

# REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO AD ACQUA FLUENTE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DAL FIUME SIEVE DENOMINATO "ALESSANDRI"

## PROGETTO ESECUTIVO - AUTORIZZAZIONE UNICA

TAVOLA

# B.01

### B - RELAZIONE GEOLOGICA

INDAGINE GEOGNOSTICA, RELAZIONE GEOLOGICA,  
MODELLAZIONE SISMICA E MODELLAZIONE GEOTECNICA DI  
SUPPORTO AL PROGETTO ESECUTIVO

#### COMMITTENTE:

RE Partner srl  
P.IVA 01971820467  
Sede Legale: Viale Giusti n.133, Lucca (LU)  
Sede Operativa: Via Pisana n.314/B, Scandicci (FI)

#### PROGETTAZIONE GENERALE - ARCHITETTONICA - IDRAULICA - PAESAGGISTICA



HydroGeo Ingegneria s.r.l.

Via Cardinal Latino, 20 - 50126 Firenze  
Tel 055 6587050 - Fax 055 0676043  
e-mail [info@studiohydrogeo.it](mailto:info@studiohydrogeo.it)

#### DIRETTORE TECNICO:

ING. TIZIANO STAIANO

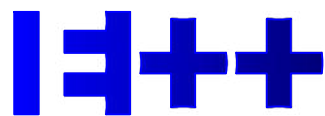
#### PROGETTISTI:

ING. TIZIANO STAIANO

ING. GIACOMO GAZZINI

ARCH. MARIA CHIARA LUPI

#### OPERE MECCANICHE E ELETTRICHE



E++ Srl - Via Ceirano 9, 12100 Cuneo (CN)  
Ph. +39 0171 413963 - Fax +39 0171 414981  
[www.eplusplus.net](http://www.eplusplus.net) - [info@eplusplus.net](mailto:info@eplusplus.net)

#### ELETTRODOTTI



**TECNOENGINEERING S.r.l.**

Società di Ingegneria SERVIZI E PRESTAZIONI TECNICHE

Sede Legale e Operativa:  
Via Arrigo da Settignano, 22 - 50135 FIRENZE - Tel. 055/600495-606269  
Fax 055/619535 - e-mail: [studio@tecnoengineering.com](mailto:studio@tecnoengineering.com)



Azienda certificata  
UNI EN ISO 9001:2008  
CERTIFICATO CSQ N° 9175 TE 16

Sede Operativa di Arezzo:  
Via Fiorentina, 63 - 52014 Poppi (AR) - Tel. 0575/536369  
Fax. 0575/500804 - e-mail: [studiodue@tecnoengineering.com](mailto:studiodue@tecnoengineering.com)

Sito internet: <http://www.tecnoengineering.com> - P. IVA 04499500488

#### OPERE STRUTTURALI



**POLISTUDI**  
PROFESSIONALITÀ INTEGRATE



Studio di Ingegneria Ing. Massimiliano Del Bino  
Via di Sottopoggio, n° 12/A - 55012 Guamo - Capannori (LU)  
Tel./Fax: 0583-947513, Cell.: 348-7307847

#### ASPETTI GEOLOGICI



Lung'Arno Guido Reni 55  
52027 - San Giovanni Valdaro (FI)  
Tel 055 9155832

REV.

DATA EMISSIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

A

Marzo 2017

L.Pagliazzi

T.Staiano

A.Tonelli

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO DI INTERVENTO.....</b>	<b>5</b>
3.1	DESCRIZIONE DEL LUOGO.....	5
3.2	GEOMORFOLOGIA.....	5
3.3	GEOLOGIA .....	5
3.4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	6
3.5	STUDI DI SUPPORTO A S.U.G.: CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ DELL'AREA.....	6
<b>4</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI .....</b>	<b>7</b>
4.1	CRITERI DI INDAGINE .....	7
4.2	CARATTERISTICHE LITOLOGICO-STRATIGRAFICHE .....	7
4.3	CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI .....	7
4.4	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	8
<b>5</b>	<b>MODELLAZIONE SISMICA.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>VINCOLO IDROGEOLOGICO (D.P.G.R. N.48/R DEL 08/08/2003) .....</b>	<b>12</b>

## Indice delle figure

Figura 1: Ubicazione dell'impianto in progetto denominato "Alessandri" su estratto da Google earth .....	14
Figura 2: Ubicazione dell'impianto in progetto denominato "Alessandri" su estratto CTR (10.000) .....	15
Figura 3: Carta Geologica (fonte: Geoscopio) .....	17
Figura 4: Estratto della Carta geologica (scala 1:10.000). .....	19
Figura 5: Estratto della Carta geomorfologica (scala 1:10.000). .....	20
Figura 6: Estratto della Carta della pericolosità geomorfologica (scala 1:10.000). .....	21
Figura 7: Estratto della Carta della pericolosità idraulica (scala originaria 1:10.000). .....	22
Figura 8: estratto della Carta geolitologica.24 .....	
Figura 9: Estratto della Carta geomorfologica (Piano Assetto Idrogeologico Comune di Rufina) .....	25
Figura 10: Estratto della Carta della pericolosità (dal Sito del Sistema Informativo Territoriale del Valdarno e Valdisieve). .....	26
Figura 11: Estratto Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) – scala originale 1:10.000. Impianto in progetto denominato "Alessandri" (cerchio rosso) .....	28
Figura 12: Ubicazione indagini geognostiche .....	30

## Indice delle tabelle

Tabella 1 Categorie di sottosuolo (Tabella 1 3.2.II (NTC)) .....	8
Tabella 2 – Categorie di sottosuolo (Tabella 3.2.II (NTC)) .....	9
Tabella 3 DATI RELATIVI ALLA COSTRUZIONE IN OGGETTO .....	10

## 1 Premessa

Per incarico della Società RE Partner S.r.l. vengono esposti e commentati i risultati dell'indagine geologica e geologico-tecnica di supporto al progetto esecutivo di realizzazione di un impianto idroelettrico ad acqua fluente per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile dal Fiume Sieve, denominato "Alessandri", posto in corrispondenza di una briglia esistente, a cavallo dei Comuni di Pontassieve e Rufina (FI).

Il progetto esecutivo prevede l'installazione di una:

- Turbina Kaplan TK4 Biregolante, con portata massima di 8 mc/s, salto netto 3,6 m, diametro girante di 1600 mm, numero di giri 167 rpm e una potenza dell'asse della turbina di 250 kW;
- Generatore asincrono con potenza di 270 kW e numero di giri 1000 rpm;
- Moltiplicatore con numero albero lento di 167 rpm, numero albero veloce di 1000 rpm ed un rapporto di moltiplicazione 6.

Per i dettagli del progetto si rimanda agli elaborati tecnici a cura dei tecnici progettisti.

Tale elaborato è stato redatto ai sensi del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", della Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 2 febbraio 2009 n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008" e del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 9 luglio 2009 n. 36/R "Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico" ed è finalizzato alla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica del sito in cui verrà realizzato il nuovo impianto. In particolare l'elaborato è finalizzato alla definizione del "Modello geologico" dell'area in esame e del "Modello geotecnico" del sottosuolo e alla definizione dei parametri geotecnici caratteristici del terreno ed il comportamento geomeccanico del volume di terreno direttamente o indirettamente interessato dall'intervento in progetto ("volume significativo").

Per l'intervento in progetto si ritiene che non sia applicabile la classe d'indagine geologica, geofisica e geotecnica, così come definita all'art. 7 comma 3 del D.P.G.R. n. 36/R del 09/07/2009.

L'area è soggetta a vincolo idrogeologico dato che gli argini del Fiume Sieve ricadono in aree boscate ai sensi dell'art.42 comma 5 L.R. n.39/2000 e s.m.i. e del Regolamento Forestale della Toscana n.48/R del 08/08/03 e s.m.i.

## 2 Quadro normativo di riferimento

La presente nota è stata redatta in ottemperanza alla normativa vigente di seguito specificata:

- Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.

- Consiglio Superiore Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008 – Circolare n.617 del 2 febbraio 2009.

- Consiglio Superiore Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. – Allegato al voto n. 36 del 27/07/2007.

- Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: fondazioni, strutture, di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

- Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I: Regole generali - UNI

- Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio - UNI

- Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito - UNI

- D.P.G.R. 09/07/2009 N.36/R

Regolamento di Attuazione dell'art.117, commi 1 e 2 della L.R. 1/2005 – Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggetto a rischio sismico.

- D.P.C.M. 06/05/2005

Piano di Bacino del Fiume Arno (P.A.I.) - Stralcio Assetto Idrogeologico.

- Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico comunale

- R.D. 3267/1923 e L.R. 39/00 e relativo regolamento D.P.G.R. 08/08/2003 n 48/R e s.m.i.

### **3 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito di intervento**

#### **3.1 DESCRIZIONE DEL LUOGO**

L'impianto idroelettrico su briglia in esame è posta lungo il corso del Fiume Sieve, nell'area denominata Alessandri ad est dell'abitato di Galardo (Allegato 1).

#### **3.2 GEOMORFOLOGIA**

Sulla base delle cartografie del Piano Strutturale del Comune di Pontassieve (Allegato 2), del Comune di Rufina (Allegato 3) e della Carta Geologica Regionale è stato effettuato un rilievo speditivo di campagna di una zona ampia nell'intorno delle sponde della briglia.

La zona che risulta mediamente pianeggiante (pendenze inferiori al 10%), si trova all'interno del letto fluviale della Sieve ed è caratterizzata dalla presenza, al di sotto di alcuni decimetri di suolo, di depositi alluvionali recenti e attuali accumulati dal corso d'acqua stesso.

Il rilievo geomorfologico ha evidenziato l'assenza, vista anche la morfologia dell'area, di fenomeni gravitativi che interessino le sponde del corso d'acqua, a conferma di quanto evidenziato nelle carte geomorfologiche dei Piani Strutturali (Allegati 2 e 3).

Le uniche forme presenti sono quelle legate alla dinamica fluviale, come le scarpate di origine fluviale.

Non si sono rilevati fenomeni morfogenetici di natura gravitativa attivi e/o quiescenti che possano compromettere la realizzazione dell'intervento in progetto.

#### **3.3 GEOLOGIA**

L'area su cui è impostato l'impianto idroelettrico in esame, posta al centro della pianura alluvionale del Fiume Sieve, è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali recenti e attuali, contraddistinti dalla sigla "a" nella cartografia del Comune di Pontassieve (allegato 2) e dal n.30 nella cartografia del Comune di Rufina (allegato 3).

Questi sono caratterizzati dalla presenza di ghiaie, sabbie e limi organizzati in corpi lentiformi e tabulari variamente interdigitati tra loro.

Tali depositi si rilevano in tutta la zona pianeggiante dell'area indagata ed in particolare nella totalità del comparto in esame s.s..

Sia in destra che in sinistra idrografica i depositi alluvionali e le coltri eluvio-colluviali sormontano l'Unità Cervarola-Falterona, in particolare le Arenarie del Monte Cervarola (Cev) – (Aquitano-Langhiano superiore). La formazione è costituita da una regolare alternanza di siltiti, arenarie fini e marne argillose; le arenarie sono generalmente di esiguo spessore (3 - 4 cm), ma possono raggiungere spessori anche di 20 - 30 cm. Sono frequentemente laminate e presentano controimpronte alla base tipo "groove casts". Talvolta si ritrovano fra gli strati arenacei delle intercalazioni di calcari marnosi con liste e noduli di selce; altre intercalazioni sono costituite da scisti neri e lenti marnose. Durante le osservazioni in campagna si è potuta rilevare la presenza di tre facies prevalenti:

- siltiti: caratterizzate da un'alternanza molto regolare di siltiti e marne fogliettate. Talvolta la stratificazione non è del tutto evidente, poiché i tipi litologici sopra indicati sfumano impercettibilmente l'uno nell'altro;

- siltiti con intercalazioni di arenarie grossolane: anche questa facies è costituita da alternanze di siltiti e marne fogliettate. Oltre ad un aumento di spessore di quest'ultime, vi sono anche intercalazioni di arenarie grossolane, gradate, torbiditiche, con spessori che variano da 0,15 a circa 3,0 metri;

- arenarie con intercalazioni marnose: la facies è costituita da strati arenacei molto fini, o siltiti, ma talvolta sono presenti strati più grossolani che si alternano ad interstrati marnosi piuttosto frequenti.

Le Arenarie del Cervarola si distinguono dalle Arenarie del Falterona oltre che per il colore (distinzione non sempre certa), per il basso rapporto arenaria/pelite, per la frequenza di strati turbiditici calcarei ed infine per il loro contenuto in dolomite.

### 3.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per quanto concerne le caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti nell'area d'interesse, si rileva che i depositi alluvionali presentano una permeabilità, primaria per porosità in genere elevata (granulometrie medio grossolane come sabbie e ghiaie); i corpi limoso argillosi presenti all'interno dei depositi alluvionali presentano invece una permeabilità, primaria per porosità medio bassa.

Il livello della falda è strettamente correlato, vista la prossimità alla Sieve, al livello idrico del fiume.

L'intervento, non interferendo direttamente con falde permanenti e non apportando modifiche sostanziali al buon regime delle acque superficiali, non produrranno alterazioni dell'attuale regime idrogeologico dell'area (in ottemperanza con quanto stabilito dall'art. 75 comma 5 del D.P.G.R. n. 48/R del 08/08/2003 e s.m.i. – Regolamento Forestale della Toscana).

### 3.5 STUDI DI SUPPORTO A S.U.G.: CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ DELL'AREA

L'area in destra idrografica (Comune di Pontassieve) ricade in pericolosità geomorfologica elevata – classe G.3 e pericolosità idraulica 4 definita ai sensi della ex Delibera 12/2000 (Allegato 2) mentre quella in sinistra (Comune di Rufina) ricade in pericolosità molto elevata per motivi idraulici – classe 4i definita ai sensi della ex Delibera 12/2000 (Allegato 3).

Come da normativa vigente, sono stati presi in considerazione gli elaborati cartografici redatti dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno ai sensi del DPCM del 06/05/05 (Piano Stralcio Assetto Idrogeologico - P.A.I.). Da tali elaborati (Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante – Livello di sintesi e di dettaglio – scala 1/25.000 e 1:10.000) l'area d'intervento risulta esclusa dalla classificazione di pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante.

La consultazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (P.G.R.A.) – Autorità di Bacino del fiume Arno ha evidenziato che l'area è inserita in classe di pericolosità idraulica elevata (P3), si precisa comunque che l'intervento risulta fattibile ai sensi dell'art. 7 della Disciplina di Piano (Allegato 4).

#### CLASSE P3 - PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA

In detta classe rientrano le aree inondabili da eventi con  $Tr \leq 30$  anni.

Le pericolosità dell'area sono correlate essenzialmente alla presenza del corso d'acqua ed alla sua evoluzione, mentre sono totalmente assenti, vista la morfologia e le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni, problematiche connesse a fenomeni geomorfologici di versante (Allegati 2, 3 e 4).

In relazione a quanto suddetto ed alle caratteristiche progettuali, lo studio di fattibilità ha individuato, per l'intervento in progetto, la seguente categoria di fattibilità:

#### CATEGORIA F2: FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI

Si precisa che dal punto di vista idraulico non ci sono condizionamenti in quanto si tratta di un'opera idraulica.

Si precisa inoltre che anche dal punto di vista geologico/geomorfologico non sussistono condizionamenti perché l'opera si appoggia sulla traversa esistente e non comporta aumenti di carico degni di nota.

In considerazione della pericolosità del sito e delle destinazioni d'uso suddette sono state realizzate indagini di dettaglio a livello di area complessiva. L'intervento in oggetto fa comunque seguito ad una progettazione supportata da indagini geognostiche tendenti a valutare la stabilità del complesso terreno-fondazione. Per l'intervento in progetto si raccomanda inoltre di seguire con attenzione quanto indicato nei capitoli successivi relativamente alla corretta gestione delle terre e rocce di scavo ai sensi della vigente normativa in materia (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

## **4 Indagini geognostiche e caratterizzazione dei terreni**

### **4.1 CRITERI DI INDAGINE**

Al fine di caratterizzare, sia dal punto di vista litostratigrafico che geotecnico i terreni in esame, oltre che per definire la categoria di suolo di fondazione, in corrispondenza della briglia in esame sono state condotte per il presente studio numerose ed approfondite indagini geognostiche.

In particolare nell'ottobre 2014 è stata condotta, una approfondita indagine geognostica così strutturata:

- n. 3 prove penetrometriche dinamiche superpesanti
- n. 1 indagine sismica con metodologia MASW
- n. 2 misure di rumore HVSR
- n. 2 tomografie elettriche

L'ubicazione delle indagini, insieme ai diagrammi delle indagini stesse e alle relazioni, è riportata negli allegati 5.

### **4.2 CARATTERISTICHE LITOLOGICO-STRATIGRAFICHE**

Sulla base dei dati bibliografici e delle risultanze della campagna geognostica si ricava il Modello geologico dell'area in esame.

In particolare al di sotto di pochi decimetri di terreno vegetale, siamo in presenza di depositi alluvionali recenti e attuali originati dal corso d'acqua, aventi uno spessore di circa 3/4 metri nelle penetrometrie eseguite in prossimità del greto del fiume (P3 e P7) e con spessori compresi tra 7 e 8 metri, in sinistra idrografica (vedi tomografia ERT2 e penetrometria P8), poggianti su di un substrato arenaceo siltitico.

Superficialmente è presente un orizzonte a composizione presumibilmente ghiaioso-sabbiosa per uno spessore di circa 1,5/3 metri, cui seguono depositi a granulometria più fine, essenzialmente riconducibili a limi sabbiosi.

In sintesi nell'area in esame, viste le caratteristiche meccaniche determinate, si possono individuare i seguenti orizzonti principali, basati sulla sintesi delle prove penetrometriche dinamiche e delle tomografie elettriche 2D:

1 – depositi alluvionali scarsamente addensati \_ sabbia e ghiaia (spessore di 1,5/3,0 metri);

2 – depositi alluvionali mediamente addensati \_ limi e sabbie (terreni alluvionali che si spingono fino al substrato, presente a profondità variabili: da 3 a 7/8 metri);

3 – substrato siltitico arenaceo presumibilmente riferibile alle Arenarie del Cervarola (substrato roccioso presente sotto i depositi alluvionali).

### **4.3 CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI**

Le indagini eseguite in situ e i dati biografici a nostra disposizione hanno permesso di attribuire i seguenti parametri geotecnici agli orizzonti sopra definiti, in termini di valori caratteristici come indicato nelle nuove NTC (6.2.2).

Orizzonte	Litologia	PROFONDITA' (m)	$\phi'$ (°)	Cu (kPa)	$c'$ (kPa)	Ed (kPa)	$\gamma$ (kN/mc)
1	Depositi alluvionali scarsamente addensati – sabbia e ghiaia	0,0 ÷ 1,5/3,0	25°	0	0	3.000	18,5
2	Depositi alluvionali mediamente addensati – limi e sabbie	1,5/3,0 ÷ 7,0/8,0	26°	(20)	5	5.000	18,5
3	Substrato siltitico arenaceo presumibilmente riferibile alle Arenarie del Cervarola	Oltre 7,0/8,0	26°	200	40	35.000	20,0

TABELLA 1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO (TABELLA 1 3.2.II (NTC))

dove:

$\phi'$ = angolo di attrito

$c'$ = coesione in condizioni drenate

Ed= modulo edometrico

Cu= coesione non drenata

$\gamma$ = peso di volume del terreno

#### 4.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per la determinazione della categoria di suolo di fondazione sono state utilizzate alcune indagini geofisiche condotte su aree aventi caratteristiche analoghe sia dal punto di vista litostratigrafico che della risposta sismica; queste sono poste, come quella in oggetto, in corrispondenza di sedimenti alluvionali poggianti su un substrato litoide.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) propongono l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del sottosuolo, mediante cinque tipologie di suoli (A - B - C - D - E più altri due speciali: S1 e S2), da individuare attraverso la stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio mediate, ovvero sul numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuti in una prova penetrometrica dinamica, ovvero sulla coesione non drenata media Cu. Dal punto di vista strettamente normativo si fa riferimento al punto 3.2.2 del D.M. 14/01/2008 (Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche).

In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti Categorie di Sottosuolo:

categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</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 $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)

<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{spt30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 \text{ kPa} &lt; C_{u30} &lt; 250 \text{ kPa}</math> nei terreni a grana fina)</i>
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{spt30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>C_{u, 30} &lt; 70 \text{ kPa}</math> nei terreni a grana fine)</i>
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_{s30} &gt; 800 \text{ m/s}</math>).</i>
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 \text{ kPa} < C_{u30} < 20 \text{ kPa}$ ), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

TABELLA 2 – CATEGORIE DI SOTTOSUOLO (TABELLA 3.2.II (NTC))

Dal profilo sismico ricavato con la prova MASW si osserva un evidente contrasto di velocità tra la copertura alluvionale (con spessore di circa 5 m e  $V_s < 360 \text{ m/s}$ ) ed il substrato roccioso con  $V_s > 800 \text{ m/s}$ .

Questo assetto classifica il suolo di fondazione in categoria "E":

"Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_{s30} > 800 \text{ m/s}$ )."

Inoltre è bene sottolineare che i depositi alluvionali presenti nell'area, a granulometria eterogenea, poco addensati, suscettibili di densificazione, possono dar luogo a fenomeni di cedimenti e cedimenti differenziali.

## 5 Modellazione sismica

Con la Delibera della Giunta Regionale Toscana 8 ottobre 2012 n. 878 per la riclassificazione sismica, il territorio del Comune di Pontassieve è passato in zona 3 e quello di Rufina è passato in zona 2, caratterizzata da valori dell'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresi tra 0.05 e 0.15 g.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/08, la stima della pericolosità sismica viene inoltre definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale per la determinazione dell'azione sismica.

In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale del valore dell'accelerazione massima  $a_g$  al sito e dei parametri ( $F_0$  e  $T_c^*$ ), che permettono di definire gli spettri di risposta elastici per la generica probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR.

E' necessario pertanto determinare i parametri spettrali relativi al sito di intervento utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nella tab. 1 dell'allegato B del suddetto decreto.

Lo scuotimento al suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie:

Categoria di sottosuolo E

Coefficiente di amplificazione stratigrafica  $SS = 1,60$  (tabella 3.2.V -NTC)

Coefficiente di amplificazione topografica  $ST = 1,10$  (tabella 3.2.VI -NTC per categoria topografica T1 in tabella 3.2.IV)

Partendo dunque dai seguenti dati relativi alla costruzione in oggetto:

<b>Tipo di costruzione</b>	<b>2</b>
<b>Vita nominale VN</b>	<b><math>\geq 50</math> anni</b>
<b>Classe d'uso</b>	<b>II</b>
<b>Coefficiente d'uso Cu</b>	<b>1,0</b>
<b>Vita o periodo di riferimento VR=VN x Cu</b>	<b><math>\geq 50</math> anni</b>

TABELLA 3 DATI RELATIVI ALLA COSTRUZIONE IN OGGETTO

per il sito di interesse sono stati ricavati, mediante l'utilizzo del programma di calcolo della GeoStru, i seguenti parametri sismici:

Sito in esame.

latitudine: 43,835937  
 longitudine: 11,495287  
 Classe: 2  
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 19840	Lat: 43,8177	Lon: 11,4808	Distanza: 2337,603
Sito 2	ID: 19841	Lat: 43,8188	Lon: 11,5501	Distanza: 4789,703
Sito 3	ID: 19619	Lat: 43,8688	Lon: 11,5485	Distanza: 5621,083
Sito 4	ID: 19618	Lat: 43,8677	Lon: 11,4792	Distanza: 3756,178

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 50anni  
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 30 [anni]  
 ag: 0,057 g  
 Fo: 2,492  
 Tc\*: 0,259 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 50 [anni]  
 ag: 0,072 g  
 Fo: 2,468  
 Tc\*: 0,270 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
 Tr: 475 [anni]  
 ag: 0,177 g  
 Fo: 2,387  
 Tc\*: 0,292 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
 Tr: 975 [anni]  
 ag: 0,225 g  
 Fo: 2,377  
 Tc\*: 0,303 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,600  
 Cc: 1,970  
 St: 1,000  
 Kh: 0,018  
 Kv: 0,009  
 Amax: 0,899  
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,600  
 Cc: 1,940  
 St: 1,000  
 Kh: 0,023  
 Kv: 0,012  
 Amax: 1,131  
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,540  
 Cc: 1,880  
 St: 1,000  
 Kh: 0,065  
 Kv: 0,033  
 Amax: 2,672  
 Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,410  
 Cc: 1,850  
 St: 1,000  
 Kh: 0,089

Kv: 0,044  
Amax: 3,115  
Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)

Coordinate WGS84

latitudine: 43.834983

longitudine: 11.494309

## 6 Vincolo idrogeologico (d.p.g.r. n.48/r del 08/08/2003)

Ad oggi, non si rilevano dissesti geomorfologici che interessano direttamente i comparti d'intervento e che possano compromettere la realizzazione delle opere in progetto.

In seguito agli approfondimenti realizzati in questa fase di studio relativamente alle caratteristiche geomorfologiche, geologiche e litotecniche dei terreni d'interesse, si ritiene che, operando a regola d'arte, la realizzazione delle opere non comprometta e/o alteri la stabilità dei terreni in oggetto, né l'assetto idrogeologico dell'area (art. 75 comma 5 del D.P.G.R. n. 48/R del 08/08/2003 e s.m.i.).

Per quanto concerne i terreni di risulta degli scavi (seppur minimi), si raccomanda di evitarne il posizionamento all'interno di fossi campestri e/o di impluvi esistenti (artt. 76 e 77 del D.P.G.R. n. 48/R del 08/08/2003 e s.m.i. - Regolamento di attuazione della L.R. n. 39 del 21/03/2000 "Legge Forestale della Toscana").

La gestione degli stessi dovrà essere effettuata nel rispetto della normativa ambientale vigente (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

San Giovanni Valdarno, febbraio 2017



Il Tecnico Responsabile  
Dott. Geol. Luca Pagliazzi



**ALLEGATO 1:**

**UBICAZIONE AREA**



FIGURA 1: UBICAZIONE DELL'IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "ALESSANDRI" SU ESTRATTO DA GOOGLE EARTH

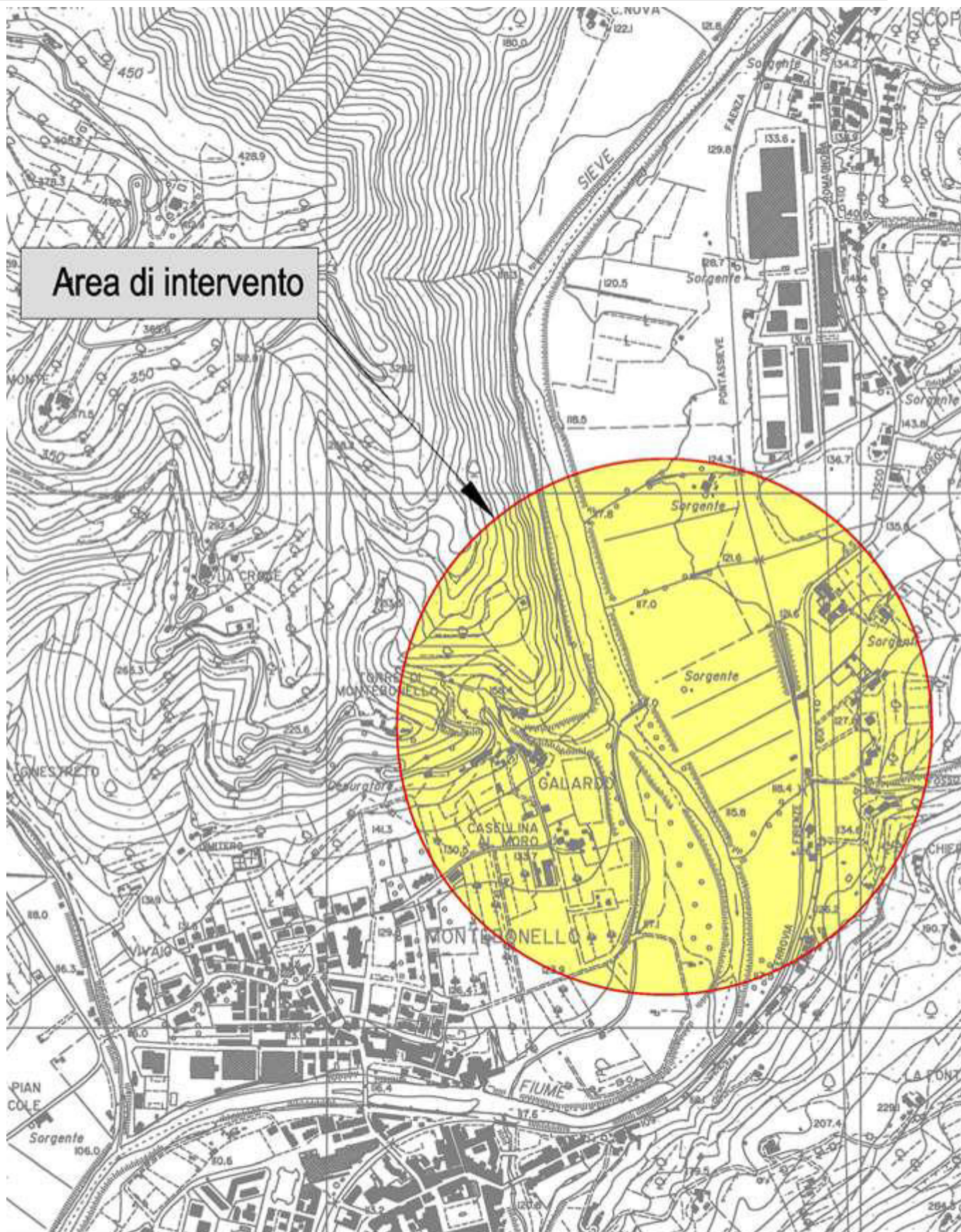
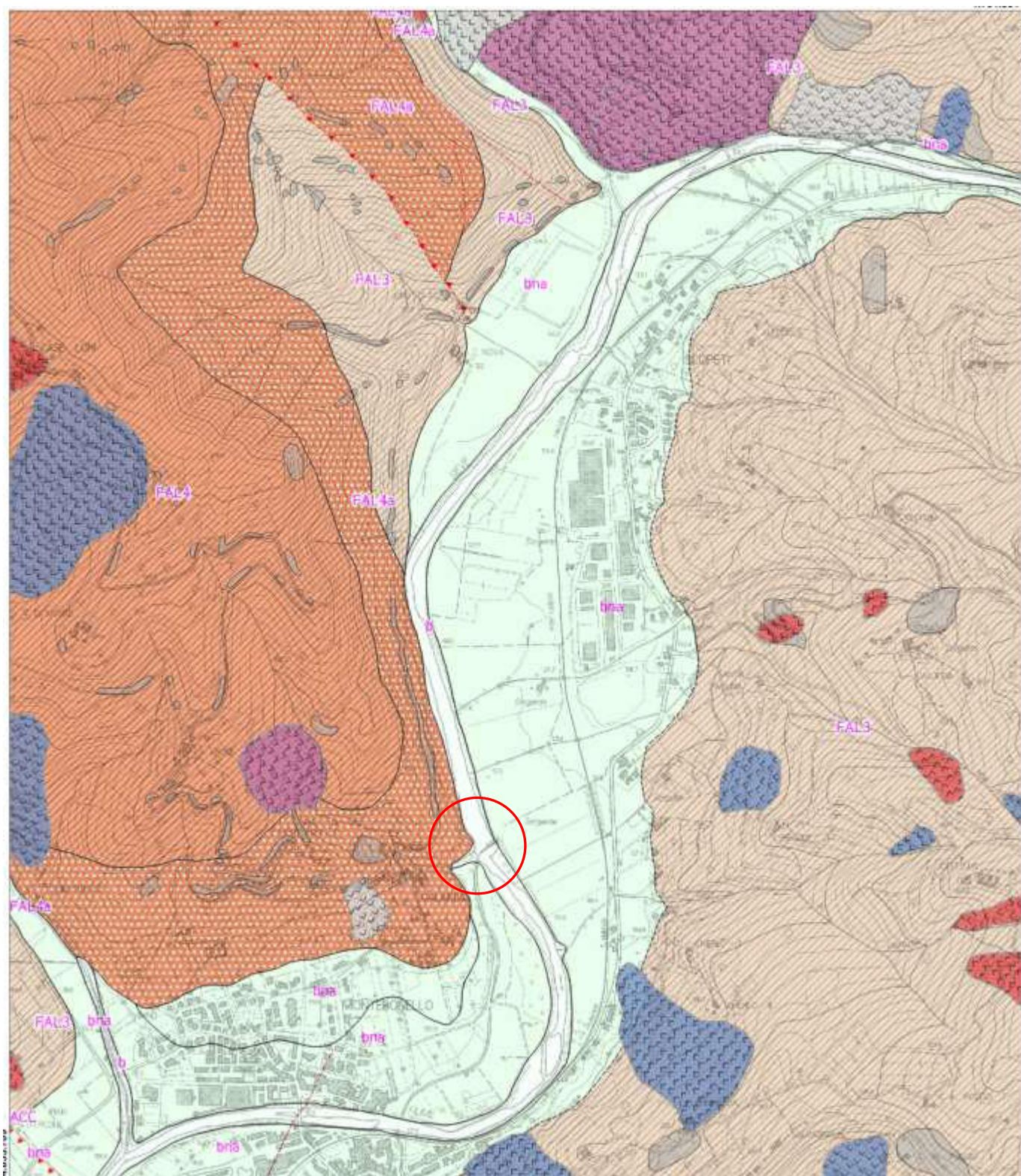


FIGURA 2: UBICAZIONE DELL'IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "ALESSANDRI" SU ESTRATTO CTR (10.000)



DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI Ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione con ordinari processi fluviali.

- a) Senza indicazione della granulometria
- b) ghiaie prevalenti
- c) ghiaie e sabbie
- d) sabbie prevalenti
- e) sabbie e limi
- f) limi e argille prevalenti
- g) ghiaie e limi

OLO ALR



b

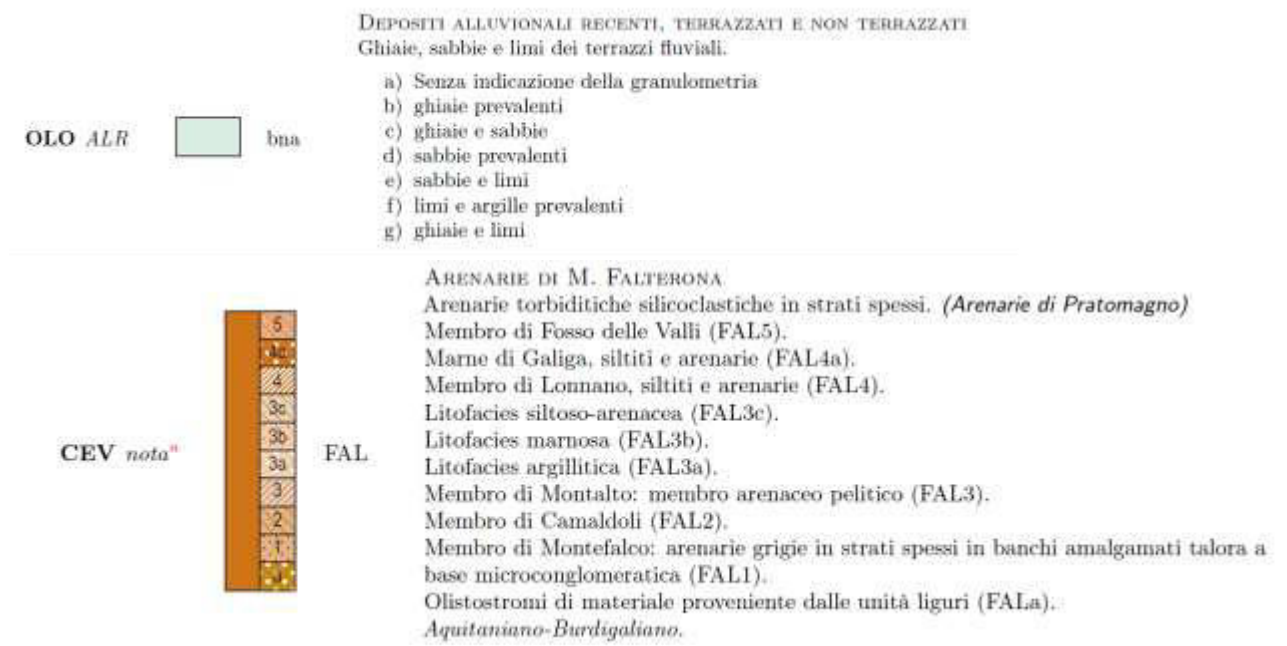


FIGURA 3: CARTA GEOLOGICA (FONTE: GEOSCOPIO)

**ALLEGATO 2:**

**ESTRATTI S.U.G.C. VIGENTE**

**COMUNE DI PONTASSIEVE**

19

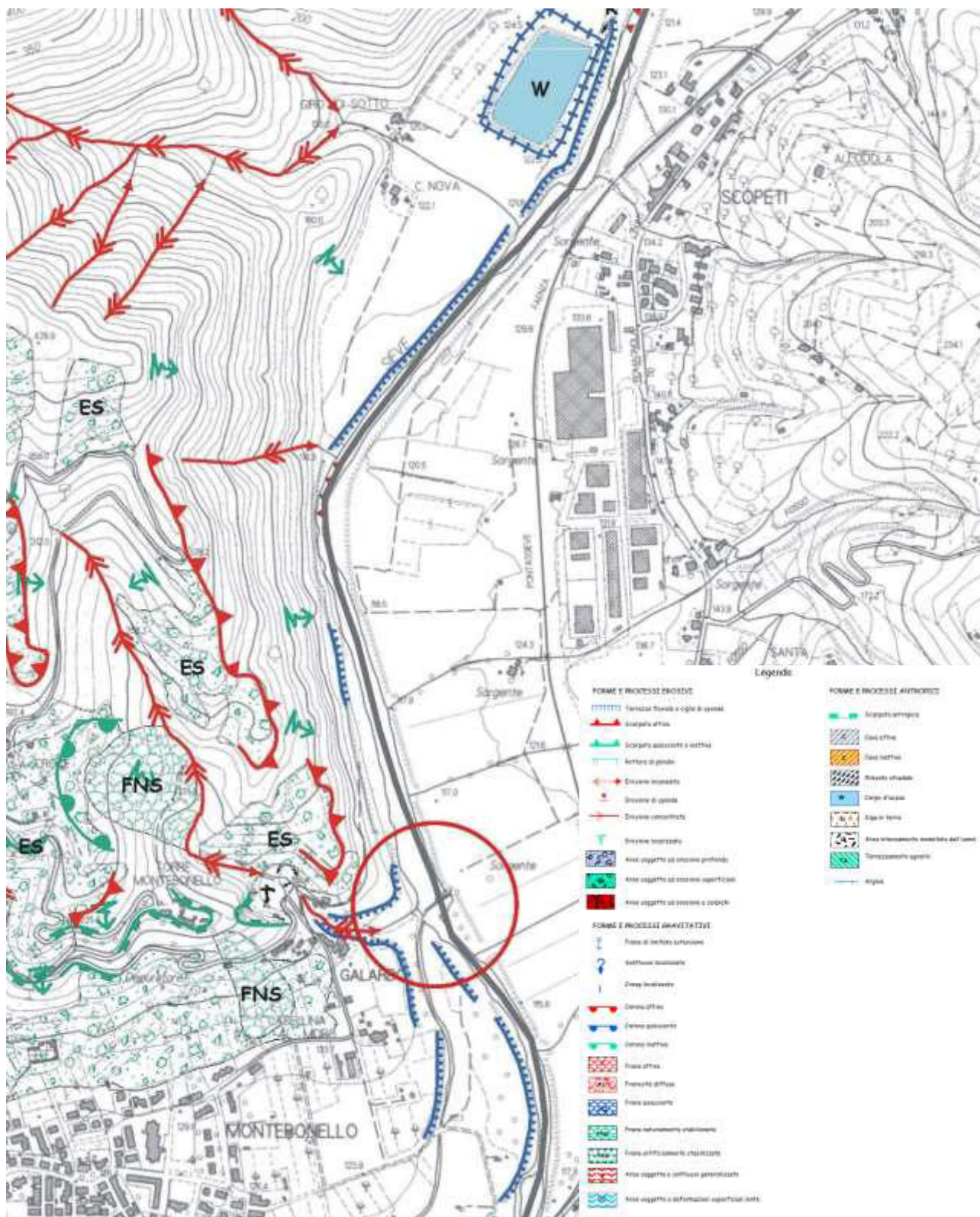


FIGURA 5: ESTRATTO DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA (SCALA 1:10.000).

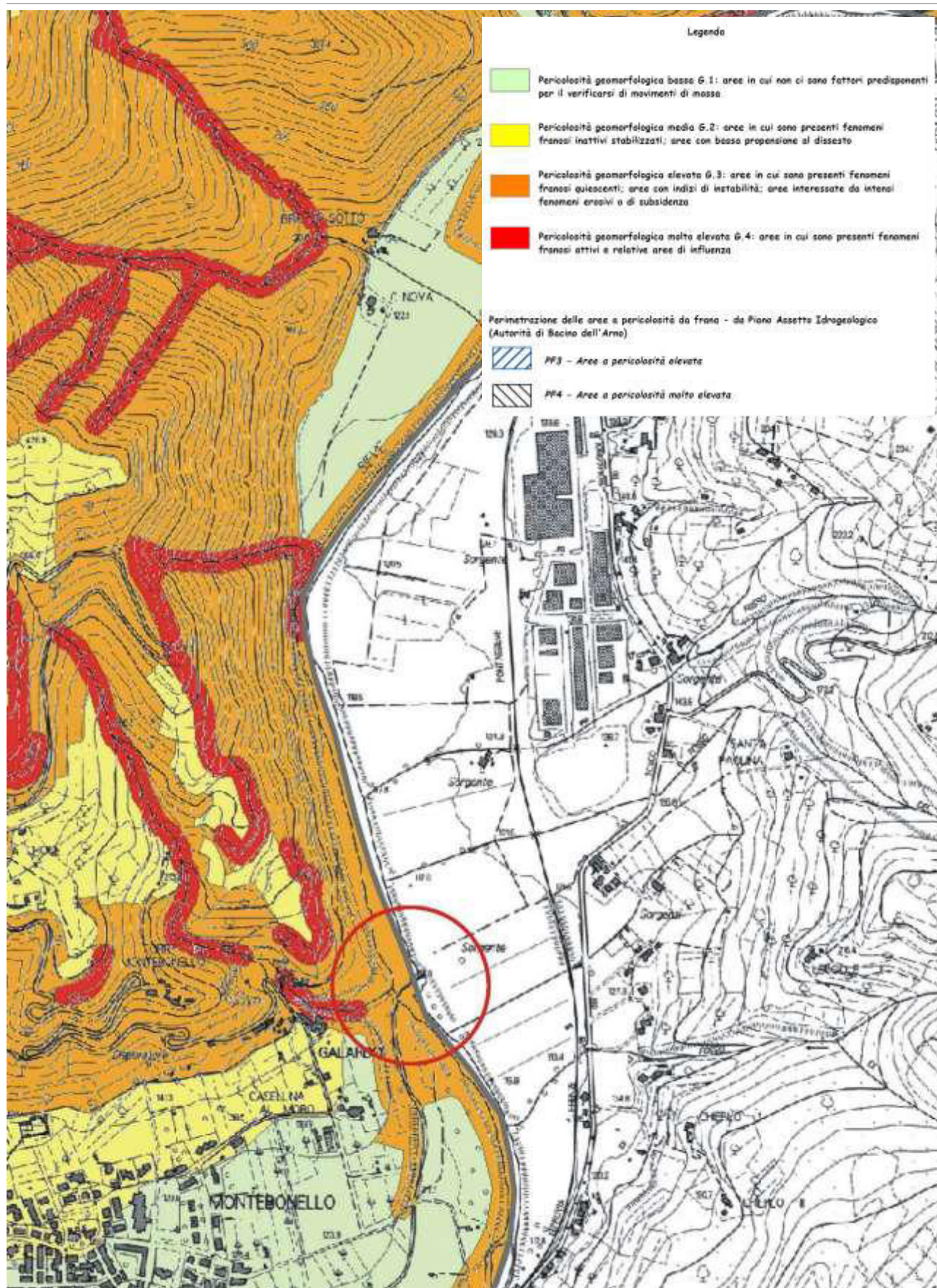


FIGURA 6: Estratto della Carta della pericolosità geomorfologica (scala 1:10.000).

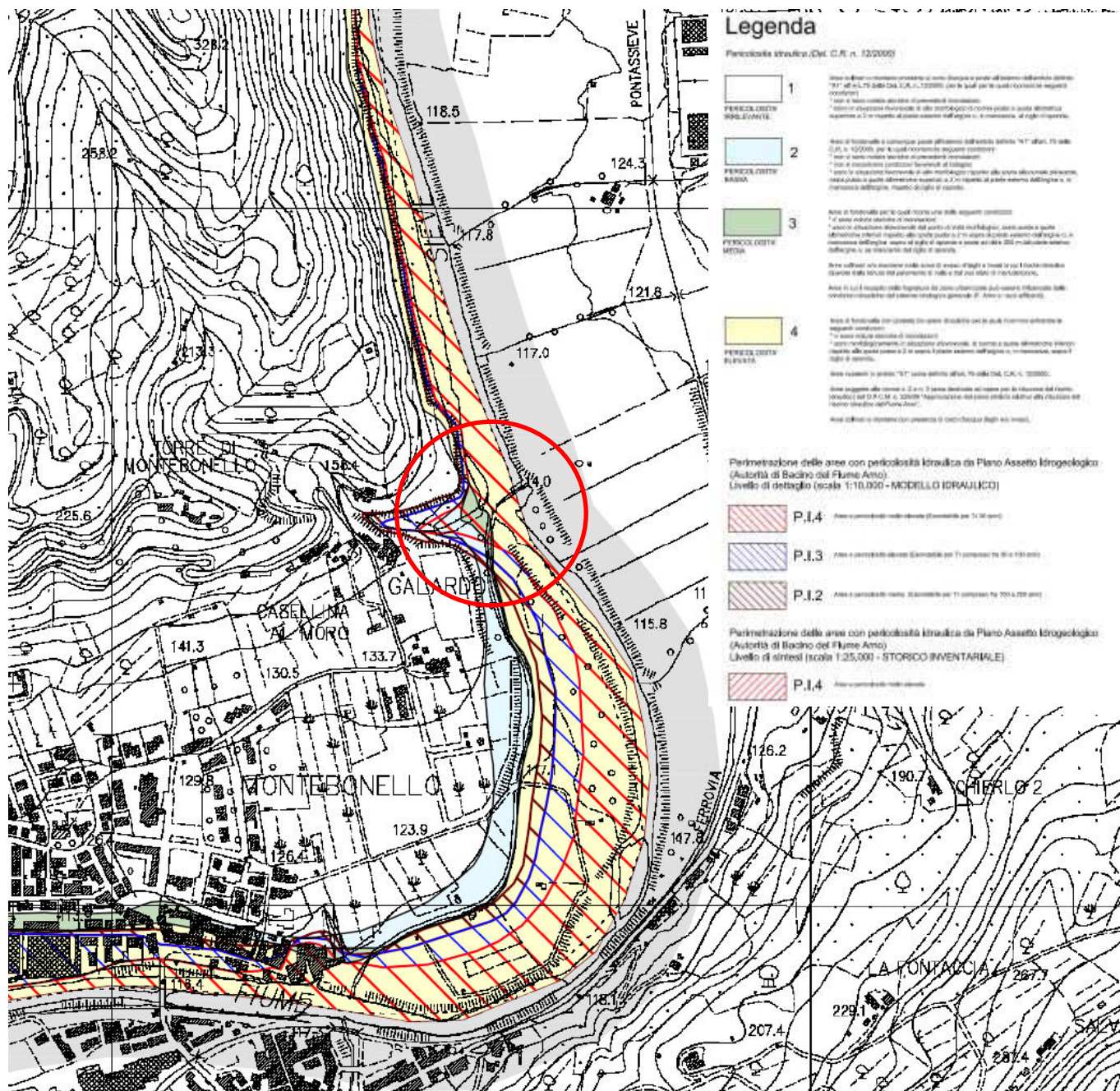
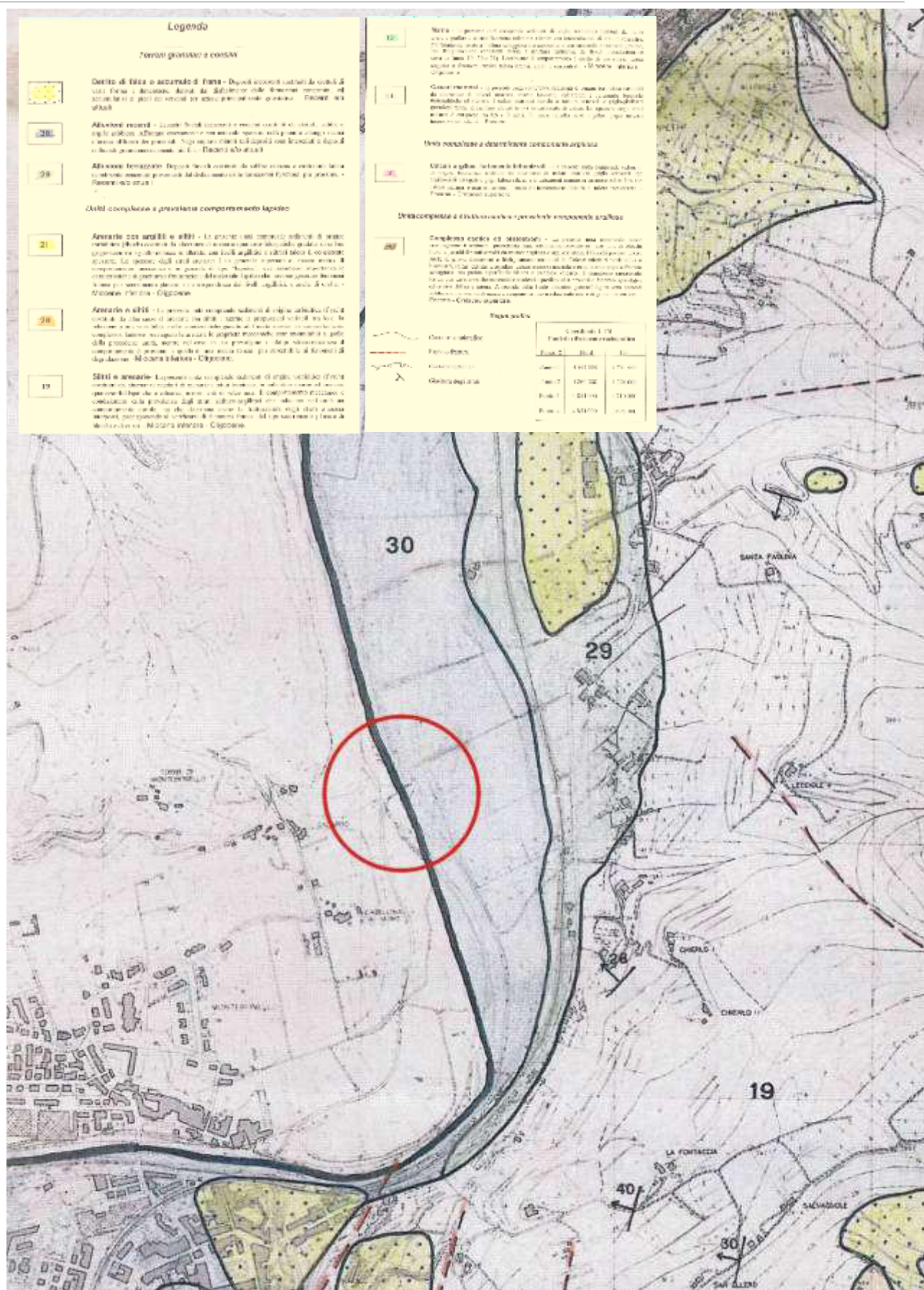


FIGURA 7: ESTRATTO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (SCALA ORIGINARIA 1:10.000).

**ALLEGATO 3:**  
**ESTRATTI S.U.G.C. VIGENTE**  
**COMUNE DI RUFINA**



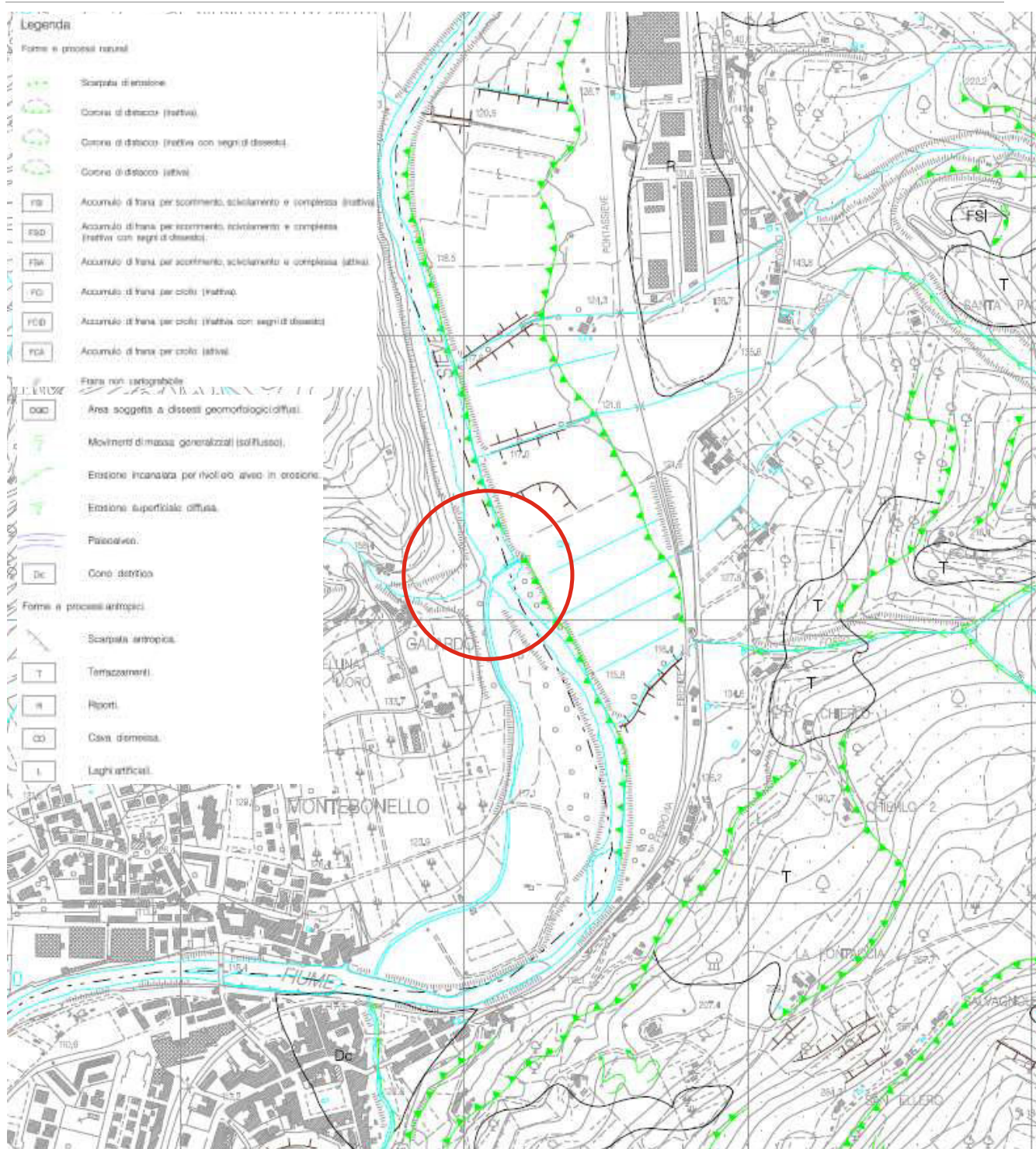


FIGURA 9: ESTRATTO DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA (PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO COMUNE DI RUFINA)

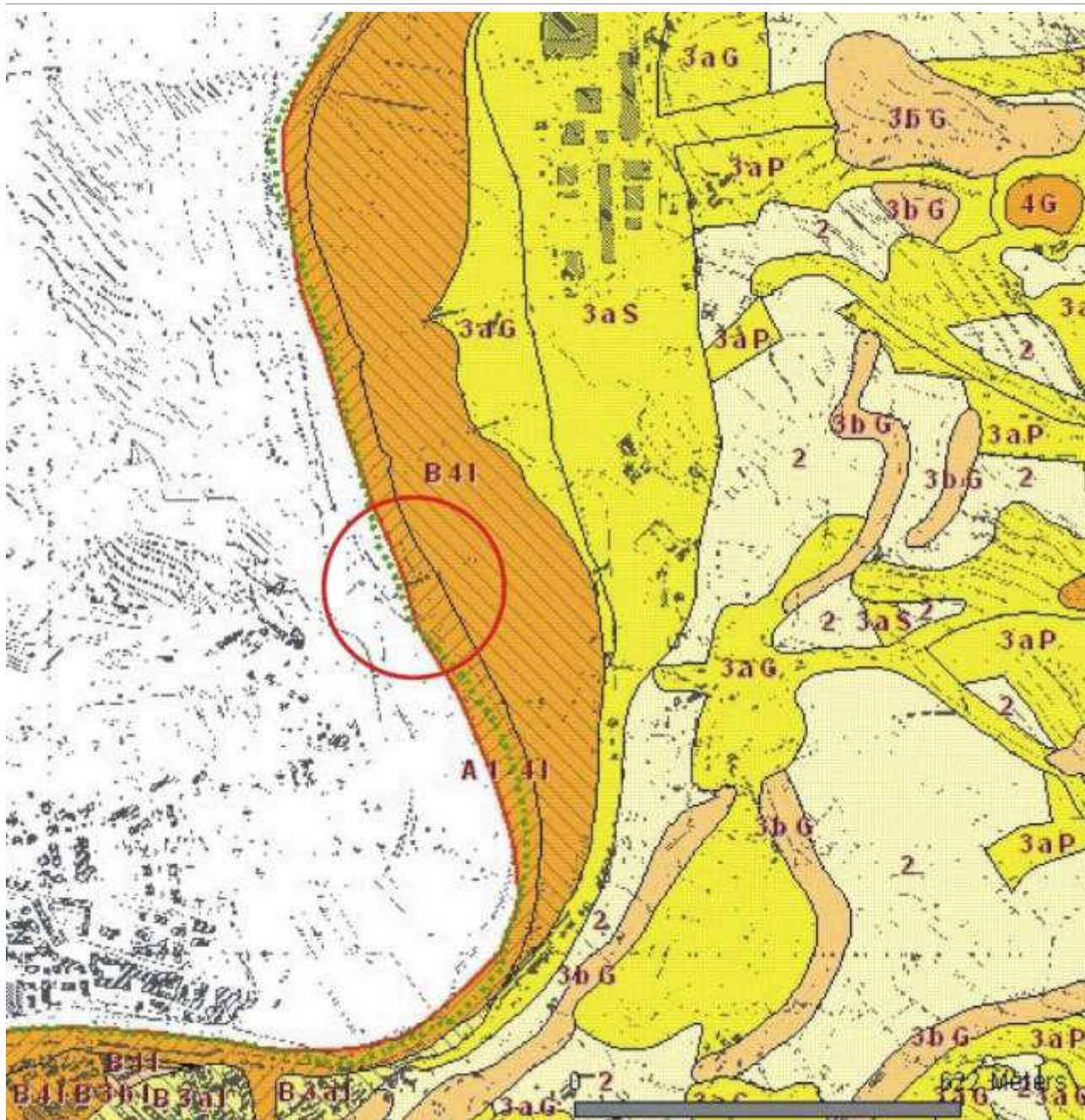


FIGURA 10: ESTRATTO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ (DAL SITO DEL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE DEL VALDARNO E VALDISIEVE).

**ALLEGATO 4:**  
**PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONE (P.G.R.A.)**  
**AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO**

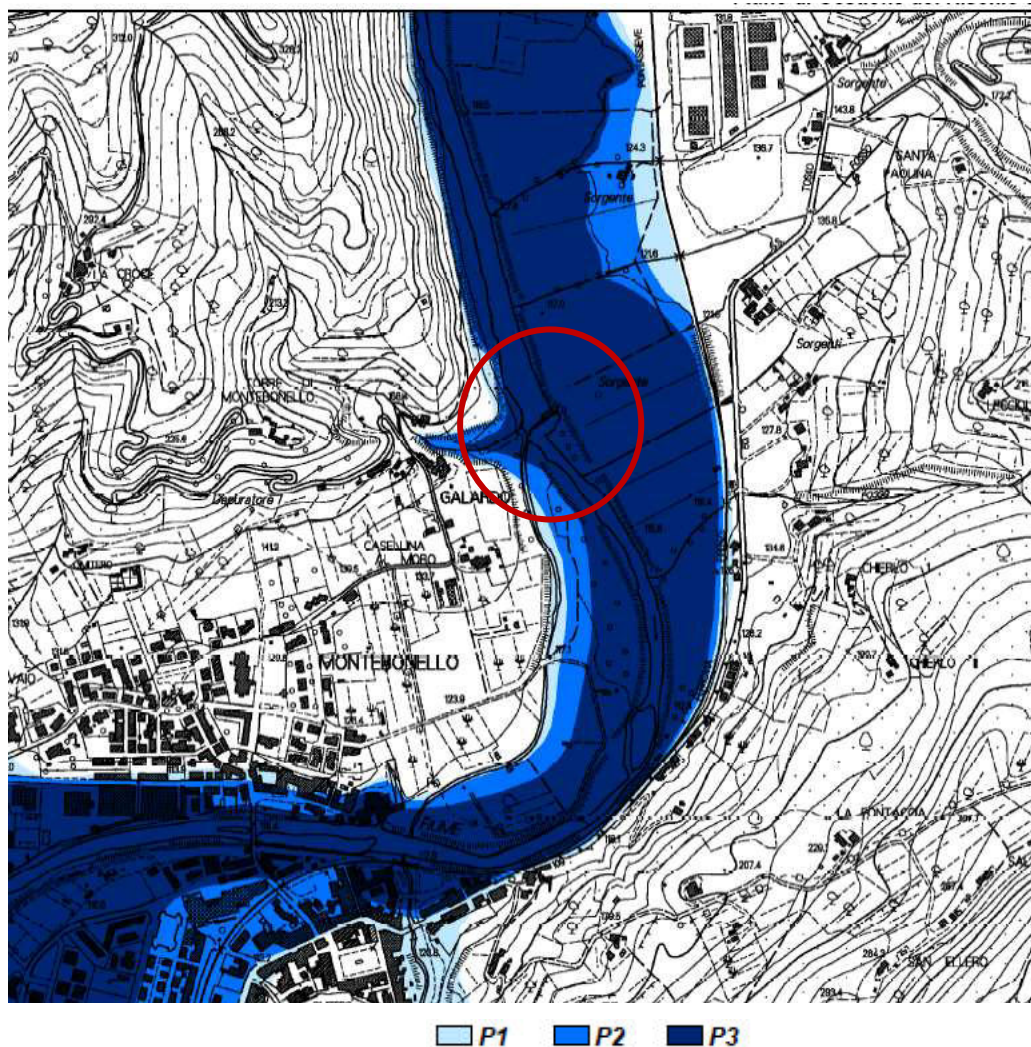


FIGURA 11: ESTRATTO PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.) – SCALA ORIGINALE 1:10.000. IMPIANTO IN PROGETTO DENOMINATO "ALESSANDRI" (CERCHIO ROSSO)

**ALLEGATO 5:**  
**CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE**  
**INDAGINE GEOFISICA E GEOLETTRICA**

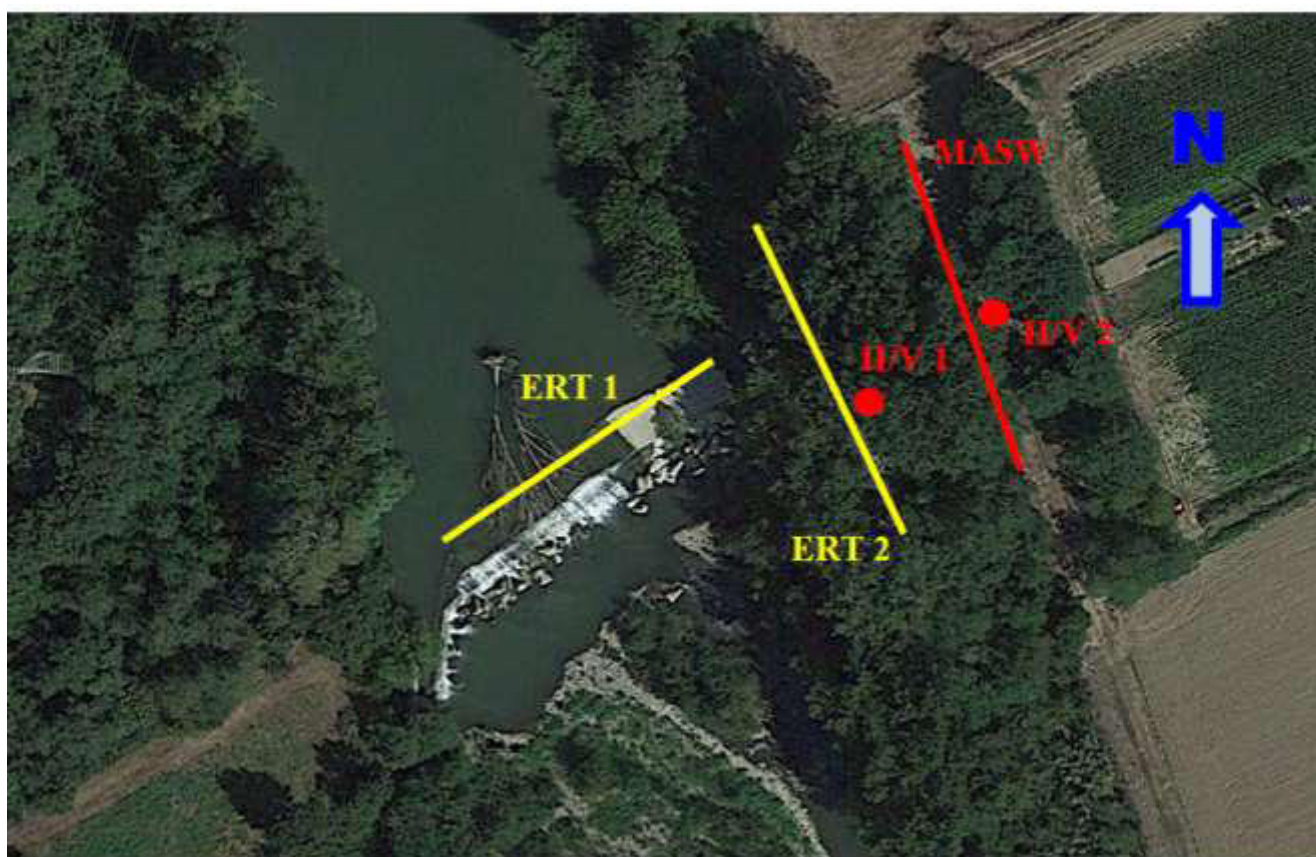


FIGURA 12: UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE