

COMUNE DI CALIZZANO

PROVINCIA DI SAVONA

SISTEMA FOGNARIO COMUNALE PER RACCOLTA E TRATTAMENTO ACQUE REFLUE A SERVIZIO DEI TERRITORI COMUNALI DI CALIZZANO E BARDINETO

Danni alluvionali subiti dal sistema fognario ed impianto di depurazione a seguito eventi del 24 Novembre 2016

Lavori per ripristino funzionalità collettori fognari e impianto di depurazione

Finanziamento Regione Liguria con O.C.D.P.C. n° 434 del 11.01.2017
Primo Piano Stralcio interventi prioritari acquedotti, fognature, depuratori, discariche.
Importo Complessivo € 850.800,32

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

All. 4 – Relazione geologica-geotecnica e pericolosità sismica di base

(a cura del Dott. Geol. Flavio Saglietto)

Il progettista

Dott. Ing. Mauro Prando

Via Famagosta 3

C.F. PRN MRA 48C31I480H

P.I. 00335170098

E-Mail P.e.c. mauro.prando1@ingpec.eu

17100 Savona

Comune di Calizzano

Responsabile U.T.C.

Geom. Roberto Riolfo

Maggio 2018

SOMMARIO

PREMESSA.....	1
NORMATIVE DI RIFERIMENTO	2
UBICAZIONE E MORFOLOGIA	3
RELAZIONE GEOLOGICA.....	5
ANALISI DELLA TOPOGRAFIA E DELLA MORFOLOGIA	6
INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	13
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	15
RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO MECCANICI DEI TERRENI	16
TERRE E ROCCE DA SCAVO	18
ANALISI DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE	19
MODELLO GEOLOGICO N.T.C. 2008.....	20
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	21
CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE E DEFINIZIONE DEI VALORI	
CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	22
SINTESI TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI	24
SCHEMA DIMENSIONAMENTO GEOTECNICO DI CUI NTC (AGGIORNAMENTO 2018).....	34
PERICOLISITA' SISMICA DI BASE	35
PREMESSA	36
AZIONE SISMICA	37
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	37
CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONE LIGURIA.....	40
CONCLUSIONI.....	41

PREMESSA

La presente relazione geologica è stata eseguita a corredo del progetto dei lavori per il ripristino funzionalità collettori fognari e impianto di depurazione a seguito a seguito dei danni occorsi nell'evento alluvionale del 24 Novembre 2016d (Finanziamento Regione Liguria con D. C.D. n. 09 dello 04.05.2017 -Primo Piano Stralcio interventi prioritari acquedotti, fognature, depuratori, discariche.).

L'indagine fa riferimento all'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018 e alla circolare esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Circolare 2 febbraio 2009, n. 617" (nelle more dell'emanazione della nuova Circolare è possibile seguire le indicazioni riportate nella precedente, per quanto non in contrasto con quanto riportato nel nuovo DM 17.01.2018). Il territorio in esame è riportato nell'elenco regionale dei comuni in zona sismica 3 ai sensi dell'Opcm 3519/06 (nuova classific. sismica reg. Liguria) e della conseguente Dgr. n. 216/2017.

Le ricerche e gli studi svolti sono stati finalizzati alla valutazione degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici dell'area di sedime allargata ad un intorno dimensionale sufficientemente significativo nonché una puntuale analisi delle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni e delle litologie presenti in loco.

La verifica del progetto comprende, tra l'altro, l'accertamento degli assetti geologici, geomorfologici e geotecnici in relazione alle soluzioni tecniche proposte che dal punto di vista funzionale riguardano il ripristino della tubazione fognatizia danneggiata dall'alluvione del Novembre 2016 e delle opere d'arte connesse (difese spondali danneggiate, briglie di attraversamento ect.)

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Aggiornamento Norme tecniche per le Costruzioni 2018

Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.I. 14 gennaio 2008" - Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

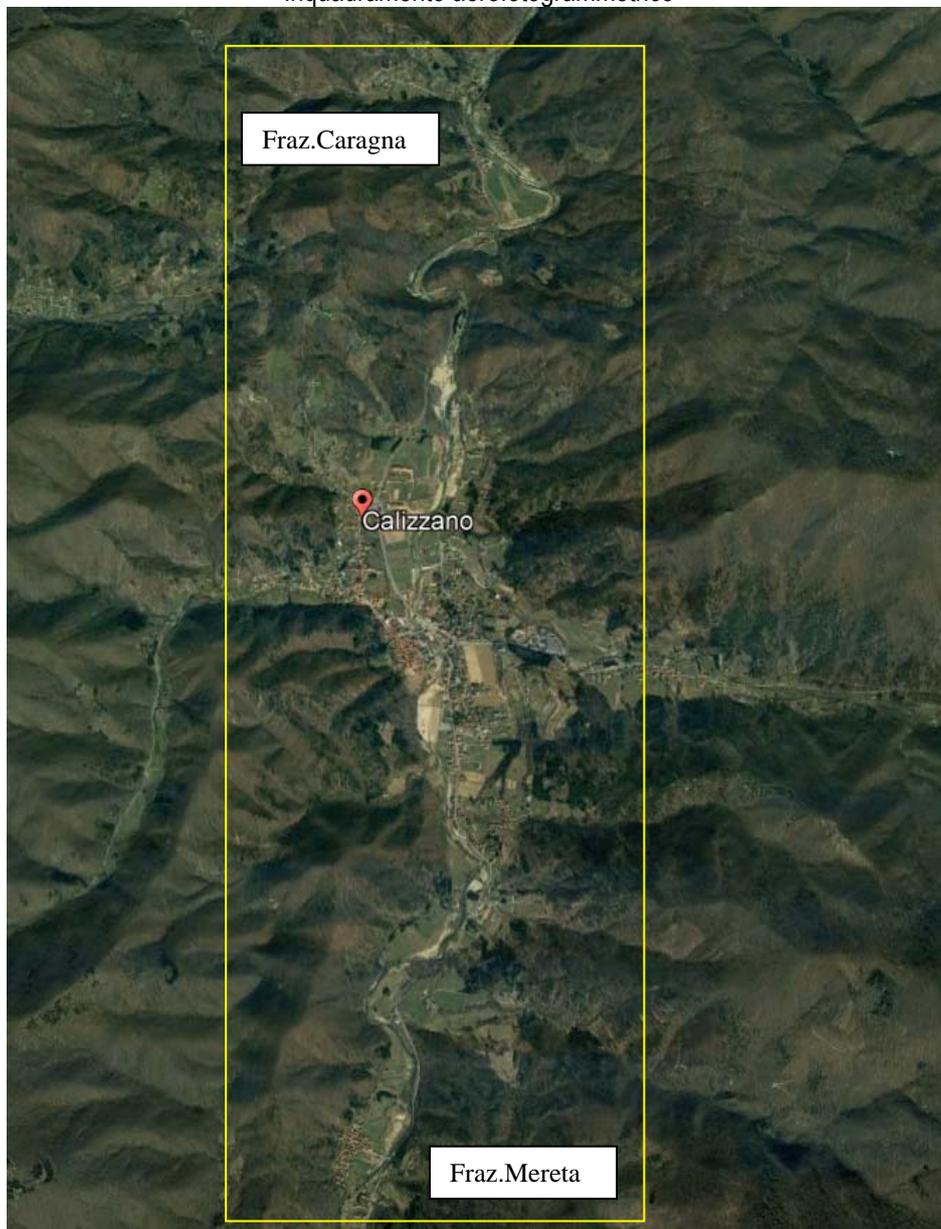
Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

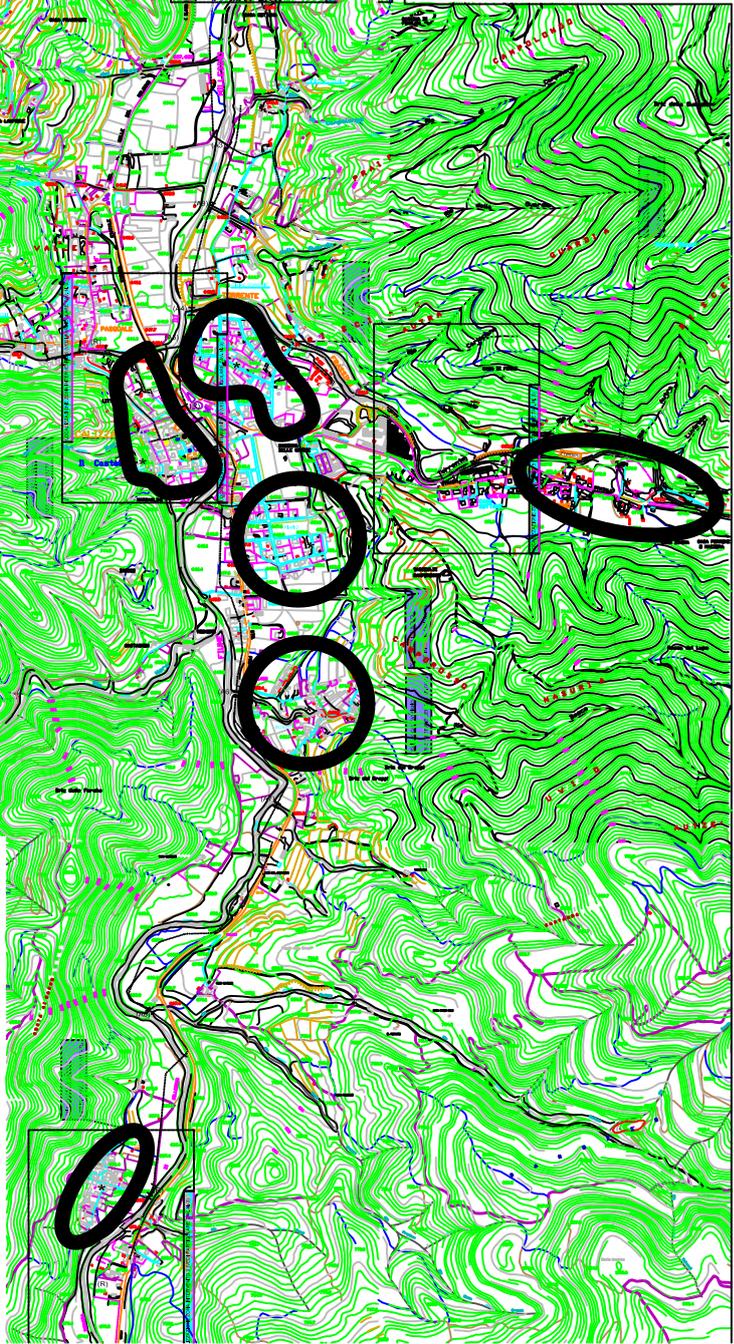
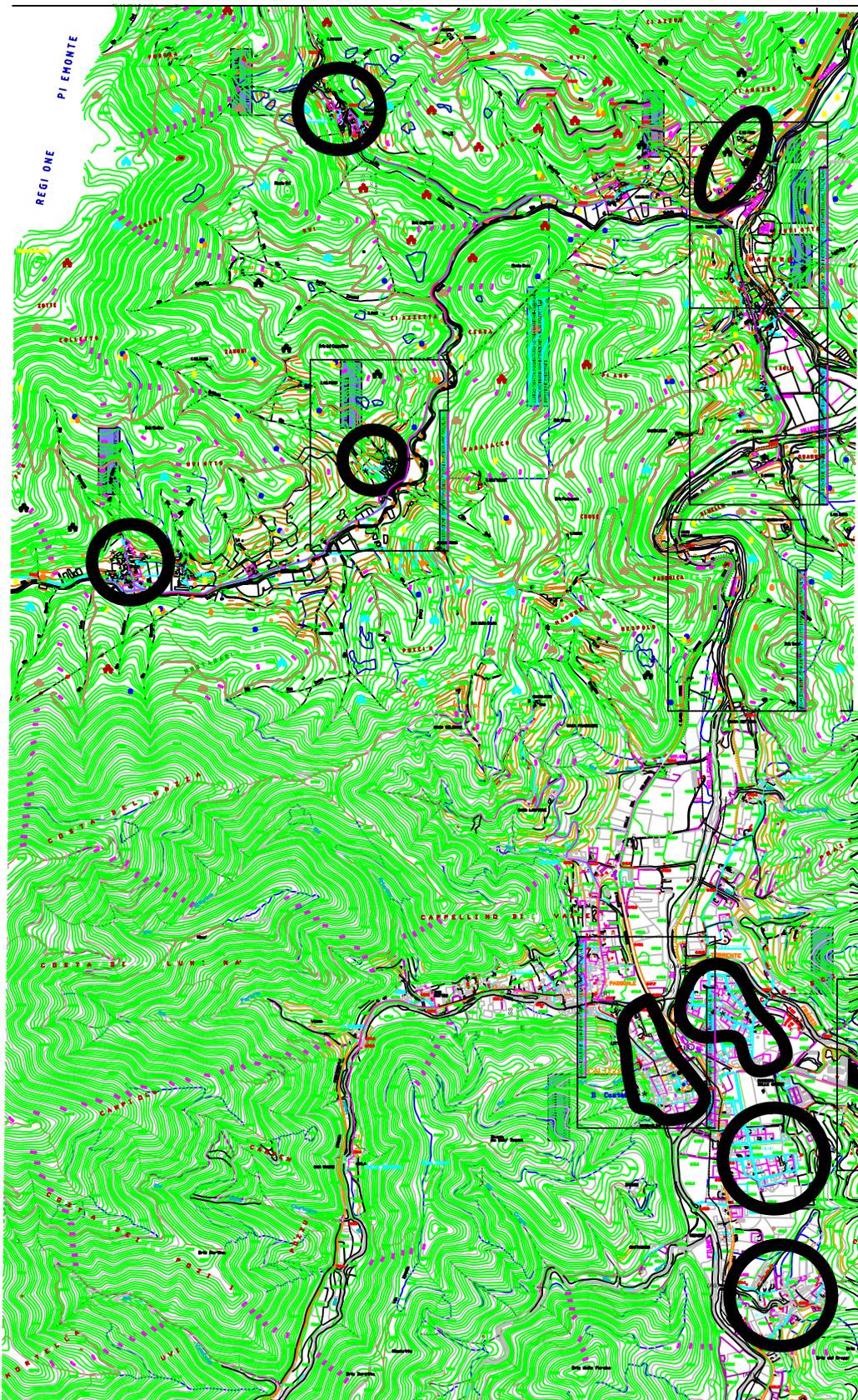
Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

UBICAZIONE E MORFOLOGIA

Il tracciato fognario si snoda nel suo percorso, per una lunghezza di oltre 5 km (tra la frazione Mereta e la frazione Caragna), nel fondo valle della pianura, dove affiorano i sedimenti alluvionali della Bormida e dei suoi affluenti (Rio Vetria, T.Frassino, Rio Valle oltre a corsi d'acqua minori) il tutto nel comune di Calizzano. Il tracciato fognario, a tratti, costeggia il sistema delle difese spondali dei principali corsi d'acqua, oltre ad attraversamenti in sub-alveo degli stessi. Il sistema complessivo è collegato al depuratore centrale posto in frazione Caragna in sponda destra della Bormida.

Inquadramento aerofotogrammetrico





RELAZIONE GEOLOGICA

ANALISI DELLA TOPOGRAFIA E DELLA MORFOLOGIA

Il tracciato fognario si snoda nel suo percorso nel fondo valle della pianura, dove affiorano i sedimenti alluvionali della Bormida e dei suoi affluenti (Rio Vetria, T.Frassino, Rio Valle oltre a corsi d'acqua minori) il tutto nel comune di Calizzano . Il tracciato fognario, a tratti, costeggia il sistema delle difese spondali dei principali corsi d'acqua, oltre ad attraversamenti in sub-alveo degli stessi. Il sistema complessivo è collegato al depuratore centrale posto in frazione Caragna in sponda destra del Bormida

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

✓ ASSETTO GEOLOGICO REGIONALE

Nelle pubblicazioni scientifiche e nella cartografia geologica ufficiale l'area è stata trattata, tra l'altro, nei seguenti documenti:

- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - Scala 1:100.000 (Fg. 92–93 – Albenga Savona).
- BONI A., CERRO A., GIANOTTI R. & VANOSI M. (1971) - Note illustrative della Carta geologica d'Italia. Foglio 92-93, Albenga-Savona. Serv. Geol. D'It.: pp. 143, Roma.
- VANOSI M. e Alii –Geologia delle Alpi Liguri: dati, problemi , ipotesi (1984) – Mem.Soc.Geol. It.
- CORTESOGNO L. – Metamorfismo e magmatismo prealpini nel basamento e nel tegumento delle Alpi Liguri (1984) – Mem.Soc.Geol. It.
- SAGLIETTO F. - RELAZIONE GEOLOGICA PRG di CALIZZANO (1990).
- CARG - Carte Geologiche sc. 1:25000 riferite al Foglio 228 Cairo Montenotte sc. 1:50000.
- DALLAGIOVANNA G. e Alii -NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 FOGLIO 228- CAIRO MONTENOTTE (2011).

La geologia dell'alta Val Bormida s'inquadra nell'evoluzione del "Brianzonese ligure interno" e l'assetto tettonico è contraddistinto da un basamento di rocce cristalline alloctone precarbonifere ascrivibili all'Unità di "Calizzano- Savona" e meglio conosciute come "massiccio di Calizzano" e da un substrato stratigrafico costituito da un tegumento permocarbonifero con copertura mesozoica assai sottile che forma l'"Unità di Mallare". Affiorano rocce granitiche e amphibolitiche, gneissiche , scisti e porfiroidi, conglomerati quarzatici e filladi, quarziti e calcari dolomitici.

Nel fondo valle prendono corpo i depositi alluvionali terrazzati plioquaternari. Si riconoscono almeno due ordini di terrazzi riferibili al FLUVIALE ANTICO E RECENTE PADANO e nell'ambito propriamente fluviale prendono corpo le alluvioni d'alveo attivo.

Figura 1 - schema tettonico del territorio comunale di Calizzano

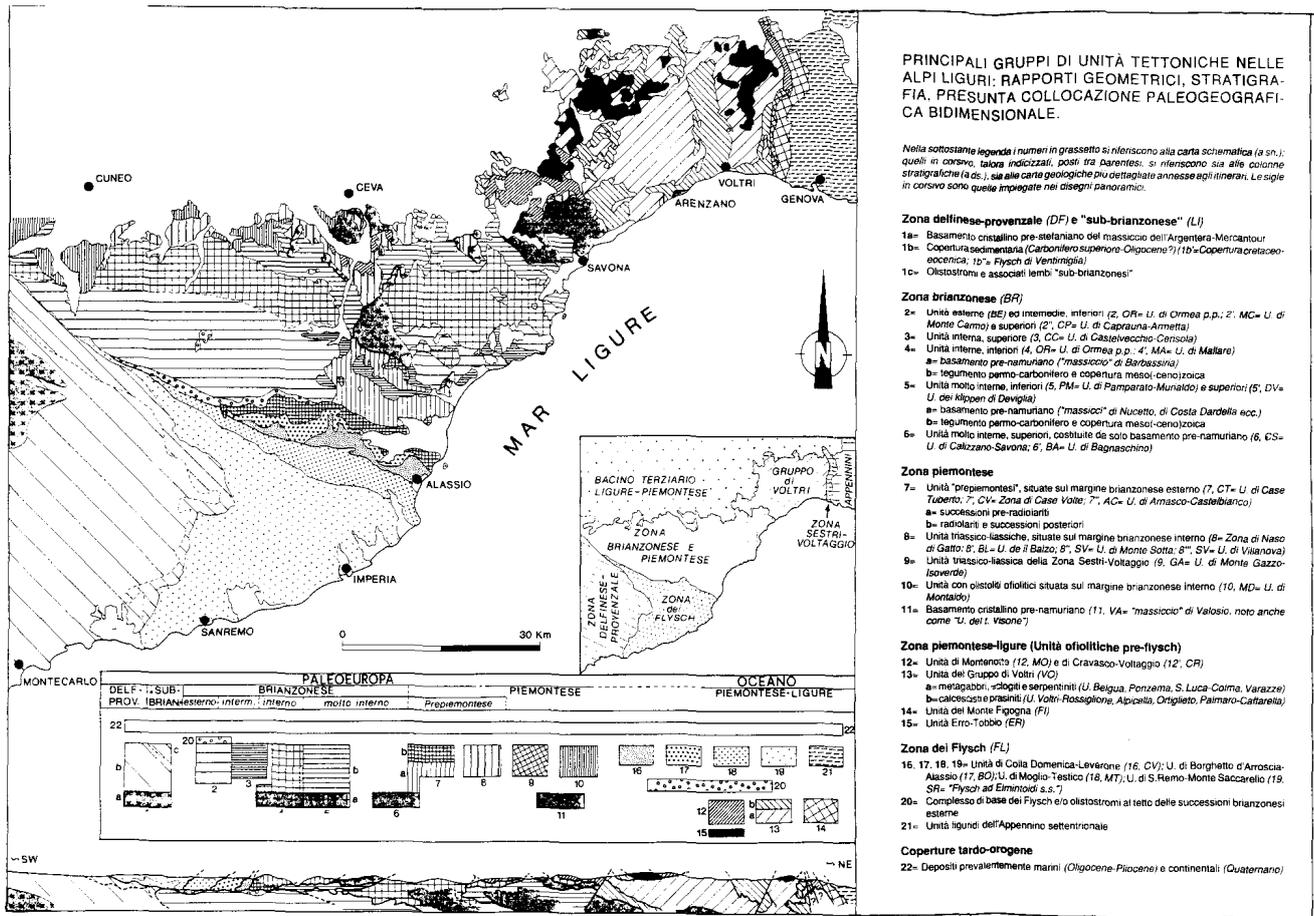
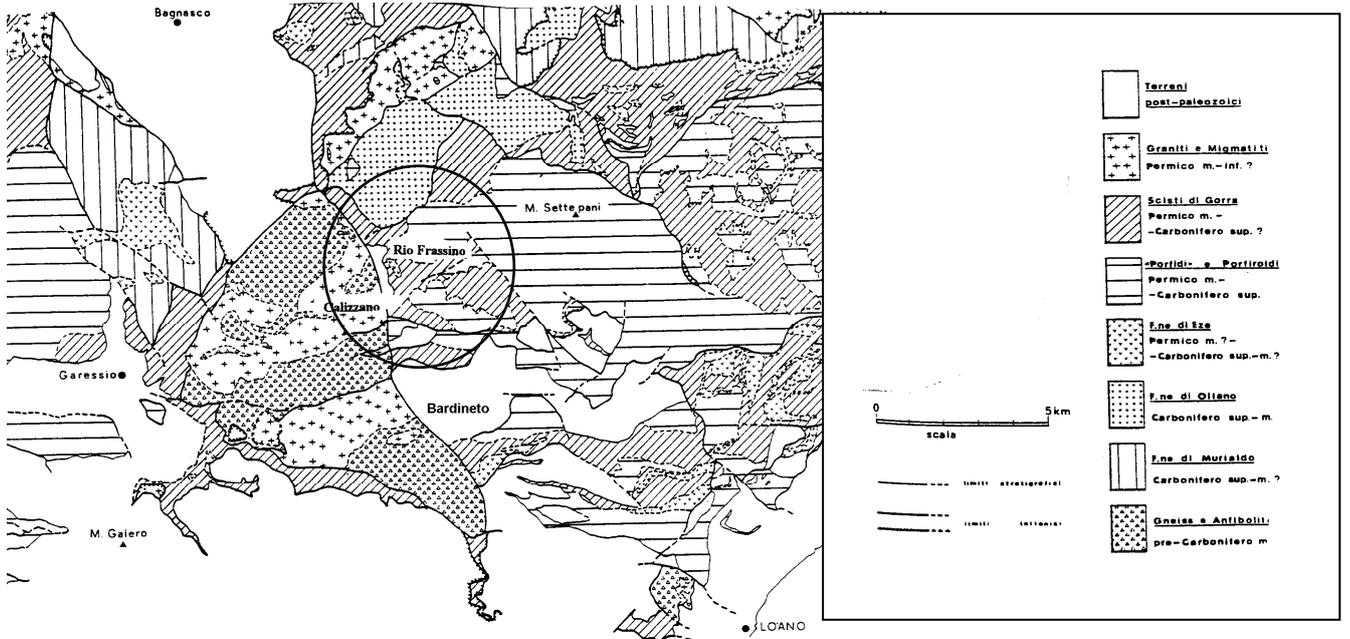
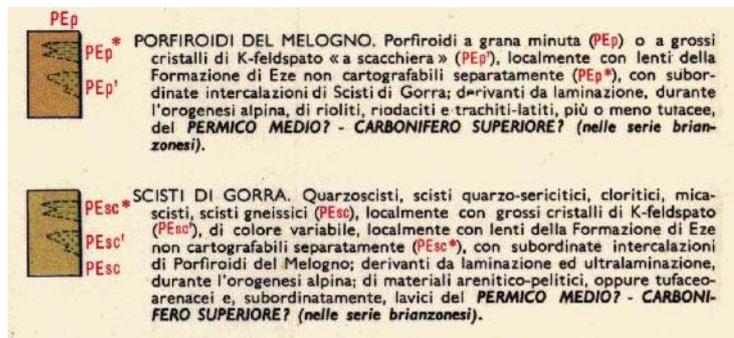
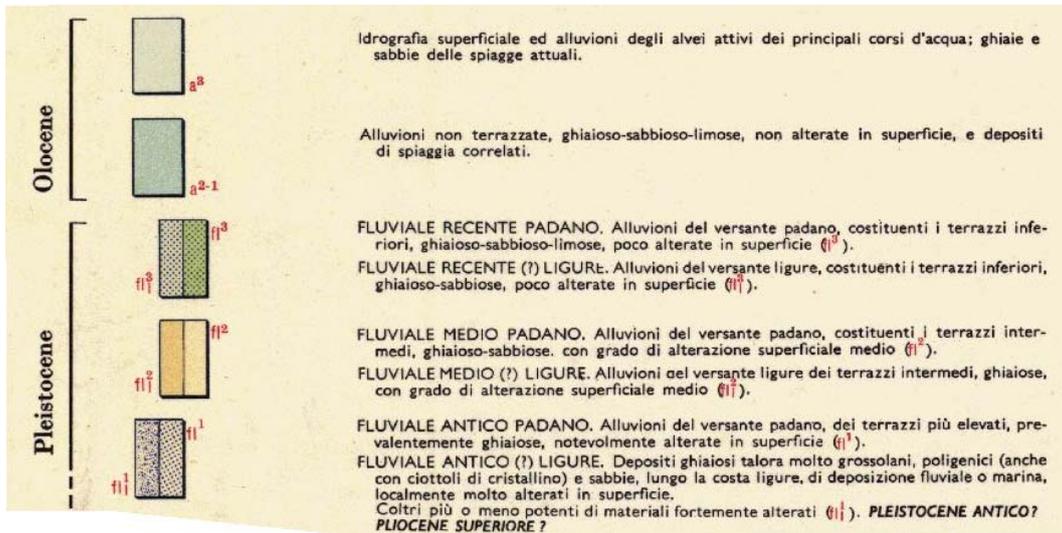
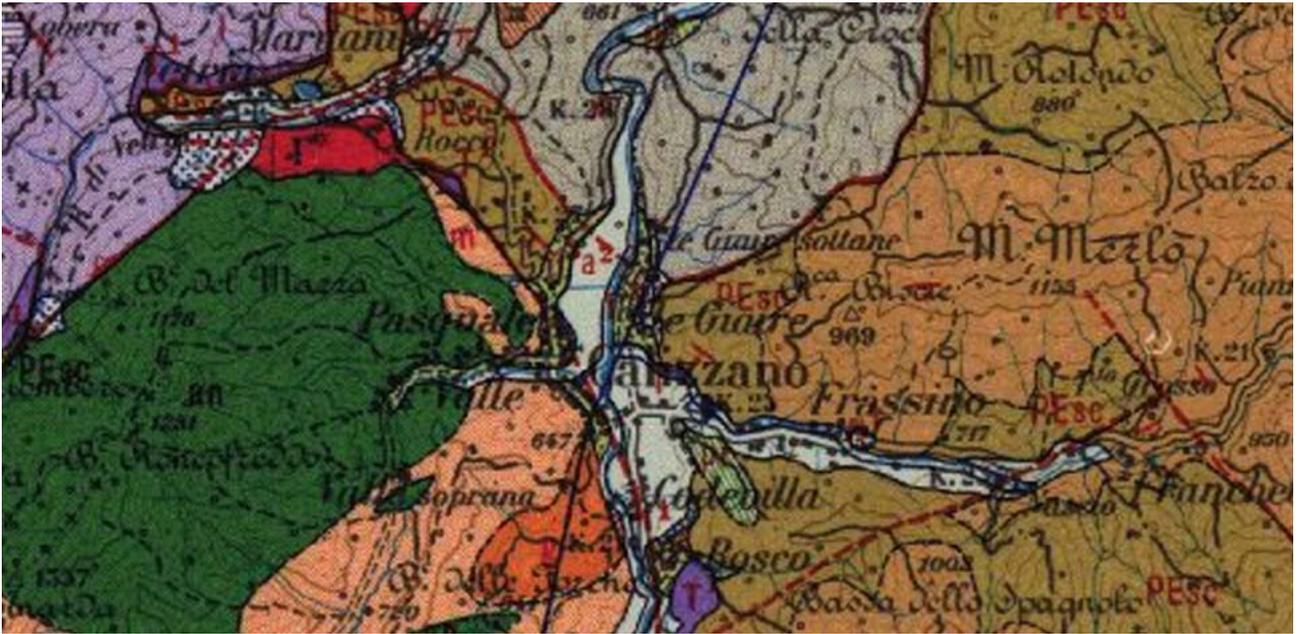
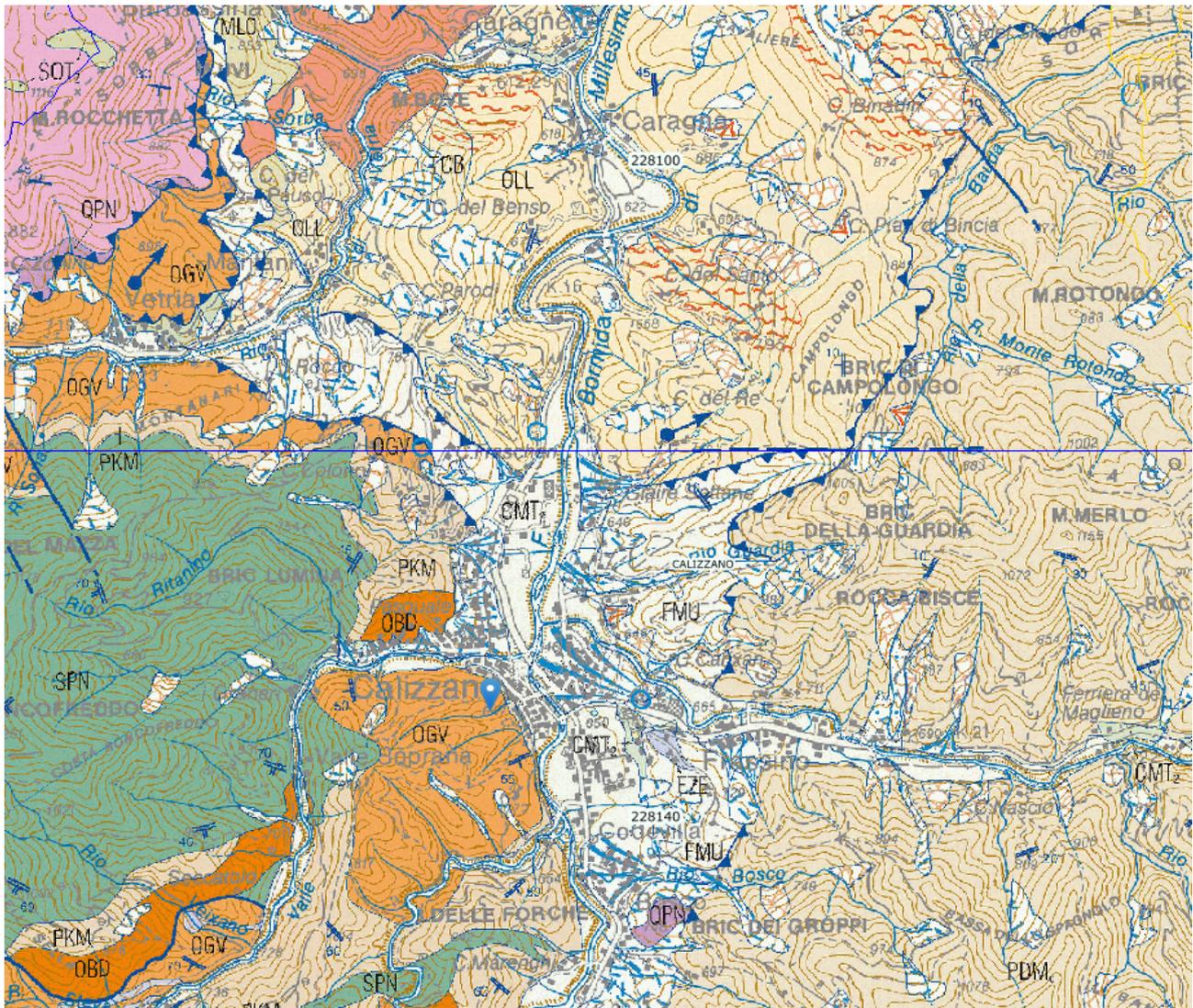


Figura 2- geologia schematica del territorio comunale di Calizzano







SINTEMA DI CAIRO MONTENOTTE

Subsistema di Rocchetta Cairo

CMT₃

Depositi essenzialmente ghiaiosi, solitamente a tessitura clasto-sostenuta, localmente contenenti rilevanti quantità di matrice sabbiosa e clasti di dimensioni anche pluridecimetriche. Alterazione pressoché nulla (2.5 Y). Costituiscono l'attuale fascia di esondazione delle Bormide e dei loro principali affluenti nonché le basse superfici terrazzate sospese a non più di 6-8 m dall'alveo, esondabili in caso di piena eccezionale (depositi fluviali).

OLOCENE - ATTUALE

Subsistema di Dego

CMT₂

Depositi, moderatamente alterati (10YR), costituiti da ghiaie grossolane arrotondate per lo più a tessitura clasto-sostenuta, con clasti di dimensioni pluricentriche, fino a decimetriche, localmente con abbondante matrice sabbioso-limosa. Talora le ghiaie si presentano in strutture lentiformi mal definite caratterizzate da matrice meno abbondante. Spesso sono presenti coltri di esondazione di spessore decimetrico di natura sabbiosa e caratterizzati da laminazione piano-parallela. Costituiscono superfici terrazzate rialzate al più di 20 m sull'alveo attivo (depositi fluviali).

PLEISTOCENE SUP.-OLOCENE

✓ Assetto geologico locale

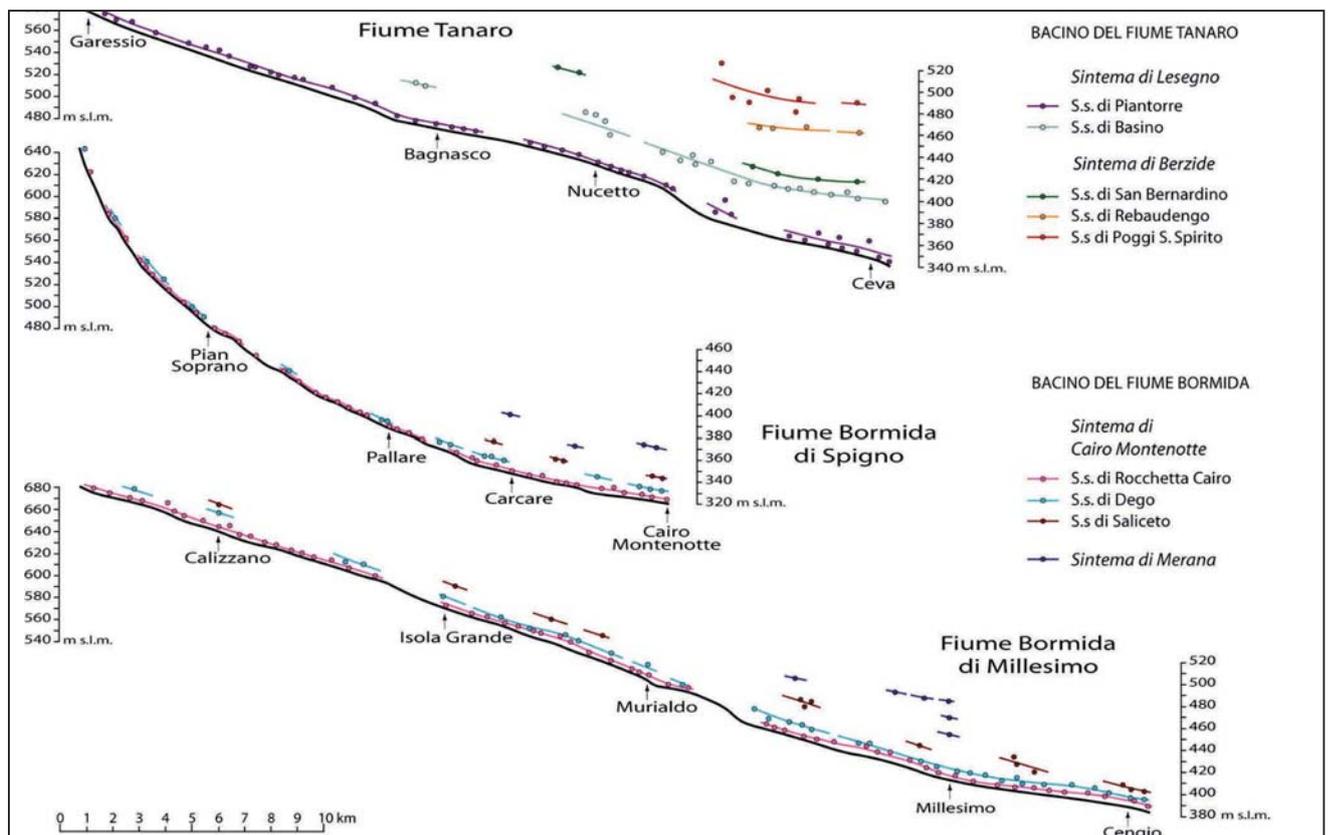
La piana alluvionale di Calizzano è caratterizzata da sedimenti alluvionali terrazzati su almeno due “ordini” posti a quote diverse in relazione alle forme di deposizione e all’evoluzione morfo - dinamica dei corsi d’acqua in conseguenza della storia neotettonica pleisto-olocenica di questo settore della Liguria occidentale.

Si riconoscono i lembi terrazzati che sono posti direttamente in continuità con la piana alluvionale recente, rispetto alla quale risultano rialzati tra i 10- 20 m. . Essi appaiono circoscritti e localizzati principalmente nella Bormida di Millesimo nella parte interna dei meandri più ampi (Isola Grande) ed in corrispondenza dei tratti dove la valle si allarga leggermente dopo aver attraversato settori particolarmente inforrati in loc.Caragna. Dal punto di vista litologico questi depositi alluvionali risultano costituiti da ghiaie grossolane arrotondate di dimensioni pluri-centimetriche, localmente con abbondante matrice sabbioso-limosa, e normalmente privi di strutture sedimentarie, fatta eccezione per la presenza di strutture lentiformi molto mal definite caratterizzate da minor abbondanza di matrice. I depositi appaiono spesso coperti da coltri di esondazione di spessore decimetrico di natura sabbiosa e caratterizzati da laminazione piano-parallela. (nella letteratura geologica recente sono cartografati con la sigla CMT2 - Subsistema di Deigo) e la loro età è riferibile al Pleistocene superiore-Olocene.

Il sistema terrazzato inferiore è disposto lungo gli attuali fondovalle del F. Bormida e dei suoi affluenti principali (T.Frassino, Rio Vetrica e Valle , Rio Nero) e i depositi di questo sono terrazzati con superfici “sospese” a quote non superiori ai 6-8 m dall’alveo fino a fondersi con le alluvioni di fondo attivo. Gli alvei nei quali scorrono i corsi d’acqua citati presentano solo localmente sottili coperture alluvionali mentre, frequentemente, il substrato risulta (a tratti) direttamente affiorante. I sedimenti hanno tessitura ghiaiosa anche con clasti pluridecimetrici e localmente contenenti rilevanti di matrice sabbiosa (nella letteratura geologica recente sono cartografati con la sigla CMT3 - Subsistema di Rocchetta Cairo) e la loro età è riferibile all’Olocene-Attuale.

Sono anche presenti conoidi alluvionali ubicati in corrispondenza delle confluenze di molti affluenti tributari dei corsi d’acqua principali che talvolta assumono caratteristiche di

depositi da “debbi flow” ed in particolare si osservano, nel comune di Calizzano, due conoidi formati dal Rio Barozzo e dal Rio Bosco di una certa estensione e potenza. I sistemi a “conoide” o “debris flow” si presentano frequentemente reinciisi e terrazzati sia rispetto ai corsi d’acqua tributari sia rispetto alla Bormida. La loro età è riferibile al Pleistocene superiore-Olocene.



profili morfostratigrafici dei fiumi Tanaro, Bormida di Spigno (ramo di Pallare) e Bormida di Millesimo.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'assetto geomorfologico risulta condizionato dalla stretta morfologia valliva e dalla presenza di terrazzi alluvionali e conoidi che bordano i retrostanti pendii assai acclivi e dai corsi d'acqua ed in particolare della Bormida.



La superficie di appoggio "basale" del bed-rock è di natura erosiva ma raramente visibile in

relazione alle coperture all'intensa antropizzazione delle area di fondovalle, e dalla presenza di difese spondali che delimitano gli alvei.

Le principali vulnerabilità idrogeomorfologiche del contesto riguardando le esondazioni ed i fenomeni erosivi connessi con danni alle arginature e alle infrastrutture poste in vicinanza dei principali corsi d'acqua.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nella piana alluvionale si sviluppa la falda di sub alveo alimentata dal Bormida con rapporto diretto tra falda e sistema fluviale; l'alimentazione è garantita dai processi di dispersione in sub alveo e, in parte, da apporti laterali minori provenienti dai versanti. Il livello della falda è di tipo prevalentemente libero con la piezometrica influenzata dal corso d'acqua, orientativamente il livello freatico risulta intorno a 1-3m

Il contesto considerato è interessato da un acquifero che si adatta alle marcate variazioni tessiturali e litologiche in senso verticale e orizzontale.

La falda superficiale si esplica nel sedimento d'alveo di natura sabbiosa ghiaiosa che ha buone caratteristiche di permeabilità.

La falda ha un rapporto diretto con il corso d'acqua e rientra nel classico schema idrogeologico del tipo "sistema globale acquifero/fiume". Misure eseguite in periodi diversi confermano che la quota piezometrica della falda superficiale è legata direttamente al pelo libero delle acque fluenti .

I terreni alluvionali risultano avere permeabilità per porosità molto buona ma bassa trasmissività data la potenza ridotta delle coltri alluvionali dell'ordine di pochi metri. Nei depositi terrazzati e nelle coltri detritiche a matrice argillosa al piede del versante gli apporti sotterranei risultano in genere sono poco significativi e legati a scorrimenti sub-superficiali tra la coltre ed il substrato.

Possono quindi verificarsi interferenze tra la falda e gli scavi della trincea, laddove esiste, in particolare, acqua scorrente in superficie.

RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO MECCANICI DEI TERRENI

Gli andamenti geostratigrafici locali sono stati desunti mediante specifiche indagini in sito eseguite durante i lavori di somma urgenza per la riparazione di alcuni gravi danni alla fognatura a seguito dell'alluvione 2016. Di seguito si riportano in forma schematica la parametrizzazione litotecnica delle tipologie di terreno attraversate dalle indagini in sito che risultano in intervalli di diverso spessore e variamente disposti nella colonna stratigrafica.

✓ Terreno superficiale agrario- antropico e/o rimaneggiato (fino a 2 mt)

Litotecnica: Terreni misti - terreno vegetale, sabbie fini limose, sabbie , sabbie ghiaiose con limo, limi argillosi, riporti e rimaneggiamenti.

Parametri fisico – meccanici:

- peso di volume $\gamma_{nat} = 16 - 18$ kN/mc
- peso di volume $\gamma_{sat} = 17 - 19$ kN/mc
- angolo d'attrito $\varphi = 26^\circ - 31^\circ$
- coesione $c' = 0 - 20$ kN/mq

✓ Sedimenti d'alveo attivo (spessore variabile)

Litotecnica: Terreni granulari -Sedimenti grossolani ricadenti granulometricamente nel campo della ghiaia grossa, dei ciottoli e dei blocchi, sabbia e la loro natura è caratteristica del bacino di alimentazione con prevalenza di ciottoli di rocce metamorfiche pre- permocarbonifere e carbonifere (graniti, porfiroidi, scisti, gneiss, anfiboliti ect.).

Parametri fisico – meccanici:

- peso di volume $\gamma_{nat} = 17 - 19$ kN/mc
- peso di volume $\gamma_{sat} = 19 - 20$ kN/mc
- angolo d'attrito $\varphi = 32^\circ - 36^\circ$
- coesione $c' = 0$ kN/mq

✓ Alluvioni terrazzate (spessore variabile)

Litotecnica: Terreni granulari - Ghiaie grossolane arrotondate di dimensioni pluricentriche, localmente con abbondante matrice sabbioso-limosa, e normalmente privi di strutture sedimentarie, fatta eccezione per la presenza di strutture lentiformi molto mal definite caratterizzate da minor abbondanza di matrice (geologia sigla CMT2); ghiaie on clasti

pluridecimetri e localmente contenenti rilevanti di matrice sabbiosa e subordinata presenza di limi o limi argillosi. (geologia sigla CMT3)

Parametri fisico – meccanici:

- peso di volume $\gamma_{nat} = 17 - 19$ kN/mc
- peso di volume $\gamma_{sat} = 19 - 20$ kN/mc
- angolo d'attrito $\varphi = 29^\circ - 35^\circ$
- coesione $c' = 0-10$ kN/mq

✓ **Substrato roccioso**

Litotecnica: Rocce - Conglomerati quarzitici, gneiss metamorfici, scisti quarzosi e quarzosericitici. I litotipi pur nella loro eterogeneità si presentano interessati da fenomeni di cataclasi, alterazione diffusa all'intero ammasso roccioso ma particolarmente nella zona di cappellaccio. I principali sistemi di fratturazione definiscono un ammasso roccioso relativamente disarticolato in superficie e suddiviso in elementi di media/piccola dimensione di forma mediamente irregolare. Il substrato risulta avere caratteristiche geomeccaniche da mediocri a scadenti da mettersi in relazione alla densità di fratturazione tipico della masse rocciose calizzanesi.

Parametri fisico – meccanici:

- peso di volume $\gamma_{nat} = 22 - 26$ kN/mc
- angolo d'attrito $\varphi = 32 - 35^\circ$
- coesione $c' = 50-100$ kN/mq
- RQD = 25-50%
- Classif. Ammassi rocciosi Bieniawski (1976) = classe IV con qualità dell'ammasso mediocre.

N.B. i valori sopra indicati hanno unicamente funzione indicativa.

TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il contesto dei lavori riguarda aree senza prevedibili forme particolari di inquinamento in relazione all'uso pregresso del suolo. I movimenti terra risultano legati ai lavori di riparazione da attuarsi al collettore fognario ed in particolare per i ripristini degli attraversamenti in alveo e delle difese spondali danneggiate. I materiali di risulta, non riutilizzati in sito per le sole terre e rocce da scavo, saranno avviati a centro di trattamento autorizzato/pubblica discarica.

Per caratteristiche tipologiche, per quanto, osservabile e in base alla documentazione sull'uso regresso acquisita, i materiali di scavo nel caso fossero portati in discarica e/o in questione possono essere classificabili come *“Rifiuti speciali non pericolosi”* nelle categoria *“17 05 04 - terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03”* e *“17.09.04 - rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17.09.01, 17.09.02 e 17.09.03.”* per eventuali materiali proveniente dalla scogliere e cordoli danneggiati da rimuovere e ricostruire.

Nel caso il materiale sia riutilizzato nello stesso sito in cui è stato escavato o in altro sito in qualità di *“terra e roccia da scavo”* si dovrà fare riferimento al D.P.R. n.120 del 13/06/2017 *“Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'art.8 del decreto-legge 12 settembre 2014 n.133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n.164”*.

ANALISI DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE

Si elenca di seguito tutto quanto può essere un utile riferimento decisionale per il progettista:

Scenario di pericolosità	Presenza nella cartografia ufficiale e/o dati bibliografici	Quadro di pericolosità attuale	Grado di pericolosità potenziale	Note
Frane e movimenti di versante	si	assente	molto basso/basso	Il sito si localizza in un'area dove non sono osservabili dissesti e/o frane.
Crolli di massi	no	bassa	bassa	Trattasi di contesti fluviali in ambito di pianura
Esondazioni	sì	elevato	elevato	Sito posto in ambito di pianura antropizzata, interno alla perimetrazione delle fasce d'inondabilità del Fiume Bormida (Ea -Em)
Erosione areale e concentrata	si	elevato	elevato	I corsi d'acqua hanno caratteristiche torrentizie ed alternano tratti depositivi ad erosivi. Frequenti le erosioni laterali con danni alle difese spondali.
Cavità	no	assente	assente	Area non perimetrata in zona carsica
Subsidenza	no	assente	assente	Fenomeni non segnalati
Scavi e sbancamenti	-	-	Medio	Scavi o sbancamenti di rilevante importanza per la realizzazione delle opere in progetto. Tuttavia dovranno essere realizzate trincee provvisorie per le risistemazioni fognatizie in contesti fluviali e potrebbero risultare necessarie opere provvisoria di sostegno e "sbadacchiature".
Liquefazione	no	medio basso	medio-basso	terreno alluvionale eterogeneo prevalentemente a scheletro grossolano a matrice ghiaiosa
Faglie attive Rischio attivazione	No nelle immediate vicinanze	assente	assente	Non sono segnalate faglie attive in prossimità del sito
Faglie capaci Rischio attivazione	No nelle immediate vicinanze	assente	assente	Non sono segnalate faglie capaci in corrispondenza del sito
Sismica	Zona 3	medio	medio	MEDIO (sulla base della sismicità storica dell'area e della strutturazione sismo genetica della zona del ponente savonese e in relazione alla zonizzazione 3 ai sensi dell'Opdm 3519/06 e della Dgr. n. 216/2017)

MODELLO GEOLOGICO N.T.C. 2008

Il modello geologico del sito risulta caratterizzato da sedimenti attivi d'alveo depositati a più riprese dai corsi d'acqua che sfumano nei terreni alluvionali terrazzati plioquaternari. L'area risulta compresa sia in ambito a bassa pericolosità geologica ma soggetta a importanti fenomeni esondativi e rischi correlati ad erosione laterali e fondo da parte dei corsi d'acqua con danni alle difese spondali.

La zona sismica in cui ricade il comune è 3 dove gli eventi sismici, seppur di intensità minore, possano comunque creare danni.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE E DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

- ✓ Descrizione del programma delle indagini e delle prove e acquisizione dati geotecnici

L'intervento seppur avente notevole sviluppo lineare risulta ubicato in una zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico. I lavori, tra l'altro, risultano di tipo manutentivo con il ripristino di tratti discontinui danneggiati dall'alluvione del Novembre 2016.

Pertanto la caratterizzazione e la modellazione geotecnica è stata basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili da parte dello scrivente (NTC par. 6.2.2) anche in relazione agli accertamenti eseguiti in sito che hanno permesso di delineare con sufficiente approssimazione le caratteristiche dei terreni spondali e dell'alveo inciso del corso d'acqua del Bormida e dei suoi tributari laterali.

- ✓ Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici

Per *valore caratteristico* (V_k) di un parametro geotecnico si intende una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato; nello specifico quel valore quale è associata una prefissata probabilità di non superamento (non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove). Secondo le Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC (comma C.6.2.2) si possono utilizzare le seguenti combinazioni:

A) *Valori caratteristici circa uguali ai valori medi;*

B) *Valori caratteristici circa uguali ai valori minimi.*

Pertanto la sequenza da utilizzarsi ai fini progettuali è la seguente:

Valori medi (V_m) \longrightarrow *Valori Caratteristici*(V_k) \longrightarrow *Valori di Progetto* (V_d)

Nel presente caso, considerando che le indagini comprendono l'analisi di un elevato volume di terreno (si rende cioè possibile una accettabile compensazione delle eterogeneità dei valori geotecnici) si utilizza il caso A cioè:

$(V_m) \approx (V_k)$ (*valori caratteristici assimilabili ai valori geotecnici medi*)

La caratterizzazione dei terreni in relazione alla stratigrafia del sito è riportata di seguito.

- ✓ Stratigrafia e caratteristiche geotecniche

Dall'analisi dei dati provenienti da indagini effettuate in precedenza eseguiti in loco (studi e progetti della fognatura nel ventennio a cavallo del secolo scorso), correlate con il modello geologico locale, si evince che il sottosuolo è costituito a sedimenti tipici degli ambienti sedimentari alluvionali sia terrazzati che recenti.

✓ **Terreno superficiale agrario- antropico e/o rimaneggiato (fino a 2 mt)**

Terreni misti - terreno vegetale, sabbie fini limose, sabbie , sabbie ghiaiose con limo, limi argillosi, riporti e rimaneggiamenti.

- peso di volume $\gamma_{nat} = 16 - 19 \text{ kN/mc}$ [$V_{medio} = 18 \text{ kN/mc}$]
- peso di volume $\gamma_{sat} = 17 - 19 \text{ kN/mc}$ [$V_{medio} = 18,5 \text{ kN/mc}$]
- angolo d'attrito $\varphi = 26^\circ - 31^\circ$ [$V_{medio} = 28^\circ$]
- coesione $c' = 0 - 20 \text{ kN/mq}$ [$V_{medio} = \text{da } 0 \text{ kN/mq a } 10 \text{ kN/mq in relazione alla \% matrice fine}$]

✓ **Sedimenti d'alveo attivo (spessore variabile)**

Ghiaia grossa, dei ciottoli e dei blocchi e sabbia .

- peso di volume $\gamma_{nat} = 17 - 19 \text{ kN/mc}$ [$V_{medio} = 18 \text{ kN/mc}$]
- peso di volume $\gamma_{sat} = 19 - 20 \text{ kN/mc}$ [$V_{medio} = 19,5 \text{ kN/mc}$]
- angolo d'attrito $\varphi = 32^\circ - 36^\circ$ [$V_{medio} = 32^\circ$]
- coesione $c' = 0 \text{ kN/mq}$ [$V_{medio} = 0 \text{ kN/mq}$]

✓ **Alluvioni terrazzate (spessore variabile)**

Ghiaie grossolane arrotondate di dimensioni pluricentriche, localmente con abbondante matrice sabbioso-limosa, ghiaie e localmente contenenti rilevanti di matrice sabbiosa e subordinata presenza di limi o limi argillosi.

- peso di volume $\gamma_{nat} = 17 - 19 \text{ kN/mc}$ [$V_{medio} = 18 \text{ kN/mc}$]
- peso di volume $\gamma_{sat} = 19 - 20 \text{ kN/mc}$ [$V_{medio} = 19 \text{ kN/mc}$]
- angolo d'attrito $\varphi = 29^\circ - 35^\circ$ [$V_{medio} = 32^\circ$]
- coesione $c' = 0-10 \text{ kN/mq}$ [$V_{medio} = \text{da } 0 \text{ kN/mq a } 5 \text{ kN/mq in relazione alla \% matrice fine}$]

✓ **Substrato roccioso**

Rocce costituite da Conglomerati quarzifici, gneiss metamorfici, scisti quarzosi e quarzosericitici con caratteristiche geomeccaniche da mediocri a scadenti da mettersi in relazione alla densità di fratturazione.

- peso di volume $\gamma_{nat} = 22 - 26 \text{ kN/mc}$ [$V_{medio} = 24 \text{ kN/mc}$]
- angolo d'attrito $\varphi = 32 - 35^\circ$ [$V_{medio} = 34^\circ$]
- coesione $c' = 50-100 \text{ kN/mq}$ [$V_{medio} = 75 \text{ kN/mq}$]

SINTESI TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI

L'esondazione del 24/11/2016 del fiume Bormida e dei suoi tributari con eccezionali portate liquide associate a rilevanti fenomeni erosione e di trasporto di sedimento hanno provocato importanti danni al collettore principale della fognatura nera comunale con dissesti (parziali) ai molteplici attraversamenti in sub-alveo del fiume Bormida, asportazione di parti di scogliera, distruzione di pozzetti e intasamento delle tubazioni interrate. Altri importanti danni si sono registrati presso l'impianto di depurazione in frazione Caragna.

I lavori previsti risultano si articolano in ripristino, ricostruzione, straordinaria manutenzione di opere a rete ed impianti esistenti danneggiati da eseguire nelle stesse sedi e giaciture delle preesistenze, salvo minimali modifiche tese alla loro migliore funzionalità. Nel caso trattasi per le condotte da ricostruire in loco lungo la sede attuale di quelle divelte, occluse o irreparabilmente danneggiate con nuove di analoghe caratteristiche idrauliche, ma con miglioramenti qualitativi nei materiali ovvero tramite recupero funzionale di esistenti pozzetti di ispezione o risistemazione di attraversamenti fluviali e relative opere di protezione nonché di parti di scogliere di difesa arginali danneggiate. Infatti le prestazioni idrauliche delle nuove tubazioni saranno analoghe per diametro alle esistenti ma con prestazioni idrauliche e di resistenza superiori stante la migliore qualità dei materiali e di scorrevolezza. Le nuove tubazioni previste saranno in P.E. del tipo a doppia parete strutturata del diametro esterno di 350 mm e diametro utile interno di 300 mm (o minori), classe di rigidità tipo SN 16 kN/Mq con giunti elastici.

Sono previste nei tratti di intervento sistemazioni provvisorie e definitive dell'alveo e del cantiere stesso, compresa la movimentazione di materiale litoide (senza allontanamento all'esterno dello stesso dal contesto fluviale) ed eventuali canali di deviazione delle acque (laddove necessari). A fine lavori sarà ripristinata la naturalità e la morfologia del corso d'acqua senza alterazioni al deflusso delle acque scorrenti.

Si riportano in forma tabellare i principali interventi oggetto del progetto:

INTERVENTO 1 / Lavori di rifacimento tratto linea fognatura in zona ponte Caragna – Chiusa-Idroelettrica
INTERVENTO 2 / Lavori di rifacimento tratto linea fognatura in zona Madonnetta - Stagnacci
INTERVENTO 3 / Lavori di rifacimento tratti linee fognatura in zona Mereta
INTERVENTO 4 / Lavori di rifacimento muro di contenimento e tratto linea fognatura in zona Capoluogo – Ponte Nuovo
INTERVENTO 5 / Lavori di rifacimento tratto linea fognatura in zona Frassino
INTERVENTO 6 / Lavori di rifacimento tratto linea fognatura in zona Pasquale -Rio Valle
INTERVENTO 7 /Lavori di rifacimento tratto linea fognatura in zona Vetria - Maritani
INTERVENTO 8 / Lavori di ripristino funzionalità impianto di depurazione in località Caragna
INTERVENTO 9 / Lavori di ripristino briglie e difese varie della fognatura in zone di attraversamento di corsi d'acqua
INTERVENTO 10 / Lavori di ripristino e revisione pozzetti di ispezione ed allaccio lungo linee fognatura

✓ *INTERVENTO 1 / Lavori di rifacimento tratto linea fognatura in zona ponte Caragna – Chiusa-Idroelettrica*

Localizzazione:

Frazione Caragna zona a monte del ponte della SP. 490 del Melogno - a monte del ponte Provinciale ed a valle di un'esistente briglia con captazione idro-elettrica posta sul fiume Bormida.

Tipologia dei danni occorsi :

Danni alla condotta fognaria del diametro interno di 300 mm in gres ceramico con occlusioni e rotture.

Lavori di riparazione in progetto:

Sostituzione della tubazione danneggiata per circa 55 m con la messa in sicurezza tramite la ricostruzione e protezione della parte di condotta (nel tratto irrimediabilmente sprofondato) con la posa di una nuova tubazione definitiva, convenientemente consolidata, che colleghi la tubazione danneggiata al pozzetto posto nel campo a valle del ponte.

La lunghezza dell'intervento è pari a circa mt. 55; per il consolidamento e la protezione della sponda sinistra erosa durante l'evento alluvionale sarà inoltre necessaria la costruzione di una scogliera in massi naturali cementati di sottofondazione della condotta con indicativa altezza di circa mt. 2.50 e sezione trapezoidale con base della larghezza di circa mt. 2.50 e testata pari a circa mt. 1.50; da sondaggi effettuati la scogliera sarà fondata su di un basamento di roccia esistente. La condotta sarà protetta e contenuta entro un cordolo in cemento armato della sezione di almeno 70x70 cm..

✓ *INTERVENTO 2 / Lavori di rifacimento tratto linea fognatura in zona Madonnetta - Stagnacci*

Localizzazione:

Area, posta immediatamente a valle del Capoluogo.

Tipologia dei danni occorsi :

Danni alla condotta fognaria del diametro interno di 300 mm in gres ceramico che è stata completamente asportata e danneggiata durante i fenomeni di allagamento di ampie aree laterali al Fiume Bormida con intasamento della condotta dovuta sia al trasporto solido di pietrame e limi e sia alle notevoli sovra-pressioni. Tale situazione ha comportato spostamenti di masse e rilevati; molti giunti indagati sono risultati lesionati e non più idonei alla complessiva tenuta idraulica. Anche alcuni pozzetti hanno presentato spostamento degli elementi con evidenza di perdite di liquami.

Lavori di riparazione in progetto:

E' prevista la ricostruzione della porzione danneggiata del collettore principale per circa mt. 330. La condotta sarà posta in un apposito scavo in trincea della sezione media variabile da mt. 0.80/1.20 x h var. 1.50/2.50, completa di sottofondo in cls di qualità dello spessore di almeno cm 15 oltre bauletto di rivestimento e protezione della condotta sempre in cls delle dimensioni indicative di cm. 70 x h 55. Completano l'esecuzione la creazione di n.4 nuovi pozzetti di ispezione in C.A.V. di tipo prefabbricato delle dimensioni interne in pianta di cm. 100x100 ed altezza variabile secondo esigenza, completi di idonea piastra di copertura e chiusino in ghisa sferoidale a tenuta stagna classe D 400, il tutto posto in opera con i necessari getti di consolidamento in cls e le sigillature atte a renderli perfettamente impermeabili all'acqua. Tramite nolo di idonei mezzi meccanici saranno ripristinate le condizioni originarie delle aree interessate dal cantiere.

✓ *INTERVENTO 3 / Lavori di rifacimento tratti linee fognatura in zona Mereta*

Localizzazione:

Zona a monte ed a valle dell'abitato della frazione Mereta lungo la riva destra del Fiume

Bormida (zona a monte ed a valle “Mobilificio Briozzo”).

Tipologia dei danni occorsi :

I danni consistono nell’asportazione di un tratto di condotta nella zona a monte del nucleo abitato posto in destra idrografica del Fiume Bormida (tratto di allaccio Comune di Bardineto – nuovo attraversamento sotto “Mobilificio Briozzo”).

Nella zona posta in riva sx a valle del ponte comunale di accesso alla frazione Mereta a seguito del danneggiamento di circa 10.00 mt di lunghezza ed altezza di circa mt. 3.00 una scogliera posta a protezione della sponda e della condotta fognaria; sono stati inoltre danneggiati due pozzetti lungo linea e una tratta di tubazione della lunghezza di circa 50 mt

Lavori di riparazione in progetto:

Sostituzione della tubazione per circa 320 m (P.E. diam.200 mm) e, previo scavo in trincea (sezione media 0.80 x h 1.20) e posa in opera di n.4 nuovi pozzetti di ispezione di dimensioni interne in pianta di cm. 100x100, il tutto posto in opera con i necessari getti di consolidamento in cls e le sigillature atte a renderli perfettamente impermeabili alle presenti acque di falda.

In un tratto è prevista la ricostruzione della tubazione per una lunghezza di circa mt. 50.00 con scavo in trincea ad una profondità di circa mt. 3.00 con larghezza di almeno mt. 2.00 per il quale si valuterà l’impiego di cassetture provvisorie e/o svasamento della sezione di scavo in base alla qualità e consistenza dei terreni riscontrati oltre alla posa in opera di n.1 nuovo pozzetto di ispezione in C.A.V. di tipo prefabbricato delle dimensioni interne in pianta di cm. 100x100.

E’ stato anche previsto nel progetto il ripristino, rimontaggio ed integrazione di un tratto di scogliera in riva sx (all’altezza del ponte di Mereta) per la lunghezza di circa mt 10.00 x h. 3.00 con spessore alla base di circa mt 1.50 ed in testa di circa mt 1.00, compreso cordolo di testata in cls,

✓ *INTERVENTO 4 / Lavori di rifacimento muro di contenimento e tratto linea fognatura in zona Capoluogo – Ponte Nuovo*

Localizzazione:

Loc, “Ponte Nuovo” del Capoluogo (sovrappasso del fiume Bormida e principale accesso al

Capoluogo di Calizzano)..

Tipologia dei danni occorsi :

E' stato asportato un tratto del muro di argine posto in riva dx a monte della spalla del ponte coinvolgendo una cinquantina di metri del collettore fognario principale; tale collettore è a servizio di buona parte del centro abitato posto in dx del Fiume Bormida e allo stesso pervengono gli scarichi di varie frazioni (Bosco, Mereta) oltre i reflui provenienti dal Comune di Bardineto. Il crollo della muratura ha anche interessato un vicino edificio ed uno scarico di acque meteoriche provenienti dalla Strada Provinciale.

Lavori di riparazione in progetto:

E' la prevista la ricostruzione di un nuovo muro di sostegno in cemento armato della lunghezza di circa mt. 40.00 con altezza variabile tra 3.00 e 3.50 mt. oltre alla fondazione. La struttura avrà uno spessore della testa del muro pari a circa 40 cm. mentre all'incastro con la fondazione avrà spessore di circa 70 cm. Il cordolo di fondazione, della sezione di circa 140 x 70 cm, posto a quota del sub-alveo, sarà ancorato e sotto-fondato ad una palificata infissa nel sub-strato roccioso che peraltro risulta sub affiorante nel fondo alveo.

A tergo del muro sarà costituito idoneo riempimento in materiale arido e pietrame all'interno del quale sarà posizionata la nuova condotta fognaria in P.E. del diametro esterno di 315 mm per una lunghezza complessiva di circa mt 40, in forma analoga alle collaudate preesistenze.

Il tratto di condotta (per una lunghezza di circa 10 mt) posto in aderenza della spalla del ponte sarà protetto da un cordolo / bauletto in cls armato delle dimensioni indicative di circa cm 60 x 60 adeguatamente ancorato alla parete della spalla.

Relativamente a tale realizzazione è stata effettuata verifica del dimensionamento, valutazioni geotecniche e di calcolo come inserito nell'Allegato 2.

Dal punto di vista idraulico / idrogeologico la ricostruzione della difesa spondale non modificherà il libero deflusso delle acque fluviali e non creerà alcun effetto negativo e/o modificativo all'assetto morfologico fluviale.

La sua edificazione metterà in definitiva sicurezza un importante tratto del collettore fognario principale, oltre una zona interessata da un edificio residenziale e dalla spalla dx. del principale ponte di accesso al capoluogo (ponte nuovo da S.P. n. 490 a Piazza San Rocco).

✓ *INTERVENTO 5 / Lavori di rifacimento tratto linea fognatura in zona Frassino*

Localizzazione:

Torrente Frassino nell'omonima frazione a valle di un edificio comunale (ex Colonia)

Tipologia dei danni occorsi :

Si è manifestata una forte erosione spondale in sinistra del Torrente Frassino con scalzamento e dissesto di un tratto di circa mt. 30 di fognatura.

Lavori di riparazione in progetto:

E' prevista la ricostruzione della condotta fognaria in P.E (diam.200mm) posta in opera (su fondo di posa) e ricoperta in sabbione fine di cava oltre ad n. 1 nuovo pozzetto stagno di ispezione in C.A.V. di tipo prefabbricato delle dimensioni interne in pianta di cm. 80 x 80.

E' previsto inoltre il ripristino della protezione spondale (scogliera) in riva sx del Torrente nella zona interessata dal fenomeno erosivo per una lunghezza di circa mt. 40.00 ed altezza media di circa mt. 2.50 oltre fondazione, con spessore di testa di circa mt. 1.00 ed alla base di circa mt. 1.50.

✓ *INTERVENTO 6 / Lavori di rifacimento tratto linea fognatura in zona Pasquale -Rio Valle*

Localizzazione:

Fognatura nera posta lungo le rive del Torrente Valle all'interno del Centro Urbano di Calizzano

Tipologia dei danni occorsi :

E' stato asportato un vasto tratto in sponda sinistra a monte del ponte della ex S.S. n. 490 (ora traversa comunale interna); tramite intasamento e parziale asportazione ha anche interessato un tratto di condotta posta lungo la riva sx e la relativa briglia di attraversamento posta più a valle, in corrispondenza dell'allaccio al collettore principale.

Lavori di riparazione in progetto:

E' prevista la ricostruzione di un tratto di collettore della lunghezza complessiva di circa mt. 80.00 con scavo in trincea (dimensioni di circa 0.80 x 1.50) e posa di un nuovo tubo in P.E. del tipo a doppia parete strutturata del diametro esterno di 160 mm compresa la messa in opera di

n.3 nuovi pozzetti di ispezione in C.A.V. di tipo prefabbricato delle dimensioni interne in pianta di cm. 80x80 ed altezza di circa mt. 1.50, completi di chiusini in ghisa sferoidale a tenuta stagna classe D 400.

Sarà ricostruita la briglia di attraversamento danneggiata compresa la sostituzione della condotta fognaria, con smontaggio dell'esistente, integrazione dei necessari massi di protezione e rimontaggio del tutto compreso nuovo cordolo in cls armato delle dimensioni indicative di mt. 0.70 x 0.70 e lunghezza di circa mt. 15.00 a protezione della nuova tubazione in P.E.A.D. diam. 200 mm. tipo PN 3,2. senza alterazione in sommità al profilo del fondo alveo.

✓ ***INTERVENTO 7 /Lavori di rifacimento tratto linea fognatura in zona Vetria - Maritani***

Localizzazione:

Collettore principale di collegamento della frazione Vetria, loc. Maritani e Barbassiria al centrale impianto di depurazione in località Caragna.

Tipologia dei danni occorsi :

Occlusione e danneggiamento di tubi e pozzetti nella zona del collettore posto lungo la strada comunale per la frazione Vetria, in corrispondenza del bivio per la loc. Maritani

Lavori di riparazione in progetto:

Sostituzione in sede del tratto di condotta per una lunghezza di circa 192.00 mt. compresi n. 5 pozzetti di ispezione in C.A.V. di tipo prefabbricato delle dimensioni interne in pianta di cm 80 x 80 completi di chiusini in ghisa di tipo carrabile a tenuta stagna classe D 400.

Verrà eseguito lo scavo in trincea (larghezza media cm. 60 / 80 e profondità media cm. 120) dove sarà posta in opera una nuova condotta in P..E.A.D. del diametro di 160 mm. posata su fondo in cls e ulteriormente protetta da bauletto di sabbione fine di cava (ricopertura min. cm. 10/15), completano le previsioni il completo ritombamento della trincea di scavo in materiale arido stabilizzato e il ripristino superficiale della sede stradale in conglomerato bituminoso tipo binder. A completamento ed integrazione dell'intervento è prevista la straordinaria manutenzione, con consolidamento strutturale e miglioramento della tenuta idraulica, di una serie di pozzetti di ispezione esistenti (circa n. 30) lungo l'intera linea Vetria – Maritani /

Caragna, le cui teste e corpi interni sono stati interessati e danneggiati dagli eventi alluvionali occorsi.

✓ *INTERVENTO 8 / Lavori di ripristino funzionalità impianto di depurazione in località Caragna*

Localizzazione:

L'impianto di depurazione centrale posto a valle della frazione Caragna in sponda destra ad oltre 40 m dal Bormida,

Tipologia dei danni occorsi :

L'impianto di depurazione pur non soggetto a diretta inondazione del Bormida , è stato danneggiato a causa del materiale eterogeneo trasportato dalla collettore fognario principale che è stato interessato da numerose e varie rotture ed intasamenti (come evidenziato nelle pagine precedenti) . Tale materiale confluito nella stazione di sollevamento dell'impianto ha causato il suo completo allagamento con conseguente rottura e/o malfunzionamento di alcune apparecchiature elettromeccaniche sommerse poste sia nella stazione di sollevamento che nelle vasche di trattamento. Le acque e gli allagamenti hanno creato malfunzionamenti a parte dell'impianto elettrico e dei sistemi elettronici di controllo e comando dell'intero sistema; si sono prodotti una serie di danneggiamenti diretti a componenti elettriche / elettroniche ed elettromeccaniche.

Lavori di riparazione in progetto:

E' stato previsto il ripristino definitivo del sistema al fine di garantire la completa attivazione delle tre linee ossidative, della fase di grigliatura e sollevamento, nonché della linea di trattamento fanghi con lavori principalmente di tipo impiantistico.

✓ *INTERVENTO 9 / Lavori di ripristino briglie e difese varie della fognatura in zone di attraversamento di corsi d'acqua*

Localizzazione:

Il collettore principale del sistema fognario di Calizzano ha complessivamente una lunghezza di oltre 5 km (frazione Mereta – frazione Caragna); nel suo percorso, totalmente a gravità,

attraversa in molteplici punti il Fiume Bormida e i suoi principali affluenti (Rio Bosco, Rio Frassino, Rio Valle etc.) oltre vari rii minori e fossi di scolo. I punti particolare i vari punti sono riportati sulla tav,8 e riguardano le località Caragna, ponte della Fabbrica,Giaire –Stagnacci, Capoluogo-Ponte delle Giare, Bosco e Mereta.

Tipologia dei danni occorsi :

Gli attraversamenti delle condotte fognarie avvengono nel sub-alveo dei vari corsi d'acqua attraverso briglie di diversa foggia e dimensione, a loro volta protette da soglie in massi /massotti in alveo e da scogliere spondali . L'evento alluvionale del novembre 2016 ha danneggiato molteplici di queste opere, anche tramite semplici dissesti ed asportazione di parte delle scogliere di protezione, causando intasamento di diversi pozzetti di ispezione e delle stesse briglie in calcestruzzo.

Lavori di riparazione in progetto:

Molte di queste importanti protezioni delle condotte sono state danneggiate e comunque in cattivo stato di conservazione e quindi sono attualmente esposte al rischio di irreversibili danni, franamenti o asportazioni anche in caso di eventi alluvionali non eccezionali . E' risultata necessaria una loro generale revisione e/o riformazione delle protezioni spondali ed in alveo con posa di massi a scogliera (integrazioni delle esistenti con ripristino ed intasamento dei vuoti cagionati dalla furia delle acque),

Tramite utilizzo di mezzi meccanici (escavatori, pale etc.) saranno recuperati i massi asportati dalla piena e presenti nell'alveo, riposizionati quelli smossi, anche con la loro eventuale integrazione e fissaggio tramite getti in cls: saranno sostanzialmente riformate le difese originarie integrandole con pulizie delle sezioni d'alveo interessate dalle briglie.

✓ *INTERVENTO 10 / Lavori di ripristino e revisione pozzetti di ispezione ed allaccio lungo linee fognatura*

Localizzazione:

Varie lungo in percorso della condotta fognaria dalla frazione Mereta alla frazione Caragna.

Tipologia dei danni occorsi :

A seguito dell'evento alluvionale i fenomeni esondativi hanno interessato la maggior parte del territorio pianeggiante posto ai lati dei corsi d'acqua interessando edifici, colture ed o infrastrutture quali la fognatura urbana in questione. Molti pozzetti fognari sono stati in superficie divelti e le acque penetrate nelle tubazioni hanno creato intasamenti e sovrappressioni all'interno delle tubazioni interrato ; parte degli stessi pozzetti hanno subito danni agli elementi con parziali dissesti che ne hanno limitato la tenuta idraulica delle acque superficiali o di falda.

Lavori di riparazione in progetto:

Il progetto prevede il risanamento e ristrutturazione di circa 34 pozzetti esistenti individuati lungo le linee tramite un intervento di sigillatura degli elementi verticali e del fondo tramite stuccature ed iniezioni dei giunti e delle capillarità mediante utilizzo di malte speciali e/o resine di tipo cementizio e/o bi/tri componenti.

SCHEMA DIMENSIONAMENTO GEOTECNICO DI CUI NTC (AGGIORNAMENTO 2018)

In relazione allo schema di progetto descritto nel precedente paragrafo, di seguito si propone in forma tabellare l'elenco delle strutture ed opere di intervento necessarie all'esecuzione dell'intervento nella sua interezza, che dovranno essere predisposte, attuate e verificate durante le fasi esecutive.

Questo schematismo permette di verificare speditamente quali siano le necessarie indagini ed analisi (modellazioni geologiche e geotecniche del sito, ecc) atte a soddisfare i criteri previsti dai capitoli 6-7 delle N.T.C..

ELENCO GENERALE DELLA TIPOLOGIA DELLE OPERE	RIFERIMENTI ALLA CIRC. C.S.L.P DEL 2/2/09 N.617 N.T.C.	OPERE PREVISTE IN PROGETTO
STABILITÀ DEI PENDII NATURALI	C 6.3	<input type="checkbox"/>
OPERE DI FONDAZIONE	C 6.4	<input type="checkbox"/>
FONDAZIONI SUPERFICIALI	C 6.4.2	<input type="checkbox"/>
FONDAZIONI SU PALI	C 6.4.3	<input type="checkbox"/>
OPERE DI SOSTEGNO	C 6.5	<input checked="" type="checkbox"/>
TIRANTI DI ANCORAGGIO	C 6.6	<input type="checkbox"/>
OPERE IN SOTTERRANEO	C 6.7	<input type="checkbox"/>
OPERE DI MATERIALI SCIOLTI E FRONTI DI SCAVO	C 6.8	<input checked="" type="checkbox"/>
DISCARICHE CONTROLLATE DI RIFIUTI E DEPOSITI DI INERTI	C 6.11	<input type="checkbox"/>
FATTIBILITÀ DI OPERE SU GRANDI AREE	C 6.12	<input type="checkbox"/>

Per il dimensionamento geotecnico e statico delle opere di sostegno (MURI E SCOGLIERE) si rimanda alla tavole grafiche di progetto e alla relazione di calcolo e "allegato 2".

PERICOLISITA' SISMICA DI BASE

PREMESSA

La relazione è finalizzata alla caratterizzazione del modello sismico del sito in relazione al progetto e alle peculiarità dello scenario territoriale ed ambientale in cui si opera. Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione secondo quanto riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 e relativa circolare esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti “Circolare 2 febbraio 2009 n. 617”. Il territorio in esame è riportato nell’elenco regionale dei comuni in zona sismica 3 ai sensi dell’Opcm 3519/06 (nuova classific. sismica reg. Liguria) e della conseguente Dgr. n. 216/2017.

AZIONE SISMICA

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, aggiornato con D.M. 17 gennaio 2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio legato al “sito” di costruzione.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo “periodo di riferimento” V_R (espresso in anni), in un specifico sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata “Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” P_{VR} .

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nelle NTC la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti ove viene fornita la terna di valori a_g , F_0 e T_c^* per nove distinti periodi; tale calcolo viene determinato via software, conosciute le coordinate geografiche in gradi decimali.

Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

È necessario tenere conto delle condizioni topografiche e delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Si definiscono:

Effetti stratigrafici Legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;

Effetti topografici Legati alla configurazione topografica del piano campagna.

Gli effetti della risposta sismica locale sono stati valutati con metodi semplificati, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori di velocità di propagazione delle onde di taglio V_s . Viene attribuito al sito la pertinente categoria di sottosuolo come definita nella Tabella 3.2.II e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.III.

Tab. 3.2.II (NTC) Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Il substrato geologico è caratterizzato da un substrato geologico fratturato e dalla coltre alluvionale che presenta spessori generalmente modesti, inferiori ai 10 m. Il valore di V_{s30} relativo al substrato roccioso è stato estrapolato da correlazioni inerenti indagini dirette in sito eseguite su terreni rocciosi in ambienti geologici analoghi e confermato da valori presenti in letteratura specialistica. Sulla base di tali dati si può inserire il sottosuolo fondazione, visto il grande nella categoria B ovvero "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."

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Per configurazioni morfologiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tab.3.2.III (NTC) Categorie topografiche

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

Sulla base dei dati morfologici del sito si può inserire la superficie topografica nella categoria T1 “*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$* ”.
 orizzontale del suolo ag, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONE LIGURIA

L'area in gestione ricade nei tre comuni e, ai sensi della DGR n.1362/2010, risulta inserito nella **Classe Sismica 3** (p.g.a. = 0.150 g).

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

ZONA 3			
Numero progressivo	Provincia	Numero identificativo comune su mappa	Comune
100	SV	2	ALBENGA
101	SV	7	ARNASCO
102	SV	8	BALESTRINO
103	SV	9	BARDINETO
104	SV	10	BERGEGGI
105	SV	11	BOISSANO
106	SV	12	BORGHETTO SANTO SPIRITO
107	SV	13	BORGIO VEREZZI
108	SV	14	BORMIDA
109	SV	16	CALICE LIGURE
110	SV	17	CALIZZANO
111	SV	20	CASTELBIANCO
112	SV	21	CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA
113	SV	24	CERIALE
114	SV	25	CISANO SUL NEVA
115	SV	28	ERLI
116	SV	29	FINALE LIGURE
117	SV	31	GIUSTENICE
118	SV	34	LOANO
119	SV	35	MAGLIOLO
120	SV	36	MALLARE1

CONCLUSIONI

La relazione ha permesso la caratterizzazione e la modellazione geologica e geotecnica del sito con sufficiente approssimazione in relazione a quanto stabilito dalle "Norme tecniche per le Costruzioni" di cui aggiornamento del D.M. 17.01.2018 e relativa circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici .

Le peculiarità geologiche e geotecniche del sito (emerse dagli studi eseguiti) rendono necessario nell'esecuzione dei lavori in progetto che vengano adottate scelte tecnologiche adeguate al contesto fisico in questione caratterizzato da sedimenti alluvionali di natura ghiaiosa sabbiosa limosa in contesto anche di alveo attivo. .

Pertanto lo scrivente dichiara che i lavori e le opere proposte sono compatibili sotto l'aspetto geologico e idro-geomorfologico e geotecnico ai sensi della normativa vigente in materia.

Borgio Verezzi maggio 2018

il tecnico

Dott. Geol. Flavio Saglietto