

Dott. Ing. Roberto Sperandio

C.so Dante n° 64 – 12100 - Cuneo

Tel. 0171-681817; Fax 0171-436090; cell. 349-5520852

E-mail: roberto.sperandio@ingeoproject.it; ingrobertosperandio@gmail.com

P.E.C.: roberto.sperandio@ingpec.eu

n° di iscrizione Ordine Ingegneri di Cuneo: A1243; P.IVA: 026896190042; C.F.: SPRRRT59D07B157S

Geom. Maurizio Manfrin

Via Messina 11 15121 – Alessandria

Tel.0131-1935255

E-mail: info@studio-manfrin.it

Regione Piemonte
Provincia di Alessandria

COMUNE DI **BISTAGNO**



EVENTI ALLUVIONALI NOVEMBRE 2016 - ORDINANZA n. 430 del 10/01/2017
Ordinanza commissariale n. 6/A18.000/430 del 27/06/2017

AL_A18_430_16_30 **CONSOLIDAMENTO RIPA SOTTOSTANTE VIA ADUA** Importo del finanziamento: € 60.000,00

PROGETTO ESECUTIVO
ai sensi del D.Lgs. 50/2016 del 18 aprile 2016 e s.m.i.

Allegato 03 – Relazione geologica

I progettisti

16 maggio 2018

1 Premessa

L'abitato di Bistagno è stato coinvolto in diversi eventi alluvionali durante i quali, oltre ad alcune esondazioni che hanno coinvolto prevalentemente i terreni agricoli presenti in molti tratti del percorso del Torrente Bormida all'interno del comune, si sono manifestati fenomeni erosivi di particolare importanza, tra cui, in particolare, in sinistra orografica immediatamente a monte del ponte stradale della SS30.

Il presente Progetto Esecutivo ha quindi come oggetto il consolidamento della ripa sottostante via Adua mediante rifacimento della scogliera esistente.

Si è presa come riferimento la seguente Relazione Geologica, di proprietà del Comune di Bistagno, che insiste sui medesimi luoghi di progetto.

.

RELAZIONE GEOTECNICA

COMUNE DI BISTAGNO – AL

TIPOLOGIA DELL'OPERA E/O DELL'INTERVENTO

Creazione e ripristino della difesa spondale a monte del ponte in sponda sinistra e pulizia e risagomatura dell'alveo a monte del ponte ferroviario

CARATTERISTICHE GENERALI

La presente Relazione fa parte della documentazione del Progetto Definitivo di un progetto di sistemazione spondale a monte del ponte ferroviario sul fiume Bormida in sponda sinistra e pulizia e risagomatura dell'alveo in sponda destra, nel territorio del Comune di Bistagno (Provincia di Alessandria), Figura 1- Localizzazione dell'area di indagine sulla Carta Tecnica Regionale.

Per migliorare la fruibilità della risorsa idrica, con minimi impatti sull'ambiente, si prevedono i seguenti accorgimenti progettuali:

1. Creazione e ripristino della difesa spondale a monte del ponte in sponda sinistra;
2. Pulizia e risagomatura dell'alveo a monte del ponte ferroviario.

La presente relazione comprende l'inquadramento dell'area di studio, la caratterizzazione geotecnica del terreno nel sito interessato dalla realizzazione della scogliera in massi, e una verifica di trascinamento dei massi stessi.

UBICAZIONE DELL'OPERA E DELL'INTERVENTO



figura 1

Secondo il **PIANO REGOLATORE GENERALE DI BISTAGNO** l'area di progetto è sul limite occidentale del territorio comunale, a ridosso delle mura del castello; è in zona boscata o di rimboschimento, in fascia Ee A di pericolosità geomorfologica dovuta alla dinamica fluviale – CLASSE III.a.2-art. 8. I documenti contenuti nelle VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA DELLO STRUMENTO URBANISTICO evidenziano che l'area di progetto è su sedimenti fluviali antichi e recenti; è in area esondabile a pericolosità molto elevata, nella fascia di deflusso della corrente di piena, cod. Ee A; i depositi alluvionali hanno permeabilità primaria discreta; l'acclività è tra 2° e 5°; l'area di progetto, essendo in pianura e in un'ampia valle, non ha una particolare esposizione; a monte dell'area di progetto sono censite difese di sponda e due attraversamenti a guado; l'area di progetto è in Classe III.a.2 di pericolosità geomorfologica.

I documenti del **PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI ALESSANDRIA**, consultabili in rete, non trattano argomenti inerenti la caratterizzazione geologica e geomorfologica.

Il **PIANO TERRITORIALE DELLA REGIONE PIEMONTE** non contiene argomenti inerenti la caratterizzazione geologica e geomorfologica.

Secondo il **PIANO REGIONALE TUTELA DELLE ACQUE** l'area appartiene al sottobacino TANARO (BORMIDA) – A I25 - Basso Bormida; non è inquadrata sotto il profilo delle acque sotterranee; non presenta stazioni di monitoraggio; il tratto di fiume sotteso dalle opere in progetto non richiede interventi di protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci. L'area di progetto non è in aree sensibili, non è in zone vulnerabili da nitrati di origine agricola, non è in zone vulnerabili da prodotti fitosanitari, non è in aree ad elevata protezione, non è in zona di protezione delle acque destinate al consumo umano.

Secondo il **PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**, il Comune di Bistagno ha rischio totale 3 per esondazione, attività fluvio-torrentizia e frane. L'area di progetto è in ambito appenninico, di applicazione del Piano, non interessata dalle fasce fluviali. I litotipi su cui insistono le opere in progetto sono cartografati come "ALLUVIONI FLUVIALI E LACUSTRI FIANCHEGGIANTI I PRINCIPALI CORSI D'ACQUA - ghiaie, sabbie e limi (AFL). L'area di progetto è a rischio elevato per esondazione, non sono segnalate emergenze naturalistiche. L'area è nel sottobacino 21, sul versante sinistro del Bormida sono previsti interventi di forestazione, aumento della capacità di deflusso tramite ricalibrature e opere di sistemazione dell'alveo, opere di protezione spondale, opere di controllo del profilo di fondo e del trasporto solido, manutenzione straordinaria dell'alveo, adeguamento dei manufatti di attraversamento

Il bacino del Bormida è un sottobacino del Tanaro, ed ha una superficie complessiva di circa 2520 kmq, stimati alla sezione posta in corrispondenza della traversa in oggetto.

Il fiume Bormida trae origine dalle pendici della Rocca Barbena, alla quota di 1142 m s.l.m., e drena il Piemonte meridionale.

Il Bormida di Millesimo, il corso d'acqua principale, nasce dal colle Scravaion (Comune di Bardinetto) e, una volta ricevuto, dopo 90 km di corso, da destra il Bormida di Spigno, nei pressi di Bistagno (AL) e poco a monte della traversa esistente, diventa il Bormida propriamente detto, che confluisce nel Tanaro ad est della città di Alessandria.

Dopo la confluenza dei due rami la portata idrica media raddoppia, attestandosi sui 19,4 m³/s annui, mentre la valle si allarga diventando più dolce e regolare.

La portata media annua del Bormida dopo la confluenza con l'Orba si attesta sui 40 m³/s, un valore abbastanza importante. In realtà l'andamento delle portate del fiume risente pesantemente dell'andamento delle precipitazioni, tanto da essere classificato come un corso d'acqua a regime pluviale. Lo stesso infatti si caratterizza per il suo carattere

estremamente capriccioso (nel basso corso, e in particolare a valle della confluenza con l'Orba, straripa con frequenza praticamente annuale), fatto di piene tumultuose che si verificano principalmente nella stagione autunnale o tardo primaverile, durante le quali il fiume può raggiungere in brevissimo tempo valori di portata anche prossimi ai 3.000 m³/s. Per contro in estate subisce magre assai accentuate a causa delle scarse precipitazioni e dei massicci prelievi idrici effettuati sull'affluente Orba.

Trovandoci in area di pianura la stabilità non riguarda i fenomeni franosi, come risulta dal rilevamento effettuato sul posto e dalla Carta dell'Inventario dei Fenomeni Franosi, riportata di seguito, ma essenzialmente dalla dinamica di esondabilità, come evidenziato dalle carte del PRG.

Il rilevamento geologico sul terreno ha permesso di verificare che i fenomeni di esondazione del Bormida sono più frequenti sulla sponda sinistra che sulla destra.

I fattori esposizione e pendenza sono rilevanti solo in concomitanza con stratificazione a franapoggio, in quanto possono facilitare la ripresa di movimenti gravitativi nei mesi invernali, o in caso di eventi meteorologici di forte intensità. Nel caso in esame, le superfici esposte, e quindi tendenzialmente instabili, sono in area pianeggiante, quindi legate solo esclusivamente alla dinamica fluviale.

Nella cartografia dell'adeguamento al PAI l'area di progetto, lungo il fiume, è a pericolosità molto elevata, nella fascia EeA. Il Comune ha un rischio totale 3 per esondazione, attività fluvio-torrentizia e frane.

Le aree esondabili a "pericolosità molto elevata" (cod. EeA) costituiscono la fascia limitrofa all'alveo del corso d'acqua, sede prevalente del deflusso della corrente di piena, ove si possono manifestare fenomeni di dinamica fluviale quali: erosioni, arretramenti spondali, deposizioni, coricamento di piante ad alto fusto ecc.. Tale fascia è stata definita soprattutto in base ai processi verificatisi durante l'evento alluvionale del Novembre 1994 ed è in genere ben definibile anche dal punto di vista morfologico. Sempre detta fascia può essere assimilata alla Fascia A della classificazione delle Fasce Fluviali dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

Secondo la Carta dell'acclività del Comune di Bistagno, l'area di progetto è in un settore caratterizzato da acclività moderata, in cui l'evoluzione geomorfologica difficilmente dipende da dinamiche di versante legate a processi gravitativi e/od erosivi.

Secondo la cartografia esistente e i dati di rilevamento, l'area di progetto appartiene alla Sottoclasse III.a.2 di pericolosità geomorfologica: *"Aree inedificate (possibile presenza di fabbricati isolati) con problematiche idrologiche e/od idrogeologiche riconducibili ad esondabilità, ed espansione delle piene, al momento senza differenziazione dei processi ed, in via cautelativa, interamente classificate a molto elevata pericolosità. Nella presente sottoclasse sono anche comprese le fasce di rispetto e di tutela dei corsi d'acqua del reticolato minore. Per i suddetti motivi le presenti aree in linea generale debbono essere considerate come inedificabili anche al di fuori delle perimetrazioni di dissesto."*

Essendo il progetto in questione un'opera infrastrutturale di interesse pubblico non altrimenti localizzabile, vale quanto indicato nell'art. 31 della L. R. 56/77, in particolare per l'edificio di Centrale, l'opera di presa e l'opera di restituzione delle portate derivate.



COMUNE DI BISTAGNO

(PROVINCIA DI ALESSANDRIA)

VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA DELLO STRUMENTO URBANISTICO

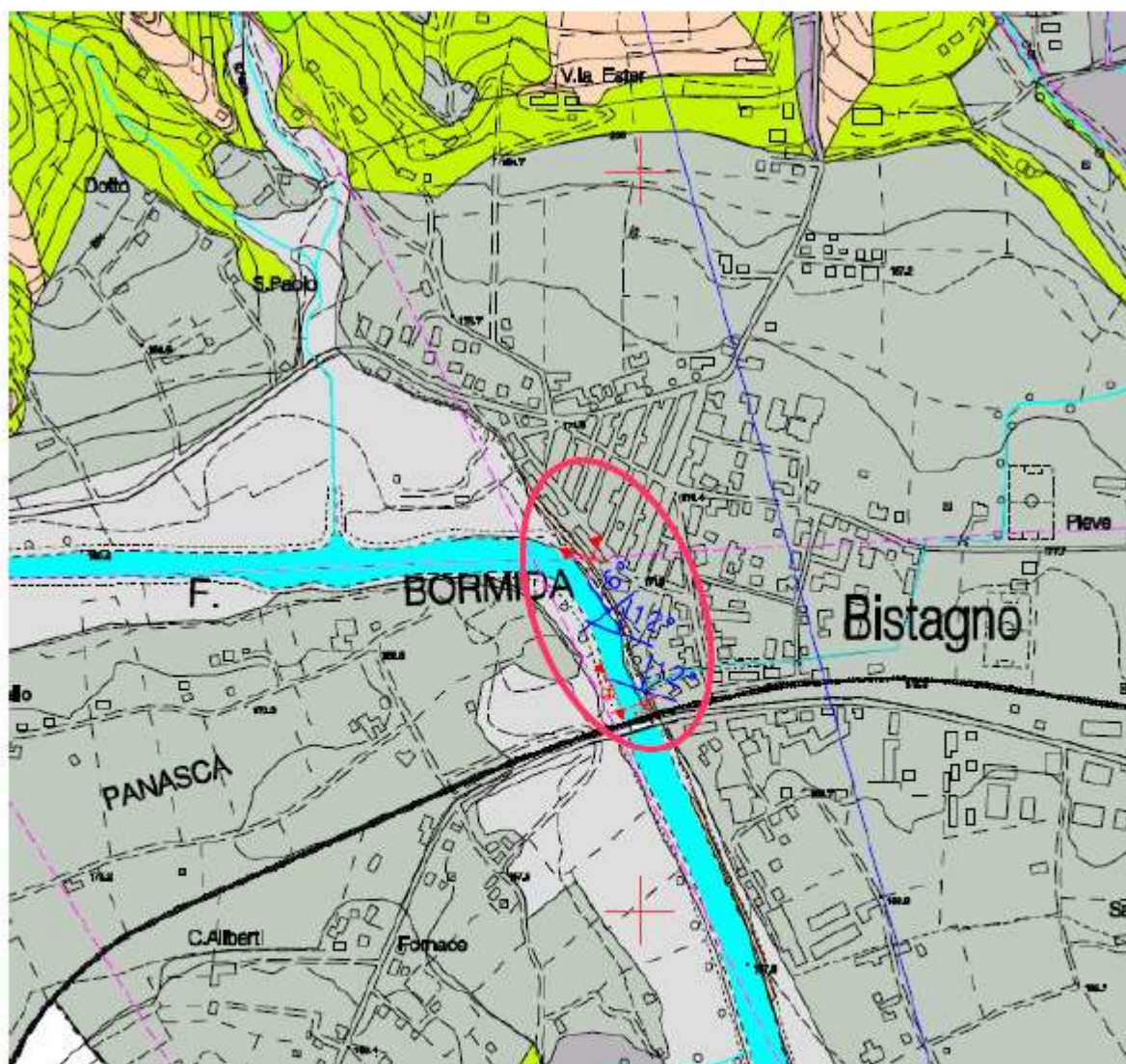
ai sensi dell'art.18 della Del. n.1/99 dell'Autorita' di Bacino
(Piano di Assetto Idrogeologico)

Adeguamento e contestualizzazione osservazioni della Direzione Regionale Pianificazione e Gestione Urbanistica e
dell'ARPA Piemonte in conformità al decreto del 15° comma dell'art.15 della L.R. 29/77 e ss. mm. ii.

Tav. n. **1**

Carta Geologico-Strutturale e Litotecnica

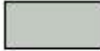
Scala 1:10.000



COLTRI INCOERENTI

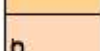
	Coltri medio, spessore indicativo 2-4 m, di granulometria essenzialmente limoso-argillosa, di origine prevalentemente aluvio-colluviale $\varphi' = 20'-27'$; $c' = 0$ kPa; $\gamma = 17-19$ kN/mc
	Coltri incoerenti di elevato spessore (>4m), di origine prevalentemente gravitativa di granulometria essenzialmente argillosa e argiloso limosa, con presenza di eventuali porzioni di substrato disarticolato $\varphi' = 18'-27'$; $c' = 0$ kPa; $\gamma = 16-19$ kN/mc
	Coltri o depositi di vario spessore, di origine prevalentemente colluviale, di granulometria essenzialmente argillosa e argiloso limosa, $\varphi' = 15'-25'$; $c' = 0$ kPa; $\gamma = 15-18$ kN/mc

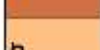
ALLUVIONI

	ALLUVIONI ATTUALI, POSTGLACIALI E ALLUVIONI DEI RI MINORI (Olocene) di granulometria essenzialmente limoso-sabbiosa con presenza di ghiaie e ciottoli (F. Bormida) $\varphi' = 25'-32'$; $c' = 0$ kPa; $\gamma = 15-18$ kN/mc
	ALLUVIONI ANTICHE Indifferenziate (Pleistocene - Olocene) del reticolo idrografico principale (F. Bormida), di granulometria essenzialmente limoso-argillosa possibile presenza di orizzonti sabbiosi fino a ghiaioso-ciottolosi. $\varphi' = 18'-32'$; $c' = 0-20$ kPa; $\gamma = 16-19$ kN/mc

SUBSTRATO ROCCIOSO - BACINO TERZIARIO PIEMONTESE (B.T.P.)

	FORMAZIONE DI CASSINASCIO (Serravalle-Langhiano) Sabbie grigio-giallastre in strati benificati 10 a 100 cm, talora gradati; si alternano arenarie grigie in strati medio-sottili, talora in lentici noduli all'interno dei banchi sabbiosi, e mame - mame argilose, grigio gialline, nettamente subordinate, in livelli sottilmente sul 10-20 cm.	
	a) affiorante ammasso roccioso alterato $\varphi_{discontinuità} = 22'-30'$; $c_{app.} = 50-150$ kPa; $\gamma = 18-22$ kN/mc ammasso roccioso integro $\varphi_{discontinuità} = 22'-30'$; $c_{app.} = 150-300$ kPa; $\gamma = 20-22$ kN/mc	
	b) subaffiorante o con coperture incoerenti eluviali sottili. coltri incoerenti aluviali $\varphi' = 22'-30'$; $c' = 0$ kPa; $\gamma = 15-18$ kN/mc	

	FORMAZIONE DI CESSOLE (Langhiano) Mame e mame argilose grigio-azzurre con frequenti intercalazioni di arenarie e sabbie grigio giallastre, in strati di spessore medio sottile; nella parte sommitale della formazione, possibile presenza di densate di strati argillosi, intensamente fratturati	
	a) affiorante ammasso roccioso alterato $\varphi_{discontinuità} = 21'-27'$; $c_{app.} = 40-100$ kPa; $\gamma = 18-22$ kN/mc ammasso roccioso integro $\varphi_{discontinuità} = 21'-27'$; $c_{app.} = 100-250$ kPa; $\gamma = 20-22$ kN/mc	
	b) subaffiorante o con coperture incoerenti eluviali sottili. coltri incoerenti aluviali $\varphi' = 21'-27'$; $c' = 0$ kPa; $\gamma = 15-18$ kN/mc	

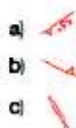
	FORMAZIONE DI CORTEMILIA (Langhiano - "Aquitano") Arenarie grigie in strati di 10-40 cm con strutture da corrente interna e basali, ritmicamente alternate a mame e mame argilose grigio-azzurre, in strati di uguale potenza; all'interno sabbie grigio giallastre in strati di spessore variabile, soprattutto nella parte superiore.	
	a) affiorante ammasso roccioso alterato $\varphi_{discontinuità} = 21'-27'$; $c_{app.} = 80-200$ kPa; $\gamma = 18-22$ kN/mc ammasso roccioso integro $\varphi_{discontinuità} = 21'-27'$; $c_{app.} = 200-300$ kPa; $\gamma = 20-22$ kN/mc	
	b) subaffiorante o con coperture incoerenti eluviali sottili. coltri incoerenti aluviali $\varphi' = 21'-27'$; $c' = 0$ kPa; $\gamma = 15-18$ kN/mc	



Immissione ed inclinazione degli strati



- a) **Faglia rinvasa**
(la freccia indica l'immersione del piano di faglia, i trattini indicano la parte ribassata);
a) faglia diretta
b) faglia inversa



- a) **Piani di fratturazione dell'ammasso roccioso:**
(la freccia indica l'immersione del piano di frattura);
a) con inclinazione indicata
b) subverticale
c) verticale



COMUNE DI BISTAGNO

(PROVINCIA DI ALESSANDRIA)

VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA DELLO STRUMENTO URBANISTICO

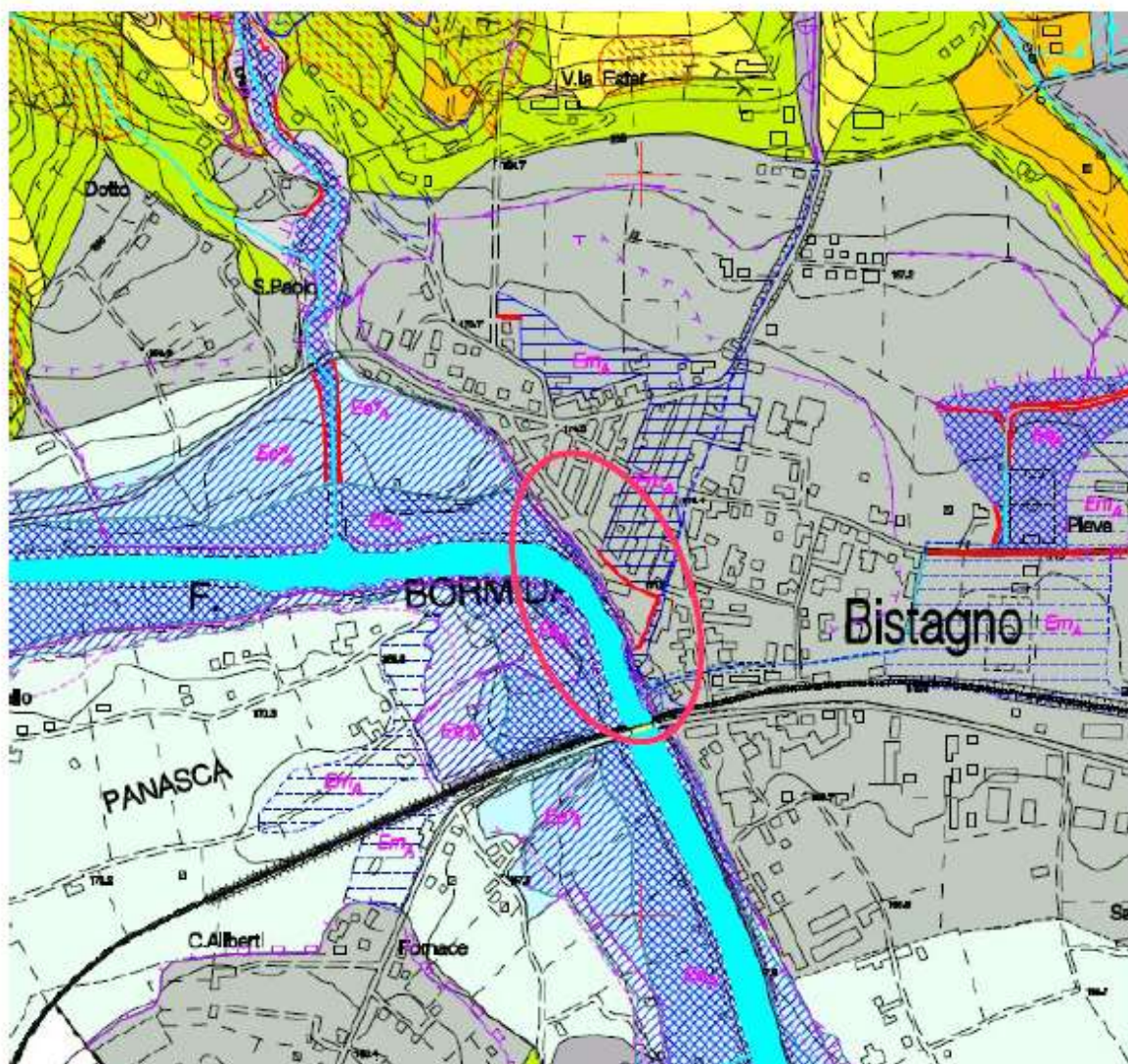
ai sensi dell'art.18 della Del. n.1/99 dell'Autorita' di Bacino
(Piano di Assetto Idrogeologico)

Adeguamento e coordinamento alle osservazioni della Direzione Regionale Pianificazione e Gestione Urbanistica e
dell'ARPA Piemonte in conformita' ai disposti del 16° comma dell'art.18 della L.R. 04/77 e ss. nn. 8.

Tav. n. **2**

Carta Geomorfologica e dei Disastri

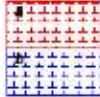
Scala 1:10.000



TERRENI

	Coltri sottili ed substrato subaffiorante spessore indicativo 0-2 m, di origine prevalentemente eluviale		Alluvioni attuali ed postglaciali del reticolo idrografico principale (Fiume Bormida), sabbioso limoso con ghiaie, ciottoli e pietre (Clocene)
	Coltri medie, spessore indicativo 2-4 m, di origine prevalentemente eluvio-colluviale		Alluvioni limoso argillose con ghiaie, passanti a ghiaie alla base, in genere terrazzate e penali (Pleistocene-Fluviale Recente)
	Coltri spesse, spessore indicativo >4 m, di origine eluvio colluvio gravitativa		Alluvioni argillose limose terrazzate e penali (Pleistocene - Fluviale Medio)
	Coltri ed deposizioni di vario spessore, di origine prevalentemente colluviale		Alluvioni limoso argillose ghiaiose con ciottoli, penali e in corrispondenza di terrazzi di vario ordine e quota (Pleistocene - Fluviale Antico)
	Alluvioni dei rilievi in genere periferiche all'altivo attuale e solo occasionalmente terrazzate e penali		Substrato Tertiary affiorante : a) Arenarie di Serravalle (Serravallese) (a); b) Marna di Cesate (Langhiano) (b); c) Formazione di Cortemilia (Langhiano - "Aquitano") (c)

DISSESTI E PROCESSI DIFFUSI

	Corpi di frane per orlo o ribaltamento : attivi ed recenti, cod. FA1 (a); quiescenti, cod. FQ1 (b)		Aree esondabili a pericolosità molto elevata Fascia di deflusso della corrente di piena, cod. Ee _A
	Corpi di frane per sconvolgimento rotazionale con possibile evoluzione in colata attivi ed recenti, cod. FA3 (a); quiescenti, cod. FQ3 (b)		Aree esondabili a pericolosità elevata per piena straordinaria Fascia di laminazione della piena; cautelativamente cod. Ee [*] _A
	Corpi di frane per sconvolgimento planare o traslativo: attivi ed recenti, cod. FA4 (a); quiescenti, cod. FQ4 (b)		Zone in passato a trattazione interessate da occasionali deflussi idrici superficiali per altezze di pochi centimetri, cod. Em _A
	Corpi di frane per colamento veloce attivi ed recenti, cod. FA6		Aree soggette a possibili limitati ristagni idrici dovuti all'azione antropica sul reticolo idrico, o per scarsità di interventi manutentivi sullo stesso, o per mancata ricezione da parte del reticolo idrografico principale in caso di piena straordinaria, cod. Em _A
	Zone interessate da collasso ed creep - Movimenti gravitativi composti, cod. FQ10		Limite fascia di esondazione di T _r =500 anni (portata su cartografia del Piano Comunale di Protezione Civile (Aquetar et al. 2001))
	Zone interessate da detritazione, piccoli orli di frane, ecc., con possibili cori di detrito al piede		Sottopasso interscambio da allagamento, cod. Ee _A
	Zone soggette ad instabilità superficiale di tipo diffuso della coltre incoerente		Zone caratterizzate da falda acquifera superficiale ed a base profonda
			FAS-28 Codice dissesto di tipo gravitativo (frane)
			Ee _A , Ee [*] _A , Em _A Codice dissesto di tipo idrologico

FORME E PROCESSI CONCENTRATI

	Nicchie di frane: riciclate o in atto (a); cicatrizzate (b);		Contropendenze
	Orli di degradazione recenti o in atto (a); cicatrizzati (b);		Inclini degli assi imputivi, vie di deflusso idrico assimilabili e reticolo idrografico non cartografato, fusi
	Dissesti e piccole frane non cartografabili recenti ed in atto, cod. FA (a); stabilizzate, cod. F3 (b)		Assi degli imputivi principali e vellecole, non incisi
	Erosione laterale dei conici d'acqua, cod. Ee _L		Orlo di acropala o parete rocciosa in arretramento
	Dinamica indifferenziata lungo il reticolo idrografico secondario, cod. Ee _L		Orlo di terrazzo fluviale (Fluviale-Medio): Orlo di altezza da 1 a 5 m (a); Orlo di altezza oltre 5 m (b); probabile (c)
	Elementi antropici vari (acropala, muri, fossi, onetto, ecc.)		Orlo di terrazzo fluviale (Antico) : Certo (a); probabile (b)
	Scarpate naturali, pende di versante, significativi cambi di pendenza, ecc. (ambito di delimitazione delle fasce esondabili del R. Morra, Pieve e San Paolo)		Tratti di alveo lombinati
			Tratto stradale o ferroviario in rilievo
			Tratto stradale o ferroviario in trincea



COMUNE DI BISTAGNO

(PROVINCIA DI ALESSANDRIA)

VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA DELLO STRUMENTO URBANISTICO

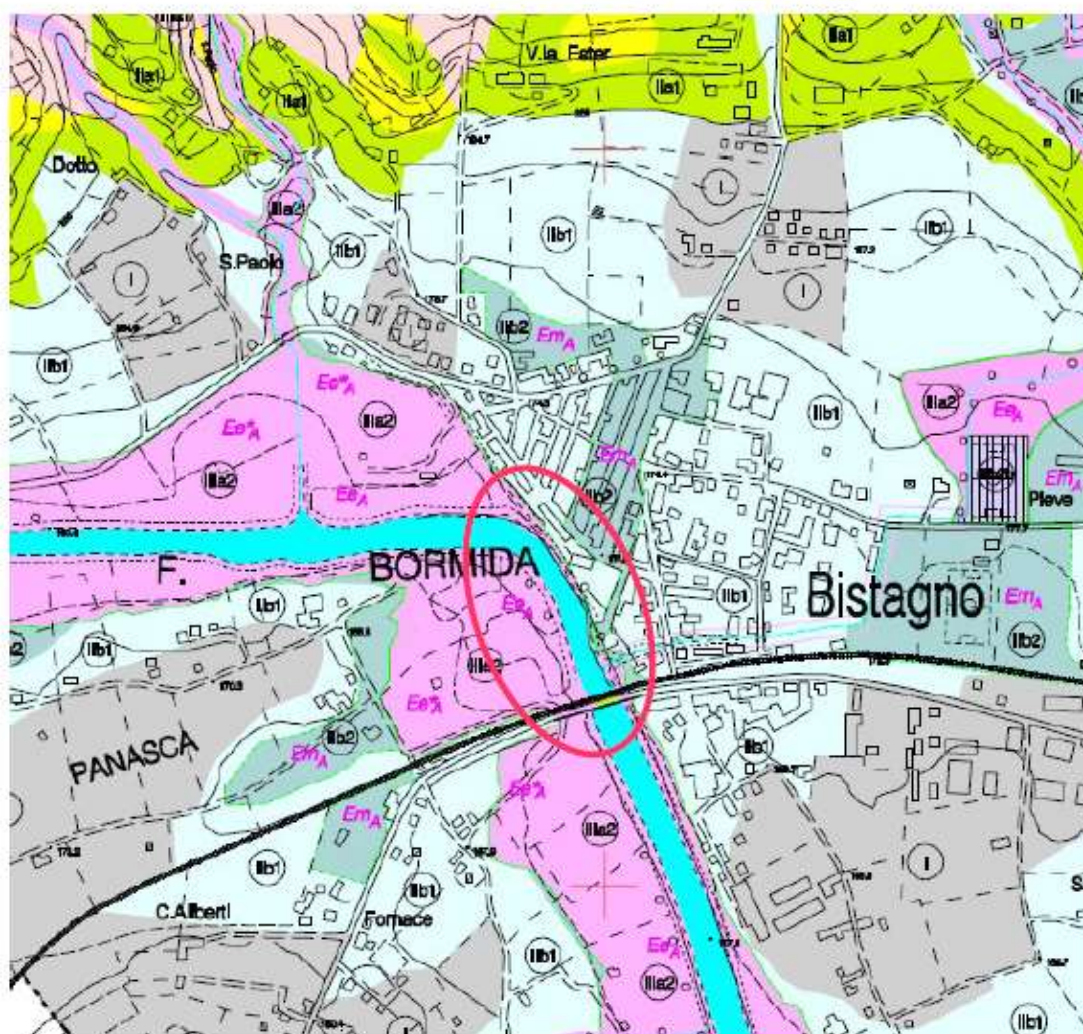
ai sensi dell'art.18 della Del. n.1/99 dell'Autorità di Bacino
(Piano di Assetto Idrogeologico)

Adeguamento e coordinamento alle osservazioni della Direzione Regionale Pianificazione e Gestione Urbanistica e
dell'ARPA Piemonte in conformità ai disegni del 10° comma dell'art.15 della L.R. 56/77 e ss. nn. l.

Tav. n. **7**

*Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica
e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica
Territorio Comunale*

Scala 1:10.000



ZONIZZAZIONE

	CLASSE I – art. 6 Porzioni di territorio caratterizzate da assenti o limitate problematiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche senza particolari limitazioni urbanistiche. Gli interventi sia pubblici, sia privati, sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. L.P.P. 11/03/1988 n. 47
	CLASSE II – art. 7 Porzioni di territorio caratterizzate da moderate pericolosità geologica, geomorfologica e idrogeologica, annullabile, o minimizzabile, con interventi localizzati sul singolo lotto edificatorio e/o nell'immediato intorno circostante. Gli interventi sia pubblici, sia privati, così come ancora definiti possono essere ammessi nel rispetto delle prescrizioni del D.M. L.P.P. 11/03/1988 n. 47
	I.a.1. – Aree potenzialmente interessabili da problematiche legate all'evoluzione geomorfologica dei versanti e/o con angolo di elevazione del pendio compreso fra 10° e 25°
	I.a.2. – Aree interessate da problemi legati all'evoluzione geomorfologica dei versanti e/o con angolo di elevazione del pendio di apprezzabile entità, comunque non superiore a 30°
	I.b.1. – Porzioni di territorio potenzialmente interessabili da modeste problematiche legate all'assetto idrologico di acque superficiali
	I.b.2. – Porzioni di territorio potenzialmente soggette a ristagni idrici, od in passato interessate da problematiche assimilabili. Non è ammessa la realizzazione e l'abitabilità di piani interrati/seminterrati
	Limiti della fascia di rispetto dei corsi d'acqua: di cui al R.D. 523/1904, art. 96
	CLASSE III – art. 8 Porzioni di territorio con elementi di pericolosità geologica, geomorfologica e idrogeologica tali da : sconsigliarne l'utilizzo qualora ineditate; costituire fonte di rischio per le urbanizzazioni esistenti. Di norma non sono ammessi nuovi interventi sia pubblici, sia privati, se non finalizzati alla sistemazione e tutela idrogeologica del territorio. Ove non riutilizzabili, sono esclusivamente realizzabili gli interventi e le opere di cui all'art. 31 L.R.P. 66/77. Interventi e opere, anche se di esclusivo risanamento territoriale, devono essere progettati ed eseguiti con scrupolosa osservanza delle prescrizioni del D.M. L.P.P. 11/03/1988 n. 47.
	II.a.1. – Aree ineditate (possibile presenza di fabbricati isolati) con angolo di elevazione del pendio superiore a 30°, con colture di copertura superiore a 2 metri soggette ad instabilità superficiale di tipo diffuso, aree impiantate su versanti scivoli e/o con colture di copertura di spessore significativo, ed aree con problematiche geologiche, geomorfologiche legate alla stabilità dei versanti, non minimizzabili con interventi limitati al singolo lotto o nell'intorno significativo dello stesso. Aree ineditabili
	II.a.2. – Aree ineditate (con possibile presenza di fabbricati isolati) con problematiche idrologiche e/o idrogeologiche riconducibili ad esondabilità ed espansione delle piene, al momento senza differenziazione del processo ed, in via causale, interamente classificate a molto elevata pericolosità. Fascia di rispetto dei corsi d'acqua. Aree ineditabili.
	II.b.2.a – Aree edificate ove sono necessari interventi di risanamento territoriale di carattere pubblico per la minimizzazione dei rischi riconducibili a problematiche di instabilità ed evoluzione dei versanti, al fine della tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di risanamento saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico. Nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di risanamento.
	II.b.2.b – Aree edificate ove sono necessari interventi di risanamento territoriale di carattere pubblico per la minimizzazione dei rischi riconducibili a problematiche idrologiche e/o idrogeologiche, al fine della tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di risanamento saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico. Nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di risanamento.
	Proposte di fascia di salvaguardia per eventuali deviazioni e/o rettifiche del rettilineo idrografico secondario

ZONIZZAZIONE SISMICA

Sito in esame.

latitudine: 44,661466 [°]

longitudine: 8,370006 [°]

Classe d'uso: IV. Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	15578	44,674490	8,358366	1716,0
Sito 2	15579	44,677480	8,428554	4960,5
Sito 3	15801	44,627580	8,432583	6221,4
Sito 4	15800	44,624580	8,362547	4143,8

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 100 anni

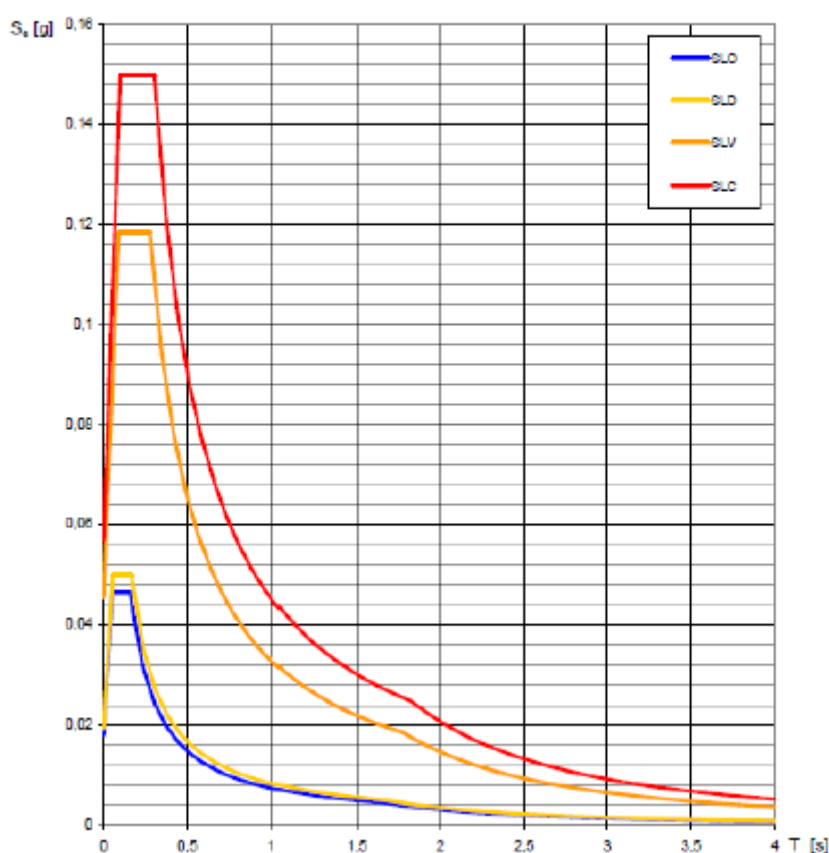
Coefficiente c_u : 2

	Prob. superament o [%]	T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	81	60	0,025	2,582	0,194
Danno (SLD)	63	101	0,031	2,593	0,217
Salvaguardia della vita (SLV)	10	949	0,062	2,668	0,311
Prevenzion e dal collasso (SLC)	5	1950	0,077	2,724	0,319

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,000	1,000	1,000	0,005	0,002	0,243	0,200
SLD	1,000	1,000	1,000	0,006	0,003	0,301	0,200
SLV	1,000	1,000	1,000	0,012	0,006	0,612	0,200
SLC	1,000	1,000	1,000	0,015	0,008	0,752	0,200

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



INDAGINI GEOTECNICHE

La caratterizzazione litotecnica dei materiali di fondazione delle opere in progetto tiene conto dei risultati di precedenti prove di laboratorio su materiali e rocce delle stesse formazioni, prelevate in area comunale, non espressamente in area di progetto.

Il campo di lavori rilevati, per applicazioni a livello locale, dovrà essere verificato con il supporto di specifiche indagini, e prove in situ, ai sensi del D.M. 11/03/88, nelle successive fasi progettuali.

Per la complessità ed eterogeneità dei litosomi presenti, la caratterizzazione litotecnica comprende i seguenti complessi omogenei per caratteristiche geotecniche-geomeccaniche:

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Per la classificazione dell'ammasso roccioso (substrato litoide) ci si è fatto riferimento al sistema maggiormente conosciuto e utilizzato, ossia l'*RMR System* (Rock Mass Rating system) di Bieniawski (1973).

Il sistema utilizza i seguenti parametri:

1. Resistenza della roccia integra alla compressione;
2. RQD (Rock quality designation);
3. Spaziatura delle discontinuità;
4. Condizioni delle discontinuità;
5. Condizioni idrogeologiche;
6. Orientamento delle discontinuità.

La classificazione geomeccanica viene condotta mediante l'applicazione della tabella che segue, dove ai vari parametri sono assegnati degli indici o punteggi, suddivisi in cinque intervalli. L'importanza dei parametri è riflessa dai diversi valori degli indici: valori più alti indicano migliori condizioni della roccia. Fissati gli indici si sommano i punteggi dei vari parametri per ricavare l'RMR dal quadro C della Tabella che raggruppa l'RMR finale in cinque classi, con indici compresi tra 0 e 100. Infine, la tabella fornisce il significato pratico di ciascuna classe, con riferimento a specifici problemi di ingegneria.



Classificazione geomeccanica degli ammassi rocciosi.

A. PARAMETRI DI CLASSIFICAZIONE E LORO INDICI							
Parametri			Intervalli dei valori				
1	Resistenza del materiale intatto	Indice della resistenza Point-load (MPa)	> 10	4-10	2-4	1-2	Per questo basso intervallo, è preferibile una prova di resistenza alla compr. monoassiale
		Resistenza alla compress. monoassiale (MPa)	> 250	100-250	50-100	25-50	5-25 1-5 < 1
	Indice		15	12	7	4	2 1 0
2	RQD%		90-100	75-90	50-75	25-50	< 25
	Indice		20	17	13	8	3
3	Spaziatura		> 2 m	0,6-2 m	200-600 mm	60-200 mm	< 60 mm
	Indice		20	15	10	8	5
4	Condizioni della discontinuità		S. molto ruvida non continua senza separazione pareti materiale	S. legg. ruvida Apertura < 1 mm pareti leggermente alterate	S. legg. ruvida Apertura < 1 mm pareti molto alterate	S. striata o gouge < 5 mm di spess. o aperture 1-5 mm continue	Gouge soffice di spess. > 5 mm o apert. > 5 mm continue
	Indice		30	25	20	10	0
5	Condizioni idrauliche	Afflusso per 10 m di lungh. galleria (l/min)	nessuno	< 10	1-25	25-125	> 125
		Rapporto tra: press. acqua nelle fratture e sforzo princip. maggiore	0	< 0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	> 0,5
	Condizioni generali		Completo, asciutto	Umido	Bagnato	Stillicidio	Flusso
	Indice		15	10	7	4	0

B. INDICI CORRETTIVI PER L'ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ					
Direzione e pendenza della discontinuità	Molto favorevole	Favorevole	Indifferente	Sfavorevole	Molto sfavorevole
Gallerie e miniere	0	- 2	- 5	- 10	- 12
Fondazioni	0	- 2	- 7	- 15	- 25
Versanti	0	- 5	- 25	- 50	- 60

C. CLASSI DELL'AMMASSO ROCCIOSO IN BASE AL PUNTEGGIO TOTALE. SIGNIFICATO DELLE CLASSI					
Indice	100-81	80-61	60-41	40-21	< 20
Classe n.	I	II	III	IV	V
Descrizione	Molto buono	Buono	Discreto	Scadente	Molto scadente
Tempo medio di autosostentamento	20 anni h 15 m	1 anno h 10 m	1 settimana h 5 m	10 ore h 2,5 m	30 min h 1 m
Coesione (kPa)	> 400	300-400	200-300	100-200	< 100
Angolo d'attrito (°)	> 45	35-45	25-35	15-25	< 15

Fig. 1: Classificazione geomeccanica degli ammassi rocciosi (da "Manuale del geologo" ed. Pitagora Editrice 1995)

Resistenza alla compressione della roccia integra

La resistenza a compressione della roccia integra è stata stimata attraverso prove puntuali con *sclerometro* specifico per roccia modello *GeoHammer* (*Eurosit*).

Il principio di funzionamento dello strumento è quello di misurare il rimbalzo di un pistoncino metallico che percuote violentemente la roccia, mediante la spinta procuratagli da una molla.

La figura sottostante fornisce la correlazione tra il valore letto sull'indice dello sclerometro (valore di rimbalzo) e la resistenza a compressione ($\text{N/mm}^2 = \text{Mpa}$), tenendo conto dell'inclinazione dello strumento ($\alpha = 0^\circ = \text{strumento orizzontale}$):

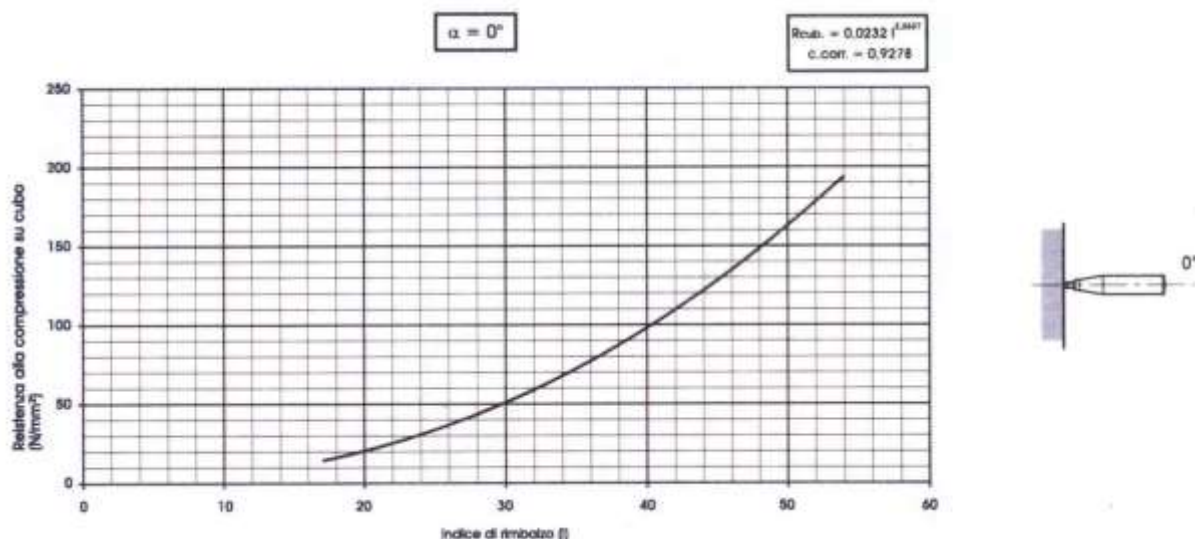


Fig. 2: correlazione rimbalzo-resistenza compressione, da manuale strumento (GeoHammer - Eurosit)

In corrispondenza di un affioramento posto nelle immediate vicinanze del sito di intervento sono state eseguite una decina di misurazioni (cfr. scheda Allegato 2), ricavando il seguente valore medio:

Inclinazione strumento	Valore rimbalzo (5° percentile media)	Resistenza a compressione
		Mpa
0°	23	28

Le N.T.C. 2008 al paragrafo 6.2.3.1.2. stabiliscono che “Per le rocce, al valore caratteristico della resistenza a compressione uniassiale deve essere applicato un coefficiente parziale di 1,6”, pertanto applicando il coefficiente di 1,6 al valore misurato si ricava una resistenza a compressione di riferimento pari a: **17,5 Mpa**

RQD (Rock quality designation)

L'indice RQD, sviluppato da Deere (1967), è definito come la percentuale di roccia intatta, intesa come somma di spezzoni di carota di lunghezza > di 10 cm, su 1 metro di carota. Per ottenere un valore approssimato di RQD, non avendo a disposizione carotaggi, si è fatto ricorso alla sottostante tabella che mette in correlazione il valore RQD e la spaziatura media delle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso:

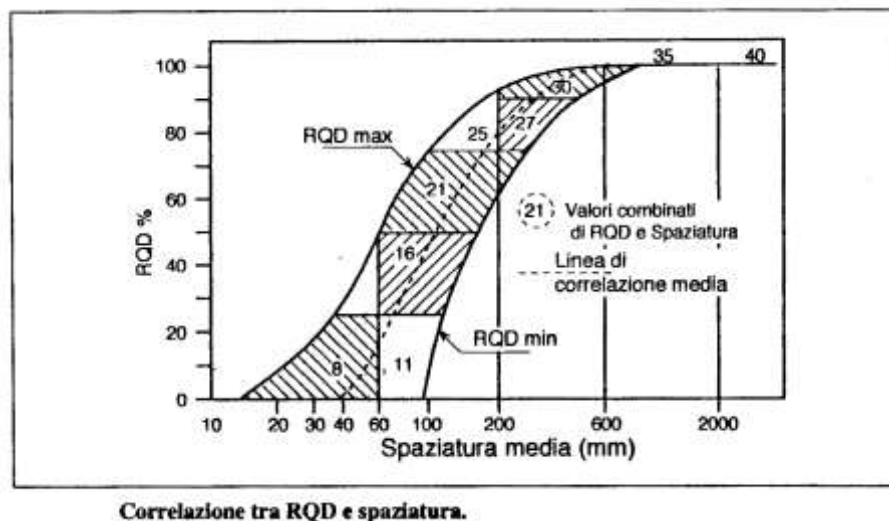


Fig. 3: (da "Manuale del geologo" ed. Pitagora Editrice 1995)

Con il termine di discontinuità ci si riferisce genericamente ad ogni elemento che determini una soluzione di continuità dell'ammasso roccioso, di qualunque natura (singenetico o epigenetico) e dimensione (superfici di stratificazione, fratture, faglie, diaclasi, clivaggio, ecc.).

Per l'affioramento preso a campione è possibile stimare una spaziatura media delle discontinuità di circa 200 mm a cui corrisponde un **RQD = 60%** in corrispondenza della curva "RQD min", presa come riferimento per maggior cautela.

Spaziatura delle discontinuità

In modo analogo a quanto esposto precedentemente e facendo riferimento alla tabella di pagina 6 è possibile attribuire una classe di valori pari a: spaziatura 200-600mm

Condizioni delle discontinuità

L'ammasso roccioso analizzato presenta condizioni delle discontinuità inquadrabile secondo la tabella di pagina 5 nell'intervallo "superfici striate o gouge <5mm di spessore o aperture 1-5mm continue".

Condizioni idrogeologiche

Gli affioramenti rocciosi per la maggior loro estensione sono risultati completamente asciutti. Considerando che la fondazione dell'opera (scogliera) risulta al di sotto del livello di normale piena occorre considerare l'ammasso come "flusso".

Orientazione delle discontinuità

La giacitura delle superfici di strato avendo disposizione a *reggipoggio* rispetto al versante è da considerarsi "favorevole".

Classi dell'ammasso roccioso in base al punteggio totale

Quanto esposto precedentemente può essere riassunto nella seguente scheda in cui sono stati attribuiti gli indici ai vari parametri considerati.

Lo scopo finale è quello di quantificare i parametri geotecnici (coesione e angolo di attrito) da attribuire all'ammasso roccioso.

Tabella n.1 Classificazione ammasso roccioso secondo RMR System (Rock Mass Rating system) di Bieniawski (1973)

Litologia: Marne con livelli arenacei

Parametri		Intervalli valori	Indice
1	Resistenza a compressione semplice	5-25 Mpa	2
2	RQD %	50-75%	13
3	Spaziatura	200-600 mm	10
4	Condizioni discontinuità	Sup. striata o gouge <5 mm di spessore o aperture 1-5mm continue	10
5	Condizioni idrauliche	Flusso	0
6	Indici correttivi	Versante-favorevole	-5
Indice totale			30
Classe dell'ammasso roccioso in base al punteggio totale. Significato delle classi			
Indice totale		30	
Classe n.		IV	
Descrizione		Scadente	
Tempo medio di autosostentamento		10 ore 2,50 m	
Coesione (kPa)		150	
Angolo d'attrito (°)		20	

Allegato

SCHEDA RILEVAMENTO AMMASSO ROCCIOSO

Committente: **Comune di Bistagno**

Cantiere: **Difesa spondale**

Luogo: **Sponda sinistra fiume Bormida sotto Castello**

Data: **05/12/2012**

Litologia: **Formazione delle Marne di Cessole**



Caratteristiche del fronte roccioso											
Esposizione			Inclinazione				Altezza				
W			90°				1 m				
Aspetto											
A blocchi		Irregolare		Stratiforme		Colonnare		Altro			
				X							
Resistenza materiale intatto – resistenza a compressione – Martello di Schmidt											
sito	Incl. ¹	Valore rimbalzo									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0°	36	28	26	28	28	30	30	32	28	26
arenaria											
2	0°	18	20	22	20	20	16	22	24	20	22
marna											
5° percentile media						23					
Discontinuità											
Famiglia n.		Tipo ²		Giacitura		Spaziatura		Persistenza ³		Scabrezza ⁴	
1		S		310/14		30 cm		X		2	
2		D		20/90		60 cm		X		4	
3		D		120/90		40 cm		X		4	
Condizioni idrauliche											
Compl. asciutto		Umido		Bagnato		Stillicidio		Flusso			
X											

1 Inclinazione martello rispetto all'orizzontale alto + basso -

2 Tipo S=Strato F=Faglia D=diacasi-frattura

3 Persistenza X=non interrotte D=interrotte da altre disc. R=che terminano in roccia

4 Scabrezza
1=sup. molto ruvida non continua senza separazione pareti
2=sup. leggermente ruvida, apertura <1mm pareti leggermente alterate
3=sup. leggermente ruvida, apertura <1mm pareti molto alterate
4=sup. striata o gouge <5mm di spessore o aperture 1-5mm continue
5=gouge soffice di spessore >5mm o apertura >5mm continue

Note: