

COMUNE DI ALTO SERMENZA

PROVINCIA DI VERCELLI

***Lavori di raccolta e smaltimento acque a monte dell'abitato di
Rima***

***INDAGINE GEOLOGICA ED IDRAULICA
(ELAB. A)***

INDAGINE GEOTECNICA (ELAB. B)

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI ALTO SERMENZA (VC)

Data presentazione elaborato: Marzo 2022

STUDIO DI GEOLOGIA

***Dott. Marco Zantonelli
Via Vittorio Veneto n° 5
Borgosesia (VC)
tel/fax 0163/27283***

PREMESSA

L' **AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI ALTO SERMENZA (VC)** intende attuare lavori di raccolta e smaltimento acque a monte dell'abitato di Rima, in Comune di ALTO SERMENZA (VC). In tale quadro, il tecnico scrivente è stato incaricato della redazione di Indagine Geologica ed Idraulica e di Indagine Geotecnica.

Nell'ottica della progettazione in corso, la Relazione Geologica condotta ha inteso fornire i fondamentali elementi di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico, ai fini della definizione delle problematiche in essere nel settore. Si è inoltre provveduto a sviluppare le fondamentali verifiche idrauliche, al fine dell'accertamento della validità delle opere in progetto.

La Relazione Geotecnica ha sviluppato il modello Geotecnico, definito la Risposta Sismica Locale ed espletato le fondamentali verifiche geotecniche.

Le indagini condotte si sono basate su di una serie di rilievi di superficie condotti presso i settori sede di intervento nel Febbraio 2022. In relazione alla situazione direttamente riscontrabile in sito, non si è ritenuto necessario dar corso all'esecuzione di specifiche indagini geognostiche in sito.

Sulla base dei dati raccolti si è quindi sviluppata un'attenta analisi geologica e conseguente analisi geotecnica e sismica, in accordo con quanto previsto dalla vigente normativa ed in particolare dal D.M. 17/01/2018 "*Norme tecniche per le costruzioni*".

ALLEGATI:

- COROGRAFIA CTR IN SCALA 1 : 10.000
- SEZIONI OGGETTO DELLE VERIFICHE IDRAULICHE IN SCALA 1 : 100

ELABORATO A
RELAZIONE GEOLOGICA

A.1 - MORFOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

A.1.1 - Caratteri morfologici e geomorfologici del settore

L'abitato di RIMA si sviluppa entro all'alta Valle del T. Sermenza, tributario di sinistra del F. Sesia presso l'alto tratto vallivo di quest'ultimo. L'abitato in questione si pone in prossimità della testata della valle, 1 Km circa a valle dal settore in cui a seguito della confluenza di diversi canali nasce il fondovalle. L'alto bacino è contenuto fra versanti assai acclivi, ove molti dislivelli sono rappresentati da nette scarpate rocciose e ove si riscontrano numerose piramidi rocciose fra le quali sventa il M. Tagliaferro. Il bacino denuncia una significativa asprezza di forme, in relazione alla giovane impronta morfologica che conserva tracce del glacialismo pregresso principalmente presso gli alti bacini, in forma di circhi glaciali e localmente lungo i fianchi vallivi come isolati lembi di superficie terrazzata. Per quanto attiene al profilo dell'asta principale, questa discende con notevole acclività (in media oltre 40%) sino all'abitato di Rima, attestandosi su valori prossimi al 11% nel tratto successivo, ove non mancano comunque localizzate forre e rapide. Un fondovalle di ampiezza appena rimarcabile inizia a svilupparsi immediatamente a valle dell'area in esame, ove l'estensione massima non supera comunque normalmente 100 m. A livello del settore in esame l'alveo del T. Sermenza è in massima parte incassato e manifesta una prevalenza tendenza all'erosione di fondo. Mentre il fianco destro del torrente incide litotipi litoidi, il destro interferisce prevalentemente con terreni sedimentari di natura alluvionale (conoidi di deiezione) e/o glaciale/fluvioglaciale.

In questo settore l'abitato si colloca in corrispondenza di un ridotto lembo terrazzato subpianeggiante, di verosimile genesi glaciale/fluvioglaciale, articolato intorno a quota 1400 m, il quale si eleva di 30-40 m circa rispetto alla quota dell'alveo attuale del T. Sermenza. L'estensione laterale della superficie terrazzata è significativa, nell'ordine di 90 m circa, mentre l'estensione longitudinale è pari a 170 m circa.

Immediatamente ad Est dell'abitato si sviluppa un blando declivio che raccorda il piede del versante montuoso con il fondovalle del T. Sermenza, modellato nel suo insieme con l'apporto detritico dei tributari che precipitano verso l'asse vallivo.

Il versante è in particolare inciso a tale livello da un impluvio con asse orientato in direzione Nord-Sud ma privo di un canale di deflusso e, più a Est, dal corso del Rio Meta della Selva, impegnato invece da acque perenni.

Nel quadro così definito, la posa della condotta interesserà un settore caratterizzato da assetto morfologico in prevalenza debolmente acclive e localmente subpianeggiante. Sono previste interferenze unicamente con il corso del Rio Meta della Selva, ove avverrà il rilascio della tubazione di raccolta acque, presso la sponda destra.

Circa la morfologia dell'impluvio oggetto di regimazione, lo stesso si presenta vagamente inciso rispetto all'involuppo del versante e si articola in modo che il relativo bacino prende origine intorno a quota 1.690 m circa, con chiusura intorno a quota 1.400 m. Come già osservato il fondo dell'impluvio non evidenzia la presenza di un canale di deflusso e si presenta prativo nella porzione inferiore del bacino ed arborato in quella superiore.

Relativamente al bacino del Rio Meta della Selva, lo stesso appare relativamente esteso, attingendo alla fascia morfologica media-inferiore del versante meridionale della C.ma del Tiglio, avvalendosi di due aste idrografiche che si congiungono poco a monte del piede del versante, presentando entrambe deflusso in direzione NNE-SSW. Al piede del versante il corso d'acqua edifica una conoide di deiezione caratterizzata da apprezzabile rilevanza, apposta sui depositi di fondovalle del T. Sermenza.

Il rilascio della tubazione di raccolta degli apporti di regimazione avverrà in corrispondenza del settore medio-distale della conoide predetta, ove l'alveo del corso d'acqua si presenta ben definito ed inciso rispetto all'involuppo della conoide. In tale settore il corso d'acqua è intercettato da alcuni attraversamenti stradali, in particolare a valle del punto di rilascio si pone il ponte che conduce al parcheggio e quindi quello della Strada Provinciale, entrambi aventi luce ampia.

A.1.2 - Elementi di litostratigrafia

Il bacino dell'alta Valle del T. Sermenza impegna un settore assiale dell'Orogene Alpino, ove si rileva l'insieme delle falde di ricoprimento sovrapposte sino ad addossarsi all'avampaese elvetico. A partire da 800 m circa a valle dell'abitato di Rima il bacino è in massima parte intagliato entro a litotipi ascrivibili alla "Zona SESIA-LANZO", unità dell'Australpino, la quale occupa una fascia estesa in direzione ENE-WSW, sviluppata lateralmente per oltre 10 Km fra l'abitato di Rossa e l'allineamento Rima-Carcoforo, a Nord del quale si rileva una ridotta appendice della "ZONA PIEMONTESE", ovvero la continuazione di quella ben più estesa unità generalmente nota come "FALDA DEI CALCESCISTI CON PIETRE VERDI". Se si eccettuano i residui marmoreo-kinzigitici riferibili alla copertura della "II° Zona DIORITICO-KINZIGITICA", rilevabili a macchia anche lungo la parte superiore del versante in esame, l'unità geostrutturale "SESA-LANZO" è costituita principalmente da gneiss tabulari, gneiss massicci ortoderivati, gneiss minuti e molto più subordinatamente da micascisti. Si tratta in generale di litologie assai poco erodibili, se non in presenza di diffusa fratturazione, quale in effetti si registra localmente, in associazione ai marcati disturbi tettonici rilevabili nel settore, nonché in dipendenza dell'evoluzione che ha interessato necessariamente la catena a falde.

A livello dell'area in esame il basamento roccioso è modellato entro rocce ascrivibili alla "ZONA PIEMONTESE", la quale rappresenta la continuazione della ben più estesa unità generalmente nota come "FALDA DEI CALCESCISTI CON PIETRE VERDI". Logicamente anche tale falda di ricoprimento si estende con andamento WSW-ENE, denunciando nel settore un'estensione laterale non superiore ad 1 Km. L'unità è rappresentata principalmente da prasiniti, serpentiniti e serpentinoscisti, alternati a calcescisti. Le rocce si presentano diffusamente fratturate ed a luoghi tettonizzate in modo spinto.

Per quanto attiene al quadro tettonico locale, le principali discontinuità sono rappresentate dai limiti di falda che risultano orientati in direzione WSW-ENE. In tale direzione si orientano altresì i principali campi di frattura.

Al riguardo delle coltri di copertura quaternaria rinvenibili nell'ambito dei settori presi in esame, queste sono riconducibili alle seguenti tipologie:

- terreni di genesi fluvioglaciale-glaciale essenzialmente ghiaioso-sabbiosi notevolmente eterometrici, inglobanti trovanti metrici, debolmente alterati, affioranti in corrispondenza di lembi terrazzati nettamente sospesi rispetto ai fondovalle attuali (Pleistocene);
- terreni di genesi alluvionale imputabili al corso d'acqua principale, aventi taglia granulometrica ghiaioso-sabbiosa notevolmente eterometrica, localmente inglobanti trovanti metrici, inalterati, affioranti in corrispondenza dei settori di fondovalle del T. Sermenza (Olocene recente ed attuale);
- terreni di genesi alluvionale imputabili ai corsi d'acqua tributari, aventi taglia granulometrica ghiaioso-sabbiosa notevolmente eterometrica, localmente inglobanti trovanti metrici, inalterati, affioranti in corrispondenza a conoidi di deiezioni anche profondamente terrazzate (Olocene recente ed attuale); tali corpi sedimentari possono in parte godere anche dell'apporto detritico offerto da processi valanghivi;
- terreni la cui genesi è imputabile essenzialmente a processi gravitativi e più subordinatamente a fenomeni nivali e valanghivi, costituiti da elementi detritici a grossi blocchi spesso a spigoli vivi, affioranti in corrispondenza a falde detritiche poste al piede dei versanti o di scarpate rocciose, in massima parte vegetate e più subordinatamente nude (Olocene recente ed attuale);
- terreni detritico-colluviali imputabili ai processi di dilavamento dei versanti, costituenti sottili coltri aventi principalmente taglia granulometrica limoso-sabbioso-ghiaiosa, ricoprenti in massima parte il substrato lapideo e più subordinatamente gli altri terreni della copertura quaternaria (Olocene attuale).

Presso l'area sede di intervento, le opere di scavo e le stesse fondazioni delle scogliere in progetto interagiranno in parte con terreni glaciali / fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi assai grossolani ed eterometrici e più diffusamente con terreni alluvionali ghiaioso-sabbioso-ciottolosi assai grossolani, apportati da parte del Rio Meta della Selva. Tutti i terreni predetti sono sormontati da sottili coltri sciolte di copertura, aventi taglia granulometrica limoso-sabbiosa, generalmente sciolti.

A.1.3 - Idrogeologia

Nell'ambito del settore esaminato la circolazione idrica sotterranea è normalmente piuttosto cospicua entro ai terreni di copertura, mentre lo è in misura più contenuta entro al substrato litoide. Infatti nelle coltri sciolte la filtrazione idrica avviene per porosità primaria (con permeabilità relativamente bassa in dipendenza della taglia granulometrica fine entro alle coltri colluviali limose e con permeabilità notevolmente più elevata entro ai depositi sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi), entro al basamento roccioso la permeabilità dell'ammasso è di natura secondaria. In questo secondo caso la circolazione avviene principalmente per fratturazione sfruttando principalmente i diffusi sistemi di frattura o comunque le discontinuità strutturali del mezzo.

Per ciò che attiene all'attribuzione dei parametri idrogeologici dei terreni sciolti, si è fatto in ciò riferimento a specifiche pubblicazioni tecniche (cf. CIVITA, ISEDI 1975; FRANCANI, CLUP 1985), proponendo conseguentemente i seguenti valori:

	K	ne
ghiaie-sabbiose	10^{-2} - 10^{-0} cm/sec	25%
sabbie	10^{-3} - 10^{-1} cm/sec	30%
limi sabbiosi	$< 10^{-4}$ cm/sec	da 20%

dove:

K = coefficiente di permeabilità

ne = porosità efficace

Lungo i pendii gli apporti idrici si infiltrano nel suolo e possono raggiungere profondità significative, sin dove le tensioni litostatiche non determinano la chiusura dei circuiti di frattura. La superficie piezometrica emerge normalmente ove la morfologia superficiale interagisce profondamente con l'ammasso roccioso. Ciò avviene normalmente in corrispondenza degli impluvi e delle principali incisioni, o al piede di versanti e delle scarpate rocciose.

Riguardo alla dotazione delle risorse idriche sotterranee, questa è sicuramente assai ingente, particolarmente in corrispondenza del settore di fondovalle o comunque presso il piede del pendio, considerato che il soprastante versante è drenato da numerose incisioni, le quali raccolgono importante alimentazione nivale e/o pluviale. Le condizioni di alimentazione sono d'altra parte maggiormente favorevoli presso il fondo delle incisioni, mentre sono più irregolari ed alterne, in funzione dei cicli meteorici, presso i lembi terrazzati maggiormente dissecati, come quello su cui si pone l'area in esame.

Presso il settore posto in prossimità dell'abitato, la superficie piezometrica è relativamente depressa rispetto alla quota del piano di campagna, mentre approssimandosi al corso del Rio Meta della Selva la stessa risulta maggiormente prossima alla quota del piano di campagna, tanto da interferire stabilmente con la quota di imposta delle fondazioni delle scogliere in progetto.

A.1.4 - Condizioni pericolosità geomorfologica del settore

Riferendosi a quanto indicato nell'ambito del P.A.I., l'area in esame non risulta gravata da particolari forme di dissesto.

Anche l'esame di INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI (IFFI, ARPA PIEMONTE, 2005), non ha evidenziato la presenza di dissesti cartografati a carico del settore preso in esame.

Gli studi geologico-tecnici allegati al vigente P.R.G.C. sono stati redatti nel 2003 da parte dello scrivente Dott. Geol. Marco Zantonelli per l'adeguamento dello strumento urbanistico al P.A.I. e sono stati adeguati alla Circolare n° 7/LAP/96.

Nell'ambito della CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI DISSESTI non sono evidenziati dissesti censiti a carico del settore sede di interventi.

Nell'ambito della CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALLA UTILIZZAZIONE URBANISTICA il sito in esame ricade in parte entro alle aree poste in *CLASSE 2 (pericolosità geomorfologica moderata)* e, per la parte ricadente entro al settore di pertinenza del Rio Meta della Selva, entro alla *CLASSE 3-A-2 (pericolosità elevata)*. Gli interventi proposti, considerata la loro natura finalizzata alla mitigazione del rischio, ammessi dalle NTA.

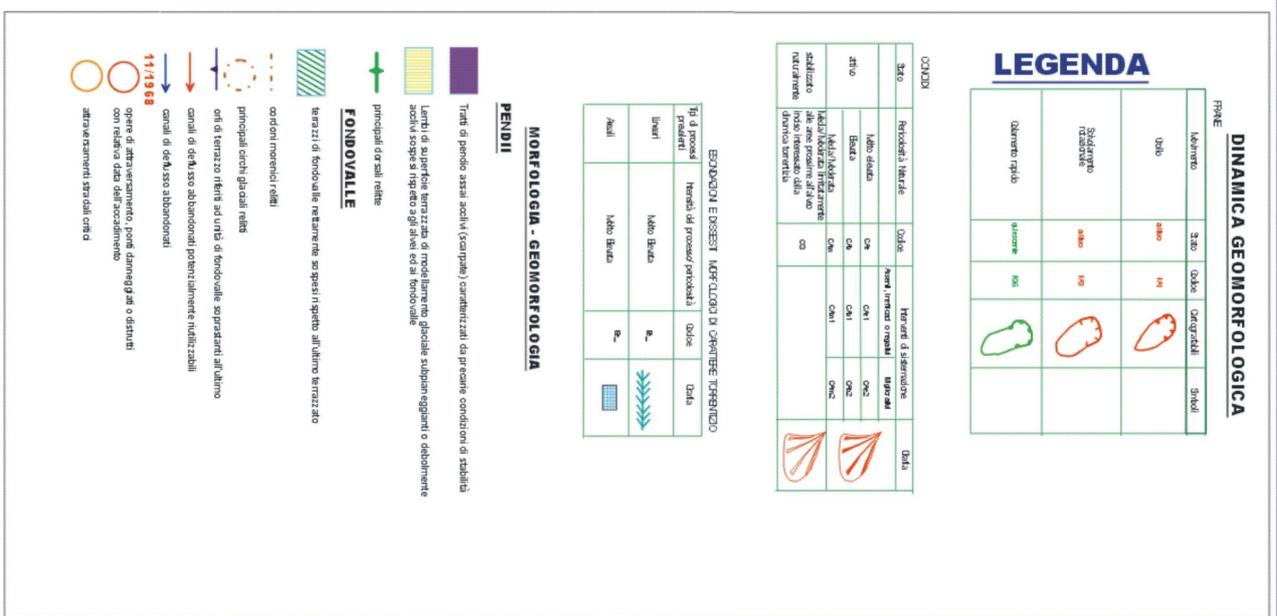
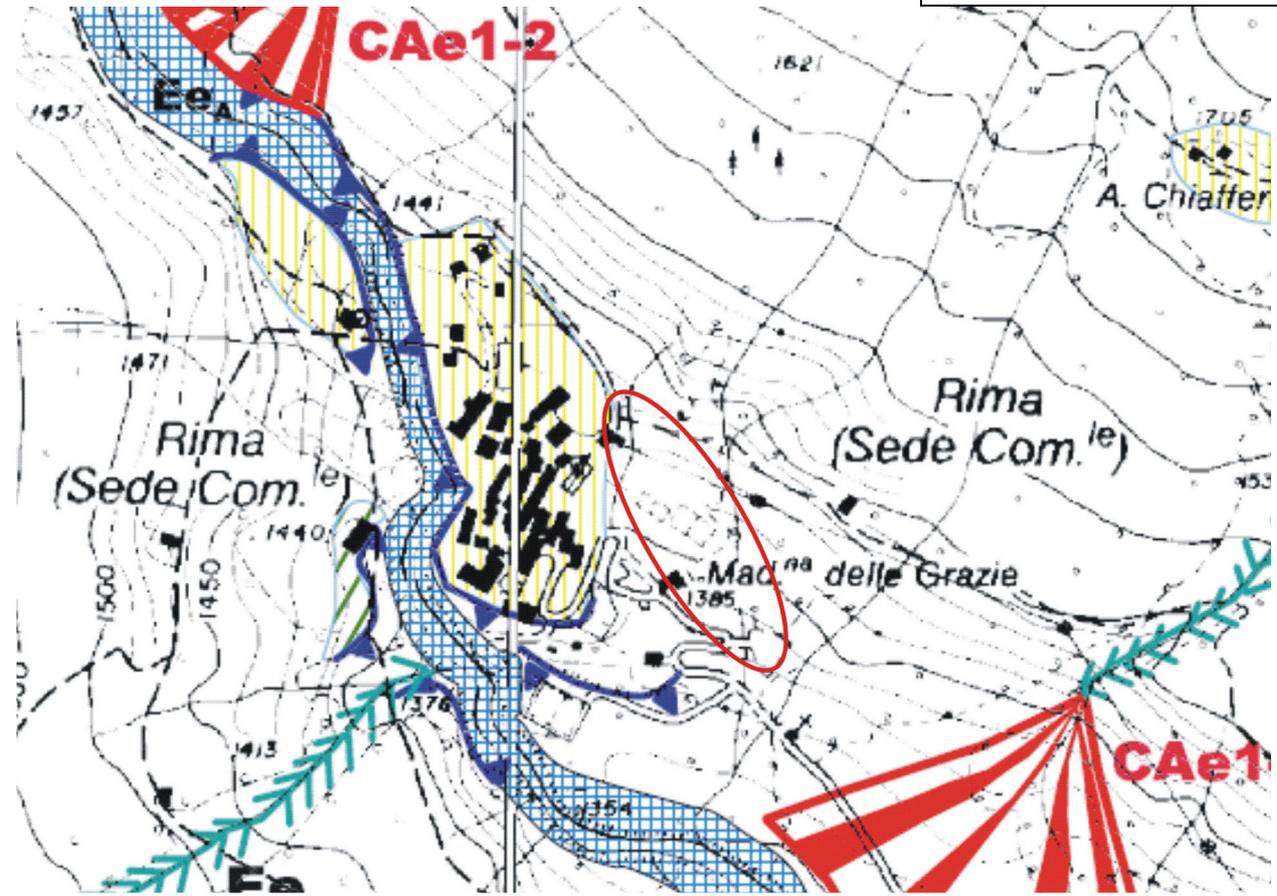


FIG. 1 – Estratto dalla CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI DISSESTI del vigente PRGC

A.2 - ANALISI IDROLOGICA RIO META DELLA SELVA E DELL'IMPLUVIO OGGETTO DI REGIMAZIONE

A.2.1 – Analisi idrologica Rio Meta della Selva

Lo studio idrologico effettuato al fine di determinare l'entità degli apporti superficiali scolanti sull'abitato ha fatto leva su determinazioni analitiche svolte in riferimento alle metodologie proprie della geomorfologia quantitativa, utilizzando le curve di probabilità pluviometrica previste nell'**ALLEGATO 1** di cui agli Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico – Criteri per la valutazione della pericolo e del rischio lungo il reticolo idrografico.

In tale direttiva la stazione pluviometrica più prossima è quella di RIMASCO per la quale sono state estrapolate curve di possibilità climatiche per Tr pari a 200.

I dati sono quelli a seguito riportati:

<u>LOC. RIMASCO</u>		
Tr200	a = 61.72	n = 0.530

I dati relativi a Tr pari a 200 dalle serie pluviometriche riportate sono stati impiegati nelle calcolazioni idrologiche svolte dallo scrivente e quindi nelle verifiche idrauliche sviluppate in successivo paragrafo.

Sotto un profilo più strettamente operativo si è determinato innanzitutto il valore del **tempo di corrivazione (Tc)** utilizzando la formula proposta da PEZZOLI, così esprimibile:

$$Tc = 0,055 * Lap / p$$

dove:

Lap = lunghezza asta principale

p = pendenza non percentualizzata

TEMPO DI CORRIVAZIONE (Tc) Bacino Rio Meta della Selva

Localizzazione	Tc (h)	Lap	p
Strada Provinciale	0,082	0,97	0,65

Noto il tempo di corrivazione si è quindi passati alla determinazione della **pioggia critica** per i vari tempi di ritorno (Tr) prefissati con la seguente formula:

$$H = a * (Tc)^n$$

dove "a" e "n" rappresentano i coefficienti delle curve di possibilità climatica in precedenza citate:

PIOGGIA CRITICA (H) Bacino Rio Meta della Selva

Localizzazione	Pioggia critica rapportata al Tc	Pioggia critica rapportata oraria
Strada Provinciale	16,40 mm	199,87 mm /h

Dati i rispettivi valori determinati per la pioggia critica, si è quindi passati a calcolare la **portata di massima piena** per le diverse sezioni di deflusso prese in considerazione utilizzando la classica formula razionale così esprimibile:

$$Q = (C * Sb * H) / 3.6$$

dove “**C**” individua il *coefficiente di deflusso*, al quale è stato attribuito il valore pari a 0.65 ed “**Sb**” la superficie di bacino (Sb = 0,159 Kmq). I dati ottenuti dal calcolo sono i seguenti:

PORTATA LIQUIDA TR 200 (QTr200) Bacino Rio Meta della Selva

Localizzazione	Portata alla sezione di deflusso (QTr200)
Strada Provinciale	5,74 mc/sec

I dati calcolati sono da intendersi come riferiti essenzialmente alla componente liquida e quindi ad essi dovrà aggiungersi la componente solida mobilizzabile nell'unità di tempo, immediatamente a seguito calcolata. Per ciò che attiene alla determinazione del carico solido, si è fatto riferimento alla formula di SOKOLOVSKY (1968), così esprimibile:

$$Ts = 1.000 * H * a * Sb * B \text{ (in mc)}$$

dove:

B = volume del sedimento in mc acqua (0.5)

H = precipitazione massima che provoca l'evento ragguagliata al tempo di corrivazione (Tc)

a = coefficiente di deflusso (fissato pari a 0.65)

Pertanto è ipotizzabile che presso le sezioni terminali del bacino sia apportato nell'unità di tempo un quantitativo di detrito così determinabile:

APPORTO SOLIDO TR 200 (QS200) Bacino Rio Meta della Selva

Localizzazione	Apporto solido alla sezione di deflusso (QS200)
Strada Provinciale	2,87 mc/sec

Conseguentemente in aggiunta alla componente liquida si determinerà l'entità totale di apporti nell'unità di tempo a seguito riportata:

PORTATA TOTALE TR 200 (Qtot-Tr200) Bacino Rio Meta della Selva

Localizzazione	Portata totale alla sezione di deflusso (QtotTr200)
Strada Provinciale	8,61 mc/sec

A.2.2 – Analisi idrologica impluvio anonimo oggetto di regimazione

Anche in tal caso lo specifico studio idrologico atto a calcolare l'entità degli apporti superficiali scolanti a livello della sezione terminale dell'impluvio ha fatto leva su determinazioni analitiche svolte in riferimento alle metodologie proprie della geomorfologia quantitativa, utilizzando le curve di probabilità pluviometrica previste nell'**ALLEGATO 1** di cui agli *Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico – Criteri per la valutazione della pericolo e del rischio lungo il reticolo idrografico.*

In tale direttiva la stazione pluviometrica più prossima è quella di RIMASCO per la quale sono state estrapolate curve di possibilità climatiche per Tr pari a 200.

I dati sono quelli a seguito riportati:

<u>LOC. RIMASCO</u>		
Tr200	a = 61.72	n = 0.530

I dati relativi a Tr pari a 200 dalle serie pluviometriche riportate sono stati impiegati nelle calcolazioni idrologiche svolte dallo scrivente e quindi nelle verifiche idrauliche sviluppate in successivo paragrafo.

Sotto un profilo più strettamente operativo si è determinato innanzitutto il valore del **tempo di corrivazione (Tc)** utilizzando la formula proposta da PEZZOLI, così esprimibile:

$$Tc = 0,055 * Lap / p$$

dove:

Lap = lunghezza asta principale

p = pendenza non percentualizzata

TEMPO DI CORRIVAZIONE (Tc) Bacino Impluvio Anonimo

Localizzazione	Tc (h)	Lap	p
Opera di intercettazione	0,0192	0,133	0,38

Nota il tempo di corrivazione si è quindi passati alla determinazione della **pioggia critica** per i vari tempi di ritorno (Tr) prefissati con la seguente formula:

$$H = a * (Tc)^n$$

dove "a" e "n" rappresentano i coefficienti delle curve di possibilità climatica in precedenza citate:

PIOGGIA CRITICA (H) Bacino Impluvio Anonimo

Localizzazione	Pioggia critica rapportata al Tc	Pioggia critica rapportata oraria
Opera di intercettazione	7,61 mm	395,13 mm /h

Dati i rispettivi valori determinati per la pioggia critica, si è quindi passati a calcolare la **portata di massima piena** per le diverse sezioni di deflusso prese in considerazione utilizzando la classica formula razionale così esprimibile:

$$Q = (C * S_b * H) / 3.6$$

dove “**C**” individua il *coefficiente di deflusso*, al quale è stato attribuito il valore pari a 0.65 ed “**S_b**” la superficie di bacino ($S_b = 0,0445 \text{ Km}^2$). I dati ottenuti dal calcolo sono i seguenti:

PORTATA LIQUIDA TR 200 (QTr200) Bacino Impluvio Anonimo	
Localizzazione	Portata alla sezione di deflusso (QTr200)
Strada Provinciale	3,17 mc/sec

In tal caso non si è ritenuto di dover aggiungere l'entità di eventuale trasporto solido, considerata l'assenza di un alveo, la natura del bacino e la presenza di opere di ritenuta a monte della tubazione di regimazione.

A.3 – CONSIDERAZIONI AL RIGUARDO DELLA COMPATIBILITA' DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

A.3.1 – Problematiche di cui necessita risoluzione

La presenza dell'impluvio a ridosso dell'abitato di Rima determina ricorrenti fenomeni di ruscellamento, tali da influire sulla viabilità e sull'abitato, anche con trasporto di fanghiglia e detriti. Proprio in concomitanza dell'ultimo evento alluvionale dell'Ottobre 2020, tali fenomeni hanno assunto particolare rilevanza, da cui la necessità di procedere alla soluzione degli stessi, anche al fine di precorrere effetti più gravi.

A.3.2 – Descrizione interventi in progetto

L'intervento in progetto prevede l'esecuzione di opere volte alla regimazione delle acque di ruscellamento della parte alta dell'abitato, tramite incanalamento in idonea tubazione interrata ($\varphi = 100$ cm e 120 cm) e smaltimento finale nel Rio Meta della Selva, oltre all'esecuzione e alla provvista e posa di manufatti interrati quali vasca di raccolta e pozzetti di ispezione lungo il tracciato.

Allo scarico si realizzerà inoltre un'opera di protezione in alveo con massi cementati ad evitare erosioni future.

Il tutto come meglio dettagliato in elaborati di progetto a firma del Dott. Ing. Paolo Raffredi.

A.3.3 – Verifica idraulica tubazione in progetto

Le verifiche sono state esplicitate la riguardo della sezione di imbocco della tubazione raccolta acque. Grazie a tali verifiche si sono potuti accertare il livello di colmo per tempi di ritorno pari a 200 anni, nonché la stessa validità delle opere previste.

Si riportano a seguito i dati morfometrici essenziali della sezione considerata ($\varphi = 100$ cm), come riportato in FIG. 3:

Dati morfometrici

IMPLUVIO ANONIMO TUBAZIONE $\varphi = 100$ cm – Livello TR 200	
Superficie (S)	0,35 mq
Perimetro bagnato (p)	1,49 m
Pendenza media alveo (j)	23,00%

Con tali dati è stato svolto il calcolo analitico della velocità della corrente impiegando la formula di **STRICLER**, così esprimibile:

$$V = K * (R)^{2/3} * (J)^{0.5}$$

con:

$$R = S/p$$

$$K = 50 \text{ (vedasi tabelle P.A.I. – alvei artificiali assimilabili a cls. irregolare)}$$

$$J = \text{pendenza media alveo}$$

da cui risultano i seguenti rispettivi valori di velocità:

Velocità corrente

IMPLUVIO ANONIMO TUBAZIONE $\varphi = 100 \text{ cm}$ – Livello TR 200	
Velocità (V)	9.14 m/sec

E' pertanto possibile determinare su tale base l'entità della relativa portata smaltibile da ciascuna delle sezioni di deflusso considerate con la seguente formula:

$$Q_{smalt} = S * V$$

da cui:

Portata smaltibile e relativo Tempo di ritorno

IMPLUVIO ANONIMO TUBAZIONE $\varphi = 100 \text{ cm}$ – Livello TR 200	
Portata smaltibile (Qsmalt)	3,20 mc/sec
Tr portata smaltita (anni)	Tr = 200
Franco libero (m)	0,55

Ne consegue che la tubazione in progetto potrà smaltire efficacemente gli apporti di ruscellamento in essa convogliati.

**SEZIONE IDRAULICA TUBAZIONE
IN SCALA 1 : 20**

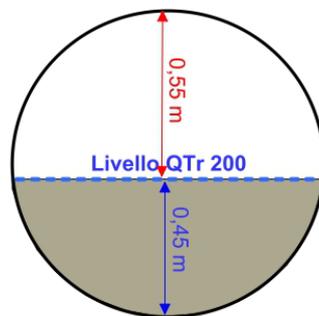


FIG. 3 – Sezione Idraulica tubazione di regimazione

A.3.4 – Verifiche idrauliche Rio Meta della Selva

Le verifiche sono state esplicitate la riguardo delle sezioni d'alveo maggiormente significative, nell'ambito del tratto del corso d'acqua interessato dall'inserzione della tubazione di apporto delle acque di regimazione. Nelle stesse sono stati rappresentati i livelli delle piene di riferimento (Tr 200), al fine di accertare la compatibilità delle opere in progetto.

Si riportano a seguito i dati morfometrici essenziali della sezioni d'alveo considerate.

Dati morfometrici

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 1 – Livello TR 200	
Superficie (S)	1,51 mq
Perimetro bagnato (p)	4,21 m
Pendenza media alveo (j)	34,00%

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 2 – Livello TR 200	
Superficie (S)	1,41 mq
Perimetro bagnato (p)	3,84 m
Pendenza media alveo (j)	34,00%

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 3 – Livello TR 200	
Superficie (S)	1,47 mq
Perimetro bagnato (p)	4,03 m
Pendenza media alveo (j)	34,00%

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 4 – Livello TR 200	
Superficie (S)	1,78 mq
Perimetro bagnato (p)	4,19 m
Pendenza media alveo (j)	18,00%

RIO META DELLA SELVA BRIGLIA – Livello TR 200	
Superficie (S)	1,53 mq
Perimetro bagnato (p)	4,61 m
Pendenza media alveo (j)	32,00%

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 6 – Livello TR 200	
Superficie (S)	1,90 mq
Perimetro bagnato (p)	4,48 m
Pendenza media alveo (j)	16,00%

Con tali dati è stato svolto il calcolo analitico della velocità della corrente impiegando la formula di **STRICLER**, così esprimibile:

$$V = K * (R)^{2/3} * (J)^{0.5}$$

con:

$$R = S/p$$

$$K = 20 \text{ (vedasi tabelle P.A.I. – torrenti di montagna con fondo regolare in roccia e detrito)}$$

$$J = \text{pendenza media alveo}$$

da cui risultano i seguenti rispettivi valori di velocità:

Velocità corrente

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 1 – Livello TR 200	
Velocità (V)	5.89 m/sec

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 2 – Livello TR 200	
Velocità (V)	5.98 m/sec

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 3 – Livello TR 200	
Velocità (V)	5.96 m/sec

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 4 – Livello TR 200	
Velocità (V)	4.80 m/sec

RIO META DELLA SELVA BRIGLIA – Livello TR 200	
Velocità (V)	5.43 m/sec

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 6 – Livello TR 200	
Velocità (V)	4.52 m/sec

E' pertanto possibile determinare su tale base l'entità della relativa portata smaltibile da ciascuna delle sezioni di deflusso considerate con la seguente formula:

$$Q_{smalt} = S * V$$

da cui:

Portata smaltibile e relativo Tempo di ritorno

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 1 – Livello TR 200	
Portata smaltibile (Q _{smalt})	8,90 mc/sec

Tr portata smaltita (anni)	Tr = 200
Franco libero (m)	0,84

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 2 – Livello TR 200	
Portata smaltibile (Qsmalt)	8,44 mc/sec
Tr portata smaltita (anni)	Tr = 200
Franco libero (m)	1,08

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 3 – Livello TR 200	
Portata smaltibile (Qsmalt)	8,76 mc/sec
Tr portata smaltita (anni)	Tr = 200
Franco libero (m)	1,08

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 4 – Livello TR 200	
Portata smaltibile (Qsmalt)	8,54 mc/sec
Tr portata smaltita (anni)	Tr = 200
Franco libero (m)	1,70

RIO META DELLA SELVA BRIGLIA – Livello TR 200	
Portata smaltibile (Qsmalt)	8,30 mc/sec
Tr portata smaltita (anni)	Tr = 200
Franco libero (m)	1,69

RIO META DELLA SELVA SEZIONE 6 – Livello TR 200	
Portata smaltibile (Qsmalt)	8,61mc/sec
Tr portata smaltita (anni)	Tr = 200
Franco libero (m)	2,37

I risultati delle verifiche idrauliche testimoniano che la portata di piena risulterà ovunque ampiamente confinata entro all'alveo, presentando inoltre franco apprezzabile in particolare presso gli attraversamenti stradali. Il rilascio in alveo degli apporti dilavanti regimati presso l'impiuvio, non modificherà in misura sostanziale i livelli idrici, considerato che la stessa rappresenta solo il 4,2 % della portata del Rio Meta della Selva.

A.4 – CONCLUSIONI RELAZIONE GEOLOGICA

L'analisi geomorfologica, litostratigrafica ed idrogeologica ha permesso di comporre un quadro attendibile al riguardo delle condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del settore preso in esame, di cui il Progettista ha debitamente tenuto conto nella scelta delle opere da attuare.

E' risultato che, nel quadro della disponibilità economica, gli interventi proposti potranno garantire l'esecuzione di opere atte a garantire risoluzione dalle problematiche poste dai difetti nella regimazione idrica, con conseguenti effetti sull'abitato.

Al fine di garantire la miglior efficienza delle opere ed il rispetto dell'equilibrio geologico, geomorfologico ed idrogeologico, sarà comunque opportuno soddisfare le precauzioni generali a seguito riportate:

- all'atto della realizzazione di scavi per la posa della tubazione e degli scavi fondazionali sarà opportuno accertare l'omogeneità della situazione litostratigrafica;
- le opere da realizzarsi dovranno essere attuate tenendo fede alla buona norma ed al quadro progettuale di riferimento;
- eventuali significative varianti andranno valutate sotto il profilo geologico.

ELABORATO B
RELAZIONE GEOTECNICA

B.1 - ASPETTI GEOTECNICI E SISMICI

B.1.1 – Caratteri Geotecnici dei terreni

Come risulta dall'indagine geologica, la situazione litostratigrafica riscontrata in loco è la seguente:

Livello 1 - terreni sciolti (limi sabbiosi)

Livello 2 - terreni addensati, molto addensati (ghiaie sabbioso-ciottolose assai grossolane).

Considerata l'entità degli scavi da attuare per il ricavo del piano di fondazione, è prevedibile che le fondazioni delle opere in progetto vengano attestate sul livello 3.

La definizione dei valori dei parametri di resistenza del terreno di fondazione è stato effettuato utilizzando approccio semi-probabilistico (Eurocodice 7 - UNI ENV 1997-1/2/3).

Nell'espletamento della parametrizzazione si sono assunte le seguenti condizioni:

- Il volume significativo dell'unità geotecnica in grado di influenzare, attraverso le sue proprietà, il comportamento della struttura ha una componente orizzontale estesa, ed una verticale contenuta nell'ambito della profondità indagata. E' pertanto assimilabile ad un "volume grande";
- L'unità è caratterizzata da una bassa variabilità spaziale sia in senso verticale che orizzontale;
- In base ai dati disponibili si deve ritenere che la struttura in progetto sia sufficientemente rigida e resistente: il valore caratteristico dei parametri rappresentativi del terreno in termini di resistenza è pertanto ricavabile attraverso la media dei valori medi di ciascun parametro nell'ambito dell'intero volume significativo;
- Nell'elaborazione dei dati si è ritenuto di considerare l'intero livello geotecnico inferiore, e non soltanto la porzione sottostante il piano di fondazione;
- Nella definizione dei valori medi rappresentativi del comportamento del terreno si è tenuto conto delle potenziali differenze tra la proprietà misurata dalla prova geotecnica in sito e la proprietà che effettivamente governa il comportamento del terreno; in modo specifico, è stato applicato un opportuno fattore correttivo al valore di resistenza al taglio "di picco" al fine di pervenire ad una condizione di resistenza "a volume costante";
- Il valore caratteristico di resistenza R_k del sistema geotecnico è stato definito come 5° percentile della distribuzione dei valori (livello di confidenza del 95%), secondo quanto indicato dalle norme tecniche
- I valori di progetto R_d sono stati determinati attraverso l'applicazione a R_k di un coefficiente parziale di sicurezza γ_M , così esprimibile:

$$R_d = f_i \left[\frac{X_{k,i}}{\gamma_{m,i}} \right]$$

- Per quanto riguarda il peso di volume, grandezza con basso coefficiente di variazione, è stato assunto il valore nominale usualmente attribuito a tali materiali dai riferimenti bibliografici, e consolidato dall'esperienza tecnica

Property (units)	Soil Type	No. of Data Groups	No. of Tests Per Group		Property Value		Property COV (%)		Note
			Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	
w_n (%)	Fine-grained	40	17 – 439	252	13 – 105	29	7 – 46	18	1
	Silty clay	*	*	*	*	*	20	*	3
	clay	*	*	*	*	*	13	*	
	*	18	*	*	*	*	*	17.7	4
γ (kN/m ³)	Fine-grained	6	5 – 3200	564	14 – 20	17.5	3 – 20	9	1
γ	*	*	*	*	*	*	3	*	3
γ	*	12	*	*	*	*	*	7.1	4
γ_d (kN/m ³)	Fine-grained	8	4 – 315	122	13 – 18	15.7	2 – 13	7	1
γ_b (kN/m ³)	All soils	*	*	*	5 – 11	*	0 – 10	*	2
$D_r^{(a)}$ (%)	Sand	5	*	*	30 – 70	50	11 – 36	19	1
$D_r^{(b)}$ (%)	Sand	5	*	*	30 – 70	50	49 – 74	61	
G_s	*	*	*	*	*	*	2	*	3
S	*	*	*	*	*	*	10	*	3

*Not reported.
(a) Total variability for direct method of determination.
(b) Total variability for indirect determination using SPT values.
Notes:
(1) Phoon and Kulhawy (1999).
(2) Lacasse and Nadim (1996). No comments made on whether measurement variability was included.
(3) Harr (1987). No comments made on whether measurement variability was included.
(4) Kulhawy (1992). No comments made on whether measurement variability was included.

Tab. 1 – Dati di variabilità intrinseca (Coefficienti di variazione – COV) di parametri caratteristici del terreno. Si rileva la bassa variabilità del peso di volume γ

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_M $\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 2 – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tab.6.2.II delle Norme Tecniche Costruzioni)

PESO DI VOLUME

Si assume come valore di progetto medio rappresentativo quello acquisito attraverso i dati bibliografici e consolidato dall'esperienza.

Pertanto per il Livello 1 $\gamma' = 17,0 \text{ kN m}^{-3}$, per il Livello 2 $\gamma' = 19,5 \text{ kN m}^{-3}$

COESIONE

Nonostante l'evidente coesione dei terreni, a favore di sicurezza si inteso escludere per i terreni di fondazione contributi di natura coesiva, quindi, per essi $c' = 0$

RESISTENZA AL TAGLIO

I valori proposti sono stati dedotti da altre esperienze maturate in analoghi contesti nell'ambito dell'areale Biellese, nonché in riferimento a verifiche in back-analysis.

Per il terreno superficiale si è assunto un valore cautelativo pari a 25°, per il substrato ghiaioso-sabbioso si è invece assunto un valore pari a 34°.

In sintesi, per i terreni in questione si sono assunti i seguenti valori:

<u>Livello 1 – Limi sabbiosi</u>		
Estensione verticale	m da p.c.	0,00 - 1.00 m
γ'	kN m ⁻³	17,0
φ'_{cv}	°	25°
C'	kPa	0
<u>Livello 2– Ghiaie sabbioso-ciottolose grossolane ed eterometriche</u>		
Estensione verticale	m da p.c.	> 1,00 m
γ'	kN m ⁻³	19,5
φ'_{cv}	°	34
C'	kPa	0

Tab. 4 – Parametri di progetto-criterio semiprobabilistico

Si deve tener conto del fatto che i valori proposti sono assai cautelativi, in quanto tali terreni presentano in realtà debole coesione.

Le attitudini alla stabilità presso fronti di scavo palesate dai litotipi affioranti nel settore soggetto agli interventi sono stati riassunti nella tabella riprodotta al seguito.

natura dei litotipi	pendenza fronti di scavo
Terreni colluviali limosi sciolti	25 – 35°
Terreni ghiaioso-sabbiosi	35-45°

Nell'ambito dell'esecuzione delle opere di scavo si dovranno pertanto rispettare le pendenze di sicurezza di ciascuno dei terreni interessati. In caso contrario si dovrà provvedere al sostegno degli stessi.

B.1.2 – Aspetti legati alla risposta sismica

Il Comune di ALTO SERMENZA (GIA' RIMA SAN GIUSEPPE) rientrava tra i Comuni classificati "pericolosità sismica minima" secondo Ord. 3274 del 20/03/03, in quanto ricadente nella ZONA 4. Tale classificazione è stata confermata anche con l'adozione della "nuova classificazione sismica del territorio piemontese", approvata con D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010, confermato anche con la D.G.R. 21 maggio 2014, n. 65-7656.

Con l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio Piemontese dal Giugno 2020, secondo quanto previsto dalla DGR n. 6 - 887 del 30.12.2019, il Comune di ALTO SERMENZA è confermato in ZONA 4.

Non è disponibile CARTA DELLE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE associata al vigente P.R.G.C. o STUDIO PER LA MICROZONAZIONE SISMICA, considerato che il Comune di ALTO SERMENZA non è tenuto a tale adempimento.

Al riguardo della caratterizzazione sismica e della classificazione del terreno di fondazione (D.M. 17.01.2018 "Norme tecniche per le costruzioni"), si è operato "approccio semplificato", così come previsto dal § 3.2.2. della normativa di riferimento, considerato la disponibilità di esiti di indagini geofisiche condotte con metodologia MASW in aree assimilabili al medesimo contesto territoriale, attribuendo lo stesso alla seguente categoria di suolo di fondazione:

E	Terreni dei sottosuoli di tipo C (Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti) o D (Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti) per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).	180÷360
----------	--	---------

Attenendosi alla procedura di calcolo degli spettri di risposta sismica del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici, si sono ottenuti i seguenti esiti:

SPETTRO DELL'AZIONE SISMICA (SLU)									
Comune	Categoria Suolo	Vita Costr.	SLV-PVR (10%)	SLC-PVR (5%)	Cat. Top.	S _s (SLC)	C _c (SLC)	S _T (SLC)	a _g (Tr50)
Rima	E	50	475	975	T1	1.600	1.878	1.00	0.031

Tali valori potranno pertanto essere utilizzati da Progettista nell'ambito della specifica progettazione strutturale.

B.2 – VERIFICHE GEOTECNICHE

B.2.1 - Verifiche resistenza del terreno di fondazione (Rd) allo SLU

Nelle verifiche espletate si sono assunte le condizioni a seguito indicate:

- 1) Caso 1 = fondazione scogliera avente lato B = 1,90 m;
- 2) incastro laterale della fondazione (fattore $q * Nq$) per 0,40 m;
- 3) fondazioni attestate su terreni ghiaioso-sabbioso-ciottolosi (Livello 2);
- 4) condizioni sature del substrato;
- 5) accelerazione sismica locale determinata utilizzando software Geostru PS.

Per la determinazione del valore limite della portanza si è utilizzato il metodo proposto da BRINCH-HANSEN (1961, 1970). Tenendo conto di coesione nulla, la formula può essere così espressa:

$$Q_{lim} = [0.5 * \gamma' * B * N_{\gamma'} * S_{\gamma'} + q' * N_q * S_q + c' * N_c * S_c]$$

dove:

γ'	= peso di volume del terreno
B	= larghezza della fondazione
N_{γ}, N_q, N_c	= fattori di capacità portante $f(\phi)$
S_{γ}, S_q, S_c	= fattori di forma della fondazione
q'	= tensione efficace a livello del piano di campagna
c'	= coesione

I calcoli sono stati eseguiti con applicativo *LOADCAP* della *Ditta GEOSTRU* ed hanno fornito i seguenti risultati:

CASO 1

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	19.5 kN/m ³
Peso unità di volume saturo	20.5 kN/m ³
Angolo di attrito	34.0 °
Coesione	0.0 kN/m ²

Fattore [Nq]	29.44
Fattore [Nc]	42.16
Fattore [Ng]	38.37
Fattore forma [Sc]	1.18
Fattore profondità [Dc]	1.14
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0

Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.18
Fattore profondità [Dq]	1.14
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.91
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.92
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.9
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.95

Carico limite 563.56 kN/m²

Per il calcolo del *valore di progetto della resistenza (Rd)* si è utilizzato l'Approccio 2 : (A1 + M1 + R3), dove:

$$Rd = Q_{lim} * B / \gamma_r$$

dove:

$$\gamma_r (R3) = 2,3$$

Da cui:

$$Rd = Q_{lim} * B / \gamma_r$$

CASO 1

$$Rd = 563,56 * 1,80 / 2,3 = 465,55 KN / m$$

Si tenga conto che la resistenza sarà in realtà maggiore, considerato che nel calcolo si è trascurato il contributo dei micropali.

Il Progettista strutturale ha pertanto dimensionamento le fondazioni in modo tale che **Ed < Rd**.

Si valuta che i cedimenti attesi risulteranno di entità modesta ($s < 5$ mm), comunque tale da non apportare pregiudizio alla staticità delle opere, in considerazione della ridotta compressibilità del substrato ghiaioso-sabbioso-ciottoloso.

Si è omessa la verifica alla liquefazione dei terreni, in relazione a quanto ammesso dalle NTC 18 ($ag < 0,1$ g).

B.3 – CONCLUSIONI RELAZIONE GEOTECNICA

L'indagine geotecnica ha evidenziato che, con l'adozione delle opere previste, sarà possibile raggiungere valide condizioni di compatibilità meccanica tra le fondazioni delle opere ed il terreno ivi presente, tenendo fede agli esiti delle verifiche geotecniche condotte.

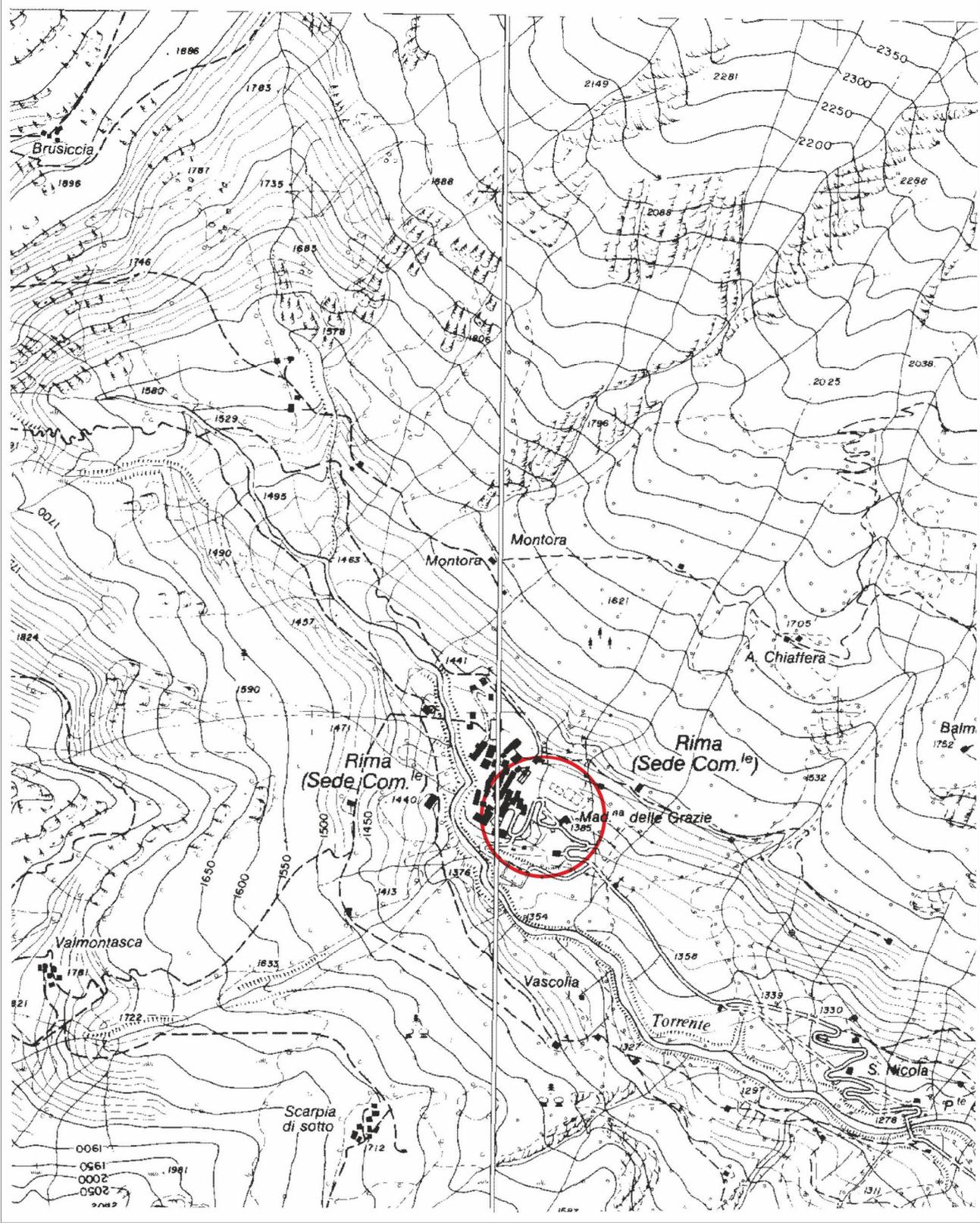
Operando con le modalità e le precauzioni predette, non sono attese influenze negative sugli equilibri del settore interessato dagli interventi.

Si raccomanda in ogni caso di seguire le prescrizioni a seguito illustrate:

- in generale si consiglia di realizzare rapidamente gli interventi di scavo preferibilmente in periodi contrassegnati da scarsi apporti meteorici (mesi invernali ed estivi); in caso contrario essi andranno adeguatamente riparati dalle acque dilavanti con l'apposizione di teli impermeabili;
- ove la morfologia degli scavi non risponda alle pendenze di sicurezza dei terreni (40° come massimo nel breve periodo) si dovrà operare il corretto sostegno dei relativi fronti onde prevenire eventuali franamenti degli stessi;
- nel corso dell'esecuzione delle opere si dovrà in ogni caso verificare la corrispondenza fra situazione litostratigrafica rilevata e quella prospettata dallo scrivente;
- nel caso si riscontrino condizioni stratigrafiche difformi da quanto determinato, andranno predisposti correttivi alle soluzioni fondazionali previste, secondo quanto disposto dalla D.L..

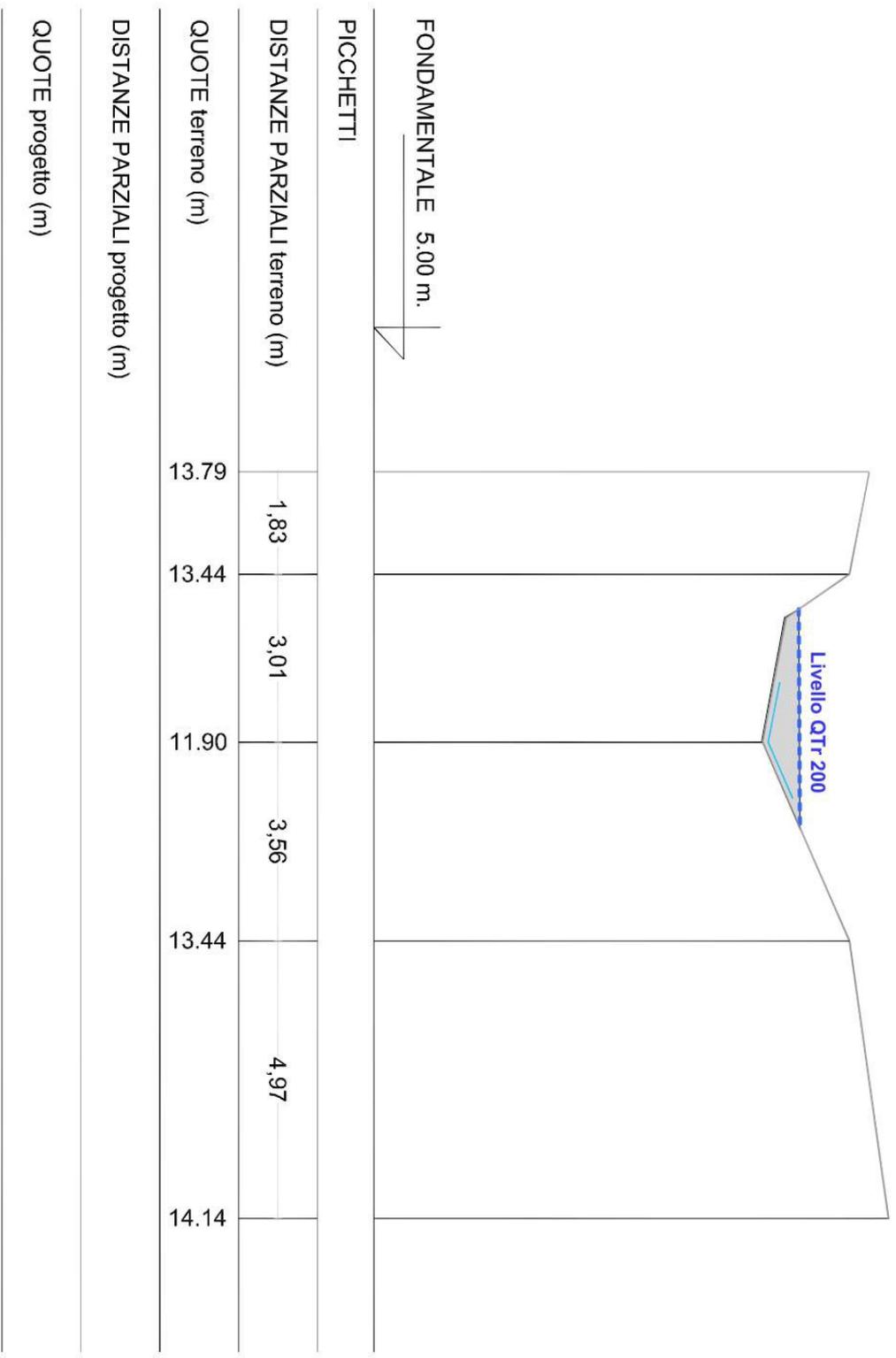
ALLEGATI

- **COROGRAFIA CTR IN SCALA 1 : 10.000**
- **SEZIONI OGGETTO DELLE VERIFICHE IDRAULICHE IN
SCALA 1 : 100**



ESTRATTO DA C.T.R. IN SCALA 1 : 10.000

SEZIONE 1



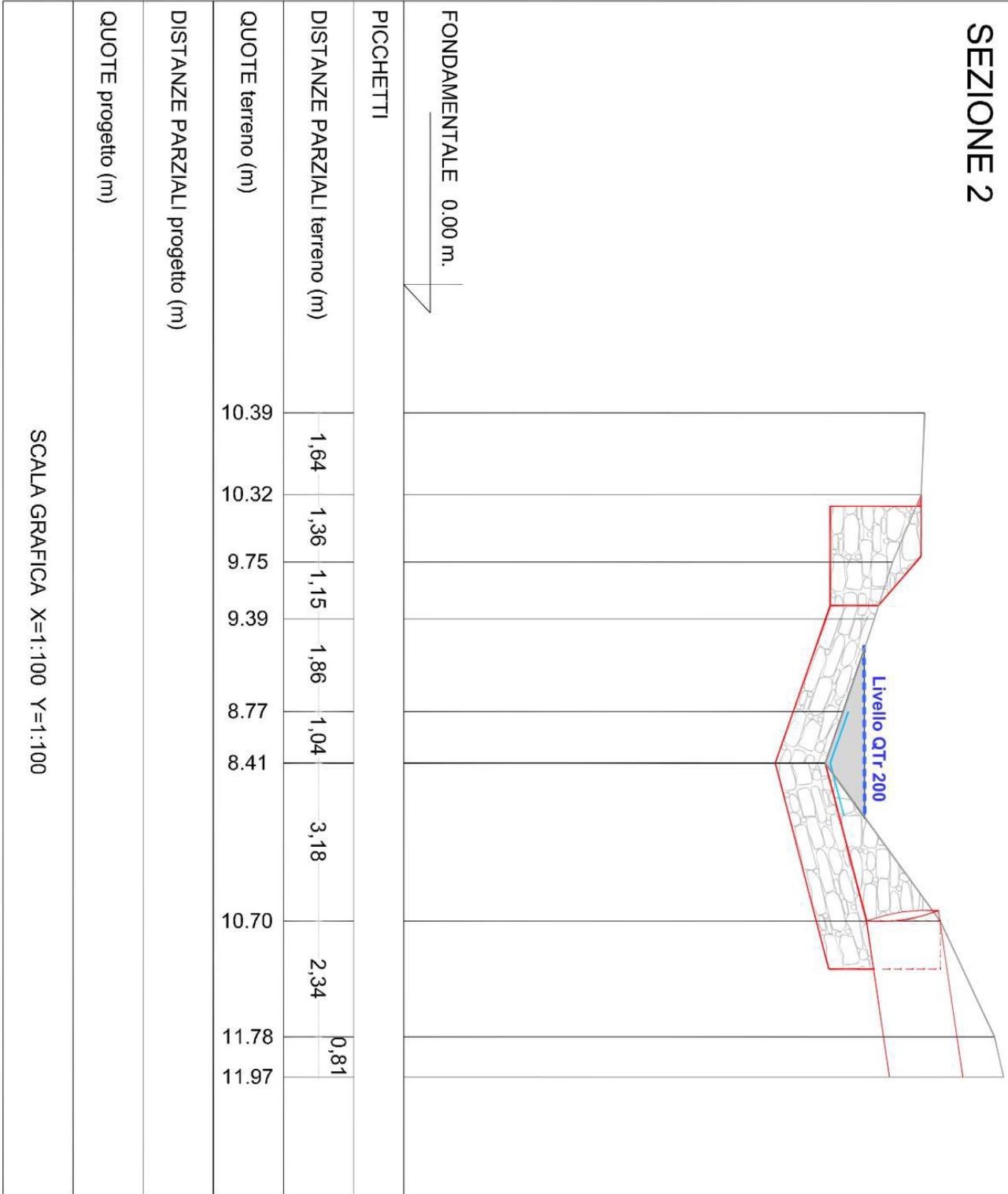
SCALA GRAFICA X=1:100 Y=1:100

SEZIONE 3



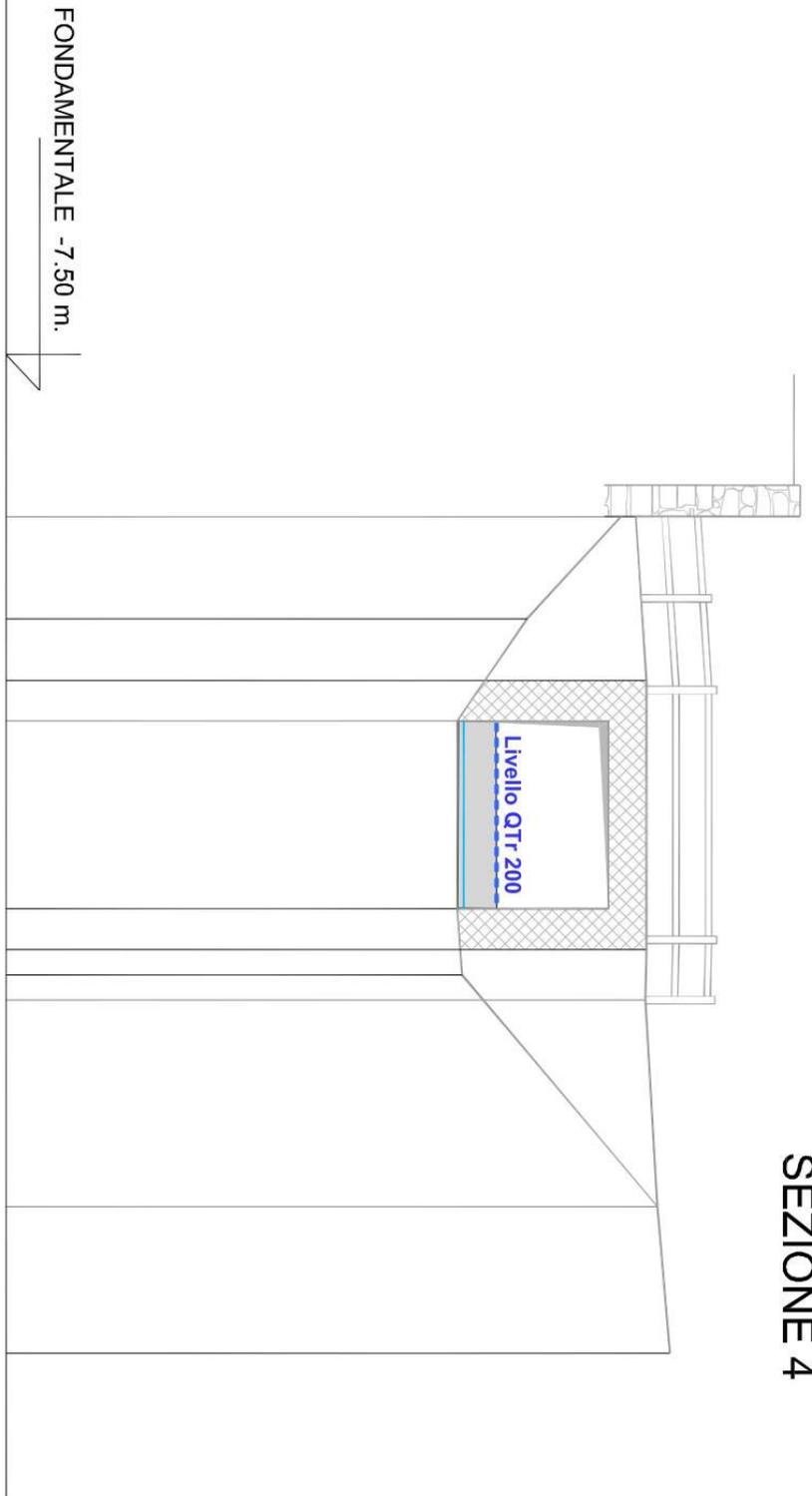
SCALA GRAFICA X=1:100 Y=1:100

SEZIONE 2



SCALA GRAFICA X=1:100 Y=1:100

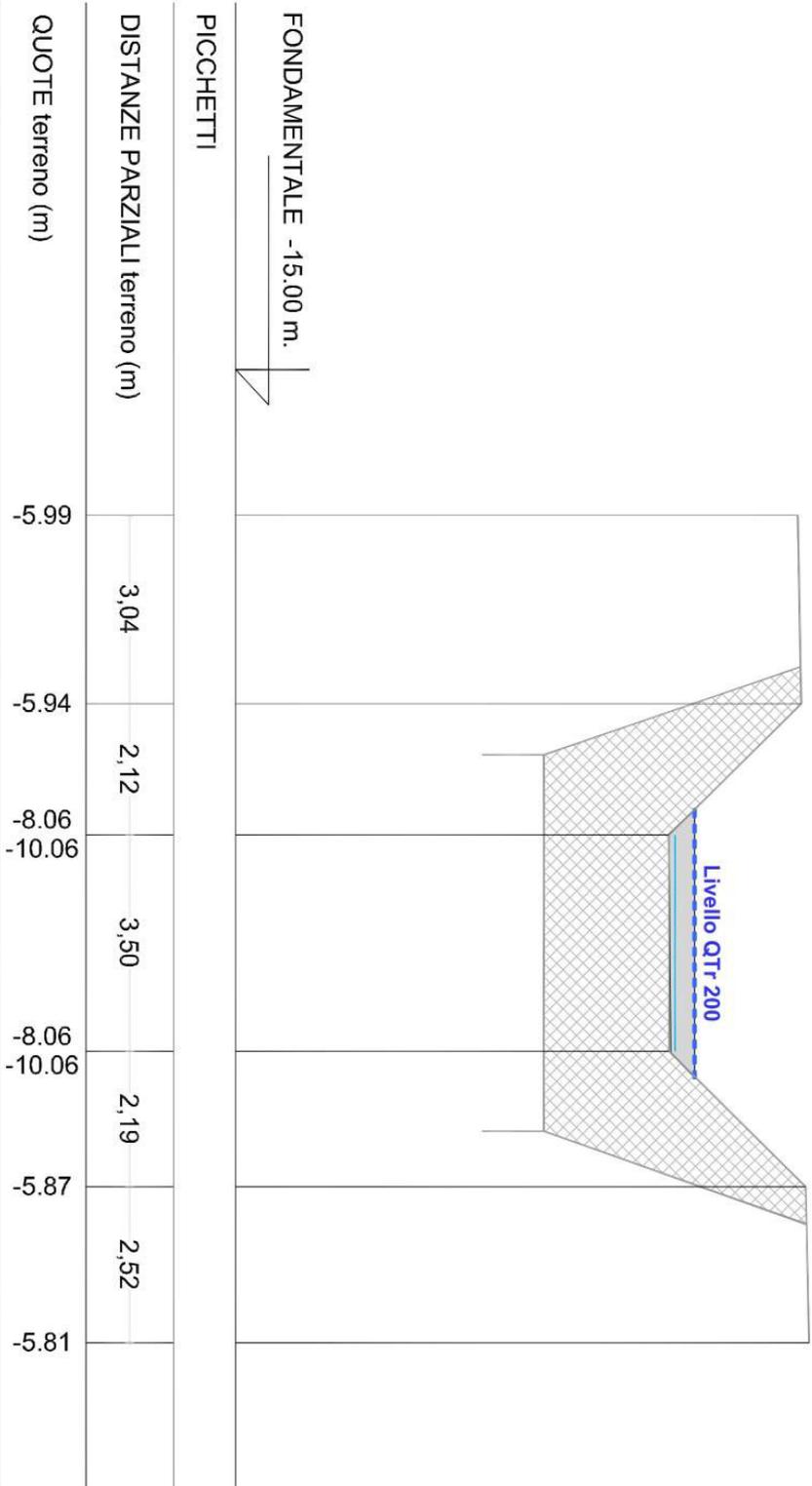
SEZIONE 4



DISTANZE PARZIALI terreno (m)	2.23	0.75	2.64	-0.36	2.04	2.04	-0.36	2.64	-0.28	2.62	2.81	3.01
DISTANZE PARZIALI terreno (m)	1.63	0.99	0.65	3.00	0.65	0.41	0.40	3.30	2.34			
QUOTE terreno (m)												
DISTANZE PARZIALI progetto (m)												
QUOTE progetto (m)												

SCALA GRAFICA X=1:100 Y=1:100

BRIGLIA



QUOTE terreno (m)

DISTANZE PARZIALI terreno (m)

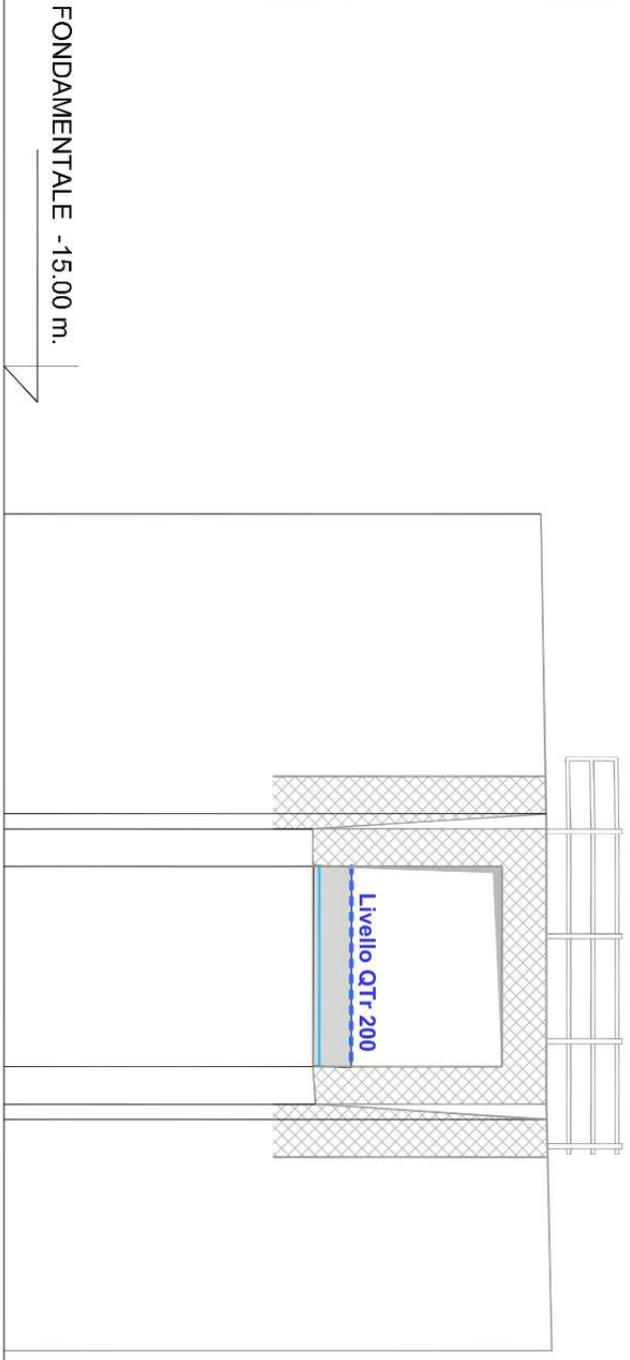
QUOTE terreno (m)

QUOTE progetto (m)

DISTANZE PARZIALI progetto (m)

SCALA GRAFICA X=1:100 Y=1:100

SEZIONE 6



PICCHETTI								
DISTANZE PARZIALI terreno (m)		4,79	0,24	0,60	3,20	0,60	0,24	3,70
QUOTE terreno (m)	-6,50		-6,41	-10,11	-10,11	-7,11		
DISTANZE PARZIALI progetto (m)								
QUOTE progetto (m)								

SCALA GRAFICA X=1:100 Y=1:100