COMMITTENTE:

RH Hydro
Viale Monza 127, 20125 Milano (Mi)
Partita IVA e Cod. Fiscale 09068410969
Pec- rhhydro@legalmail.it

REGIONE LIGURIA

Comune di Isola del Cantone

IMPIANTO IDROELETTRICO DEL TORRENTE SCRIVIA

AUTORIZZAZIONE UNICA
ai sensi del D.L. 29 dicembre 2003, n. 387
CONCESSIONE DI DERIVAZIONE ACQUE AD USO IDROELETTRICO
ai sensi del R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775
VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE
Ai sensi del D.Lgs. 152/2006

R5 - RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE E SVILUPPO:

REMNA Srl
Sviluppo impianti di produzione energia da fonti rinnovabili
Via De Amicis 26, 20123 Milano (MI)
Partita IVA e Cod. Fiscale 07405480968
Tel-3496535114-3402570771-3288175300
Tel-Fax-0287085967
Pec – remna@legalmail.it

Gruppo di lavoro

Progettazione - Coordinamento dello SIA:
REMNA SRL
Dott. Ing. Camilla Castoldi

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING. CASTOLDI CAMILLA
Sez. A Settore: a) civile e ambientale
n° A 30466

Comparto Ambientale:
FLUME SRL
Dott. Ing. Paolo Vezza
Dr. Michele Spairani
Dr. Nicola Polisciano
Dr. Alessandro Balestrieri
Dott. Ing, Andrea Zanin

FLUME s.r.l.
FLUvial Management and Ecology
Località Alpe Rone n. 1
11010 GIGNOD (AO)
C.F. e P.IVA: 01180900075

Comparto Geologia:
GEOTECAM
Dott.Geol. Andrea Robbiano
Dott.Geol. Giacomo Canepa

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 292 ANDREA ROBBIANO GEOLOGO

Dott. Geol. Andrea Robbiano

Data:	Luglio 2016	Revisione:	01

REMNA s.r.l.

Via De Amicis, 26 - 20123 Milano

PROGETTO DI IMPIANTO IDROELETTRICO DEL T. SCRIVIA NEL COMUNE DI ISOLA DEL CANTONE (PROVINCIA DI GENOVA)

RELAZIONE GEOLOGICA

Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14.01.2008

Circ. Appl. Ministero Infrastrutture e Trasporti 02.02.2009 n.617

Revisione: 0

Descrizione: seconda emissione

Data: 11 luglio 2016

Identificazione: EA. 10-15

Timbro e firma



Dott. Geol. Andrea Robbiano

Studio Associato di Geologia tecnica e ambientale

c.so Garibaldi 58/5 - 16043 Chiavari (GE)

tel/fax 0185313910 - e_mail: geotecam@libero.it

ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE - P.IVA n. 01046100994

SOMMARIO

PREMESSE pag. 2
1. TIPOLOGIA INTERVENTUALE pag. 2
1.1 OPERA DI PRESA E CANALE DISSABBIATORE pag. 3
1.2 CONDOTTA FORZATA pag. 3
1.3 EDIFICIO CENTRALE pag. 4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI pag. 4
3. MODELLO GEOLOGICO DELL'AMBITO DI INTERVENTO pag. 5
3.1 ASSETTO GEOLOGICO-TETTONICO pag. 5
3.2 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE pag. 6
3.3 IDROGRAFIA E ASPETTI IDROGEOLOGICI pag. 7
4. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI MEDI pag. 7
4.1 TERRENI SCIOLTI pag. 8
4.2 SUBSTRATO ROCCIOSO pag. 8
5. PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA pag. 8
6. GESTIONE MATERIALI DA SCAVO pag. 10
7. INDICAZIONI OPERATIVE pag. 10
8. GIUDIZIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E CONCLUSIONI pag. 12

ALLEGATI

Figura n°	Oggetto
1	Corografia dell’area
2	Cartografia del Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po
3	Carta geologica
4	Carta geomorfologica
5	Planimetria dell'area di intervento
6a-6b	Sezioni geologiche nella zona dell'opera di presa e dell'edificio centrale
7a-7b	Planimetria e sezione stratigrafica ipotizzata relativa all'edificio centrale
Tab. 1	Classificazione G.S.I. per rocce tipo Flysch (Marinos & Hoek, 2000)

PREMESSE

Su incarico conferito dalla Remna s.r.l., sono state condotte le presenti indagini geologiche a supporto della domanda di concessione di derivazione di acque pubbliche ad uso idroelettrico (ex-R.D. 1775/1933) lungo il T. Scrivia, in un tratto del corso d'acqua che si sviluppa nel territorio comunale di Isola del Cantone (Genova).

L'ambito di intervento rientra nella C.T.R. Elementi n° 195161 - *Griffoglietto* e n° 195164 - *Isola del Cantone* (Fig. 1).

In particolare, l'impianto si sviluppa interamente in sponda idrografica sinistra del T. Scrivia, lungo il tratto compreso tra una briglia preesistente (q. 280 m s.l.m.), posta poco a monte della confluenza con il T. Vobbia, fino alla località Prodonno, ad una quota di circa 272 m s.l.m..

In considerazione dell'incidenza delle opere in oggetto sul territorio e delle condizioni generali della zona, le metodologie d'indagine hanno previsto, nell'ordine:

- ricognizione preliminare, necessaria a prendere visione dello stato dei luoghi e a raccogliere tutta la documentazione progettuale;
- inquadramento geologico-geomorfologico dell'area di interesse e di un suo congruo intorno, derivante sia da pubblicazioni scientifiche sia dalla cartografia geologica ufficiale;
- esame di dettaglio dell'ambito di intervento al fine di accertarne le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche in rapporto al grado di antropizzazione;
- valutazione critica di tutti i dati prodotti in questa fase e interpretazione integrata dei risultati ottenuti per la definizione del modello geologico del sito, con particolare riferimento alle pericolosità geologiche s.l. che possono interagire con gli interventi di interesse progettuale;
- redazione della presente *Relazione geologica progettuale*, corredata da elaborati grafici, con l'obiettivo di fornire utili riferimenti geologico-tecnici per la corretta realizzazione delle opere.

1. TIPOLOGIA INTERVENTUALE

L'intervento a progetto consiste in un mini-impianto idroelettrico lungo il T. Scrivia, costituito da i) un'opera di presa per la derivazione dell'acqua realizzata su briglia esistente posta a quota di circa 280 m s.l.m., alla quale sarà aggiunta una paratoia rigonfiante di altezza 1.5 m, ii) da una condotta in pressione avente uno sviluppo di circa 650 m.l., iii) da un

edificio centrale dove è alloggiato il gruppo turbina per la trasformazione dell'energia e la restituzione in alveo delle acque prelevate ubicato a quota 272 m s.l.m.

Sono di seguito descritti i principali elementi dell'impianto in previsione.

1.1 OPERA DI PRESA E CANALE DISSABBIATORE

Il sito individuato per il posizionamento dell'opera di presa è costituito da una briglia esistente sul T. Scrivia lunga circa 37 m, posta a quota 279.6 m s.l.m.; la briglia è ubicata poco a monte della confluenza con il T. Vobbia ed ha la funzione di stabilizzazione del fondo a monte della confluenza, vista anche la presenza del Ponte Vecchio.

Al fine di innalzare la quota dell'opera di presa e quindi il salto utile, è prevista l'installazione di una paratoia gonfiabile, la quale, fondata alla quota attuale della briglia, permetterà l'innalzamento del salto utile fino a una quota di 281 m. La paratoia è dotata di un sistema meccanico regolabile, che ne provoca lo sgonfiamento automatico al superamento di un determinato livello di portata, anche in caso di interruzione di corrente.

In corrispondenza della briglia sulla sponda sinistra idrografica è prevista la realizzazione di un canale di derivazione, con la bocca di presa inclinata rispetto alla direzione del flusso, che si sviluppa poco più a monte della briglia; il fondo della bocca di presa è posto alla quota della soglia attuale (280 m s.l.m.).

Dalla paratoia automatizzata parte la vasca dissabbiatrice che ha lo scopo di rallentare la velocità della corrente al punto da permettere la sedimentazione delle particelle più fini.

Al termine del dissabbiatore si trova lo sgrigliatore oleodinamico, costituito da una griglia a maglia fine e da un sistema di pulizia automatizzato.

A valle dello sgrigliatore è presente il vano di imbocco della condotta in pressione, con lunghezza interna 6.7 m, larghezza massima 4.5 m, altezza 6 m e altezza massima del tirante di 5.5 m.

L'opera così strutturata permette una derivazione da un minimo di 1800 l/s ad un massimo di 9000 l/s.

Inoltre, in destra idrografica, a valle della briglia di presa, è prevista la messa in opera di una scala di risalita per ittiofauna.

L'intera opera di presa sarà posizionata a distanza di sicurezza dai plinti di fondazione della condotta fognaria che si sviluppa in sponda sinistra.

1.2 CONDOTTA FORZATA

La condotta forzata è costituita da una tubazione in vetroresina DN 2200 con lunghezza

complessiva di 649 m, interrata e posta lungo la sponda idrografica sinistra del T. Scrivia.

La prima parte del tracciato, di lunghezza complessiva di circa 305 m.l., si sviluppa nel substrato roccioso affiorante o subaffiorante in discrete condizioni di conservazione, e costeggia il percorso della condotta fognaria aerea, rispetto alla quale non si prevedono interferenze con i plinti di fondazione, in quanto poggiati a distanza di sicurezza e su basamento lapideo sano.

La seconda parte di tracciato, di circa 345 m.l., prevede il passaggio all'interno dei depositi alluvionali del corso d'acqua, ai piedi del muro d'argine in calcestruzzo della sponda. La sezione-tipo prevede, sul fondo scavo, un letto in materiale granulare compattato, il reinterro della condotta con misto granulare inserito all'interno di un geotessuto pesante, la stesa di uno strato in calcestruzzo magro di spessore 15 cm armato con una rete ϕ 12/20 cm ed un rivestimento superiore in selciato di porfido di spessore 25 cm.

1.3. EDIFICIO CENTRALE

L'area identificata per ospitare l'edificio centrale consiste in un terrapieno in sinistra idrografica del T. Scrivia, attualmente coltivato a frutteto, compreso tra il muraglione di contenimento della ferrovia e la sponda del corso d'acqua.

I locali di produzione di energia sono stati configurati come due complessi distinti:

- la cabina elettrica, fuori terra e di dimensioni 3x5x3 m^3, posta al di fuori della fascia di inedificabilità assoluta di 10 m dal corso d'acqua;
- l'edificio turbina, completamente interrato, di dimensioni 8x11x12 m^3, contenente le opere funzionali alla derivazione e trasformazione dell'energia, posto all'interno della fascia di inedificabilità assoluta.

Tale configurazione risulta compatibile con gli indirizzi applicativi regionali relativi alla realizzazione di manufatti di derivazione o funzionali ad essi all'interno dell'alveo o della fascia di inedificabilità esplicitati nella Circolare prot. 13/04/2011 del Dipartimento Ambiente, Settore Assetto del Territorio della Regione Liguria.

Il posizionamento dei manufatti di derivazione (opera di presa) e trasformazione dell'energia (edificio turbina) risulta fattibile unicamente nei luoghi previsti a progetto, considerata l'intrinseca funzione di derivazione idrica che necessariamente deve essere realizzata nelle pertinenze del corso d'acqua.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente *Relazione geologica progettuale* è stata redatta al fine di verificare il grado

di pericolosità geomorfologica dell'area di studio e consentire la modellazione geologica del sito d'intervento, in conformità alle normative vigenti e in particolare al Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14.01.2008 *"Norme Tecniche per le Costruzioni"* e relativa Circolare 02.02.2009 n. 617 C.S.LL.PP. *"Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008"*.

Nel Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po e in particolare nella Variante al P.T.C. provinciale, approvata con Deliberazione del Commissario Straordinario n. 9 del 05.04.2013, le opere di derivazione insistono all'interno della fascia di pericolosità idraulica alta, mentre l'edificio centrale non ricade in alcuna area a rischio. Il progetto non interessa aree in frana (Fig. 2).

L'impianto non ricade in area sottoposta a vincolo idrogeologico (R.D. 3267/1923).

3. MODELLO GEOLOGICO DELL'AMBITO DI INTERVENTO

L'ambito oggetto di studio si estende nel territorio comunale di Isola del Cantone, interamente lungo la sponda idrografica sinistra del T. Scrivia.

L'area è intensamente antropizzata, con presenza di opere infrastrutturali di varia natura. L'alveo è occupato dalla briglia e dai piloni del Ponte Vecchio; la sponda sinistra è costituita dal muro di contenimento della Ferrovia dei Giovi, lungo cui è posta una condotta fognaria aerea con plinti di fondazione in alveo; in sponda idrografica destra sono presenti muri di contenimento di vari fabbricati per lo più a uso privato. A circa 50 m a monte della confluenza con lo Scrivia, il T. Vobbia è attraversato dal viadotto dell'Autostrada Milano-Serravalle.

3.1 ASSETTO GEOLOGICO-TETTONICO

Sulla base del rilevamento di superficie ed in accordo con la cartografia ufficiale (Fig. 3), si e constatato che il substrato roccioso di riferimento è rappresentato dai litotipi appartenenti alla Formazione del Flysch di M. Antola, costituita da calcari marnosi, marne calcaree, calcareniti ed argilliti, disposti in strati di potenza variabile, anche del metro.

Il basamento lapideo affiora diffusamente lungo l'alveo e alla base dei versanti, presentandosi in condizioni di conservazione da discrete a buone.

L'assetto strutturale del giunto di strato è molto variabile, in funzione delle deformazioni duttili e fragili subite: lungo la sponda idrografica sinistra l'immersione è in genere verso i quadranti settentrionali, con angoli d'inclinazione da medi a elevati.

La presenza di almeno due sistemi di discontinuità principali, intersecandosi con il giunto di strato, comporta una fratturazione dell'ammasso roccioso in prismi lapidei di

volumetria variabile che localmente possono comportare frane di crollo e scivolamento come si è riscontrato in alcuni punti lungo la sponda idrografica destra del T. Scrivia.

3.2 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

L'ambito geomorfologico interessato dalla realizzazione delle opere a progetto è rappresentato dal settore spondale sinistro del T. Scrivia, in un tratto del corso d'acqua caratterizzato a monte da un andamento grossomodo rettilineo e a valle di un'ansa fluviale.

In funzione delle varie fasi di ringiovanimento del T. Scrivia e dell'alternanza dei processi di erosione e deposizione da parte di tutti i corsi d'acqua afferenti al bacino idrografico, sono presenti lungo il fondovalle diversi ordini di terrazzi alluvionali, che nella zona di interesse in orografica sinistra sono ben riconoscibili in corrispondenza della suddetta ansa, dove più significativa è stata l'azione di deposito nel suo settore interno.

Tra le forme di erosione legate all'azione delle acque correnti è importante sottolineare, lungo alcuni tratti del corso d'acqua principale e dei suoi tributari, la presenza di orli di scarpata e alcuni fenomeni di approfondimento dell'alveo che hanno reso affiorante la roccia, soprattutto nel tratto a valle dell'opera di presa, mentre il tratto più settentrionale dell'impianto coinvolge depositi plurimetrici di materiali alluvionali a granulometria gradata, ma prevalentemente grossolana.

L'alveo attivo del corso d'acqua è caratterizzato da materiali alluvionali mobili, soggetti a continua rielaborazione e conseguente ridistribuzione lungo l'asta torrentizia in funzione dell'energia di trasporto delle acque e del regime idraulico stagionale, che comporta non solo episodi di deposito, ma anche fenomeni erosivi, soprattutto spondali.

Lungo i versanti sono presenti coperture sciolte di varia natura e potenza; si tratta in genere di coltri detritiche ed eluvio-colluviali a prevalente componente argillosa, derivanti dalla progressiva alterazione del substrato lapideo e dal successivo trasporto legato all'azione dei principali agenti esogeni, quali gravità e acque correnti.

La transizione tra l'ambito di fondovalle e quello di versante è abbastanza netta, almeno in sinistra orografica; la presenza a monte del nucleo insediativo di Isola del Cantone di un settore potenzialmente caratterizzato da fenomeni gravitativi connessi all'elevata pendenza non comporta alcuna ripercussione sul sito di interesse progettuale, che invece è contraddistinto da condizioni di stabilità geomorfologica in funzione della debolissima acclività degli ambiti coinvolti.

Per quanto attiene al modellamento antropico, nella zona di fondovalle il rimaneggiamento è stato decisamente notevole per la realizzazione di insediamenti residenziali e produttivi, vie di comunicazione stradali e ferrate e della rete infrastrutturale.

3.3 IDROGRAFIA E ASPETTI IDROGEOLOGICI

Lo schema dei deflussi superficiali fa ovviamente riferimento al T. Scrivia, tramite i colatori che scendono dai versanti, il cui andamento nel settore di fondovalle è stato nettamente modificato a seguito della realizzazione degli insediamenti antropici, che hanno comportato deviazioni artificiali e tombinature nei tratti terminali.

In termini idrogeologici i depositi alluvionali si possono considerare generalmente permeabili per porosità con coefficienti medio-elevati (10^{-2} – 10^{3} cm/s) e costituiscono un acquifero produttivo; il limite inferiore della falda, libera di oscillare nell'ambito della successione di terreni sciolti, è rappresentato dal basamento roccioso di natura calcareo-marnosa.

La circolazione dell'acqua nelle coperture sciolte di versante è decisamente più bassa in funzione dell'abbondanza della frazione fine.

Il substrato roccioso, sostanzialmente impermeabile in condizioni d'integrità, risulta, a seconda del grado di fratturazione acquisito, limitatamente permeabile e le discontinuità caratteristiche rappresentano le vie di circolazione preferenziali.

4. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI MEDI

La ricostruzione dell'assetto stratigrafico del settore d'intervento è stata effettuata sulla base di un approfondito rilevamento di superficie, esteso anche all'intorno dell'area d'interesse progettuale. Nelle successive fasi di indagine dovranno essere condotti approfondimenti geognostici in grado di confermare le ipotesi proposte in questa sede, soprattutto in corrispondenza del sito di realizzazione dell'edificio centrale.

Nel tratto di sponda idrografica sinistra a valle dell'opera di presa è presente roccia affiorante o subaffiorante, mentre in quello ulteriormente più a valle, così come nella zona dell'edificio centrale a progetto, sono interessati anche depositi alluvionali a prevalente granulometria grossolana.

Sono di seguito attribuiti ai livelli individuati parametri geotecnici e geomeccanici indicativi, da intendersi come valori medi; si precisa che tali valori potranno pertanto essere modificati a seguito dei suddetti approfondimenti a supporto della progettazione geotecnico-strutturale esecutiva e dovranno essere convertiti in valori caratteristici e di progetto per le relative verifiche di stabilità agli stati limite.

4.1 TERRENI SCIOLTI

I materiali sciolti di origine alluvionale, localmente frammisti a riporti, sono presenti esclusivamente lungo il tratto settentrionale della condotta che si sviluppa nella parte interna dell'ansa del T. Scrivia.

Tali terreni sono caratterizzati da una notevole eterogeneità, con una prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa, ciottoli e frammenti lapidei di volumetria variabile e subordinata matrice fine, con grado di addensamento medio-basso che tende a crescere all'aumentare in profondità.

In termini medi, la densità secca è stimata 17-18 kN/m^3, mentre in condizioni naturali, prossime alla saturazione, il peso di volume si attesta su valori tra 19 e 20 kN/m^3. Per quanto attiene ai parametri di resistenza al taglio, si può stimare un valore di angolo di attrito efficace compreso tra 32°÷34° e coesione drenata nulla.

4.2 SUBSTRATO ROCCIOSO

L'opera di presa e il tratto più meridionale della condotta a progetto si sviluppano in un ambito di sponda contraddistinto da roccia affiorante.

Lungo gli affioramenti lapidei individuati in corrispondenza dell'area destinata alla realizzazione dell'opera di presa sono state eseguite osservazioni geomeccanico-strutturali che hanno consentito di definire la qualità dell'ammasso roccioso adottando la metodologia proposta da Marinos e Hoek (2000) che utilizza il Geological Strenght Index (G.S.I.).

Si è constatato che in superficie il substrato lapideo presenta una struttura fratturata (ammasso non disturbato, con tre sistemi di giunti che isolano blocchi a forma prevalentemente cubica) e condizioni dei giunti mediocri (giunti lisci e superfici moderatamente alterate).

In considerazione delle caratteristiche delle successioni descritte, si è ritenuto in questa fase di applicare cautelativamente la classificazione dei Flysch, ottenendo un intervallo di valori del G.S.I. tra 35 e 45 che appare coerente con quanto riportato dagli Autori per le formazioni flyschoidi di tipo B *"strati fragili e sottili strati duttili"* e C *"strati fragili e duttili in ugual misura"* (Tab. 1).

5. PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA

Secondo quanto contenuto nelle N.T.C. 2008, a livello progettuale è necessario controllare il grado di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che si possono

verificare nel sito in oggetto e valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, attraverso la definizione dell'entità e delle caratteristiche dell'azione sismica.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono dalla pericolosità sismica di base, espressa a sua volta in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g (in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente S_e (T) con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R.

Ai fini della normativa, le forme spettrali sono definite dai parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno;
- 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.

Alla luce delle suddette N.T.C. 2008, gli spettri sismici dipendono dalle coordinate geografiche del sito. Al fine di ricavare i valori dei suddetti parametri dai nodi del reticolo di riferimento per un assegnato periodo di ritorno (Tabella 1 - N.T.C. 2008), sono di seguito riportate le coordinate ED50, riferite all'edificio centrale (Geostru, 2009): latitudine: 44,650568 N - longitudine: 8,956021 E.

Occorre, tuttavia, considerare che il moto generato da un sisma in un sito dipende anche dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche stratigrafiche e topografiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi, nonché dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Tali fattori tendono a modificare le caratteristiche del segnale sismico rispetto a quello di un sito di riferimento rigido come definito precedentemente.

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale può essere valutata, in prima approssimazione, ricavando la velocità equivalente delle onde S nei primi 30 m dal piano di posa fondazionale (Vs_{30}) e riconducendo l'assetto stratigrafico del sito a una specifica categoria di sottosuolo: con riferimento al profilo stratigrafico proposto nel presente documento e alla tipologia interventuale dell'edificio centrale, che rappresenta il manufatto a progetto più significativo, si può adottare una categoria di sottosuolo di tipo A che comprende *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs_{30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.*

Per quanto riguarda gli effetti topografici, ovvero la modifica all'azione sismica indotta dalla geometria superficiale del terreno, la morfologia del sito può essere associata alla

categoria T1 (superfici pianeggianti e pendii con inclinazione media < 15°) della Tabella 3.2.IV delle N.T.C. 2008.

Per la definizione della vita nominale (V_n), classe d'uso (C_u), periodo di riferimento (V_r), fattore di struttura (q e q_0) e smorzamento (ε) delle opere a progetto, si rimanda a quanto indicato dal Progettista strutturale.

6. GESTIONE MATERIALI DA SCAVO

Relativamente alla gestione dei materiali provenienti dagli scavi, si evince che la realizzazione dell'intervento interessa prevalentemente roccia di natura calcareo-marnosa o terreni sciolti composti da frazione sabbioso-ghiaiosa con ciottoli e frammenti lapidei e subordinata matrice fine.

In riferimento alle normative vigenti in materia a livello nazionale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) e regionale (D.G.R. 1423/2013), sulla base di quanto verificato in sito, supportato dalla cartografia tematica disponibile, si precisa che il materiale prodotto riguarda:

- siti mai interessati da attività o eventi potenzialmente contaminanti;
- siti dove l'attività commerciale-industriale non è mai stata svolta;
- aree non ricomprese nella fascia limitrofa a strade di grande comunicazione;
- aree non ricomprese nelle zone della carta delle "pietre verdi" (D.G.R. 859/2008).

Relativamente agli scavi previsti, sulla base dello stato attuale delle conoscenze dei materiali sciolti presenti in alveo, si prescrive l'esecuzione di specifici accertamenti analitici sulla matrice suolo per verificare la sussistenza delle condizioni di cui all'art. 185, comma 1 e che consentano di escludere ogni fenomeno di contaminazione antropica e la possibilità di riutilizzare il materiale prodotto in sito.

Il materiale in eccedenza sarà trattato come rifiuto e sarà conferito in idoneo sito di recupero e/o smaltimento, individuato all'atto di esecuzione dell'opera.

7. INDICAZIONI OPERATIVE

In funzione della tipologia delle opere a progetto in rapporto alle caratteristiche geomorfologiche e stratigrafiche della zona di intervento, oltre che del grado di antropizzazione, si ritiene che le attività di cantiere comportino l'adempimento di alcune prescrizioni costruttive.

Per l'esecuzione dei lavori connessi alla realizzazione dell'opera di presa si suggerisce

di intervenire durante un regime torrentizio di magra in modo che il pelo libero dell'acqua non interferisca con le superfici di scavo temporaneo, cercando di coordinare i lavori in modo da condensarli nel più breve arco temporale possibile. Dovrà inoltre essere minimizzata l'interferenza del regime idraulico in caso sia di morbide sia di piene del corso d'acqua. Nel caso in cui si verificasse una sopraelevazione temporanea del livello d'acqua, dovrà essere previsto l'allestimento di attrezzature per il pompaggio e lo smaltimento del deflusso idrico in modo da operare con un cantiere asciutto. In alternativa, si dovrà provvedere a isolare il tratto d'intervento, realizzando un argine provvisorio, garantendo il regolare deflusso idrico nella parte di sezione d'alveo non interessata dai lavori.

La posa della condotta prevede l'apertura di scavi, di altezza in genere pari a 3m, sviluppati in roccia nel tratto più meridionale della sponda idrografica sinistra e in terra in quella più settentrionale. Nel caso dello scavo in roccia, eseguito a sezione con pareti verticali senza opere provvisionali in considerazione della modesta ordinata di sterro, oltre a non comportare interferenze nei confronti dei plinti fondazionali della condotta fognaria esistente, dovranno comunque essere adottati tutti gli accorgimenti tecnici per garantire la sicurezza delle maestranze durante le lavorazioni. Lo scavo in terreni sciolti dovrà invece essere di estensione ristretta e opportunamente sagomato, al fine di rispettare gli idonei requisiti di sicurezza in termini di stabilità dei fronti, valutando l'opportunità di utilizzare specifiche opere di sostegno provvisionali (i.e. puntelli o palancole di sostegno) da rimuovere solo successivamente all'ultimazione dei lavori.

La realizzazione dell'edificio centrale e del canale di raccolta delle acque turbinate verso il T. Scrivia prevede sterri di notevole consistenza, per i quali si dovrà ricorrere ad opere di contenimento preventivo dello scavo. Nelle successive fasi progettuali o in fase di cantiere si prescrive l'esecuzione di un paio di fori-pilota in modo da accertare l'assetto stratigrafico del sottosuolo di interesse progettuale e le caratteristiche geotecniche dei terreni sciolti e geomeccaniche del substrato roccioso su cui è opportuno fare riferimento per le opere di fondazione del manufatto.

Una volta definito dettagliatamente il profilo stratigrafico dell'area di installazione dell'edificio centrale, potranno essere sviluppate le opportune verifiche geotecniche finalizzate ad una soluzione interventuale che garantisca l'assenza di ripercussioni sul muraglione della linea ferroviaria; a tal proposito si sottolinea che dovrà essere posta particolare attenzione nella fase di scavo in roccia, adottando tutti gli accorgimenti tesi a minimizzare il disturbo sui terreni di fondazione su cui gravano le strutture limitrofe dovuto alle vibrazioni indotte dalle attrezzature.

L'accertamento di eventuali vibrazioni indotte dalle attività di cantiere sui manufatti limitrofi potrà essere condotto mediante l'installazione di apposito sistema di monitoraggio,

continuo ed automatico: nel caso in esame si ritiene efficace il ricorso ad accelerometri sismici mono e/o triassiali, dimensionati in modo da garantire adeguata flessibilità e risposta nelle diverse condizioni d'impiego.

Dal punto di vista fondazionale, si ritiene che la migliore soluzione d'appoggio possa essere rappresentata da strutture dirette, possibilmente continue, in modo tale da garantire una buona rigidità alla flessione e quindi minimizzare eventuali cedimenti differenziali dovuti eventualmente ad una non omogenea distribuzione dei carichi.

In accordo alle normative vigenti, si rimanda alla *Relazione geotecnica esecutiva* per tutte le analisi relative al dimensionamento della struttura edilizia, comprensive delle verifiche agli stati limite tra la resistenza del terreno e la combinazione delle azioni, sia in condizioni statiche sia in campo dinamico.

In fase di cantiere dovrà infine essere accertato l'esatto andamento della tombinatura relativa al corso d'acqua che scende dal versante attraversando il campo sportivo nel sottosuolo, in modo da evitare interferenze con questo manufatto durante le attività di scavo.

8. GIUDIZIO DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA E CONCLUSIONI

Valutata la tipologia dell'intervento a progetto in rapporto agli strumenti di pianificazione del territorio vigenti, si evidenzia che le opere previste, adottando adeguate modalità realizzative, non interferiscono direttamente con forme e processi geomorfologici che possano limitare la piena fruibilità della porzione di territorio destinato all'impianto idroelettrico.

In conclusione, tenendo conto della ricostruzione dei caratteri di pericolosità geologica del territorio analizzati, può essere espresso un giudizio positivo in merito alla compatibilità dell'intervento a progetto con l'assetto idrogeologico del comparto di studio.

A tal proposito, per gli aspetti progettuali, contestualmente alle verifiche strutturali, si ricorda che dovrà essere redatta una *Relazione geotecnica esecutiva*, contenente i risultati degli accertamenti geognostici integrativi, la definizione dei parametri geotecnici caratteristici e di progetto, e le verifiche agli stati limite per il dimensionamento geotecnico delle opere a progetto, con riferimento e seguito ai parametri geotecnici medi e sismici contenuti nella presente *Relazione geologica*.

Sulla base delle normative citate in precedenza, nel corso della realizzazione delle opere a progetto dovranno essere disposte e fatte osservare prescrizioni confacenti con le effettive condizioni geologiche accertate nello sviluppo dei lavori, per la loro possibile influenza sul comportamento dell'opera in progetto nel tempo.

Pertanto, è necessario affiancare alla DD.LL. la figura professionale di un Geologo, in

modo tale che alla fine dei lavori sia redatto una *Relazione geologica di fine lavori*, corredata da una documentazione fotografica sulle più significative fasi d'intervento, in cui sia certificato l'adempimento delle prescrizioni impartite e l'idoneità dei lavori eseguiti in rapporto alla tutela dell'assetto geologico della zona.

Chiavari, 11 luglio 2016



Dott. Geol. Andrea Robbiano

ALLEGATI

Figura	Oggetto
1	Corografia dell’area
2	Cartografia del Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po
3	Carta geologica
4	Carta geomorfologica
5	Planimetria dell'area di intervento
6a-6b	Sezioni geologiche nella zona dell'opera di presa e dell'edificio centrale
7a-7b	Planimetria e sezione stratigrafica ipotizzata relativa all'edificio centrale
Tab. 1	Classificazione G.S.I. per rocce tipo Flysch (Marinos & Hoek, 2000)

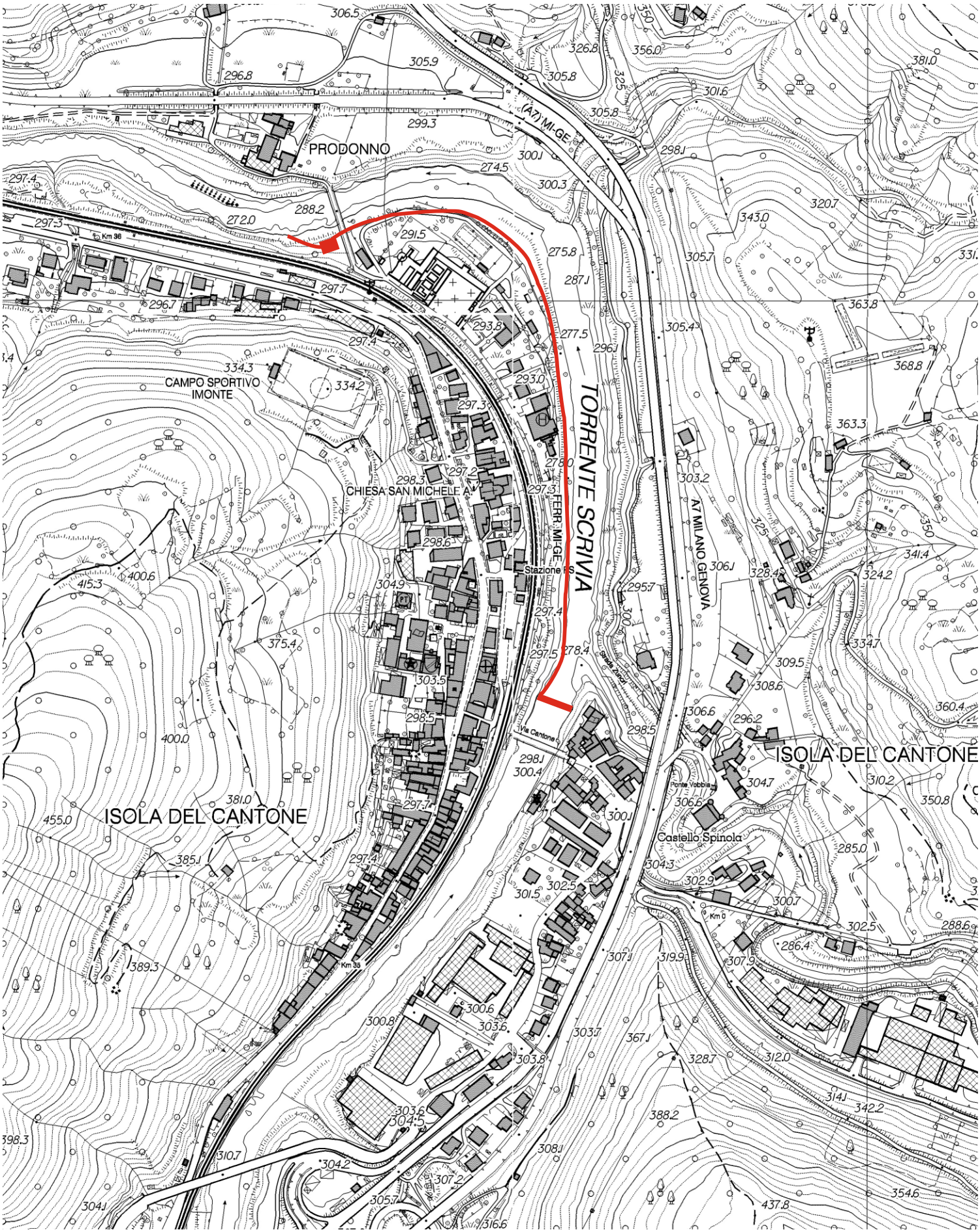
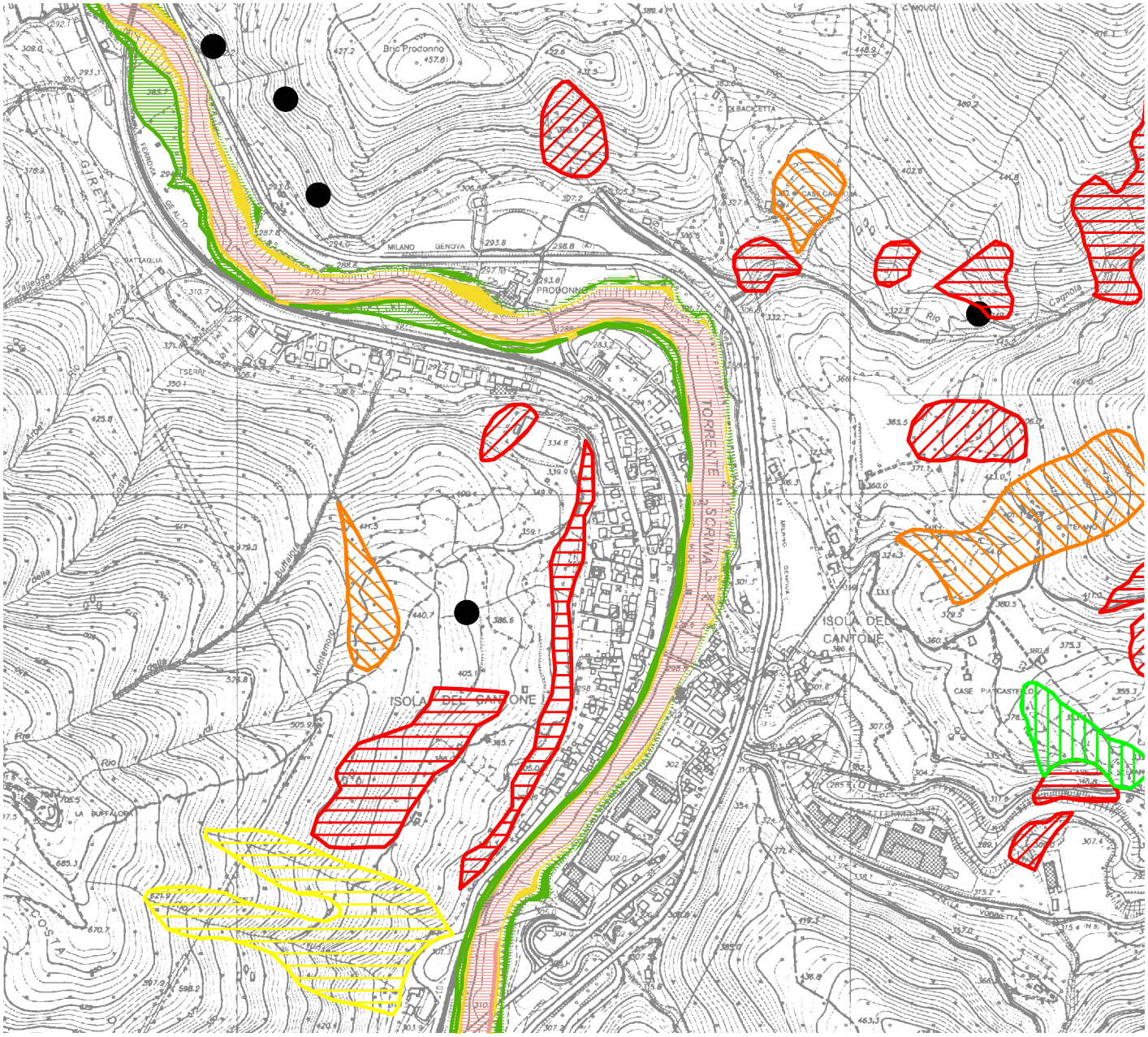


Fig. 1

COROGRAFIA DELL'AREA

C.T.R. Elementi n° 195161 - Griffoglietto e 195164 - Isola del Cantone

scala 1:5000



LEGENDA

- Aree interessate da frane attive (Fa) (pericolosita' molto elevata)
- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi (Acr) (pericolosita' molto elevata)
- Aree interessate da frane quiescenti (Fq) (pericolosita' elevata)
- Aree interessate da frane stabilizzate (Fs) (pericolosita' media o moderata)
- Aree soggette a franosita' superficiale diffusa (Fd) (pericolosita' moderata)
- Aree soggette a deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV) – (pericolosita' moderata)
- Frane attive non perimetrate (comma 6, art. 6 delle Norme di attuazione della VBP)
- Aree a pericolosita' molto elevata (Ee)
- Aree a pericolosita' elevata (Eb)
- Aree a pericolosita' media (Em)

Fig. 2

PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME PO

CARTA DEI DISSESTI

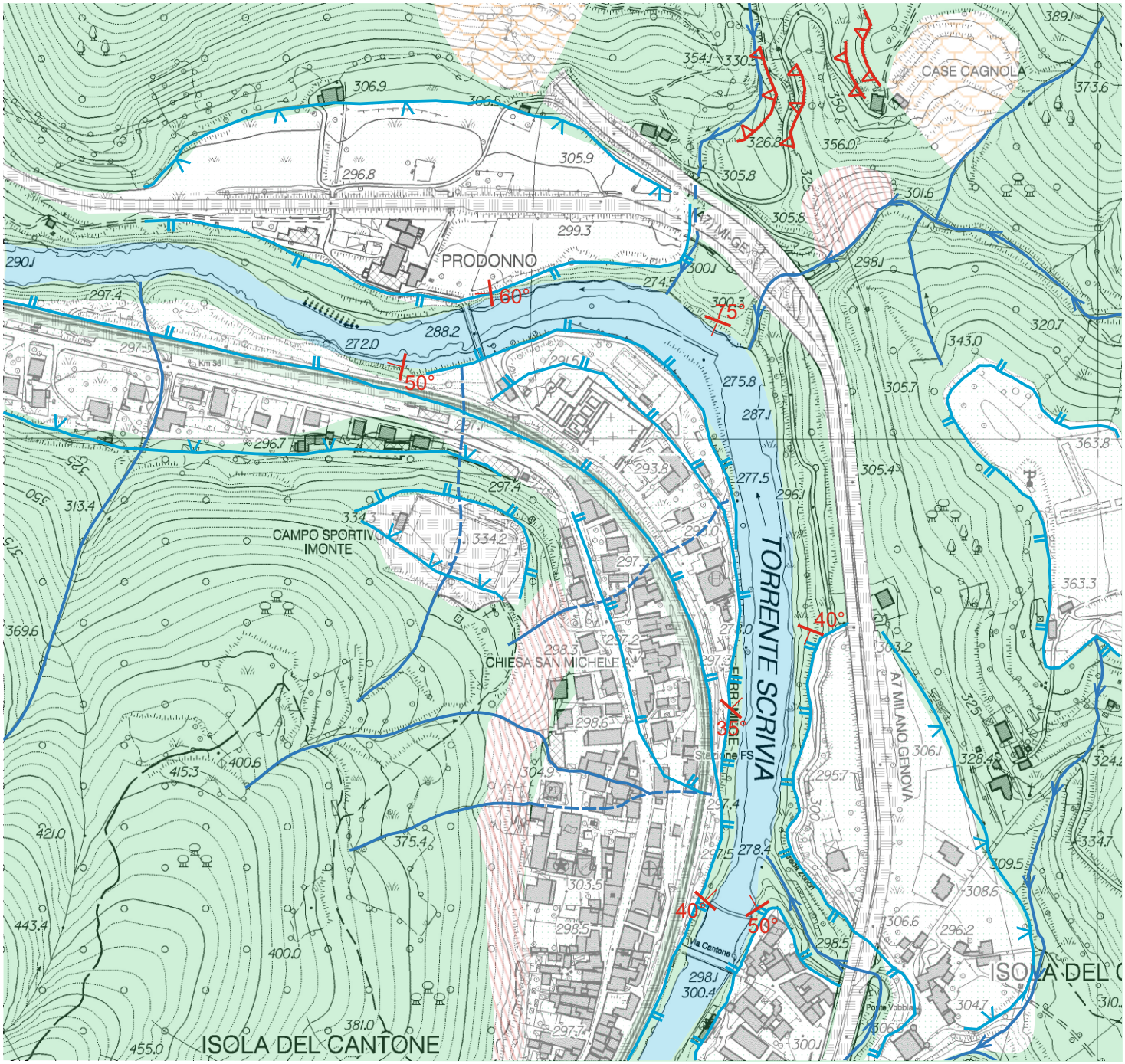
scala 1:10000



LEGENDA

- Formazione di Molare
- Conglomerato di Savignone
- Calcari di M. Antola
- Argilliti di Montoggio
- Alluvioni attuali
- Depositi eluvio-colluviali
- Giaciture di strato

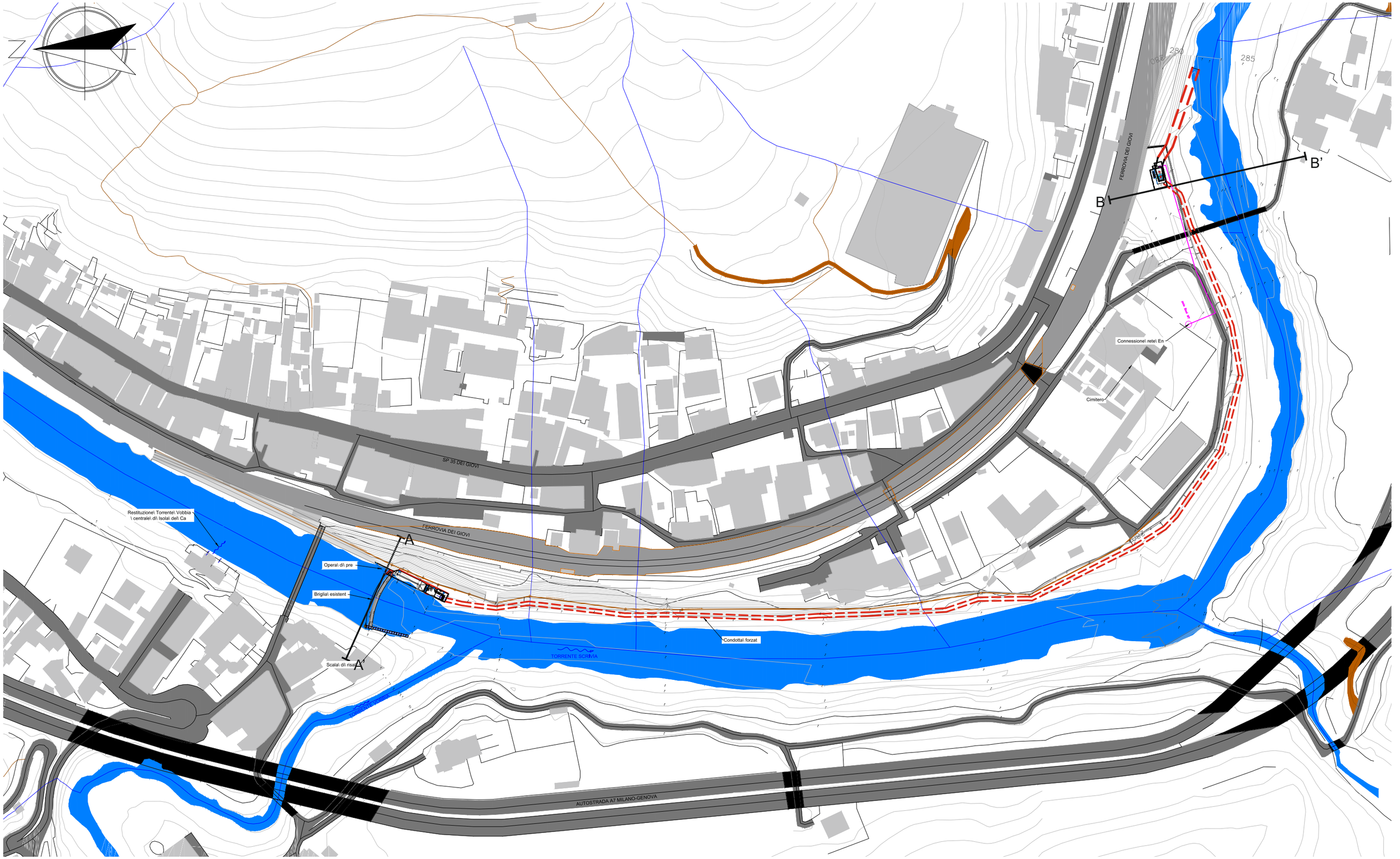
Fig. 3
CARTA GEOLOGICA
Fogli 83 - Rapallo e 82 - Genova
scala 1:25000



LEGENDA

- Substrato roccioso di natura calcareo-marnosa (Flysch di M. Antola) con coperture sciolte di versante talora significative
- Settore basale del versante caratterizzato da potenziali fenomeni gravitatitvi, connessi all'elevata pendenza
- Frana quiescente complessa
- Depositi alluvionali terrazzati e misti
- Alveo attuale del T. Scrivia
- Aree intensamente rimaneggiate
- Cigli di arretramento morfologico, attivi
- a) b) Terrazzo fluviale: a) radice, b) orlo
- a) b) c) Alveo a), in erosione b), tombinato c)
- 40° Giaciture di strato

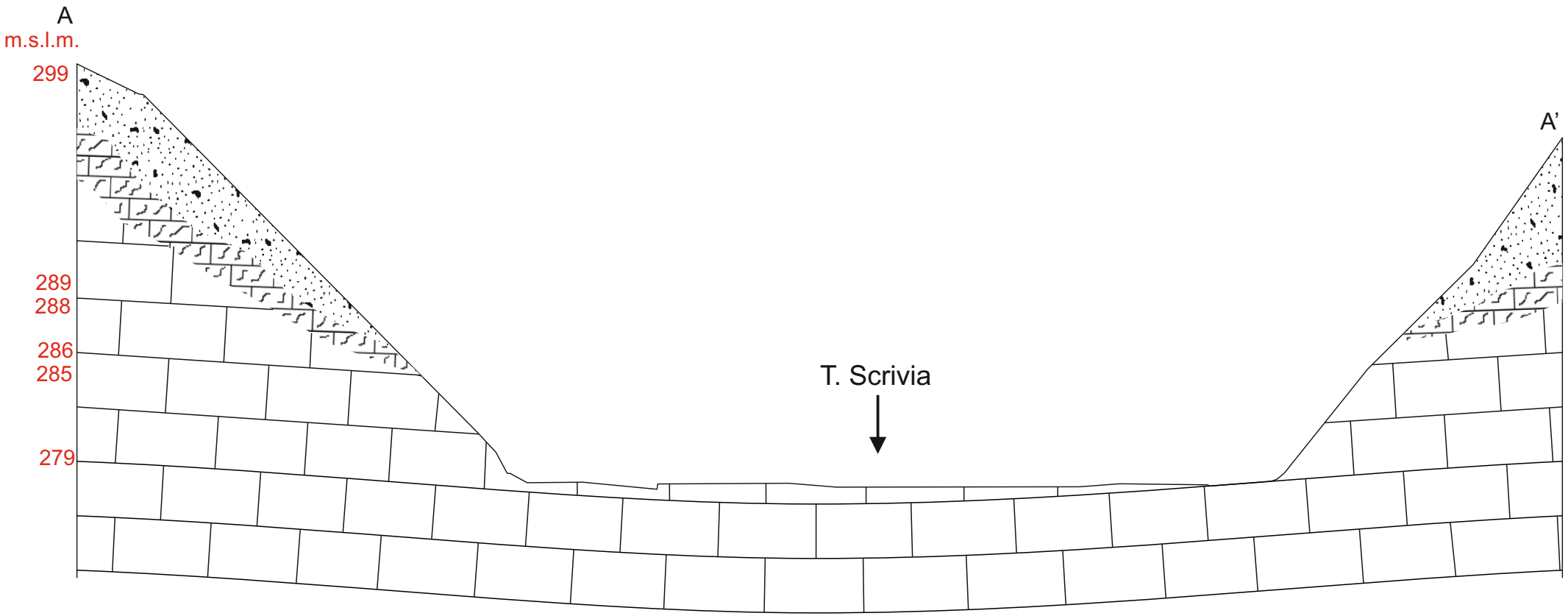
Fig. 4
CARTA GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA
scala 1:5000



Tracciato dell'opera a progetto

A A' Traccia delle sezioni geologiche

Fig. 5
PLANIMETRIA DELL'OPERA A PROGETTO
scala 1:2000



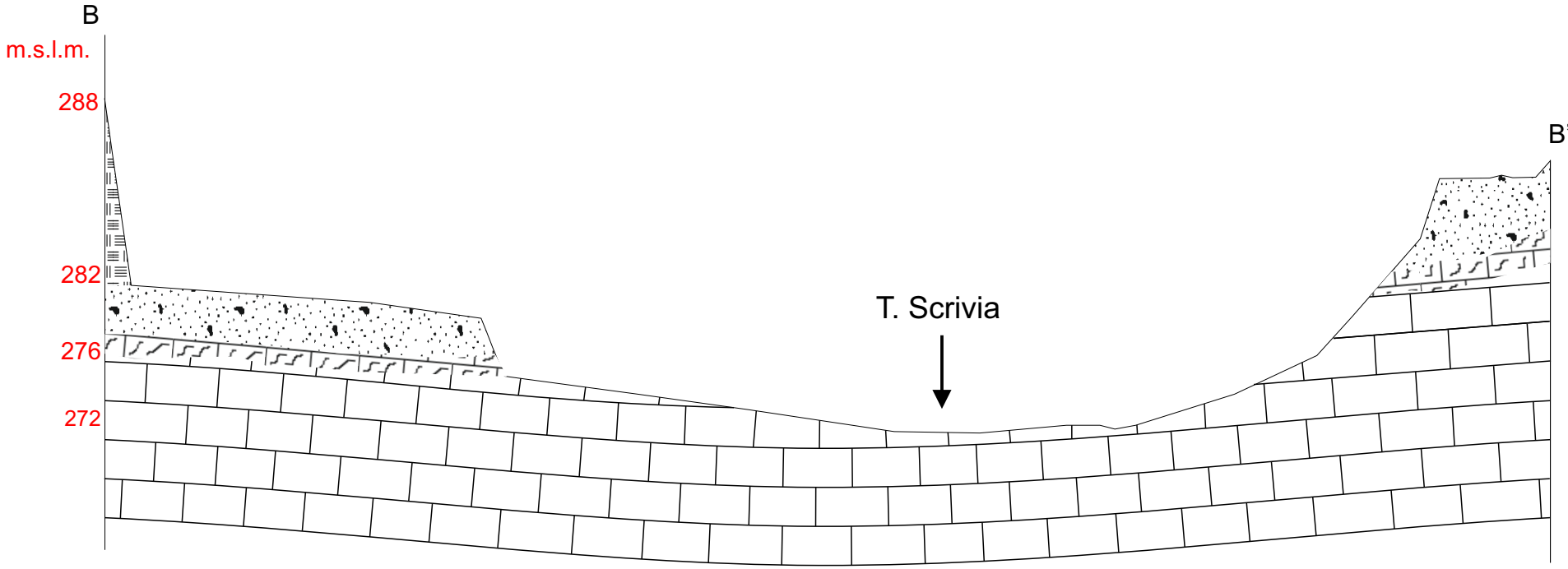
LEGENDA

Depositi alluvionale e di commistione tra alluvi e colluvi, rimaneggiati

Cappellaccio di alterazione del substrato roccioso

Substrato roccioso di natura calcareo-marnosa (Flysch di M. Antola)

Fig. 6a
SEZIONE GEOLOGICA IPOTIZZATA (AA')
scala 1:400



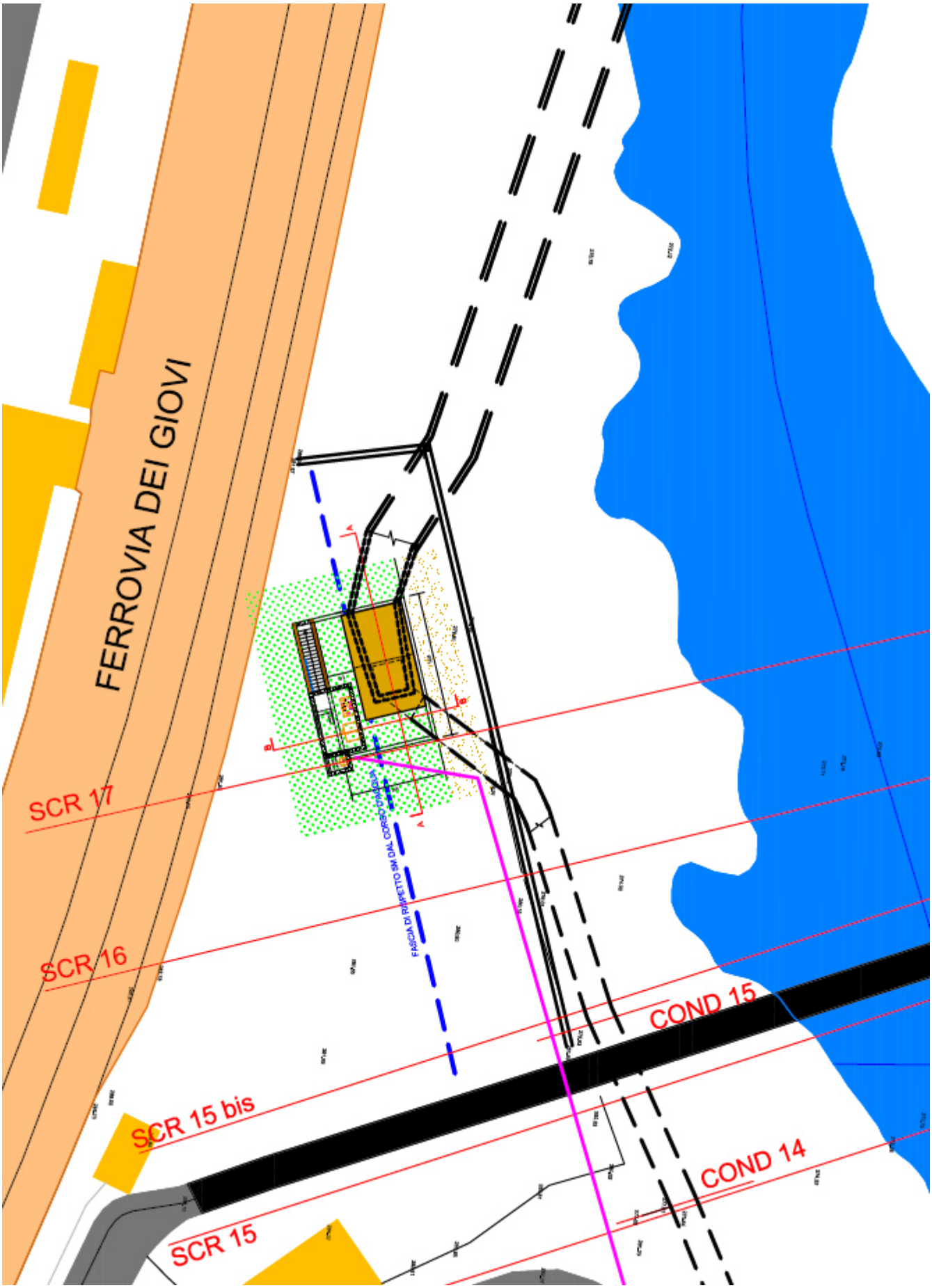
LEGENDA

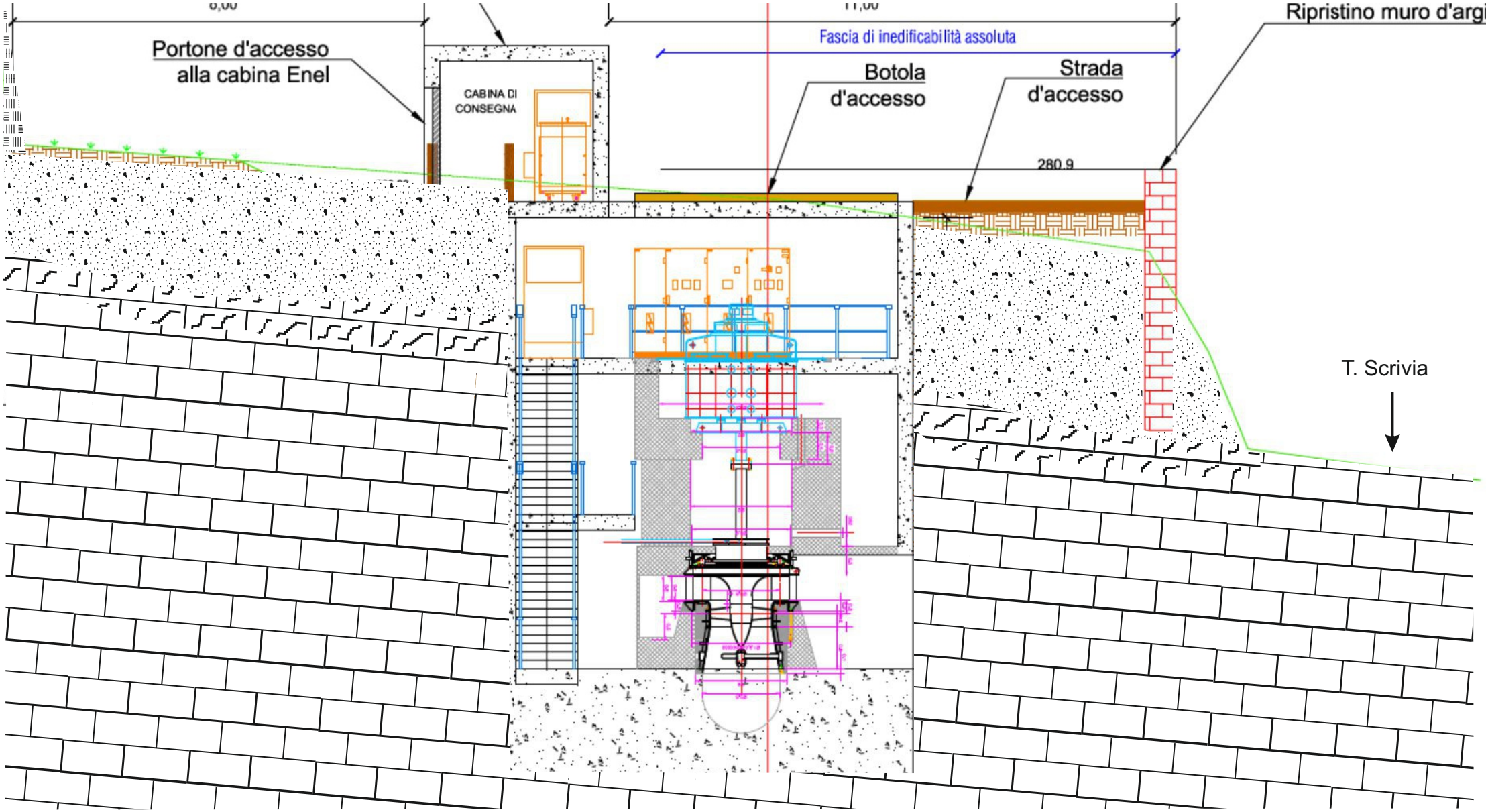
- Depositi alluvionale e di commistione tra alluvi e colluvi, rimaneggiati
- Cappellaccio di alterazione del substrato roccioso
- Substrato roccioso di natura calcareo-marnosa (Flysch di M. Antola)
- Muro di sostegno del rilevato ferroviario

Fig. 6b
SEZIONE GEOLOGICA IPOTIZZATA (BB')
scala 1:400

Fig. 7a
PLANIMETRIA DELL'EDIFICIO CENTRALE
scala 1:500

B — B' Traccia della sezione stratigrafica





LEGENDA

- Depositi alluvionali e di commistione tra alluvi e colluvi, rimaneggiati
- Cappellaccio di alterazione del substrato roccioso
- Substrato roccioso di natura calcareo-marnosa (Flysch di M. Antola)
- Muro di sostegno del rilevato ferroviario

Fig. 7b
SEZIONE STRATIGRAFICA IPOTIZZATA BB'
scala 1:100

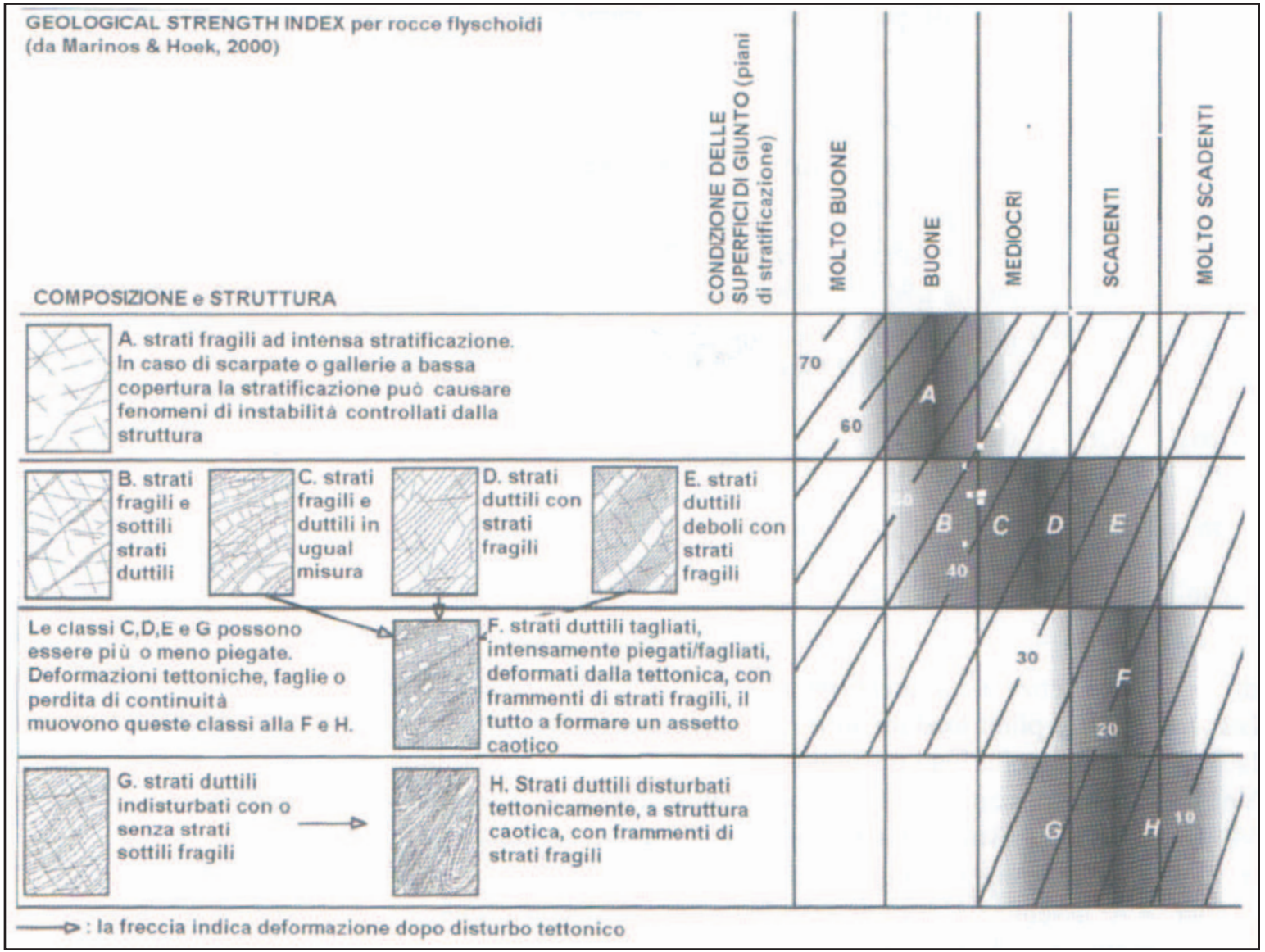


TABELLA 1
VALORI GSI INDICATI PER FORMAZIONI TIPO FLYSCH