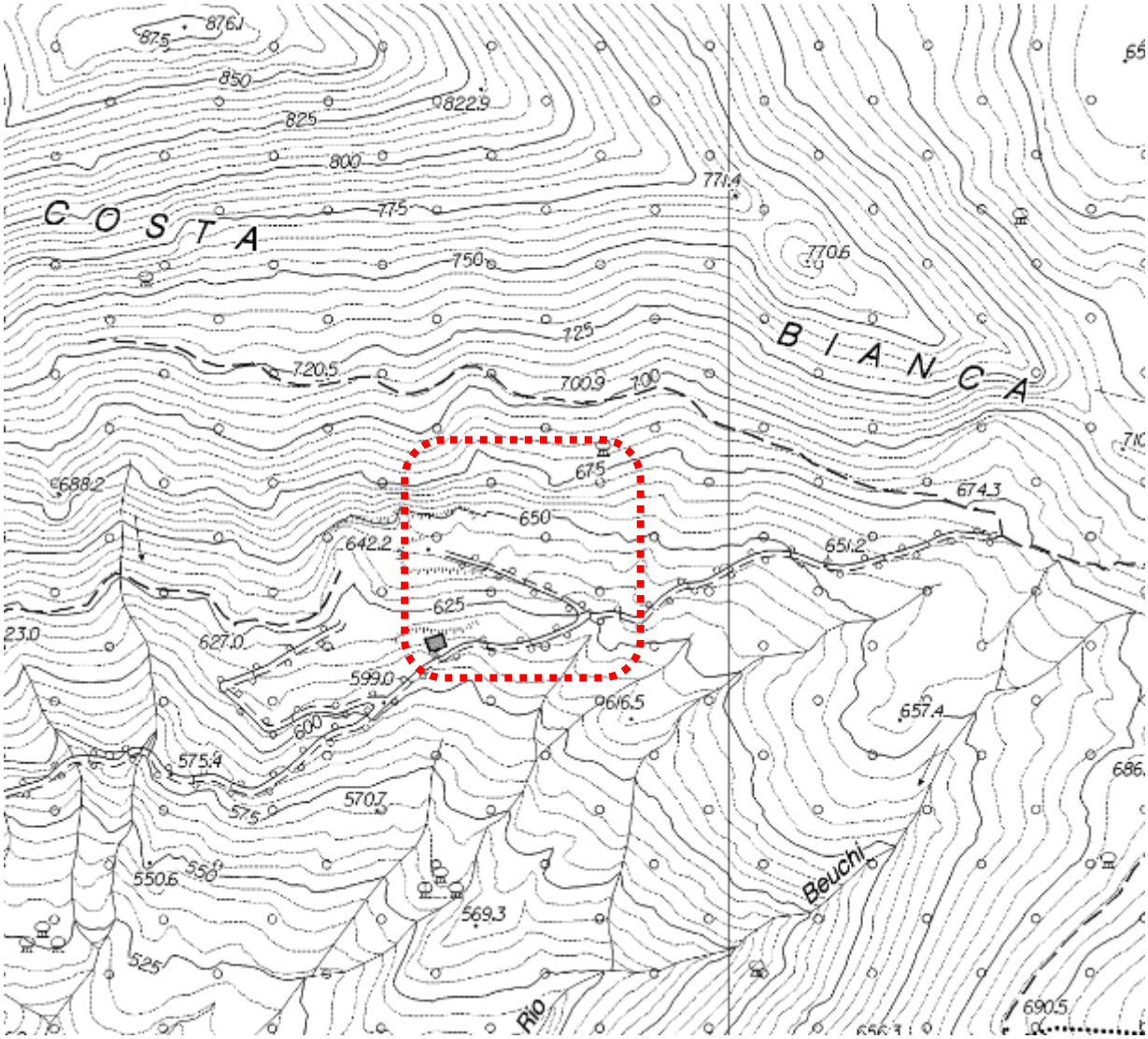


Figura 1.3: dettaglio cartografico

2 INQUADRAMENTO DELLA ZONA

Si riporta di seguito lo schema di inquadramento idraulico della relazione geologica, al quale fa seguito la descrizione di dettaglio delle caratteristiche dei rivi in esame.

Lo schema dei deflussi superficiali nell'area in esame fa riferimento diretto al sottobacino del Rio Cento Macelli, che scorre lungo il margine occidentale dell'area di cava; il Rio è un affluente in destra orografica del Rio Beuchi; quest'ultimo confluisce in destra orografica nella valle di Costalunga originando il rio Secco, uno dei principali tributari in orografica destra del T. Gromolo.

Una seconda via di deflusso trae origine a partire dal margine orientale dell'area di cava, e dopo la confluenza con il Rio cento Macelli, si immette nel Rio Beuchi, favorendo il regolare deflusso delle acque di ruscellamento superficiale provenienti dal settore orientale.

In condizioni di normale piovosità, nonostante tutte le vie di corrivazione abbiano subito interventi antropici più o meno intensi, che ne hanno parzialmente alterato l'andamento, l'area presenta regolare drenaggio delle acque di ruscellamento; durante gli eventi di maggiore intensità si possono verificare, tuttavia, fenomeni di ruscellamento e di locale erosione non incanalata, a causa dell'elevata acclività delle scarpate e dell'assenza di copertura vegetale.

Per quanto attiene alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni che contraddistinguono il settore in esame, la permeabilità dei terreni è definibile come segue:

- le coperture eluvio-colluviali di pendio, per la presenza influente di matrice fine, si ritengono permeabili per porosità con coefficienti da medi a bassi;
- i materiali di riporto e gli scarti di lavorazione sono da ritenersi corpi permeabili per porosità ma con coefficienti elevati;
- il basamento roccioso, impermeabile in condizioni di integrità, è da ritenersi invece permeabile, almeno nei livelli superficiali, in considerazione del grado di fratturazione acquisito. Un particolare significato idrogeologico assumono le discontinuità tettoniche, che rappresentano vie di deflusso preferenziale; si deve ritenere, infatti, che l'acqua possa saturare le fratture in profondità e possa trovare vie di percolazione secondo i rapporti geometrici esistenti tra le discontinuità stesse.

I due rivi sopra identificati presentano le seguenti caratteristiche dimensionali (v. schema da carta CTR sotto riportata):

- Rio Cento Macelli (deflusso sul margine W): 33.000 mq = 0,033 kmq;
- Rio Acqua Fredda (deflusso sul margine E): 40.000 mq = 0,040 kmq.

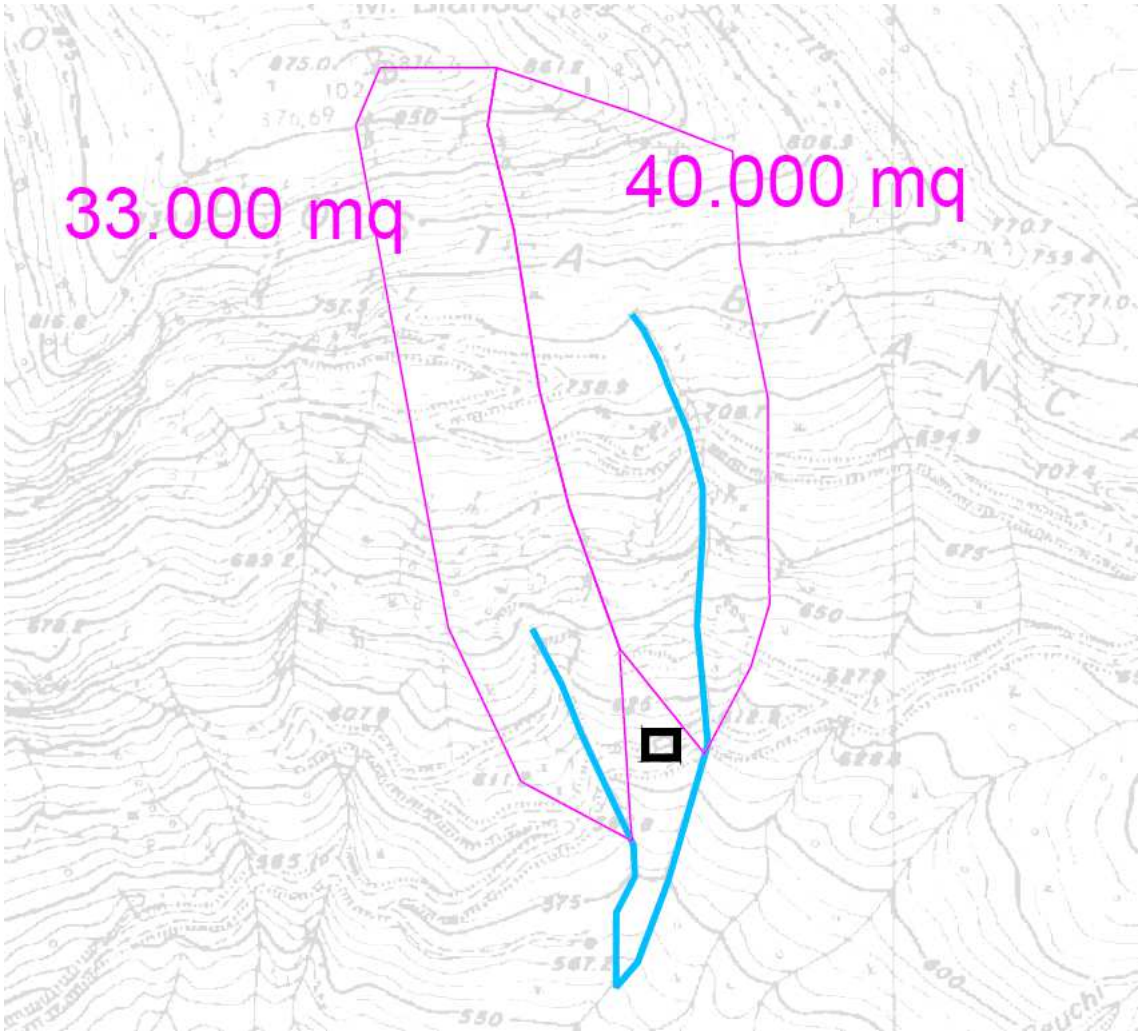


Figura 2.1: dettaglio carta CTR con indicazione dei rivi e dei bacini idrografici sottesi

Rispetto a quanto identificabile nella carta, la situazione reale di deflusso vede la presenza **del rio Cento Macelli**, con solchi di deflusso ben definiti, che attraversa la strada di servizio ed accesso all'area di cava mediante una tombinatura del diametro di 1000 mm, per poi proseguire a cielo aperto verso valle.

Il deflusso del rio corrisponde con buona approssimazione alla cartografia idraulica e demaniale, tenendo conto della scarsa definizione delle carte nell'area e delle pregresse attività di cava esercitate nella zona;

Non risultano ad oggi concessioni idrauliche per la tombinatura di attraversamento esistente suddette tombinature: nell'ambito del presente progetto di adeguamento verrà valutata la procedura tecnica ed amministrativa per la costruzione delle nuove opere idrauliche previste.

Il rio Acqua Fredda identificato nella carta sul margine Est della cava è invece praticamente non individuabile sul terreno, dove non compaiono linee di deflusso definite, né solchi di erosione: in corrispondenza della strada di accesso e di un possibile attraversamento della stessa da parte delle acque, non appaiono visibili linee e solchi di deflusso.



Foto 2.1: vista verso monte del Rio Cento Macelli, sul margine di ponente dell'area di cava



Foto 2.2: vista della vasca a monte dell'imbocco della tombinatura di attraversamento della strada di servizio da parte del Rio Cento Macelli

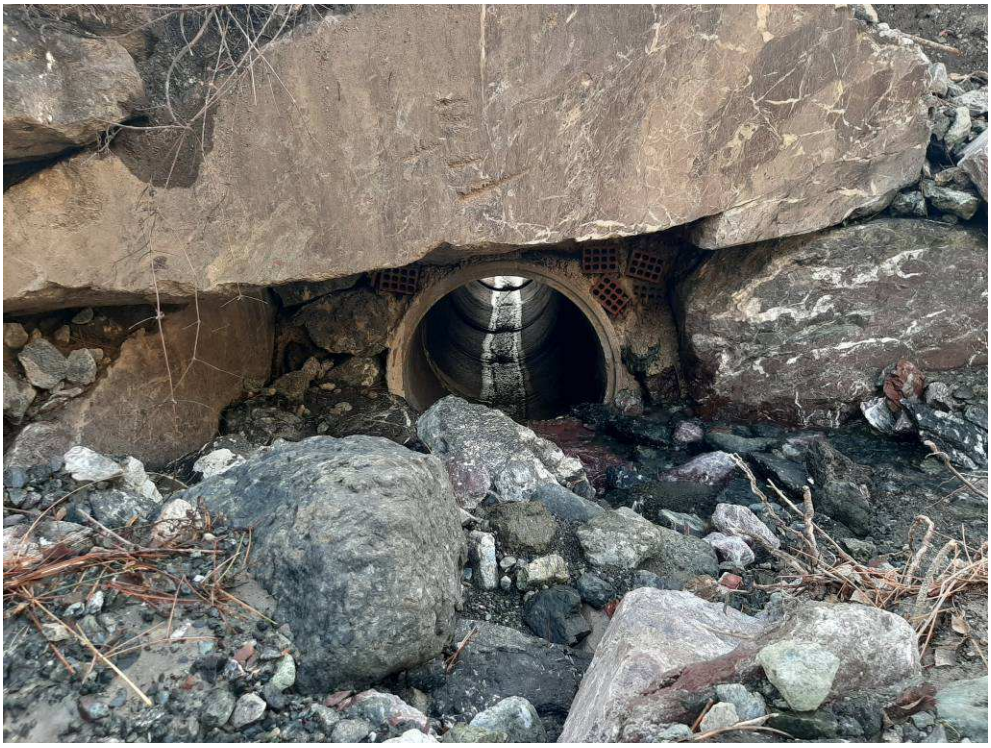


Foto 2.3: particolare dell'imbocco della tombinatura di attraversamento della strada di servizio da parte del Rio Cento Macelli



Foto 2.4: particolare dello sbocco della tombinatura di attraversamento della strada di servizio da parte del Rio Cento Macelli



Foto 2.5: vista verso valle del compluvio acque meteoriche a valle della strada di servizio

3 PIANO DI BACINO AMBITO 17

La normativa idraulica di riferimento è costituita dal Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico Ambito Regionale 17, approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 68 del 12.12.2002, successivamente più volte aggiornato e modificato (ultima variante approvata: DDG n. 7092 del 16.11.2020 entrata in vigore il 02.12.2020).

Tale piano, redatto ai sensi del D.L. 180/98, rappresenta lo strumento sovraordinato per le parti prescrittive agli altri strumenti di pianificazione settoriale ed urbanistica, con effetto d' integrazione e di prevalenza, in caso di contrasto, della pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale.

I rivi a margine dell'area di cava risultano corsi d'acqua demaniali, come evidenziato nell'estratto della mappa catastale allegata di seguito.

La strada di servizio ed accesso non risulta invece identificata a catasto.

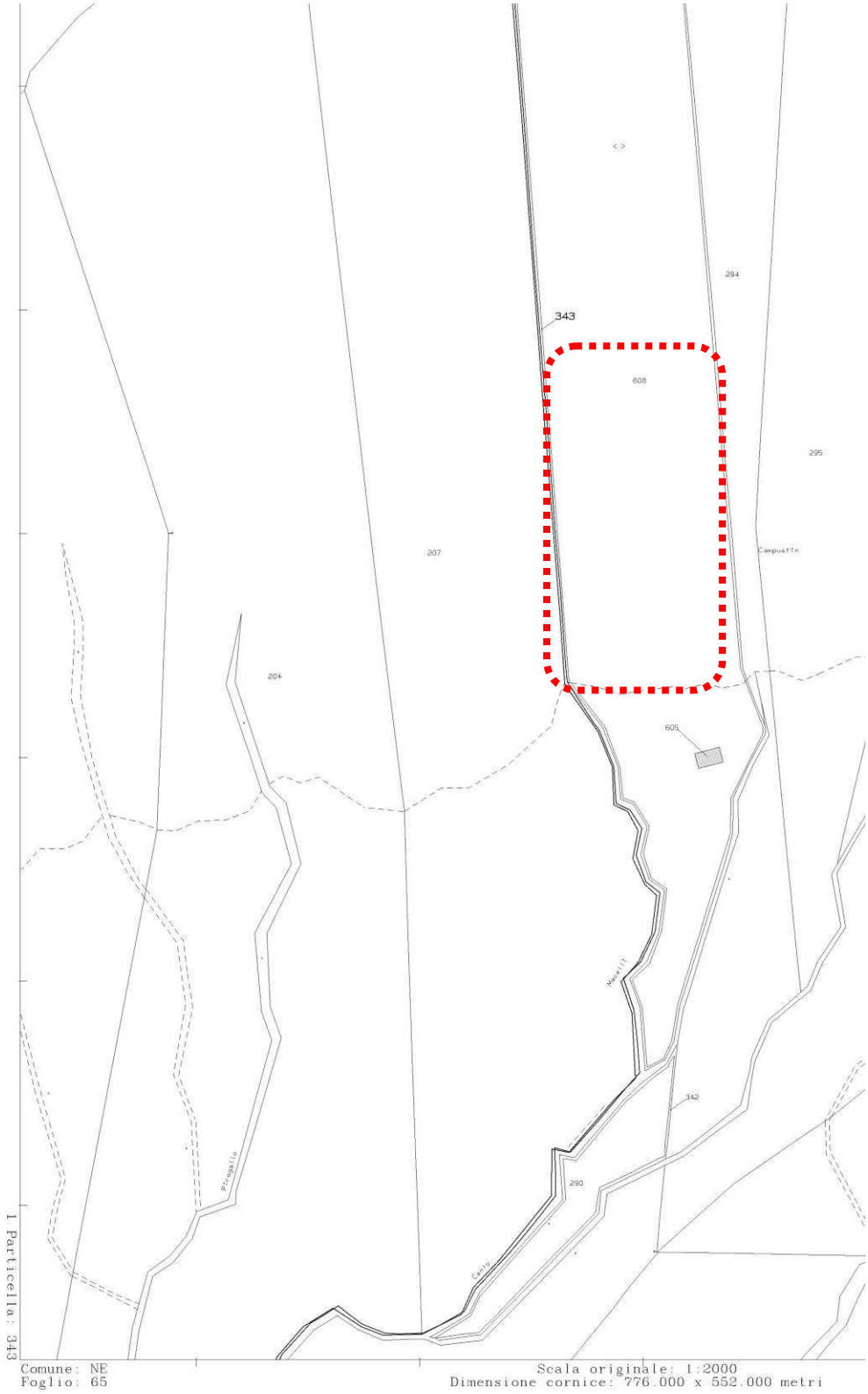


Figura 3.1: stralcio mappa catastale - Comune di Ne Foglio 65

I rivi sono inseriti nella mappa dei corsi d'acqua del reticolo idrografico allegata al Piano, riportato nelle figure qui di seguito.

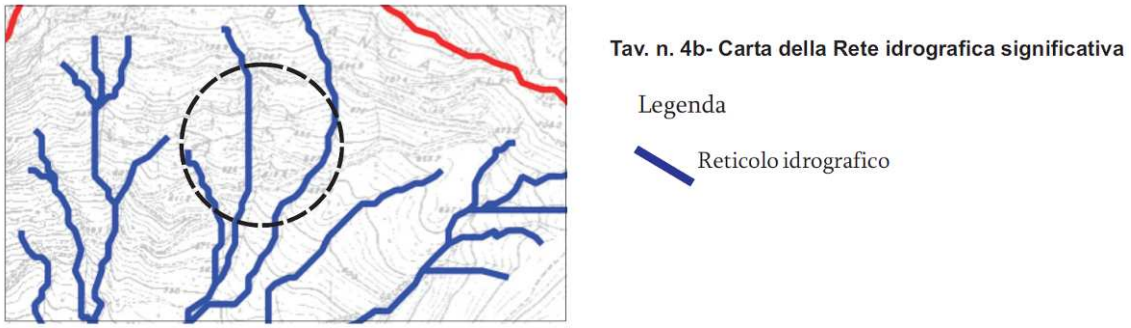


Figura 3.2: particolare della carta del reticolo idrografico (Piano di Bacino - Ambito 17 - 232060)

I rivi sono mappati anche nel reticolo idrografico regionale ex DGR 507/2019, in maniera praticamente analoga alla carta del Piano di Bacino.

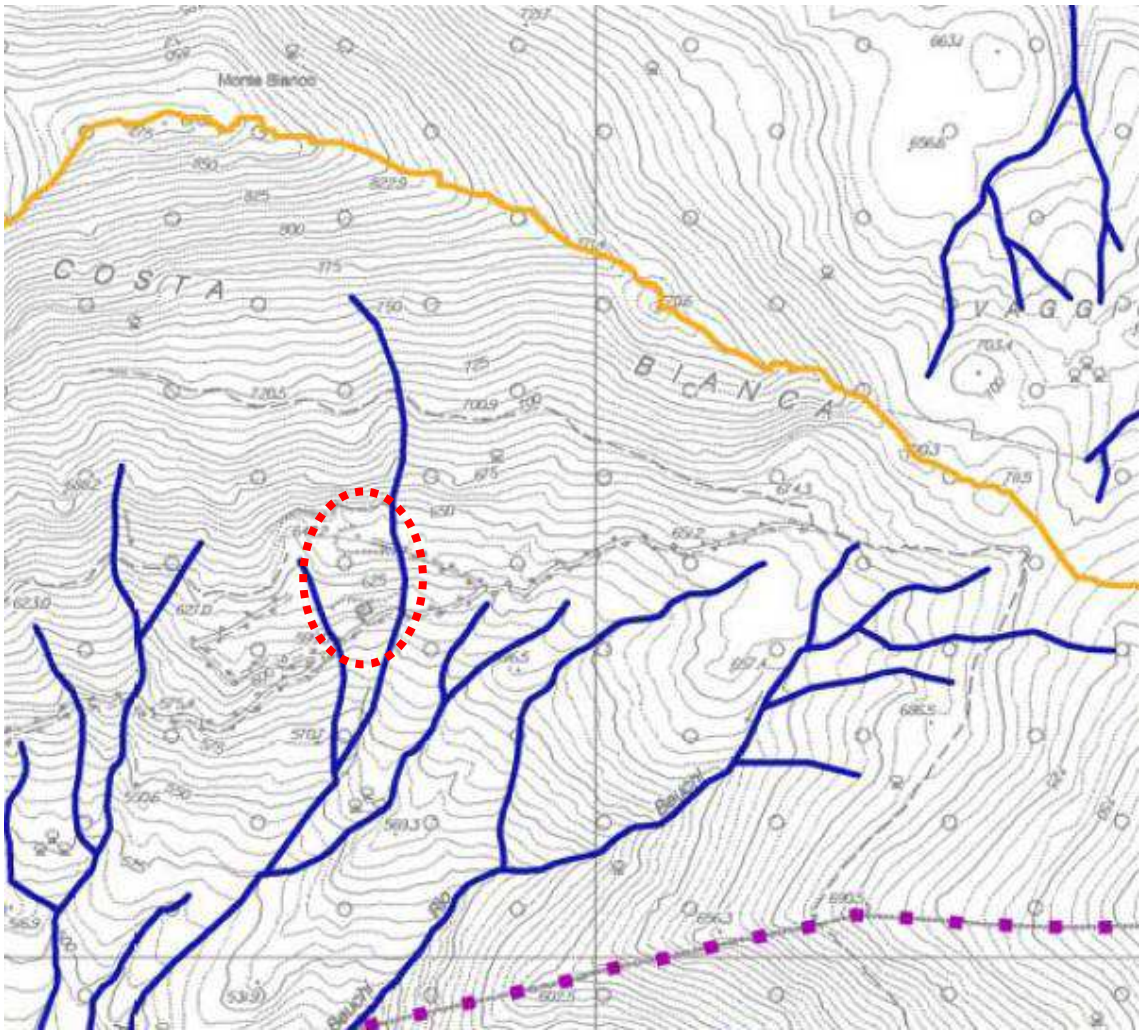


Figura 3.3: carta del reticolo idrografico regionale (DGR n. 507 del 21/06/2019) - 232060

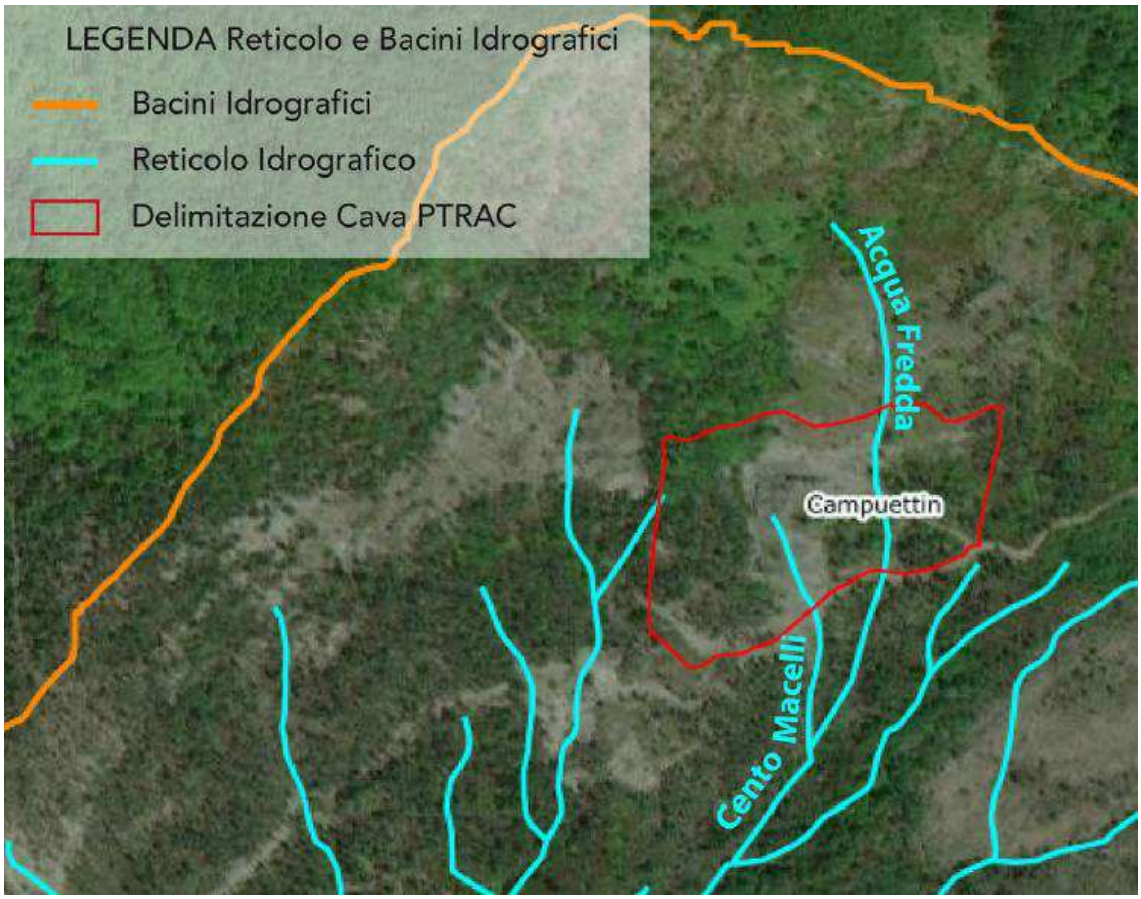


Figura 3.4: carta con legenda del reticolo idrografico regionale (DGR n. 507 del 21/06/2019) - 232060

4 REGOLAMENTO REGIONALE 16 MARZO 2016 N. 1 RECANTE "DISPOSIZIONI IN MATERIA DI TUTELA DELLE AREE DI PERTINENZA DEI CORSI D'ACQUA" (MODIFICHE AL REGOLAMENTO 14 LUGLIO 2011 N. 3)

Con Deliberazione della Giunta Regionale n° 825 del 12.07.2011 e Deliberazione della Giunta Regionale n° 181 del 11.03.2016 è stato approvato e modificato il Regolamento recante "Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua": tale regolamento disciplina le aree di pertinenza dei corsi d'acqua, in coerenza ed in continuità con le previsioni dei piani di bacino e le normative vigenti in materia di polizia idraulica.

4.1.1 Definizione del reticolo idrografico regionale

I rivi interessati dalle attività di cava, in virtù di quanto indicato all'art. 3 del suddetto regolamento, appartengono al **reticolo idrografico minuto** avendo un bacino imbrifero inferiore a 0,1 kmq.

I due rivi considerati singolarmente e con bacino idrografico chiuso in corrispondenza della strada di servizio ed accesso alla cava hanno bacino inferiori a 0,04 kmq ciascuno, come già evidenziato nel paragrafo precedente: nel seguito per alcune verifiche e vista la accertata non piena corrispondenza delle reali linee di deflusso con la situazione rappresentata nelle mappe, il bacino dei due rivi a monte della strada di servizio viene considerato unificato, con superficie pertanto di 0,073 kmq.

4.1.2 Indirizzi in merito alla realizzazione di nuove arginature

Il suddetto regolamento regionale nell'allegato 2 – Franchi Idraulici stabilisce in merito alla realizzazione di nuove opere di difesa spondale da realizzarsi lungo tratti di corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico minuto che il franco corrispondente al deflusso della portata 200ennale sia superiore a 30 cm per le arginature e a 50 cm per ponti, attraversamenti e tombinature.

5 CRITERI IDRAULICI DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Di seguito vengono presentati i criteri e i dimensionamenti delle opere di regimazione delle acque meteoriche: alle descrizioni vengono affiancati stralci grafici tratte dalle tavole idrauliche, allegate e visibili in dettaglio al termine del testo, **figure id-1, id-2 e id-3**.

5.1 Criteri generali di regimazione delle acque

Viste le caratteristiche dell'area e le attività previste, la gestione delle acque meteoriche avverrà come segue (v. anche **figure id-1, id-2 e id-3** esterne al testo):

- divisione delle acque provenienti a Nord dell'area con individuazione di un'asse spartiacque (vedi figura id.1 e stralcio di seguito) con suddivisione delle acque a ponente e a levante dell'area di coltivazione;

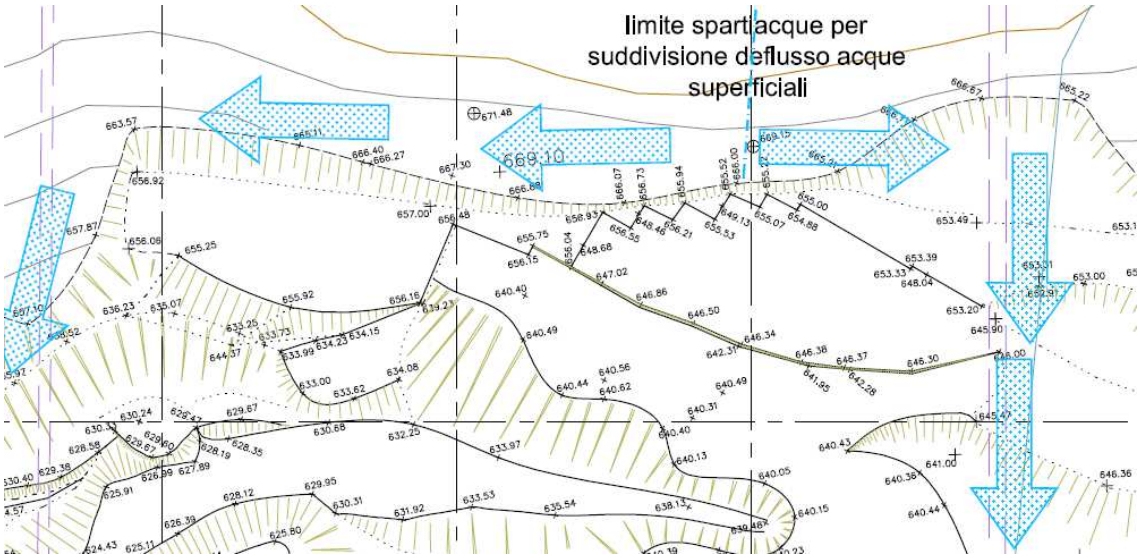


Figura 5.1: dettaglio dello spartiacque di suddivisione delle acque provenienti da Nord (v. dettagli in figura id-1)

- le acque a ponente verranno gestite lungo il solco di corrivazione corrispondente al rio Cento Macelli, come descritto in dettaglio nel paragrafo successivo, le acque a levante verranno gestite lungo la traccia di corrivazione del Rio Acqua Fredda, che come descritto in precedenza non è chiaramente definita a causa della scarsità di afflussi, con deflusso in superficie fino a valle della strada di servizio, dove confluiranno nelle acque provenienti da ponente lungo le linee di deflusso definite nella cartografia;
- durante la coltivazione, le acque all'interno della fossa verranno gestite mediante sistemi di raccolta, separazione dei sedimenti e convogliamento descritti nei paragrafi successivi;
- al termine della sistemazione finale, l'area di cava verrà sistemata a gradoni: le acque che piovono nell'area verranno raccolte mediante canalette da realizzarsi sul margine di monte dei gradoni, mediante le quali verranno convogliate verso ponente.

5.2 Acque al limite di ponente dell'area di cava

Le acque attualmente defluiscono in un compluvio ad elevata pendenza, con adeguate dimensioni per consentirne il deflusso sul margine dell'area di coltivazione (v. dimensionamenti nel capitolo successivo); le acque stesse durante la coltivazione defluiranno nel loro attuale

compluvio senza interferenze da parte delle attività di cava. Localmente verranno eseguite puntuali protezioni per garantire la sezione di deflusso adeguata e per evitare deflussi di acque all'interno delle aree di coltivazione.



Figura 5.2: stralcio sezione 5 nelle configurazioni attuale (in grigio) di coltivazione (limite scavo in tratteggio rosso) e di sistemazione finale (in verde)

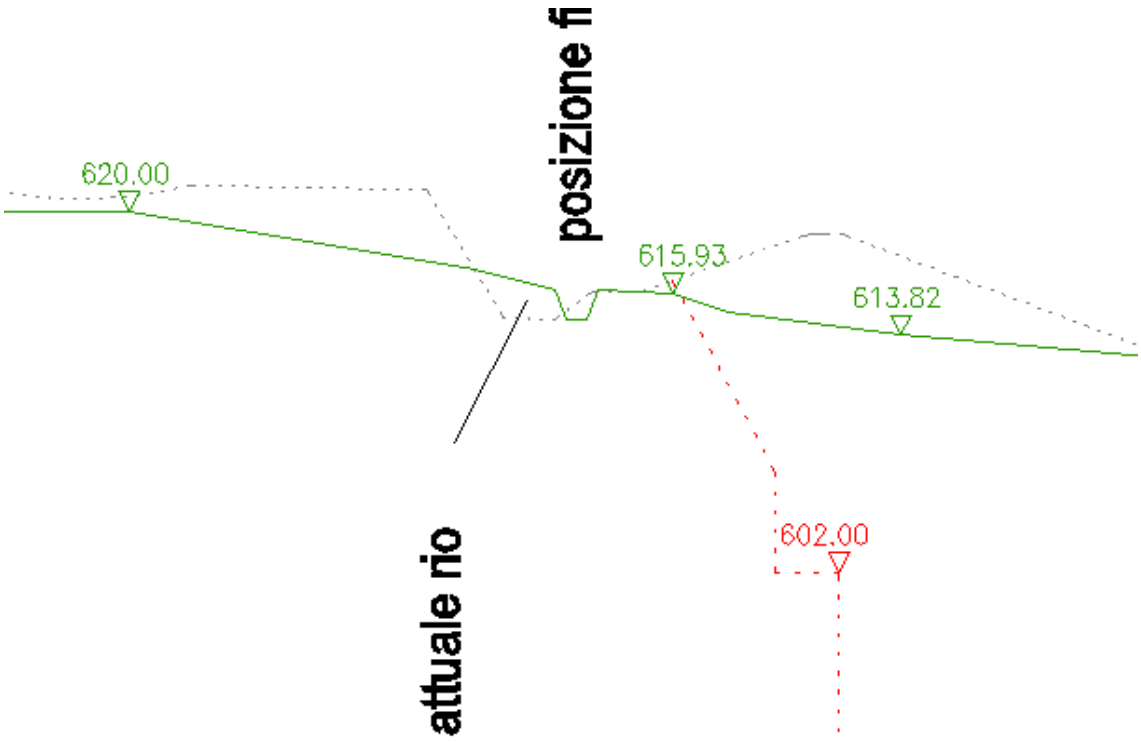


Figura 5.3: stralcio sezione 6 nelle configurazioni attuale (in grigio) di coltivazione (limite scavo in tratteggio rosso) e di sistemazione finale (in verde)

L'attraversamento della strada di servizio, attualmente realizzato mediante un tubo di diametro 1 m, verrà adeguato realizzando una struttura scatolare a sezione rettangolare di lunghezza pari a circa 11 m e delle dimensioni di 1,50 m di base × 2,00 m di altezza.

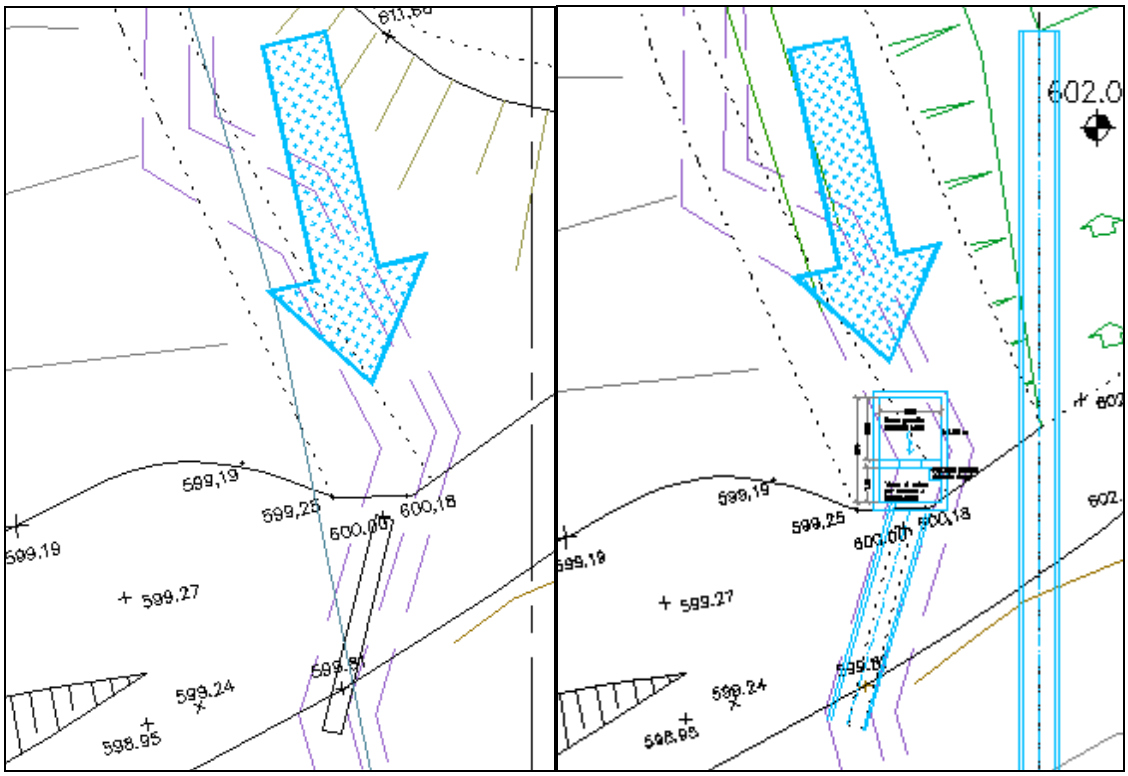


Figura 5.4: stralci planimetrici con configurazione attuale (a sinistra) e di progetto (a destra) dell'attraversamento della strada di servizio e di accesso

Tale sezione garantirà il deflusso delle acque con ampio franco di sicurezza (v. verifiche idrauliche nel capitolo successivo) e consentirà anche l'accesso di un piccolo mezzo meccanico per operazioni di pulizia e manutenzione.

A monte dell'attraversamento verrà realizzata una vasca per il contenimento del materiale solido e per l'alloggiamento di una pompa per l'uso di acqua per il sistema di umidificazione.

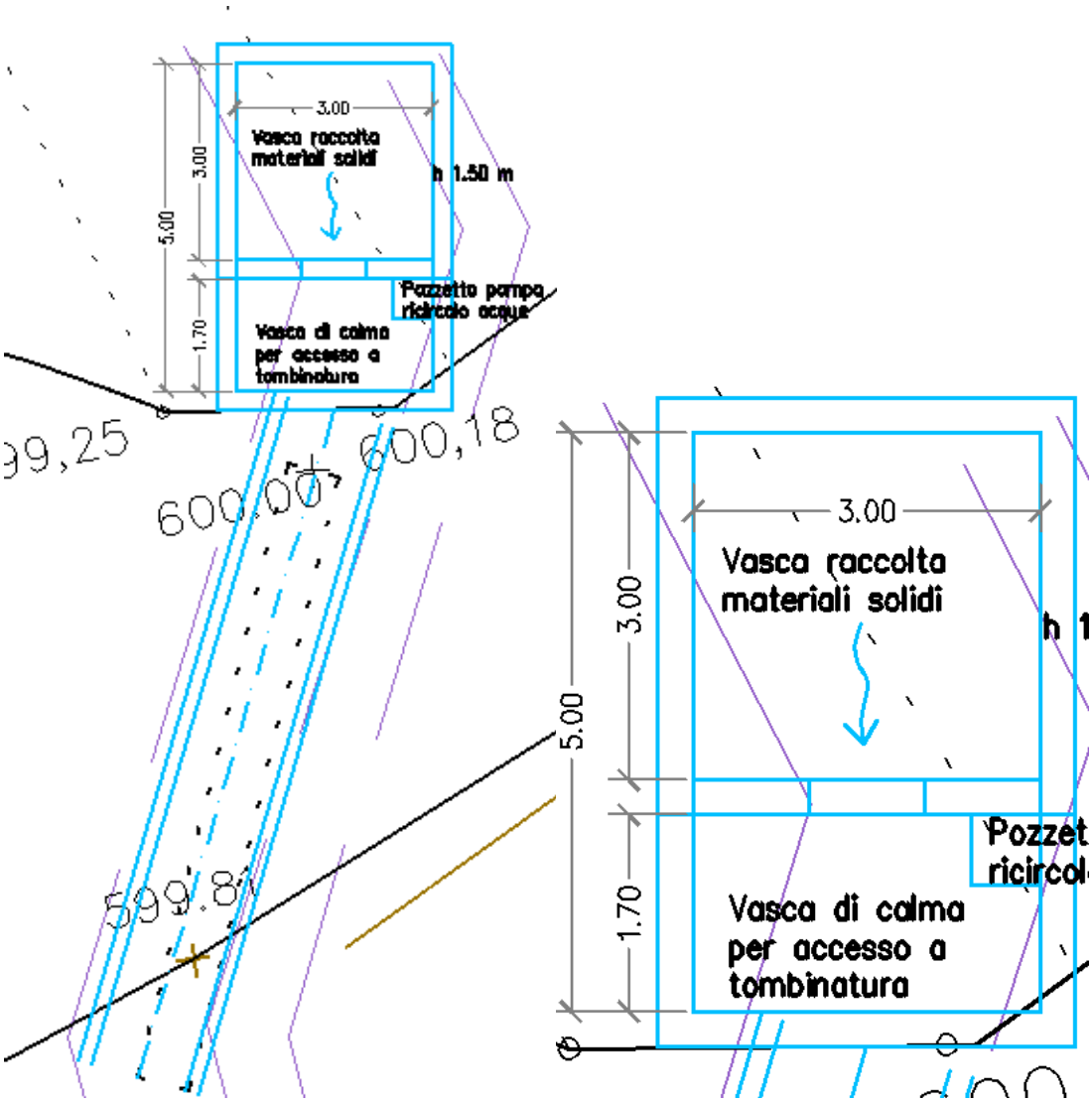


Figura 5.5: stralci planimetrici e dettaglio della vasca di imbocco della tombinatura di attraversamento della strada di servizio e di accesso

5.3 Acque all'interno della fossa

Durante la coltivazione l'area centrale avrà quote minime progressivamente decrescenti, fino ad essere inferiori rispetto alla strada di servizio ed accesso: le acque meteoriche sulla verticale dell'area di coltivazione (superficie massima 8.500 mq) verranno raccolte in un compluvio con asse corrispondente alla sezione 2-2 degli elaborati grafici di progetto (v. anche figura id.2 e stralcio qui di seguito).

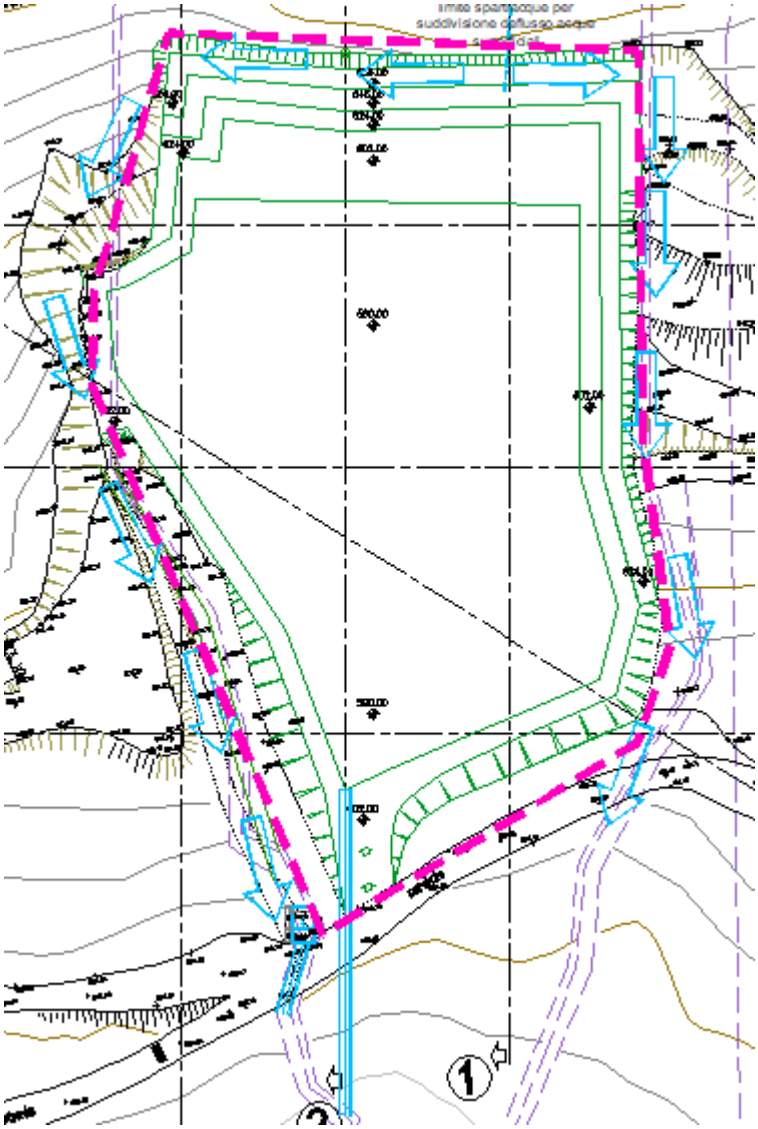


Figura 5.6: stralcio planimetrico con indicazione dell'area di coltivazione (in magenta tratteggiato) all'interno della quale verranno raccolte e gestite le acque meteoriche (S= 8.500 mq circa)

L'attraversamento della strada di servizio e di accesso avverrà durante la coltivazione all'interno di un tubo provvisorio in acciaio del diametro di 1 m, la cui posizione verrà progressivamente abbassata fino al termine della coltivazione (v. stralcio grafico sotto riportato). La lunghezza dei tubi sarà variabile da circa 25 a circa 45 m.

Al termine della coltivazione verrà realizzata l'opera definitiva di attraversamento, costituita da uno scatolare di base 1.50 m e altezza 2 m, tale da consentire il deflusso in piena sicurezza delle acque e l'ispezionabilità dello stesso mediante mezzo meccanico. La lunghezza dello scatolare sarà pari a circa 50 m.

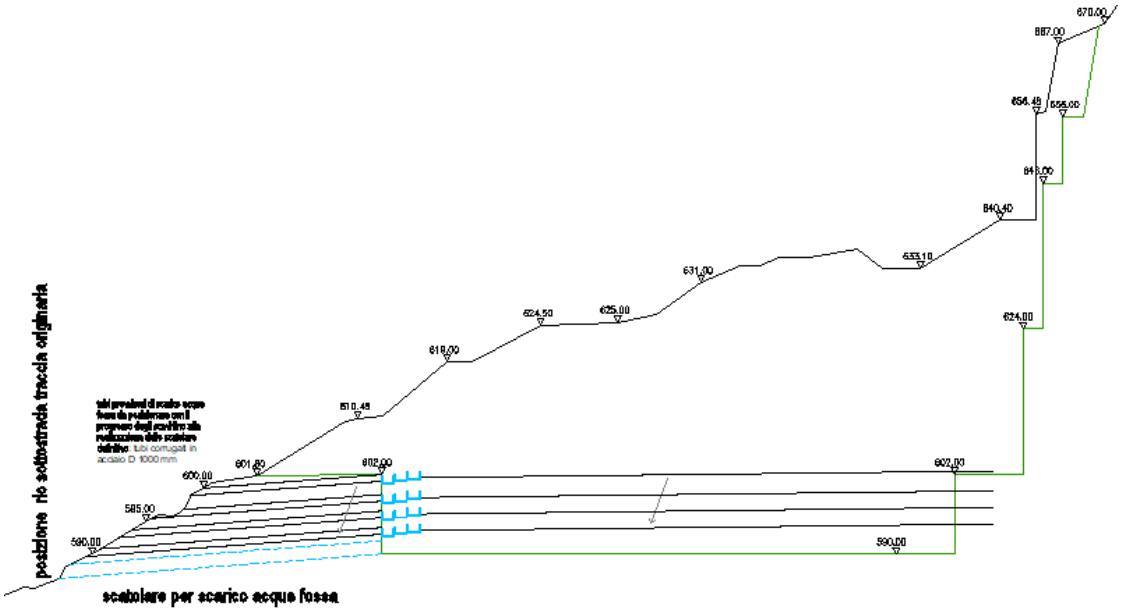


Figura 5.7: stralcio della sezione 2 con indicazione del sistema di regimazione delle acque di diretta competenza

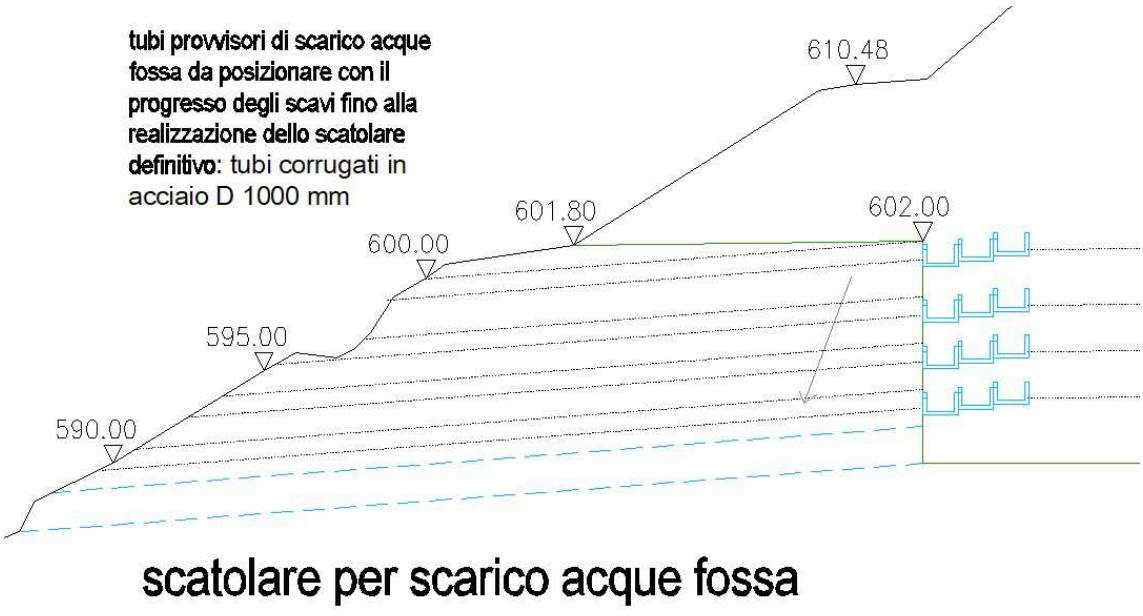


Figura 5.8: dettaglio della figura sopra, con indicazione delle 3 vasche di decantazione e controllo del materiale solido, dei tubi a quote progressivamente decrescente e dello scatolare finale

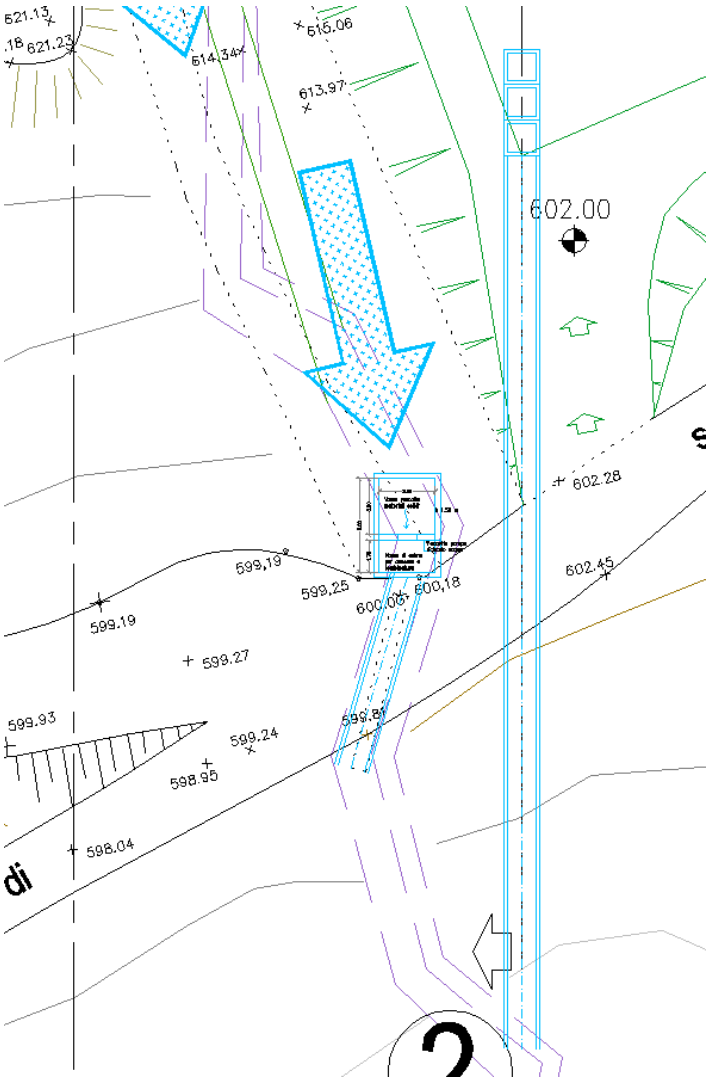


Figura 5.9: schema planimetrico generale del sistema di regimazione e controllo delle acque durante la coltivazione e al termine della stessa

In fase di coltivazione, le acque all'interno della fossa verranno gestite in modo da trattenere la componente dei solidi sospesi prima dello scarico nel reticolo idrografico: a tal fine verranno realizzate n. 3 vasche in serie, con funzionamento a stramazzo, che possano progressivamente trattenere il materiale solido presente nelle acque meteoriche che piovono nell'area di coltivazione.

Nell'ultima vasca verrà alloggiato il pozzetto per il campionamento delle acque e potrà essere installata anche pompa per il riuso delle acque ai fini della riduzione della polverosità durante le attività di scavo.

5.4 Acque al limite di levante dell'area di cava

Le acque nel margine di levante sono attualmente una componente nettamente residuale del deflusso individuato: i solchi di corrivazione sono poco definiti e non vi sono evidenze di attraversamenti della strada di servizio ed accesso.

Le acque stesse verranno pertanto raccolte in canalette locali, fino alla strada di servizio.

Nonostante l'evidenziata assenza di deflusso, in funzione della sistemazione delle acque prevista verrà realizzata specifica opera per l'attraversamento della strada di servizio e di accesso: viste le caratteristiche dell'area e le ridotte portate attese, l'attraversamento verrà realizzato con un tubo in acciaio del diametro di 1.5 m, della lunghezza pari a circa 6 m (v. figura successiva).

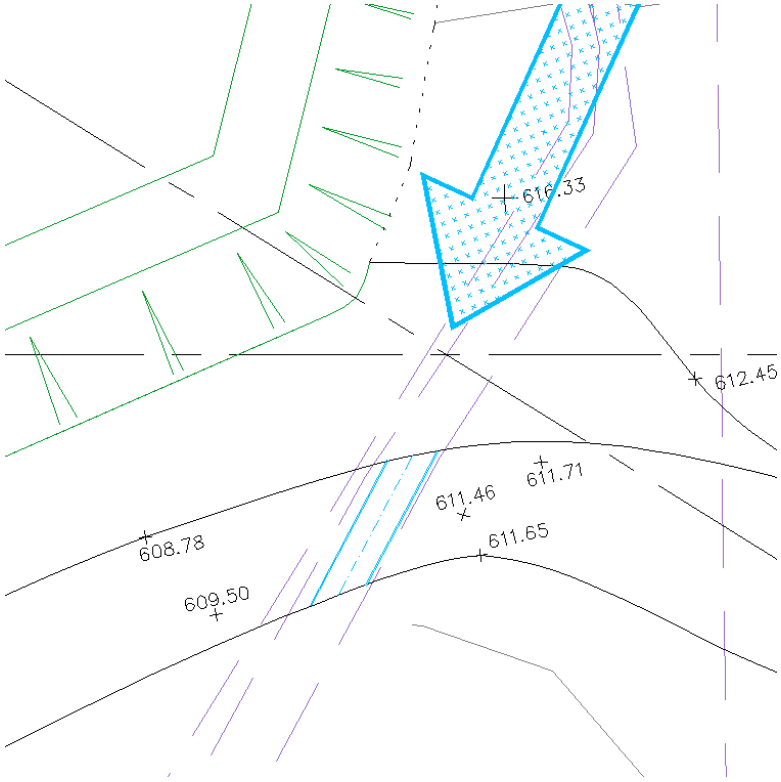


Figura 5.10: stralcio planimetrico della tombinatura di attraversamento della strada di servizio e di accesso sul margine dei levante delle aree

5.5 Acque nell'area di cava al termine della sistemazione finale

L'area di cava verrà sistemata a gradoni, come risulta nei disegni di progetto e nella figura id.3; le acque che piovono nell'area verranno raccolte mediante canalette da realizzarsi sul margine di monte dei gradoni, mediante le quali verranno convogliate verso ponente (v. schema nell'elaborato grafico sotto riportato).

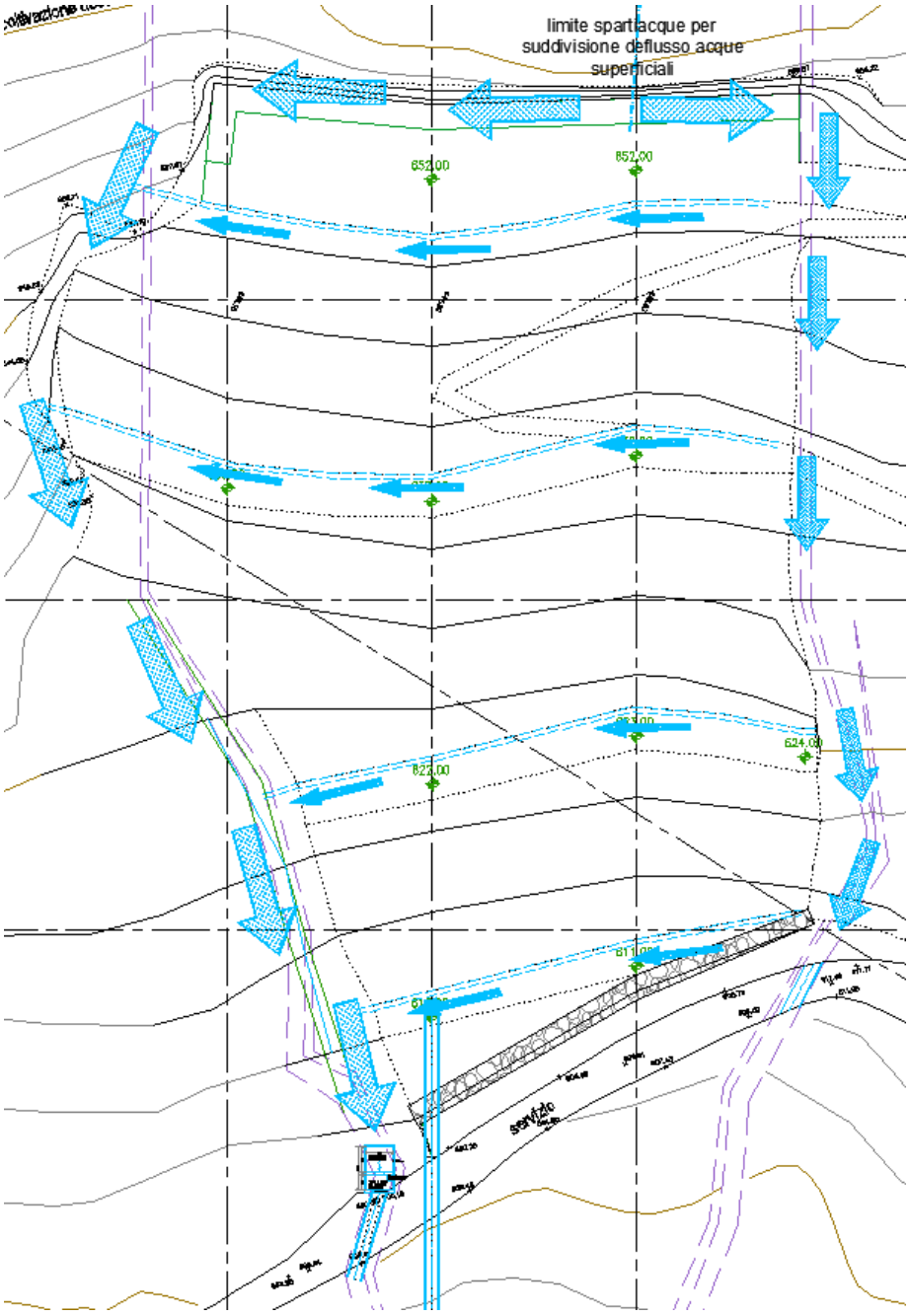


Figura 5.11: stralcio planimetrico della regimazione delle acque nello stato finale di sistemazione

6 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE

6.1 Calcolo delle portate di progetto

I due rivi sopra identificati presentano le seguenti caratteristiche dimensionali:

- Rio Cento Macelli (deflusso sul margine W): 33.000 mq = 0,033 kmq;
- Rio Acqua Fredda (deflusso sul margine E): 40.000 mq = 0,040 kmq.

Per la determinazione della portata di progetto, con particolare riguardo alla sistemazione dei rivi in corso d'opera e al dimensionamento delle opere di attraversamento nell'area di ponente, si assume cautelativamente il bacino complessivo del Rio Cento Macelli + Rio Acqua Fredda, chiuso in corrispondenza della strada di servizio, come già rappresentato nei paragrafi precedenti.

Come indicato nelle norme di attuazione del Piano, è stato applicato il coefficiente unitario massimo di 40 $m^3/s\ km^2$. Ne consegue la portata pari a

$$Q\ ponente = CU \times S = 40\ m^3/s\ km^2 \times 0.073\ km^2 = 2.90\ m^3/s$$

Da analisi idrologiche eseguite in siti limitrofi a quello in esame, la portata determinata mediante l'applicazione di tale coefficiente è ampiamente superiore alla portata con tempo di ritorno di 200 anni.

Per le aree a levante, ove attualmente le linee di deflusso sono poco definite per lo scarso afflusso, il dimensionamento dei solchi di raccolta verrà effettuato ipotizzando la superficie pari al bacino del Rio Acqua Fredda (40.000 mq): applicando il coefficiente unitario di 40 $m^3/s\ km^2$, si ha una portata massima pari a

$$Q\ levante = CU \times S = 40\ m^3/s\ km^2 \times 0.040\ km^2 = 1,60\ m^3/s$$

6.2 Verifica idraulica del tratto a cielo aperto a margine di ponente dell'area di cava

Il compluvio entro il quale corrono le acque del rio Cento Macelli è caratterizzato da pendenza elevata (oltre il 30%) e larghezza del compluvio irregolare, pari a circa 1 m e oltre, con sezione approssimabile alla trapezia, con altezze delle sponde anch'esse pari a 1 m o oltre.

Cautelativamente, per tenere conto delle irregolarità dell'alveo, la valutazione del dimensionamento idraulico è stata eseguita ipotizzando una pendenza del 15% e una larghezza alla base di 0.90 m, con sezione trapezia con angoli alla base di 60° (v. **tabella id.1**)

Viste le caratteristiche del tratto di corso d'acqua in esame (alveo ripido di caratteristiche torrentizie), sono certamente da escludere perturbazioni dovute allo sviluppo di profili di rigurgito in corrente lenta verso monte.

Viste le caratteristiche dell'area e del canale, è stato assunto cautelativamente un coefficiente di scabrezza uniforme pari a:

Ks (Strickler) = 30 $m^{1/3}\ s^{-1}$ n (Manning) = 0,0333 $m^{-1/3}$ s.

Il dimensionamento è stato pertanto eseguito mediante analisi in moto uniforme su sezione trapezia: come emerge dalla lettura della **tabella id.1**, la profondità critica Yc è pari a 0.81 m, la profondità di moto uniforme è pari a 0,49 m.

Durante la coltivazione le acque verranno mantenute nel loro attuale solco di deflusso, mantenendo sezioni adeguate delle dimensioni minime sopra indicate, con altezze delle sponde sempre superiori ad 1 m per garantire un adeguato franco idraulico di sicurezza.

Al termine della coltivazione, con il progresso della sistemazione finale, la quota planimetrica dell'alveo al margine di ponente dell'area verrà progressivamente alzata, provvedendo alla realizzazione di alveo di sezione adeguata e dotato di opere antierosione, sia sul fondo sia sulle pareti: la sezione di deflusso attuale e quella a fine coltivazione sono molto ridotte, pertanto le opere avranno impatto minimo e saranno costituite da un presidio al fondo con stuoia in materiale plastico e grimpante, che impedisca la penetrazione al fondo e allo stesso tempo consenta la formazione della vegetazione.

Quali protezioni laterali verranno realizzati piccoli muretti in pietra.

6.3 Verifica idraulica dell'attraversamento esistente - lato ponente

Le verifiche idrauliche eseguite hanno mostrato che la tombinatura attuale è in grado di smaltire le portate di piena, ma con un franco di sicurezza limitato, con i seguenti dettagli (vedi **tabella id.2**):

- D 1000 mm: Yu (Q 2.90 mc/s): 0.76 m - Yc = 0.93 m - Q max smaltibile: 3.37 mc/s

6.4 Verifica idraulica della tombinatura a progetto - lato ponente

La nuova opera di attraversamento avrà le seguenti caratteristiche: (v. tab. id.3):

- sezione rettangolare
- larghezza netta : 1,50 m
- altezza netta: 2,00 m;
- pendenza minima : 2%;

Viste le caratteristiche dell'area e la presenza della vasca di imbocco, è stato assunto cautelativamente un coefficiente di scabrezza uniforme pari a

Ks (Strickler) fondo = 40 $m^{1/3} s^{-1}$

Ks (Strickler) sponde = 45 $m^{1/3} s^{-1}$

Il dimensionamento è stato eseguito mediante analisi in moto uniforme su sezione rettangolare: come emerge dalla lettura della **tabella id.3**, la profondità critica Yc è pari a 0.72 m, le caratteristiche di deflusso in moto uniforme sono le seguenti:

Tratto	pendenza	Yu	U	Franco idraulico
1	2,00%	0,65 m	2,96 m/s	1,35 m

6.5 Area interna: calcolo portata di progetto

Per le aree all'interno della fossa di coltivazione, il dimensionamento delle opere verrà effettuato sulla base della superficie di 8.500 mq: applicando il coefficiente unitario di 40 m^3/s km^2, si ha una portata massima pari a

$$Q\ interna = CU \times S = 40\ m^3/s\ km^2 \times 0.0085\ km^2 = 0{,}34\ m^3/s$$

6.5.1 Verifica idraulica dei tubi provvisori

I tubi provvisori (pendenza minima 2%) sono ampiamente in grado di smaltire le acque dell'area interna, con i seguenti dettagli (vedi **tabella id.4**):

- D 1000 mm: Yu (Q 0,34 mc/s): 0.28 m - Yc = 0.33 m - Q max smaltibile: 2,13 mc/s

6.5.2 Verifica idraulica della tombinatura definitiva

Il dimensionamento della tombinatura definitiva è eseguito cautelativamente nella fase di ultimazione dello scavo, in occasione della quale verranno raccolte tutte le acque di competenza della fossa di coltivazione.

Con il progresso della sistemazione definitiva delle aree, la tombinatura non raccoglierà più le acque, che verranno convogliate nel margine di ponente e raccolte nei solchi di deflusso laterali all'area di cava.

L'opera di raccolta delle acque attraversamento avrà le seguenti caratteristiche: (v. **tab. id.5**):

- sezione rettangolare
- larghezza netta : 1,50 m
- altezza netta: 2,00 m;
- pendenza minima : 2%;

Viste le caratteristiche dell'area e la presenza della vasca di imbocco, è stato assunto cautelativamente un coefficiente di scabrezza uniforme pari a

Ks (Strickler) fondo = 40 $m^{1/3}\ s^{-1}$

Ks (Strickler) sponde = 45 $m^{1/3}\ s^{-1}$

Il dimensionamento è stato eseguito mediante analisi in moto uniforme su sezione rettangolare: come emerge dalla lettura della **tabella id.5**, la profondità critica Yc è pari a 0.17 m, le caratteristiche di deflusso in moto uniforme sono le seguenti:

Tratto	pendenza	Yu	U	Franco idraulico
1	2,00%	0,15 m	1,47 m/s	1,85 m

6.6 Acque al margine di levante

Le acque nel margine dei levante sono attualmente una componente nettamente residuale del deflusso individuato: i solchi di corrivazione sono poco definiti e non vi sono evidenze di attraversamenti della strada di servizio ed accesso.

Le acque stesse verranno pertanto raccolte in canalette locali, fino al superamento della strada di servizio.

Per i dimensionamenti è stata cautelativamente considerata la superficie complessiva del bacino di levante, di 40.000 mq: applicando il coefficiente unitario di 40 $m^3/s\ km^2$, si ha una portata massima pari a

$$Q\ interna = CU \times S = 40\ m^3/s\ km^2 \times 0.004\ km^2 = 1,60\ m^3/s$$

6.6.1 Canalette a cielo aperto

Cautelativamente, per tenere conto delle irregolarità dell'alveo, la valutazione del dimensionamento idraulico è stata eseguita ipotizzando una pendenza del 15% e una larghezza alla base di 0.60 m, con sezione trapezia con angoli alla base di 60° (v. **tabella id.6**)

Viste le caratteristiche del tratto di corso d'acqua in esame (alveo ripido di caratteristiche torrentizie), sono certamente da escludere perturbazioni dovute allo sviluppo di profili di rigurgito in corrente lenta verso monte.

Viste le caratteristiche dell'area e del canale, è stato assunto cautelativamente un coefficiente di scabrezza uniforme pari a:

Ks (Strickler) = 30 $m^{1/3}\ s^{-1}$ n (Manning) = 0,0333 $m^{-1/3}$ s.

Il dimensionamento è stato pertanto eseguito mediante analisi in moto uniforme su sezione trapezia: come emerge dalla lettura della **tabella id.6**, la profondità critica Yc è pari a 0.71 m, la profondità di moto uniforme è pari a 0,43 m.

Durante e al termine della coltivazione le acque verranno convogliate in canalette delle dimensioni minime sopra indicate (sezione trapezia con larghezza alla base e altezza di 60 cm): le canalette, in funzione del fondo ove verranno posizionate, verranno dotate di opere antierosione, sia sul fondo sia sulle pareti: le sezioni di deflusso sono molto ridotte, pertanto le opere avranno impatto minimo e saranno costituite da un presidio al fondo con stuoia in materiale plastico e grimpante, che impedisca la penetrazione al fondo e allo stesso tempo consenta la formazione della vegetazione.

6.6.2 Attraversamento della strada di servizio

Viste le portate molto ridotte che interessano l'area, l'attraversamento della strada verrà realizzato con un tubo di diametro di 1.5 m in acciaio (lunghezza pari a circa 6 m, pendenza minima 2%): esso è ampiamente in grado di smaltire le acque dell'area, con i seguenti dettagli (vedi **tabella id.7**):

- D 1500 mm: Yu (Q 1,60 mc/s): 0.67 m - Yc = 0.65 m - Q max smaltibile: 4,19 mc/s

6.6.3 Canalette sui gradoni della sistemazione finale

L'area di cava verrà sistemata a gradoni, come risulta nei disegni di progetto e nella figura id.3; le acque che piovono nell'area verranno raccolte mediante canalette da realizzarsi sul margine di monte dei gradoni, mediante le quali verranno convogliate verso ponente.

La superficie dell'area di cava è pari a circa 8.500 mq, la competenza di ciascuna canaletta è stimabile in 1/4 della suddetta superficie: per cautela si assume una superficie di competenza per ciascuna canaletta pari a 2.500 mq.

La valutazione del dimensionamento idraulico è stata eseguita ipotizzando una pendenza minima dell' 1% e una larghezza alla base di 0.40 m, con sezione trapezia con angoli alla base di 60° (v. **tabella id.8**)

E' stato assunto cautelativamente un coefficiente di scabrezza uniforme pari a:

Ks (Strickler) = 30 $m^{1/3} s^{-1}$ n (Manning) = 0,0333 $m^{-1/3} s$.

Il dimensionamento è stato pertanto eseguito mediante analisi in moto uniforme su sezione trapezia: come emerge dalla lettura della **tabella id.8**, la profondità critica Yc è pari a 0.12 m, la profondità di moto uniforme è pari a 0,24 m.

Le acque verranno pertanto convogliate in canalette delle dimensioni minime sopra indicate (sezione trapezia con larghezza alla base e altezza di 40 cm).

7 ALIMENTAZIONE DEL SISTEMA DI IRRIGAZIONE

7.1 Pluviometria media e valutazione della risorsa idrica disponibile

Di seguito si presentano le mappe relative alle isoiete medie per la provincia di Genova e la Regione Liguria, tratte da analisi statistiche e climatologiche.

Nella seguente Figura 7.1 è rappresentata la mappa delle precipitazioni medie annue per il periodo 1961-1990, tratte dalla pubblicazione "Rivista Ligure di meteorologia" n. 15 del gennaio 2005: la stazione di Cassagna è molto prossima all'area in esame e presenta una pluviometria media annua di 1718 mm, suddivisa per mesi come rappresentato nella tabella qui di seguito:

Provincia di GENOVA															
N° stazione	LOCALITA' medie 1961/1990	altitudine m	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
118	Cassagna	432	184	148	155	135	108	97	61	119	137	214	190	169	1718

Tabella 7-1: piovosità media annua per la stazione di Cassagna - Rivista Ligure di meteorologia Numero 15, anno V: gennaio 2005



Figura 7.1: mappe delle precipitazioni medie annue 1961-1990 - Rivista Ligure di meteorologia Numero 15, anno V: gennaio 2005

Nella mappa seguente (Figura 7.2), di più recente redazione, è rappresentata la mappa delle precipitazioni medie annue per il periodo 1961-2010, tratte dall'Atlante Climatico della Liguria (ARPAL 2013): nell'area prossima alla stazione è indicato un valore pari a circa 1800 mm annui.

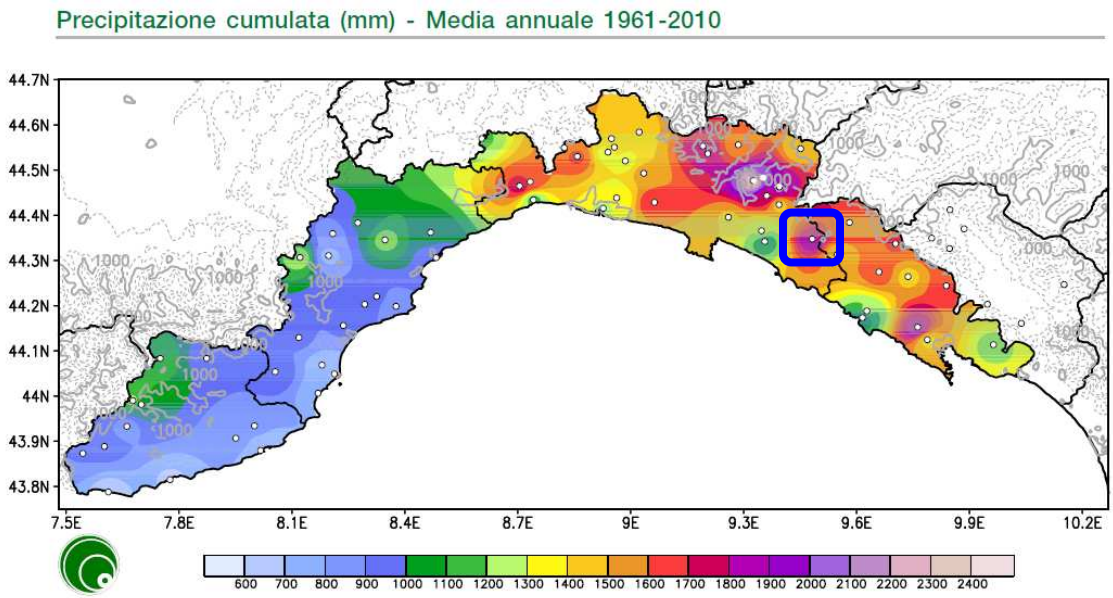


Figura 7.2: mappe delle precipitazioni medie annue 1961-2010 - Atlante climatico della Liguria - ARPAL 2013

Sulla base delle sopra indicate mappe, è possibile stimare cautelativamente una risorsa idrica disponibile pari a 1750 mm annui (media di 4.79 mm/giorno), suddivisi per mesi in maniera proporzionale ai dati della sopra riportata Tabella 7-1.

La risorsa idrica disponibile deve essere ridotta rispetto alla piovosità di un coefficiente pari all'infiltrazione (dovuta alla permeabilità delle coperture e dei materiali di riporto evidenziata nella relazione geologica) + evapotraspirazione e alla non partecipazione delle acque al deflusso superficiale (in caso di eventi di ridotta entità). Cautelativamente è possibile stimare una perdita della risorsa pari a circa il 70%, con picchi fino all'85% nella stagione estiva.

Da tali valori risultano i seguenti volumi disponibili per i pozzetti di supporto all'irrigazione:

- pozzetto canale di ponente:
  - media annua: 33.000 mq * ((1750/365)/1000) * 30% = 47 mc/giorno
  - massimo autunnale: 33.000 mq * ((214/31)/1000) * 30% = 68 mc/giorno
  - minimo estivo: 33.000 mq * ((61/31)/1000) * 15% = 10 mc/giorno
- pozzetto area di coltivazione in fossa:
  - media annua: 8.500 mq * ((1750/365)/1000) * 30% = 12 mc/giorno
  - massimo autunnale: 8.500 mq * ((214/31)/1000) * 30% = 18 mc/giorno
  - minimo estivo: 8.500 mq * ((61/31)/1000) * 15% = 2.5 mc/giorno

I valori sopra riportati rappresentano stime potenziali, ancora da ridurre, in quanto su superfici superiori all'ettaro non è possibile ipotizzare piogge a distribuzione omogenea, e poiché le precipitazioni sono concentrate in eventi usualmente dell'ordine di minuti, durante i quali le acque possono essere immagazzinate nei pozzi di raccolta, ma solo fino al massimo volume disponibile, mentre il resto della precipitazione defluisce verso valle e naturalmente non può essere considerata come risorsa disponibile.

La risorsa disponibile per l'irrigazione delle aree potrà essere integrata, specie nella stazione secca, con apporti esterni, per garantire sempre un'adeguata irrigazione delle aree di lavoro (disponibilità minima necessaria 105 mc/anno).

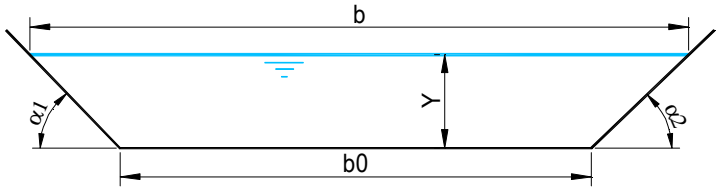
Tabella id.1: verifica deflusso a cielo aperto - tratto a ponente dell'area di coltivazione

Sezione trapezia tipologica generale

Calcolo della portata di progetto (secondo normativa del Piano di Bacino stralcio "180")

S bacino	**73 000**	m^2
S bacino	*0.073*	*km^2*
Q unit	**40.00**	$m^3/(s*km^2)$
Q progetto	**2.9**	m^3/s

if	0.1500	15.00%
Ks	30.00	$m^{1/3} s^{-1}$
b0	0.90	m
Yu	**0.49**	**m**
α1	60.00	°
	1.05	rad
α2	60.00	°
	1.05	rad
b	1.46	m
B	2.03	m
Ω	0.58	mq
Ri	0.28	m
Q	2.900	mc/s
Q	**2 900**	**l / s**
U	5.03	m/s
$U^2/2g$	1.29	m



Determinazione profondità critica

b0	1.00	m
Yc	**0.81**	**m**
α1	60.00	°
	1.05	rad
α2	60.00	°
	1.05	rad
b	1.93	m
Ω(Yc)	1.18	mq
Q^2 / g	*0.857*	
Ω^3 / b	*0.857*	
verifica -	*0.00*	

Tabella id.2: verifica del collettore di attraversamento strada di servizio (tubo D 1 m)

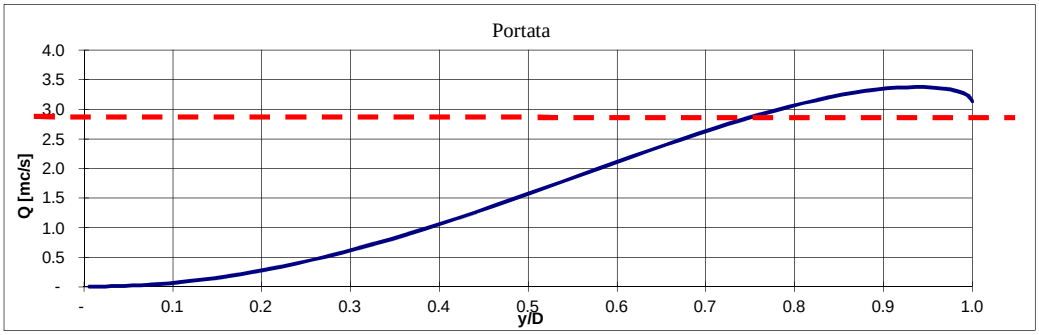
Coefficiente di Strickler	Ks	45	$m^{1/3}/s$	
Pendenza condotta	if	5.00%		0.05
Diametro di progetto condotta	D	1.00	m	
Portata massima smaltibile	**Q1**	**3.37**	**mc/s**	
Portata massima smaltibile in pressione	**Q2**	**3.14**	**mc/s**	

SCALA DI DEFLUSSO

Diametro di progetto condotta 1 m
Pendenza di progetto 5.00%

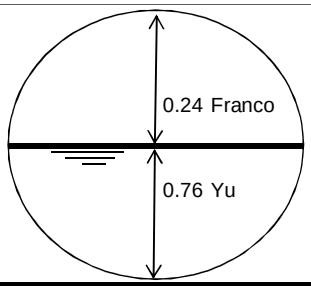
y/D	y (m)	y/r	f (rad)	fu(y/r)	Qu (l/s)	Qu (mc/s)	Vu (m/s)
0.01	0.01	0.01	0.31	0.00	0.17	0.00	0.26
0.02	0.02	0.05	0.63	0.00	3.25	0.00	0.64
0.05	0.05	0.11	0.94	0.01	18.10	0.02	1.08
0.10	0.10	0.19	1.26	0.04	59.43	0.06	1.56
0.15	0.15	0.29	1.57	0.09	145.09	0.15	2.03
0.21	0.21	0.41	1.88	0.18	291.88	0.29	2.50
0.27	0.27	0.55	2.20	0.32	511.07	0.51	2.94
0.35	0.35	0.69	2.51	0.51	804.72	0.80	3.34
0.42	0.42	0.84	2.83	0.73	1 163.73	1.16	3.70
0.50	0.50	1.00	3.14	0.99	1 568.14	1.57	3.99
0.58	0.58	1.16	3.46	1.26	1 989.62	1.99	4.23
0.65	0.65	1.31	3.77	1.51	2 395.75	2.40	4.40
0.73	0.73	1.45	4.08	1.74	2 755.14	2.76	4.50
0.79	0.79	1.59	4.40	1.92	3 042.35	3.04	4.55
0.85	0.85	1.71	4.71	2.05	3 241.68	3.24	4.54
0.90	0.90	1.81	5.03	2.11	3 349.14	3.35	4.48
0.95	0.95	1.89	5.34	2.13	3 372.31	3.37	4.39
0.98	0.98	1.95	5.65	2.10	3 328.39	3.33	4.27
0.99	0.99	1.99	5.97	2.05	3 240.95	3.24	4.13
1.00	1.00	2.00	6.28	1.98	3 136.27	3.14	3.99

SCALA DI DEFLUSSO IN TUBAZIONE CIRCOLARE **D = 1.00 m**
Pendenza i = 5.00%



SEZIONE CIRCOLARE - VERIFICA IDRAULICA

S bacino	**73 000**	m^2
S bacino	*0.073*	*km^2*
Q unit	**40.00**	$m^3/(s*km^2)$
Q PROGETTO	**2.9**	m^3/s



SEZIONE CIRCOLARE: Q unif

if	%	5.00
Ks	[m^1/3/s]	45
R	[m]	0.50
Y unif	[m]	0.76
Ang. centro	RAD	4.2536
Sup bagnata	[mq]	0.6438
C bagnato	[m]	2.13
Ri	[m]	0.30
b pelo libero	[m]	0.85
Sup tot	[mq]	0.79
rado riemp.sup.		0.82
Q	**mc/s**	**2.92**
U	[m/s]	4.54
Fr		1.66

SEZIONE CIRCOLARE DETERMINAZIONE Yc

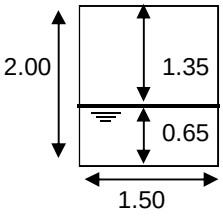
R	[m]	0.50
Y c	[m]	0.93
Ang. centro	RAD	5.22
Sup bagnata	[mq]	0.7616
b pelo libero	[m]	0.51
Q	**mc/s**	**2.92**
U	[m/s]	3.83
Fr		1.00
A^3 / b		0.8702
Q^2 / g		0.8697

Tabella id.3: nuova tombinatura a progetto canale di ponente : portata di progetto e verifiche idrauliche

Calcolo della portata di progetto (secondo normativa del Piano di Bacino stralcio "180")

S bacino	**73 000**	m^2
S bacino	*0.073*	*km^2*
Q unit	**40.00**	$m^3/(s*km^2)$
Q progetto	**2.9**	m^3/s

VERIFICA IDRAULICA nell'ipotesi di moto uniforme



L	**10.00**	m	
Ks fondo	**40.00**		*"corsi d'acqua con fondo e argini totalmente cementati"*
Ks sponde	**45.00**		*"tombinature lisciate con assenza di trasporto solido"*
Ks	42.15		media pesata con metodo di Horton-Einstein
Ks	**42.15**	$m^{1/3} s^{-1}$	*coeff. scabrezza di Strickler di progetto*
if	**2.00%**		*pendenza*
b	**1.50**	m	*larghezza netta*
Y	**0.65**	**m**	***profondità moto uniforme***
Om	*0.98*	*m^2*	*area bagnata*
Ba	*2.81*	*m*	*contorno bagnato*
Ri	*0.35*	*m*	*raggio idraulico*
chi	*35.37*	*$m^{1/2} s^{-1}$*	*coeff. scabrezza di Bazin*
n	*0.024*	*$m^{-1/3} s$*	*coeff. scabrezza di Manning*
U	*2.96*	*m/s*	*velocità media*
Q	**2.9**	**m^3/s**	***PORTATA DI PROGETTO***
Yc	0.72	m	*prof. critica*
Froude	1.17		*N° di Froude*
	VELOCE		*tipologia della corrente*
τ	68.54	*N/m^2*	*tensione tangenziale*
$U^2 / 2g$	*0.45*	m	*carico cinetico*
E	*1.10*	m	*carico specifico*
h min argini	**2.00**	m	*altezza minima netta della tombinatura*
Franco idr	**1.35**	**m**	***FRANCO IDRAULICO DI SICUREZZA***

*Q=Ks*radq(if)*(Om)*(Ri)^(2/3)*

$\tau = \gamma R\, if$

Tabella id.4: verifica dei collettori provvisori per raccolta acque fossa di coltivazione (tubo D 1 m)

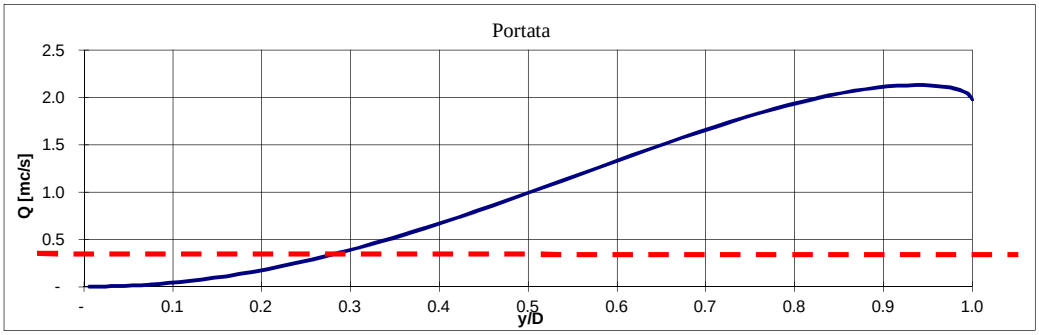
Coefficiente di Strickler	Ks	45	$m^{1/3}/s$
Pendenza condotta	if	2.00%	0.02
Diametro di progetto condotta	D	1.00	m
Portata massima smaltibile	**Q1**	**2.13**	**mc/s**
Portata massima smaltibile in pressione	**Q2**	**1.98**	**mc/s**

SCALA DI DEFLUSSO

Diametro di progetto condotta 1 m
Pendenza di progetto 2.00%

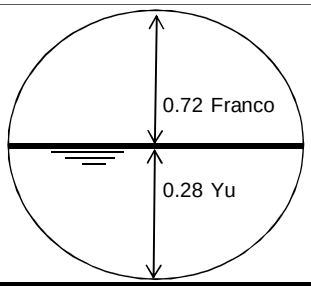
y/D	y (m)	y/r	f (rad)	fu(y/r)	Qu (l/s)	Qu (mc/s)	Vu (m/s)
0.01	0.01	0.01	0.31	0.00	0.10	0.00	0.16
0.02	0.02	0.05	0.63	0.00	2.06	0.00	0.41
0.05	0.05	0.11	0.94	0.01	11.45	0.01	0.69
0.10	0.10	0.19	1.26	0.04	37.58	0.04	0.98
0.15	0.15	0.29	1.57	0.09	91.76	0.09	1.29
0.21	0.21	0.41	1.88	0.18	184.60	0.18	1.58
0.27	0.27	0.55	2.20	0.32	323.23	0.32	1.86
0.35	0.35	0.69	2.51	0.51	508.95	0.51	2.11
0.42	0.42	0.84	2.83	0.73	736.01	0.74	2.34
0.50	0.50	1.00	3.14	0.99	991.78	0.99	2.53
0.58	0.58	1.16	3.46	1.26	1 258.34	1.26	2.67
0.65	0.65	1.31	3.77	1.51	1 515.21	1.52	2.78
0.73	0.73	1.45	4.08	1.74	1 742.50	1.74	2.85
0.79	0.79	1.59	4.40	1.92	1 924.15	1.92	2.88
0.85	0.85	1.71	4.71	2.05	2 050.22	2.05	2.87
0.90	0.90	1.81	5.03	2.11	2 118.18	2.12	2.83
0.95	0.95	1.89	5.34	2.13	2 132.84	2.13	2.77
0.98	0.98	1.95	5.65	2.10	2 105.06	2.11	2.70
0.99	0.99	1.99	5.97	2.05	2 049.76	2.05	2.61
1.00	1.00	2.00	6.28	1.98	1 983.55	1.98	2.53

SCALA DI DEFLUSSO IN TUBAZIONE CIRCOLARE **D = 1.00 m**
Pendenza i = 2.00%



SEZIONE CIRCOLARE - VERIFICA IDRAULICA

S bacino	**8 500**	m^2
S bacino	*0.0085*	*km^2*
Q unit	**40.00**	$m^3/(s*km^2)$
Q PROGETTO	**0.34**	m^3/s



SEZIONE CIRCOLARE: Q unif

if	%	2.00
Ks	[m^1/3/s]	45
R	[m]	0.50
Y unif	[m]	0.28
Ang. centro	RAD	2.2303
Sup bagnata	[mq]	0.1800
C bagnato	[m]	1.12
Ri	[m]	0.16
b pelo libero	[m]	0.90
Sup tot	[mq]	0.79
rado riemp.sup.		0.23
Q	**mc/s**	**0.34**
U	[m/s]	1.89
Fr		1.14

SEZIONE CIRCOLARE DETERMINAZIONE Yc

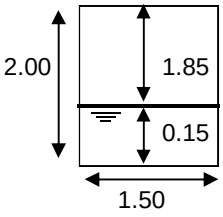
R	[m]	0.50
Y c	[m]	0.33
Ang. centro	RAD	2.44
Sup bagnata	[mq]	0.2242
b pelo libero	[m]	0.94
Q	**mc/s**	**0.34**
U	[m/s]	1.51
Fr		0.99
A^3 / b		0.0120
Q^2 / g		0.0118

Tabella id.5: nuova tombinatura a progetto raccolta acque fossa di coltivazione

Calcolo della portata di progetto (secondo normativa del Piano di Bacino stralcio "180")

S bacino	**8 500**	m^2
S bacino	*0.009*	*km^2*
Q unit	**40.00**	$m^3/(s*km^2)$
Q progetto	**0.34**	m^3/s

VERIFICA IDRAULICA nell'ipotesi di moto uniforme



L	**50.00**	m	
Ks fondo	**40.00**		*"corsi d'acqua con fondo e argini totalmente cementati"*
Ks sponde	**45.00**		*"tombinature lisciate con assenza di trasporto solido"*
Ks	40.76		media pesata con metodo di Horton-Einstein
Ks	**40.76**	$m^{1/3} s^{-1}$	*coeff. scabrezza di Strickler di progetto*
if	**2.00%**		*pendenza*
b	**1.50**	m	*larghezza netta*
Y	**0.15**	**m**	***profondità moto uniforme***
Om	*0.23*	*m^2*	*area bagnata*
Ba	*1.81*	*m*	*contorno bagnato*
Ri	*0.13*	*m*	*raggio idraulico*
chi	*28.94*	*$m^{1/2} s^{-1}$*	*coeff. scabrezza di Bazin*
n	*0.025*	*$m^{-1/3} s$*	*coeff. scabrezza di Manning*
U	*1.47*	*m/s*	*velocità media*
Q	**0.34**	**m^3/s**	***PORTATA DI PROGETTO***
Yc	0.17	m	*prof. critica*
Froude	1.19		*N° di Froude*
	VELOCE		*tipologia della corrente*
τ	25.16	*N/m^2*	*tensione tangenziale*
$U^2 / 2g$	*0.11*	m	*carico cinetico*
E	*0.26*	m	*carico specifico*
h min argini	**2.00**	m	*altezza minima netta della tombinatura*
Franco idr	**1.85**	**m**	***FRANCO IDRAULICO DI SICUREZZA***

*Q=Ks*radq(if)*(Om)*(Ri)^(2/3)*

$\tau = \gamma R\, if$

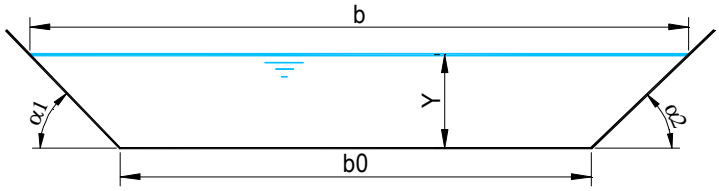
Tabella id.6: verifica deflusso a cielo aperto - tratto a levante dell'area di coltivazione

Sezione trapezia tipologica generale

Calcolo della portata di progetto (secondo normativa del Piano di Bacino stralcio "180")

S bacino	**40 000**	m^2
S bacino	*0.040*	*km^2*
Q unit	**40.00**	$m^3/(s*km^2)$
Q progetto	**1.6**	m^3/s

if	0.1500	15.00%
Ks	30.00	$m^{1/3} s^{-1}$
b0	0.60	m
Yu	**0.43**	**m**
α1	60.00	°
	1.05	rad
α2	60.00	°
	1.05	rad
b	1.10	m
B	1.60	m
Ω	0.37	mq
Ri	0.23	m
Q	1.600	mc/s
Q	**1 600**	**l / s**
U	4.36	m/s
$U^2/2g$	0.97	m



Determinazione profondità critica

b0	0.60	m
Yc	**0.71**	**m**
α1	60.00	°
	1.05	rad
α2	60.00	°
	1.05	rad
b	1.42	m
Ω(Yc)	0.72	mq
Q^2 / g	*0.261*	
Ω^3 / b	*0.261*	
verifica	*0.00*	

Tabella id.7: verifica del nuovo collettore di attraversamento della strada dei servizio per il Rio Acqua Fredda (margine di levante dell'area)

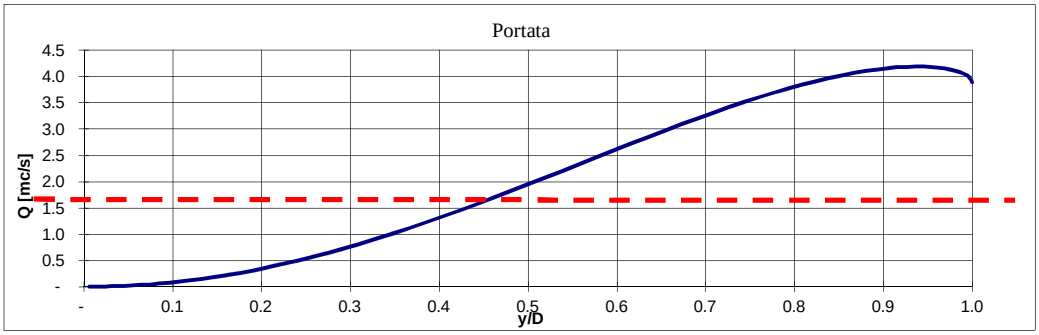
Coefficiente di Strickler	Ks	30	$m^{1/3}/s$	
Pendenza condotta	if	2.00%		0.02
Diametro di progetto condotta	D	1.50	m	
Portata massima smaltibile	**Q1**	**4.19**	**mc/s**	
Portata massima smaltibile in pressione	**Q2**	**3.90**	**mc/s**	

SCALA DI DEFLUSSO

Diametro di progetto condotta 1.5 m
Pendenza di progetto 2.00%

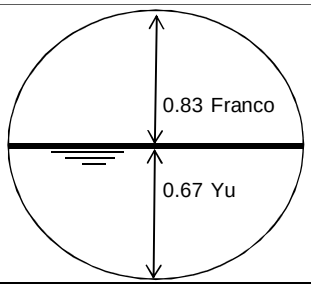
y/D	y (m)	y/r	f (rad)	fu(y/r)	Qu (l/s)	Qu (mc/s)	Vu (m/s)
0.01	0.01	0.01	0.31	0.00	0.21	0.00	0.14
0.02	0.04	0.05	0.63	0.00	4.05	0.00	0.35
0.05	0.08	0.11	0.94	0.01	22.50	0.02	0.60
0.10	0.14	0.19	1.26	0.04	73.87	0.07	0.86
0.15	0.22	0.29	1.57	0.09	180.36	0.18	1.12
0.21	0.31	0.41	1.88	0.18	362.84	0.36	1.38
0.27	0.41	0.55	2.20	0.32	635.32	0.64	1.63
0.35	0.52	0.69	2.51	0.51	1 000.36	1.00	1.85
0.42	0.63	0.84	2.83	0.73	1 446.66	1.45	2.04
0.50	0.75	1.00	3.14	0.99	1 949.39	1.95	2.21
0.58	0.87	1.16	3.46	1.26	2 473.35	2.47	2.34
0.65	0.98	1.31	3.77	1.51	2 978.22	2.98	2.43
0.73	1.09	1.45	4.08	1.74	3 424.99	3.42	2.49
0.79	1.19	1.59	4.40	1.92	3 782.02	3.78	2.51
0.85	1.28	1.71	4.71	2.05	4 029.82	4.03	2.51
0.90	1.36	1.81	5.03	2.11	4 163.40	4.16	2.48
0.95	1.42	1.89	5.34	2.13	4 192.21	4.19	2.42
0.98	1.46	1.95	5.65	2.10	4 137.61	4.14	2.36
0.99	1.49	1.99	5.97	2.05	4 028.91	4.03	2.28
1.00	1.50	2.00	6.28	1.98	3 898.79	3.90	2.21

SCALA DI DEFLUSSO IN TUBAZIONE CIRCOLARE **D = 1.50 m**
Pendenza i = 2.00%



SEZIONE CIRCOLARE - VERIFICA IDRAULICA

S bacino	**40 000**	m^2
S bacino	*0.0400*	*km^2*
Q unit	**40.00**	$m^3/(s*km^2)$
Q PROGETTO	**1.60**	m^3/s



SEZIONE CIRCOLARE: Q unif

if	%	2.00
Ks	[m^1/3/s]	30
R	[m]	0.75
Y unif	[m]	0.67
Ang. centro	RAD	2.9260
Sup bagnata	[mq]	0.7628
C bagnato	[m]	2.19
Ri	[m]	0.35
b pelo libero	[m]	1.49
Sup tot	[mq]	1.77
rado riemp.sup.		0.43
Q	**mc/s**	**1.60**
U	[m/s]	2.10
Fr		0.82

SEZIONE CIRCOLARE DETERMINAZIONE Yc

R	[m]	0.75
Y c	[m]	0.65
Ang. centro	RAD	2.87
Sup bagnata	[mq]	0.7293
b pelo libero	[m]	1.49
Q	**mc/s**	**1.60**
U	[m/s]	2.19
Fr		1.00
A^3 / b		0.2611
Q^2 / g		0.2610

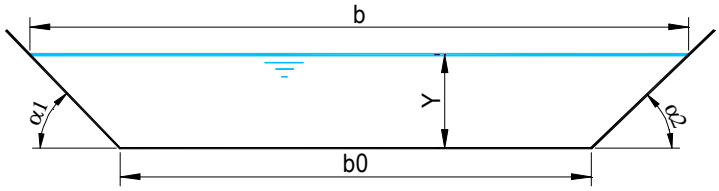
Tabella id.8: verifica deflusso a cielo aperto - canalette gradoni sistemazione finale

Sezione trapezia tipologica generale

Calcolo della portata di progetto (secondo normativa del Piano di Bacino stralcio "180")

S bacino	**2 500**	m^2
S bacino	*0.003*	*km^2*
Q unit	**40.00**	$m^3/(s*km^2)$
Q progetto	**0.10**	m^3/s

if	0.0100	1.00%
Ks	30.00	$m^{1/3} s^{-1}$
b0	0.40	m
Yu	**0.24**	**m**
α1	60.00	°
	1.05	rad
α2	60.00	°
	1.05	rad
b	0.67	m
B	0.95	m
Ω	0.13	mq
Ri	0.13	m
Q	0.100	mc/s
Q	**100**	**l / s**
U	0.79	m/s
$U^2/2g$	0.03	m



Determinazione profondità critica

b0	0.40	m
Yc	**0.12**	**m**
α1	60.00	°
	1.05	rad
α2	60.00	°
	1.05	rad
b	0.54	m
Ω(Yc)	0.06	mq
Q^2 / g	*0.001*	
Ω^3 / b	*0.000*	
verifica	*0.00*	

limite spartiacque per suddivisione deflusso acque superficiali

limite coltivazione

4

7

1

2

3

servizio

strada di

esist

FIGURA Id :1.Planimetria con indicazione delle linee di deflusso acque e delle opere idrauliche
STATO ATTUALE
scala 1:500

limite spartiacque per suddivisione deflusso acque superficiali

limite coltivazione desunt

4

7

6

1

2

3

656.00

646.00

624.00

602.00

590.00

servizio

di

strada

esist

FIGURA Id : 2.Planimetria con indicazione delle linee di deflusso acque e delle opere idrauliche
STATO FINALE COLTIVAZIONE
scala 1:500

limite spartiacque per suddivisione deflusso acque superficiali

servizio

strada

di

esist

4

7

6

1

2

3

FIGURA Id :3.Planimetria con indicazione delle linee di deflusso acque e delle opere idrauliche STATO FINALE SISTEMAZIONE scala 1:500