PROVINCIA DI IMPERIA

COMUNE DI TAGGIA

IMPIANTO INTEGRATO DI TRATTAMENTO, RECUPERO E VALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI DELLA PROVINCIA DI IMPERIA

IDRO EDIL S.R.L.

WASTE TREATMENT TECHNOLOGIES

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGIA E DI INDAGINE SISMICA INTEGRAZIONI

TAV.	SCALA	COM	DOC	FOGLIO	REV.
R 6.1	/	839	PP.B057	01 DI 01	0

ICARIA

ICARIA srl
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
Via La 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@icariasrl.it

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

STUDIO GEOLOGIA TECNICA
Dott. Geol. Castellano Carnevale Roberto
Corso Matteotti n. 154 - 18038 SANREMO
tel / fax 0184 - 577377 cell. 348 - 2685872

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. ROBERTO CASTELLANO CARNEVALE
A.P. n. 106
data iscr. 18-10-1982

REVISIONE	DATA	OGGETTO	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
0	LUGLIO 2018	EMISSIONE	A.S.	A.S.	V.R.	V.R.

INDICE

1)Premessa
2)Ubicazione dell'area-inquadramento normativo geologico
3)Inquadramento normativo geologico e idraulico
4)Descrizione del processo e dell'impianto in progetto
5)Caratteristiche geologiche
6)Sezioni stratigrafiche
7)Caratteristiche geomorfologiche
8)Caratteristiche idrogeologiche
9)Sismicita' del ponente ligure – elementi neotettonici
10)Indagini geognostiche in sito
11)Sismiche a rifrazione e m.a.s.w.
12)Caratterizzazione dei terreni in prospettiva sismica
13)Liquefazione dei terreni
14)Caratteristiche geotecniche dei terreni
15)Parametri geotecnici degli R.S.U.
16)Verifica della stabilita'
17)Riepilogo delle verifiche di stabilita' eseguite
18)Programma della campagna geognostica
19)Conclusioni

ALLEGATI:

- Inquadramento fotografico
- Carta geologica
- Carta geomorfologica
- Carta idrogeologica
- Planimetria generale
- Planimetria ubicazione indagini geognostiche e geofisiche
- Planimetria canaletta raccolta acque
- N° 6 Sezioni stratigrafiche Longitudinali
- N° 6 Sezioni stratigrafiche Trasversali
- Parametrici sismici
- N° 13 Analisi di stabilita' dei pendii
- N° 2 Profili sismici a rifrazione e MASW
- N° 2 Sondaggi geognostici Dott. Castellano Roberto 1998
- N° 5 Prove penetrometriche dinamiche indagine Dott. Valente Andrea 2003
- N° 3 Prove di permeabilità Dott. Valente Andrea 2005
- N° 2 Prove penetrometriche dinamiche indagine Dott. Valente Andrea 04/05/2007
- N° 2 Prove penetrometriche dinamiche indagine Dott. Valente Andrea 26/06/2007
- N° 3 Sondaggi a carotaggio continuo Dott. Valente Andrea 2007

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. 14/01/2008 : " 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
- Visto il D.M. 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni.
- Vista la richiesta di integrazioni comunicata dalla Amministrazione Provinciale di Imperia – Uficio Segreteria tecnica Provinciale Comitato d ' Ambiente Rifiuti, Settore : Ambiente – Patrimonio- Edilizia Scolastica del 07//06/2018 ed in dettaglio per quanto indicato al punto 6 a) e 6 b) della circolare della Regione Liguria Dipartimento Territorio Ambiente del 30/05/2018 Prot. 2018/154210 : "Via sull'impianto finale di trattamento, recupero e valorizzazione dei RSU della Provincia di Imperia da realizzarsi in località Colli a Taggia, in procedura di projet Financing ex D. Lgs. N°50/2016 – proponente Provincia di Imperia ATO rifiuti- procedimento autorizzatorio unico di cui art. 27 bis del D. Lgs. N°152/2006 come

modificato dal D. Lgs. N° 104/2017- Richiesta Integrazioni".

- A seguito degli incontri con il funzionario della Regione Liguria -Settore Difesa Del Suolo Di Savona e Imperia Dott. Geol. Sira Cheli.

Lo scrivente, su incarico della Idroedil s.r.l. di Arma di Taggia, ha effettuato un'indagine geologica, stratigrafica, geomorfologica, idrogeologica e geologico-tecnica sui terreni interessati al Progetto di Fattibilita: "Impianto Integrato di Trattamento, Recupero e Valorizzazione Rifiuti Solidi Urbani della Provincia di Imperia " , ubicato lungo un tratto dell'asse vallivo del Rio Colli in comune di Taggia.

Le indagini sono state svolte tramite:

Rilievo geologico di dettaglio per la stesura di una carta geolitologica in scala 1:5000 ove sono state caratterizzate le formazioni litologiche e gli accumuli recenti di maggiore spessore di tutta la zona e aree limitrofe.

Rilievo geomorfologico per la stesura di una carta geomorfologica di dettaglio in scala 1:5000 ove vengono delimitate le aree con substrato affiorante e/o subaffiorante e le zone con differente spessore delle coltri oltre alle aree interessate da riporti antropici.

Rilievo idrogeologico e relativa carta in scala 1:5000 per la caratterizzazione stimata del grado di permeabilità dei litotipi, delle coltri e dei riporti oltre alla ubicazione delle derivazioni d'acqua e sorgenti in concessione.

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 VsEquivalente per la caratterizzazione dei suoli, dal punto di vista sismico.

Presa visione di indagini geognostiche quali carotaggi, prove S.P.T., prove penetrometriche leggere tipo DL 030, eseguite all'interno dell'area di discarica negli anni passati, durante la fase di coltivazione della discarica e a corredo di precedenti progetti urbanistici non realizzati, in accordo con il funzionario della Regione Liguria - Settore Difesa Del Suolo

Di Savona e Imperia.

In merito si riporta quanto segue:

N°2 sondaggi geognostici con relative prove S.P.T., eseguiti dallo scrivente nell'area di discarica e al limite della stessa in occasione di una precedente campagna di indagini eseguita nel 1999.

N°5 prove penetrometriche dinamiche di tipo SCPT con penetrometro DPM medio (peso massa battente 30kg) eseguite dal Dott. Andrea Valente in data Marzo 2003 sul piazzale della ex discarica di inerti denominata Colli, spintesi sino alla profondità massima di 13m dal p.c.

N°2 prove penetrometriche dinamiche di tipo SCPT con penetrometro DPM medio (peso massa battente 30kg) eseguite dal Dott. Andrea Valente in data 04 Maggio 2007, sul piazzale della ex discarica di inerti denominata Colli, spinte sino alla profondità massima di 3m dal p.c.

N°2 prove penetrometriche dinamiche di tipo SCPT con penetrometro DPM medio (peso massa battente 30kg) eseguite dal Dott. Andrea Valente in data 26 Giugno 2007, sul piazzale della ex discarica di inerti denominata Colli, spinte sino alla profondità massima di 7m dal p.c.

N°3 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di nucleo e relative prove SPT sempre sul piazzale della ex discarica di inerti denominata Colli spinti sino alla profondità massima di 35m dal p.c.

N°3 prove di permeabilità a carico variabile eseguite in tre pozzetti di dimensioni 1,2mx1,2m per altezza pari a 1,0m eseguite sempre sul piazzale della ex discarica di inerti denominata Colli.

In merito si rimanda alla planimetria allegata per l'ubicazione di tutte le prove e indagini geotecniche sopra descritte.

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 alle opere in progetto tramite la stesura di n°6 sezioni stratigrafiche trasversali in scala 1:1500 e di n°6 sezioni longitudinali in scale varie, sia dello stato attuale che di progetto.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni e del substrato roccioso di base, con la stima di massima dei relativi parametri geotecnici, estrapolati da tutte le indagini geognostiche effettuate in sito sopra descritte e dai profili sismici eseguiti in questa fase di studio, atti a verificare la fattibilità geologica e geotecnica delle opere previste nel Progetto di Fattibilità.

Caratterizzazione sismica dei terreni rilevati nell'area oggetto di studio come previsto dalla l'O.P.C.M. n°3274/03 e del D.M 14/09/2015.

Verifica della presenza o meno di fenomeni geomorfologici di dissesto in atto e/o potenziali.

Definizione di una eventuale presenza di circolazione idrica più o meno profonda.

Verifica della stabilità dei versanti interessati alle opere in progetto sia allo stato attuale che di progetto.

In conclusione è stata indicata la campagna geognostica delle indagini in sito e di laboratorio da effettuarsi nelle fasi successive di progettazione, al fine di determinare in dettaglio le caratteristiche geotecniche dei terreni.

Per quanto concerne le opere progettuali del Biodigestore e della fase di abbancamento dei rifiuti relativamente alla discarica di servizio, delle opere e dei monitoraggi da prevedere nella fase di coltivazione della discarica ed anche della fase progettuale relativa alla fase finale e di post gestione, si rimanda alle relative tavole progettuali e relazioni tecniche facenti parte del progetto generale.

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.

L'area risulta attualmente interessata già da un contesto industriale caratterizzato dalla lavorazione degli inerti tramite impianto di frantumazione e diversificazione granulometrica da pietrisco a massi da utilizzare nell'edilizia. Sono 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 a seguito di cedimenti dello stesso a partire dal 2003 è stato 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 di cantiere realizzata sul corpo di discarica.

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".

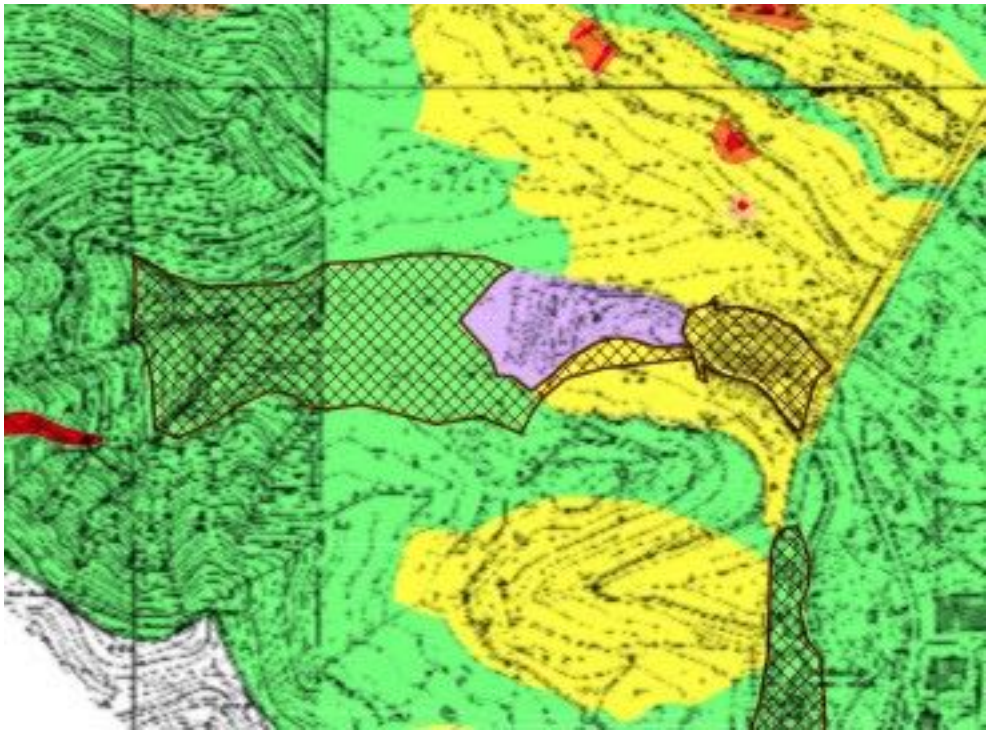
Nella Tav. 14: "Carta del Rischio Geomorfologico", l'area in oggetto rientra in parte nella zona R0: area a rischio lieve o trascurabile e in parte nella zona R1: area a rischio moderato.In relazione al rischio idraulico dalla carta delle fasce fluviali, si evince che l 'area in oggetto e zone limitrofe, non rientra in nessuna delle zone inondabili classificate come A, B e C quindi sotto questo punto di vista risulta in assoluta sicurezza.

L ' area interessata alle opere in progetto 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 in progetto, non e' ubicato in nessuna di tali aree in quanto sulla scorta delle indagini sopra indicate e dei sopralluoghi eseguiti la zona non risultata 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 attivita' 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 valorizzabili;
- 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 e 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 sud 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 10 metri circa rispetto la 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:

a) Sezione di ricezione rifiuti e pre-trattamento (triturazione primaria);
b) Sezione di selezione meccanica;
c) Sezione di ricevimento e preparazione della FORSU proveniente dalla raccolta differenziata;
d) Sezione di digestione anaerobica a secco del sottovaglio primario e della FORSU;
e) Sezione di biostabilizzazione e bioessiccazione del digestato;
f) Sezione di raffinazione della frazione organica biostabilizzata;
g) Sezione di ricezione e trasferimento fanghi;
h) Sezione di utilizzo del biogas per la produzione di energia elettrica da destinare ad autoconsumo;
i) Sezione di utilizzo della quota eccedente di biogas per la produzione di biometano per autotrazione.

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 dal biogas di energia elettrica, energia termica e biometano per autotrazione 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.

Il sistema di cogenerazione, alimentato con una parte del biogas prodotto dal processo di digestione anaerobica della materia organica previo trattamento, sia essa proveniente da selezione meccanica che da raccolta differenziata, rende disponibile energia elettrica per l'autoconsumo, energia termica e biometano per l'autotrazione.

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.

La capacità utile complessiva della discarica in progetto è di circa 730.000 metri cubi, necessari per l'abbancamento di circa 338.000 tonnellate di rifiuti (pari a 376.000 metri cubi di rifiuti compattati) oltre a 354.000 metri cubi di FOS stabilizzata e materiale tecnico (terra, ghiaia, pietrisco, ecc..) di ricoprimento.

A tal fine, oltre alla riprofilatura del versante , si prevede la coltivazione della discarica mediante un riempimento per tutta la superficie fino a quota 241,50 ed una ulteriore colmata fino a quota 268,00.

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.

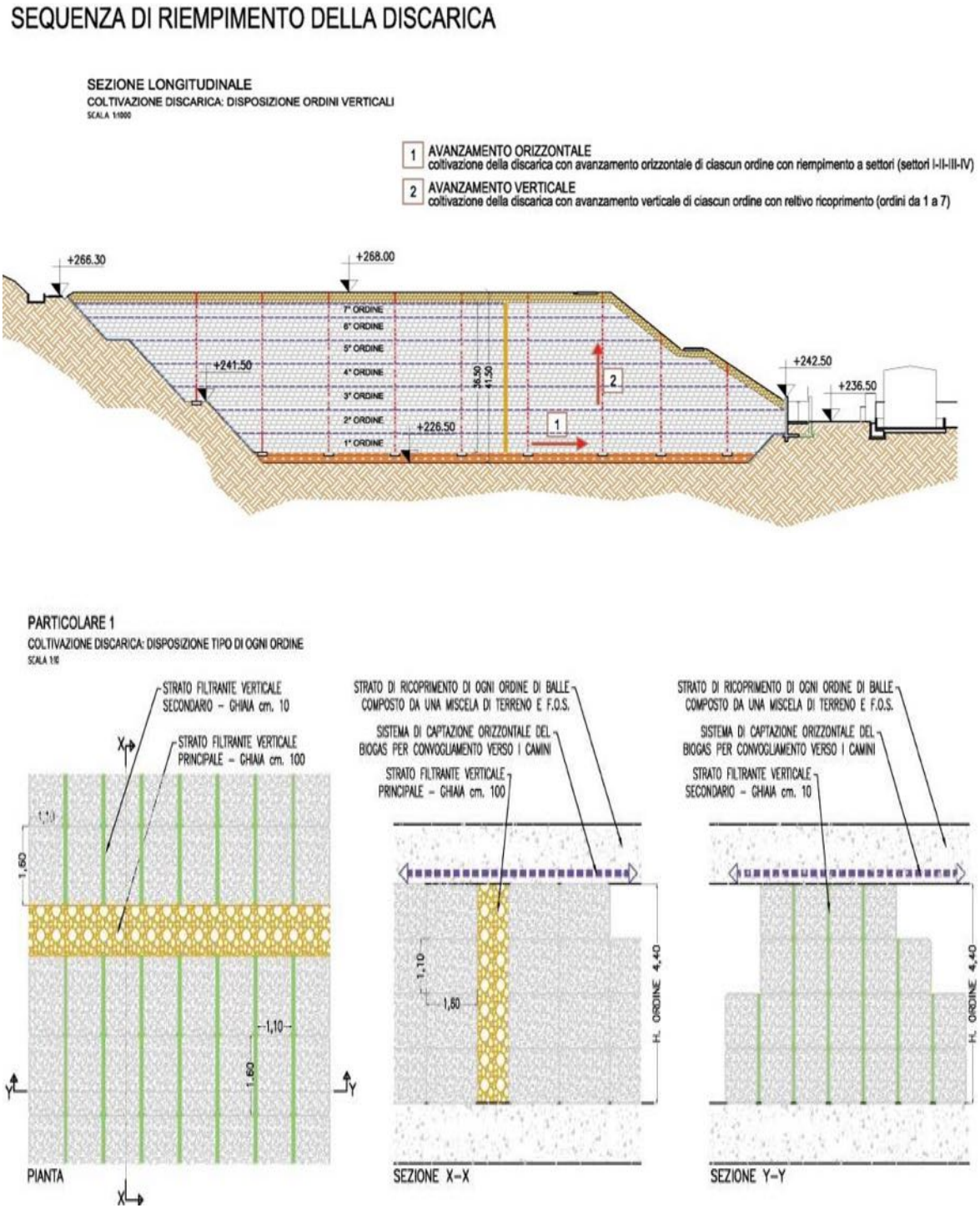
Il controllo di eventuale perdite è assicurato dalla realizzazione di un doppio sistema di drenaggio e raccolta del percolato: una rete sopratelo normalmente in esercizio, ed una sottotelo di controllo.

Il percolato raccolto verrà convogliato, tramite un sistema di sollevamento, ai bacini di raccolta previsti nel progetto aventi una capacità di stoccaggio di circa 2.500 mc svuotati periodicamente mediante autobotti.

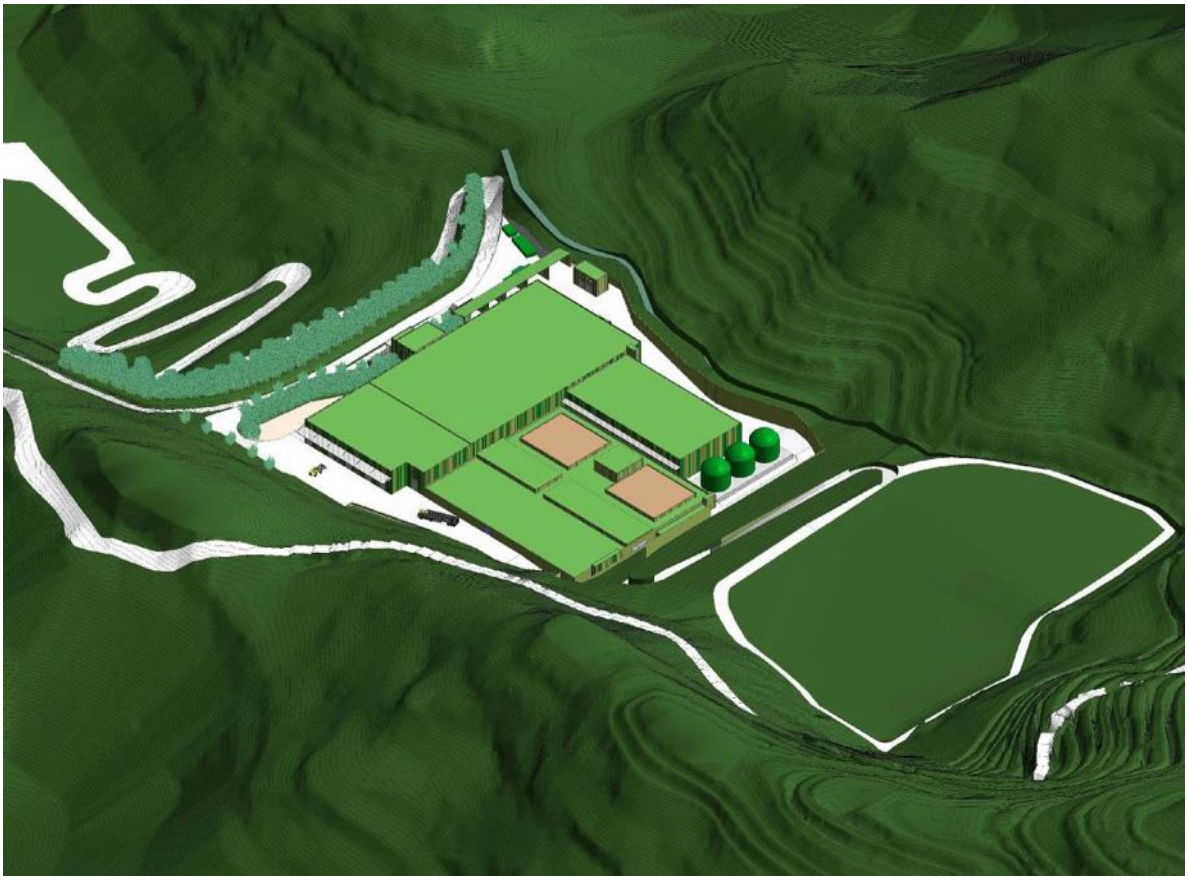
Il biogas prodotto dalla digestione dei rifiuti organici abbancati in discarica, verrà aspirato da un sistema di pozzi di captazione e convogliato alla sezione di termodistruzione o di produzione di energia elettrica/biometano dell'impianto di trattamento RSU.

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.



Particolari del sistema di abbancamento delle balle e sistema di recupero biogas



Rendering - Vista assonometrica

Mitigazione dell'impatto ambientale dell'opera

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.

Di seguito si esplicitano gli interventi di mitigazione previsti:

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, e ' 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 (unita ' 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 e ' costituita da banchi di conglomerati poligenici eterometrici spesso ben cementati da sabbie fini e limi a stratificazione grossolana a volte con grossi blocchi e con interpolazioni di lenti fini argillose e di banchi sabbioso arenacei e non presenta evidenti discontinuita' stratigrafiche laterali e/o strutturali; i clasti sono costituiti da litotipi arenacei e calcari provenienti dalla detrizione del Flysch ad Helmintoidi.

Dai sondaggi, SPT e prove penetrometriche dinamiche leggere eseguiti, in loco (vedere

1

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, risulta avere una notevole potenza e presenta buone caratteristiche geomeccaniche essendo compatta con un alto grado di cementizzazione e non presenta particolari 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 delleArenarie 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 a Nord e 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.

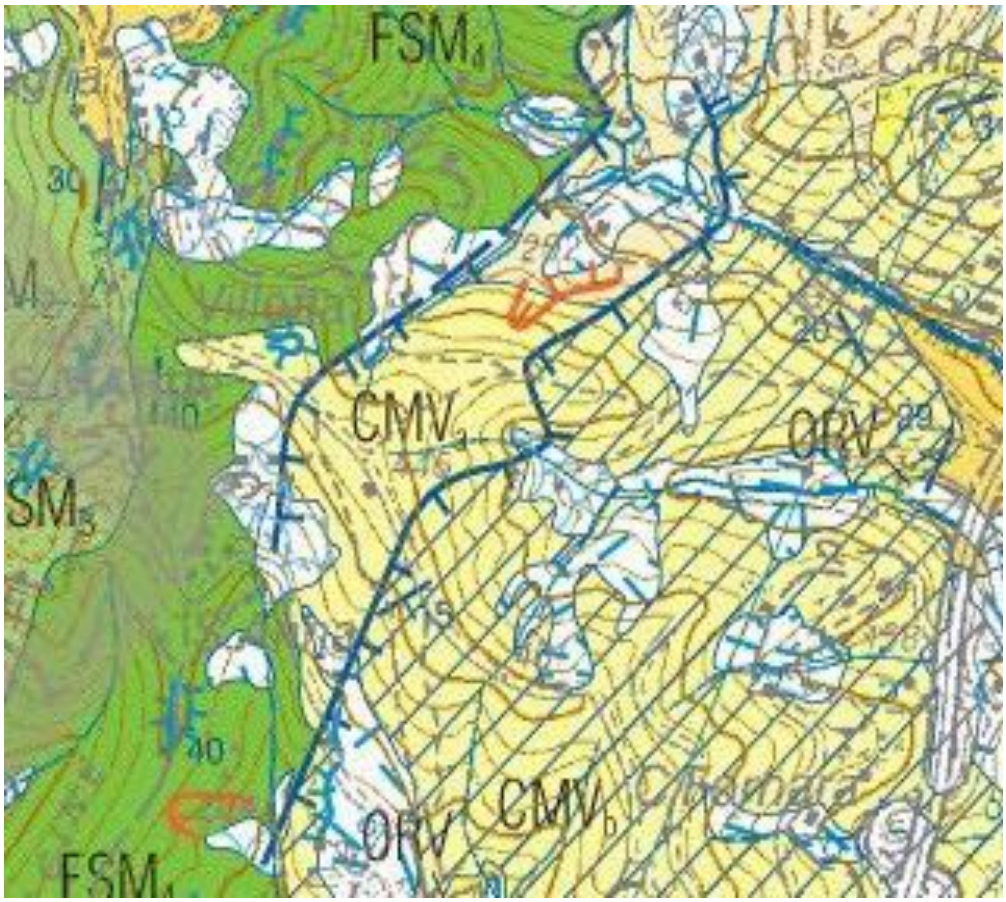
Facies C1b: Conglomerati rozzamente organizzati

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

Al fine di caratterizzare in dettaglio la stratigrafia dei versanti costituenti l ' asse vallivo del Rio Colli e la loro acclivita' nel suo tratto interessato dalle opere in progetto, sono state eseguite n°12 sezioni stratigrafiche ritenute maggiormente significative in relazione agli interventi in progetto sulle quali sono state eseguite le verifiche di stabilita'.
Si evince che la totalita' dei versanti interessati all ' area oggetto di intervento ha una medio-alta acclivita' e come substrato di base la formazione Pliocenica in facies Conglomeratica.

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 subaffittante.
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.
A causa di cedimenti strutturali del tombino in c.a. avvenuti in passato, questo e' stato

abbandonato e a partire dal 2003 la societa' Immobiliare Colli, ha provveduto alla realizzazione di una nuova sistemazione idraulica tramite canale a cielo aperto.

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, fattore che collegato alle modeste linee di deflusso fanno **escludere la presenza di una falda acquifera sotterranea.** Sulla carta idrogeologica e ' stata cartografata una 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).

Il substrato conglomeratico dal punto di vista della permeabilita ' ad un primo esame, vista la natura petrografica grossolana dei ciottoli e la matrice sabbiosa, farebbe presumere avere una media permeabilita ma la notevole quantita 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 permeabilita ' eseguite su tale formazione nel sondaggio fatto eseguire dall'Amministrazione Provinciale a corredo del progetto definitivo della discarica di R.S.U. Del Lotto 6, dalla ditta Terra s.r.l**.**

In dettaglio sono state eseguite due prove di permeabilita ' nella Formazione Conglomeratica del tipo Lugeon la prima ad una profondita ' di -40,60m la seconda a -64,80m che hanno rilevato entrambi un coefficiente di permeabilita '

K = 10-6 cm/sec.

I valori assegnati della permeabilita ' alle altre formazioni geologiche e ai terreni, riportati nella carta idrogeologica allegata, 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.

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

PmB: permeabilita ' medio bassa con valori di K compresi tra 10-4 _ 10-6 cm/sec rappresentata dalla formazione dei Conglomerati Pliocenici.

Pb: permeabilita ' bassa con valori di K compresi tra 10-5 _ 10-6 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 publicazioni 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 dellarea 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)INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO

L'area oggetto di indagine è stata interessata in passato da numerose indagini geognostiche eseguite da diversi tecnici a corredo di vari progetti urbanistici non realizzati.

Si è ritenuto opportuno in questa prima fase di progetto di fattibilità, in accordo con il funzionario della Regione Liguria - Settore Difesa Del Suolo Di Savona e Imperia,

di prendere in considerazione queste indagini al fine di estrapolare in prima approssimazione i parametri geotecnici dei terreni e la stratigrafia locale al fine di poter redigere le verifiche di stabilità dei versanti.

Nelle fasi successive di progettazione, dovranno essere eseguite le opportune indagini geognostiche in sito e di laboratorio che consentiranno una valutazione precisa dei parametri geotecnici da utilizzare nelle verifiche progettuali come previsto dal D.M. 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni (vedere capitolo successivo relativo alla programmazione delle indagini da eseguirsi).

In allegato si riporta la planimetria con ubicazione delle varie prove e le relative quote alle quali sono state eseguite tali indagini.

Sempre in allegato si riportano i vari tabulati delle singole prove ed estrapolazioni eseguite.

Di seguito si riporta una sintesi delle suddette indagini:

Sondaggi relazione Dott. Castellano Roberto 1999

Il sondaggio n°1 eseguito sul lato Ovest del limite del piazzale di discarica alla data del 1999, a quota 220m sino alla profondita ' di 15m, ha evidenziato uno spessore pari a 7,0m di materiali inerti prettamente terrosi con scaglie lapidee di varia pezzatura, a cui fanno seguito degli strati di conglomerato alternati a livelli di sabbie argillose e argille marnose. Il sondaggio n ° 2 eseguito su terreno naturale al di fuori dell'allora limite della discarica, sempre a quota 220m sino alla profondita ' di 15m, ha rilevato dopo una prima alternanza di strati di conglomerato, alla profondita ' di -8,50m, una sequenza di livelli di argille e marne sino alla quota di fine sondaggio.

Il valore di Nspt (la somma dei colpi misurati nel 2° e 3° tratto) estrapolato dalle prove SPT eseguite risultano:

- Per il livello costituito dai riporti antropici abbiamo un valore di Nspt = 16 colpi.
- Per il livello costituito da argille con limi e sabbie con piccole scaglie lapidee, abbiamo un valore di Nspt di 25 colpi
- Per il livello costituito da sabbie argillose, abbiamo un valore di Nspt di 28 colpi
- Per il livello costituito dalle marne , abbiamo un valore di Nspt >80 colpi (rifiuto)

Prove penetrometriche Dinamiche Dott. Valente Andrea 2003

Sul piazzale della ex discarica di inerti, a quota 226,50m (corrispondente alla attuale quota

di campagna) sono state eseguite n° 5 prove penetrometriche dinamiche di tipo SCPT a massa battente di 30kg con infissione di una punta conica fino a rifiuto. Tali prove hanno interessato solo i materiali inerti e si sono spinte sino alla profondita ' massima di 13,0m dal p.c. (vedere allegati).

Prove di permeabilita ' a carico variabile Dott. Valente Andrea 2005

Le tre prove a carico variabile eseguite dal Dott. Andrea Valente in occasione di una indagine del 2006 in tre pozzetti di dimensioni 1,2mx1,2m per altezza pari a 1,0m eseguite sempre sul piazzale della ex discarica di inerti alle quote: K1 237m, K2 226m, K3 227m (corrispondenti alle quote attuali) hanno ottenuto per i materiali inerti, valori relativamente costanti compresi tra 5,0 x10-4cm/sec e 8,0 x10-4cm/sec quindi con un valore medio pari a 6,7 x10-4cm/sec indicando per questi terreni un valore di permeabilita ' medio (vedere allegati).

Prove penetrometriche Dinamiche Dott. Valente Andrea 04/05/2007

All'esterno del piazzale della ex discarica di inerti, a quota 255m sono state eseguite n° 2 prove penetrometriche dinamiche di tipo SCPT a massa battente di 30kg con infissione di una punta conica fino a rifiuto. Tali prove hanno interessato la formazione conglomeratica superficiale e si sono spinte sino alla profondita ' di 3,9m dal p.c. (vedere allegati).

Prove penetrometriche Dinamiche Dott. Valente Andrea 26/06/2007

Sul piazzale della ex discarica di inerti, a quota 237m (corrispondente alla attuale quota di campagna) sono state eseguite n° 2 prove penetrometriche dinamiche di tipo SCPT a massa battente di 30kg con infissione di una punta conica fino a rifiuto. Tali prove hanno interessato solo i materiali inerti e si sono spinte sino alla profondita ' massima di 6,9m dal p.c. (vedere allegati).

Sondaggi relazione dott. Valente Andrea 2007

Nel mese di Agosto del 2007 sono stati eseguiti n° 3 sondaggi geognostici a carotaggio

continuo all'interno dell'area della discarica di inerti. Il sondaggio SB1 e ' stato effettuato a quota 238m sino alla profondita ' di 35m, il sondaggio SB2 e ' stato eseguito su terreno naturale al di fuori del limite della discarica a quota 245m sino alla profondita ' di 20m .
Il sondaggio SB3 e ' stato effettuato a quota 226,5m sino alla profondita ' di 35m sul piazzale della discarica di inerti. In sintesi si estrapola la seguente stratigrafia:

Sondaggio SB_01	- da m 0,0 a m 24,0: terreno di riporto, composto da materiali incoerenti eterogenei, contenetenti ghiaie, sabbie, limi e clasti di varia natura - da m 24,0 a m 35,0: congloerato mediamente cementato, composto da ghiaie e ciottoli immersi in una matrice sabbiosa-limosa, colore marrone-ocra
Sondaggio SB_02	- da m 0,0 a m 5,0: coltre eluvio-colluviale di versante, costituita da materiali incoerenti mediamente alterati, contenente ghiaie e ciottoli immersi in una matrice sabbiosa-limosa - da m 5,0 a m 20,0: conglomerato mediamente cementato, composto da ghiaie e ciottoli immersi in una matrice sabbiosa-limosa, colore marrone-ocra
Sondaggio SB_03	- da m 0,0 am 24,3: terreno di riporto, composto da materiali incoerenti eterogenei, contenente ghaiie, sabbie, limi e clasti di varia natura - da m 24,3 a m 26,4: coltre eluvio-colluviale di versante, costituita da materiali incoerenti mediamente alterati, contenente ghiaie e ciottoli immersi in una matrice sabbiosa-limosa - da m 26,4 am 35,0: marna argillosa, a tratti passante ad argille marnosa, coesiva, colore grigio scuro

Nei fori di sonda sono state eseguite varie prove SPT , di seguito vengono riportate le sintesi di tutte le prove eseguite che evidenziano una eterogeneità dei riporti abbancati **ma in generale indicano un discreto addensamento e compattazione degli stessi** in linea con le altre prove eseguite:

Sondaggio SB_01

Profondità (m da p.c.)	N° colpi
1,5	17-50-R
4,5	8-19-7
7,5	17-29-50
10,5	19-24-50
13,5	12-19-24
16,5	9-13-18
19,5	04/06/09
22,5	22-50-R
24,5	25-50-R
27,5	50-R

Sondaggio SB_02

Profondità (m da p.c.)	N° colpi
3,0	26-50-R
6,0	50-R
9,0	34-50-R
12,0	50-R
15,0	50-R
18,0	50-R

Sondaggio SB_03

Profondità (m da p.c.)	N° colpi
1,5	15-20-12
4,5	9-9-6
7,5	8-8-8
10,5	11-7-9
13,5	15-22-36
16,5	11-20-14
19,5	14-26-50
22,5	31-50-R
24,5	16-23-39
29,5	26-50-R

11)SISMICHE A RIFRAZIONE E M.A.S.W.

Generalita del profilo sismico a rifrazione

Nel mese di Giugno 2018, il sottoscritto ha eseguito n° 2 profili sismici a rifrazione e relative M.A.S.W sul piazzale della discarica di inerti (vedere foto allegate e relativi tabulati).

Il metodo sismico a rifrazione, utilizza la determinazione della velocita ' di propagazione delle onde longitudinali (onde P) nel sottosuolo.

Tali onde sono generate e si propagano nel terreno ogni qualvolta questo ultimo e ' sottoposto a sollecitazioni sia di tipo naturale, sia artificiale (esplosioni, mazze battenti, ecc.).

La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (punto di sparo), in corrispondenza di vai punti disposti allineati sulla superficie topografica (geofoni).

Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprieta ' meccaniche e fisiche dei terreni e la compattezza dei materiali da queste attraversati.

Mediante questo tipo di indagine si risale alla probabile composizione litologica di massima dei terreni, al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime

unita 'sottostanti la coltre superficiale, alla quota cui si trova la roccia di fondo ("bedrock"), alla sua forma e talora, in terreni alluvionali, alla profondita ' della falda freatica.

L ' elaborazione dei dati sismici con un completo modello matematico bidimensionale appoggiato da procedure interattive, consente di massimizzare la risoluzione e il dettaglio di ricostruzione del modello di velocita ' attribuito al terreno in esame.

Utilizzando quindi le distanze tra il punto di scoppio e quello di ricezione e i tempi di primo arrivo dei segnali sismici, sono ricavate le dromocrone (curve tempi-distanze), dalle quali si risale, tramite opportuno programma di calcolo, alle velocita ' reali nei singoli strati, al loro spessore, profondita ' forma ed inclinazione.

Indagine sismica a rifrazione:

L'analisi dettagliata dei profili sismici elaborati con programma di calcolo Intersism, ha consentito di definire le seguenti velocita ' che caratterizzano i terreni, le formazioni geologiche e la stratigrafia locale come di seguito evidenziato:

Velocita' delle onde longitudinali (V P)		
Strato	**Vp (m/sec)**	
Strato A Riporti antropici eterogenei compatti e molto compatti ex discarica inerti Colli	1028 - 1829	
Strato B Formazione conglomeratica superficiale degradata	1274	
Strato C Formazione conglomeratica profonda molto compatta	5141	

Generalita' delle prove M.A.S.W.

Il metodo M.A.S.W. (Mulchannel Analysis of Suface Waves) e ' una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocita ' delle onde di taglio Vs, basandosi sulla misura attiva (con energizzazione di una massa battente di 10 Kg su una piastra di alluminio) delle onde superficiali fatta in corrispondenza di sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali e ' dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocita ' correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, con diverse lunghezze d ' onda si propagano con diverse velocita ' di fase e velocita ' di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And Richards, P.G., 1980).

La natura dispersiva delle onde superficiali si correla al fatto che onde ad alta frequenza si propagano negli strati superficiali e danno informazioni sulla parte superficiale del

sottosuolo, viceversa le onde a bassa frequenza si propagano negli strati profondi di cui non danno informazioni.

MASW : La velocita ' **delle Vs30 e VsE risulta pari rispettivamente a 389 e 371m/sec per il profilo n° 1 e le Vs30 e VsE risultano pari a 447 e 427m/sec per il profilo n° 2.**

12) 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.

Il D.M. 14/01/2008 definisce la pericolosita ' 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.

Nel caso in oggetto si e ' assegnato come categoria topografica T3, vita nominale 75 anni periodo di riferimento 150 anni e coefficiente cu = 2.

In allegato si riportano le tabelle relative ai coefficienti sismici e dei parametri sismici calcolati per il sito oggetto degli interventi edificatori.

Nel caso in oggetto, il suolo di fondazione viene classificato, relativamente alle aree ove il substrato conglomeratico risulta affiorante e/o subaffiorante nella classe :

A : *"Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocita ' delle onde di taglio superiori a 800m/sec, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche scadenti con spessore massimo pari a 3m"*

Nelle verifiche di stabilita ' delle scarpate della discarica di R.S.U.in progetto, una volta ultimata la discarica e relativamente all'area interessata dalla ex discarica di inerti

(piazzale attuale) e scarpata, il suolo di fondazione, costituito da terreni di riporto, puo ' essere classificato, in via cautelativa, in entrambi i casi nella classe:

D : "*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondita ' del substrato superiori a 30m caratterizzati da un miglioramento delle proprieta ' meccaniche con la profondita ' e da valori della Velocita ' Equivalente compresi tra 100 e 180m/sec (ovvero NSPT < 15 nei terreni a grana grossa e cu < 70 kPa nei terreni a grana fine)*.

13) LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

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 suscettivita ' 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). Le sabbie grossolane e le ghiaie, terreni a **granulometria eterogenea** di medio e grosso diametro non sono 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 puo ' omettere per terreni sabbiosi con contenuto limoso superiore al 10%, caratterizzati da un numero di colpi alla prova penetrometrica superiore a 20.
Nelle successive fasi di indagini geognostiche in sito, saranno eseguite opportune analisi di laboratorio con relative analisi granulometriche su campioni di terreno prelevati e prove SPT a differenti profondita ' .
In ogni caso sin da ora, sulla base di quanto sopra affermato e alle caratteristiche dei terreni, ampiamente classificati, si puo ' escludere una potenziale liquefacibilita ' dei sedimenti presenti in sito secondo quanto ricavato con metodi analitici in molti studi eseguiti applicando la metodologia proposta da Seed e Idris (1970).

14)CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Sulla base delle indagini sismiche a rifrazione eseguite in sito, sulla scorta delle indagini geognostiche eseguite nei terreni in oggetto in occasione di precedenti studi precedentemente descritte e in base alle caratteristiche stratigrafiche dedotte dal rilievo geologico, si possono indicare in maniera indicativa, le seguenti caratteristiche geotecniche riferite ai differenti terreni e litotipi che caratterizzano la zona oggetto degli interventi edificatori:

Parametri Geotecnici Medi			
Strato	**Densita ' γ [kN/mc]**	**Angolo di attrito efficace [°]**	**Coesione non drenata efficace cu [kg/cmq]**
Strato A Coltri superficiali	18-21	26°- 30°	0,00
Strato B Riporti antropici eterogenei compatti	17-21	34°- 36°	0,05-0,10
Strato C Substrato roccioso Formazione Conglomeratica	23-25	35°- 40°	2,0-2,5

15) PARAMETRI GEOTECNICI DEGLI R.S.U.

Il D. Lgs. 36/2003 definisce le caratteristiche della copertura finale dei rifiuti non pericolosi diversificandola in due principali categorie: la prima da utilizzare quando la scarpata in progetto risulta inferiore al 30% e la seconda nel caso superi il 30%. Nella relazione tecnica generale del progetto al quale si rimanda per le specifiche tecniche, sono state dettagliatamente rappresentate le fasi di messa in opera prima del capping provvisorio e poi di quello definitivo.

Per la definizione dei parametri dei rifiuti solidi urbani sono state seguite le indicazioni di base contenute nella relazione allegata al progetto definitivo redatto dalla Provincia di Imperia, relative al Lotto 6 di Collette Ozoto, integrandole con i dati della bibbliografia

tecnica specializzata in questo campo, oltre che con i risultati derivanti da esperienze progettuali e realizzative di casi similari.

Risulta essenziale ribadire che i cedimenti degli R.S.U. abbancati in discarica hanno una forte evoluzione nei primi due anni successivi alla fase finale potendo raggiungere anche un cedimento pari al 30% in funzione della loro composizione e del grado di decomposizione.

Nella tabella seguente si riportano i parametri geotecnici attribuiti per eseguire le verifiche di stabilita '.

Parametri Geotecnici Medi R.S.U				
Strato	**Peso volume RSU costipato γsat [kN/mc]**	**Peso volume RSU al conferimento in discarica γd [t/mc]**	**Angolo di attrito φ [°]**	**Coesione cu [kg/cmq]**
R.S.U.	10	0,7	30°	0,2

16)VERIFICA DELLA STABILITA'
(PROGRAMMA DI CALCOLO SLOPE - GEOSTRU SOFTWARE)
RELAZIONE DI CALCOLO

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in

condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

- Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico.
- Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri
- coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (j), costanti per il terreno e
- caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di
- Mohr-Coulomb. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di
- equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τf),

valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau f / \tau$$

Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a *n*, il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali Ni agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio Ti;

≥ (n-1) forze normali Ei agenti sull'interfaccia dei conci;

≥ (n-1) forze tangenziali Xi agenti sull'interfaccia dei conci;

≥ n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle Ei;

≥ (n-1) valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle Xi;

≥ una incognita costituita dal fattore di sicurezza F.

Complessivamente le incognite sono (6n-2).

Mentre le equazioni a disposizione sono:

≥ equazioni di equilibrio dei momenti n;

≥ equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n;

≥ equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n;

≥ equazioni relative al criterio di rottura n.

Totale numero di equazioni 4n.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n -2) – (4n) = 2n -2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a (n-2) in quanto si fa l'assunzione che Ni sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad

ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le (n-2) indeterminazioni.

Metodo di Morgenstern e Price (1965)

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo $X = \lambda f(x)E$, dove λ è un fattore di scala e f(x), funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante.

La funzione f(x) è scelta arbitrariamente (costante, sinusoide, semisinusoide, trapezia, spezzata…) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale

e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza Fs, il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU.

Si ottiene la cosiddetta "**equazione delle forze**":

(c' sec2 α/ Fs) + tgφ' «dW/dx – dX/dx - tgα dE/dx -secα dU/dx Ã=

= dE/dx - tgα «dx/dX – dW/dx Ã

Una seconda equazione, detta "**equazione dei momenti**", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

X = d (Eγ)/ dx – γ dE/dx

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$FH = Kx\ W$$

$$FV = Ky\ W$$

Essendo:

- **FH** e **F V** rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- **W** peso concio;
- **Kx** coefficiente sismico orizzontale;
- **Ky** coefficiente sismico verticale.

Metodologia di analisi

La verifica di stabilità in oggetto è stata effettuata utilizzando l'**Approccio 1 Combinazione 2**: (**A2+M2+R2**) come indicato nel D.M. N.T.C. 2018, con i coefficienti di sicurezza parziali geotecnici della tabella seguente, utilizzando lo stato limite di prevenzione del collasso (**SLC**) maggiormente cautelativo.

Lo Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC) viene così definito: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

17)RIEPILOGO DELLE VERIFICHE DI STABILITA' ESEGUITE

Verifiche di stabilita'			
	Sezione presa in esame	**Fs minimo**	**Risultato della verifica**
1	Verifica di stabilita ' sezione A-A longitudinale stato attuale	1,07	Stabile
2	Verifica di stabilita ' sezione A-A discarica RSU di servizio fine abbancamento	1,43	Stabile
3	Verifica di stabilita ' sezione A-A impianto di trattamento situazione in progetto	1,02	Stabile
4	Verifica di stabilita ' sezione A-A situazione preparatoria invaso della discarica R.S.U.	1,3	Stabile
5	Verifica di stabilita ' sezione B-B trasversale situazione preparatoria invaso della discarica di servizio lato est	1,59	Stabile
6	Verifica di stabilita ' sezione B-B trasversale situazione preparatoria invaso della discarica di servizio lato ovest	1,51	Stabile
7	Verifica di stabilita ' sezione B-B trasversale discarica di servizio RSU fine abbancamento lato est	2,22	Stabile
8	Verifica di stabilita ' sezione B-B trasversale discarica di servizio RSU fine abbancamento lato ovest	2,19	Stabile
9	Verifica di stabilita ' sezione C-C trasversale impianto di trattamento situazione attuale lato ovest	1,64	Stabile
10	Verifica di stabilita ' sezione C-C trasversale impianto di trattamento situazione progetto lato est	2,9	Stabile
11	Verifica di stabilita ' sezione C-C trasversale impianto di trattamento situazione progetto lato ovest	3,39	Stabile
12	Verifica di stabilita ' sezione D-D trasversale strada di accesso esistente situazione attuale (invariata) lato est	1,75	Stabile
13	Verifica di stabilita ' sezione D-D trasversale strada di accesso esistente situazione attuale (invariata) lato ovest	2,38	Stabile

18)PROGRAMMA DELLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Nelle fasi successive di progettazione dovra ' essere svolta una campagna geognostica atta a verificare puntualmente le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione relative alla progettazione delle nuove strutture e allo studio dell'idrogeologia ed in specifico della permeabilita ' dei terreni di appoggio della area destinata nel progetto a discarica di rifiuti solidi urbani.

In dettaglio si dovra 'procedere come segue:

Esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo con relative prove penetrometriche S.P.T. in corrispondenza dei differenti terreni sondati, prove sismiche in foro per la valutazione delle onde Vs a differenti profondità ' analisi di laboratorio su campioni rappresentativi dei terreni di fondazione sia nella zona interessata al progetto della discarica di servizio di R.S.U. che in quella interessata al progetto del Biodigestore.

Prove di permeabilita' dei terreni costituenti la base di appoggio della discarica in progetto come previsto al punto 2.4.2 dell ' allegato 1 del D. Lgs 36/2003.

Controllo tramite i piezometri installati nei fori di sonda della presenza della eventuale falda acquifera e delle variazioni del livello piezometrico come previsto dal punto 1.3 dell'allegato 1 del D. Lgs 36/2003.

Prove di laboratorio quali analisi granulometriche limiti di Attemberg e di compressione monoassiale o triassiale su campioni di roccia costituenti l ' ossatura rocciosa di base che funge da appoggio agli abbancamenti dei rifiuti e conseguenti verifiche dei cedimenti come previsto dal punto 2.7 dell ' allegato 1 del D. Lgs 36/2003.

I fori di sonda attrezzati con opportuni piezometri, saranno utilizzati sia nella fase di gestione della discarica che in quella di post gestione per un monitoraggio delle acque di falda .

19)CONCLUSIONI

Le indagini geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geofisiche eseguite dallo scrivente oltre alla presa in visione delle indagini geognostiche eseguite in sito, in occasione di precedenti studi sopra descritte, 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 natura , marnosa , calcarea e arenacea derivanti dalla Formazione del Flysch stratigraficamente alla base del conglomerato stesso, cementati da una matrice sabbiosa-limosa e argillosa.
- 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 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 marnosi dello spessore variabile da 2m a 3m, mediamente plastici e consolidati 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, 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, descritti nei precedenti capitoli, non hanno evidenziato nessuna falda acquifera né nei riporti antropici né nel conglomerato.
- Si evidenzia che le acque di ruscellamento superficiale che interesseranno l'area, una volta realizzate le opere in progetto, saranno esclusivamente dovute alle precipitazioni meteoriche (vedere tavola allegata).
- Dall'analisi delle caratteristiche strutturali e geomeccaniche è stato possibile escludere la presenza di una faglia attiva o capace per la zona oggetto della fattibilita ' progettuale, individuabile con quella rappresentata nella letteratura scientifica (Foglio n. 258 - 271 Sanremo del progetto CARG), la quale separa le differenti facies, CMVa e CMVb, dei Conglomerati di Monte Villa.
- Le variazioni granulometriche e tessiturali rilevate nei membri CMVa e CMVb del complesso conglomeratico entro i quali ricade la zona oggetto di indagine, non determinano variazioni apprezzabili della massività complessiva del substrato roccioso: la presenza di limitati 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 dei fronti di scavo subverticali esistenti non sono stati rilevati preoccupanti erosioni differenziali dei livelli 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. Le verifiche di stabilita' allo stato attuale e di progetto dei versanti interessati alle opere in progetto hanno evidenziato in tutti

i casi fattori di sicurezza Fs>1 come richiesto dal D.M. 17/01/2018: "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni"

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 – Progetto di Fattibilita', si può affermare che il sito debba ritenersi idoneo, dal punto di vista geologico e geotecnico, ad accogliere le opere previste nel progetto.

Sanremo 03/09/2018

Dott. Geol. Castellano Carnevale Roberto



ALLEGATO 1

- Inquadramento fotografico
- Carta geologica
- Carta geomorfologica
- Carta idrogeologica geologica
- Planimetria generale
- Planimetria ubicazione indagini geognostiche e geofisiche
- Planimetia canaletta raccolta acque
- N° 6 Sezioni stratigrafiche Longitudinali
- N° 6 Sezioni stratigrafiche Trasversali
- Parametrici sismici
- N° 13 Analisi di stabilita' dei pendii
- N° 2 Profili sismici a rifrazione e MAS.W

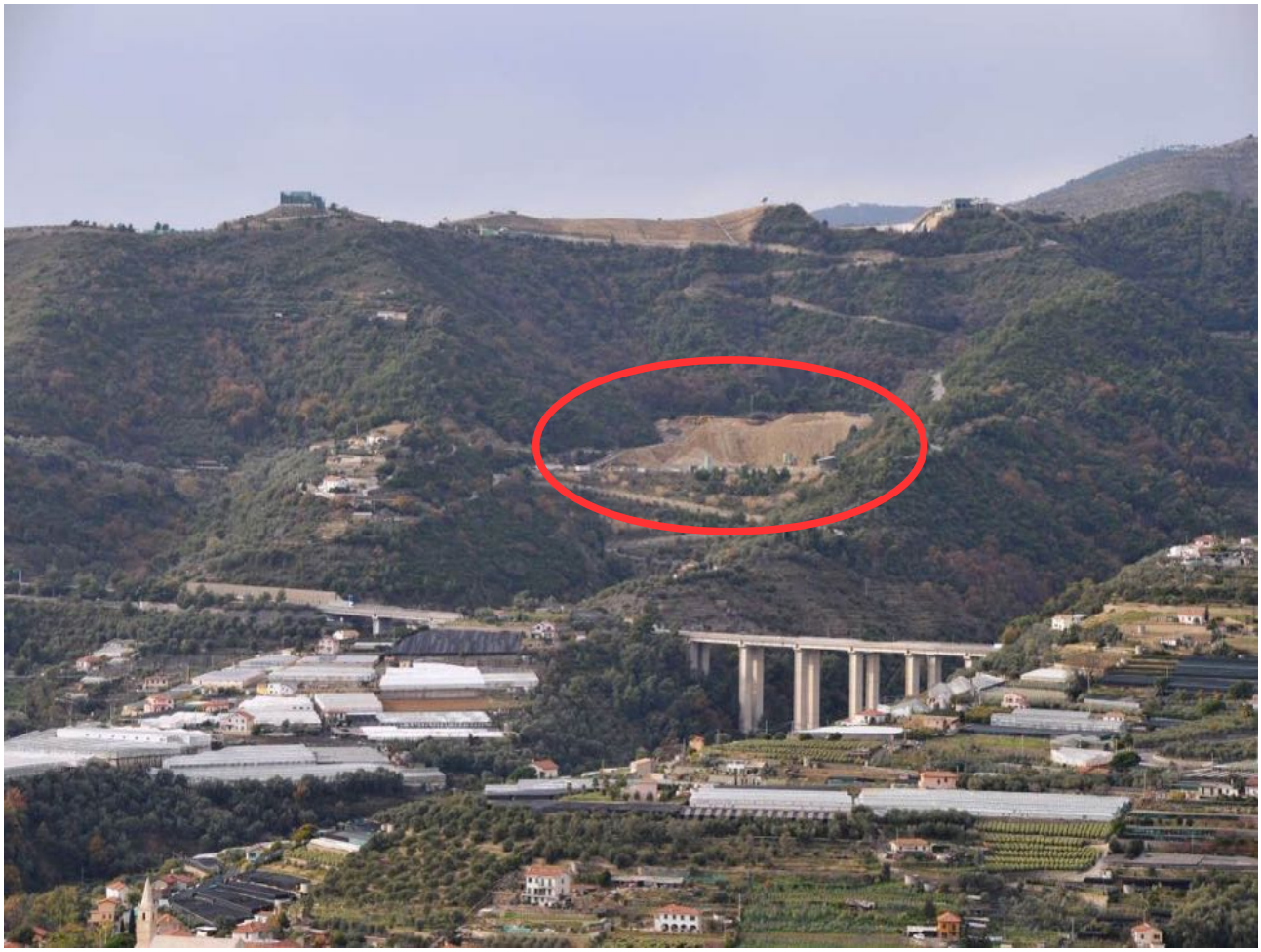


Foto 1: Visione dell'area dal Comune di Castellaro



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



Foto 9: Ubicazione sondaggio sismico a rifrazione e M.A.S.W. N° 2



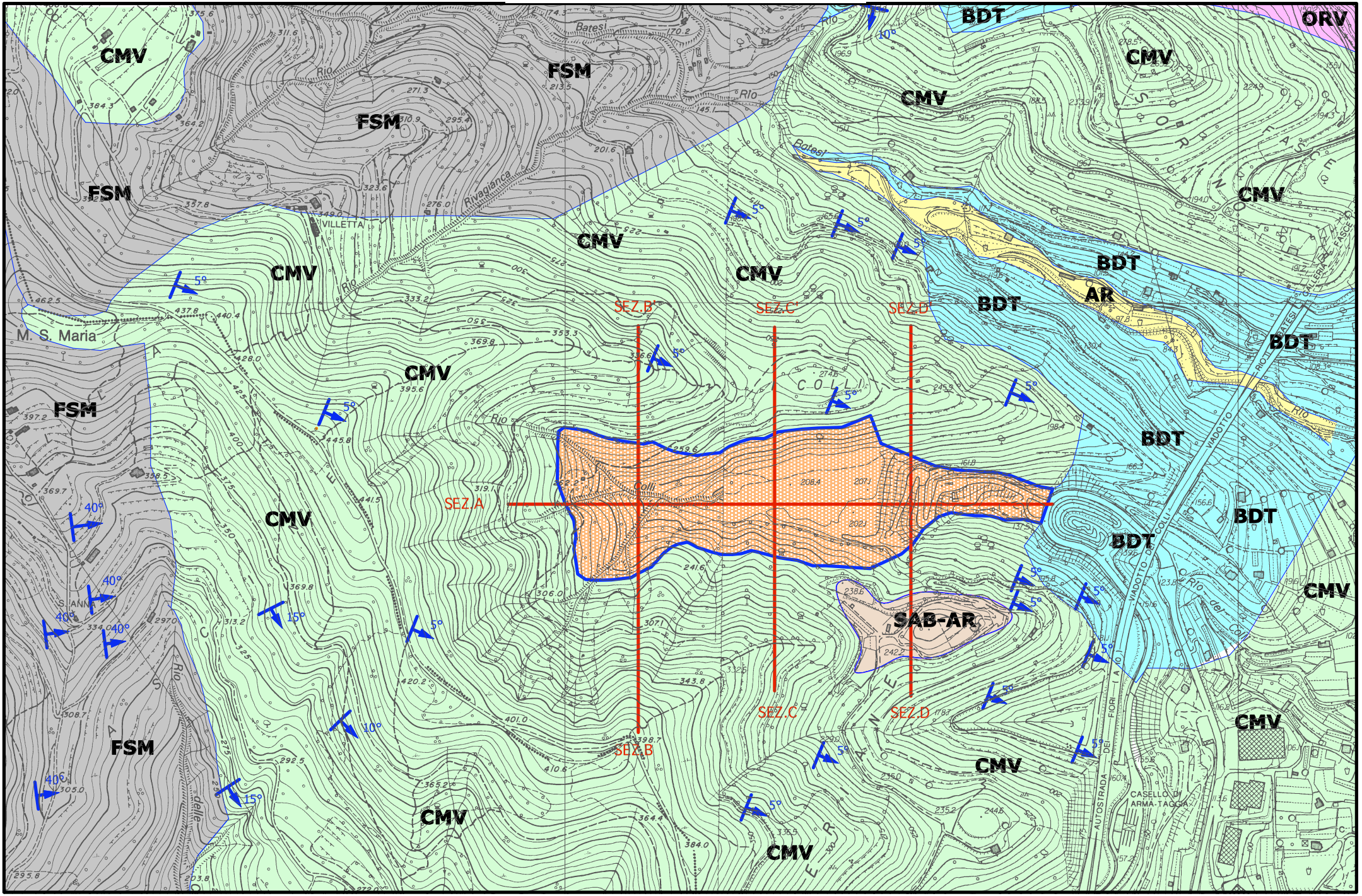
Foto 10: Particolare nuovo canale a cielo aperto realizzato sul perimetro della discarica – lato sud



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

CARTA GEOLITOLOGICA

scala 1:7000



CARTA GEOLITOLOGICA

Legenda



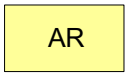
Limite discarica



Sezione stratigrafica



Discarica inerti

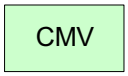


Alluvioni recenti

Pliocene



Sabbie argillose



Conglomerati di Monte Villa



Argille di Ortovero

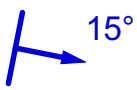


Brecce di Taggia

Cretaceo



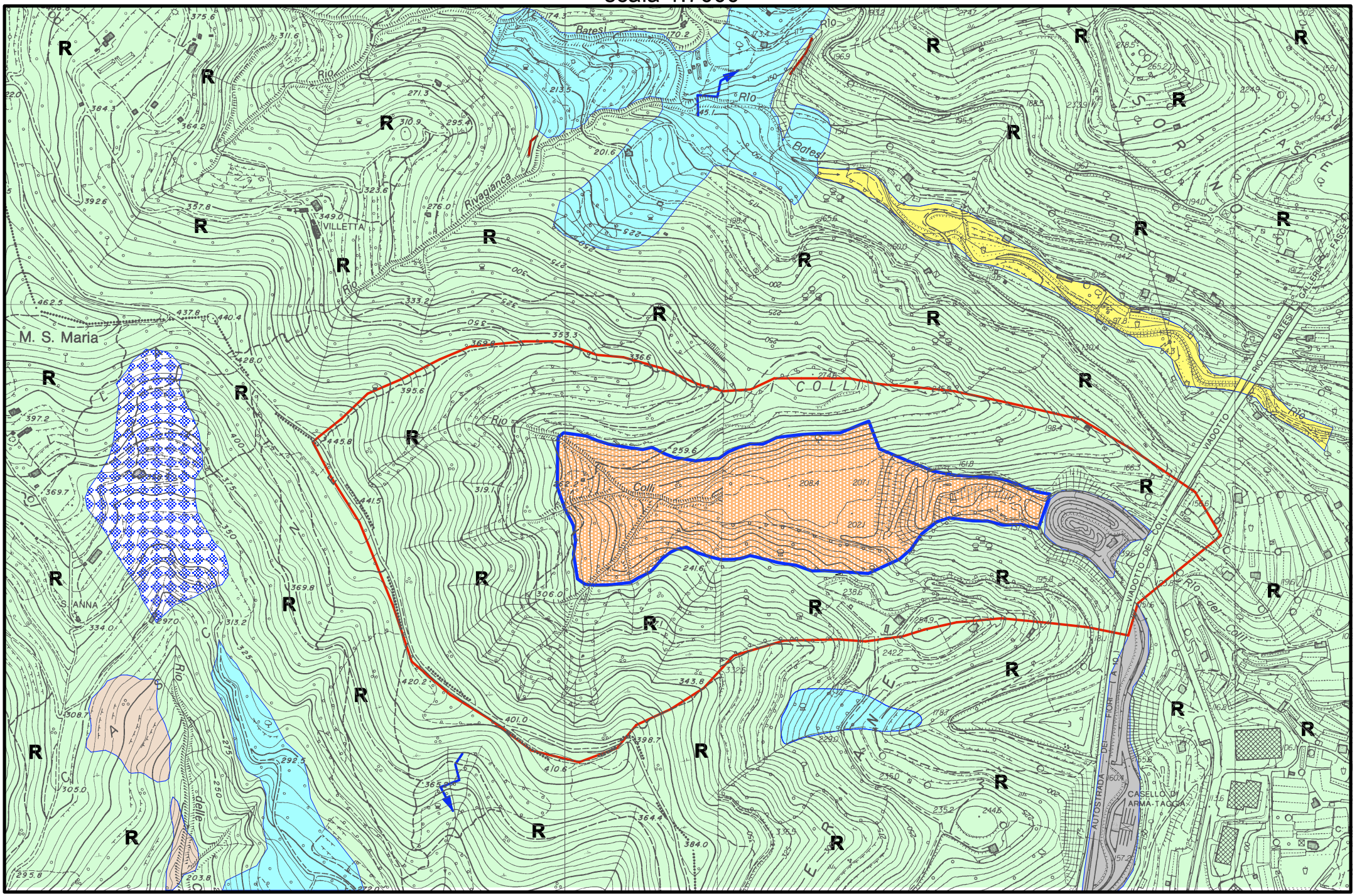
Unità tettonica Sanremo M. Saccarello affiorante:
Flysch di Sanremo - Membro "San Lorenzo":
strati arenaceo argillitici con intercalazioni
di calcilutiti e rari strati marnoso arenacei



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

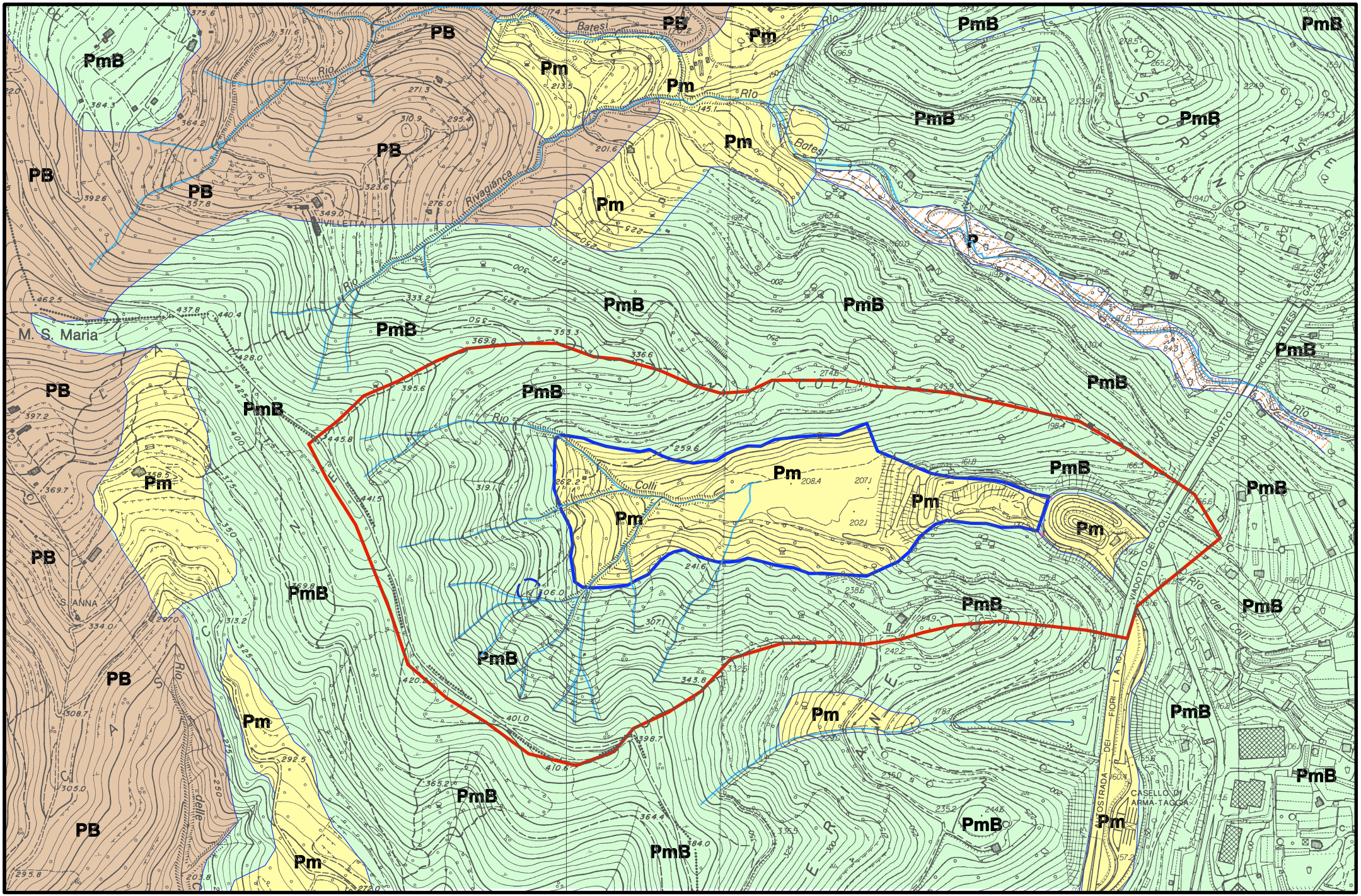


Nicchia di distacco

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

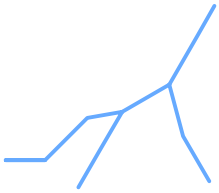
Permeabilità bassa (valori medi dell'ammasso roccioso) con 10-5 > K > 10-6 cm/sec (formazione rocciosa flyschoide)



Limite bacino sotteso



Sorgente



Linea di impluvio

PLANIMETRIA GENERALE CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOSISMICHE

scala 1 : 3000

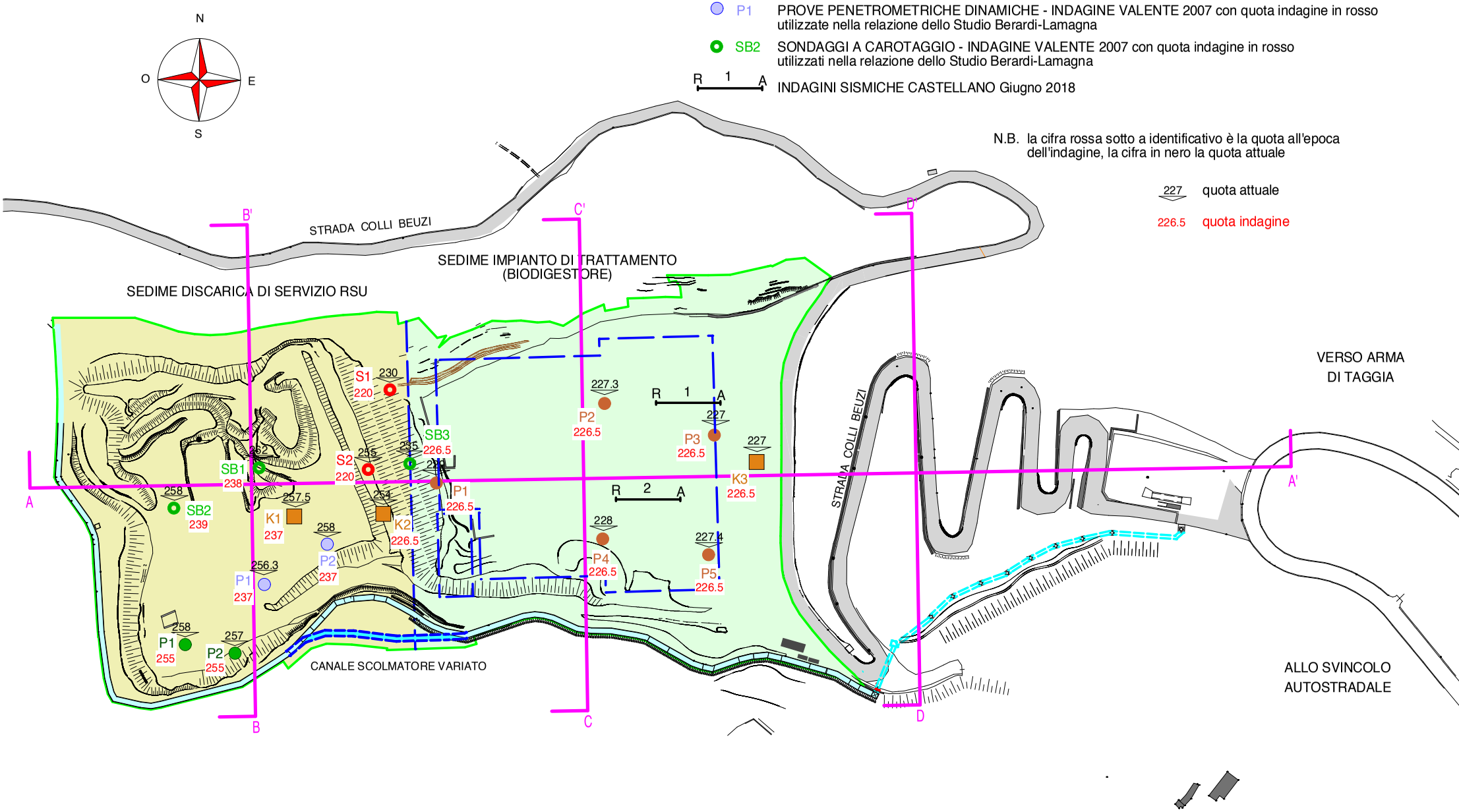
LEGENDA

- S1 — SONDAGGI - INDAGINE CASTELLANO 1998 con quota indagine in rosso
- P3 — PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE - INDAGINE VALENTE 2003 con quota indagine in rosso utilizzate nella relazione dello Studio Berardi-Lamagna
- K1 — PROVE DI PERM. A CARICO VAR. - INDAGINE VALENTE 2005 con quota indagine in rosso utilizzate nella relazione dello Studio Berardi-Lamagna
- P1 — PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE - INDAGINE VALENTE 07-05-2007 e 26-06-2007 con quota indagine in rosso utilizzate nella relazione dello Studio Berardi-Lamagna
- P1 — PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE - INDAGINE VALENTE 2007 con quota indagine in rosso utilizzate nella relazione dello Studio Berardi-Lamagna
- SB2 — SONDAGGI A CAROTAGGIO - INDAGINE VALENTE 2007 con quota indagine in rosso utilizzati nella relazione dello Studio Berardi-Lamagna
- R 1 A — INDAGINI SISMICHE CASTELLANO Giugno 2018

N.B. la cifra rossa sotto a identificativo è la quota all'epoca dell'indagine, la cifra in nero la quota attuale

227 quota attuale

226.5 quota indagine



PDF