

DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE UNICA E VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE  
PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI  
ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI

**IMPIANTO IDROELETTRICO DI RONDANERA IN COMUNE DI TRAVO E  
COLI (PC) SUL FIUME TREBBIA**

Elaborato:

*E.03 - Relazione Geologica*

Committente

Idroelettrica Valle dei Mulini srl

Tecnico incaricato



Data: 04 dicembre 2020

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
1.1	Ubicazione e caratteristiche generali dell'intervento .....	4
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI DOCUMENTAZIONE DI PIANIFICAZIONE .....</b>	<b>7</b>
3.1	Premessa .....	7
3.2	Conclusioni.....	7
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE .....</b>	<b>8</b>
4.1	Assetto geologico-strutturale generale.....	8
4.2	Caratteri geomorfologici generali .....	10
4.3	Identificazione formazioni presenti nel sito.....	10
4.3.1	Substrato roccioso .....	11
4.3.1.1	Unità tettonica Bettola – Formazione di Val Luretta- membro di Poviago (VLU1a) .....	11
4.3.2	Coperture quaternarie .....	11
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE .....</b>	<b>13</b>
5.1	Assetto idrogeologico generale.....	13
5.2	Modalità di circolazione idrica sotterranea.....	14
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE DEI CARATTERI SISMICI .....</b>	<b>16</b>
6.1	Lineamenti sismici attivi.....	21
<b>7.</b>	<b>ANALISI DELL'AZIONE SISMICA .....</b>	<b>22</b>

<b>7.1</b>	<b>Definizione della categoria di sottosuolo (approccio semplificato N.T.C. 2018) .....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>INFORMAZIONI GEOGNOSTICHE E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE PRELIMINARI DEI TERRENI E DELLE ROCCE .....</b>	<b>28</b>
<b>7.1</b>	<b>Descrizione dei terreni in rapporto alla localizzazione delle opere .....</b>	<b>28</b>
7.1.1	Opera di presa (traversa di derivazione, locale di generazione – centrale) .....	28
<b>7.2</b>	<b>caratterizzazione fisico-meccanica terreni e rocce .....</b>	<b>28</b>
7.2.1	Parametri geotecnici nominali - Coperture quaternarie .....	29
7.2.2	Parametri geotecnici nominali – Substrato roccioso .....	30
<b>8</b>	<b>MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI .....</b>	<b>30</b>
<b>9</b>	<b>PIANO DELLE INDAGINI .....</b>	<b>32</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>33</b>
<b>11</b>	<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....</b>	<b>34</b>
<b>12</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>35</b>
12.1	Tavola Geologico-geomorfologica .....	36

## 1 PREMESSA

La presente documentazione costituisce la Relazione **Geologica** della documentazione di progettazione definitiva degli interventi a corredo dell'istanza di Autorizzazione Unica di cui all'art. 12 del D.Lgs 387/2003 di un progetto di nuovo impianto di produzione di energia elettrica da fonte idroelettrica, sul F. Trebbia, in Comune di Travo, Provincia di PC con:

- opera di presa e derivazione su traversa fluviale esistente;
- restituzione della portata captata direttamente a valle della traversa senza sottensione di un tratto di alveo fluviale;
- centralina di produzione integrata alla traversa, posizionata verso la sponda idrografica sinistra.

La connessione alla rete in MT esistente avverrà con la posa di un cavidotto interrato ed aereo di lunghezza stimata pari a ca. 900 m sviluppandosi lungo il versante sinistro della valle.

### 1.1 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO

L'impianto in progetto è un impianto a "basso salto" che prevede l'intercettazione delle acque superficiali del *F. Trebbia* in *Loc. Spiaggia di Rondanera*, in Comune di Travo (PC), in corrispondenza di una traversa esistente e senza sottensione di tratti di alveo naturale (restituzione a valle della opera trasversale). Per il dettaglio dell'elaborato l'impianto è schematizzato come una struttura puntuale e gli interventi previsti prevederanno:

- adeguamento dell'opera trasversale esistente (traversa) per la finalità di progetto con scavi localizzati in corrispondenza dell'argine sinistro (alloggiamento del canale di derivazione e dell'edificio interrato della centrale di produzione)

Per una più completa descrizione delle opere nonché per il dimensionamento delle stesse, si rimanda alla *Relazione Tecnica* del progetto allegata agli elaborati della documentazione della istanza.

A seguire è illustrata l'ubicazione delle opere su ortofoto fonte Google Earth - 2015.

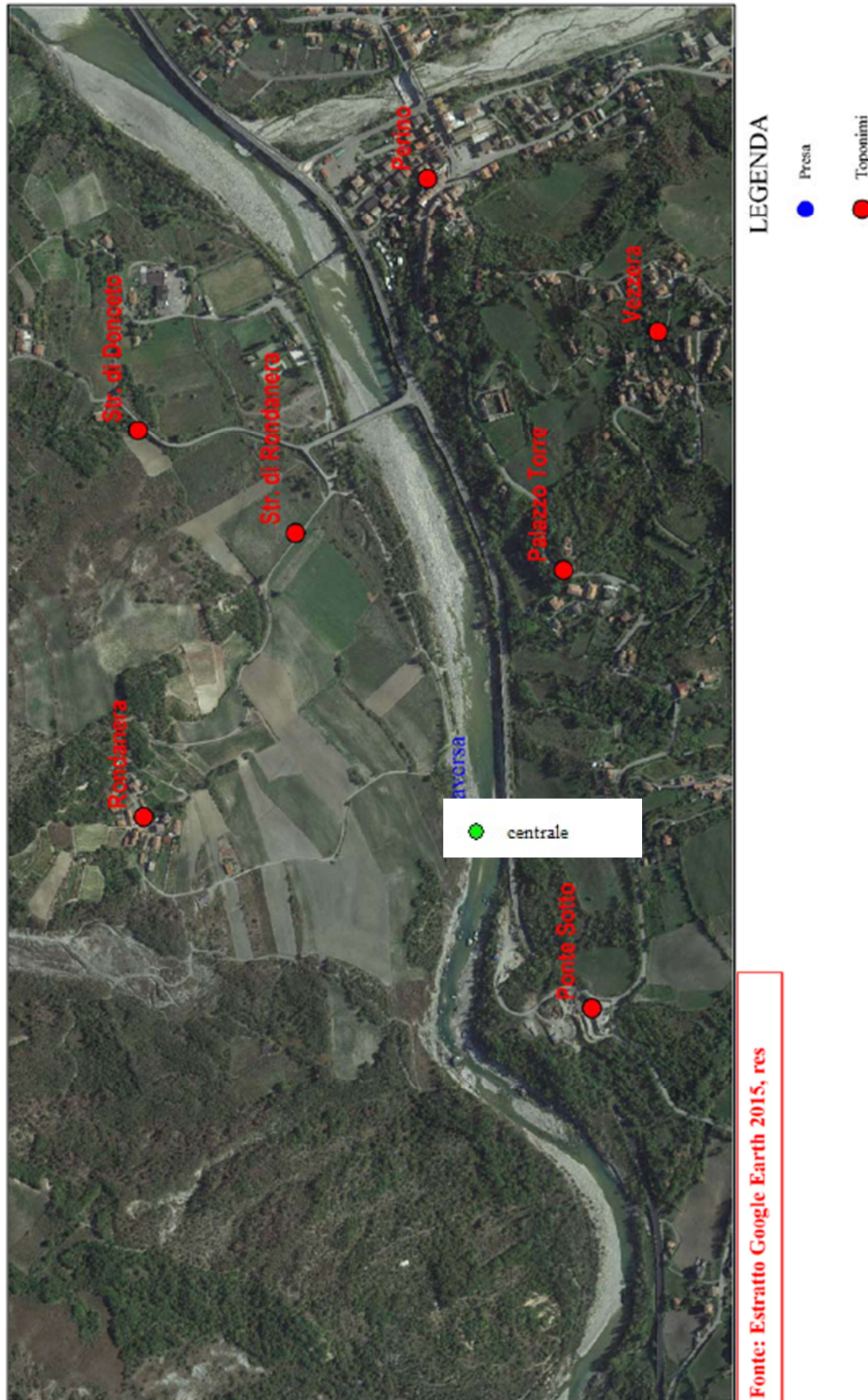


Figura 1: Inquadramento degli interventi in progetto nel contesto territoriale su estratto Ortofoto Google Earth, 2015.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il contenuto della presente relazione è conforme ai contenuti definiti in D.Lgs 12 aprile 2006 n. 163: Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi, e forniture in attuazione alle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE (allegato tecnico XXI di cui all'art. 164) e s.m.i..

L'indagine geologica è infine stata redatta in conformità al D.M. 17/01/2018.

In particolare, si pone in evidenza quanto indicato dalla normativa in merito alle finalità e ai contenuti della relazione geologica:

1. D.M. 17/01/2018: **paragrafo 6.1.2: PRESCRIZIONI GENERALI**: *“le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, **dedotti da specifiche indagini**, **devono essere esposti in una specifica relazione geologica**”;*
2. D.M. 17/01/2018: **Paragrafo 6.2: ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO**: *“Il progetto delle opere e degli interventi deve articolarsi nelle seguenti fasi:*
  - **caratterizzazione e modellazione geologica del sito;**
  - *scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche;*
  - *caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce **presenti nel volume significativo** e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo (cfr § 3.2.2).;*
  - *descrizione delle fasi e delle modalità costruttive;*
  - *verifiche della sicurezza e delle prestazioni;*
  - *programmazione delle attività di controllo e monitoraggio.*
3. D.M. 17/01/2018: **Paragrafo 6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO**: *“La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento. In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico..(omissis)..La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito devono essere esaurientemente esposte e commentate in una relazione geologica, che è parte integrante del progetto. Tale relazione comprende, sulla base di specifici rilievi ed indagini, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del*

*sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.*

### **3 ANALISI DOCUMENTAZIONE DI PIANIFICAZIONE**

#### **3.1 PREMESSA**

La verifica di coerenza dell'intervento con la pianificazione comunale, provinciale, regionale e di settore è descritta in apposito elaborato parte integrante dell'istanza di Autorizzazione Unica di cui all'art. 12 del D.Lgs 387/2003 (vedasi elaborato E.04 – Relazione tecnica di valutazione e verifica della coerenza dell'intervento con la pianificazione comunale, provinciale, regionale e di settore).

#### **3.2 CONCLUSIONI**

L'impianto di produzione rientra nelle "aree idonee all'installazione di impianti idroelettrici ma soggette a particolari prescrizioni" di cui al punto B della DAL 51/2011 della Regione Emilia Romagna (*"Individuazione delle aree e dei siti per l'installazione di impianti di produzione di energia elettrica mediante l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili eolica, da biogas, da biomasse e idroelettrica"*).

L'opera per forza di necessità occupa l'intera larghezza dell'alveo inondato (attivo) del fiume ma rientra nella tipologia di interventi che in questo contesto non sono in contrasto con le specifiche norme di salvaguardia idrogeologica del territorio né sono espressamente vietati (PAI – Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po, PGRA – Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, PTCP – Piano territoriale di coordinamento Provinciale, PSC – Piano Strutturale Comunale, Comune di Travo).

## 4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

### 4.1 ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE GENERALE

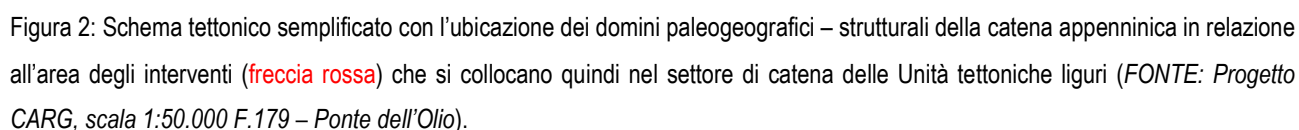
Il contesto geologico-strutturale del sito di intervento è quello complesso e tipico della catena appenninica il cui assetto tettonico è risultato dell'orogenesi attiva a partire dal Cretacico con momenti di maggiore sviluppo nell'Eocene medio (fase ligure) e nel Tortoniano (fase tortoniana). Il settore appenninico è costituito da un edificio a strutturale a falde sovrapposte che si accavallano lungo superfici di sovrascorrimento immergenti generalmente a basso angolo. Le unità stratigrafico tettoniche vengono in contatto lungo superfici di sovrascorrimento spesso ripiegate da eventi deformativi di tipo duttile e, di conseguenza, l'assetto giaciturale, sia delle superfici di stratificazione, sia dei contatti tettonici, risulta spesso caotico e di difficile interpretazione.

A livello regionale la direzione di traslazione delle falde prevalente è quella da SW a NE (fase ligure e toscana), cui si sono sovrapposte altre fasi deformative che hanno comportato modificazioni della direzione dei campi di stress, di entità variabile a seconda della scala di osservazione.

Le unità tettoniche che costituiscono le diverse falde dell'edificio strutturale appenninico si differenziano in funzione del contesto paleogeografico di provenienza e riflettono l'evoluzione geodinamica di questo settore appenninico. Infatti, esso è caratterizzato dalla sovrapposizione dell'insieme alloctono delle **Unità Liguri**, di origine eocenica, su quello alloctono **Umbro – Toscano**, costituito principalmente da successioni torbiditiche sin orogenetiche, depositate all'interno dell'avanfossa generata con lo sprofondamento crostale dovuto alla sovrapposizione delle falde Liguri.

Lo schema tettonico evidenziato è meglio illustrato nella seguente figura con l'indicazione dei domini paleogeografici specifici del settore degli interventi (**freccia rossa**) (**Unità Liguri – Unità Tettonica Bettola**) e dell'intorno.





## 4.2 CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI

Il *F. Trebbia* nel settore del bacino imbrifero sotteso alla traversa fluviale del progetto di impianto idroelettrico in Comune di Travo, è nel suo medio corso e in ambito collinare/ montano. La morfologia del territorio è irregolare e variamente acclive ed è strettamente connessa con l'assetto geolitologico del sottosuolo. Le forme del paesaggio sono evidentemente condizionate dalla competenza e dalla natura dei terreni: con rilievi più aspri ed evidenti, crinali e costolature impostati laddove affiorano rocce resistenti del substrato e forme da arrotondate ed addolcite in presenza di estesi terreni erodibili e poco competenti fino a forme pseudo calanchive (marne e/o argille). Il territorio è caratterizzato da numerosi fenomeni di dissesto di vario genere e grado che hanno condizionato nel tempo lo sfruttamento agricolo e l'insediamento umano relegandoli a circoscritti ambiti. Le cause sono molteplici e concorrenti comprendendo sia la natura dei terreni e del substrato, che l'evoluzione tettonica delle aree (vedi paragrafo precedente), l'evoluzione della dinamica fluviale dei principali assi idrografici al fondo delle valli, i fenomeni sismici.

Nello specifico, parte del versante in sinistra è un esteso corpo di paleofrana in corrispondenza della località "Donceto" che si è innescata in coincidenza con le fasi di evoluzione tettonica e ringiovanimento attive a partire dal Pleistocene medio-superiore.

## 4.3 IDENTIFICAZIONE FORMAZIONI PRESENTI NEL SITO

L'intervento è localizzato nel fondovalle del *F. Trebbia*, con localizzazione in sponda orografica sinistra. Le aree contermini si caratterizzano per le spesse coperture detritiche di alterazione dei substrati rocciosi (arenarie e marne) che unitamente ai depositi strettamente alluvionali attuali e medio recenti sono arealmente prevalenti rispetto alle aree di affioramento roccioso. Questi ultimi infatti si rinvencono solo alle quote superiori del versante o in zone di cresta (tra l'altro ove sono stati da sempre localizzati i principali insediamenti abitativi quali gli abitati di *Donceto* e *Rondanera* per limitarci al solo versante in sinistra idrografica, ad esempio). Per una identificazione degli areali di competenza delle formazioni che di seguito verranno dettagliate si rimanda all'allegata "Carta Geologico-Geomorfologica"

La carta geologica allegata è desunta dalla cartografia geologica ufficiale (vedi capitolo "Riferimenti Bibliografici").

Di seguito sono descritte le caratteristiche delle formazioni distinte per **formazioni del substrato roccioso e coperture quaternarie**.

#### 4.3.1 SUBSTRATO ROCCIOSO

L'asse vallivo del F. Trebbia incide localmente il substrato roccioso ascrivibile alla **Unità tettonica Bettola – Formazione di Val Luretta (VLU), membro di Poviago**. Quest'unità è ascritta nelle Unità Liguri ben rappresentate in questo settore di catena appenninica unitamente all'unità **Tettonica Groppallo - Complesso di Pietra Parcellara (CPP/APA)** (sovrapposta alla precedente, caratterizzante la morfologia, la tipologia dei fenomeni gravitativi dominanti – colate, dei versanti vallivo sinistro ma più a ovest della posizione della traversa fluviale esistente).

##### 4.3.1.1 UNITÀ TETTONICA BETTOLA – FORMAZIONE DI VAL LURETTA- MEMBRO DI POVIAGO (VLU1A)

E' una formazione arenaceo-marnosa che nello specifico del *Membro di Poviago* comprende arenarie grigio-nocciola, medie e fini e marne siltose in strati medi e spessi, la facies caratteristica del settore è quella *arenaceo-pelitica*. Gli affioramenti sono localizzati a quote superiori al fondovalle con assetto stratigrafico della formazione ad orientazione nel quadrante sud-occidentale ed inclinazioni a basso medio angolo (20-50°) (*loc. Rondanera*, versante orografico sinistro e *loc. Vezzera, Palazzo Torre* in versante orografico destro).

La formazione occupa in termini di superficie la quota parte più vasta del substrato del versante orografico sinistro nonché la maggior parte del territorio comunale di Travo.

Come precedentemente anticipato, le caratteristiche litologiche e litotecniche della formazione e della coltre di alterazione detritica ad essa associata, predispongono i versanti a potenziali fenomeni di dissesto.

La formazione descritta rappresenta il **substrato roccioso sottostante le coperture quaternarie alluvionali presso l'area degli interventi**.

#### 4.3.2 COPERTURE QUATERNARIE

Sono di seguito elencati e descritti i depositi superficiali con riferimento alla porzione di territorio interferita dalle previste opere in progetto e alla *“Carta Geologica della Regione Emilia Romagna”* scala 1:10.000 (riportata in allegato).

Di maggiore interesse per estensione areale e localizzazione dell'intervento sono le coperture quaternarie dei **depositi di frana** e dei **depositi alluvionali del F. Trebbia** e **depositi di conoide T. Perino** (Subsintema di Ravenna – AES8).

Corpi di frana (Depositi di frana quiescenti complessi – a2g / Depositi di frana attivi - a1)

Sono accumuli caotici di elementi litoidi eterogenei ed eterometrici in matrice pelitica e sabbiosa che diffusamente sono estesi sui versanti obliterando i substrati rocciosi originali dalla cui alterazione hanno la loro origine, con caratteristiche fisico-meccaniche decisamente più scadenti di quelle proprie delle unità rocciose di provenienza. Indizi e censiti fenomeni attivi sono evidenziati dalla cartografia geologica recente e dai rilievi eseguiti in sito su porzioni territoriali a monte (a ovest) della traversa di derivazione: si tratta di corpi di frana che per morfologia e natura dei materiali (argille) sono assimilati a corpi di frana da colata. Essi sono diffusi infatti negli areali di affioramento dell'unità **Tettonica Groppallo - Complesso di Pietra Parcellara (CPP/APA)** *argilliti, agilliti siltose fogliettate con subordinate intercalazioni di calcari marnosi e marne calcaree*; sono evidenti e localizzati negli areali di *Loc. Pietra Marcia e Pietra Parcellara*.

Diversamente, il versante orografico sinistro, soprastante l'areale degli interventi, è un esteso corpo di frana di genesi complessa ma con stato di attività quiescente. Esso rientra nell'areale della vasta e complessa frana di "Donceto" alla quale si è già precedentemente accennato.

Depositi alluvionali intravallivi (Pleistocene - Olocene)

Sono i depositi a ghiaie e sabbie di spessore plurimetrico lungo l'asta del corso d'acqua. Sono sedimenti la cui evoluzione (trasporto, selezione, deposizione) è correlata alla variabilità della dinamica fluviale: comprendono tanto quelli che sono individuati nell'attuale canale di scorrimento della vena fluida in condizioni di magra (**alveo attivo – traversa di derivazione**) (**depositi in evoluzione**) quanto quelli fissati dalla vegetazione e corrispondono ad aree esondabili in condizioni di piena ordinaria (**depositi recenti**).

Successione neogenico-quaternaria del margine appenninico padano - Subsintema di Ravenna (AES 8) (Pliocene – Olocene) (depositi intravallivi terrazzati e di conoide ghiaiosi)

Unità alluvionale prevalentemente grossolana (età Pleistocene medio – Olocene) appartenente al "*Supersintema Emiliano-Romagnolo*" (in accordo alla più recente e classificazione dei depositi quaternari adottata per la redazione della nuova cartografia nazionale CARG scala 1:50.000). Sotto il profilo genetico sono quei **depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa** "più antichi" degli alvei attuali e recenti dei corsi d'acqua.

Sono ghiaie e ghiaie sabbiose prevalenti, localmente cementate: depositi alluvionali terrazzati (e di conoide ghiaiosa nel sottosuolo). Lo spessore è, in genere, metrico, e l'unità presenta coperture fine, composita, dello

spessore di qualche metro (*limi e limi argillosi giallastri*). Relativamente all'areale degli interventi, esso corrisponde a quella vasta regione alla confluenza *T. Perino* e *Fiume Trebbia* (circa 1 km a valle della traversa del progetto) di pertinenza di un antico conoide del *T. Perino* i cui depositi sono ben distribuiti sulla sponda idrografica sinistra del *F. Trebbia* e le cui propaggini distali si estendono fino al sito di intervento. Il conoide mantiene l'evidenza morfologica propria a ventaglio ed è ben individuabile da foto aerea e da rilievo sul campo per la natura della vegetazione (integralmente fissato da prato, seminativo ed arbusti) e per la forma ampia ed addolcita della superficie topografica. La **realizzazione del vano tecnico di generazione** prevede scavi in questi sedimenti alluvionali. In epoca successiva, quindi al momento attuale, i depositi sono elevati sull'alveo attuale per effetto dell'evoluzione attuale e recente (approfondimento dell' incisione) del *F. Trebbia* come evidenziato da un risalto morfologico della superficie topografica, per il tratto descritto, di 3 -4 m circa. Sia la continuità della copertura vegetale, che la tessitura degli areali osservabile dalla fotointerpretazione ed infine la presenza della sopraelevazione rispetto all'alveo attuale sono elementi che evidenziano che queste aree non sono normalmente esondabili (condizioni di piena ordinaria).

## 5 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

### 5.1 ASSETTO IDROGEOLOGICO GENERALE

Le caratteristiche della circolazione idrica sotterranea nell'area vasta del bacino del *F. Trebbia* sono variabili ed in funzione delle caratteristiche di permeabilità dei substrati rocciosi e dei terreni di copertura e dello spessore e della distribuzione di questi ultimi.

Mentre nel caso del substrato roccioso si hanno in genere acquiferi il cui sviluppo e le cui potenzialità idriche sono legati essenzialmente allo stato di fessurazione dell'ammasso (permeabilità di tipo secondario per fessurazione), nel caso degli acquiferi dei depositi continentali essi sono potenzialmente sede di una falda freatica alimentata in genere dagli afflussi meteorici. Essi presentano potenzialità idriche variabili ma in genere limitate da fattori quali appunto il tipo di alimentazione e la permeabilità per porosità dei materiali (molto variabile in funzione dell'assortimento granulometrico degli acquiferi stessi).

## 5.2 MODALITÀ DI CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

Poiché il bacino imbrifero del *F. Trebbia* occupa un contesto prettamente montano-collinare la presenza di una vera e propria falda acquifera nel sottosuolo è limitata al fondovalle fluviale.

Con riferimento al bacino invece, il territorio può essere modellato in maniera diversa, in funzione della distribuzione di substrato roccioso e delle coperture detritiche.

In base alla tipologia di materiale per il territorio in esame si individuano due tipologie di permeabilità degli stessi: le categorie rispecchiano le due classi di materiali presenti sotto il profilo litotecnico (rocce e terre) variamente distribuite nell'area indagata.

- *Permeabilità per fessurazione*, tipica delle formazioni rocciose che è legata al deflusso dell'acqua all'interno delle discontinuità che interessano l'ammasso roccioso: queste possono essere originate dalla presenza di fratture e/o dalla stratificazione;
- *Permeabilità per porosità*, tipica dei depositi e dei materiali sciolti.

La situazione idrogeologica dei versanti vallivi è quindi quella di un acquifero con permeabilità da medio-bassa (*Formazione di Val Luretta*) a molto bassa (*Complesso di Pietra Parcellara*): la circolazione delle acque sotterranee avviene nella parte superficiale, quella maggiormente fratturata per effetto della decompressione e degli sforzi tettonici, al più fino ad una profondità alla quale le discontinuità risultano anastomizzate per effetto della pressione litostatica, ma in generale con presenza di falde o di limitato significato e variamente distribuita nella massa rocciosa (*Formazione di Val Luretta*) fino all'assenza di falde idriche significative (*complesso di Pietra Parcellara*).

Al di sopra della roccia si rinvencono coltri di copertura sia di alterazione della roccia stessa che di altra genesi (corpi di frana) potenziali corpi acquiferi con permeabilità per porosità (primaria) da media a medio-bassa che giustifica un eventuale carattere "diffuso" di emergenze lungo i versanti ma prive di potenzialità produttive significative: di carattere temporaneo/stagionale (falde idriche stagionali).

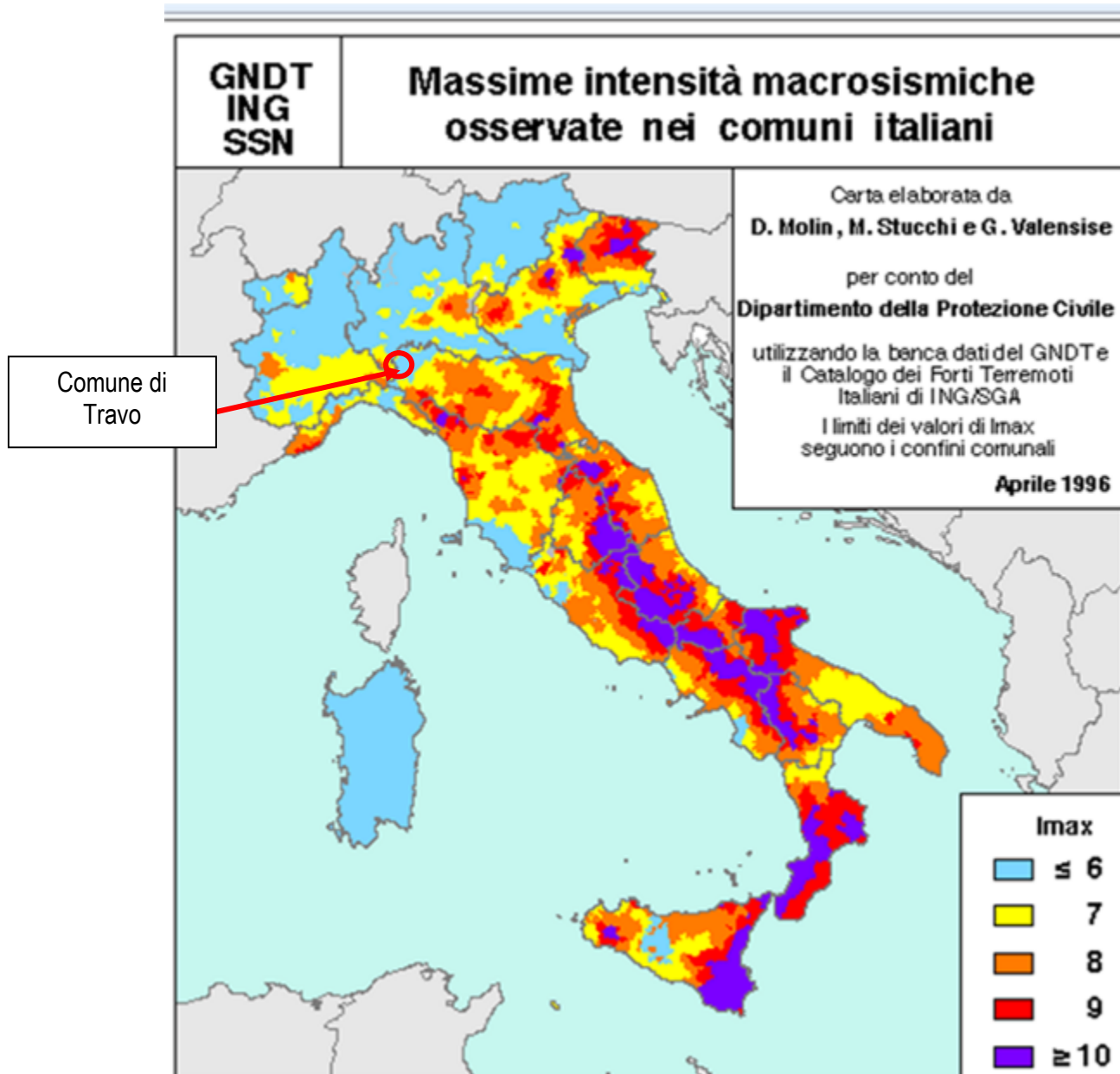
Le tipiche manifestazioni sorgentizie di contesti quale quello in esame, con marcati contrasti di permeabilità e morfologia, sono quelle di soglia di permeabilità: venute d'acqua in corrispondenza di brusche variazioni morfologiche e/o in zona di debolezza tettonica.

Nel fondovalle invece, la circolazione idrica sotterranea avviene principalmente in corrispondenza dei depositi alluvionali quaternari, limitrofi o coincidenti con l'alveo del *Fiume Trebbia*, nei quali si possono impostare falde direttamente connesse con l'alveo del fiume stesso.

Sotto il profilo idrogeologico , l'acquifero presenta una struttura piuttosto semplice: risulta limitato lateralmente, ma piuttosto sviluppato nel senso di scorrimento fluviale: in tal senso l'asta fluviale esercita un richiamo sulle acque sotterranee, specie nei periodi siccitosi (falda di subalveo)

## 6 DESCRIZIONE DEI CARATTERI SISMICI

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle caratteristiche sismiche a scala regionale. Per quanto concerne la massima intensità macrosismica osservata in passato, l'esame della cartografia "*Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani*", redatta da I.N.G.V., permette di rilevare che la massima intensità macrosismica  $I_{max}$  è inferiore a 6 nella scala **Mercalli – Cancani - Sieberg**.





## Emilia-Romagna

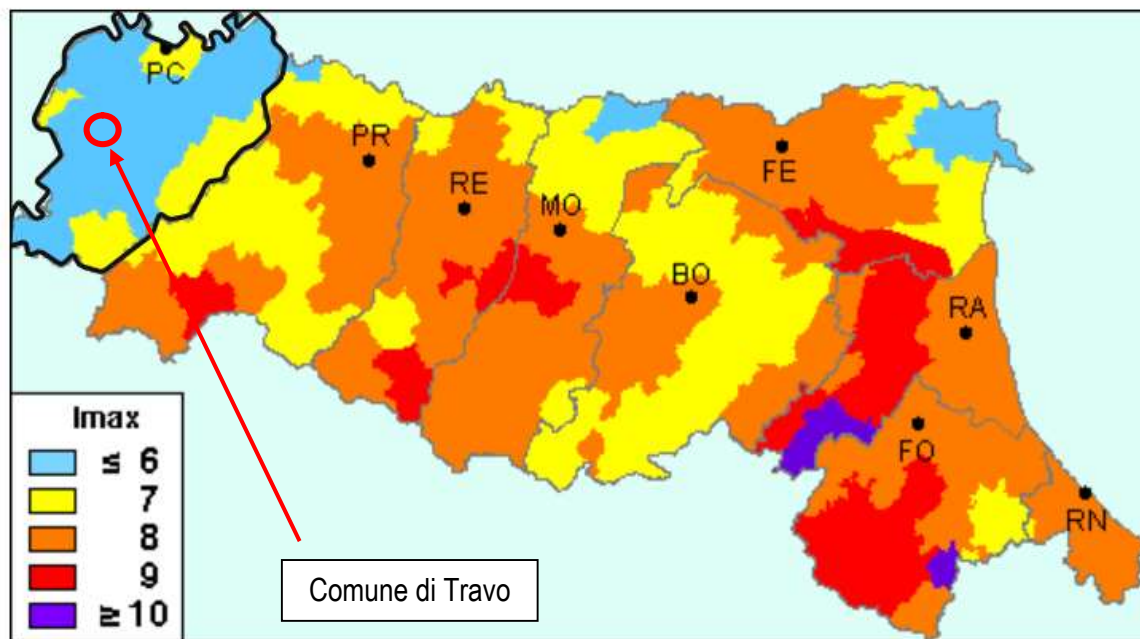


Figura 3: Carta delle massime intensità macrosismiche (INGV). Indicazione schematica (cerchio rosso) della collocazione del territorio comunale di Travo e dell'area degli interventi in progetto.

Ai sensi della classificazione sismica nazionale di cui al O. P.C.M. n. 3274 e s.m.i. il *territorio comunale di Travo* ricade nella classe 3. Le aree così definite contemplano, ai fini del calcolo delle strutture, un valore dell'accelerazione orizzontale massima su suoli di categoria A (**formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi**) al quale ancorare lo spettro di risposta elastica  $0,100\text{ g} < \text{PGA} < 0,125\text{ g}$  come illustrato nella seguente figura.

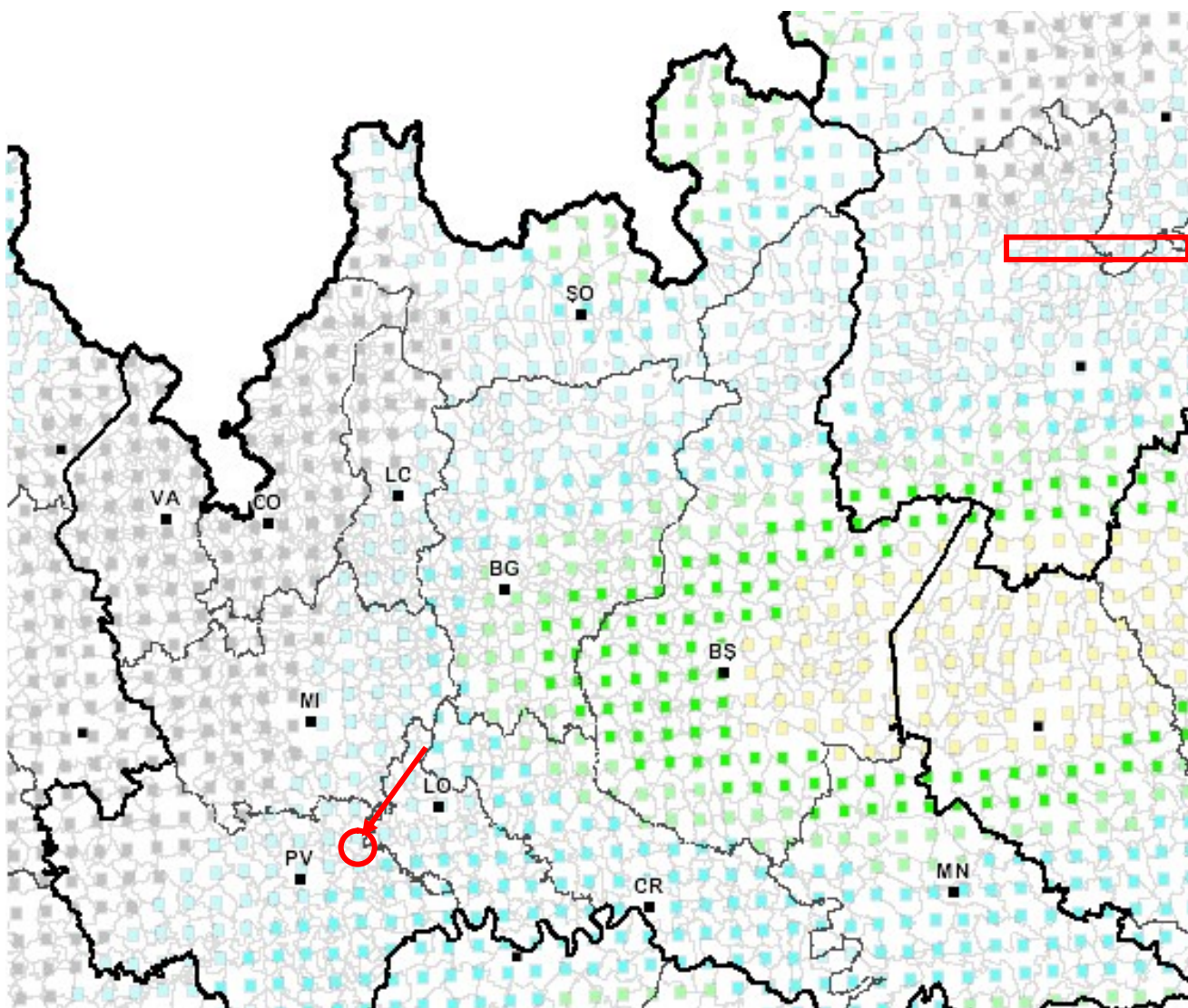
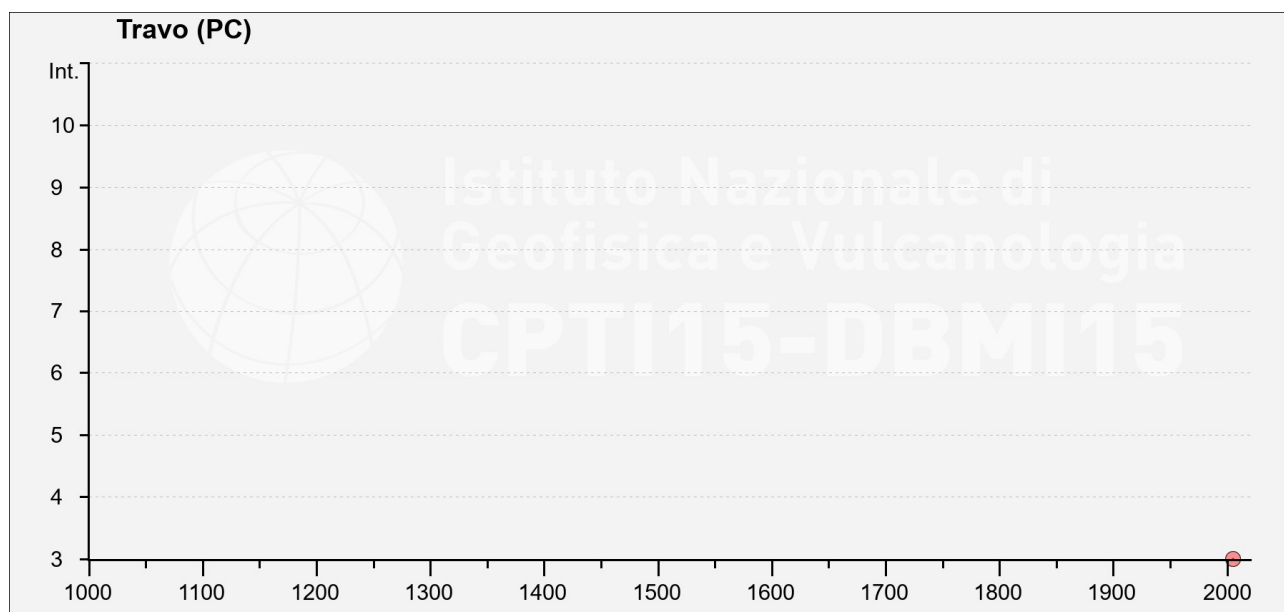


Figura 4: Estratto della “mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale”( O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006, all. 1b) e relativa legenda illustrativa dei valori di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi. Il Comune in cui è localizzato il progetto è indicato da una freccia rossa. Nel riquadro rosso, indicato sulla legenda, è invece evidenziata la classe di valori  $a_g$  (relativa a suoli rigidi di categoria A) per l’areale di intervento.

Ulteriori informazioni sulla sismicità ed indicazioni tecniche in merito alla progettazione degli interventi si desumono dallo Studio Geologico a supporto dello strumento di pianificazione comunale (PSC)<sup>1</sup>.

“(omissis) ...*“In particolare per, quello che concerne il territorio comunale di Travo (PC), si precisa che il valore assegnato al parametro  $a_g$  (corrispondente all’accelerazione orizzontale di picco, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni), da adottare nella progettazione antisismica e nelle verifiche di stabilità dei fronti di scavo e dei versanti, è pari a **0,15 g**”.* ... (omissis)”

Si riportano a seguire informazioni storiche circa la sismicità dell'area di studio con riferimento all'**abitato di Travo**.



<sup>1</sup> Adeguamento dello strumento Urbanistico del Comune di Travo, Valutazione sulla sismicità nel comune di Travo (PC) in funzione dell'edificabilità, S.G.P. – Servizi di Geoingegneria e Progettazione s.r.l., Prof. Vercesi Pier Luigi, giugno 2006

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v2.0					
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano					
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia					
Seismic history of	Travo				
PlaceID	IT_35606				
Coordinates (lat, lon)	44.861, 9.544				
Municipality (ISTAT 2011)	Travo				
Province	Piacenza				
Region	Emilia-Romagna				
No. of reported earthquakes	5				
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
NF	1986 12 06 17 07 19.77	Ferrarese	604	6	4,43
NF	1991 10 31 09 31 18.63	Emilia occidentale	134	5	4,33
1-2	1995 10 10 06 54 21.72	Lunigiana	341	7	4,82
NF	2005 04 13 18 46 07.69	Valle del Trebbia	163	4	3,68
3	2005 04 18 10 59 18.56	Valle del Trebbia	284	4	3,97

Con:

Intensity= Intensità al sito (MCS); Year= Tempo origine: anno; Mo= Tempo origine: mese; Da=Tempo origine: giorno; Ho=Tempo di origine: ora; Mi = Tempo di origine: minuto; Se=Tempo di origine: Secondi; Io= Intensità epicentrale (MCS); Mw= Magnitudo momento.

Figura 5: Elaborati dal Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15 con riferimento all'abitato di Travo. In ordinata l'intensità macrosismica espressa come I [MCS].

Da rilevare in generale che nel recente passato gli effetti sismici più evidenti sono stati relativi ad un terremoto di *intensità I [MCS]* al sito in esame di 1-2 e relativo ad un sisma occorso in Lunigiana (area epicentrale) (1995 – intensità Mw 4.82) e ad alcuni con epicentri “locali” (zona epicentrale “Valle del Trebbia”) risalenti al 2005 per una *intensità I [MCS]* al sito in esame di 3 (aprile 2005 – intensità 3.97 Mw).

Secondo tali dati, i massimi effetti sismici attesi nel territorio comunale di Travo, potrebbero consistere in forti scuotimenti con possibilità di danni occasionali di lieve entità.

## 6.1 LINEAMENTI SISMICI ATTIVI

L'area di interesse viene illustrata in relazione alla presenza o meno di Zone sismogenetiche attive riconosciute o censite attraverso specifico catalogo come potenziali aree sorgenti di terremoti di magnitudo superiore a M 5.5<sup>2</sup>.

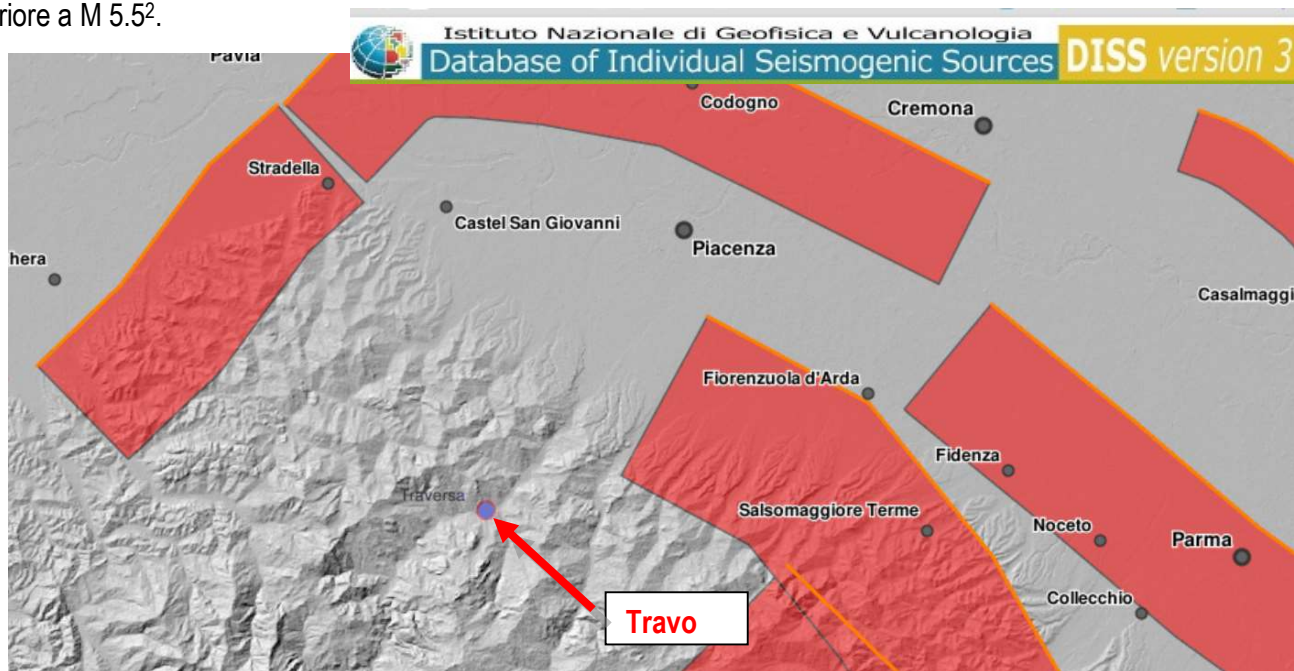


Figura 6: Estratto Catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane (DISS, fonte INGV) con individuazione del Comune di Travo e dell'areale degli interventi in progetto.

Secondo quanto indicato nel *database* relativo alle faglie attive e/o sorgenti sismogenetiche citato, non si evidenziano strutture attive o capaci molto prossime all'area in esame. Le principali sorgenti sismogenetiche di natura composita (bande rosse nell'immagine riportata) sono individuabile circa a:

4. 20 Km ad est (DISS-ID: ITCS045 – San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro). Si tratta di un lineamento di tipo complesso riconducibile al fronte sepolto della catena appenninica con un sistema di faglie vergente a NE;
5. 40 km a nord (DISS-ID: ITCD044 – Portalbera – Cremona). E' un altro sistema complesso riconducibile ai sovrascorrimenti appenninici sepolti (thrust frontali). Questo fronte è un sistema di fagliazione vergente N-NE.

<sup>2</sup> DISS Working Group (2010). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, © INGV 2010 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - All rights reserved; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.1.1



## 7. ANALISI DELL'AZIONE SISMICA

### 7.1 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO (APPROCCIO SEMPLIFICATO N.T.C. 2018)

Il comune di Travo è classificato in **zona sismica 3**.

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

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g/g$ )
1	<0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	>0.05	0.05

Figura 7 – Tabella con valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo  $a_g$ , per ciascuna zona ed evidenziazione della zona sismica di riferimento per il sito oggetto degli interventi

Già con l'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008 si è prevista una stima della pericolosità sismica non più “*zona dipendente*”, bensì “*sito dipendente*”.

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla “pericolosità di base” del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006).

L'emanazione del D.M. 14.09.2005 (Norme Tecniche sulle Costruzioni) e dei D.M. successivi ha sancito infine la necessità, nell'ambito della fase progettuale, della definizione della categoria sismica del suolo di fondazione al fine della determinazione dello spettro elastico di risposta.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto (approccio semplificato NTC2018), vengono individuate 5 categorie principali (dalla A alla E), distinte sulla base del valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s,eq}$ ).

TIPO DI TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Figura 8 – categorie di sottosuolo Tabella 3.2.II - D.M. 17.01.18

Il parametro  $V_{s,eq}$ , rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S dei depositi che ricoprono il substrato sismico ( $V_s > 800$  m/s); se il substrato sismico si colloca a profondità maggiore di 30 si pone  $H = 30$ .

Si calcola con la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = H / \sum_{i=1}^N h_i / V_{s,i}$$

ove:

- $h_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo per un totale di  $N$  strati presenti sino alla profondità  $H$ .

Le tecniche investigative per l'acquisizione di questo parametro sono varie e possono essere distinte in tre tipologie così sintetizzabili:

- Prove in foro di sondaggio opportunamente attrezzato (down hole e cross hole)
- Profili sismici (riflessione o rifrazione) con geofoni orizzontali ed energizzatori di onde SH.
- Modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh (SASW, MASW e Refraction Microtremor e FTAN) e l'impiego di geofoni verticali.

Allo stato attuale è stata condotta la determinazione bibliografica della categoria di sottosuolo nell'area degli interventi: si è fatto riferimento all'approfondimento di microzonazione sismica del POC (Piano Operativo

Comunale) estrapolando la sintesi di una delle indagini geofisiche di repertorio relativa ad un'areale di indagine dello studio di microzonazione comunale che è stato ritenuto correlabile con le caratteristiche geologiche proprie dell'area di intervento (rif.: Ambito urbanizzato ATR2 - "Capoluogo Sud"). Si riporta uno stralcio descrittivo tratto dalla documentazione citata <sup>3</sup>:

*"L'elaborazione dei dati raccolti lungo lo stendimento geofisico denominato Travo, svolto a nord-est dell'ambito ATR2 (l'ubicazione ed i risultati sono riportati nell'Allegato 1), ha prodotto un valore di **Vs30** pari a **497,4 m/s**, che corrisponde alla categoria di **suolo B** (O.P.C.M. n. 3274/2003 e D.M. 14/01/2008)..(omissis)".*

Si riportano a seguire alcune tabelle tratte dalla medesima relazione ed allegati relative ai risultati dell'indagine geofisica tipo Remi / Masw eseguita:

AREA TRAVO - [Vs30 m]		
Onde di taglio orizzontali Vs [m/s]	Profondità [m]	Spessore strati [m]
213.33	-1.42	1.42
235.27	-2.70	1.28
415.67	-9.87	7.17
488.81	-11.98	2.10
549.75	-18.40	6.43
647.26	-21.15	2.75
825.22	-30.00	8.85
Vs30 m = 497,4 m/s		

Figura 9 – Profilo di velocità delle onde di taglio Vs entro i primi 30 m dalla superficie, indagine geofisica "Travo".

- <sup>3</sup> **Par. 4.8 – ATR2 – Capoluogo Sud** in "POC – Piano Operativo Comunale Comune di Travo, Microzonazione sismica – Relazione illustrativa, S.G.P. – Servizi di Geoingegneria e Progettazione s.r.l., Prof. Vercesi Pier Luigi, Novembre 2015";



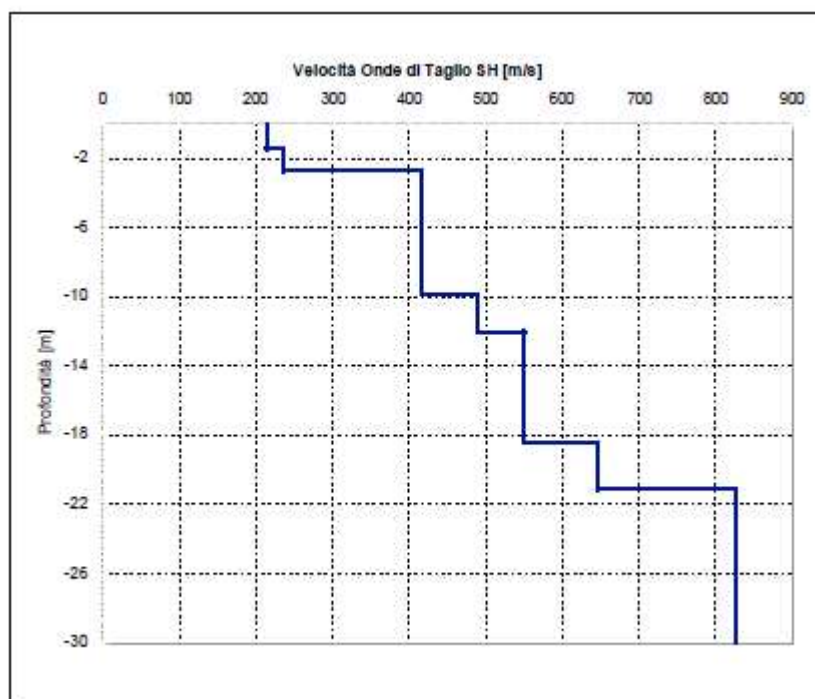


Figura 10 – Grafico del profilo di velocità delle onde di taglio Vs entro i primi 30 m dalla superficie, indagine geofisica “Travo”.

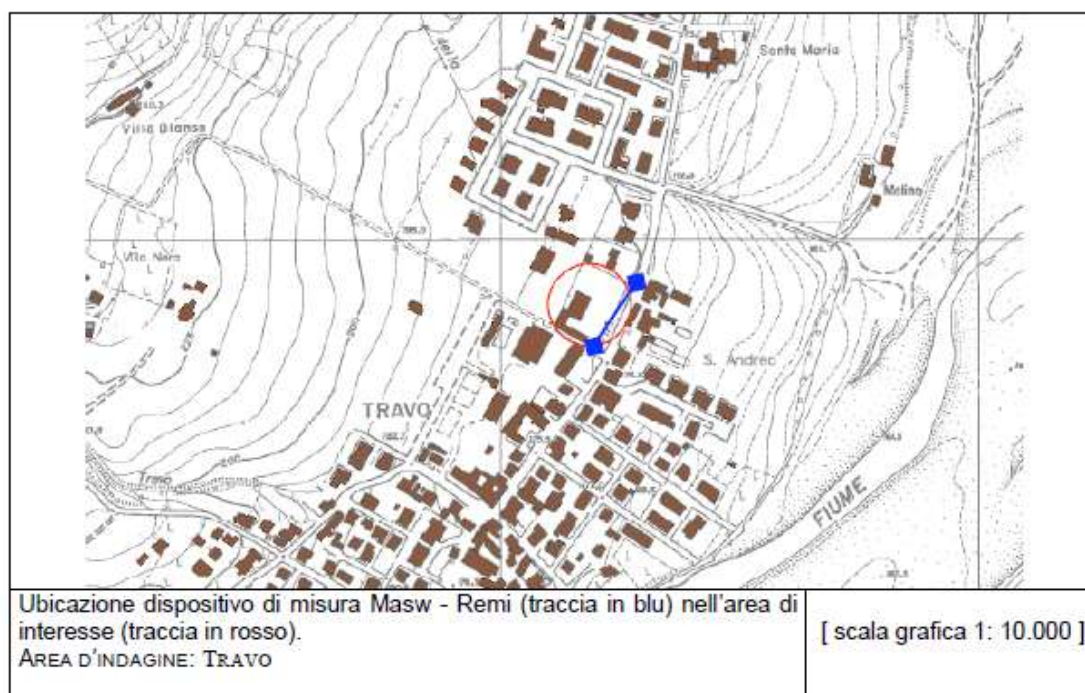
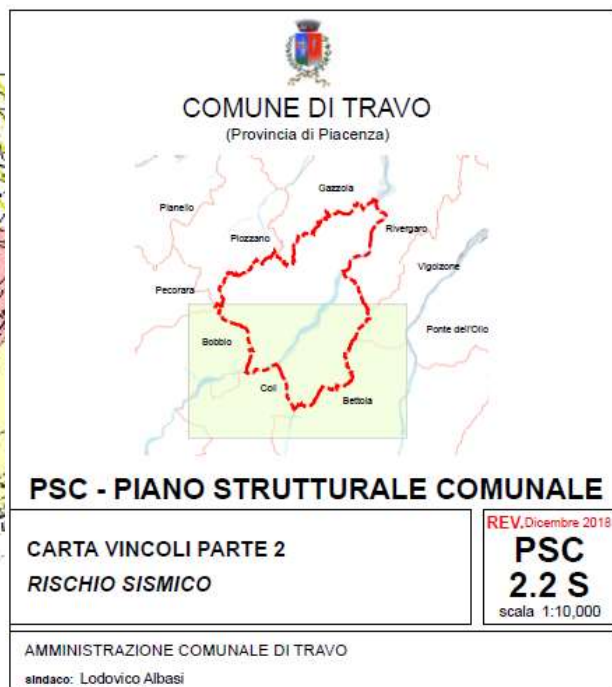
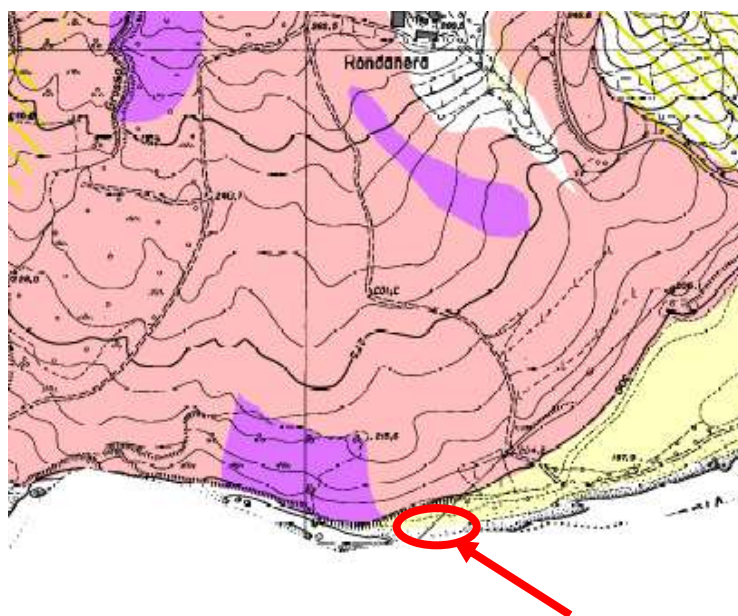


Figura 11 – Ubicazione, indagine geofisica “Travo”. Nota: l'ubicazione è segnalata a nord est del sito di progetto presso l'abitato di Travo ma il contesto geologico e geomorfologiche (alluvioni terrazzate) è correlabile con quello locale di progetto specifico.

In relazione al sito di indagine, in prima istanza, la categoria di suolo da considerare per la progettazione del principale intervento (locale vano tecnico di generazione) è quindi la **Categoria B**. In sede di acquisizione dell'autorizzazione sismica degli interventi (progettazione esecutiva) dovrà essere predisposto apposito approfondimento sito-specifico ("secondo livello") ai sensi della zonizzazione di cui all'all. A, cap.3, par. 3.1 della Delib. A.L. n. 112/2007 aggiornata con D.G.R. n. 2193/2015 ("Aree suscettibili di effetti sismici locali – effetti locali di sito e livello di approfondimento) recepita e tradotta nello strumento di pianificazione comunale PSC (figura successiva – Tavola Vincoli, Rischio Sismico in POC rev. 2018).



Rif.Art. Quadro Normativo	<b>Legenda</b>			Analisi Geologiche: Prof. Pier Luigi Vercesi V.A.L.S.A.T. dott. Arch. Filippo Albonetti	
	<b>AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI SISMICI LOCALI</b>			13/28/2010	approvato con D. C.C. n° 03 del 21/01/2012
	<b>EFFETTI LOCALI DI SITO e LIVELLO DI APPROFONDIMENTO</b> (all.A, cap. 3, par. 3.1 della Delib. A.L. n. 112/2007 aggiornata con D.G.R. n. 2193/2015)			/	approvato con D. C.C. n° del / /
		Substrato roccioso rigido		PRIMO LIVELLO	
		Zone di ciglio di scarpata	Amplificazione topografica	SECONDO LIVELLO	
		Zone di crinale	Amplificazione topografica	SECONDO LIVELLO	
		Zone di contatto tettonico o presunto tale	Amplificazione litologica Effetti differenziali	SECONDO LIVELLO	
		Zone con presenza di depositi alluvionali più o meno coesivi	Amplificazione litologica	SECONDO LIVELLO	
art. 12		Aree con inclinazione critica (pendenza >15° e dislivello > 30 m)	Amplificazione topografica	SECONDO LIVELLO	
		Zone con terreni particolarmente ricchi di H <sub>2</sub> O	Amplificazione litologica Liquefazione Effetti differenziali	TERZO LIVELLO	
		Zona con presenza di depositi granulari con coesione limitata (depositi di versante, depositi eluvio-colluviali, detriti di falda, conoidi)	Amplificazione litologica	TERZO LIVELLO	
		Frane attive	Amplificazione litologica Instabilità di versante	TERZO LIVELLO	
		Frane quiescenti	Amplificazione litologica Instabilità di versante	TERZO LIVELLO	
		Zone di contatto tettonico o presunto tale (fascia di deformazione del Fiume Trebbia)	Amplificazione litologica Cedimenti Effetti differenziali	TERZO LIVELLO	

Figura 12 – Estratto Tavola “Carta dei vincoli – Rischio Sismico” – PSC Comune di Travo (rev.2018) con indicazione schematica dell’area di intervento e localizzazione in rapporto alle tematiche di vincolo (“Zone con presenza di depositi alluvionali più o meno coesivi – amplificazioni litologiche”)

## **7 INFORMAZIONI GEOGNOSTICHE E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE PRELIMINARI DEI TERRENI E DELLE ROCCE**

La caratterizzazione dei terreni (coperture e roccia del substrato) presenti nelle aree dello sviluppo delle opere in progetto, è stata desunta da bibliografia (componente geologica del Piano Strutturale Comunale).

Le informazioni derivate sono da intendersi esclusivamente PRELIMINARI e come tali utilizzabili per finalità quali il pre-dimensionamento delle previste opere di progetto e per una stima di massima del costo degli interventi stessi. Tali risultati sono quindi non esaustivi ed integrabili prima della progettazione esecutiva con i risultati più specifici desunti da ulteriori indagini specifiche sui siti di localizzazione delle opere (cfr.: paragrafo conclusivo “Piano delle indagini”).

### **7.1 DESCRIZIONE DEI TERRENI IN RAPPORTO ALLA LOCALIZZAZIONE DELLE OPERE**

#### **7.1.1 OPERA DI PRESA (TRAVERSA DI DERIVAZIONE, LOCALE DI GENERAZIONE – CENTRALE)**

L'intervento di adeguamento della traversa esistente nonché la realizzazione del vano tecnico (centrale di produzione) funzionale alla generazione di energia elettrica e che ospiterà la macchina di produzione idroelettrica comporteranno scavi in materiale detritico. Considerato il profilo sismico stratigrafico di repertorio precedentemente illustrato, si stima che lo spessore di terreni (ghiaie e ghiaie-sabbiose), in relazione alle caratteristiche geomorfologiche del contesto (alveo alluvionale / terrazzi alluvionali) possa essere superiore allo spessore del volume di influenza delle sollecitazioni trasmesse al suolo dalle strutture e che gli scavi stessi interesseranno esclusivamente tali depositi. Nelle porzioni più profonde di scavo si potrà anche intercettare il substrato roccioso (arenarie/marne – calcari marnosi).

### **7.2 CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA TERRENI E ROCCE**

Sono sintetizzate le informazioni preliminari di caratterizzazione geotecnica dei terreni limitrofi all'area degli interventi e/o direttamente interferiti dagli scavi per la realizzazione del progetto di impianto idroelettrico

### 7.2.1 PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI - COPERTURE QUATERNARIE

Depositi alluvionali intravallivi: alluvioni attuali e recenti del Fiume Trebbia (cfr.: unità b1 in “Carta Geologica” allegata)

**Depositi ghiaiosi freschi e ghiaioso-sabbiosi.** I parametri geotecnici che descrivono i depositi in questione possono essere riassunti come segue:

- $(\phi)$  (angolo di attrito interno) =  $\pm 35^\circ$ ;
- C (Coesione) = trascurabile;
- $\gamma$  (peso di volume) = circa 2,00 t/mc.

Depositi alluvionali intravallivi terrazzati e di conoide ghiaiosi (cfr.: unità AE8 in “Carta Geologica” allegata).

Presentano una certa variabilità litologica con conseguenti proprietà meccaniche variabili da caso a caso. Le caratteristiche geotecniche sono riassunte preliminarmente in queste gamme di valori:

- $(\phi)$  (angolo di attrito interno) = variabile. min  $28^\circ$ , max  $30^\circ$  (\*) – *ghiaie / ghiaie - sabbiose*;  
= variabile min  $20^\circ$ , max  $25^\circ$  - *limi / limi - sabbiosi*;
- C (Coesione) = trascurabile;
- $\gamma$  (peso di volume) = variabile min 1.80, max 1.90 t/mc.

(\*) **Questi valori sono ovviamente riferiti ai settori in cui vi è una dominante ghiaioso-sabbiosa**, poiché diminuiscono notevolmente nelle zone più ricche di limi e limi-sabbiosi,

Coltri di alterazione detritico terrose (cfr.: corpi di frana in “Carta Geologica” allegata)

Con questo termine sono inclusi gli spessori detritici che ricoprendo per spessori metrici il substrato roccioso sottostante costituiscono quei depositi diffusamente estesi lungo i versanti fino alle quote più basse al limite con (o interposti a) coperture alluvionali attuali del fondovalle. Presentano una **natura limoso-argillosa**: i movimenti franosi che per natura reologica di tali materiali e proprietà geotecniche, in relazione alla pendenza dei versanti, sono molto diffusi possono estendersi e coinvolgere il substrato roccioso anche per notevoli spessori (fattori predisponenti sono in questo caso fratture, faglie, processi di scalzamento al piede ecc.). Le caratteristiche geotecniche sono quindi alquanto scadenti e possono essere preliminarmente riassunte in queste gamme di valori:

- $(\phi)$  (angolo di attrito interno) = variabile;
- C (Coesione) = variabile min 0.20, max 0.40 Kg/cm<sup>2</sup>;
- $\gamma$  (peso di volume) = variabile min 1.70, max 1.80 t/mc.

### 7.2.2 PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI – SUBSTRATO ROCCIOSO

Alternanze di strati calcareo-marnosi e marnosi, subordinatamente arenaceo-argillosi (cfr.: “Formazione di Val Luretta – Membro di Poviago” in “Carta geologica” allegata).

Formazione fratturata, gli affioramenti privi di copertura vegetale presentano una predisposizione maggior alle frane di crollo e di scoscendimento (soprattutto zone con gli strati disposti a franapoggio). Le caratteristiche geomeccaniche sono molto variabili in funzione dello stato fratturativo: sono da valutare per affioramenti significativi e/o stazioni di rilevamento geomeccaniche e/o valutazioni su carote di sondaggio (es.: RQD – Rock Quality Designation Index). Gli affioramenti interessano le porzioni apicali dei versanti, specie ove si localizzano gli abitati sparsi: il substrato non è invece osservabile presso il sito di progetto.

## 8 MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI

In questi paragrafi verranno riportate sinteticamente le considerazioni approfondite nei precedenti capitoli, suddivise per tipologia di elemento.

Traversa e vano tecnico di generazione (centrale)	
Analisi geologica, stratigrafica e strutturale	
Substrato roccioso	Il substrato roccioso sedimentario rientra nei termini delle scaglie tettoniche su cui risulta impostata la struttura della catena appenninica ed appartiene alle “Unità Liguri”, nello specifico <i>Unità Tettonica Bettola – Formazione Membro di Val Luretta, membro di Poviago</i> . Sotto il profilo litotecnico è costituita da alternanze di arenarie e marne /calcarei-marnosi. L'unità non è affiorante nei dintorni dell'area di progetto perché gli affioramenti sono limitati solo alle aree in quota dei versanti (ove tra l'altro trovano spazio anche i principali centri abitati sparsi nei dintorni). Si ritiene, sulla base delle informazioni bibliografiche disponibili che localmente non possa localizzarsi entro il volume di influenza delle sollecitazioni trasmesse al suolo dalle previste strutture fondali (locale tecnico di generazione) né che possa essere interferito in fase di scavo.
Coperture quaternarie	I Terreni delle coperture detritiche dei versanti o quelli di natura alluvionali del Trebbia e dei suoi affluenti sono i termini più diffusi nel contesto territoriale del progetto previsto con spessori consistenti e prevedibilmente di interesse per la progettazione geotecnica delle strutture di progetto. Sono terreni con tessiture assortite e variabili comprendendo <i>ghiaie</i> e <i>ghiaie-sabbiose</i> in prevalenza ma pure <i>termini più superficiali (coltri) di natura limoso-argillosa</i> . Sono stati preliminarmente caratterizzati sulla base di informazioni bibliografiche.
Principali strutture tettoniche individuate	In relazione alla collocazione dell'area di intervento non si segnalano localmente strutture tettoniche di interesse. Sotto il profilo dell'assetto stratigrafico-strutturale, l'area degli interventi si colloca nell'areale delle “unità tettoniche Liguri” sovrascorse sulle sottostanti Unità Toscane secondo direzioni di trasporto N-NE vergente. Si segnalano gli allineamenti morfologici dei crinali ad esempio e di alcune minori valli tributarie del <i>Fiume Trebbia</i> concordi (orientamento NW – SE) con la struttura tettoniche a scala regionale.
Analisi morfologica	

Caratteristiche morfologiche	Nel previsto progetto le opere sono collocate in un contesto di fondovalle e pedecoollinare con potenziale interazione quindi con forme fluviali (terrazzi, corpi di conoide, barre fluviali) e forme del dilavamento e gravitative (coltri e corpi detritici di frana). Localmente il contesto è quello di un fondovalle percorso dal <i>Fiume Trebbia</i> in un contesto collinare con versanti moderatamente acclivi dominati diffusamente da coperture detritiche di varia genesi e forme pseudo-calanchive. Invece alle quote superiori dei versanti sono localizzati i principali abitati del contesto che hanno un carattere sparso e generalmente si localizzano ove più evidenti sono gli affioramenti rocciosi del substrato con le forme che si fanno quindi più aspre ed evidenti (crinali, costolature di testate di strato..). Gli interventi di progetto si localizzano nei settori di alveo inciso e di piena eccezionale (Tr=200) del fiume (terrazzamenti sopraelevati sull'alveo attuale attivo).
Instabilità dovute all'azione della gravità e delle acque incanalate	<p>Il sito di progetto si colloca su un'opera di difesa fluviale esistente, che per sua natura progettuale e nello specifico dell'areale di investigazione risponde alla duplice necessità di controllare i processi erosivi di approfondimento e modellazione del profilo longitudinale del fiume, limitando indirettamente l'evoluzione negativa dei processi gravitativi lungo i versanti (scalzamento al piede).</p> <p>Quindi sebbene nel contesto areale indizi e censiti fenomeni di instabilità siano censiti, osservabili e diffusi, la scelta di operare in maniere "puntuale" e scarsamente invasiva e nel fondovalle alluvionale non potrà avere conseguenze peggiorative dell'assetto idrogeologico attuale. La progettazione dovrà essere rivolta alla considerazione degli aspetti di criticità osservati: limitare l'evoluzione potenziale e/o attivazione di fenomeni di instabilità quiescente con adeguate opere di contenimento dei fronti di scavo, drenaggio e raccolta delle acque di infiltrazione. Le opere dovranno essere dimensionate e valutate in sede di progettazione esecutiva e/o di definizione puntuale degli areali interferiti da scavi e disposizione dei volumi (centrale di produzione).</p>
<b>Analisi idrogeologica</b>	
Analisi delle interazioni tra le opere e le acque sotterranee	Le fasce di terreno alluvionale che si sviluppano lungo le sponde degli alvei attivi, come nel caso del progetto in esame, sono sede di una falda idrica direttamente collegate alle acque di alveo e subalveo del corso d'acqua medesimo. Per quanto riguarda l'intercettazione di potenziali falde idriche presenti nelle coperture di versante non sono da escludere locali intercettazioni di circuiti che sono da ritenersi limitate nel tempo proprio per la natura (alimentazione per infiltrazione superficiale ed assenza di circuiti profondi e/o di falde di significativa capacità produttiva).
<b>Analisi del rischio sismico</b>	
Pericolosità sismica	In base alle caratteristiche generali ed all'analisi storica si ritiene che il sito sia caratterizzato da una pericolosità bassa / media.

## 9 PIANO DELLE INDAGINI

Le caratteristiche geologiche e geomorfologiche fin qui desunte per l'area degli interventi si ritengono esaustive in virtù della natura ridotta di scavi ed ingombri spaziali delle opere e dell'attuale fase di valutazione amministrativa del progetto. Vengono di seguito suggerite possibili analisi di carattere geologico, geotecnico e geomorfologico da integrare nella progettazione esecutiva degli interventi:

- profili sismici a rifrazione e/o indagini geoelettriche e/o indagini tipo MASW/Remi per la caratterizzazione sismica del sito (approfondimento sismico di "secondo livello", cfr.: vedi conclusioni capitolo 7) e stima obiettiva della profondità e dello stato di alterazione del substrato (con l'ausilio ed il confronto con indagini geognostiche in situ di tipo diretto – vedi nota successiva);
- sondaggi a carotaggio continuo (con prove SPT in foro per intervalli e quote significative) nei terreni di copertura interessati da scavi al fine di caratterizzare sotto il profilo geotecnico gli stessi e progettare in dettaglio (con razionale contenimento dei costi) idonee soluzioni fondazionali;
- rilievo geomeccanico del substrato roccioso, cercando fronti o affioramenti che possano essere significativi, qualora dagli esiti delle indagini indirette di cui sopra (indagini geofisiche) dovesse risultare che lo stesso è interessato dal volume di influenza delle strutture fondali, al fine di caratterizzarne i parametri geomeccanici in situ più appropriati per il dimensionamento delle stesse (esempio metodologie: *R.M.R. - Bieniawsky Z.T., G.S.I. (Geological Strenght Index) - Hoek & Brown*).



## 10 CONCLUSIONI

I manufatti in progetto di per sé non interagiscono negativamente con la dinamica geomorfologica locale, né potrebbero aggravare lo stato di rischio idrogeologico per questa specifica porzione di territorio. Le opere possono ritenersi compatibili previa progettazione delle stesse in relazioni agli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici evidenziati nella relazione in oggetto e sintetizzati nel *capitolo 8 – Modello geologico di sintesi*. In relazione alle stesse nello specifico si raccomanda quanto segue:

### 1. Centrale di produzione:

- verifica della sicurezza idraulica del contesto in condizioni anteriori e posteriori all'intervento;
- verifica preliminare delle fondazioni in relazione ad un modello geologico presunto da indagini bibliografiche "conservativo" (spessore del volume di influenza delle strutture di fondazioni entro i terreni grossolani alluvionali);
- in relazione alla potenziale presenza di una falda di "sub-alveo" alimentata direttamente dal corso d'acqua e dipendente dalla quota idrometrica del torrente nonché nei confronti di potenziali venute d'acqua circolanti nelle coltri detritiche di copertura, si dovrà porre attenzione alla impermeabilizzazione dei locali interrati e alla predisposizione di sistemi per la raccolta e lo smaltimento di queste acque;
- si raccomanda il dimensionamento e la messa in opera di opere provvisorie idonee (es.:berlinese di micropali) prima di procedere in sicurezza all'apertura del fronte di scavo ed evitare peggioramenti o riattivazione di potenziali fenomeni gravitativi incipienti o quiescenti censiti a monte dell'area di progetto.

### 2. Cavidotto interrato di connessione alla rete

- l'opera prevede scavi superficiali lungo il versante sinistro della valle (zona di fondovalle) e non pone significative problematiche realizzative; l'opera è compatibile sotto il profilo della salvaguardia idrogeologica del contesto senza particolari prescrizioni.

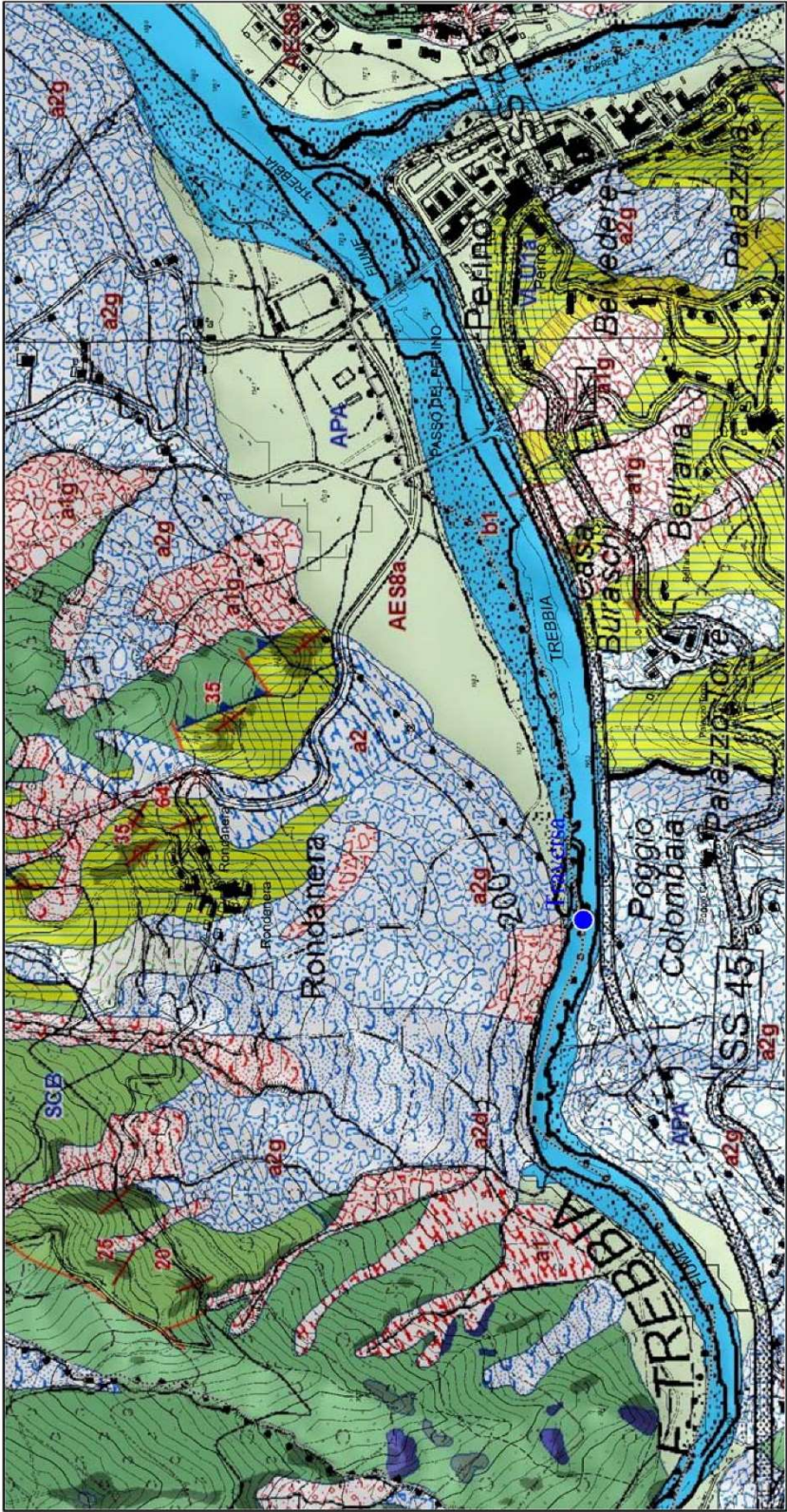
## 11 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Carta Geologica d'Italia scala 1:50000, Progetto CARG, *foglio 179 – Ponte dell'Olio* e relative note illustrative;
- Carta Geologica scala 1:25.000, *tavola 179SO – Pecorara*, Regione Emilia Romagna, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli;
- Carta Geologica scala 1:25.000, *tavola 179SE – Ponte dell'Olio*, Regione Emilia Romagna, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli;
- Carta Geologica dell'Emilia Romagna scala 1:10.000, *sezione 179140 – Mezzano Scotti*, Regione Emilia Romagna, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli;
- Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna, scala 1:250.000, Regione Emilia Romagna, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli;
- Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna scala 1:250.000, 2017 ed., Regione Emilia Romagna, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli;
- Carta Geologico Strutturale dell'Appennino emiliano-romagnolo, scala 1:250.000, C.N.R., Regione Emilia Romagna, 2002;
- Adeguamento dello strumento Urbanistico del Comune di Travo, Valutazione sulla sismicità nel comune di Travo (PC) in funzione dell'edificabilità, S.G.P. – Servizi di Geoingegneria e Progettazione s.r.l., Prof. Vercesi Pier Luigi, Giugno 2006
- PSC - Piano Strutturale Comunale Comune di Travo, Quadro Conoscitivo – Sistema Naturale e Ambientale – Relazione illustrativa – Aspetti Geologici, S.G.P. – Servizi di Geoingegneria e Progettazione s.r.l., Prof. Vercesi Pier Luigi, Aprile 2011;
- PSC – Piano Strutturale Comunale Comune di Travo, Relazione Geologica ed allegati, S.G.P. – Servizi di Geoingegneria e Progettazione s.r.l., Prof. Vercesi Pier Luigi, Dicembre 2011;
- POC – Piano Operativo Comunale Comune di Travo, Microzonazione sismica, S.G.P. – Servizi di Geoingegneria e Progettazione s.r.l., Prof. Vercesi Pier Luigi, Novembre 2015;
- PSC – Piano Strutturale Comunale Comune di Travo, Variante 2017, Relazione Geologica ed allegati, S.G.P. – Servizi di Geoingegneria e Progettazione s.r.l., Prof. Vercesi Pier Luigi, Dicembre 2018;

## 12 ALLEGATI

## 12.1 TAVOLA GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA

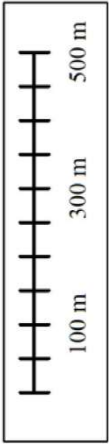
0320 TRAVO Impianto idroelettrico Fiume Trebbia, Loc. Rondanera - Carta Geologica - geomorfologica  
Dati elaborati da Regione Emilia Romagna, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli



Fonti: Carta Geologica dell'Emilia Romagna Sez. 179140 - Mezzano Scotti, scala 1:10.000; Carta Geologica d'Italia CARG Foglio 179 - Ponte dell'Olio, scala 1:50.000

LEGENDA

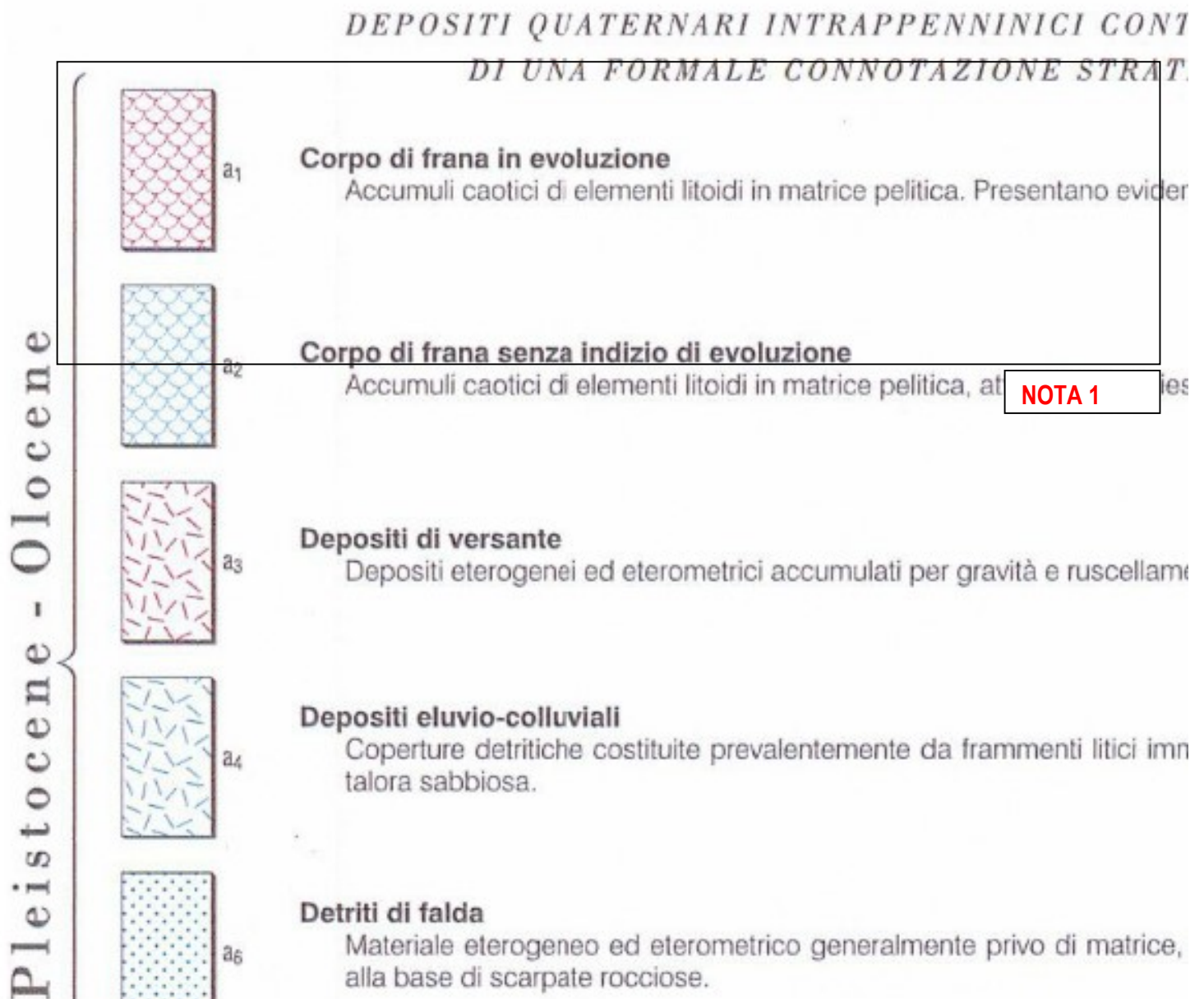
● Presa





## LEGENDA Carta Geologica CARG F179 – Ponte dell'Olio – scala 1:50.000

### Coperture Quaternarie



## SISTEMI DEPOSIZIONALI E LITOLOGIE (distinti in AES<sub>8</sub>, AES<sub>6</sub>)

### DEPOSITI ALLUVIONALI

#### PIANA INTRAVALLIVA E CONOIDE ALLUVIONALE

##### Ghiaie di riempimento di canale fluviale:

Ghiaie da grossolane a fini con matrice sabbiosa o, più raramente, argillosa, in strati a molto spessi, generalmente amalgamati. Presenti delle intercalazioni di sabbie ghiaiose, spesso sviluppate al tetto degli strati. Strutture sedimentarie assenti o a briciatura dei ciottoli e gradazione positiva (nelle ghiaie più fini). Depositi di riempimento di canale fluviale. Formano corpi a geometria lobata, nastriforme (canali singoli) o talora lateralmente e verticalmente amalgamati).

##### Alternanze di sabbie, limi ed argille di tracimazione fluviale indifferenziate

Argille e limi in strati medi e spessi con rare intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie in strati da molto sottili a medi. Presenti anche livelli di argille organiche. Depositi di tracimazione fluviale non differenziata (argine e piana inondabile).

Si sviluppano generalmente in corrispondenza delle aree relativamente depressive tra rilievi deposizionali (depositi di interconoide). Costituiscono anche i depositi di pianura grafica secondario.



#### SUCCESSIONE POST-EVAPORITICA DEL MARGINE PADANO-ADRIATICO

##### SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO

Unità costituita da terreni continentali, depositi al di sopra di una superficie di discontinuità regionale, cartografata in affioramento e nel sottosuolo del Foglio. Nei Fogli più confinanti con il 179, la superficie di discontinuità basale passa alla corrispondenza di continuità e, pertanto, non si potrà parlare più, per definizione, di Supersistema.

##### SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE (AES)

Unità alluvionale prevalentemente grossolana, di età Pleistocene medio-Olocene: con depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di interconoide. Lo spessore complessivo varia da 0 a 120 m circa. Il tetto è rappresentato dalla superficie topografica mentre il contatto di base è erosivo e discordante sul Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore e su CMZ, MRL, MRC e VLU. L'unità è suddivisa in quattro subsistemi e, dove non è stata possibile distinguerli, è stata cartografata come AES indistinto:

1. Ghiaie e ghiaie sabbiose prevalenti, localmente cementate: depositi alluvionali terrazzati di conoide ghiaiosa nel sottosuolo). Lo spessore dei depositi terrazzati non supera i 2 m. Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto, raggiunge i 7-8 m di profondità ed è di tipo Bt/Btc/BC/Ck/C sulle litofacies grossolane. L'unità presenta una copertura fine, compatta, dello spessore massimo di 4 m, costituita da limi e limi argillosi giallastri. Il suo profilo di alterazione è molto evoluto e di tipo A/E/Bt/Btc/Btb/Btcb/Btb/Btcb. Il contatto di base è erosivo e discordante sul Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore, e su CMZ e VLU. Corrisponde alla parte più antica di AES (AES<sub>1</sub>, AES<sub>2</sub>).

##### PLEISTOCENE MEDIO-OLOCENE

###### Subsistema di Ravenna

Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi: conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Limi e limi sabbiosi: depositi di interconoide. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 20 metri. Il profilo di alterazione varia da decina di cm fino ad 1 m ed è di tipo A/Bw/Bk(C). Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico. Il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sugli altri subsistemi più antichi.

##### PLEISTOCENE SUP.-OLOCENE; post circa 18.000 anni B.P.

Su base morfologica, archeologica e pedostratigrafica viene distinta, all'interno del Sistema di Ravenna, l'Unità di Modena.



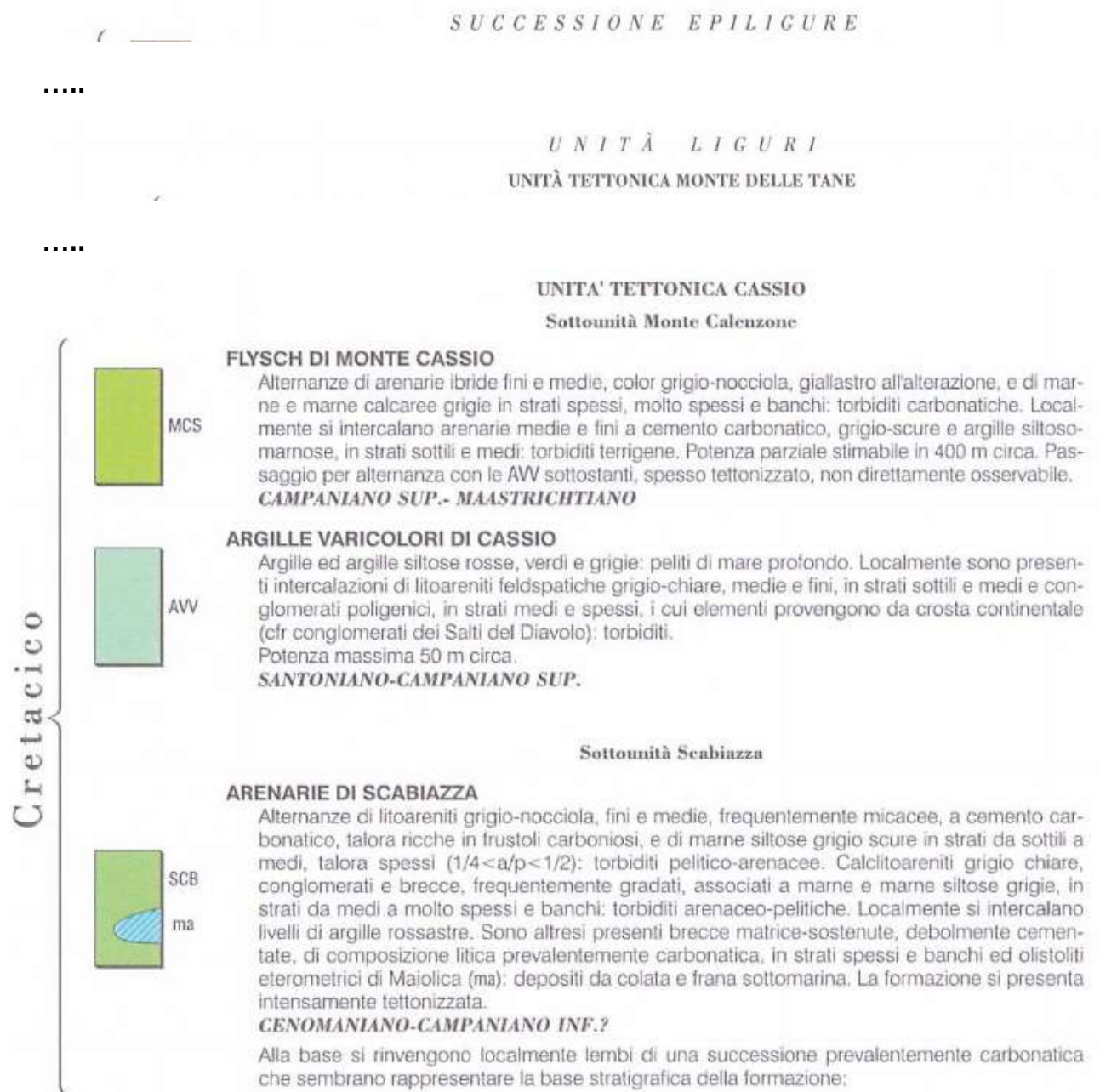
AES



AES<sub>8</sub>

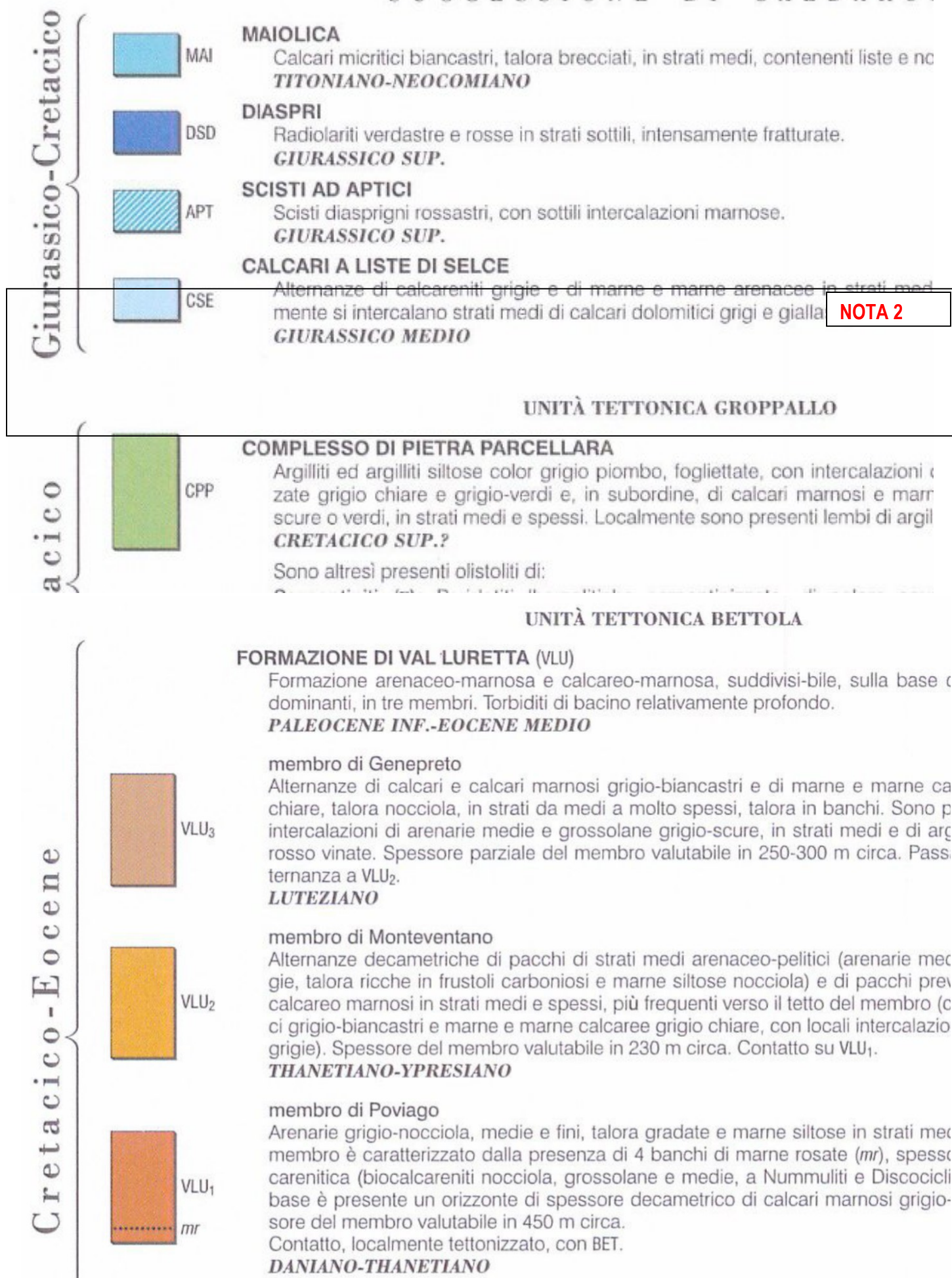


## Unità del substrato





## S U C C E S S I O N E   D I   C A L D A R O



## **Depositi di frana**

**In relazione all'areale di rilievo e al dettaglio della carta geologica alla scala 1:10.000** (rif.: Glossario delle coperture della Carta Geologica alla scala 1:10.000, Regione Emilia Romagna, Servizio geologico, sismico e dei suoli) **i depositi di frana** sono classificati in base allo **stato di attività** ed alla **tipologia del movimento franoso**.

### **a1 x – Depositi di frana attivi**

Deposito gravitativo con evidenze di movimenti in atto (indipendentemente dalla entità e dalla velocità degli stessi). L'attività può essere continua o, più spesso, intermittente ad andamento stagionale o pluriennale. Vengono inclusi in questa categoria anche depositi di frane che al momento del rilevamento non presentano sicuri segni di movimento ma che denotano comunque una recente attività segnalata da indizi evidenti (lesioni a manufatti, assente o scarsa vegetazione, terreno rimobilizzato) all'occhio del tecnico rilevatore. Sono altresì incluse anche frane con velocità recepitile solo attraverso strumenti di precisione (inclinometri, estensimetri, ecc.), qualora esistenti.

### **a2 x – Depositi di frana quiescenti**

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

### **xx g – Deposito di frana complessa**

Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento

### **xx d – Deposito di frana per colamento**

Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti possono essere per lo più coesivi (**colate di fango**) o granulari (**colate detritiche**). I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili. Le colate di detrito risultano più rare.

**NOTA 2**

In relazione all'areale di rilievo e al dettaglio della carta geologica alla scala 1:10.000, l'unità cartografica CCP – Complesso di Pietra Parcellara è identificato con l'unità **APA – Argille a Palombini**

**APA – Argille a Palombini**

Argille intensamente tettonizzate, argilliti - unità costituite in prevalenza da argille che a causa della loro storia tettonica risultano intensamente piegate e fratturate dalla scala dell'affioramento fino alla scala del campione ("argille scagliose")