PROVINCIA DI IMPERIA

Stazione Appaltante Viale Matteotti, 147 – 18100 Imperia Italia
Ufficio Settore 4 Infrastrutture e Rifiuti
e-mail: ambiente.rifiuti@provincia.imperia.it – tel.: +39 0183704270

PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO AI SENSI DEGLI ARTT. 180 E 183, COMMA 15, D.LGS. 50/2016 E S.M.I. DELLA CONCESSIONE PER LA REALIZZAZIONE E SUCCESSIVA GESTIONE DELL'IMPIANTO INTEGRATO DI TRATTAMENTO, RECUPERO E VALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI DELLA PROVINCIA DI IMPERIA CON ANNESSA DISCARICA DI SERVIZIO, UBICATO IN LOCALITÀ COLLI NEL COMUNE DI TAGGIA.

CUP I61B21002840005 - CIG 9004190CA3

OPERATORE ECONOMICO

IDRO EDIL S.R.L.

WASTE TREATMENT TECHNOLOGIES
WTT - MEMBER OF THE CONVERTUS GROUP

BUSTA B	B1 – PROGETTO DEFINITIVO
OFFERTA TECNICA	

RELAZIONI

RELAZIONI SPECIALISTICHE

RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E DI INDAGINE SISMICA

ELAB.	COM	DOC	PAGINE	REV.
RLS.01	1200	PD RLS_001	01 DI .	1

PROGETTAZIONE
CAPOGRUPPO MANDATARIA

ICARIA

ICARIA srl
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
Via della Spezia, 6 – 00182 Roma
Corso Cavour, 445 – 05018 Orvieto (tr)
Tel. +39 0763 34 08 75 fax +39 0763 34 12 51
www.icariasrl.it info@icariasl.it

ORDINE degli INGEGNERI
INGEGNERE
Vladimiro
ROTISCIANI
civile ed ambientale
industriale
dell'informazione
A 376
Provincia di TERNI

MANDANTE

STUDIO
GEOLOGIA TECNICA

STUDIO GEOLOGIA TECNICA
Dott. Geol. Castellano Carnevale Roberto

Via Matteotti n°154 - 18038 Sanremo
Tel/fax 0184-577377 cell. 348/2685872
Mail: geol.castellano@libero.it

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. ROBERTO CASTELLANO CARNEVALE
A.P. n. 108

REVISIONE	DATA	OGGETTO	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
1	GIUGNO 2023	REVISIONE PER VERIFICA			VR	VR
0	LUGLIO 2022	EMISSIONE			VR	VR

È vietata ai sensi di legge la divulgazione e la riproduzione del presente disegno senza la preventiva autorizzazione

SOMMARIO

1) PREMESSA ….....pg 1

2) UBICAZIONE DELL'AREA-INQUADRAMENTO NORMATIVO GEOLOGICO ….....pg 3

3) INQUADRAMENTO NORMATIVO GEOLOGICO E IDRAULICO ….....pg 4

4) DESCRIZIONE DEL PROCESSO E DELL'IMPIANTO IN PROGETTO ….....pg 5

5) CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ….....pg 14

6) SEZIONI STRATIGRAFICHE ….....pg 19

7) CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE ….....pg 20

8) CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE ….....pg 22

9) SISMICITA' DEL PONENTE LIGURE – ELEMENTI NEOTETTONICI ….....pg 24

10) CATEGORIE DEL SUOLO DI FONDAZIONE E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE ….....pg 25

11) CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI IN PROSPETTIVA SISMICA ….....pg 26

12) LIQUEFAZIONE DEI TERRENI ….....pg 27

13) CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....pg 30

14) MONITORAGGIO AREA DELLA DISCARICA DI SERVIZIO R.S.U ….....pg 31

15) CONCLUSIONI ….....pg 33

1) PREMESSA

Visto il D.M. 11/03/88 e relative istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate e il D.M. LL. PP. 16/01/96.
Vista l'O.P.C.M. n°3274/03 come modificato dall' O.P.C.M. n° 3431 del 03/05/2005 relativa alla classificazione dei suoli di edificazione in prospettiva sismica del D.M 14/09/2015.
In considerazione che il territorio del comune di Taggia è stato classificato dal D.G.R. 1308/2008 in zona 3S con Pga= 0,18g.
Visto il D.M. 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni.
Visto il DPR 13 /06/2017 n° 120 sulle modalità di gestione delle terre e rocce da scavo.
Visto il D. Lgs. 03/04/2006 n°152 " Norme in materia ambientale.
Visto il D.Lgs.13/01/2003 n°36 " Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti.
Visto il D.C.P n°18 del 27/02/2003 "Piano di Bacino del Comune di Taggia.
Visto il D.G.R. N°1362 del 19/11/2010.

Il presente studio ha permesso di approfondire la conoscenza della stratigrafia locale e delle caratteristiche dei suoli per la definizione del parametri geotecnici e sismici, così come richiesto dalla Regione Liguria, Settore Difesa del Suolo con nota del 31.7.2019 (prot. IN/2019/13374), poi recepita nel Decreto Regionale n° 2908 del 21.5.2020 "Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR)".
I rilevamenti eseguiti direttamente sul terreno e la presa visione delle precedenti relazioni eseguite dallo scrivente più gli approfondimenti geognostici e di laboratorio svolti dalla società SOMITER S.r.l. di Saluzzo oltre alle indagini sismiche a rifrazione e M.A.S.W eseguite dallo scrivente, descritti nelle rispettive relazioni tecniche, hanno consentito la stesura di una relazione

geologica, geomorfologica, idrogeologica e geologico tecnica a livello di Progetto Definitivo.

Le indagini sono state svolte tramite:

- Esecuzione di n°2 profili sismici a rifrazione e n°2 M.A.S.W per la caratterizzazione dei riporti antropici, del grado di costipamento dei terreni, oltre alla definizione delle Vs30 e Vs Equivalente per la caratterizzazione dei suoli, dal punto di vista sismico.
- Presa visione delle indagini geognostiche quali carotaggi, prove S.P.T prove di permeabilità in foro e prove Down Hole eseguite dalla ditta SOMITER s.r.l. di Saluzzo, su incarico di Idroedil S.r.l nel mese di Luglio 2021

Le finalità dell'indagine sono:

- Definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche di tutta l'area interessata alla ex discarica di inerti denominata Colli e aree limitrofe.
- Definizione della stratigrafia dei terreni interessati dalle opere in progetto tramite la stesura di nuove sezioni stratigrafiche trasversali e longitudinali in scale varie, basate sullo spessore dei riporti antropici e la profondità del substrato roccioso di base definito dai sondaggi eseguiti.
- Rilevamento della falda acquifera.
- Verifica della presenza o meno di fenomeni geomorfologici di dissesto in atto e/o potenziali.

2) UBICAZIONE DELL'AREA-INQUADRAMENTO NORMATIVO GEOLOGICO

L'area oggetto delle opere in progetto si sviluppa lungo un tratto dell'asse vallivo del Rio Colli e precisamente nel settore a monte della ex discarica di inerti denominata "Colli", per un tratto sulla discarica stessa ed in parte su terreni ad essa limitrofi in versante.

La discarica di inerti denominata Colli si è sviluppata, a partire dal 1991 sino alla fine degli anni '90, lungo l'asse vallivo del Rio Colli debitamente tombinato ed è stata realizzata tramite terrazzamenti di riporti di materiali inerti, stoccati e compattati in strati di 1,50m, tramite specifico rullo compattatore, come previsto per le discariche di tipo A, secondo la normativa vigente all'epoca dell'apertura della discarica (D.P.R. 10/09/82 n°915), costituiti da :

- Sfridi di materiali da costruzione provenienti da demolizioni edilizie.
- Vetri e materiali ceramici.
- Rocce e materiali litoidi per le costruzioni, terreni provenienti da scavi.

Sull'area è stata da poco conclusa l'attività di lavorazione degli inerti tramite impianto di frantumazione e diversificazione granulometrica da pietrisco a massi da utilizzare nell'edilizia, attività che ha di fatto consolidato il contesto industriale del sedime.

Sono inoltre presenti depositi temporanei di materiale lapideo proveniente dagli scavi per la realizzazione della discarica di R.S.U. di Collette Ozotto.

Ad oggi il corso d'acqua del Rio Colli non defluisce più nel tombino realizzato all'inizio dei lavori di abbancamento della discarica in quanto sostituito da un nuovo canale a cielo aperto.

L'area in oggetto è raggiungibile tramite la strada di collegamento della Statale n°1

Aurelia e lo svincolo autostradale della A10, Genova - Ventimiglia e quindi proseguendo lungo la strada recentemente acquisita dal Comune di Taggia.

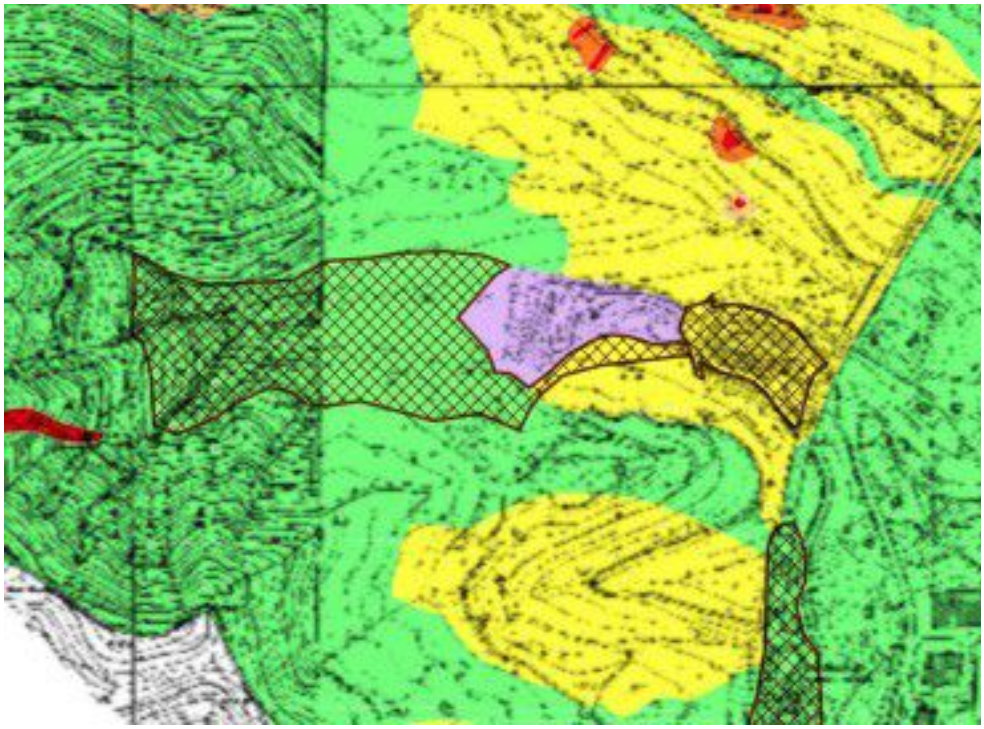
3) INQUADRAMENTO NORMATIVO GEOLOGICO E IDRAULICO

Dal punto di vista normativo, si evidenzia che il Piano di Bacino del torrente Argentina (ambito 4) nella Tav. 13a: "Carta della Pericolosita' e Suscettivita' al dissesto", classifica la gran parte dei terreni oggetto di indagine in zona Pg1 quindi con pericolosita' bassa.
L 'intera area delimitata dalla ex discarica di inerti denominata Colli, e' classificata in area speciale di tipo B2: "Cave e Discariche".
Nella Tav. 14: "Carta del Rischio Geomorfologico", l'area in oggetto rientra in parte nella zona R0: "area a rischio lieve o trascurabile" e in parte nella zona R1: "area a rischio moderato". In relazione al rischio idraulico dalla carta delle fasce fluviali, si evince che l'area in oggetto e zone limitrofe, non rientrano in nessuna delle zone inondabili classificate come A, B e C quindi, sotto questo punto di vista, l'area in oggetto risulta in assoluta sicurezza e non e' sottoposta a vincolo idrogeologico.

L'Allegato 1 del D. Lgs 36/2003 individua specifiche aree pericolose o vietate sotto l'aspetto geologico ove e' interdetta la realizzazione di discariche di R.S.U.
Il sito destinato alla realizzazione della discarica di R.S.U. di servizio, non e' ubicato in nessuna di tali aree in quanto sulla scorta delle indagini sopra indicate e dei sopralluoghi eseguiti la zona non risulta ricadere in :

- Aree interessate da fenomeni quali faglie attive, aree a rischio sismico di I° categoria, classificate tali dalla Legge 64/1974: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Aree interessate da attivita' vulcaniche, ivi compresi i campi solfatarici.

- Aree in corrispondenza di doline, inghiottitoi o altre forme di carsismo superficiale.
- Aree soggette ad attività idrotermale.
- Aree esondabili, instabili e alluvionabili.



Carta suscettività al dissesto Piano di Bacino

4) DESCRIZIONE DEL PROCESSO E DELL'IMPIANTO IN PROGETTO

L' impianto avrà lo scopo di trattare, valorizzare e smaltire i rifiuti raccolti a valle della raccolta differenziata nell'Area Omogenea Imperiese. Le principali funzioni dell'impianto di trattamento sono:

- Accettazione/ricevimento di tutti i RSU e Assimilati a valle della RD, incluse le frazioni "verde e "organica" raccolte in modo differenziato e i fanghi provenienti da depurazione civile.

- Pre-trattamento e separazione dei materiali conferiti con una preliminare intercettazione e separazione delle ulteriori frazioni valorizzabil.
- Trattamento finalizzato alla valorizzazione della frazione organica separata, proveniente sia dalla raccolta differenziata che dal processo di pre-trattamento.
- La valorizzazione della frazione organica prevede:
- Processamento tramite digestione anaerobica e utilizzo energetico del biogas estratto per l'autoconsumo elettrico ed eventualmente per l'autotrazione.
- Stabilizzazione/compostaggio delle frazioni organiche risultanti dal processo di digestione anaerobica e/o dei quantitativi eventualmente in surplus con produzione di due flussi finali separati.
- Compost grigio destinato a ripristini ambientali e ricopertura discarica.
- Compost di qualità destinato ad utilizzazioni di mercato in ambito agricolo.
- Trasferimento e deposito definitivo nella discarica di servizio dei sovvalli non altrimenti utilizzabili provenienti da ogni fase del processo.
- In relazione alla funzionalità prevista, l'impianto viene articolato in due sezioni:
- Impianto di trattamento rifiuti
- Discarica di servizio.
- Nello stralcio planimetrico che segue viene illustrata la sistemazione e l'organizzazione dell'impianto:



Planimetria impianto trattamento rifiuti e discarica

Impianto di trattamento rifiuti

L'impianto di trattamento si estende su una superficie complessiva di 44.000 mq totalmente recintata e accessibile attraverso un ingresso principale posto sul lato est della proprietà, a sua volta collegato all'ampia viabilità che si sviluppa sul perimetro interno dell'impianto.

L'area dove è prevista la realizzazione dell'impianto sarà ricavata mediante una rimodellazione dell'attuale piazzale che accoglie l'impianto di inerti, con la costruzione di un idoneo rilevato di altezza pari a circa 8,50 metri rispetto alla quota del piano attuale (225.00), al fine di ricollocare il volume di materiale di risulta che costituisce l'attuale discarica inerti.

Nel corpo centrale dell'area, su una superficie complessiva di circa 22.500 metri quadri, sorgono gli edifici atti ad ospitare le sezioni funzionali dell'impianto riassunte nel seguito:

Sezione di ricezione rifiuti e pre-trattamento (triturazione primaria);

Sezione di selezione meccanica;

Sezione di ricevimento e preparazione della FORSU proveniente dalla raccolta differenziata;

Sezione di digestione anaerobica a secco del sottovaglio primario e della FORSU;

Sezione di biostabilizzazione e bioessiccazione del digestato;

Sezione di raffinazione della frazione organica biostabilizzata;

Sezione di ricezione e trasferimento fanghi;

Sezione di utilizzo del biogas per la produzione di energia elettrica da destinare ad autoconsumo.

Tutte le fasi di processo saranno espletate all'interno di edifici chiusi che sono mantenuti in costante depressione da un sistema di captazione dell'aria; una parte è impiegata nei processi biologici per poi fluire, con la restante, attraverso un sistema di trattamento costituito da scrubbers chimici (per il controllo dell'ammoniaca), da umidificatori (per il controllo delle polveri e per garantire un adeguato apporto di

umidità al materiale biofiltrante) e, infine, da biofiltri di adeguate dimensioni.
Tutte le fasi di trattamento biologico intensivo (digestione, biostabilizzazione e bioessiccazione) saranno espletate all'interno di reattori chiusi modulari (biocelle).
Questo consente un completo controllo del processo e la limitazione dei volumi di aria esausta da trattare.
I rifiuti in ingresso sono sottoposti a selezione mediante due stadi consecutivi di vagliatura; la frazione "umida", raccolta come sottovaglio nel primo stadio di vagliatura, viene sottoposta a separazione della frazione ferrosa e non ferrosa ed inviata a digestione anaerobica, con produzione di energia elettrica dal biogas e quindi all'ultima fase di stabilizzazione aerobica.
La frazione "secca", separata nella seconda fase di vagliatura, subisce un ulteriore trattamento di recupero di alcune frazioni (metalli, plastiche, carta e cartone, etc); la frazione residua viene imballata e collocata in discarica.
La frazione organica raccolta in forma separata è destinata a produrre compost di qualità; l'organico post-raccolta viene stabilizzato e collocato in discarica (FOS); in alternativa potrebbe essere utilizzato per ripristini ambientali laddove identificabili.
Le scelte impiantistiche si sono dovute misurare, da un lato, con la necessità di "modulare" il processo via via che la natura del rifiuto in ingresso si modificherà a causa dell'incremento della raccolta differenziata, dall'altro con la scelta, posta alla base della proposta progettuale, di privilegiare il recupero di risorse e di energia rinnovabile garantendo elevate prestazioni sotto il profilo ambientale:

- in particolare la sezione di digestione anaerobica e del successivo trattamento aerobico è suddivisa in due sottosezioni dedicate rispettivamente alla frazione organica derivante dalla separazione meccanica dei rifiuti misti ed alla parte proveniente invece dalla raccolta differenziata. In questo modo si potranno avere in uscita dal trattamento aerobico due prodotti distinti che possono avere conseguentemente due destinazioni diverse: la FOS (Frazione Organica Stabilizzata) destinata a

discarica come miscela per materiali tecnici di ricopertura e capping o, qualora se ne presenti la possibilità, a ripristini ambientali anche nello stesso ambito della discarica;

- il compost di qualità da raccolta differenziata indirizzabile verso tutti quegli utilizzi consentiti dalle norme applicabili al caso in oggetto.

Per quanto riguarda la parte degli ingombranti e gli eventuali elementi non trattabili dall'impianto è prevista la loro separazione subito dopo la fase di scarico dei rifiuti e il loro accumulo in un'area adiacente a quella di deposito per il successivo trasferimento alla sezione di riduzione dimensionale e trasferimento in discarica; è prevedibile che una parte di tale flusso possa essere avviato a recupero presso impianti debitamente autorizzati.

Discarica di servizio

La discarica di servizio sarà realizzata nella parte posteriore adiacente all'impianto di trattamento ed occuperà un'area di circa 37.500 mq., ricompresa tra l'incisione valliva, delimitata su due lati dall'opera di regimazione del Rio Colli, e dall'altro direttamente dalla parete del versante collinare.

Tale area ha costituito nel tempo il sito adibito a discarica di inerti, e allo stato attuale presenta una morfologia ricompresa fra le quote 255,0m e 245,0m.

Nell'ambito della realizzazione dell'invaso che accoglierà la discarica, si rendono necessarie alcune opere idrauliche per la regimazione delle acque meteoriche, consistenti nello spostamento e rifacimento di una porzione interferente dell'esistente incanalatura del Rio Colli, e nella realizzazione di canalette secondarie di raccolta e smaltimento.

Lungo il perimetro della discarica sarà realizzata una pista di servizio tagliafuoco e una adeguata delimitazione con recinzione in rete metallica.

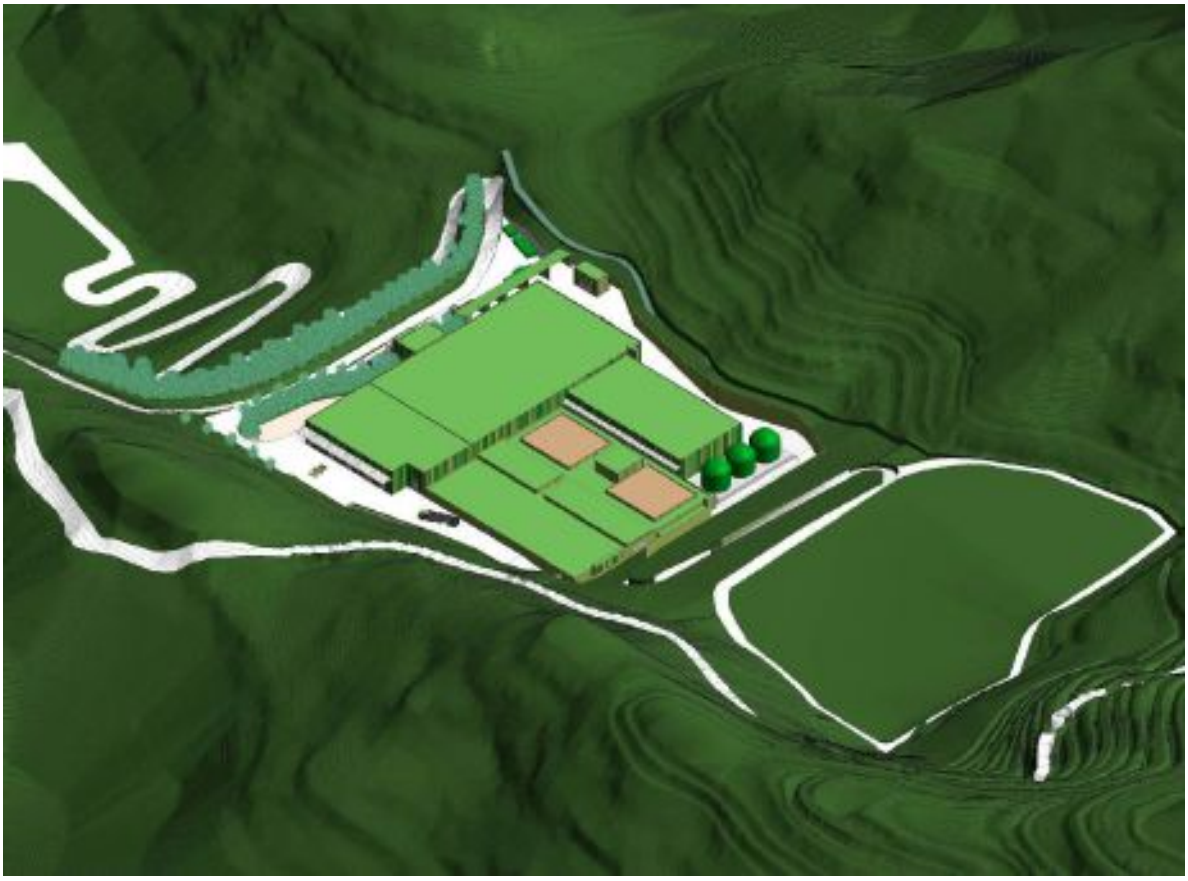
L'allestimento della discarica prevede la realizzazione dell'impermeabilizzazione del fondo e delle pareti mediante un sistema misto naturale/artificiale, che garantisce

un totale isolamento del cumulo dei rifiuti abbancati, senza contaminazione del terreno e delle acque di falda sottostanti con il percolato di discarica.

Il biogas prodotto dalla digestione dei rifiuti organici abbancati in discarica, verrà aspirato da un sistema di pozzi di captazione e convogliato alla sezione di termodistruzione o di produzione di energia elettrica dell'impianto di trattamento RSU.

A completamento della colmata sarà realizzato un idoneo sistema di copertura e protezione del cumulo rifiuti mediante un sistema misto naturale/artificiale lungo tutte le parti a vista della discarica (capping frontale e sommitale).

A colmata finale si provvederà al progressivo inerbimento ed alla piantumazione di essenze vegetali autoctone, in accordo con le caratteristiche morfologiche e climatiche e con la distribuzione e tipologia delle specie vegetali locali.



Rendering - Vista assonometrica

Mitigazione ambientale dell'impatto e della discarica di servizio

L'impianto integrato tiene conto della più recente normativa di settore sia a livello nazionale che europeo per quanto riguarda le emissioni verso le matrici ambientali, l'efficientamento energetico delle opere elettromeccaniche, la sicurezza dei lavoratori.

Si ritiene che nella proposta progettuale siano state valutate e operate tutte le misure necessarie per ridurre al minimo gli impatti della realizzazione dell'opera sull'ambiente circostante.

Le misure di mitigazione degli impatti connessi al trattamento dei rifiuti non pericolosi e alla discarica sono previsti sia nella fase di realizzazione, di gestione e nella fase post gestione, prendendo in considerazione tutti gli aspetti che vanno

dalla scelta delle aree di lavorazione, ai sistemi di protezione attiva antincendio, al piano di monitoraggio e controllo.

La configurazione finale del sito è progettata in modo da riconfigurare l'aspetto morfologico dell'incisione valliva allo stato anteriore alla realizzazione di tutti gli interventi nella parte a monte, mentre i volumi realizzati sul piazzale si integreranno in relazione alla loro composizione tipologica, volumetrica e cromatica con il contesto circostante.

In questo modo l'impatto visivo sul paesaggio, pur essendo medio nelle fasi di realizzazione e di gestione, sarà pressoché modesto nella fase di post gestione, una volta realizzati gli interventi di rinaturalizzazione e rivegetazione della discarica nella parte a monte del sito.

Il riassetto vegetativo, oltre a migliorare l'inserimento paesaggistico degli interventi sotto il profilo della percezione visiva, ha lo scopo di stabilizzare le scarpate dei versanti interni, controllare lo smaltimento della acque di ruscellamento. L' utilizzo di specie vegetali autoctone presenta un duplice vantaggio. Da una parte permette di ottenere migliori risultati, riducendo al minimo la mortalità delle piantine, dall'altra permette di mantenere la continuità con la vegetazione circostante, consentendo di mascherare al massimo l'area interessata dalla discarica nella fase di post-gestione. Inoltre l'immissione nell'ambiente di specie endemiche favorisce il naturale sviluppo di rinfoltimento vegetativo iniziato artificialmente, così come previsto anche dagli obiettivi del P.T.C.P.. Le operazioni piantumazione intorno all'area di discarica saranno realizzate sia in fase di gestione e coltivazione che in fase di post gestione dell'impianto, permettendo un migliore inserimento dal punto di vista paesaggistico del sito e garantendo un costante abbattimento dell'impatto visivo, fino ad un suo totale azzeramento al completamento della discarica.

I muri di contenimento in c.a. saranno tinteggiati di colore nella tonalità del verde e ove possibile in accordo con la normativa tecnica rinverditi con essenze coprenti tipo edera o specie similari per creare una cortina sempre verde.

Inoltre durante la fase di gestione della discarica sarà realizzata una schermatura in parte con una barriera vegetazionale nelle zone non soggette a interventi ed in parte con un telo microforato verde lungo l'intero perimetro recintato della discarica.
L'obiettivo è di limitare l'incidenza visiva dell'area d'intervento ed aumentare il grado di schermatura orizzontale delle zone più dinamiche dell'impianto alla visione dai punti di vista più sensibili sopra citati.
Inoltre si prevede per tutte le nuove parti in metallo a corredo degli impianti tecnologici e dei nuovi manufatti l'utilizzo dei colori nella scala del verde evitando tonalità troppo chiare.

Aspetti naturalistici

Per quanto riguarda la vegetazione il progetto interferirà con le formazioni esistenti solo in misura minima, andando a occupare principalmente le aree attualmente interessate dalla discarica di inerti.
Sarà necessario il disboscamento di una superficie piuttosto limitata, attualmente occupata da una formazione mista di angiosperme termofile. A questo riguardo si prevede il ripristino, a coltivazione avvenuta, delle condizioni attuali, attraverso opere di sistemazione dell'area e di impianto di specie idonee, come descritto nel capitolo successivo. In particolare, nella fase conclusiva della coltivazione della discarica sono previsti interventi di recupero ambientale che permettano un totale inserimento dell'area nell'ambiente circostante.

5) CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

L'area oggetto di indagine e' caratterizzata dai litotipi noti nella letteratura geologica come Lembi Pliocenici della Liguria Occidentale (Boni e Pelosi - 1973; Marini, 2000).
Nella Carta Geologica (Foglio n.102, Sanremo-Franchi), sono individuati alcuni

lembi[1] attribuiti al Pliocene. Nelle note illustrative della Carta Geologica d' Italia in scala 1:50.000 riferite al foglio 258 e 271 Sanremo (progetto CARG), gli autori evidenziano che la sedimentazione pliocenica inizia con facies di brecce e conglomerati (rilevabili in terreni piu' a valle di quelli in oggetto), ai quali seguono le facies pelitiche.

In dettaglio il lembo Pliocenico di Taggia e Castellaro, e ' riferibile ad un settore di delta- conoide impostatosi sul lineamento tettonico Saorge-Taggia (Marini, 2000).

I vari autori che hanno studiato la stratigrafia del Pliocene Ligure hanno classificato la Formazione Pliocenica dal basso verso l'alto a partire dalle Argille di Ortovero a cui fanno seguito i Conglomerati del Monte Villa (Boni e Vanossi, 1971).

Recenti studi hanno evidenziato che le argille e i conglomerati possono essere distribuiti in piu' livelli complessi (Marini, 1976; Boni 1986; Marini, 1987, 1998 e 2000).

Il complesso Pliocenico di Taggia - Castellaro, é rappresentato da tutti i termini stratigrafici della successione ed e' affiorante nei tratti della foce delle valli del Torrente Argentina e del Torrente Armea.

I complessi Pliocenici sono successivi al Flysch ad Helminthoidea Labirintica del Cretaceo Superiore, con componente marnoso-calcarea ed arenacea (unità di Sanremo-Monte Saccarello).

La carta geologica e geomorfologica allegata e ' stata elaborata sulla base delle cartografie dei vari autori citati precedentemente e tramite un puntuale rilevamento geologico e geomorfologico di superficie effettuato dallo scrivente.

In dettaglio nei terreni oggetto di indagine, affiorano in maniera diffusa i **Conglomerati di Monte Villa**.

Localmente la formazione é costituita da banchi di conglomerati poligenici eterometrici spesso ben cementati e da lenti di sabbie-limose e argillose e limi a stratificazione grossolana a volte con grossi blocchi e con interpolazioni di lenti

1

argillose e di banchi sabbioso arenacei e non presenta evidenti discontinuità stratigrafiche laterali e/o strutturali; i clasti sono costituiti da litotipi arenacei e calcari provenienti dalla detrizione del Flysch ad Helmintoidi.

Dai sondaggi eseguiti nell'area oggetto di indagine, (vedere paragrafi successivi), si evince che il conglomerato risulta solo in superficie degradato a causa dell'azione dilavante delle acque superficiali che hanno originato uno strato poco potente (spessore 1,0m - 1,30m) di coltri eluviali.

Scendendo di quota il conglomerato risulta essere integro e compatto.

L 'eta' della formazione viene attribuita al Pliocene medio-inferiore corrispondente al P2 di Franchi.

La giacitura della Formazione Pliocenica nel suo complesso, ha immersione generalmente verso ESE con inclinazione compresa tra 10°- 20° risultando quindi per i versanti oggetto di indagine, con componente indifferente rispetto al versante cosa che comporta un carattere stabilizzante del substrato roccioso.

Generalmente la formazione conglomeratica, nel suo complesso, risulta avere una notevole potenza e presenta buone caratteristiche geomeccaniche essendo compatta con un alto grado di cementizzazione e non presenta sistemi di discontinuita' strutturali.

Superficialmente e' soggetta ad erosione da parte delle acque dilavanti che intaccano la matrice sabbiosa-limosa provocando un deposito di coltri eluviali generalmente poco potenti con spessori variabili da 0,0m a 1,0m.

A letto del Conglomerato, si hanno le **Argille di Ortovero** corrispondenti al P1 di Franchi .

Le argille sono trasgressive sulle brecce di Taggia o direttamente sugli strati Flyschoidi prepliocenici; il limite stratigrafico superiore e' dato dalle Sabbie Plioceniche e dai Conglomerati di monte Villa con rapporti prevalenti di eteropatia.

La formazione e' costituita da argille grigio-azzurre massicce, piu' o meno marnose e sabbiose con interpolazioni di strati sottili di arenarie e di ciottoli.

Non e' stato possibile cartografarle in quanto affioramenti estesi sono stati rilevati a valle dell'area in oggetto sul versante Ovest in comune di Sanremo, fuori della cartografia allegata.

Scendendo verso valle affiorano le **Brecce di Taggia:**

Si tratta di una formazione caratterizzata all' ottanta per cento da frammenti litici angolosi e subangolosi derivanti dal sottostante substrato Flyschoide delle Arenarie di Bordighera e del Flysch di Sanremo, di natura prevalentemente arenaceo calcareo ben cementato da una matrice prevalentemente limosa. Eta': Pliocene Inferiore.

Le formazioni plioceniche, sopra descritte, poggiano con contatto stratigrafico sulla formazione **del Flysch di Sanremo - Membro di San Lorenzo** alla Serie dominante marneuse di Lanteaume ed alla litofacies di Sangri (1984). Le litologie piu' rappresentate sono quelle della litofacies di Sangri con prevalenza di strati anche plurimetrico arenaceo-argillitici, argilloso-scistosi ed interpolazioni di calciculiti e di strati marnoso arenacei.

Gli affioramenti di questa formazione litologica sono tutti lontani dall'area oggetto dell' intervento in progetto.

In base alle caratteristiche geostrutturali e geomeccaniche non e' stata rilevata, per tutta l'area in oggetto, la presenza di faglie attive ne' sismogenetiche. (vedere carta geologica-geomorfologica allegata alla quale la presente relazione fa riferimento)**.**

Stratigrafia dei Conglomerati Pliocenici:

Marini (2000) in merito al lembo Pliocenico di Taggia - Castellaro individua alcune facies sedimentarie. I conglomerati presentano un'alta percentuale di ghiaia con matrice da sabbiosa a granulare e si riconoscono diversi tipi di facies conglomeratiche in funzione dei diversi caratteri tessiturali e strutturali, a loro volta correlabili con la posizione che occupava la facies nella direzione del flusso.

Sulla base delle caratteristiche tessiturali, si possono suddividere i Conglomerati

nelle seguenti facies:

Facies C1a: Conglomerati immaturi disorganizzati.

Facies C1b: Conglomerati rozzamente organizzati

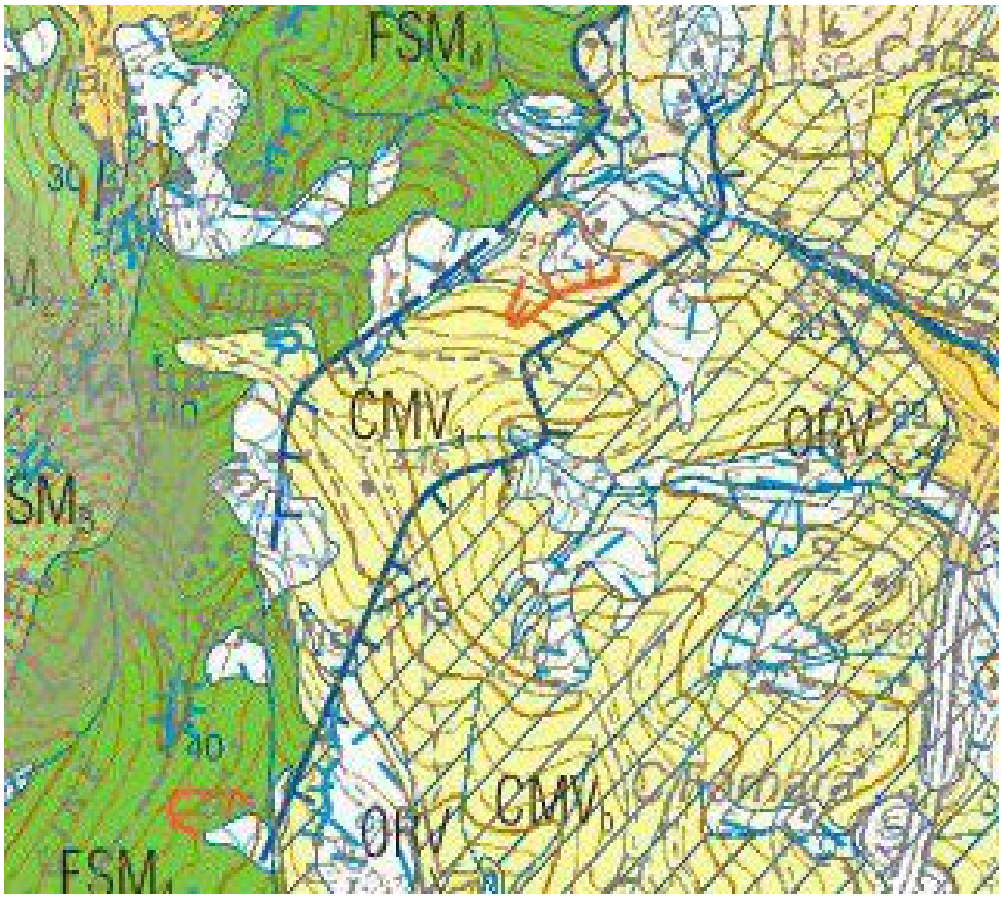
Facies C2: Conglomerati organizzati grossolanamente stratificati

Facies C3: Conglomerati gradati

Le facies sopra descritte C1a e C1b sono riferibili al membro CMVa dei Conglomerati di Monte Villa, il quale comprende conglomerati immaturi disorganizzati clastosostenuti o rozzamente organizzati (Foglio n. 258 - 271 Sanremo in scala 1:50.000 del progetto CARG). Le facies sopra descritte (C2 e C3) sono riferibili al membro CMVb dei Conglomerati di Monte Villa, che comprende conglomerati grossolanamente stratificati e

conglomerati gradati (Foglio n. 258 - 271 Sanremo in scala 1:50.000 del progetto CARG).

I depositi conglomeratici affioranti nel sito in oggetto, hanno vari gradi di maturita' e di organizzazione interna nella direzione del flusso, passando da conglomerati clasto - sostenuti caotici e molto grossolani a conglomerati stratificati, organizzati e bene assortiti, raramente gradati.



Particolare del Foglio n. 258- 271 Sanremo in scala 1:50.000 del progetto CARG

6) SEZIONI STRATIGRAFICHE

Tramite l'esecuzione di n° 6 sondaggio a rotazione con prelievo di nucleo eseguiti nell'area oggetto di indagine dalla ditta SOMITER s.r.l. di Saluzzo come sopra indicati, si è potuto definire in dettaglio la stratigrafia dei versanti costituenti l'asse vallivo del Rio Colli, lo spessore dei riporti antropici (ex discarica di inerti) e la loro acclivita' nel suo tratto interessato dalle opere in progetto, pertanto è stato possibile eseguire n°10 sezioni stratigrafiche ritenute maggiormente significative in relazione agli interventi in progetto **.**

Si evince che i versanti sui Lati Nord, Ovest e Sud interessati all'area oggetto di

intervento hanno una medio-alta acclivita' e come substrato di base la formazione Pliocenica in facies Conglomeratica.
Il versante sul Lato Est ha media acclività ed è costituito dai riporti antropici (ex discarica di inerti denominata Colli).

7) CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

L'area oggetto di indagine si sviluppa lungo l'asse vallivo del Rio Colli interessando parte di entrambi i versanti. La morfologia appare tipica dei valloni incisi dai corsi d'acqua a carattere torrentizio con versanti nel primo tratto con medio-alta acclivita' dove il substrato roccioso risulta affiorante e/o subaffiorante.
I terreni limitrofi all'area della ex discarica sono in gran parte boschivi e solo limitatamente alle aree a minor pendenza, sono terrazzati a fasce contenute da muretti in pietra.

Ex discarica di inerti denominata Colli :
E ' caratterizzata, come precedentemente descritto, dai depositi di materiali inerti della ex discarica di inerti, denominata Colli, abbancati direttamente sui versanti ove risulta affiorante e/o subaffiorante il substrato conglomeratico. La zona e' caratterizzata da una serie di gradoni a partire da quota 140m sino al piazzale sito a quota 226m.
Il materiale lapideo e inerte costituente la discarica e' stato abbancato mediante strati dello spessore massimo di 1,5m, debitamente compattati tramite mezzo meccanico, per un volume totale di circa 1.400.000mc e presenta una potenza notevole con spessori nella sua porzione centrale oltre i 25m dal piano campagna attuale.

Caratterizzazione delle coperture:

Nella carta geomorfologica allegata sono state differenziate le coperture detritiche con spessori compresi tra 2,0m - 3,0m e quelle con spessori superiori a 3,0m costituite da materiale incoerente a granulometria eterogenea. Queste possono essere distinte in due tipologie principali: accumuli originati da antiche paleofrane ormai assestate e coltri eluvio - colluviali.

La granulometria delle coltri varia in modo continuo dai limi a grossi blocchi litoidi in funzione sia del processo di formazione della coltre sia del tipo di substrato roccioso di base da cui prende origine. La matrice si presenta prevalentemente sabbiosa limosa derivante dalla alterazione dei Conglomerati Pliocenici. All'interno di queste coltri sono presenti blocchi lapidei anche di dimensioni considerevoli.

Nelle zone ove affiorano gli strati conglomeratici, le coltri detritiche sono scarse e presentano uno spessore maggiore del metro solo in corrispondenza dei terrazzamenti agricoli.

Paleoaccumuli :

Si indicano con il termine di paleoaccumuli antichi depositi di corpi di frana in generale di considerevole spessore, caratterizzati da materiale detritico eterogeneo ed eterometrico. Il paleoaccumulo rilevato nella carta tematica allegata, si trova molto distante dalla zona oggetto di intervento ed e ' caratterizzato da acclivita' bassa e ha raggiunto una condizione di stabilita' globale.

Allo stato attuale, sia per tutta l'area oggetto del progetto che per i terreni limitrofi, non sono stati evidenziati caratteri geomorfologici tipici di eventi gravitativi profondi in atto ne' del substrato roccioso ne' delle coltri superficiali.

Alluvioni Recenti :

Interessano l'alveo del Rio Battesi, vallone parallelo a quello del Rio Colli. Si tratta di depositi alluvionali mobili recenti costituiti da clasti eterometrici di varia litologia

in matrice prevalentemente sabbiosa.

8) CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Nella zona oggetto di studio non sono state rilevate emergenze idriche testimoni di una falda acquifera sotterranea**.** Sulla carta idrogeologica e' stata cartografata un'unica captazione di acqua in concessione costituita da una sorgente a carattere stagionale, ubicata in un terreno ad Ovest e distante dalla zona della ex discarica di inerti.

Le coltri superficiali e i riporti, presentano una media permeabilita' per porosita' (K= 10-4 cm/sec).

La permeabilita' del substrato conglomeratico ad un primo esame, vista la natura petrografica grossolana dei ciottoli e la matrice sabbiosa, farebbe presumere avere una media permeabilita' ma la notevole quantità di carbonato di calcio ben cementato e le lenti di argilla e limi che si alternano frequenti, lo rendono nel complesso scarsamente permeabile come del resto verificato dalle prove di permeabilità eseguite dalla ditta dalla SOMITER s.r.l. di Saluzzo eseguite in due fori di sondaggio a differenti profondità (vedere allegati)

In dettaglio sono state eseguite due prove di permeabilità in ogni foro, del tipo Lefranc a diverse profondità in tutti i fori di sonda rilevando una permeabilità per i riporti variabile da K = 4,54 -6 cm/sec a 8,35 -8 cm/sec.

Per la formazione conglomeratica variabile da K = 6,30-6 cm/sec a 8,59-7 cm/sec.

Per le argille e i limi variabile da K = 4,24 -7 cm/sec a 7,29 -9 cm/sec.

I valori assegnati della permeabilità alle altre formazioni geologiche e ai terreni, riportati nella carta idrogeologica allegata 8(esterni all' area oggetto di intervento), sono stati indicati sulla base della bibliografia scientifica e di precedenti esperienze avute dallo scrivente in occasione di prove di permeabilita' eseguite sulle medesime

formazioni e terreni in aree del comprensorio del comune di Sanremo e Taggia:

P: permeabili, sono rappresentate dalle alluvioni recenti del rio Battesi con valori di K>10-3cm/sec.

P m : permeabilità media con valori di K compresi tra 10-3 _ 10-4 cm/sec; vi appartengono le coltri eluvio colluviali ed il paleoaccumulo.

P m B : permeabilità bassa con valori di K compresi tra 10-6 _ 10-7 cm/sec rappresentata dalla formazione dei Conglomerati Pliocenici.

Pb: permeabilità bassa con valori di K compresi tra 10-6 _ 10-7 cm/sec; rappresenta la formazione rocciosa del Flysch di Sanremo - Membro di San Lorenzo.

9) SISMICITA' DEL PONENTE LIGURE – ELEMENTI NEOTETTONICI

In merito alla sismicità del Ponente Ligure come si deduce dalle pubblicazioni del Gruppo Nazionale Difesa Terremoti e dalla cartografia dell'ISPRA, carta geologica d'Italia foglio 258-271 Sanremo, si riscontra che le aree a maggiore attività sismica sono individuate sia in mare, in corrispondenza del piede delle scarpate continentali, sia a terra il cui allineamento principale ha andamento NW-SE estendendosi a partire dalla costa sino al massiccio dell'Argentera.

Le rilevazioni eseguite indicano una maggiore superficialità degli eventi sismici in terra con profondità inferiori a 7km mentre in mare sono state raggiunte profondità anche di 15km-20km. Il più importante complesso di faglie interessante il sistema di terra (struttura neotettonica) è rappresentato dalla fascia di trascorrenza Saorge-Taggia che si estende dalla costa del mar Ligure con orientazione NW-SE a trascorrenza destra(Eva & Solarino 1998) sino ad intersecare la faglia di Breil-Sospel-Monaco con trascorrenza sinistra. La sismicità del XIX° e XX° secolo nel Ponente Ligure, si è concentrata nella parte più meridionale della Saorge-Taggia in prossimità della costa litoranea con intensità generalmente medie (VII° grado).

I principali terremoti che hanno investito l'area sono avvenuti nel 1831 (Bussana e

Taggia) nel 1854 tra Imperia e Sanremo.

Il più disastroso di tutti, per intensità e danni materiali e vittime, è stato quello del Febbraio del 1887 interessando maggiormente i centri abitati di Bussana, Ceriana e Baiardo con epicentro in mare raggiungendo intensità di 8-10 gradi (magnitudine Ms= 5,9). Da allora il Ponente Ligure ha subito altri numerosi eventi sismici di minore intensità.

Oltre ai due sistemi di faglia terrestri sopra descritti, sono state rilevate altre faglie ubicate al piede della costa continentale avente andamento verticale ed interessanti le coperture sedimentarie molto potenti (3km-4km di spessore).

La carta Geologica d'Italia foglio Sanremo nell'ambito del progetto CARG evidenzia che i terreni del Ponente Ligure appartengono all'avampaese Delfinese-Provenzale in corrispondenza di superfici di scorrimento generalmente poco inclinate e secondo un ordine geometrico ben riconoscibile, due unità tettoniche di cui quella superiore viene a coprire più di ¾ dell'area del foglio. Queste unità tettoniche e le successive che le compongono, sono il risultato e la testimonianza di una storia geologica complessa, durante la quale si sono avvicendati importanti eventi paleogeografici e geodinamici."

Nella zona compresa tra il torrente Argentina e il torrente Armea sino al Rio Carpasina, si sviluppano una serie di anticlinali e sinclinali rovesciate verso SW con immersione a NE e inclinazione anche di 40°.

La sismicità strumentale eseguita nel periodo 1985-1989 è caratterizzata da scosse di bassa energia individuate lungo i due sistemi di faglie Breil-Sospel-Monaco e Taggia -Saorge e alla confluenza degli stessi.

10) CATEGORIE DEL SUOLO DI FONDAZIONE E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3 delle NTC2018. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato basato sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II delle NTC2018).

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può invece adottare la classificazione riportata alla Tab. 3.2.III delle NTC2018 :

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Per la caratterizzazione delle categorie topografiche e la classe dei suoli di fondazione si rimanda alla specifica relazione geotecnica allegata al Progetto Definitivo.

11) CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI IN PROSPETTIVA SISMICA

L'O.P.C.M. n°3274/03 come modificato dall'O.P.C.M. n° 3431 del 03/05/2005 relativa alla classificazione dei suoli di edificazione in prospettiva sismica del D.M 14/09/2015, ha classificato il territorio del comune di Taggia in zona 3S con pga = 0,18g.

Le NTC – DM 17/01/2018 definiscono la pericolosità di base della zona di edificazione, che rappresenta l'elemento essenziale per la definizione dell'azione sismica riferita ad un determinato sito.

Per determinare tale parametro bisogna conoscere le coordinate geografiche del luogo ed utilizzando uno specifico programma (nel caso in oggetto quello della Geostru) inserendo i relativi parametri sismici riferiti alla categoria del suolo, categoria topografica , periodo di riferimento e coefficiente cu, si ottengono i relativi

coefficienti sismici del sito.

Nella relazione geotecnica di Progetto Definitivo è stato classificato come suolo di fondazione, relativamente alle aree interessate alla realizzazione del capannone e della discarica di servizio (vedere relazione geotecnica allegata al Progetto Definitivo), nella classe:

B - *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".*

12) LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Dalle NTC – DM 17/01/2018 STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE si evince quanto segue:

7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1)accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

2)profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

3)depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 > 30 oppure qc1N > 180 dove (N1)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc1N è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test)

normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4)distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3,5 e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc > 3,5.

vedere Fig. 7.11.1 Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Nel caso in oggetto le indagini dirette e di laboratorio soddisfano i punti 2 – 3-4.

In Italia le evidenze ben documentate di fenomeni di liquefazione prodotti da terremoti recenti sono alquanto limitate. A titolo informativo si richiama lo studio di Galli (2000) nel quale vengono indicate le localizzazioni dei siti ove, secondo l ' autore, risultano essersi manifestati in Italia fenomeni di liquefazione e dove si evince che il comune di Taggia non risulta essere stato soggetto a tale fenomeno.

Il numero relativamente limitato degli eventi si attribuisce al contenuto energetico relativamente limitato dei terremoti italiani ed alla scarsa suscettività delle formazioni presenti nei pressi delle principali sorgenti sismogenetiche (aree epicentrali) in quanto risulta raro avere terreni soggetti a liquefazione in zone vicine a catene montuose rocciose caratterizzate da strutture geologiche che generano terremoti. Le aree di maggiore interesse per le quali si verifica potenzialmente il fenomeno della liquefazione sono le zone alluvionali fluviali, le valli fluviali come tutta la Pianura Padana (piana alluvionale del Po e di tutti i suoi affluenti), le conche intermontane come la Piana del Fucino.

Il fenomeno della liquefazione si presenta in depositi sciolti non coesivi **monogranulari** (0,02mm<D50< 2mm) in seguito ad eventi sismici che producono un forte aumento della pressione dell'acqua (magnitudo >6).

I terreni in oggetto, sono costituiti da sabbie grossolane, ghiaie, terreni a **granulometria eterogenea** di medio e grosso diametro come risultano dalle curve granulometriche eseguite su campioni di riporti dal laboratorio geotecnico quindi non suscettibili di liquefazione in condizioni sismiche. Generalmente risultano infatti maggiormente suscettibili di liquefazione i terreni monogranulari fini (con buona classazione del sedimento), aventi dimensioni comprese fra 1 mm e 0.01 mm, con coefficiente di uniformita' compreso tra 2 e 10, bassa densita' relativa e bassa resistenza penetrometrica.

Secondo l'eurocodice n° 8 (parte 5, novembre1994) la verifica della suscettibilita' a liquefazione si può omettere per terreni sabbiosi con contenuto limoso superiore al 10%, caratterizzati da un numero di colpi alla prova penetrometrica superiore a 20.
Sulla base delle indagini geognostiche e di laboratorio (analisi granulometriche, vedere allegato relativo), si può escludere una potenziale liquefacibilità dei sedimenti presenti in sito secondo quanto ricavato con metodi analitici in molti studi eseguiti applicando la metodologia proposta da Seed e Idris (1970).

13) CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Sulla base delle indagini sismiche a rifrazione e delle indagini geognostiche eseguite nei terreni in oggetto e delle prove di laboratorio eseguite su campioni di terreno,
il progettista geotecnico ha indicato le seguenti caratteristiche geotecniche riferite ai differenti terreni e litotipi che caratterizzano la zona oggetto degli interventi edificatori (vedere relazione geotecnica allegata al progetto definitivo):

Parametri Geotecnici Medi	**Densita ' γ [kN/mc]**	**Angolo di attrito efficace [°]**	**Coesione c [kg/cmq]**
Strato A Riporti antropici eterogenei compatti ex discarica Colli	19-21	28°- 30°	0,20 – 0,30
Strato B Substrato roccioso superficiale alterato e degradato con intercalazione di livelli di arigille e limi **Formazione Conglomeratica**	20-22	30°- 35°	1,0-2,0
Strato C Substrato roccioso profondo compatto Formazione Conglomeratica	23-25	35°- 40°	2,0-2,5

14) MONITORAGGIO AREA DELLA DISCARICA DI SERVIZIO R.S.U:

Il paragrafo *6.11.1.4 del D.M. NTC 2018* prevede che *:"*La stabilità del manufatto e dei terreni di fondazione deve essere valutata mediante specifiche analisi geotecniche, riferite alle diverse fasi della vita dell'opera. In particolare deve essere verificata la stabilità e la deformabilità del fondo, per garantire nel tempo l'efficacia e la funzionalità del sistema di raccolta del percolato, la stabilità globale e la stabilità delle pareti laterali".

Dovrà essere garantito nel tempo il monitoraggio geotecnico del complesso discarica-terreno con trasmissione alla Provincia di Imperia a partire dal primo mese di coltivazione della discarica, con una relazione a cadenza semestrale, a firma di tecnico abilitato, che prenda in esame i parametri fisici e geomorfologici del corpo di discarica assicurando circa le sue condizioni di stabilità nel tempo.

La coltivazione della discarica presuppone due momenti distinti, il periodo nel quale l'abbancamento avviene al di sotto del profilo del terreno circostante ed il periodo successivo nel quale si lavora "fuori vasca". Va da sé che le problematiche geologiche in senso lato aumentano in questa seconda fase e che quindi deve essere previsto, in tale contesto, un raffittimento delle verifiche geotecniche. In merito dovranno essere svolte le seguenti indagini:

Sopralluoghi sul terreno in oggetto;

Ispezione visiva dei fronti di scavo con evidenziazione dell'insorgere di eventuali discontinuità rocciose e/o aspetti geologici rilevanti;

Esecuzione di prove su piastra sul corpo della discarica durante le fasi di abbancamento.

• **Acque sotterranee**

I controlli sulle acque sotterranee dovranno essere effettuati secondo quanto disposto dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e dal D.Lgs. 36/03.

Dovranno essere predisposti dei pozzi di monitoraggio esterni al corpo discarica.

Monitoraggio area Biodigestore

In merito al monitoraggio dell'area ove saranno costruiti gli edifici dell'impianto di trattamento dei rifiuti, si ritiene idonea una strumentazione costituita da:

Mire topografiche su caposaldi fissi con almeno tre punti di misura su base fissa collocati al di fuori dell'area di intervento e da cui risultino visibili le altre mire topografiche;

Installazione di inclinometri sia a valle che a monte delle opere in progetto.

Monitoraggio di follow-up attraverso rilievi aereofotogrammetrico con l'utilizzo di "droni" per acquisire con grande precisione ed in tempi brevi di tutte le informazioni geometriche e morfologiche.

Tutti i controlli eseguiti sul sistema e sui monitoraggi delle acque sotterranee dovranno essere inclusi in una relazione semestrale da presentare alla Provincia di Imperia e nel PMC.

Per una dettagliata definizione delle procedure di monitoraggio e quantificazione delle stesse, sia in fase realizzativa delle opere in progetto che nella fase di gestione, si rimanda alla dettagliata relazione con relative planimetrie allegata al Progetto Definitivo

15) CONCLUSIONI

Le indagini geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geofisiche eseguite dallo scrivente oltre alla presa visione delle indagini geognostiche eseguite in sito dalla ditta SOMITER s.r.l. di Saluzzo, su incarico di Idroedil S.r.l nel mese di Luglio 2021, (vedere allegato relativo alle indagini geognostiche a firma di SOMITER s.r.l.), consentono di sintetizzare quanto segue:

- La formazione geologica prevalente e diffusamente affiorante nell'area oggetto di indagine, risulta essere la facies Conglomeratica Pliocenica costituita da ciottoli a varia granulometria di forma arrotondata di varia granulometria , marne calcari-marnosi e arenacei derivanti dalla Formazione del Flysch stratigraficamente ubicato alla base del conglomerato stesso, cementati da una matrice sabbiosa-limosa e argillosa con intercalazioni di livelli di vario spessore di argille mediamente plastiche e sabbie limose.

- Nel suo complesso l'ammasso conglomeratico risulta di notevole spessore con media e medio-alta compattazione e non sono stati evidenziati sistemi di discontinuità strutturali. Localmente tale formazione presenta in superficie uno stato di degradazione diffusa dovuta all'azione erosiva delle acque dilavanti generando generalmente, una coltre superficiale scarsamente potente.

- I sondaggi a carotaggio continuo eseguiti nell'area in oggetto, descritti nei paragrafi precedenti, hanno evidenziato la presenza a varie profondità di livelli argillosi e sabbiosi di colore grigio scuro.

- Il rilievo geologico eseguito su tutta l'area in oggetto e zone limitrofe non ha evidenziato caratteri geomorfologici tipici di intensa erosione superficiale, non sono

stati rilevati fenomeni di collasso né potenziale né in atto delle coltri superficiali o del substrato roccioso conglomeratico che in alcune zone, a causa di precedenti scavi, risulta subverticale ma assolutamente stabile.

- I versanti perimetrali dell'area della ex discarica di inerti Colli, a partire dagli spartiacque sono interessati da brevi vie di raccolta delle acque di ruscellamento che incidono superficialmente la formazione conglomeratica. Queste acque non raggiungono l'area ex della discarica in quanto sul perimetro della stessa è ubicato il canale a cielo aperto in sostituzione del tombino interrato del Rio Colli sul lato a Nord ed Ovest mentre sul lato Est si ha un canale di raccolta e smaltimento delle acque di versante.

- Dal punto di vista idrogeologico non sono state rilevate la presenza di captazione di acque sotterranee. E' stata cartografata una modesta sorgente a carattere stagionale a monte dell'area della ex discarica di inerti sul lato a Nord-Ovest e ben distante da essa.

- I sondaggi eseguiti sul corpo della discarica, hanno evidenziato in generale la presenza di falda acquifera nei riporti antropici (ex discarica di rifiuti inerti Colli) a differenti profondità, indicative di così dette falde acquifere sospese.

- Nei sondaggi P1 e P4 non è stata riscontrata presenza di acqua.

- Nell'ambito della realizzazione dell'invaso che accoglierà la discarica, si rendono necessarie alcune opere idrauliche per la regimazione delle acque meteoriche, consistenti nello spostamento e rifacimento di una porzione dell'esistente incanalatura del Rio Colli sul Lato Sud, e nella realizzazione di canalette secondarie di raccolta e smaltimento.

- Lungo il perimetro della discarica sarà realizzata una pista di servizio tagliafuoco e una adeguata delimitazione con recinzione in rete metallica.

- Nella fase di realizzazione dei fronti di scavo all'interno della discarica di servizio in progetto (Lati Nord, Sud ed Ovest) e del suo piano di fondazione, si dovrà procedere alla totale asportazione dei rifiuti inerti della ex discarica Colli, al fine di avere le scarpate con la formazione Conglomeratica sopra descritta, totalmente affiorante in modo da garantire la stabilità dei fronti nella fase di coltivazione della discarica ed evitare cedimenti del piano fondazione.

- Dall'analisi delle caratteristiche strutturali e geomeccaniche è stato possibile escludere la presenza di una faglia attiva o capace per la zona in oggetto.

- Le variazioni granulometriche e tessiturali rilevate nei membri CMVa e CMVb del complesso conglomeratico, non determinano variazioni apprezzabili della massività complessiva del substrato roccioso: la presenza di livelli a granulometria prevalentemente sabbioso-limosa-argillosa, dunque con composizione molto più fine rispetto a quella media del conglomerato, rientra comunque all ' interno di un quadro complessivo di buona cementazione generale.

- In corrispondenza delle scarpate esistenti sui fronti laterali e a monte dell'area in oggetto, non sono stati rilevati preoccupanti erosioni differenziali degli strati a diversa composizione granulometrica, a dimostrazione del grado di coesione omogeneo dei diversi livelli costituenti il substrato.

- Il conglomerato pliocenico idrogeologicamente possiede delle singolarità in quanto da un lato la tessitura grossolana tenderebbe in favore di una permeabilità alta, dall'altro la matrice ben cementata e le lenti argillose svolgono funzione impermeabilizzante.

- I rilievi eseguiti non hanno evidenziato significativi fenomeni di erosione accelerata o di mobilizzazione riguardanti i tratti di versanti indagati.

Alla luce quindi delle indagini geologiche eseguite sui terreni destinati all'impianto Integrato di trattamento, recupero e valorizzazione rifiuti solidi urbani della Provincia di Imperia si può affermare che il sito debba ritenersi idoneo, dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e geologico-tecnico, ad accogliere le opere previste nel progetto.

Il presente studio ha altresì permesso di approfondire la conoscenza della stratigrafia locale e delle caratteristiche dei suoli per la definizione del parametri geotecnici, e dei parametri sismici così come richiesto dalla Regione Liguria, Settore Difesa del Suolo con nota del 31.7.2019 (prot. IN/2019/13374), poi recepita nel Decreto Regionale n° 2908 del 21.5.2020 "Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR)".

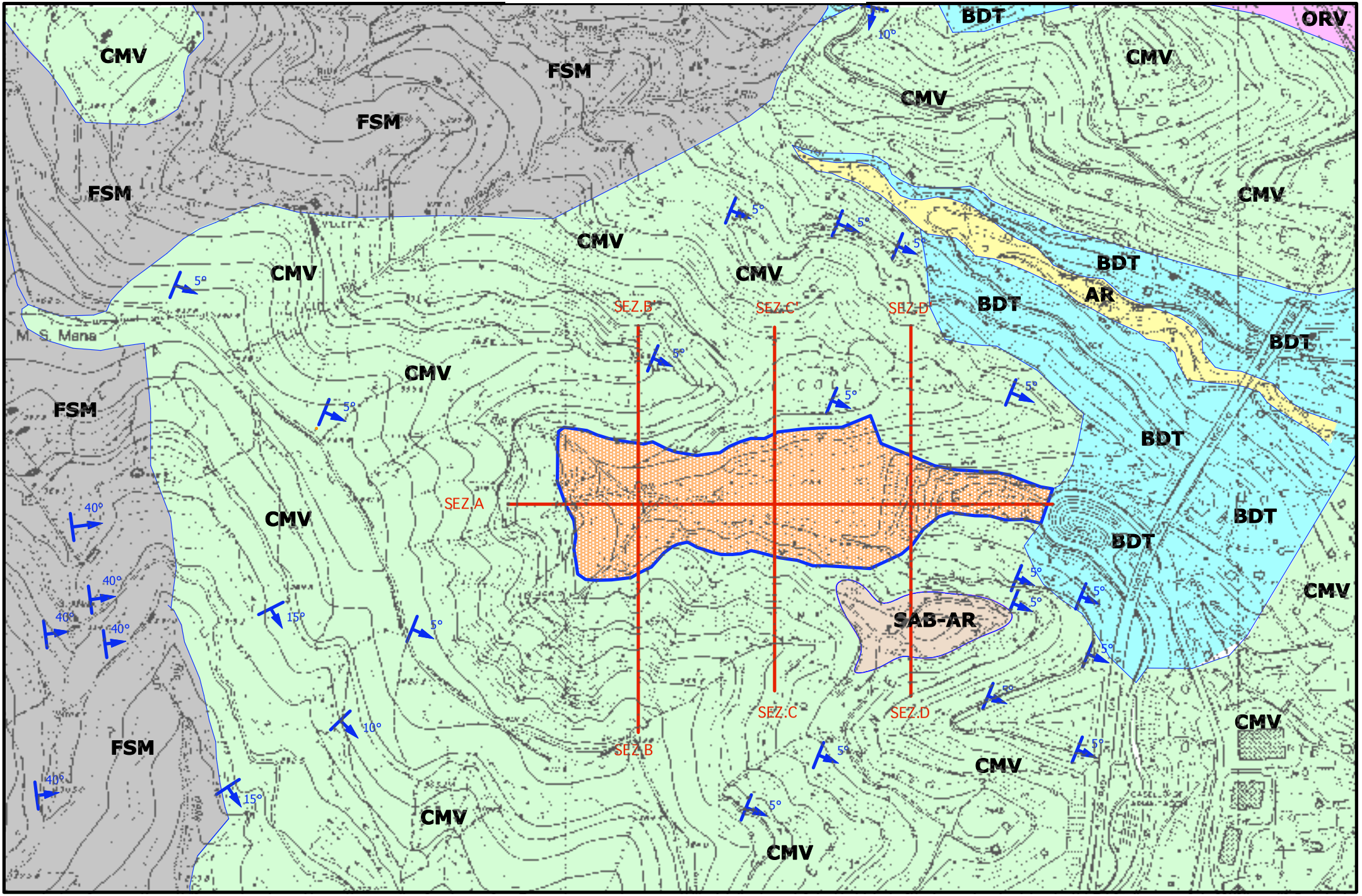
Sanremo 15/07/2022

Dott. Geol. Castellano Carnevale Roberto



CARTA GEOLITOLOGICA

scala 1:7000



CARTA GEOLITOLOGICA

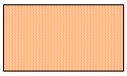
Legenda



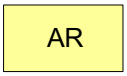
Limite discarica



Sezione stratigrafica



Discarica inerti

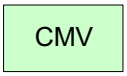


Alluvioni recenti

Pliocene



Sabbie argillose



Conglomerati di Monte Villa



Argille di Ortovero



Brecce di Taggia

Cretaceo



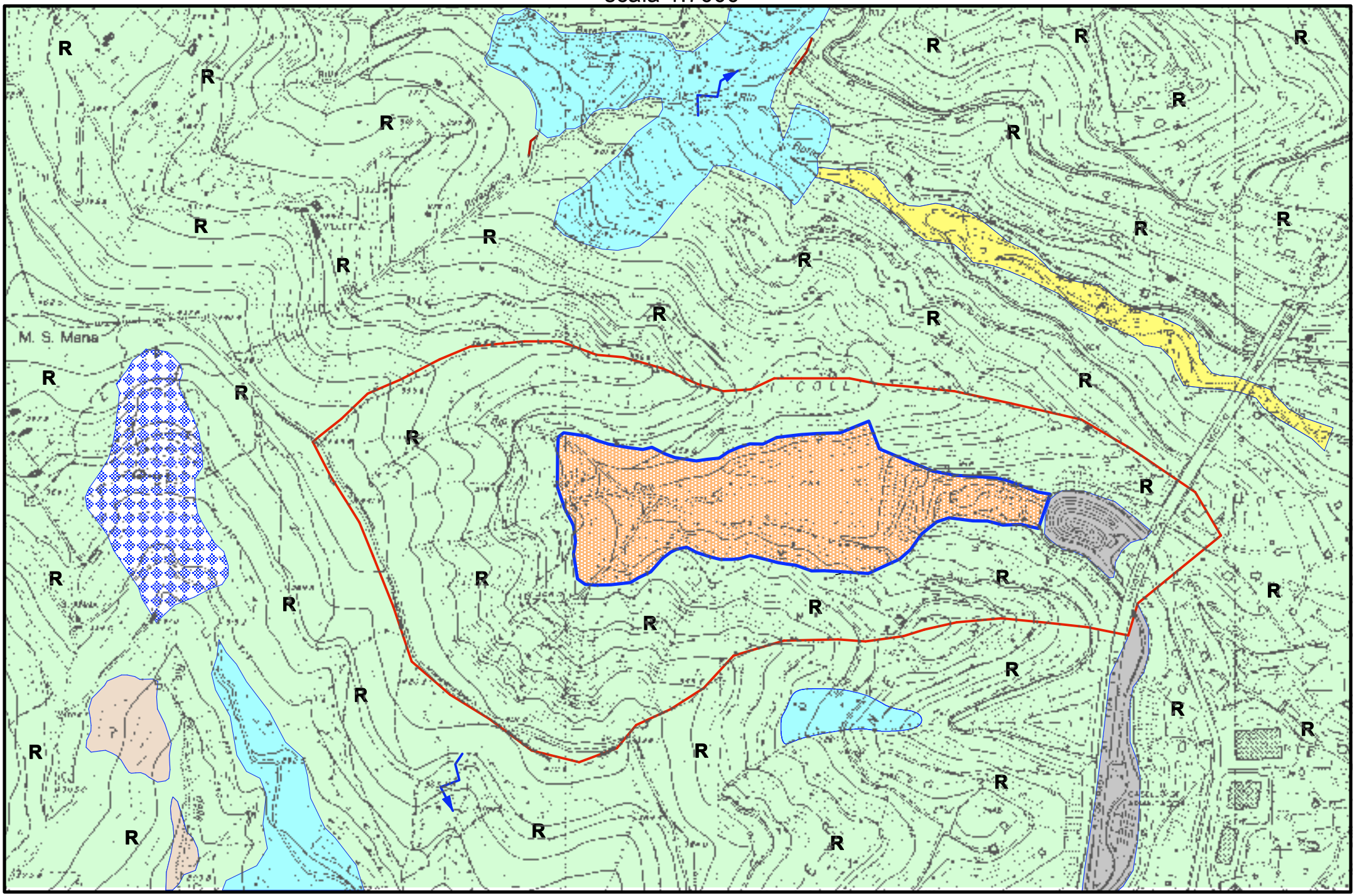
Unità tettonica Sanremo M. Saccarello affiorante:
Flysch di Sanremo - Membro "San Lorenzo":
strati arenaceo argillitici con intercalazioni
di calcilutiti e rari strati marnoso arenacei



Superficie di strato inclinata

CARTA GEOMORFOLOGICA

scala 1:7000



CARTA GEOMORFOLOGICA

Legenda



Limite discarica

Coltre detritica eluvio colluviale di spessore generalmente da 2.00 a 3,00 m

Coltre detritica eluvio colluviale di spessore generalmente superiore a 3,00 m

Alluvioni recenti

Riporto antropico spessore > 3 m

Discarica d'inerti con spessori anche superiore a 25 m

Paleoaccumulo

R

Formazioni rocciose affioranti e subaffioranti (spessore della coltre 0.00 - 2.00 m)



Ruscellamento superficiale

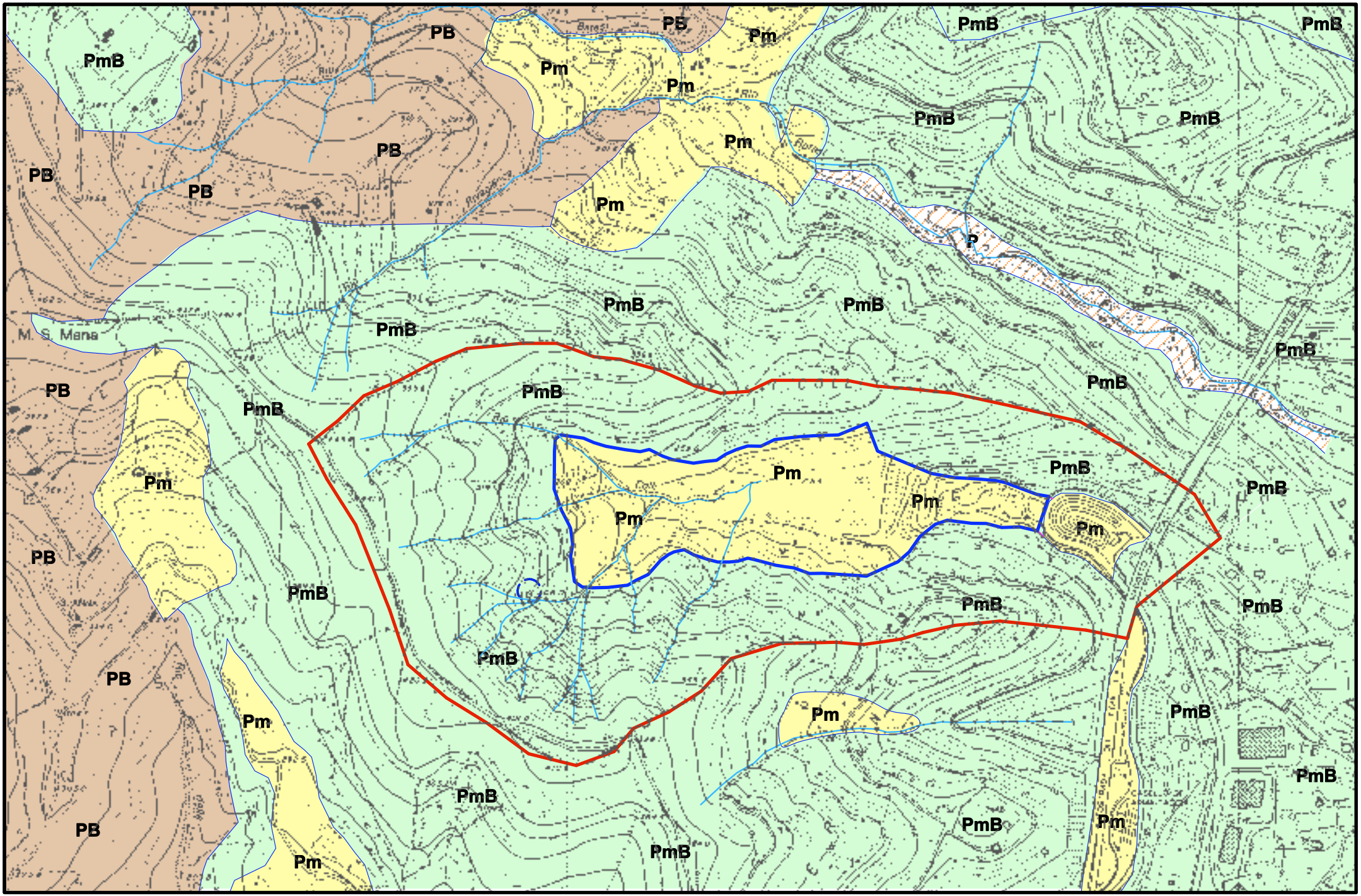


Nicchia di distacco

Limite del bacino sotteso

CARTA IDROGEOLOGICA

scala 1:7000



CARTA IDROGEOLOGICA

Legenda



Limite discarica

P

Permeabile alluvioni recenti K > 10-3 cm/sec

Pm

Permeabilità media con 10-3 > K > 10-4 cm/sec coltri colluviali/discarica inerti/paleoaccumuli

PmB

Permeabilità medio bassa (valori medi dell'ammasso roccioso) con 10-4 > K > 10-5 cm/sec (formazione rocciosa conglomeratica)

PB

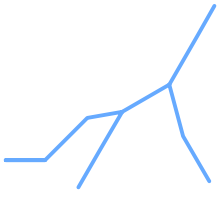
Permeabilità bassa (valori medi dell'ammasso roccioso) con 10-5 > K > 10-6 cm/sec (formazione rocciosa flyschoide)



Limite bacino sotteso



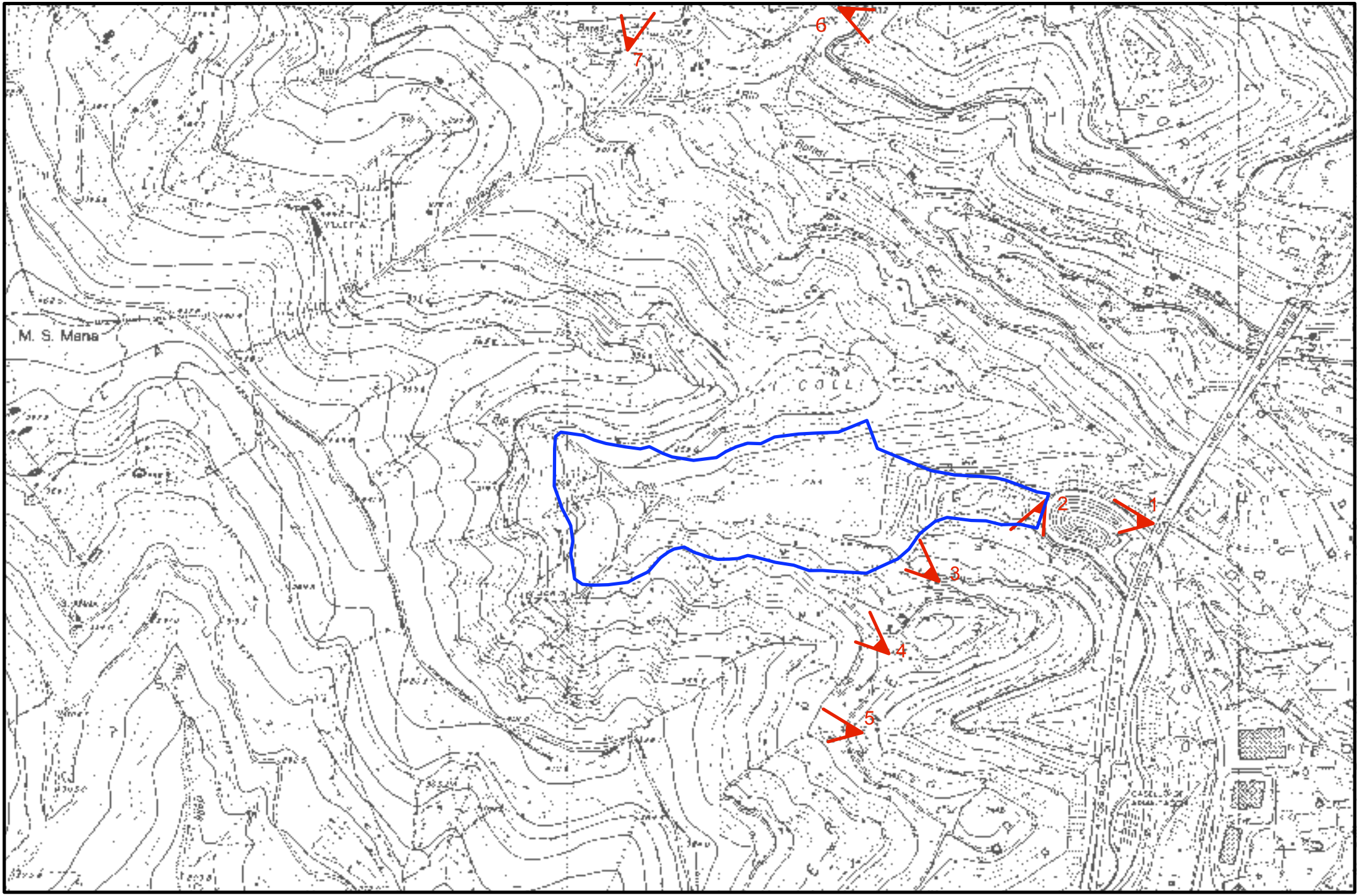
Sorgente

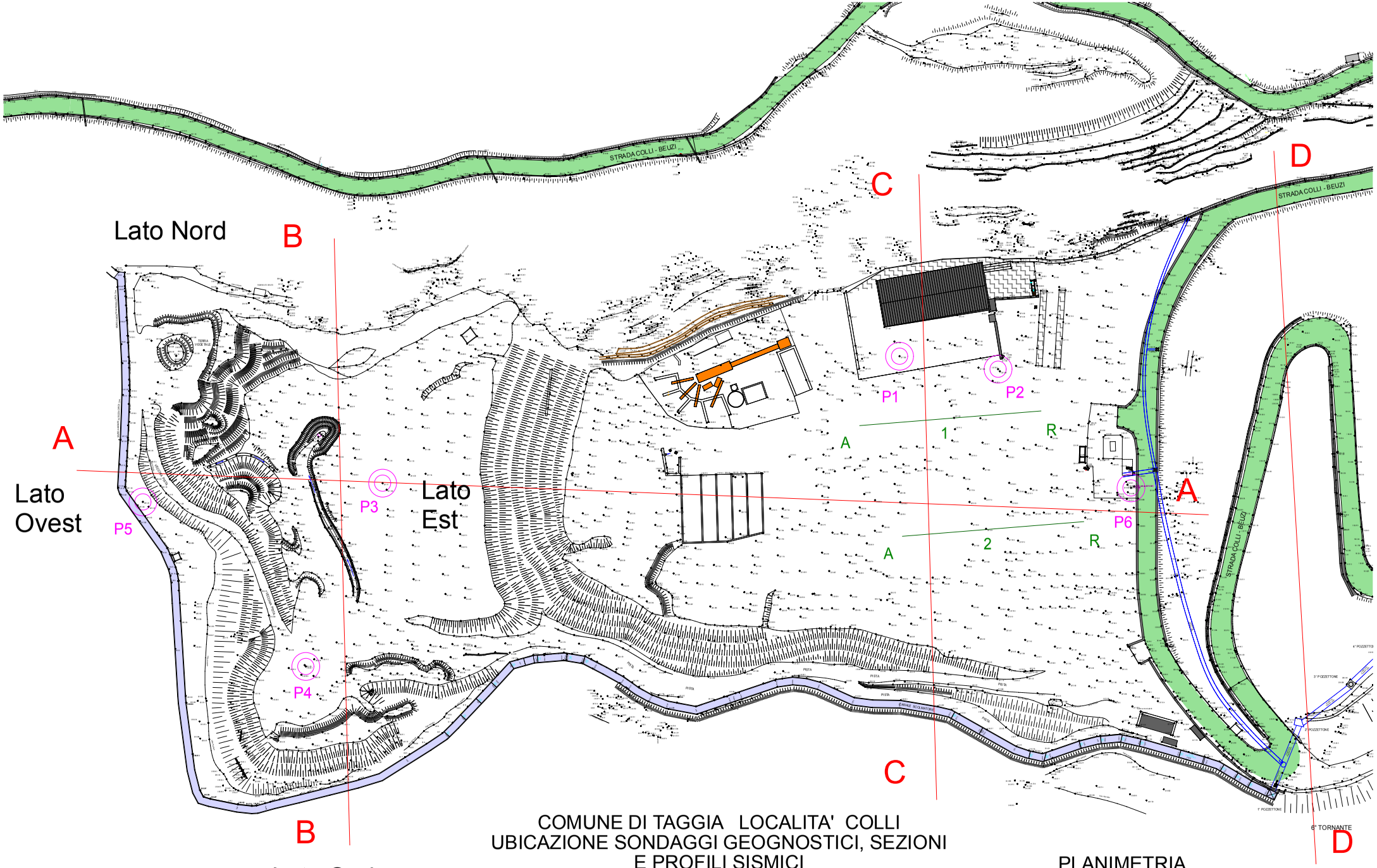


Linea di impluvio

INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO

scala 1:7000





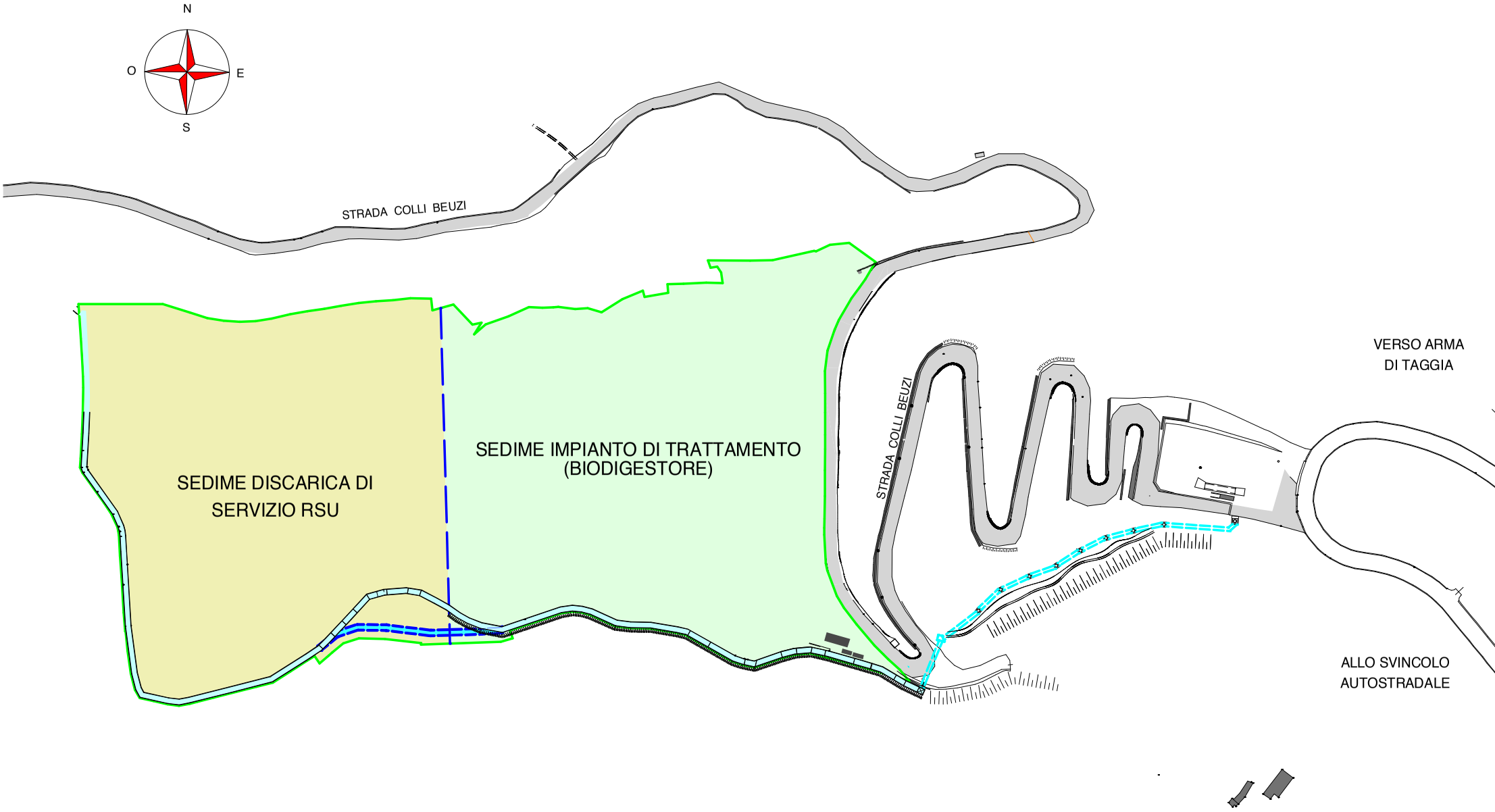
COMUNE DI TAGGIA LOCALITA' COLLI
UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI, SEZIONI
E PROFILI SISMICI

ESEGUITI A LUGLIO 2021 DALLA
DITTA SOMITER DI SALUZZO (CN)

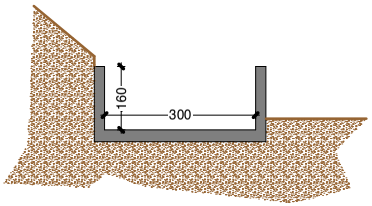
PLANIMETRIA
SCALA 1:1.500

PLANIMETRIA GENERALE

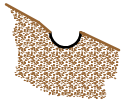
scala 1 : 3000



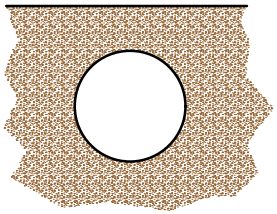
PLANIMETRIA CON CANALETTE DI RACCOLTA ACQUE scala 1 : 3000



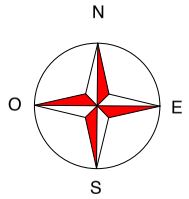
PARTICOLARE 1
CANALE RIO COLLI
ESISTENTE
scala 1:150



PARTICOLARE 2
CANALETTA IN PROGETTO
DIAMETRO 0,60 m
scala 1:150



PARTICOLARE 3
COLLETTORE IN PROGETTO
DIAMETRO 1,57 - 2,23 m
scala 1:150

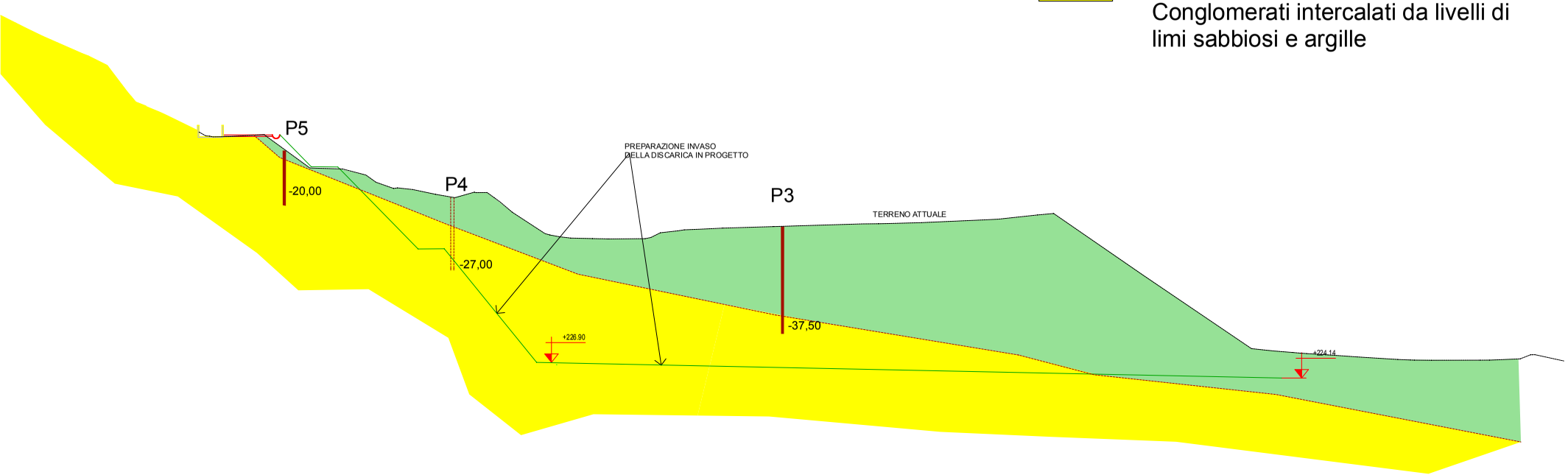




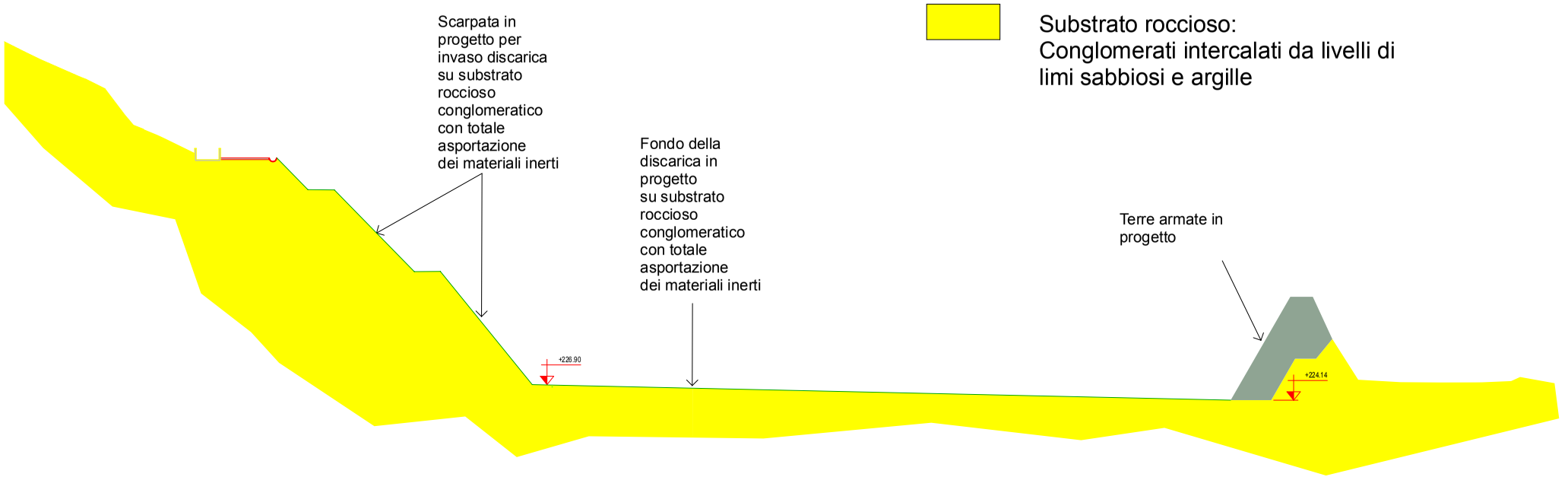
SEZIONE STRATIGRAFICA
STATO ATTUALE
scala 1:1500

Riporti antropici
ex Discarica Colli

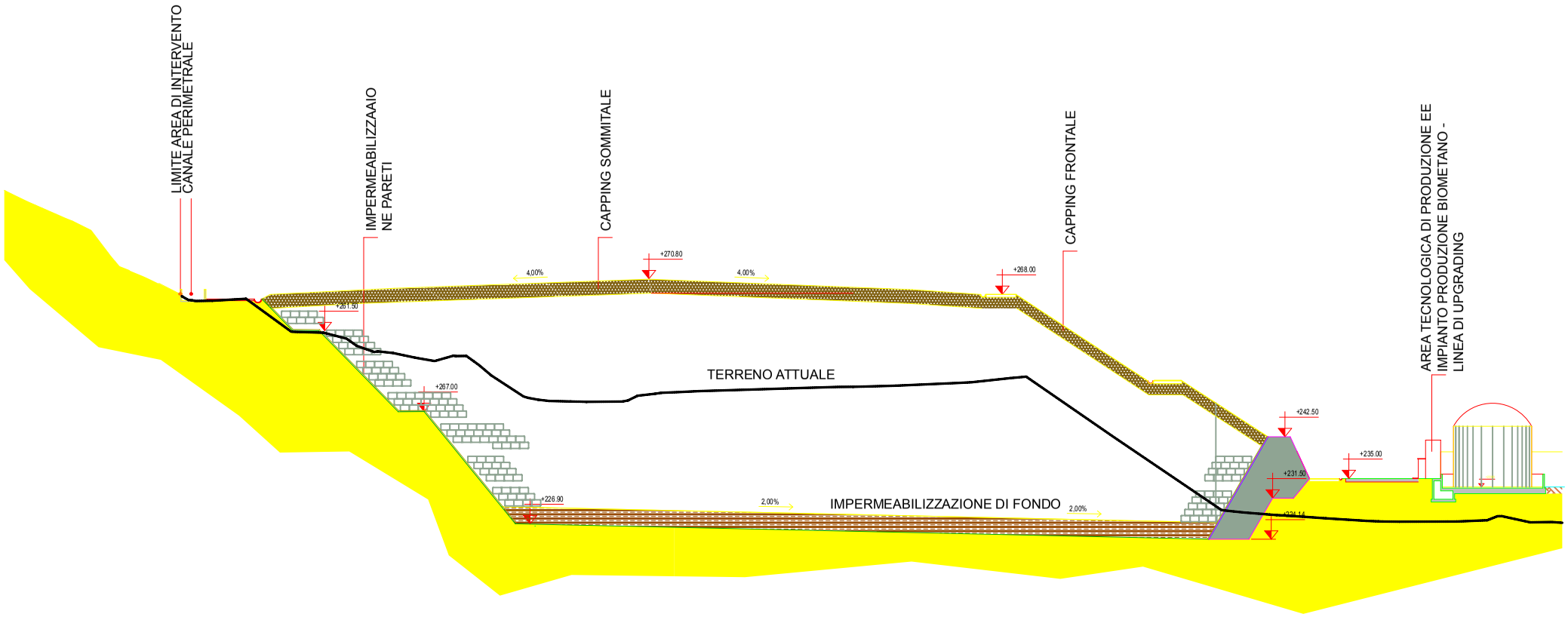
Substrato roccioso:
Conglomerati intercalati da livelli di
limi sabbiosi e argille



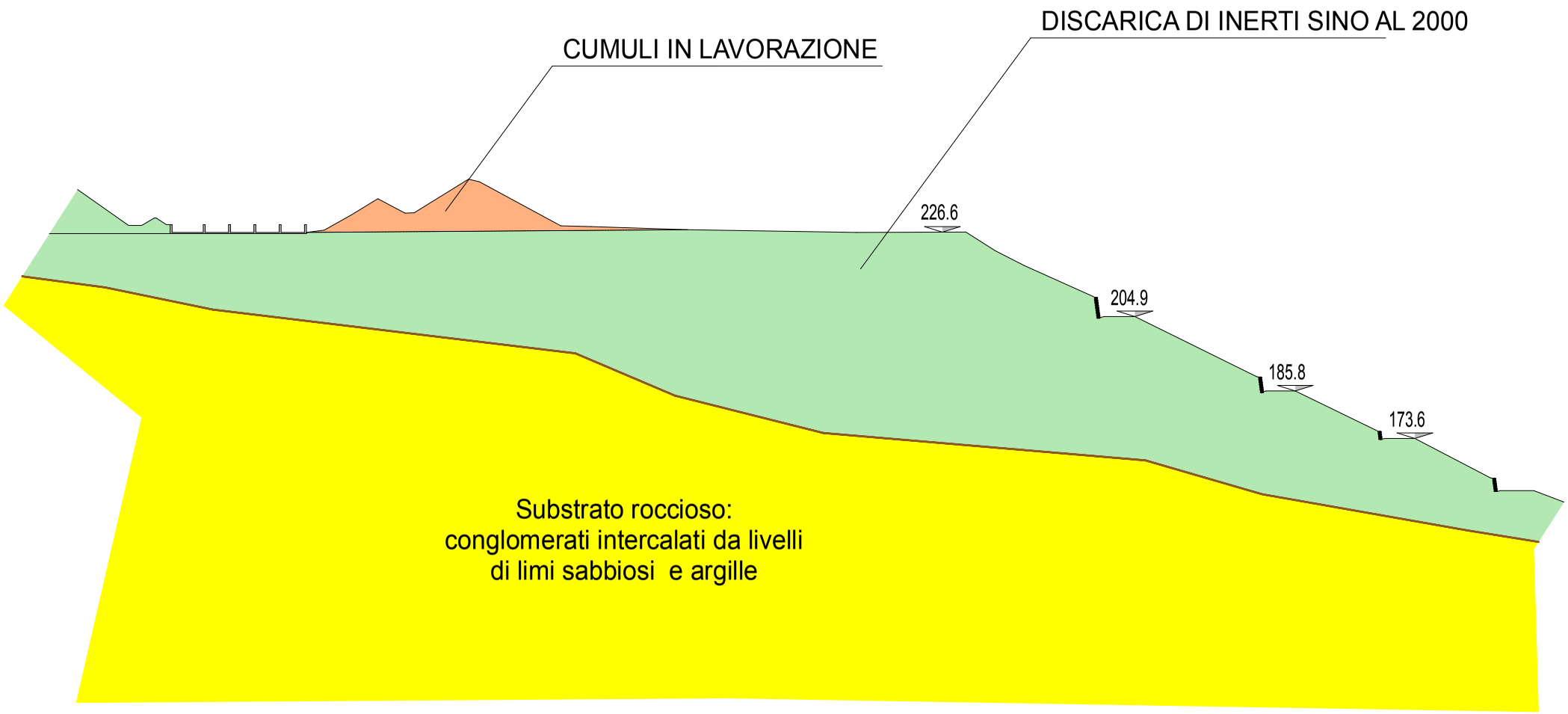
SEZIONE STRATIGRAFICA
STATO PREPARATORIO
scala 1:1500



SEZIONE STRATIGRAFICA
STATO DI PROGETTO
scala 1:1500



SEZIONE LONGITUDINALE A - A'
IMPIANTO DI TRATTAMENTO
SITUAZIONE ATTUALE
scala 1 : 1500

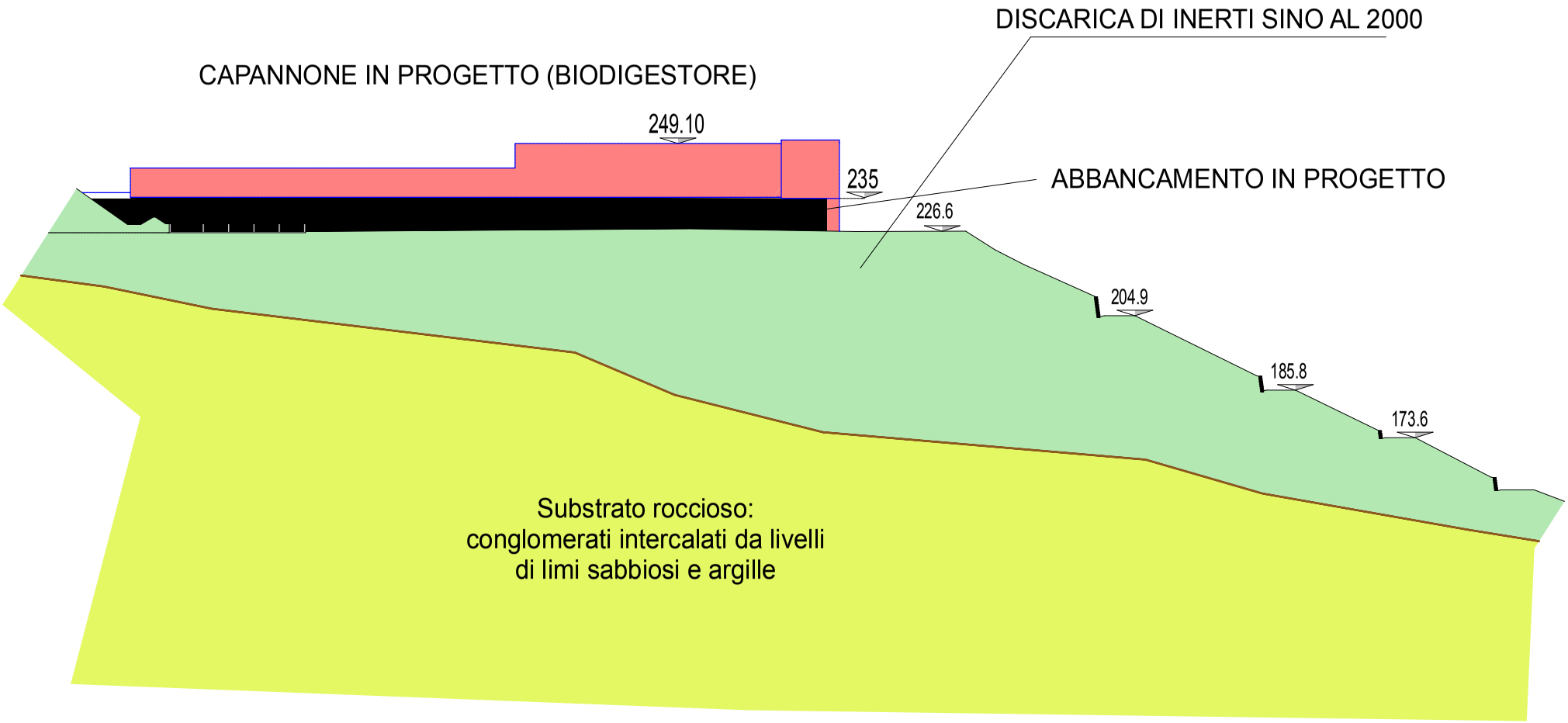


SEZIONE LONGITUDINALE A - A'

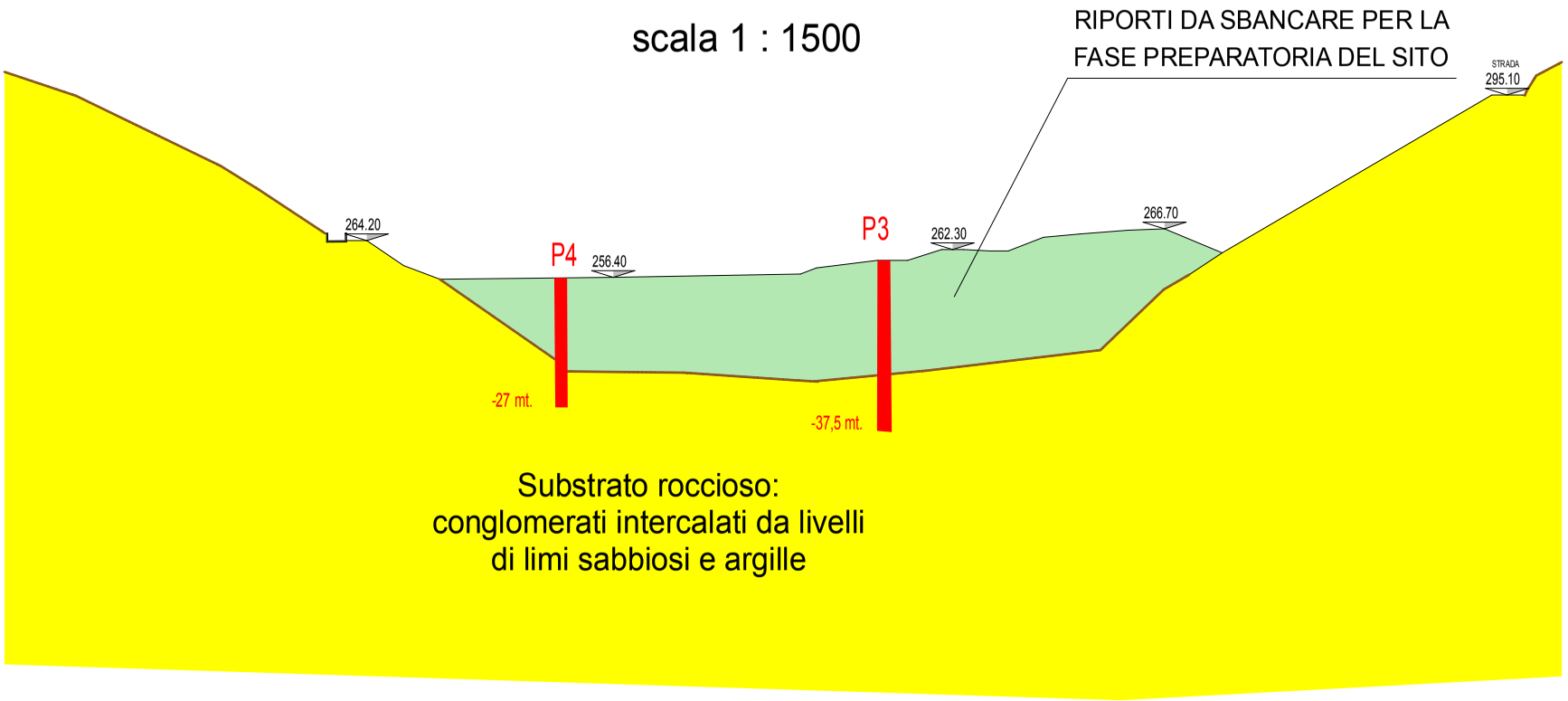
IMPIANTO DI TRATTAMENTO

SITUAZIONE DI PROGETTO

scala 1 : 1500

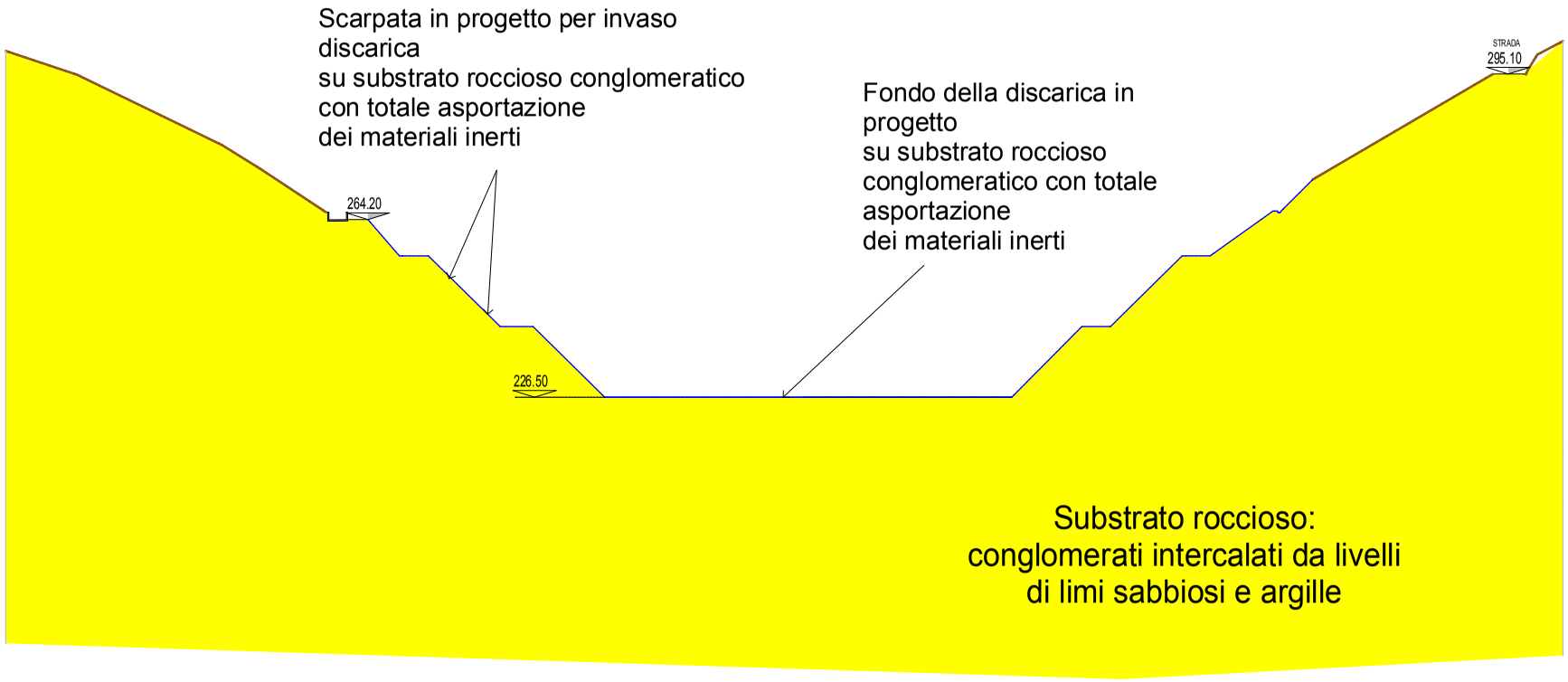


SEZIONE TRASVERSALE B - B'
DISCARICA DI SERVIZIO
SITUAZIONE ATTUALE
scala 1 : 1500

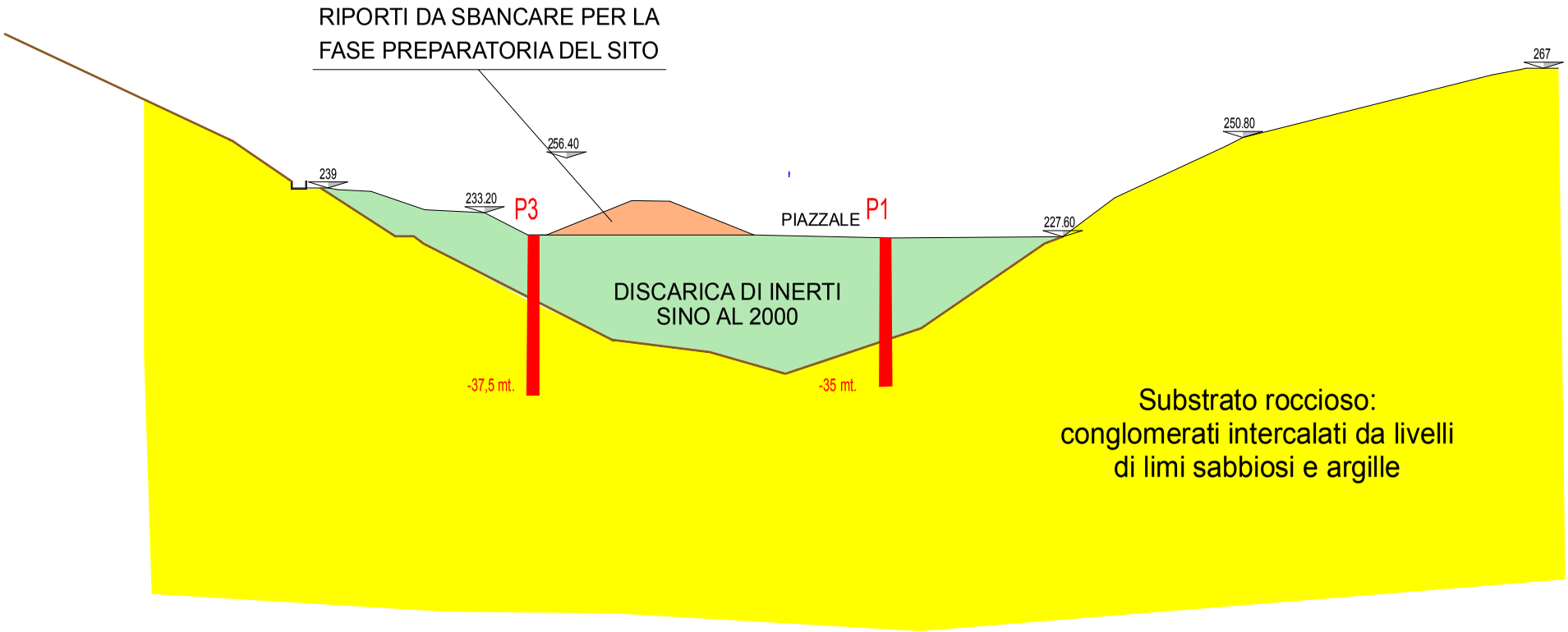


Substrato roccioso:
conglomerati intercalati da livelli
di limi sabbiosi e argille

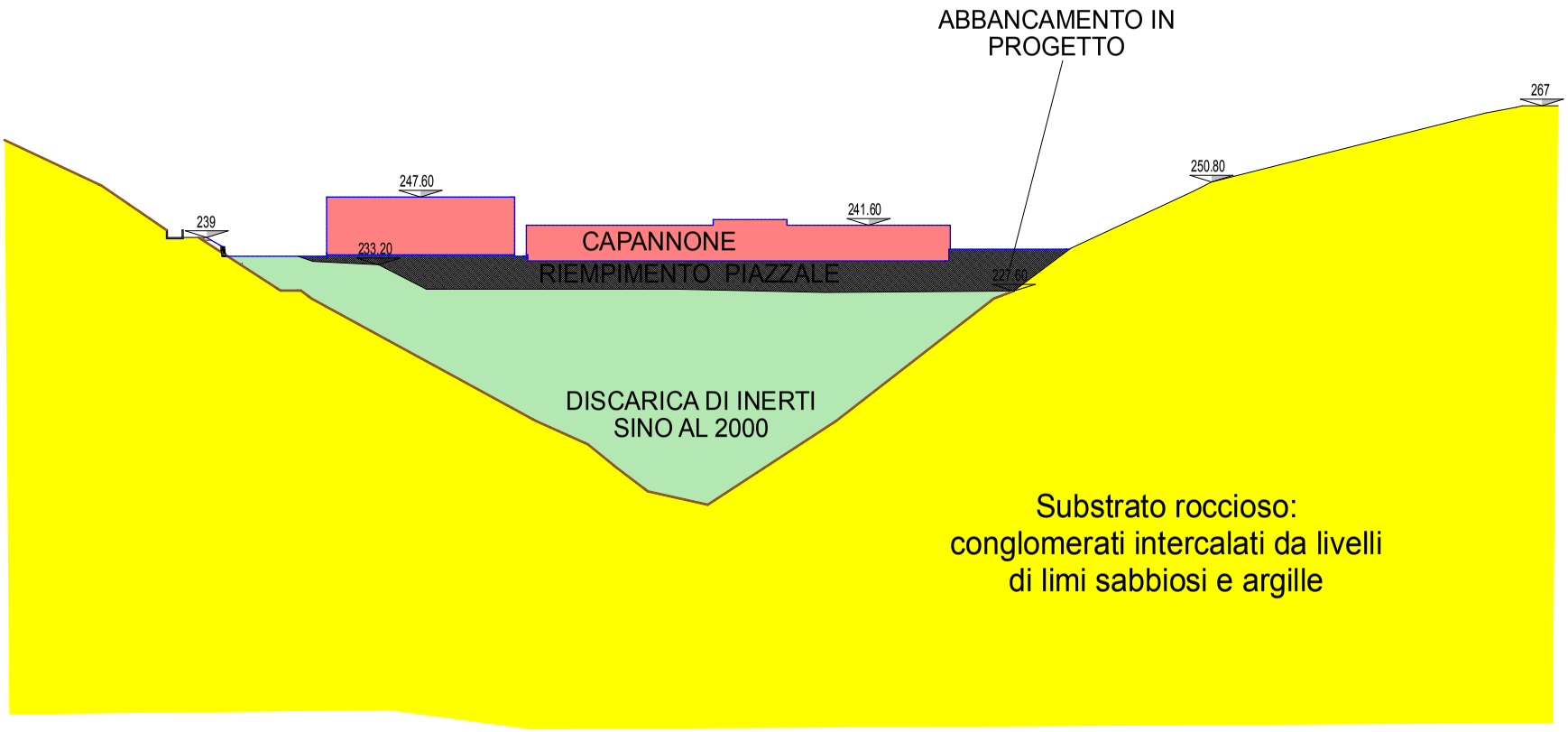
SEZIONE TRASVERSALE B - B'
SITUAZIONE PREPARATORIA
INVASO DELLA DISCARICA
scala 1 : 1500



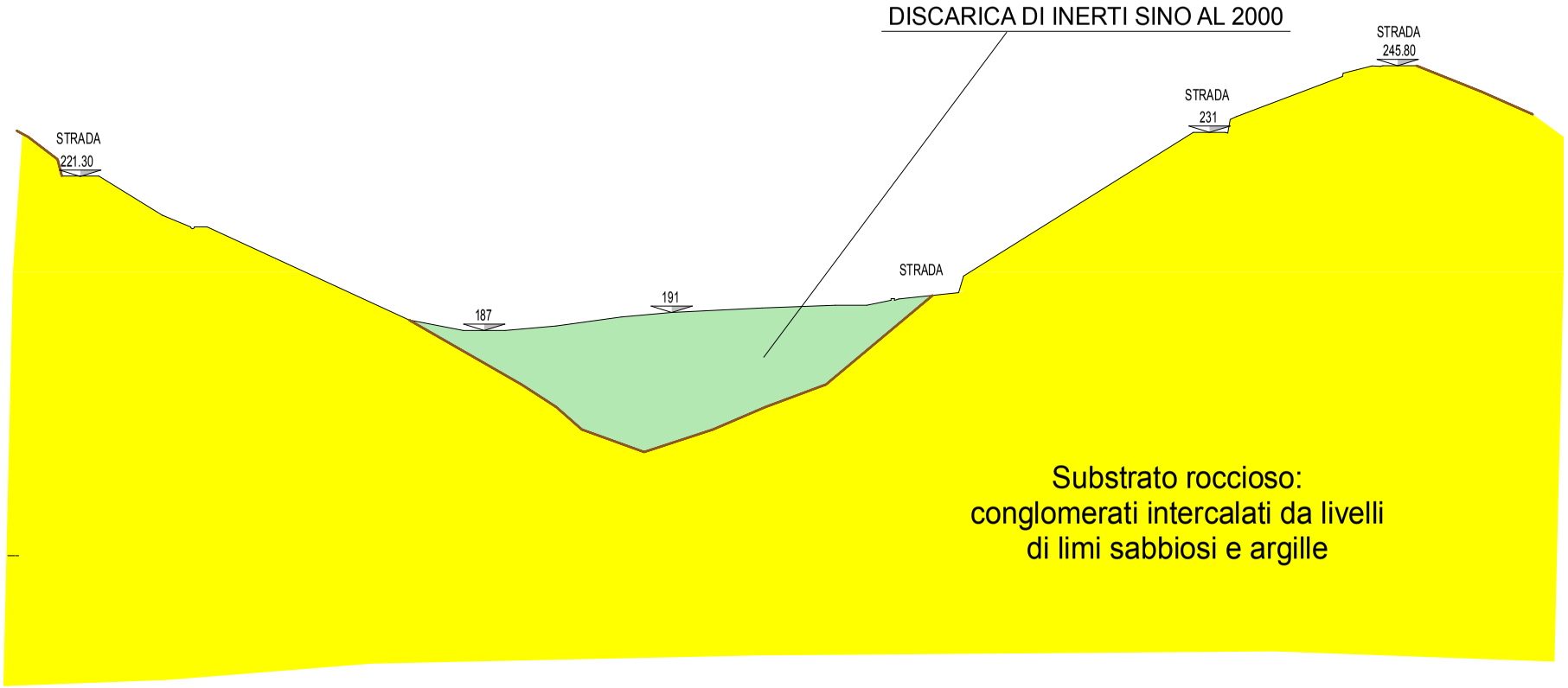
SEZIONE TRASVERSALE C - C'
IMPIANTO DI TRATTAMENTO
SITUAZIONE ATTUALE
scala 1 : 1500



SEZIONE TRASVERSALE C - C'
IMPIANTO DI TRATTAMENTO
SITUAZIONE IN PROGETTO
scala 1 : 1500



SEZIONE TRASVERSALE D - D'
SITUAZIONE ATTUALE
scala 1 : 1500



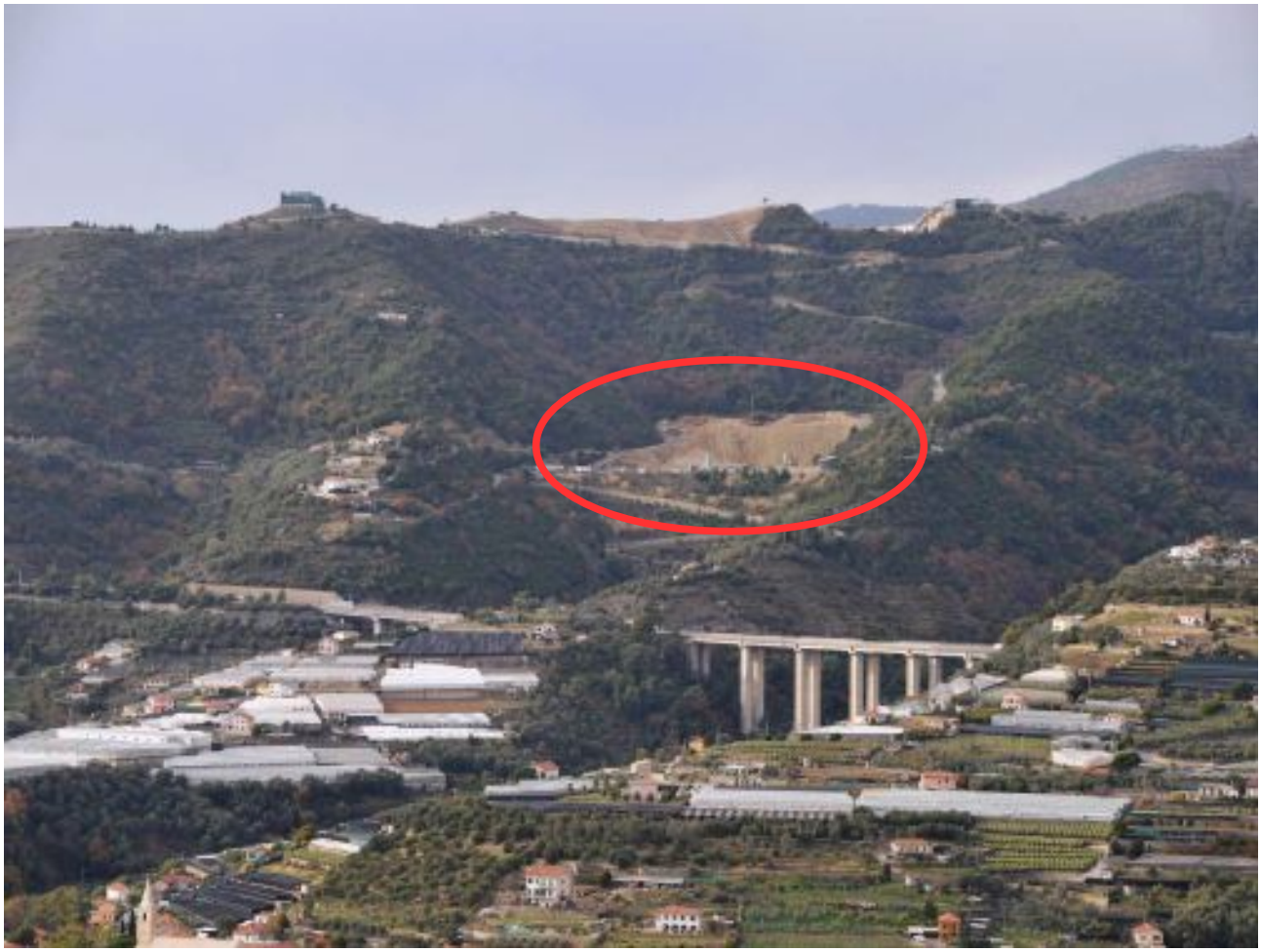


Foto 1: Visione dell'area dal Comune di Castellaro



Foto 2: Visione dell'area dall'alto – lato ovest



Foto 3: Particolare zona interessata alla realizzazione del biodigestore



Foto 4: Particolare zona interessata alla realizzazione della discarica R.S.U. di servizio



Foto 5: Particolare area di accesso alla ex discarica Colli lato est



Foto 6: Particolare parete subverticale lungo strada di accesso – strati dei conglomerati con livelli di sabbie e limi



Foto 7: Particolare banco di limi argillosi intercalati ai conglomerati



Foto 8: Ubicazione sondaggio sismico a rifrazione e M.A.S.W. N° 1 eseguito nel progetto di fattibilità 2018



Foto 9: Ubicazione sondaggio sismico a rifrazione e M.A.S.W. N° 2 eseguito nel progetto di fattibilità 2018



Foto 10: Particolare nuovo canale a cielo aperto realizzato sul perimetro della discarica – lato sud



Foto 11: Particolare canale a cielo aperto a monte della discarica Colli – lato ovest