



Convenzione D.D. n°15 del 8/05/2019
tra la Città Metropolitana di Palermo
l'Unione dei Comuni "Madonie" e
l'Ufficio Speciale per la Progettazione

REGIONE SICILIANA
PRESIDENZA



UNIONE DEI COMUNI
"MADONIE"



CITTÀ METROPOLITANA DI
PALERMO



VISTI ED APPROVAZIONI

Città Metropolitana di Palermo
Area Viabilità-Edilizia-BB.CC.
Direzione Viabilità

VISTO:

Si convalida e si esprime parere
favorevole all'approvazione tecnica

n° _____ del _____

IL RUP

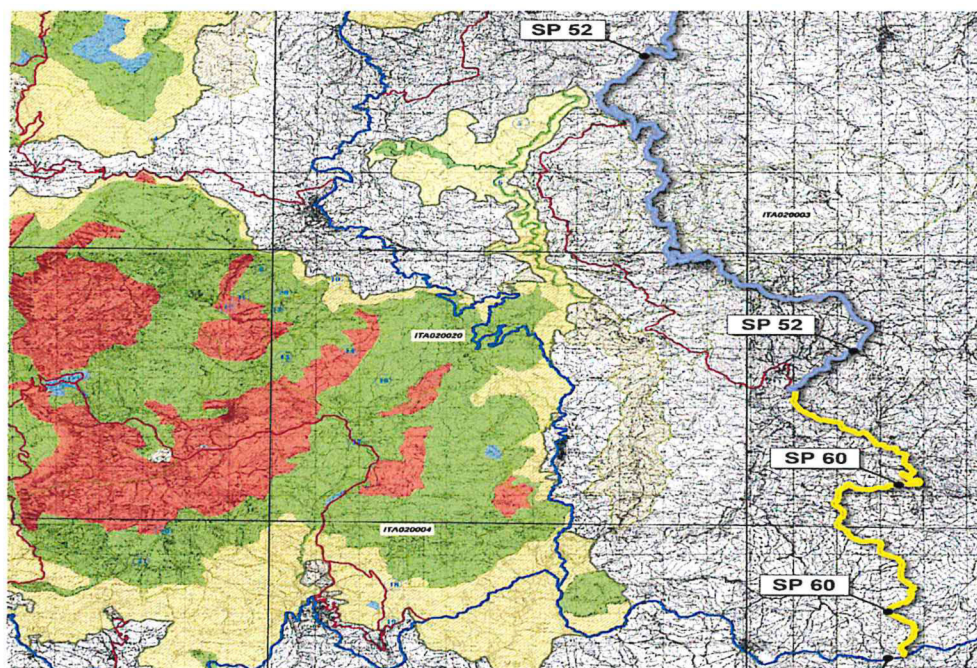
ing. Elio Venturella

PROGETTO ESECUTIVO

Lavori di sistemazione e messa in sicurezza in tratti saltuari del
piano viario nel tratto della S.P. n° 60 compreso tra Gangi fino al B°
Calabrò e nel tratto della S.P. n°52 compreso tra Borrello e Finale

CUP : D36G18000700006

CIG :



Palermo, li

B 01

RELAZIONE GEOLOGICA

REVISIONE	DATA	SCALA
01	21 MAG. 2020	

Gruppo di Progettazione:

Progettista ing. Leonardo Santoro

Progettista ing. Raul Gavazzi

Progettista geol. Salvo Puccio

Coord. Sicurezza geom. Francesco Pijo Sunseri

C.T.P. arch. Lorenzo La Mantia

C.T.P. geom. Salvatore Chiommino

C.T.P. geol. Francesco Manuli



<u>PREMESSA</u>	3
<u>INQUADRAMENTO GENERALE E GEOMORFOLOGIA</u>	5
<u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO -TETTONICO</u>	9
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	10
CATEGORIA SUOLO	13
<u>CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DELL'AREA</u>	19
<u>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULL'AREA IN ESAME</u>	22

Committente: Città Metropolitana di Palermo

OGGETTO: Progetto esecutivo lavori messa in sicurezza in tratti saltuari del piano viario nel tratto della SP 60 compreso tra Gangi fino al Bivio Calabrò e nel tratto della SP 52 compreso tra Borrello e Finale

Studio geologico esecutivo

PREMESSA

La presente relazione è stata redatta allo scopo di accertare l'andamento stratigrafico, le caratteristiche geologiche-strutturali, geomorfologiche e geomeccaniche del progetto di **“Progetto esecutivo lavori messa in sicurezza in tratti saltuari del piano viario nel tratto della SP 60 compreso tra Gangi fino al Bivio Calabrò e nel tratto della SP 52 compreso tra Borrello e Finale”**.

I tratti stradali in progetto si sviluppano per una lunghezza così suddivisa “*SP 52 di San Mauro Km 31+000.00 circa ed SP 60 di Calabrò di km 33+000.00 circa*, le quali ricadono nella rete stradale delle Alte Madonie, attraversando un territorio montano per lo più sottoposto a vincolo della soprintendenza ai beni culturali e ambientali (leggi n. 1497 e n. 431/85).

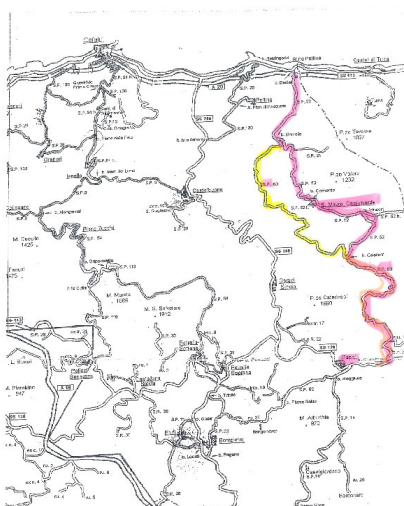
Gli interventi in progetto si riferiscono pertanto a tratti saltuari all'interno dei complessivi **Km.64** delle due SS.PP.

Il principale collegamento alla SS 113 ed ai comuni di San Mauro Castelverde e di Gangi è costituito dalla strada Provinciale 52.

La strada ha uno sviluppo pressoché costante con una larghezza complessiva di ml 7.00 – 7.50 affiancata da cunette e banchine, di cui 6.00 ml di carreggiata con la presenza di 15 ponti.

La SP 60 inizia al bivio “Borrello” alla Km 8+500.00 della SP 52 e continuando dopo il bivio “Calabro” punto in cui finisce la SP 52, prosegue fino al bivio “Comunello” sulla SS120 vicino al Comune di Gangi.

La strada ha uno sviluppo altimetrico pressoché costante, con una buona percorrenza con una larghezza complessiva di ml 9.00 – 10.00 affiancata da cunette e banchine, di cui 7.50 – 8.20 ml di carreggiata con la presenza di 29 ponti; a meno di di piccoli tratti viari in cui la carreggiata si riduce a ml 5,70 – 6,00.



Si sono, inoltre, approfondite le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche ambientali del sito al fine di definire tutte le problematiche sulla geologia applicata al progetto di che trattasi.

Si è fatto affidamento su i dati esistenti sul territorio in esame che risultano essere esaustivi e di recente realizzazione da parte della Città Metropolitana di Messina ed i cui risultati (delle indagini geognostiche) si allegano alla presente relazione al fine della caratterizzazione del terreno in questione ai sensi del (DECRETO 17 gennaio 2018.. “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche”, pubblicato nel Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20/Febbraio/2018)

Pertanto, unitamente alle risultanze delle analisi dei caratteri geologici di superficie, sono stati valutati, in funzione del manufatto in progetto per ambiti areali significativi, i seguenti elementi:

- Geomorfologici;
- Strutturali;
- Litologici;
- Sismici;
- Idrogeologici;
- Geomeccanici.

INQUADRAMENTO GENERALE E GEOMORFOLOGIA

Dal punto di vista cartografico l'area delle Madonie ricade nei Fogli a scala 1:100.000 259 "Termini Imerese" e 260 "Nicosia" della Carta d'Italia edita dall'I.G.M.

L'area delle Madonie costituisce il più importante complesso montuoso della Sicilia Occidentale, esse sono limitate convenzionalmente ad est dalla Fiumara di Pollina ed ad ovest dal F. Imera Settentrionale.

Il bacino idrogeologico delle Madonie ricade all'interno dei bacini idrografici dei fiumi Imera settentrionale, Roccella, Pollina e Imera meridionale.

I rilievi maggiori sono attornati da vaste plaghe di argille ed arenarie che danno vita a colline e monti rotondeggianti od a creste allungate.

Negli alvei dei corsi d'acqua maggiori, quali l'Imera settentrionale ed il Pollina si rinvencono acquiferi multifalda di una certa rilevanza, ospitati nei depositi alluvionali.

L'assetto geomorfologico del gruppo montuoso delle Madonie è molto vario ed è il risultato del modellamento operato da differenti processi morfogenetici sulle diverse litologie affioranti e dall'interazione di tali processi con le vicissitudini tettoniche susseguites nel corso del tempo.

Data la varietà di litologie, delle quali molte facilmente erodibili, la presenza di dissesti è elevata; sono presenti ogni forma erosiva possibile e di tutte le estensioni.

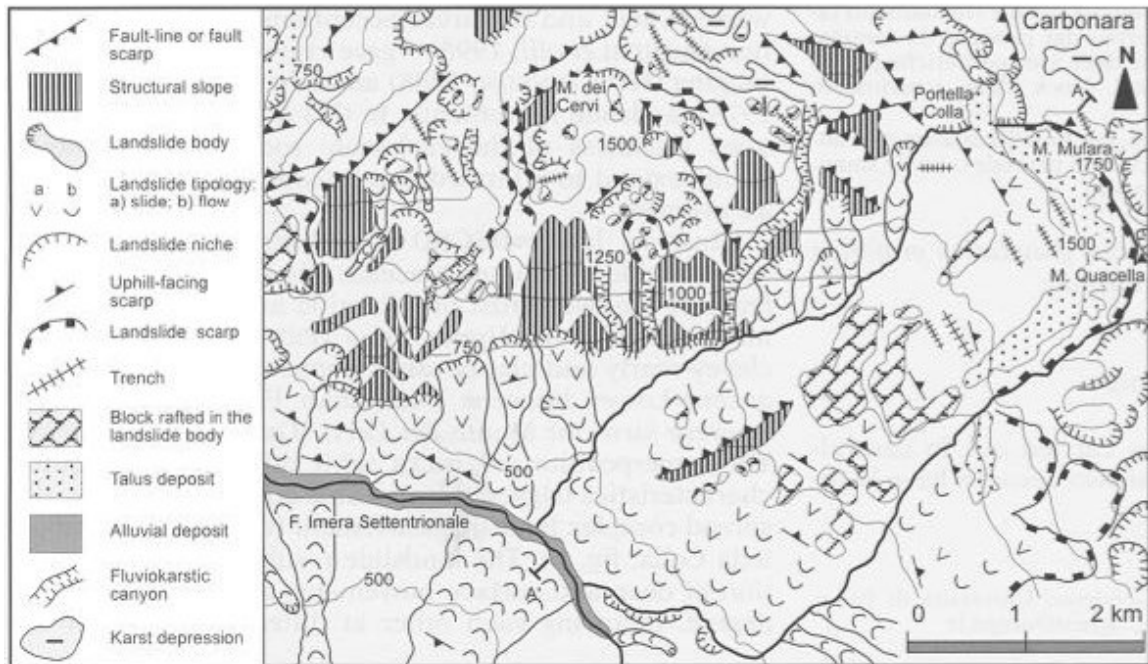
Dal punto di vista dei dissesti si rimanda alla cartografia del PAI della Regione Siciliana, allegata al progetto in argomento, che evidenzia come la SP 52 e la SP 60 interessino vari tratti in dissesto, nonché a rischio e pericolosità geomorfologica; gli interventi previsti non ampliano la sede stradale ne realizzano opere in contrasto con le norme di attuazione del PAI e quindi sono perfettamente compatibili con lo strumento di che trattasi in quanto sono opere di mitigazione del rischio.

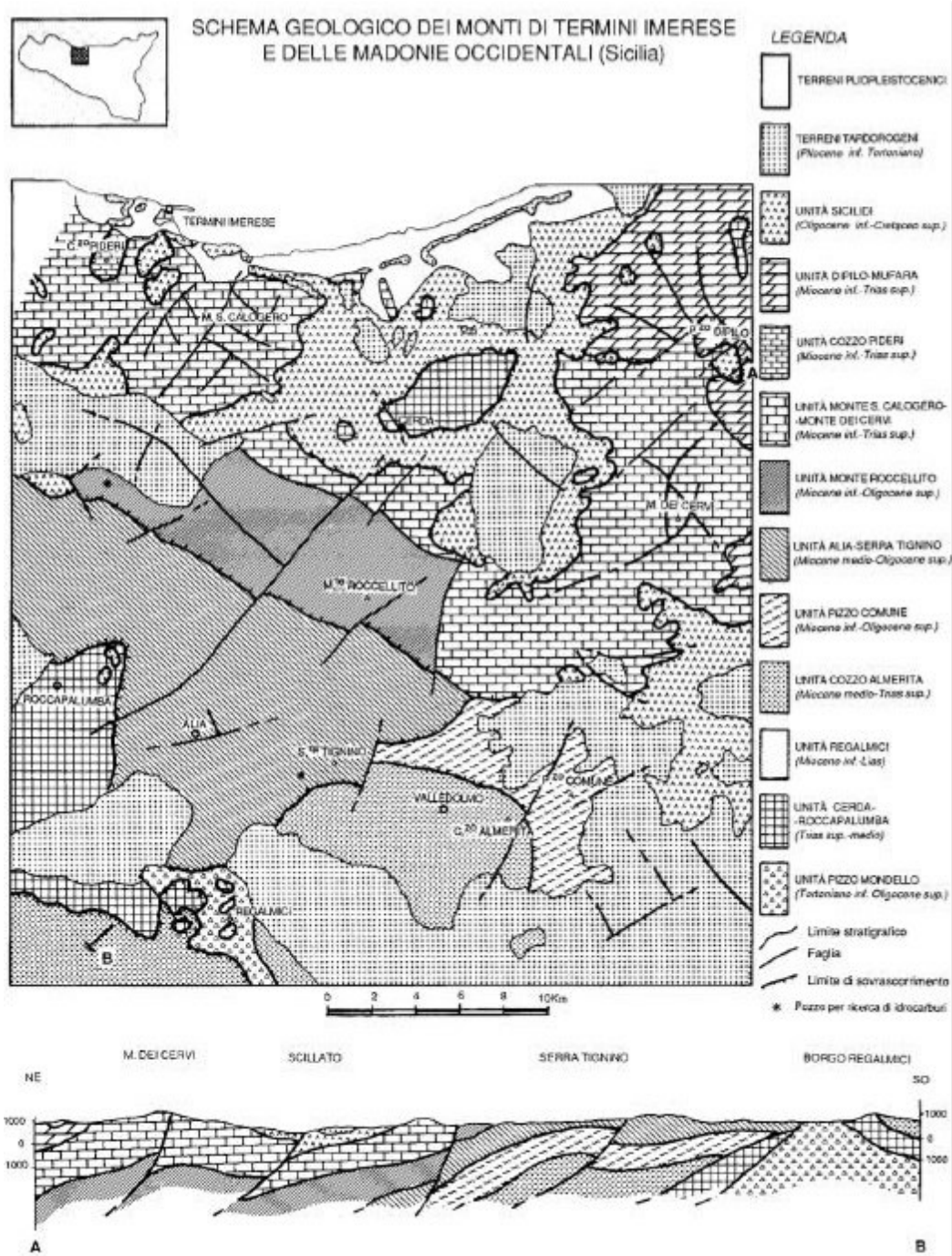


Schema morfostrutturale delle Madonie occidentali (da AGNESI 2000).

Lo studio dei differenti processi morfogenetici del massiccio delle Madonie (è di particolare interesse in quanto questi ultimi influenzano le modalità di infiltrazione dell'acqua piovana e la circolazione idrica sotterranea. A tal proposito una particolare attenzione deve essere riservata alle forme e ai processi carsici, che nelle Madonie si sviluppano soprattutto nei calcari mesozoici della piattaforma carbonatica panormide.

Il paesaggio carsico è caratterizzato sia da forme carsiche epigee (doline, polje, valli cieche, inghiottitoi e campi solcati o karren), sia da forme ipogee (inghiottitoi, pozzi carsici, grotte). La presenza di inghiottitoi in numerose doline delle Madonie fa pensare ad un collegamento fra le forme epigee e quelle ipogee che condiziona la circolazione idrica sotterranea.





Schema geologico dei Monti di Termini Imerese e delle madonie occidentali (da ABATE et al., 1988).

Inquadramento geologico -tettonico

I Monti delle Madonie ricadono nel settore settentrionale della catena nord siciliana (Fig. 3) e sono il risultato della sovrapposizione tettonica miocenica di vari corpi geologici carbonatici, carbonatico-silicoclastici e terrigeni, d'età Trias sup. - Miocene inf., con vergenza generalmente meridionale (Fig. 4).

Le falde tettoniche, che costituiscono il settore madonita della catena siciliana, hanno raggiunto gli attuali rapporti reciproci fra l'inizio del Miocene e l'inizio del Pliocene.

Tali corpi derivano dalla deformazione di una successione bacinale pelagica e di scarpata (Dominio Imerese Auct.), e di una successione di piattaforma carbonatica (Dominio Panormide Auct) individuatesi durante le fasi distensive mesozoiche e coronate da depositi terrigeni silicoclastici (Flysch Numidico Auct.).

Subordinati sono gli affioramenti, ridotti a placche isolate, dei depositi pelitici (Argille Varicolori Auct.) e calcareo-marnosi (Fm. Polizzi e Tusa) del Dominio Sicilide Auct.

I maggiori rilievi risultano generalmente circondati da terreni di natura terrigena e fluvio-deltizia (Fm. Cozzo Terravecchia Auct.) e subordinatamente da depositi ascrivibili al ciclo evaporitico messiniano, ed ai "Trubi" pliocenici.

L'analisi strutturale dell'intero edificio tettonico delle Madonie ha permesso di riconoscere una pila di unità tettoniche sovrapposte, così disposte, dal basso verso l'alto:

- Unità Imeresi (Unità Monte dei Cervi, Unità Monte Quacella)
- Unità Panormidi (Unità Pizzo Dipilo-Pizzo Carbonara)
- Unità Sicilidi, che sovrastano tettonicamente il Flysch Numidico che costituisce le coperture terrigene di entrambe le unità precedentemente menzionate;

Depositi post-orogeni del Tortonian superiore - Pliocene inferiore (terrigeni, evaporitici e carbonatici), che ricoprono in discordanza la sottostante struttura a falde.

Inquadramento idrogeologico

I principali complessi idrogeologici individuati sono:

Complesso calcareo-marnoso e argilloso-arenaceo-calcareo (Fm. Mufara)

E' rappresentato essenzialmente da argilliti e marne variegate con intercalati livelli calcilutitici, calcisiltitici, calcarenitici e brecce dolomitiche, mentre nel settore di Cozzo Rasolocollo (Contino, 2002), da argilliti, marne ed arenarie quarzoso-micacee, brecciole calcaree e brecce calcaree organogene (Fm. Mufara Auct., Carnico). La permeabilità, bassa, è compresa tra i 10^{-7} e i 10^{-9} m/s. La vulnerabilità è bassa e praticamente trascurabile.

Complesso calcareo-dolomitico

Esso, per le caratteristiche idrogeologiche rappresenta uno dei principali acquiferi del territorio delle Madonie, come attesta la presenza di alcune sorgenti di una certa rilevanza ubicate a sud-ovest di Monte Quacella. Stratificazione indistinta o malvisibile presentano le dolomie e le brecce dolomitiche vacuolari delle Fm. Quacella e Fanusi.

La permeabilità prevalente è alta per fatturazione e localmente per porosità allorquando tale complesso si presenta intensamente cataclasato e le forme carsiche sono poco sviluppate se raffrontate al complesso idrogeologico precedente.

Complesso prevalentemente calcareo

In tale complesso sono stati unificati i termini calcarei e calcareo-dolomitici, pertinenti alle successioni derivanti dalla deformazione del dominio Piattaforma Panormide. Esso, per le sue caratteristiche idrogeologiche, rappresenta il principale acquifero del territorio delle Madonie e riveste un'importanza strategica ai fini di nuovi interventi per la ricerca e quindi per l'incremento delle disponibilità idriche attuali.

Bisogna altresì ricordare che le strutture idrogeologiche che comprendono tale complesso sono sviluppate verso nord sino alla Rocca di Cefalù.

Tale complesso appare ovunque discretamente stratificato ed intensamente fratturato e carsificato.

La serie calcarea presenta una ricchezza di forme carsiche, fondamentalmente doline ed inghiottitoi, sviluppate maggiormente nei rilievi di Pizzo Carbonara e di Pizzo Dipilo.

Complesso argilloso arenaceo del Flysch Numidico

Nel complesso sono rappresentate le sequenze pelitico-arenacee del Flysch Numidico. Trattasi, infatti, di arenarie con intercalazioni di argille e di arenarie conglomeratiche. La permeabilità è essenzialmente per fessurazione in corrispondenza dei livelli arenacei. I valori di permeabilità sono variabili in funzione dello stato di fratturazione dei banchi arenacei. La prevalenza dei termini arenacei rispetto a quelli pelitici comporta una circolazione idrica sotterranea che, seppure discontinua, è nell'insieme di un certo interesse data la frequenza dei piani di fratturazione. Ciò è reso evidente da tutta una serie di piccole manifestazioni sorgentizie che bordano, a diversa quota, i banconi arenacei sovrastanti termini poco permeabili o in seno alla stessa successione dove si hanno intercalazioni argillose di maggiore potenza. La permeabilità è compresa tra i 10^{-7} e i 10^{-9} m/s.

La vulnerabilità è bassa e praticamente trascurabile.

Complesso prevalentemente arenaceo

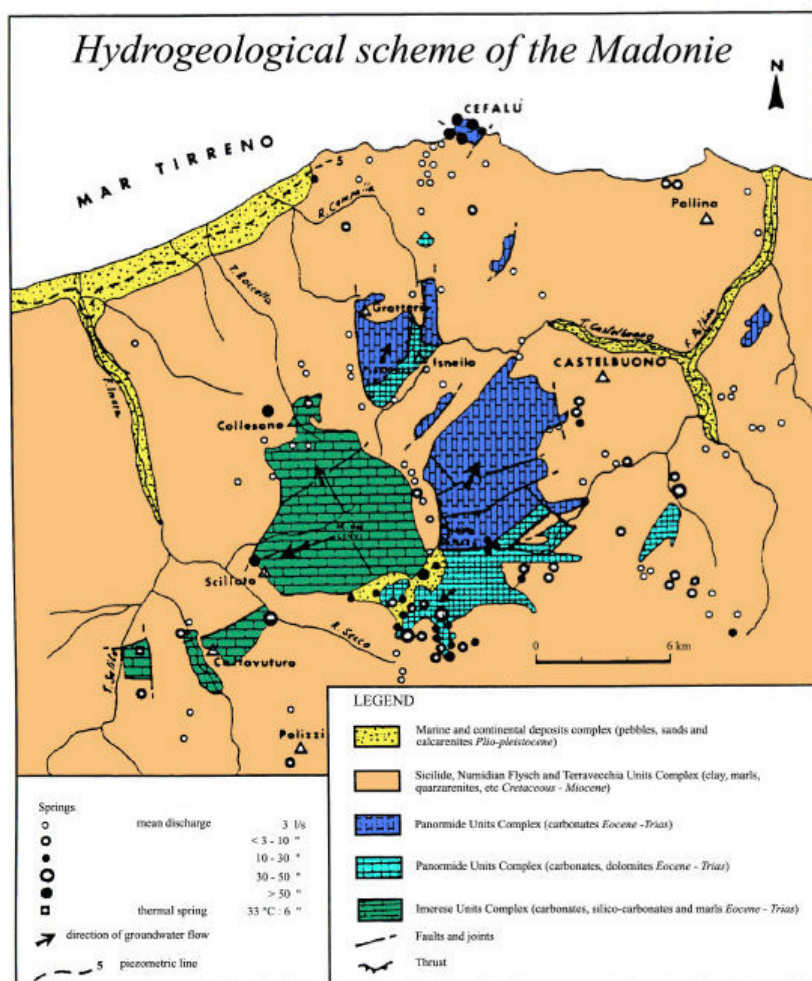
In tale complesso sono raggruppate le sequenze arenaceo conglomeratiche del Flysch Numidico e quelle arenacee del Flysch di Reitano. Questo complesso presenta un certo interesse idrogeologico locale nei settori dove maggiormente si sviluppa, in quanto il numero delle manifestazioni sorgentizie è sempre legato all'estensione degli affioramenti ed alla frequente presenza di banconi arenacei, generalmente molto fratturati. In corrispondenza di quest'ultimi la permeabilità è generalmente discreta e può assumere, in qualche caso, anche valori elevati. Le arenarie del Flysch di Reitano Auct. possono presentare talora locali fenomeni di decementazione che comportano un certo grado di permeabilità per porosità, ma questo comunque resta del tutto subordinato al grado di permeabilità dovuto alla fratturazione.

La permeabilità è modesta per porosità, localmente più elevata per la presenza di fessurazione diffusa; i valori medi sono prossimi a 10^{-6} m/s.

Per la presenza di insediamenti antropici, la vulnerabilità, generalmente bassa per questi acquiferi è da considerare media. Tale complesso ospita esigue falde idriche discontinue in rete di frattura. Le sorgenti più significative sono: Camparelle, (~ 8 l/s), Centomasi (~ 8 l/s), Piano Lana.

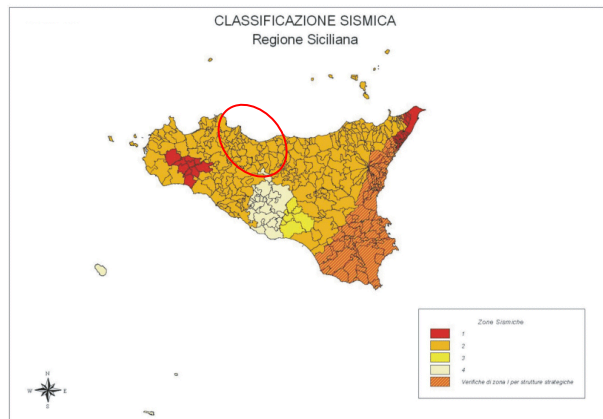
Complesso prevalentemente argilloso-marnoso

In questo complesso sono riunite, per evidenti affinità litologiche, oltre che idrogeologiche, le numerose formazioni pertinenti alle Unità Sicilidi e quelle oligo-mioceniche. Infatti, in tale complesso sono rappresentate: le argille serravalliane-tortoniane (Pre-Terravecchia Auct.), le marne e le argille sabbiose del Tortoniano (Fm. Terravecchia Auct.), le argille sottilmente stratificate, siltiti e arenarie del Flysch Numidico (facies pelitica), le Argille Varicolori Auct., frequentemente tettonizzate, talora caotiche, ed inglobanti una frazione lapidea più o meno abbondante, le alternanze dei livelli arenacei e argilloso-marnosi delle vulcanoclastiti di Tusa (Fm. di Tusa o “Tufiti di Tusa” Auct.), e quelle argilloso-marnose e calcarenitiche e calcisiltitiche della Fm. Gratteri Auct. Questi vari termini compositi svolgono la funzione di impermeabile



Schema idrogeologiche delle Madonie (da AURELI et al.,2001).

Categoria Suolo



Qui di seguito espleteremo schematicamente le linee guida da seguire, relativamente al nuovo **DECRETO 17 gennaio 2018. “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche”**, pubblicato nel Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20/Febbraio/2018), per le arre d’intervento in argomento.

Vista l’estensione dell’area e la puntualità d’intervento, si descrivono gli interventi previsti limitando la connotazione del modello geologico alle aree d’intervento i cui parametri geologici e modello suolo sono tabellati nell’allegato schema d’insieme.

Le azioni sismiche di progetto, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l’effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell’azione sismica è dato da una prova masw wseguita nell’area in oggetto.

Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ 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 spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ 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 spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Correlando dati ricavati da lavori effettuati in aree che presentano le stesse condizioni geolitologiche con dati derivanti dalla bibliografia, associandoli alla *masw* eseguita nell'area in oggetto, si possono ascrivere, i terreni affioranti nell'area in esame, alle categorie indicate nell'allegato schema.

Infatti, vista l'estensione dell'area e la puntualità d'intervento, si descrivono gli interventi previsti limitando la connotazione del modello geologico alle aree d'intervento i cui parametri geologici e modello suolo sono tabellati nell'allegato schema d'insieme.

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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 $i > 30^\circ$

Le categorie topografiche sopra esposte 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.

Vista l'estensione dell'area e la puntualità d'intervento, si descrivono gli interventi previsti limitando la connotazione del modello geologico alle aree d'intervento i cui parametri geologici e modello suolo sono tabellati nell'allegato schema d'insieme.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Descrizione del moto sismico in superficie e sul piano di fondazione

Ai fini delle presenti norme l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

Sulla base di apposite analisi di risposta sismica locale si può poi passare dai valori in superficie ai valori sui piani di riferimento; in assenza di tali analisi l'azione in superficie può essere assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

La componente che descrive il moto verticale è caratterizzata dal suo spettro di risposta o dalla componente accelerometrica verticale.

In mancanza di documentata informazione specifica, in via semplificata l'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie possono essere determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

La componente accelerometrica verticale può essere correlata alle componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

Spettro di risposta elastico in accelerazione

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale.

Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}

Gli spettri così definiti possono essere utilizzati per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s. Per strutture con periodi fondamentali superiori lo spettro deve essere definito da apposite analisi ovvero l'azione sismica deve essere descritta mediante accelerogrammi.

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata, lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito da determinate espressioni matematiche (paragrafo 3.2.3.2.1).

In mancanza di tali determinazioni, per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione definite nella tabella “Categorie di sottosuolo”, la forma spettrale su sottosuolo di categoria **A** è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico S_s , il coefficiente topografico S_t e il coefficiente C_c che modifica il valore del periodo T_c .

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D** ed **E** i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S _s	C _c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot (a_g/g) \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T^*_C)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot (a_g/g) \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T^*_C)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot (a_g/g) \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T^*_C)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot (a_g/g) \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T^*_C)^{-0,40}$

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche definite nella tabella “Categorie topografiche” e dell’ubicazione dell’opera o dell’intervento.

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell’opera o dell’intervento	S _T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l’altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_T assume valore unitario.

Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale è definito dalle espressioni visionabili nel paragrafo 3.2.3.2.2.

Si riportano in tabella 3.2. VII i valori dei paramentri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Tabella 3.2.VII – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria di sottosuolo	S _s	T _B	T _C	T _D
-------------------------	----------------	----------------	----------------	----------------

A,B,C,D,E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s
------------------	-----	--------	--------	-------

Per tener conto delle condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati in Tab. 3.2.VI.

Spettro di risposta elastico in spostamento delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico in spostamento delle componenti orizzontali $S_{De}(T)$ si ricava dalla corrispondente risposta in accelerazione $S_e(T)$ mediante la seguente espressione:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \cdot (T/2\pi)^2$$

purché il periodo di vibrazione T non ecceda i valori T_E indicati in Tab. 3.2.VIII.

Tabella 3.2.VIII – Valori dei parametri T_E e T_F

Categoria sottosuolo	T_E [s]	T_F [s]
A	4,5	10,0
B	5,0	10,0
C,D,E	6,0	10,0

Per periodi di vibrazione eccedenti T_E , le ordinate dello spettro possono essere ottenute dalle formule seguenti:

per $T_E < T \leq T_F$

$$S_{De}(T) = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D \cdot [F_o \cdot \eta + (1 - F_o \cdot \eta) \cdot (T - T_E)/(T_F - T_E)]$$

$$S_{De}(T) = d_g$$

Spostamento orizzontale e velocità orizzontale del terreno

I valori dello spostamento orizzontale d_g e della velocità orizzontale v_g massimi del terreno sono dati dalle seguenti espressioni:

$$d_g = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D$$

$$v_g = 0,16 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C$$

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DELL'AREA

Le conclusioni derivano da dati bibliografici e da indagini geognostiche eseguite nelle aree da parte della Città Metropolitana di Palermo, allegate al presente progetto.

Vista l'estensione dell'area e la puntualità d'intervento, si descrivono gli interventi previsti limitando la connotazione del modello geologico alle aree d'intervento i cui parametri geologici e modello suolo sono tabellati nell'allegato schema d'insieme.

Gli interventi in progetto sono i seguenti.

Opere di sostegno strutturali

Al fine di eliminare i fenomeni di dissesto idrogeologico si è data preferenza all'inserimento di drenaggi in pietrame, interventi di ingegneria naturalistica quali la risagomatura di scarpate mediante inserimento di viminate e graticciate e realizzazione di gabbioni in pietrame e, per la sistemazione dei conpluvi, materassi di fondo alveo in pietrame.

Per l'eliminazione dei dissesti in atto, inoltre sono state previste opere strutturali in cemento armato quali paratie di pali accostati e muri in cemento armato a fondazione diretta.

Infine sono state ampiamente utilizzate gabbionature a più ordini con doppia funzione sia di sostegno che di drenaggio.

Di seguito si inquadrano dal punto di vista della pericolosità sismica i siti nei quali sono state inserite le principali opere strutturali in cemento armato.

- S.P. 60 Km. 23+000 Comune di Gangi - Messa in opera di gabbioni metallici
- S.P. 60 Km. 28+150 Comune di Gangi - Muri di sottoscarpa in c.a. H=4,00 mt e muro di controripa H=1,50 mt
- S.P. 60 Km. 30+600 Comune di Gangi-messa in opera di gabbioni metallici e di giunti di dilatazione
- S.P. 60 Km. 33+100 Comune di Gangi Muro di sottoscarpa in c.a. H=4,50 mt e H=3,00 mt

- S.P. 52 Km. 15+400 Comune di San Mauro Castelverde - Piastra/cordolo in c.a.
- S.P. 52 Km. 19+300 Comune di San Mauro Castelverde-Paratia di pali sottoscarpa in c.a.

Ulteriori interventi di rifunzionalizzazione viaria da realizzare

Riepilogando gli interventi previsti sulla tronco stradale si possono così sintetizzare:

- decespugliamento con mezzo meccanico delle scarpate e dei rilevati del corpo stradale;
- pulizia e manutenzione dei tombini;
- scavi a sezione obbligata per la realizzazione di muri, di cunettone, dei drenaggi, delle banchine e cunette per la raccolta delle acque meteoriche;
- scavi a sezione aperta per impianto e preparazione del piano di posa dei gabbioni;
- preparazione del piano di posa dei rilevati per il riempimento sotto banchina/cunetta e la risagomatura di tratti della sede stradale;
- costituzione di drenaggi a tergo dei muri di controripa;
- rivestimento di muri di sostegno in pietra locale;
- scarificazione per il ripristino dello strato di usura (tappeto);
- scarificazione per la risagomatura dello strato di collegamento (binder);
- realizzazione della massicciata stradale in misto granulare di cava di adeguata granulometria;
- la realizzazione di una paratia di pali in c.a. di sottoscarpa;
- realizzazione di muri di sottoscarpa e controripa;
- messa in opera di gabbionate metallici aventi funzioni di sostegno e drenaggio;
- messa in opera di graticciate e viminate;
- messa in opera di giunti di dilatazione;
- messa in opera di adeguate barriere di protezione (guard rail);
- messa in opera di segnaletica orizzontale e verticale;

Si rimanda alle relazioni specialistiche per i dettagli dei calcoli strutturali dei muri, delle gabbionate delle barriere di sicurezza stradale e delle opere d'arte.

Per tutti gli interventi si consiglia:

- Di eseguire gli scavi con la massima cautela al fine di evitare rotture nei fronti di scavo e/o rototraslazioni dei fronti. Andranno verificate dalla DL le azioni di scavo per verificare. Venute d'acqua superficiale (in caso di eventi meteorici) che potranno minare la stabilità dei fronti;
- Di poggiare le fondazioni delle opere di sostegno (gabbionate o muri che siano) su terreni omogenei al fine di evitare cedimenti differenziati;
- Di realizzare, a tergo delle opere di sostegno, opportuni dreni e vespai al fine di abbassare le pressioni interstiziali dovuti a falde temporanee (dopo la pioggia ad esempio);
- Di optare sempre per fattori cautelativi in fase di dimensionamento a causa dell'elevata anisotropia delle litologie esistenti;

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULL'AREA IN ESAME

La presente relazione è stata redatta allo scopo di accertare l'andamento stratigrafico, le caratteristiche geologiche-strutturali, geomorfologiche e geomeccaniche del progetto di **“Progetto esecutivo lavori messa in sicurezza in tratti saltuari del piano viario nel tratto della SP 60 compreso tra Gangi fino al Bivio Calabrò e nel tratto della SP 52 compreso tra Borrello e Finale”**.

I tratti stradali in progetto si sviluppano per una lunghezza così suddivisa “SP 52 di San Mauro Km 31+000.00 circa ed SP 60 di Calabrò di km 33+000.00 circa, le quali ricadono nella rete stradale delle Alte Madonie, attraversando un territorio montano per lo più sottoposto a vincolo della soprintendenza ai beni culturali e ambientali (leggi n. 1497 e n. 431/85).

Gli interventi in progetto si riferiscono pertanto a tratti saltuari all'interno dei complessivi **Km.64** delle due SS.PP.

Il principale collegamento alla SS 113 ed ai comuni di San Mauro Castelverde e di Gangi è costituito dalla strada Provinciale 52.

La strada ha uno sviluppo pressoché costante con una larghezza complessiva di ml 7.00 – 7.50 affiancata da cunette e banchine, di cui 6.00 ml di carreggiata con la presenza di 15 ponti.

La SP 60 inizia al bivio “Borrello” alla Km 8+500.00 della SP 52 e continuando dopo il bivio “Calabro” punto in cui finisce la SP 52, prosegue fino al bivio “Comunello” sulla SS120 vicino al Comune di Gangi.

La strada ha uno sviluppo altimetrico pressoché costante, con una buona percorrenza con una larghezza complessiva di ml 9.00 – 10.00 affiancata da cunette e banchine, di cui 7.50 – 8.20 ml di carreggiata con la presenza di 29 ponti; a meno di di piccoli tratti viari in cui la carreggiata si riduce a ml 5,70 – 6,00.

Si sono, inoltre, approfondite le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche ambientali del sito al fine di definire tutte le problematiche sulla geologia applicata al progetto di che trattasi.

Si è fatto affidamento su i dati esistenti sul territorio in esame che risultano essere esaustivi e di recente realizzazione da parte della Città Metropolitana di Messina ed i cui risultati (delle indagini geognostiche) si allegano alla presente relazione al fine della

caratterizzazione del terreno in questione ai sensi del (DECRETO 17 gennaio 2018.. “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche”, pubblicato nel Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20/Febbraio/2018)

Pertanto, unitamente alle risultanze delle analisi dei caratteri geologici di superficie, sono stati valutati, in funzione del manufatto in progetto per ambiti areali significativi, i seguenti elementi:

- Geomorfologici;
- Strutturali;
- Litologici;
- Sismici;
- Idrogeologici;
- Geomeccanici.

Dalle considerazioni sopra effettuate, in relazione alle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche, geomeccaniche, in considerazione delle connotazioni sismiche dell'area e della valutazione dei possibili rischi presenti sul territorio si può certamente affermare che l'area in esame presenta caratteristiche geomorfologiche tali da permettere l'idoneità dell'opera.

Si sono, inoltre, approfondite le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche ambientali del sito al fine di definire tutte le problematiche sulla geologia applicata al progetto di che trattasi.

La caratterizzazione del terreno in questione rientra nella normativa vigente in materia.

Le caratteristiche litotecniche dei terreni, sempre in riferimento all'opera da realizzare, non pongono limiti di progettazione.

- Nell'area interessata dalle opere in progetto, non è stata riscontrata la presenza di faglie, tali da generare fenomeni di interazione terreno-struttura in seguito a sforzi ciclici applicati.

Per tutti gli interventi si consiglia:

- Di eseguire gli scavi con la massima cautela al fine di evitare rotture nei fronti di scavo e/o rototraslazioni dei fronti. Andranno verificate dalla DL le azioni

di scavo per verificare. Venute d'acqua superficiale (in caso di eventi meteorici) che potranno minare la stabilità dei fronti;

- Di poggiare le fondazioni delle opere di sostegno (gabbionate o muri che siano) su terreni omogenei al fine di evitare cedimenti differenziati;
- Di realizzare, a tergo delle opere di sostegno, opportuni dreni e vespai al fine di abbassare le pressioni interstiziali dovuti a falde temporanee (dopo la pioggia ad esempio);
- Di optare sempre per fattori cautelativi in fase di dimensionamento a causa dell'elevata anisotropia delle litologie esistenti;

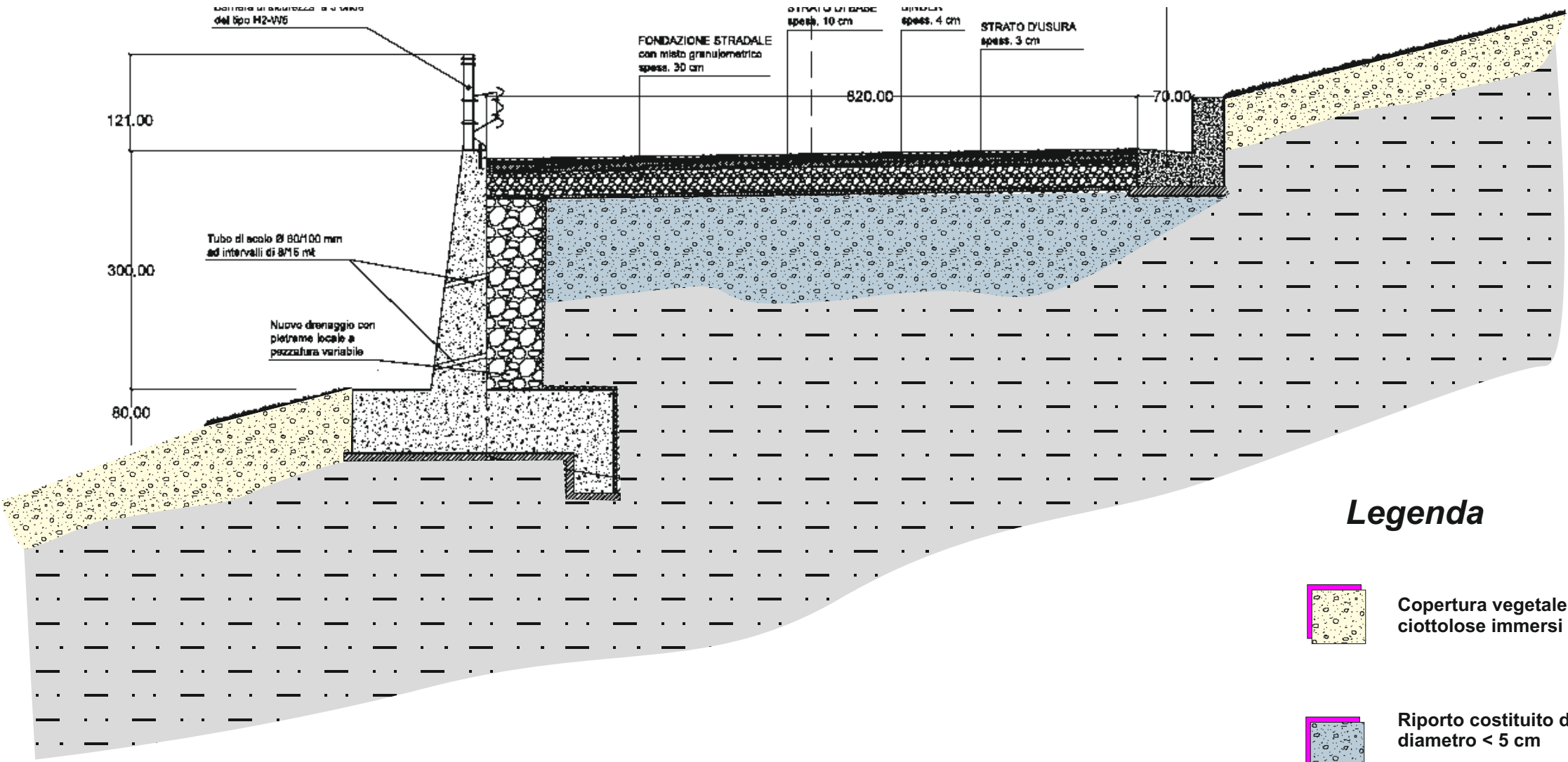
In ottemperanza alle suddette raccomandazioni, in seguito agli studi effettuati sull'area in esame, si attribuisce l'idoneità dal punto di vista geomorfologica e geologico-tecnico e si pone un giudizio positivo alla realizzazione dell'opera in progetto.

Il Geologo

Dott. Salvo Puccio

Sezione geolitologica n° 2 s.p. 60-della progressiva 33.+130.60

Scala (1:100)



Legenda



Copertura vegetale costituita da sabbie limose e ciottolose immersi in una matrice limosa



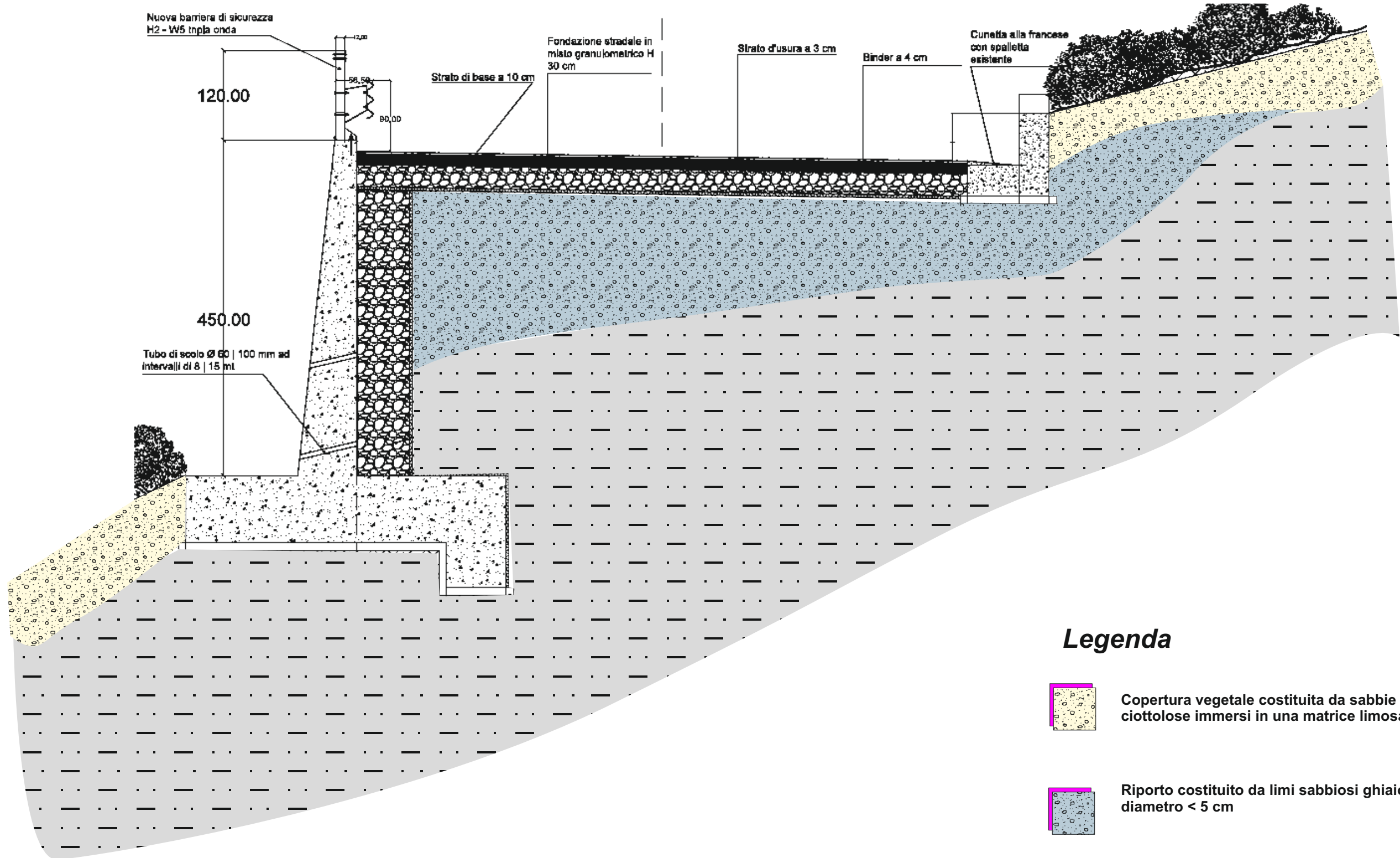
Riporto costituito da limi sabbiosi ghiaiosi, con ciottoli di diametro < 5 cm



Limi argillosi di colore bruno con ghiaie e ciottoli passanti ad argille scagliose consistenti alterate e, in profondità, ad argille grigio-verdi scagliose, consistenti, asciutte.

Sezione geolitologica n° 3 -S.P. 60-della progressiva 33-100

Scala (1:100)

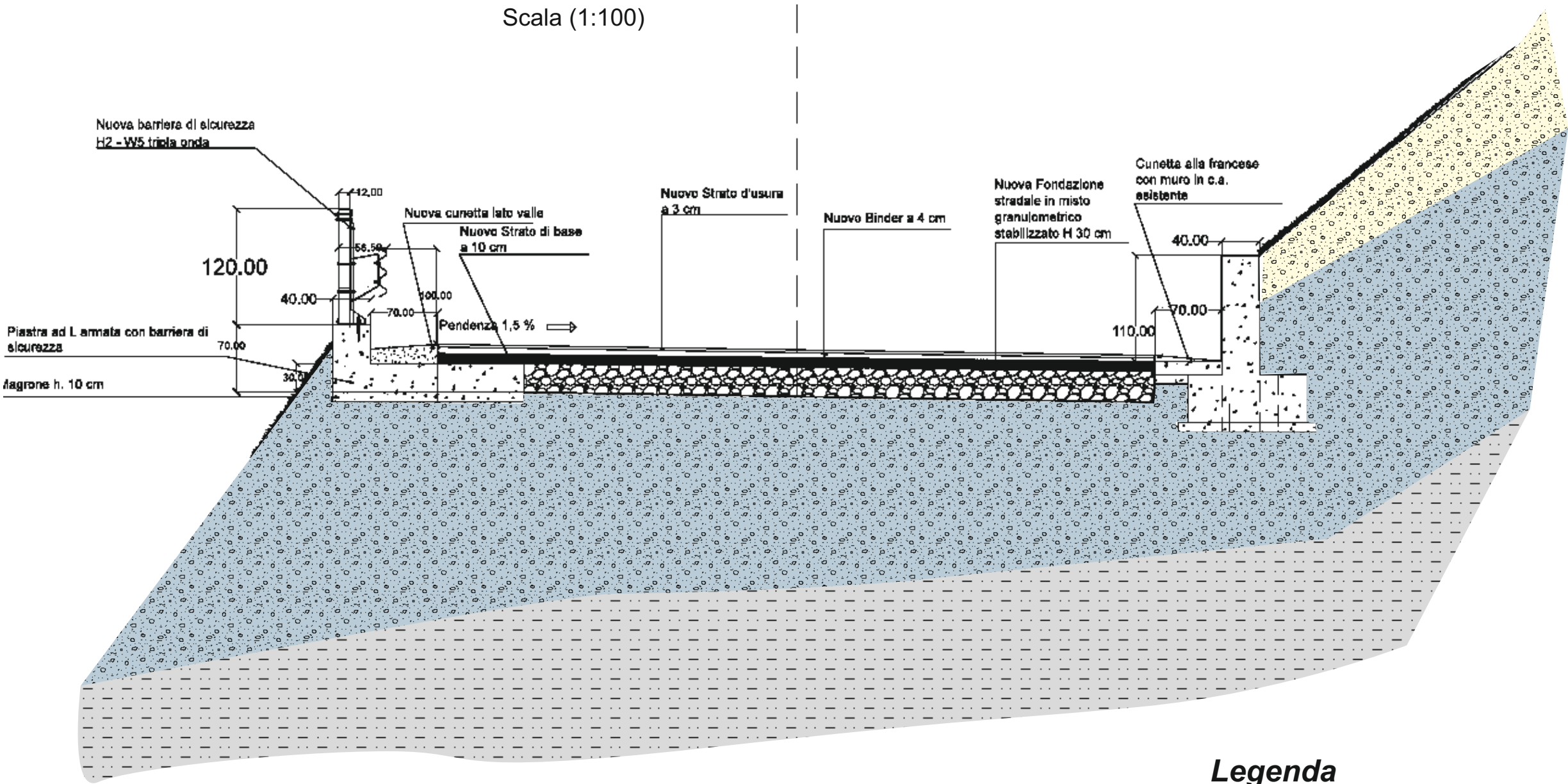


Legenda

-  Copertura vegetale costituita da sabbie limose e ciottolose immersi in una matrice limosa
-  Riporto costituito da limi sabbiosi ghiaiosi, con ciottoli di diametro < 5 cm
-  Limi argillosi di colore bruno con ghiaie e ciottoli passanti ad argille scagliose consistenti alterate e, in profondità, ad argille grigio-verdi scagliose, consistenti, asciutte.

Sezione geolitologica n° 4- s.p. 52 -della progressiva 15 - 356.36

Scala (1:100)

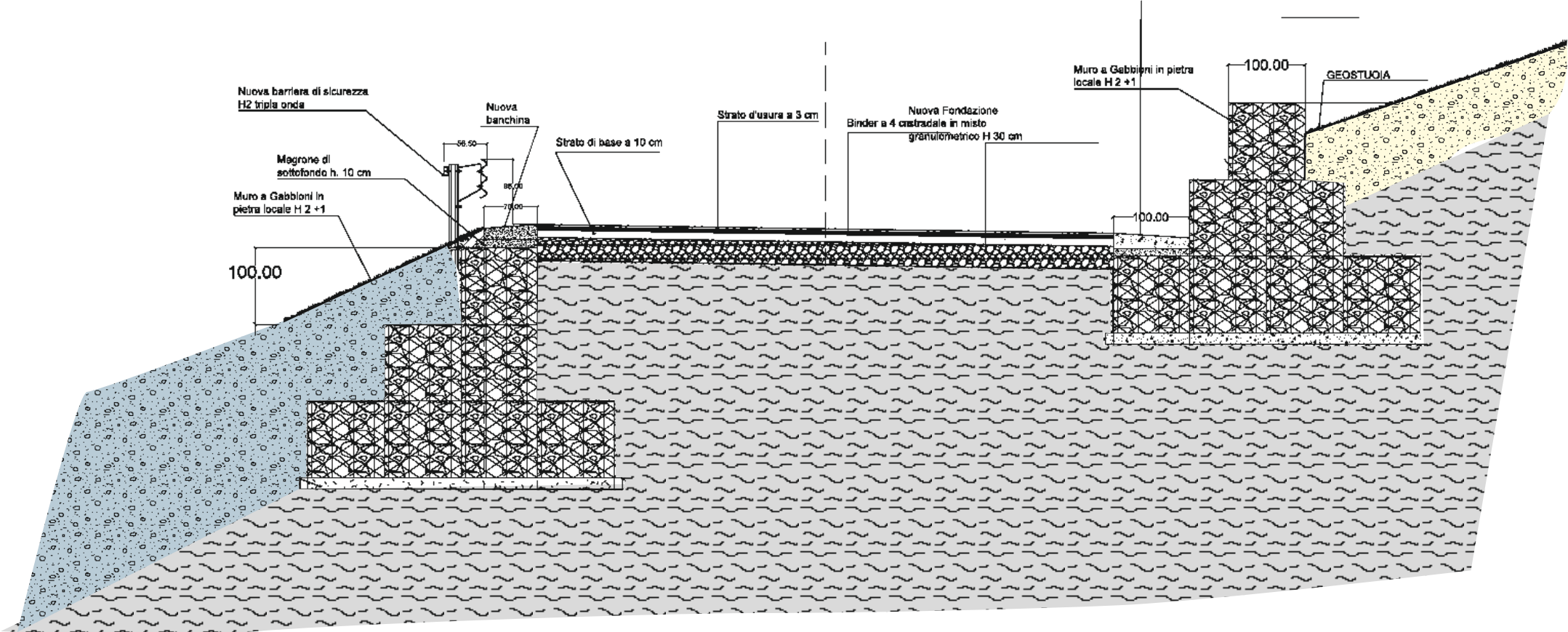


Legenda

-  Copertura vegetale costituita da sabbie limose e ciottolose immersi in una matrice limosa
-  Riporto costituito da limi sabbiosi ghiaiosi, con ciottoli di diametro < 5 cm
-  Limi argillosi di colore bruno con ghiaie e ciottoli passanti ad argille scagliose consistenti alterate e, in profondità, ad argille grigio-verdi scagliose, consistenti, asciutte.

Sezione geolitologica n° 5-S.P. 60-della progressiva 30+638.50

Scala (1:100)



Legenda



Copertura vegetale costituita da sabbie limose e ciottolose immersi in una matrice limosa



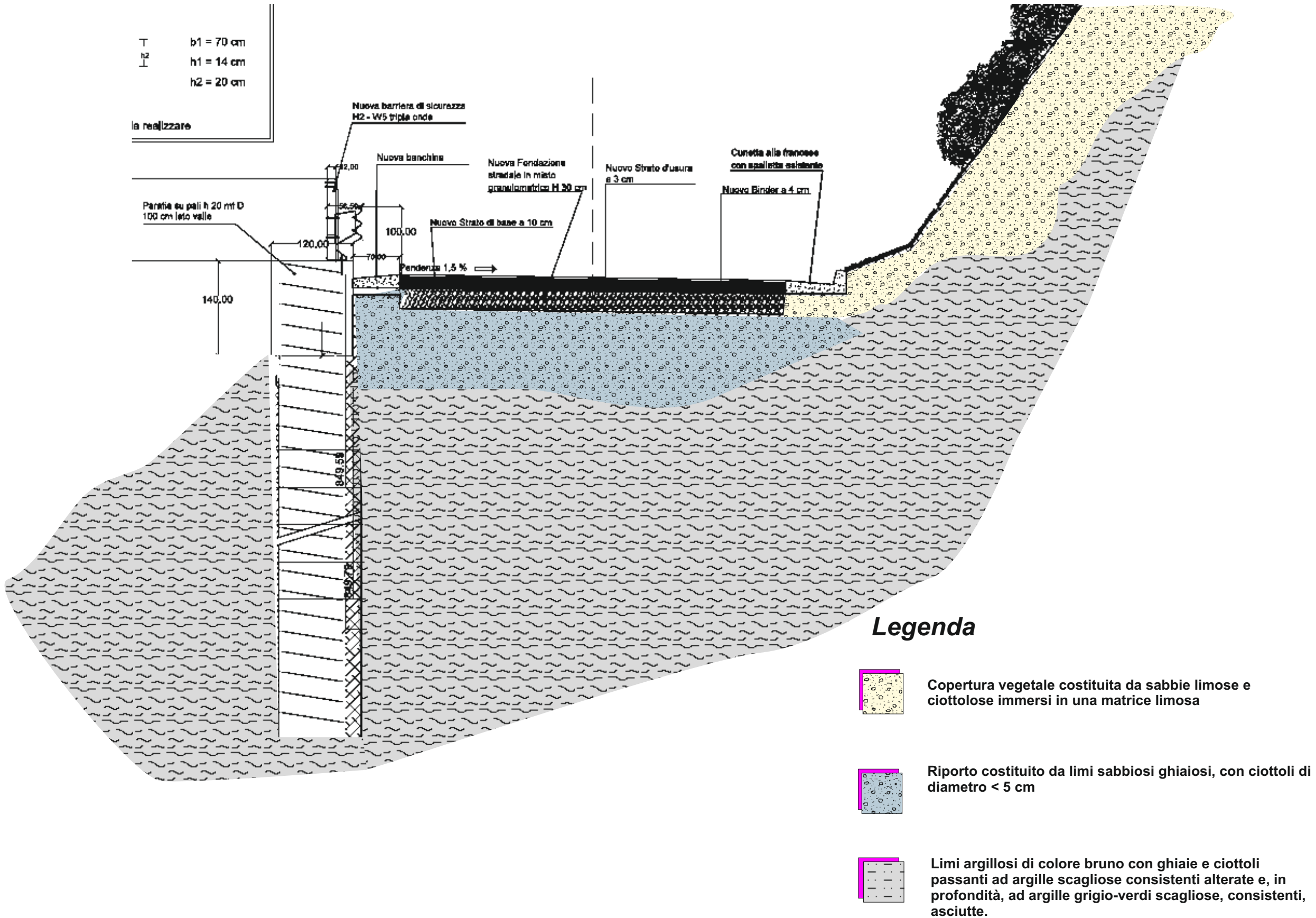
Riporto costituito da limi sabbiosi ghiaiosi, con ciottoli di diametro < 5 cm



Limi argillosi di colore bruno con ghiaie e ciottoli passanti ad argille scagliose consistenti alterate e, in profondità, ad argille grigio-verdi scagliose, consistenti, asciutte.

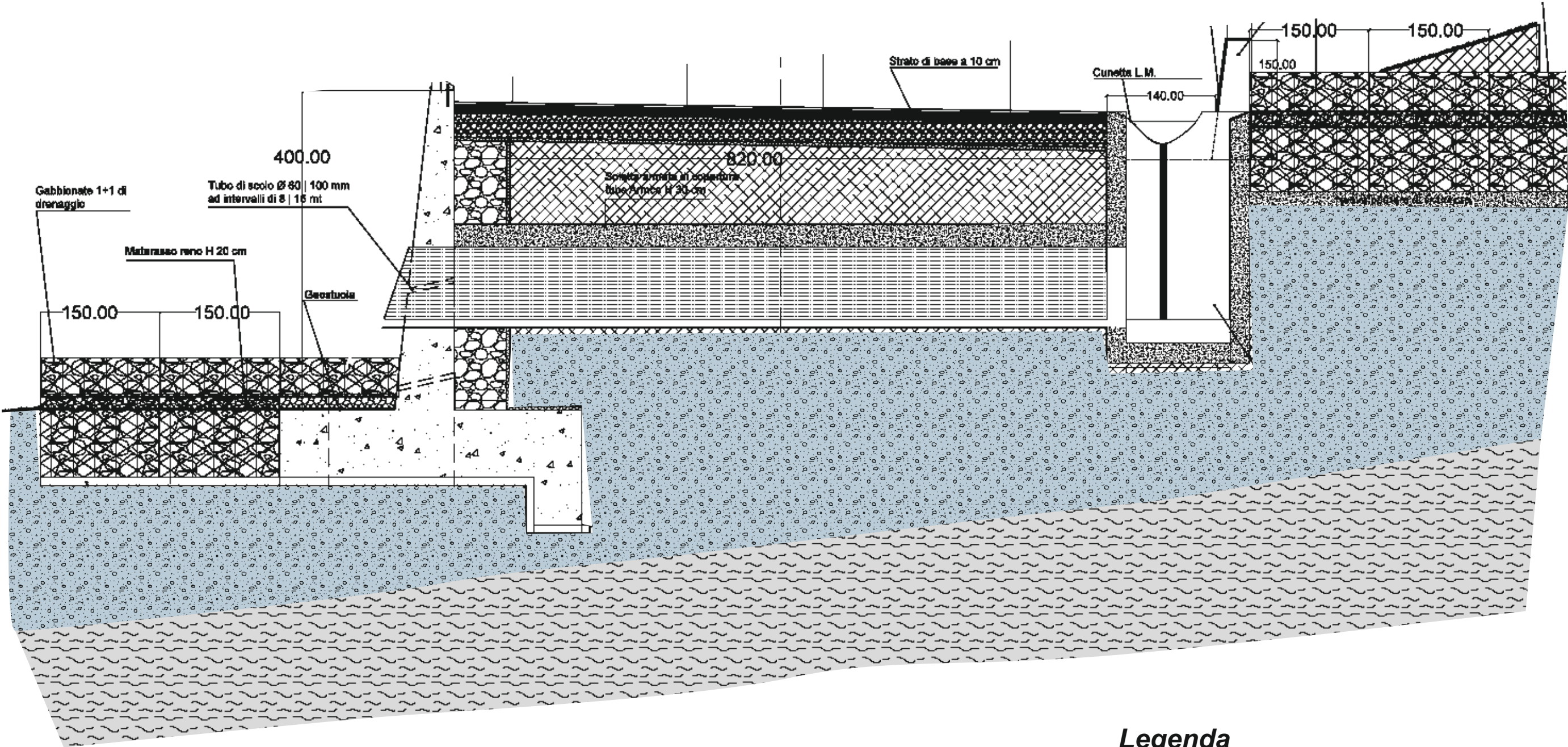
Sezione geolitologica n° 9 -S.P. 52- della progressiva 19+269.63

Scala (1:100)



Sezione geolitologica n° 2 s.p. 60- della progressiva 28+196.80

Scala (1:100)



Legenda



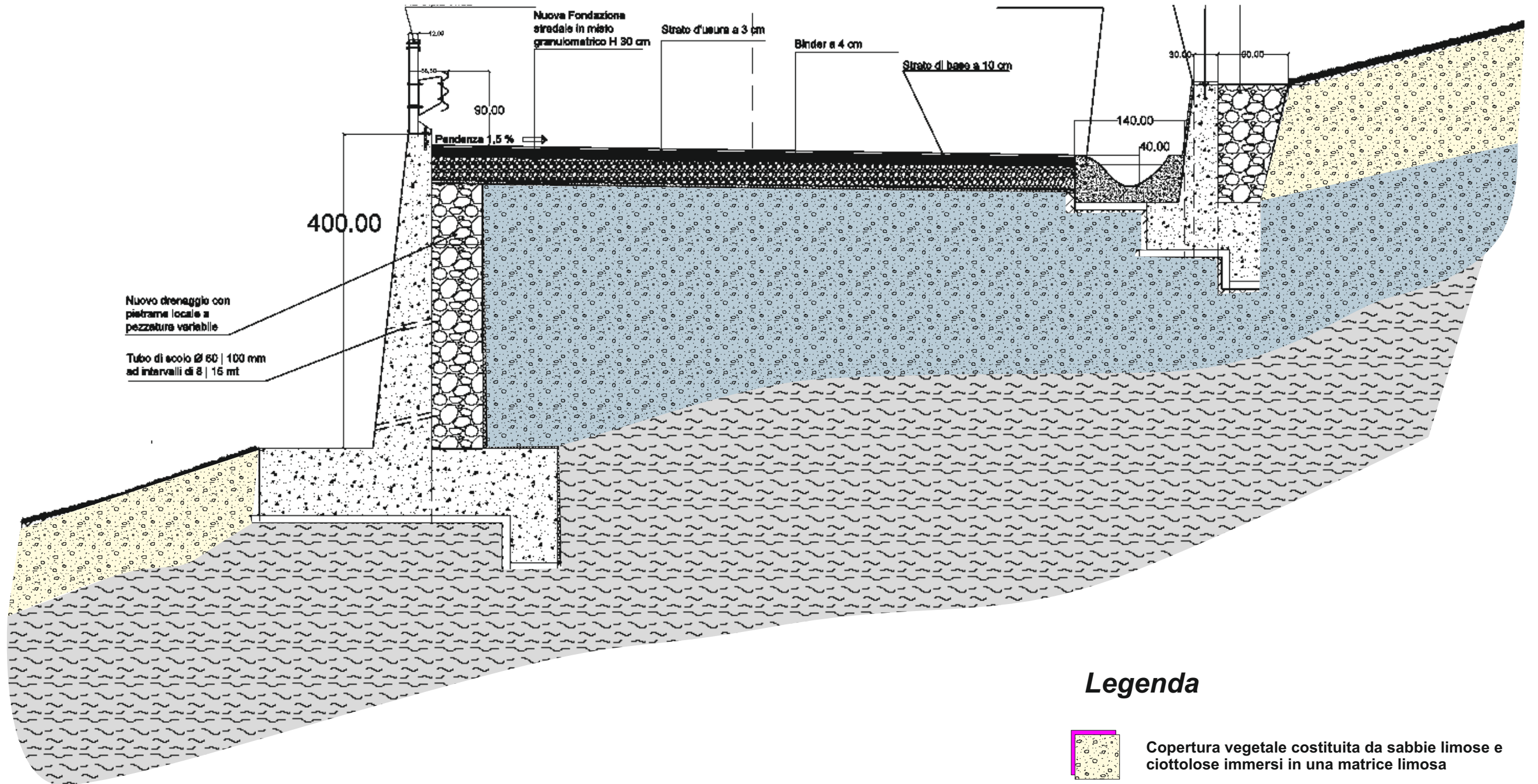
Riporto costituito da limi sabbiosi ghiaiosi, con ciottoli di diametro < 5 cm



Limi argillosi di colore bruno con ghiaie e ciottoli passanti ad argille scagliose consistenti alterate e, in profondità, ad argille grigio-verdi scagliose, consistenti, asciutte.

Sezione geolitologica n° 13-S.P. 60 della progressiva 28+171.80

Scala (1:100)



Legenda



Copertura vegetale costituita da sabbie limose e ciottolose immersi in una matrice limosa



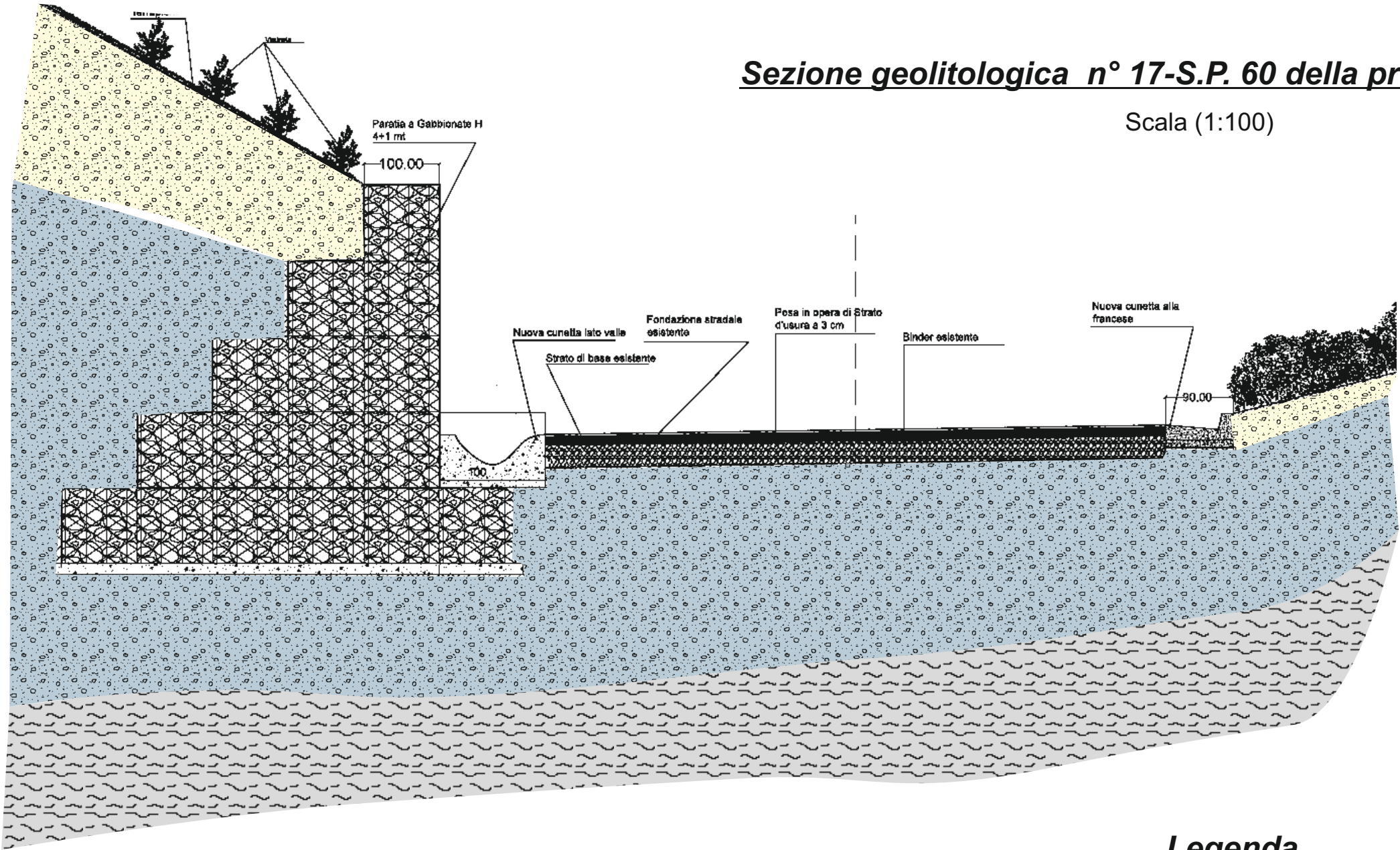
Riporto costituito da limi sabbiosi ghiaiosi, con ciottoli di diametro < 5 cm



Limi argillosi di colore bruno con ghiaie e ciottoli passanti ad argille scagliose consistenti alterate e, in profondità, ad argille grigio-verdi scagliose, consistenti, asciutte.

Sezione geolitologica n° 17-S.P. 60 della progressiva 22+975.00

Scala (1:100)



Legenda



Copertura vegetale costituita da sabbie limose e ciottolose immersi in una matrice limosa



Riporto costituito da limi sabbiosi ghiaiosi, con ciottoli di diametro < 5 cm



Limi argillosi di colore bruno con ghiaie e ciottoli passanti ad argille scagliose consistenti alterate e, in profondità, ad argille grigio-verdi scagliose, consistenti, asciutte.