

Committente: **Comune di Serra De' Conti**

Lavoro: **RIFACIMENTO TRATTO DI MURO DI CONTENIMENTO  
DEL CAMPO SPORTIVO COMUNALE - A.NOVELLI -  
ED OPERE DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA**

Località: **Via Provvidenza, Serra De' Conti (AN)**



Foto cop.: Muro oggetto di manutenzione.

Agosto 2017

## INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA

*(ai sensi del §6.2.1 e §6.2.2 del D.M. '08 e delle indicazioni riportate  
nelle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche al §C6)*

Il geologo



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA - MANTOVANI Geol. MARCO  
Geologia per l'ingegneria, la pianificazione territoriale e l'ambiente  
Via Clementina, 215 - 60048 Serra San Quirico (AN)  
Tel.: 333.3335281 - e.mail.: [geostudiomantovani@libero.it](mailto:geostudiomantovani@libero.it) - [marcom7@libero.it](mailto:marcom7@libero.it)  
C.Fisc.: MNTMRC83A06E388N P.Iva.: 02451500421

## COMUNE DI SERRA DE' CONTI (AN) Via Provvidenza

### RIFACIMENTO TRATTO DI MURO DI CONTENIMENTO DEL CAMPO SPORTIVO COMUNALE "A. NOVELLI" ED OPERE DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA

## INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA

(ai sensi del § 6.2.0 e § 6.2.2 del D.M. 2008 e delle indicazioni riportate nelle Istruzioni per l'Applicazione delle Norme Tecniche)

### INDICE

1	PREMESSA	2
2	LOCALIZZAZIONE DELL'AREA – GENERALITA'	3
3	GEOLOGIA	5
3.1	Situazione litostratigrafica locale	5
3.2	Lineamenti morfologici	7
3.3	Caratteri geostrutturali generali	9
3.4	Schema circolazione acque superficiali e sotterranee	10
4.	GEOTECNICA	11
4.1.	Indagini effettuate	11
4.2.	Assetto litostratigrafico locale	13
4.3	Caratterizzazione geotecnica	14
4.4	Verifiche di stabilità	15
4.5	Indicazioni sulle fondazioni	17
5	SISMICITA'	18
6.	QUALITA' E UTILIZZO DELLE TERRE DA SCAVO	21
7	CONCLUSIONI TECNICHE E RACCOMANDAZIONI	22

### ALLEGATI

Stralcio Carta IGM – Quadrante 117 IV	1.25.000
Stralcio carta tecnica regionale (Sez. 292010 – Sez. 291050)	1:10.000
Stralcio PAI Piano Assetto Idrogeologico – Tavola RI 29c – 29d	1:10.000
Stralcio carta geologica regionale (Sez. 292010 – Sez. 291050)	1:10.000
Estratto mappa catastale (Foglio n. 14)	1:2.000
Stralcio carta tecnica comunale	1:2.000
Planimetria di dettaglio – Ubicazione indagini	1:500
Prove penetrometriche statiche Ps1 e Ps2 - Tabulati e correlazioni	
Prove penetrometriche dinamiche (1988) Pd1, Pd2, Pd3 e Pd4 - Tabulati e correlazioni	
Indagine sismica Masw - Risultati e grafici interpretativi	
Profili litostratigrafici schematici- Sezione A-A' - Sezione B-B'	scala 1:200
Verifica di stabilità pendio – (Tabulati, dati generali di verifica)	
Documentazione fotografica	

Mantovani M. Geologo \_\_\_\_\_

# 1 PREMESSA

Per conto del Comune di Serra De' Conti si è redatta la seguente relazione al fine di reperire elementi ed indicazioni di carattere geo-morfologico, geomeccanico e sismico su cui basare la progettazione dei lavori di "rifacimento di un muro di contenimento del campo sportivo comunale A. Novelli ed opere di manutenzione straordinaria" in Via Provvidenza di Serra De' Conti (AN).

Il presente studio ha consentito di analizzare i dissesti individuando le probabili cause che hanno interessato – e stanno interessando anche attualmente – il tratto di muro di contenimento del campo sportivo comunale "A. Novelli" fornendo elementi ed indicazioni su cui basare la progettazione per i lavori di rifacimento di una parte del muro in oggetto.

Nei paragrafi seguenti vengono illustrati i risultati delle indagini e degli studi eseguiti in ottemperanza del D.P.C.M. 11/3/88 (con particolare riferimento ai punti alle lettere A, B, C e G), e la presente relazione è stata redatta in conformità alle disposizioni delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni (di seguito "N.T.C."), emesse con Decreto Ministro delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008, il Ministro dell'interno e con il Capo del Dipartimento della Protezione Civile, ai sensi delle Leggi 05/11/1971, n. 1086, e 02/02/1974, n. 64, così come riunite nel "Testo Unico per l'Edilizia" di cui al D.P.R. 06/06/2001, n. 380, e dell'art. 5 del Decreto legge 28/05/2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27/07/2004, n. 186 e ss. mm. ii.; è inoltre redatto in conformità della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

I punti e gli argomenti riportati nella normativa su indicata e non trattati in questa relazione non sono applicabili o sono irrilevanti per gli scopi propri del lavoro in oggetto.

Lo studio è stato articolato secondo le seguenti fasi:

- acquisizione degli elaborati progettuali;
- ricerca bibliografica e individuazione della cartografia tecnica di interesse;
- rilievo geologico, geomorfologico di dettaglio ed avente per oggetto l'area di interesse e un intorno significativo;
- programmazione ed esecuzione campagna geognostica e geofisica;
- analisi critica dei dati e relative elaborazioni;
- redazione cartografia e relazione di sintesi circa la fattibilità geologica dell'intervento le valutazioni analitiche e le prescrizioni sempre in rapporto all'intervento previsto.

## 2 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA – GENERALITA'

Gli interventi in progetto riguardano la sistemazione di un tratto di muro di contenimento del campo sportivo situato in aderenza di Via Provvidenza a circa 400 metri a nord dal centro storico e a poche decine di metri a sud dal cimitero del capoluogo di Serra De' Conti.

Il centro storico di Serra De Conti si sviluppa in corrispondenza della linea di cresta morfologica, orientata grossomodo lungo un allineamento nord – sud, compresa tra il fiume Misa ad ovest ed il fosso delle Monache ad est (Cfr: *Carta tecnica regionale – figura 1*).

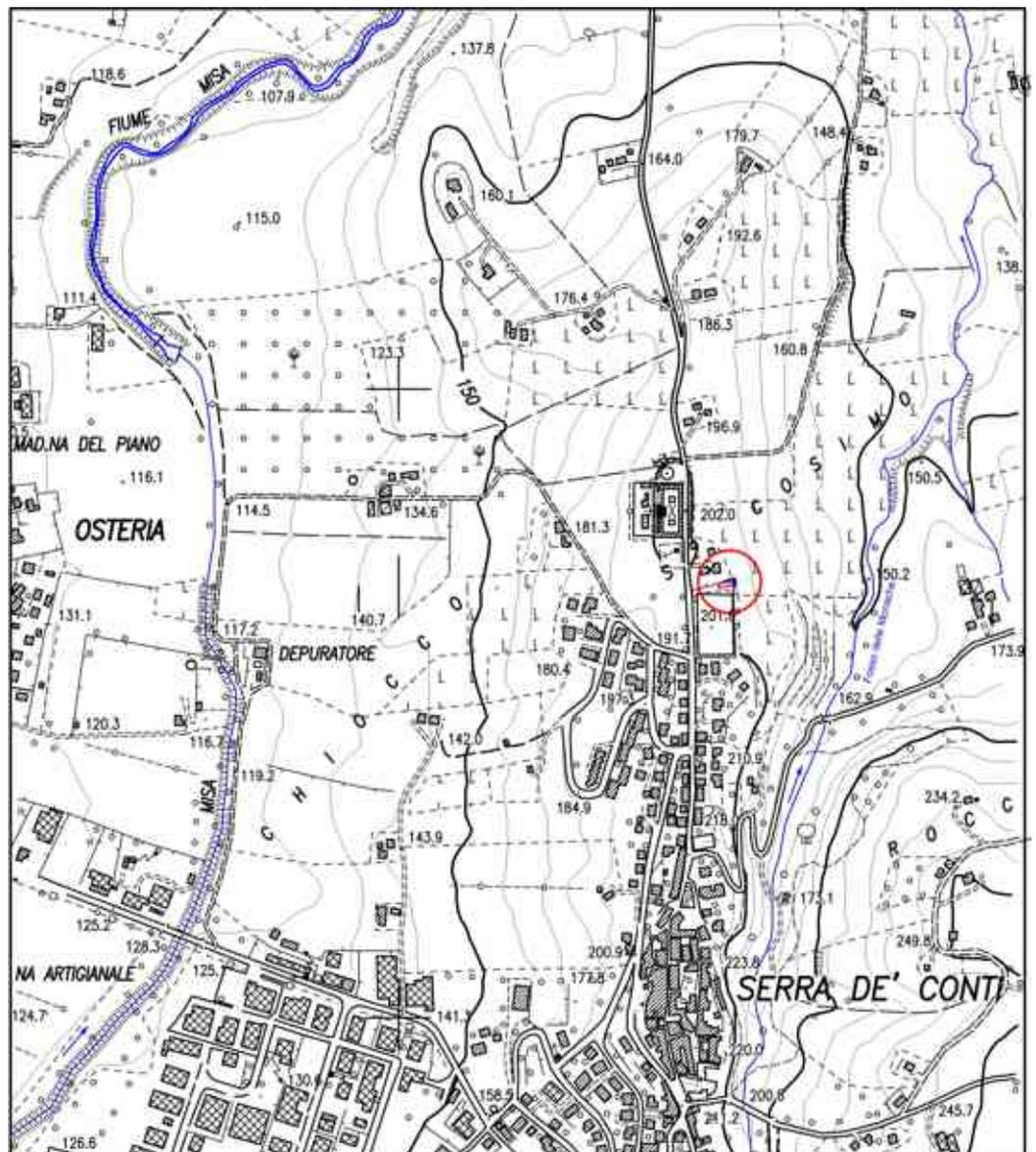


Figura 1: Stralcio CTR Sez. 292010 – 292050

Al catasto terreni del Comune di Serra De' Conti (Cfr: *Estratto mappa catastale*) l'area è contraddistinta al **foglio n. 14**.

I principali riferimenti per l'individuazione cartografica sono:

- Cartografia IGM scala 1:25.000 Quadrante 117 IV
- Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 Sez. 292010 – 292050

In allegato si riportano alcuni stralci della cartografia a cui si è fatto riferimento.

Il campo sportivo, soprattutto nel suo tratto centrale, è stato realizzato tagliando il pendio originario e formando la scarpata a valle con il materiale di risulta, contenuta dal un muro di sostegno oggetto di intervento.

Attualmente il muro presenta un'altezza massima di circa 3.6 m in prossimità dello spigolo dove sono evidenti i maggiori dissesti (*figura 2*).



**Figura 2 – Tratto di muro di contenimento lesionato.**

In sintesi i lavori in progetto prevedono la sistemazione di una parte del muro di sostegno con la realizzazione di un nuovo muro su pali trivellati posto in aderenza all'attuale muro lesionato per una lunghezza di circa 35-40 m.

## 3 GEOLOGIA

### 3.1 Situazione litostratigrafica locale

La successione litostratigrafica è caratterizzata dai depositi del Plio-Pleistocene p.p. in facies prevalentemente argillosa e sabbiosa, i quali costituiscono gran parte dei rilievi collinari della fascia adriatica marchigiana.

Geologicamente, la zona si trova, infatti, in corrispondenza del bacino marchigiano esterno, confinato tra la catena appenninica ed il mare Adriatico, caratterizzato essenzialmente da questi sedimenti plio-pleistocenici e, subordinatamente, da quelli miocenici

La successione stratigrafica completa è costituita da argille marnose azzurre, siltose, talora lievemente sabbiose, ben stratificate (Formazione delle "Argille Azzurre").

Queste, verso l'alto, fanno transizione a litotipi via via sempre più marcatamente sabbioso-arenacei di colorazione giallo-ocracea che, per la loro relativa minore erodibilità, costituiscono essenzialmente gli alti morfologici (sigla FAAc1 nella Carta Geologica Regionale – figura 2).

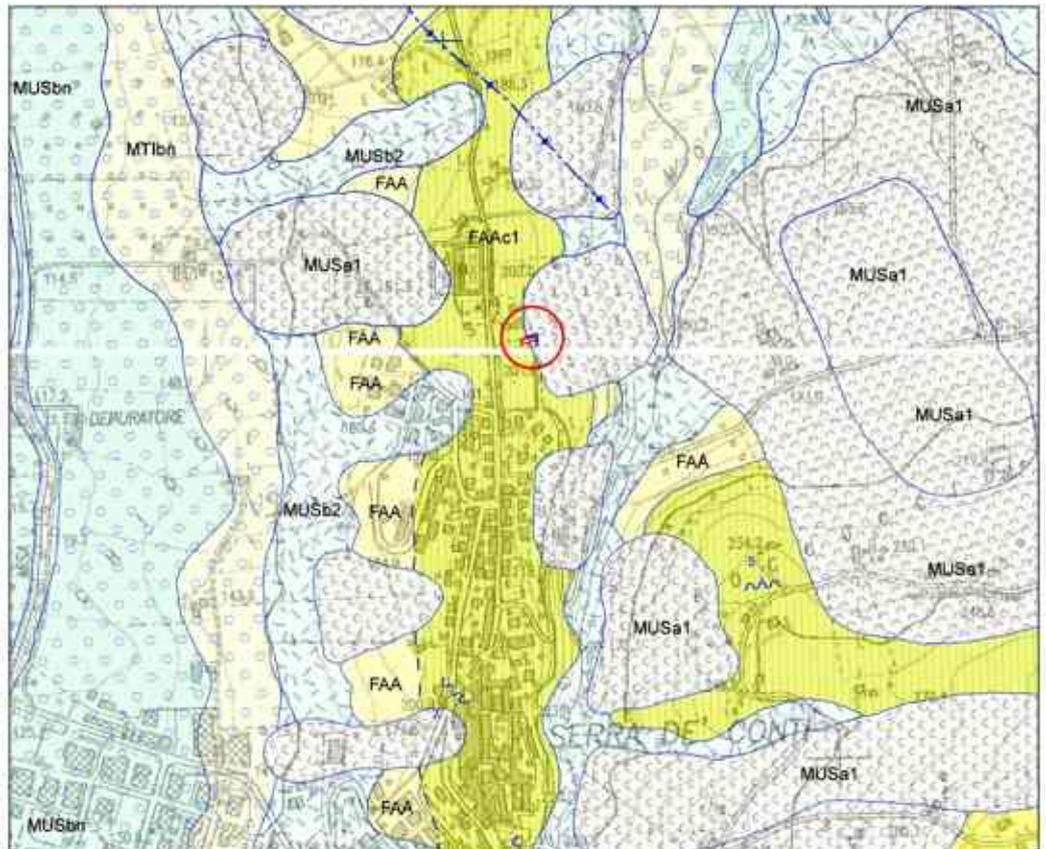


Fig. 2 – Carta geologico-strutturale della porzione di Regione di interesse

Trattandosi proprio di un alto morfologico, **in corrispondenza del centro abitato di Serra De' Conti sono presenti prevalentemente i depositi in facies sabbioso-**

**arenacea**, mentre quelli più marcatamente argillo-marnosi si rinvengono nei settori vallivi.

Si tratta di sabbie giallo-ocracee, ben addensate, a luoghi massive e debolmente cementate, organizzate in sequenze ritmiche ciclotemiche intercalate da livelli e orizzonti stratificati di argille marnose grigio-verdastre e nocciola (*figura 3*).



**Fig. 3: Particolare formazione sabbiosa pliocenica.**

I banchi sabbiosi possiedono spessore variabile compreso fra 0.5÷1.5 m, mentre i livelli marnosi sono generalmente più sottili e non superano i 0.3÷0.5 m.

Non mancano nelle sequenze anche cogoli e livelli più arenacei, parzialmente cementati.

Le sabbie sono fini, quarzose, con cemento carbonatico; le argille marnose e le marne sono compatte, sovraconsolidate e a frattura concoide o “*a saponetta*”.

**In genere comunque, si tratta di rocce tenere con valori di resistenza alla compressione monoassiale dell'ordine di 50-200 t/mq.**

Proprio per la loro “*tenerezza*” e friabilità, difficilmente i litotipi in oggetto sono rilevabili direttamente in affioramento, se non lungo i tagli stradali e le scarpate morfo-strutturali sub-verticali.

Essi, se esposti agli agenti atmosferici, sono alterabili ed erodibili, per cui tendono ad originare estese, e a luoghi spesse, coltri di ricopertura eluvio-colluviali; queste sono costituite prevalentemente da argille siltose e sabbiose più o meno plastiche, a struttura tipicamente caotica, di colorazione variegata prevalentemente nocciola verdastra o giallastra inglobanti frustoli carboniosi, concrezioni carbonatiche e patine di ossidazione.

Nell'area di interesse le coltri, possono raggiungere anche modesti spessori dall'ordine dei pochi metri, in prossimità della sommità del crinale; a coltri di consistenza superiore ai 10.0 m sono presenti anche in prossimità del muro in oggetto.

Nello stretto intorno dell'area in oggetto non sono presenti affioramenti diretti, ma la natura sabbiosa del substrato è direttamente rilevabile nei piani interrati e nelle cavità sotterranee (grotte) degli edifici del centro storico e nelle scarpate stradali.

## 3.2 Lineamenti morfologici

Il campo sportivo sorge alla sommità di uno dei rilievi collinari che bordano in destra idrografica la media piana alluvionale del Fiume Misa. Si tratta di un crinale morfologico orientato all'incirca nord - sud che si eleva dalla sommità del centro abitato a quota 264 m l.m.m. e arriva sino al cimitero del capoluogo 202 m l.m.m., per poi scendere fino al fondovalle dove scorre il fiume Misa a quota 100 m l.m.m.

Il crinale morfologico di Serra De' Conti è delimitato lateralmente da due incisioni: il fosso delle Monache ad est e il fiume Misa ad ovest. Il campo sportivo si trova a quota 200 m l.m.m., con un dislivello di circa 120 m rispetto al fiume Misa sottostante.

Le caratteristiche geologiche e geomorfologiche hanno notevolmente influito sull'ubicazione degli insediamenti antropici e sull'uso del suolo fin da epoca storica; infatti il capoluogo e i nuclei abitati delle frazioni limitrofe, nonché le principali vie di comunicazione, sono state costruite nelle aree di crinale, ampie e arrotondate, dove affiorano i terreni a litologia sabbiosa, quindi più resistenti all'erosione e al degrado.

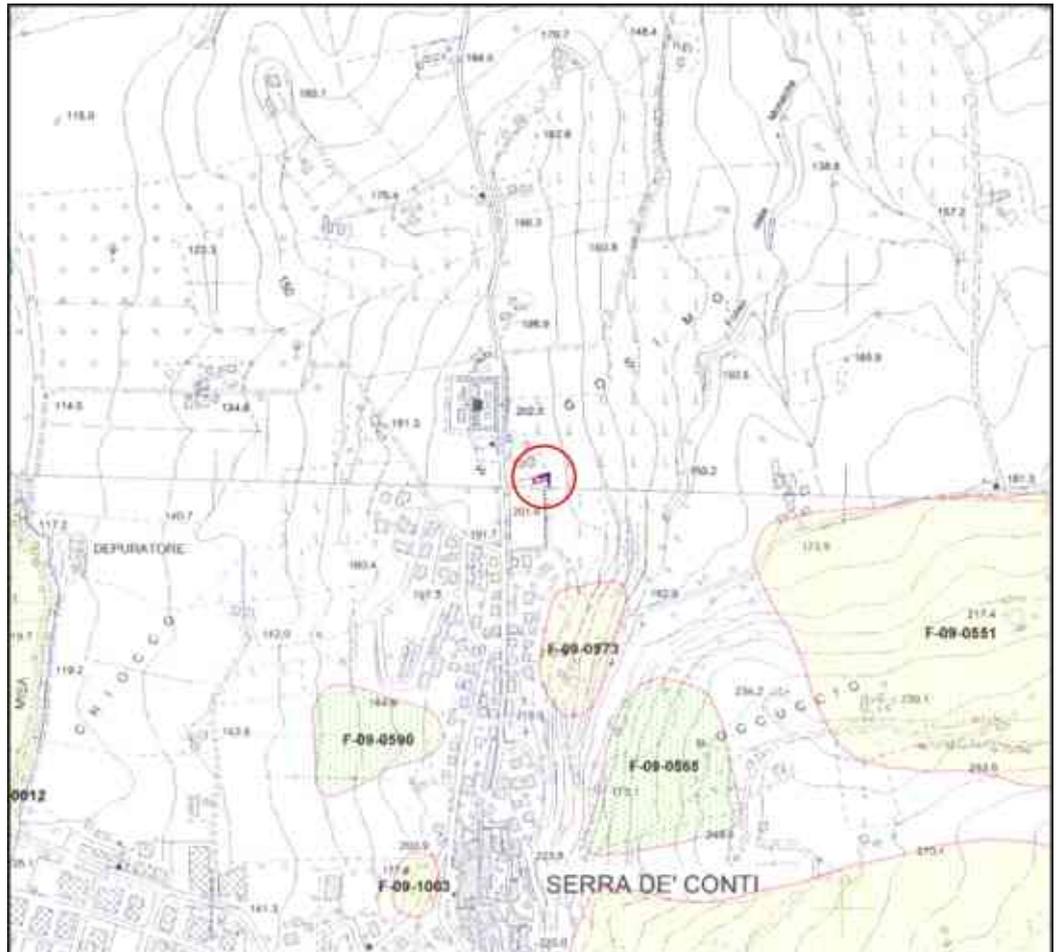
L'intervento antropico, che ha costantemente modificato e obliterato gli assetti naturali del territorio, non sempre rende agevole la lettura delle evidenze morfologiche legate ai processi gravitativi e comunque rimane ad oggi evidente che il centro storico occupa la parte apicale del rilievo e che questo risulta sostanzialmente simmetrico rispetto l'asse centrale, e caratterizzato da pendenze uniformi, decisamente aspre ed irregolari, con frequenti balze e rotture di pendio.

L'irregolarità morfologica dei versanti è dovuta principalmente a differenze litologiche e di erosione selettiva (con associati anche movimenti paleotettonici e di tipo gravitativo) che hanno favorito la creazione di una tipica "*morfologia a gradoni*", dovuta alla presenza di sequenze ciclotemiche plioceniche rappresentate da terreni a differente grado di erodibilità (sabbie e arenarie debolmente cementate e argille compatte) e con giacitura degli strati tendente all'orizzontalità o poco inclinati. I versanti gradonati sono il risultato dell'erosione selettiva da parte degli agenti esogeni, su intervalli litologici a differente indice di degradabilità, nei quali le pareti (o "*testate*", o "*scarpate strutturali*") corrispondono ai fronti dei livelli più duri e i ripiani corrispondono ai termini più degradabili.

Come tutti i versanti collinari a substrato argilloso dell'entroterra marchigiano, anche quello di interesse è afflitto perlopiù da lenti scorrimenti traslativi delle coltri testimoniati dalle tipiche ondulazioni ed irregolarità topografiche che coinvolgono la parte detritica colluviale e che interessano porzioni abbastanza estese del versante.

L'alta erodibilità dei litotipi e le continue lavorazioni agricole meccanizzate tendono ad obliterare gli originali elementi che li caratterizzano, per cui risulta difficile la definizione areale dei fenomeni stessi.

Il PAI – Piano Assetto Idrogeologico della Regione Marche – in prossimità dell'area oggetto d'intervento non riporta elementi di rischio legati a frana (*Cfr: Stralcio Cartografia PAI – figura 4*).



**Fig. 4 –PAI: Piano Assetto Idrogeologico - Tav 29 c – 29 d**

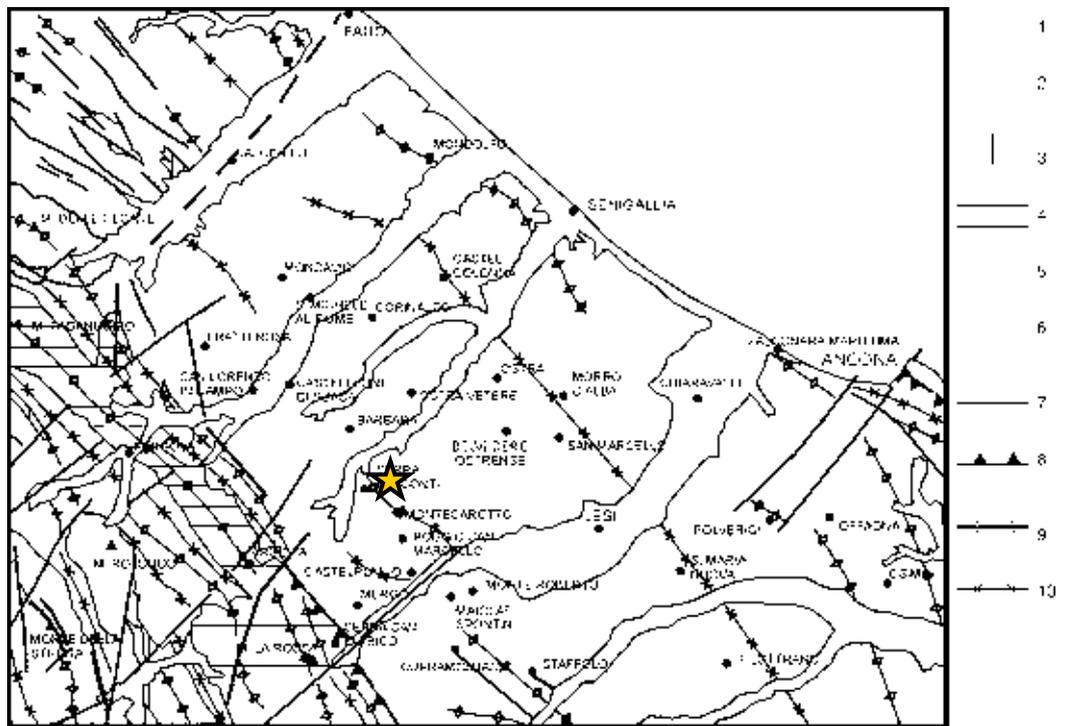
La pendenza del versante sottostante è 9° (15%) ed aumenta scendendo lungo i fianchi del versante.

### 3.3 Caratteri geostrutturali generali

Dall'analisi della cartografia geologica esistente e dal rilevamento effettuato è emerso che la situazione geostrutturale generale è caratterizzata da un susseguirsi di ampie pieghe anticlinali e sinclinali.

Geologicamente, la zona si trova, infatti, in corrispondenza del bacino marchigiano esterno, confinato tra la catena appenninica ed il mare Adriatico, caratterizzato essenzialmente da questi sedimenti plio-pleistocenici e, subordinatamente, da quelli miocenici.

La successione stratigrafica completa è costituita da argille marnose azzurre, siltose, talora lievemente sabbiose, ben stratificate (Formazione delle "Argille Azzurre").



1) direzione dell'asse tectonico principale 2) direzione dell'asse tectonico principale 3) direzione dell'asse 4) direzione dell'asse tectonico principale 5) direzione dell'asse tectonico principale  
6) direzione dell'asse tectonico principale 7) principali faglie 8) principali faglie 9) principali faglie di sbalzo 10) principali faglie di sbalzo

**Fig.5 – Carta geologico-strutturale della porzione di Regione di interesse**

L'area di interesse si trova sul fianco meridionale di una di queste pieghe anticlinali con direzione assiale appenninica dove la giacitura degli strati risulta essere debolmente a reggipoggio (*Cfr.: Carta Geologica Regionale*).

In letteratura non sono riportate faglie o altre dislocazioni tettoniche significative.

Questo dato è confermato anche dal rilievo effettuato che non ha evidenziato la presenza di elementi diretti o indiretti dovuti a faglie. Sempre dall'analisi della letteratura tecnica non sono emerse notazioni legate alla Neotettonica. Non sono infatti presenti dislocazioni delle valli o delle creste o quant'altro riferibile a processi tettonici recenti.

### 3.4 Schema circolazione acque superficiali e sotterranee

L'idrografia superficiale, in base alla permeabilità dei litotipi che costituiscono l'area, insieme alle pendenze, fanno sì che le acque di origine meteorica si infiltrino abbastanza rapidamente senza ruscellare lungo le superfici topografiche.

Le acque di corrivazione meteorica ruscellano lungo le superfici topografiche solo in concomitanza degli eventi piovosi più rilevanti, comportando però una diffusa liscivazione dei suoli agrari e locali fenomeni di erosione sia diffusa che concentrata.

Dalla zona in oggetto le acque, attraverso le canalette stradali, le naturali linee di impluvio di ordine zero ed i fossetti presenti ai margini dei terreni coltivati, vengono drenate da piccoli fossi e da questi convogliate fino al corso del sottostante Fosso delle Monache.

Il regime pluviometrico del territorio comunale è quello tipico della fascia costiera della regione marchigiana, caratterizzato principalmente da precipitazioni con un massimo e un minimo assoluti rispettivamente in autunno ed in estate, e da un massimo ed un minimo relativi in primavera.

L'altezza di pioggia media annua è pari a 880 mm, con 88 giorni piovosi (dati desunti nel periodo 1921-1950 alla stazione meteorologica di Jesi).

I terreni argillo-limosi e sabbiosi delle coperture eluvio-colluviali possiedono un grado di permeabilità medio-basso con possibilità di deboli percolazioni idriche in corrispondenza dei livelli a maggiore componente sabbiosa.

Il substrato pliocenico invece, ha un grado di permeabilità media, sia primaria che secondaria; tuttavia, in seguito alle frequenti intercalazioni marnose e argillo-marnose, **la circolazione idrica sotterranea è piuttosto scarsa (quando non completamente assente) e fa escludere la presenza di falde idriche di una certa consistenza e continuità, soprattutto nelle zone apicali del versante.**

Sulla base dei dati bibliografici esistenti e di quelli ottenuti dalle prove geotecniche di laboratorio in terreni simili la permeabilità bassa per le intercalazioni argilloso-marnose mentre nei livelli più sabbiosi "che a volte presentano percolazioni idriche strettamente legate alle precipitazioni atmosferiche" la permeabilità può essere considerata media.

Durante la campagna geognostica, effettuata dal Geol. N. Bernardini nel 1988, nell'area in oggetto è stata intercettata un livello di percolazioni idriche di modesta entità ad una profondità di circa **2.4 m dal p.c.** nella Penetrometria Pd1 e circa **4.1 m dal p.c.** nella Penetrometria Pd2.

## 4. GEOTECNICA

### 4.1. Indagini effettuate

Per l'individuazione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrologiche e idrogeologiche generali dell'area è stata eseguita in via preliminare una ricerca dei dati esistenti, basata essenzialmente sulle fonti bibliografiche disponibili in letteratura e sui dati derivanti da indagini già eseguite negli anni scorsi da vari autori.

In particolare è stata consultata la relazione geologica effettuata nel 1988 dal Geol. N. Bernardini, per l'indagine geologico-tecnica dei dissesti del Campo Sportivo sono stati effettuate:

- **n. 4 prove penetrometriche dinamica DPM (Pd)**, con penetrometro Sunda DL 030, spinte fino a **Pd1= 9.9 m, Pd2= 9.9 m, Pd3= 4.7 m, Pd4= 7.6m.**

Le prove penetrometriche hanno permesso di registrare il numero dei colpi necessari per l'avanzamento di 10 cm, e quindi verificare il grado di addensamento e consistenza dei litotipi colluvio-eluviali superficiali.

I dati così ottenuti, che hanno consentito l'inquadramento geologico e idrogeologico riportato ai paragrafi precedenti, sono stati verificati e integrati mediante indagini dirette in sito, le quali sono consistite in:

- **rilevamento geologico e geomorfologico** dell'area strettamente oggetto di studio ed esteso alle zone circostanti per un intorno significativo;
- **esecuzione di n.2 prova penetrometrica statica E-Cpt (Ps)** con penetrometro statico PAGANI con capacità di spinta pari a 200 kN (Ditta Geco Srl, Via Osoppo, 38 - 60015- Falconara Marittima -AN-). Le prove sono state spinte sino a **Ps1= 11.8 m dal p.c.** a **Ps2= 9.0 m dal p.c.** Il penetrometro era attrezzato con punta digitale Pagani e per le caratteristiche complete della strumentazione utilizzata si rimanda agli elaborati descrittivi delle prove E-Cpt (Cfr : *Correlazioni litostratigrafiche*).

Oltre ai rilievi geognostici, all'interno dell'area da edificare è stata eseguita **una indagine sismica con tecnica MASW**, per la valutazione delle onde di taglio Vs nei primi 30 metri di sottosuolo, come richiesto dalle Direttive del D.M. del 14 gennaio 2008.

La prospezione è stata realizzata utilizzando un SISMOGRAFO Doremi 12 canali ad accumulabilità di impulsi; la registrazione dei sismogrammi è avvenuta in forma digitale.

Per l'indagine sono state predisposte n. 3 tracce rettilinee da 12+12 Geofoni con distanza intergeofonica di 2,5 m e generando impulsi sismici in punti stabiliti, con una mazza da 5 Kg, su di una piastra di alluminio appoggiata al terreno.

L'istante di tempo zero, cioè il segnale di inizio registrazione, è stato inviato allo strumento nel momento dell'energizzazione da un sensore (trigger) posto a pochi centimetri dalla massa battente.

Le energizzazioni effettuate e maggiormente significative all'elaborazione, sono state 6: 3 colpo a 2,5 m ed 3 a 3,75 m dal geofono n°1 e dal geofono n° 24; la strumentazione utilizzata per le prove MASW è costituita da:



Stendimento sismico



Geofono a 4.5 Hz



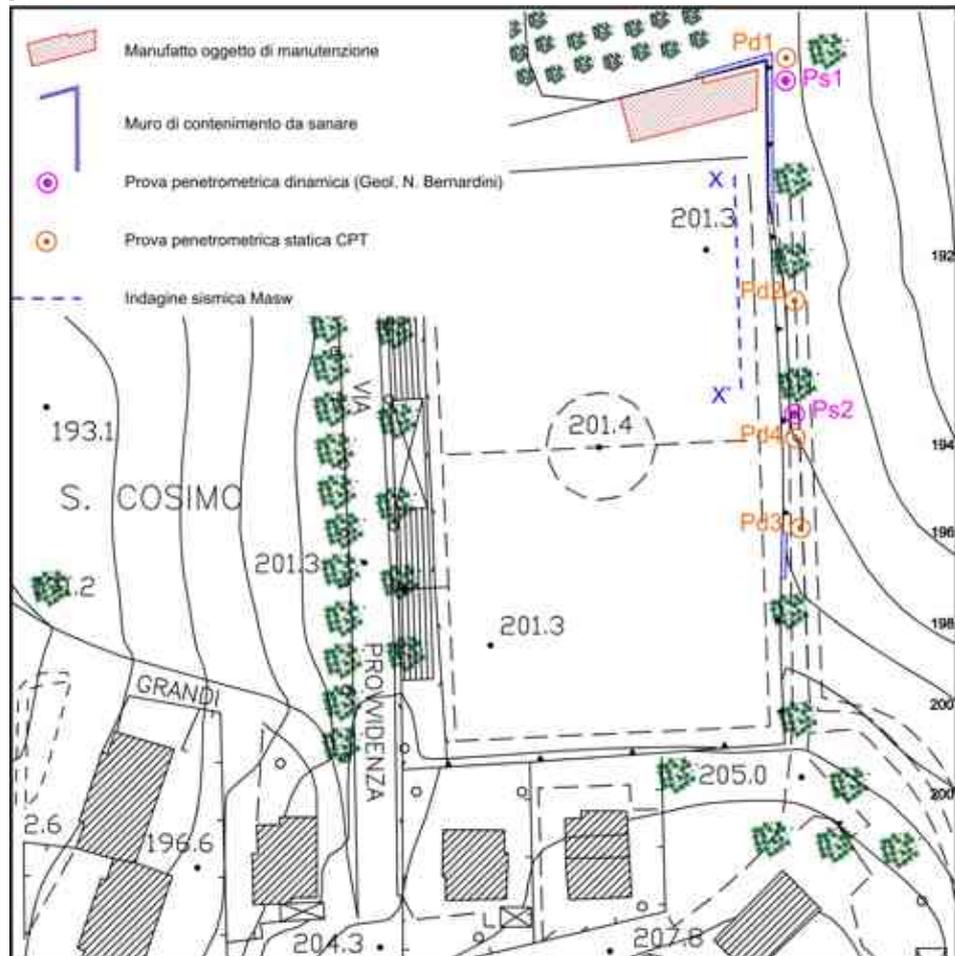
Avvolgicavo per 12 canali, 12 Geofoni. 4.5Hz



Computer portatile

**Figura 6: Particolari strumentazione per prova MASW**

La figura 7 riporta lo sviluppo planimetrico dell'area di interesse con l'ingombro della palificata viva di sostegno a doppia parete da realizzare e l'ubicazione delle indagini eseguite.



**Fig. 7: Planimetria area di interesse e ubicazione indagini**

## 4.2. Assetto litostratigrafico locale

All'interno dell'area indagata, sulla verticale di indagine, l'assetto litostratigrafico riscontrato è composto da un livello abbastanza sottile di alterazione eluvio-colluviale prevalentemente limo-argillosa che ricopre il substrato sabbioso arenaceo ed argilloso pliocenico.

La colonna litostratigrafica che rappresenta la situazione dell'area è quella presente lungo la verticale della penetrometria statica Ps1 che può essere come di seguito schematizzata :

- **Suolo vegetale** umifero brunastro, prevalentemente argilloso, ricco di sostanza organica e radici con frammisto detrito calcareo. Fino alla profondità di 1.2 m dal p.c;
- **Limi argillosi (sigla La)**: e sabbiosi poco consistenti (coltre colluviale). Da 1.2 m fino a 6.8 m di profondità dal p.c.
- **Limi argillosi (sigla La)**: e sabbiosi da poco consistenti a mediamente consistenti (coltre colluviale). Da 6.8 m fino a 11.4 m di profondità dal p.c.
- **Formazione pliocenica (sigla Form)**: argille marnose e sabbiose cementate o parzialmente cementate con alternanze di livelli arenitici sovraconsolidati. Da 11.4 m fino a fine penetrometria.

### 4.3 Caratterizzazione geotecnica

I principali parametri geotecnici utili per il calcolo di stabilità e il dimensionamento delle opere di contenimento del versante da realizzare, sono caratterizzati da un'alta variabilità in funzione della natura litologica e dello stato di alterazione.

Sulla base delle risultanze della prova penetrometrica statica (*Cfr. Inserti: Tabulati prove penetrometriche*) e per analogia con le prove di laboratorio eseguite su terreni simili prelevati in aree limitrofe, possono essere attribuiti i seguenti parametri geomeccanici:

litologia	Angolo	Coesione	<u>Coes. non</u>	<u>Peso di</u>	<u>Modulo</u>
	di attrito	Efficace	<u>Drenata</u>	<u>volume</u>	<u>Edometrico</u>
	$\varphi'$ (°)	C' (t/m <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	E <sub>ed</sub> (t/m <sup>2</sup> )
Coltri colluviali Argille limose	20÷21	0.15÷0.2	4.0 ÷6.0	1.8÷1.85	400÷500
Coltri colluviali Limi argillosi	21÷22	0.25÷0.5	6.0 ÷10.0	1.85÷1.92	500÷600
Substrato argillo marnoso e sabbioso	25÷26	2.0÷4.0	≥25	1.9÷2.1	>1.500

**Tab. 1 : Principali parametri geomeccanici**

I valori di coesione sono riferiti ai soli livelli argillo-marnosi.

I parametri geomeccanici sopra riportati sono da considerare cautelativi in quanto ridotti di circa il 20%-30% rispetto a quanto indicato nelle tabelle della prova penetrometrica.

Questi sono stati ricavati anche per analogia con analisi di laboratorio geomeccanico effettuati su terreni simili a quelli di interesse e prelevati in aree limitrofe (tra l'altro questo Studio ha a disposizione molteplici dati a riguardo) e mediante correlazioni ampiamente documentate in bibliografia

Oltre a quelli sopra indicati, gli ulteriore parametri geotecnici caratterizzanti le coltri superficiali presenti nell'area sono :

**Tipologia di terreno: prevalentemente coesivo**

Peso di volume saturo 1.90÷1.91 t/mc

Indice di plasticità % 18-20

Grado di sovraconsolidazione OCR 1.0-1.5

Coeff. Di spinta a riposo Ko=0.5/0.6

Modulo elastico normale (E) 70/80 Kg/cmq

Modulo elastico tangenziale (G) 100/120 Kg/cmq

Modulo elastico non drenato (Eu) 600/650 Kg/cmq (2/3 Ed)

Coeff. di Winkler verticale (Kw) e orizz (Ko) 1.0 – 1.5 Kg/cm<sup>3</sup>

## 4.4 Verifiche di stabilità

Le verifiche sono state eseguite con il metodo cosiddetto "dell'equilibrio limite", che consiste nell'individuare diverse possibili superfici di scivolamento coinvolgenti uno o più materiali e nell'analizzare, per ciascuna di esse, l'equilibrio allo scivolamento del cuneo di materiali soprastanti, considerato come se fosse rigido.

I vari metodi di calcolo dell'equilibrio limite disponibili in letteratura (Jambu, Fellenius 1927, Bishop 1955, Morgenstern e Price, 1965, Bell 1968, etc.), si basano tutti sulle ipotesi seguenti:

- il coefficiente di sicurezza è definito come rapporto tra resistenza al taglio e sforzo di taglio mobilitato lungo la ipotetica superficie di scorrimento;
- il coefficiente di sicurezza (FS), che per la superficie corrispondente alla rottura è unitario, è costante in tutti i punti della superficie di scorrimento;
- la rottura avviene per il raggiungimento, contemporaneamente in tutti i punti della superficie di scorrimento, della resistenza limite.

In accordo con il D.M. 2008, le verifiche di sicurezza sono state eseguite lungo superfici di scorrimento cinematicamente possibili, in numero sufficiente per ricercare la superficie critica alla quale corrisponde il grado di sicurezza più basso.

L'analisi delle stabilità dei pendii in condizioni sismiche, in accordo con il D.M. 14/01/2008, è stata eseguita con il metodo Morgenstern e Price pseudostatico utilizzando i parametri di accelerazione orizzontale ( $k_0$ ) e verticale ( $k_v$ ) ricavati per lo stato limite relativo alla salvaguardia della vita (SLV). I parametri introdotti nelle verifiche sono i seguenti:  $k_0 = 0.062$  -  $k_v = 0.031$

Il fattore di sicurezza minimo ricavato dall'analisi di stabilità risulta essere pari a:  
**Fs1 = 1.58** e **Fs2 = 1.49** (Fig. 8)

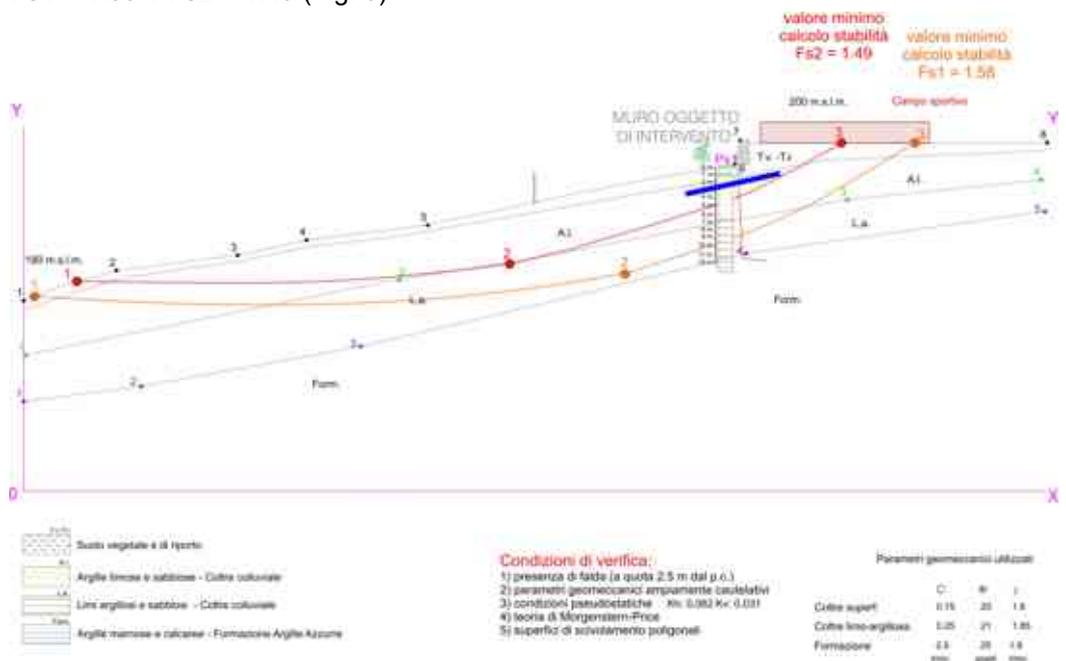


Fig. 8 – Sezione calcolo stabilità pendio

Questi valori, sicuramente al limite di sicurezza, prendono in considerazione la presenza dell' acqua in prossimità delle Pd1 e Pd2 che nel periodo di maggiore piovosità contribuisce ad abbassare ulteriormente il valore di FS; mentre la paratia in fase di progettazione aumenterà la stabilità del pendio agendo a favore del valore di FS.

La sezione di verifica, lo schema del procedimento utilizzato ed alcuni tabulati di calcolo sono riportati negli allegati.

## 4.5 Indicazioni sulle fondazioni

Vista la particolare stratigrafia dei litotipi nel sottosuolo, la tipologia del muro di contenimento del Campo Sportivo e considerando che:

- la formazione argilloso-sabbiosa risulta ricoperta da una coltre di terreni di riporto e da coltri colluvio-eluviali detritiche variamente consistenti e plastiche che raggiungono spessori di circa 11.4 m dal p.c.;
- le coltri di ricopertura non sono omogenee, ma presentano differenti caratteristiche litotecniche, grado di addensamento e grado di alterazione;
- in occasione delle prove penetrometriche del 1988 è stata notata la presenza di percolazioni idriche;

si consiglia di adottare una tipologia fondale su **pali trivellati** gettati in opera di diametro non inferiori a  $\varnothing \geq 500$  mm e lunghezze variabili in relazione al loro posizionamento.

In via del tutto preliminare si suggerisce di utilizzare lunghezze di circa 12 m dal p.c. nel punto più critico, individuato in corrispondenza dello spigolo del muro, inferiore negli altri settori.

Il muro su pali in progetto sarà posto in aderenza all'attuale muro di contenimento lesionato come schematizzato nella figura 9.

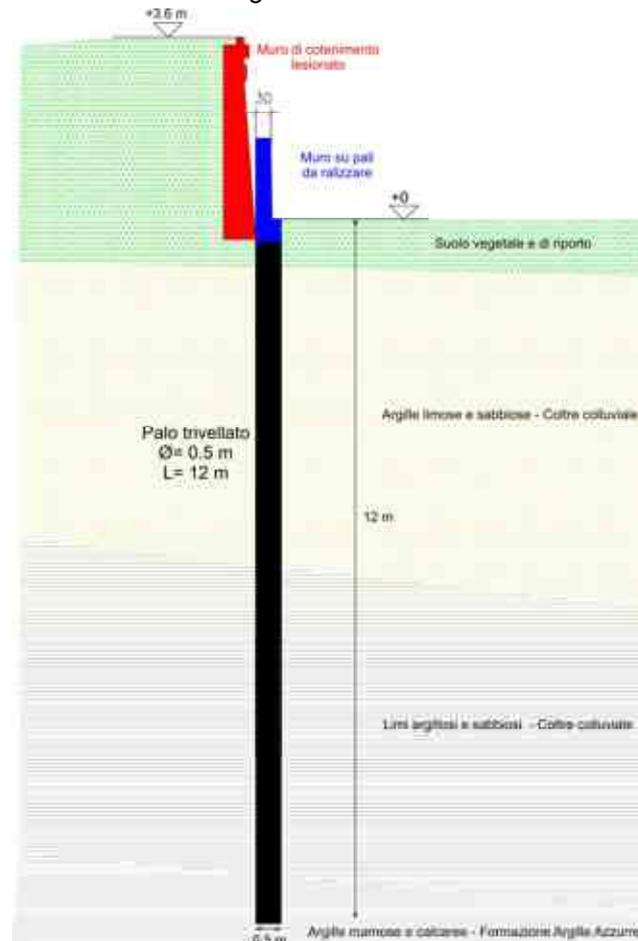
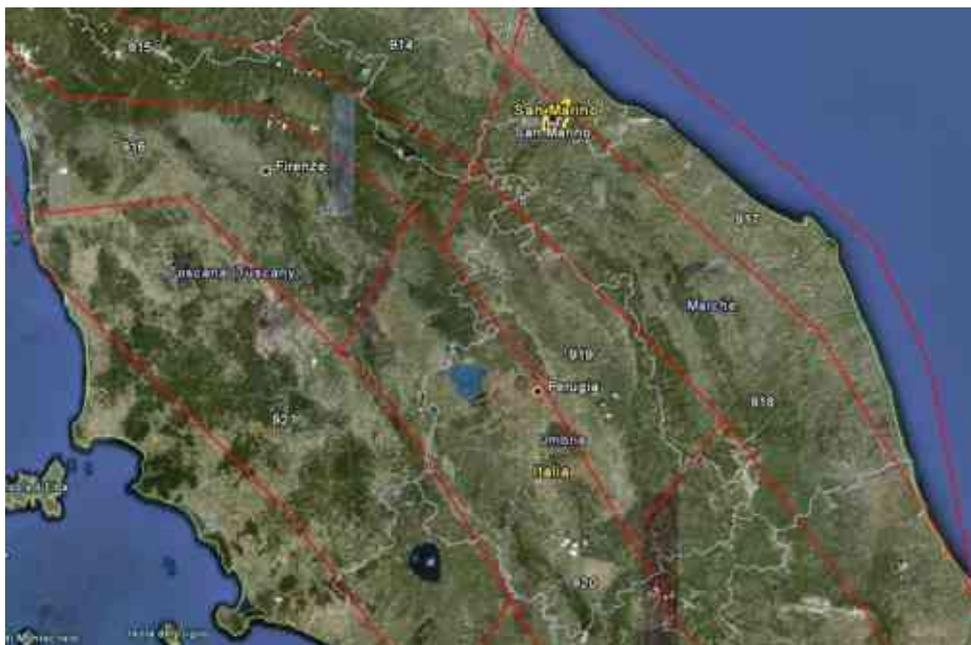


Fig. 9 – Schema litostratigrafico e intervento consigliato sulle fondazioni

## 5 SISMICITA'

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

In particolare si è tenuto conto della nuova Zonazione Sismogenetica ZS9 (C. Mainetti et Alii – 2004) che suddivide il territorio nazionale in 42 zone omogenee da un punto di vista sismico-tettonico denominandole dal n. 901 al 936 e con le lettere A-F. Le zone sismogenetiche dell'Italia centrale sono riportate in figura 10.



**Figura 10 - Zonazione sismogenetica del territorio italiano (Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo. C Mainetti et alii – INGV; 2004)**

L'area oggetto di studio ricade in corrispondenza della zona n. 918; in questa zona si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e distensivi in quella sud-orientale. Si possono avere altresì meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. La profondità ipocentrale è generalmente maggiore rispetto a quella più esterna.

Più in dettaglio, per la fascia 918 la magnitudo massima è pari a  $M_{max}=6.4$ , con valori della classe di profondità ipocentrale di 12.0-20.0 km.

L'intensità massima risentita nella zona, come risulta dai dati del catalogo del Servizio Sismico Nazionale, non ha superato in epoca storica il valore del VIII grado MCS.

In base all'*Ordinanza del Presidente dei Ministri n. 3274* del 20 marzo 2003, il comune di Serra De' Conti risulta classificato in **ZONA 2**, zone per le quali l'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni è pari a  $a_g = 0.15 - 0.25 g$ .

Relativamente al *D.M. 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni*, per la individuazione della categoria di sottosuolo necessaria per la definizione dell'azione sismica di progetto, in assenza di analisi specifiche per valutare l'effetto della risposta sismica locale, si è fatto riferimento alle categorie di sottosuolo di riferimento previste dalla normativa stessa.

In base a quanto riportato nella normativa è possibile attribuire le condizioni litostratigrafiche alla **categoria di sottosuolo C** –*“Depositi 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 Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina)”*.

Dall'analisi dell'indagine MASW è risultato che il sito è caratterizzato da una velocità delle onde di taglio (**Vs30**) di **293.33 m/s**.

Per le caratteristiche topografiche, l'intervento ricade nella **categoria topografica T1** – *superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$* .

I parametri di pericolosità sismica previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, riportati nella tabella seguente, sono stati determinati per la **classe d'uso II** – *costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche....* per le quali è prevista una vita nominale della struttura pari 50 anni e un periodo di riferimento dell'azione sismica pari a 50 anni.

Tali valori sono stati interpolati sulla base dei valori relativi alla pericolosità sismica calcolata sul reticolo di riferimento e riportati nella tabella dell'allegato B della normativa.

Determinazione dei parametri sismici (Coordinate WGS84)

Latitudine  
43.549120

Longitudine  
13.038154

#### Parametri di pericolosità Sismica

"Stato Limite"	$T_r$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T^*_c$ [s]
Operatività (SLO)	30	0,054	2,433	0,273
Danno (SLD)	50	0,068	2,417	0,290
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,179	2,422	0,328
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,235	2,436	0,336

**Tab. 2: Parametri di pericolosità sismica in base al D.M. 14/01/2008**

La risposta sismica locale, come previsto dalla normativa vigente, può essere determinata, in mancanza di dati sperimentali, utilizzando la relazione:

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui:

$S_S$  = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica

$S_T$  = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria B

<u>Categoria sottosuolo</u>	<u><math>S_S</math></u>
<u>A</u>	<u>1,00</u>
<u>B</u>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,20$
<u>C</u>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,50$
<u>D</u>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,80$
<u>E</u>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,60$

**Tab. 3: coefficienti di amplificazione stratigrafica (tabella 3.2.V delle Norme)**

<u>Categoria topografica</u>	<u><math>S_T</math></u>
<u>T1</u>	<u>1,0</u>
<u>T2</u>	<u>1,2</u>
<u>T3</u>	<u>1,2</u>
<u>T4</u>	<u>1,4</u>

**Tab. 4: valori massimi coefficiente di amplific. topografica (tab. 3.2.VI delle norme)**

	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>
$S_S$ - Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,44	1,36
Cc. - Coeff. funz categoria	1,61	1,58	1,52	1,51
$S_T$ - Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

**Tab. 5: valori sismici riportati da geostru**

## 6. QUALITA' E UTILIZZO DELLE TERRE DA SCAVO

Dai lavori previsti dal progetto esecutivo, relativamente alla realizzazione della palificata viva di sostegno a doppia parete, si prevede di movimentare pochi mc di terreno prevalentemente argilloso marnoso.

Tutto il terreno movimentato sarà risistemato in loco senza essere trasportata in un altro sito, in caso contrario, sarà cura del progettista-direttore lavori comunicare all'Amministrazione Comunale e all'Ufficio Tecnico il nominativo della ditta che eseguirà i movimenti terra, i tempi massimi di sbancamento e accumulo, dove saranno stoccati i cumuli temporanei, dove verrà trasportato il terreno di risulta scavato e non riutilizzato in loco (impianti di recupero terre da scavo).

Sulla base di quanto previsto dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, art. 186, così come modificato dall'art. 2, comma 23, del Decreto Legislativo 16 gennaio 2008 n. 4, si dichiara che:

- la maggior parte delle terre da scavo appartengono a litotipi colluviali prevalentemente limo-sabbiosi a matrice limosa;
- le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche sono tali che il loro impiego non determina rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate;
- non risultano in alcun modo contaminate e quindi non devono essere assoggettate alle normative sui rifiuti.

Tuttavia sarà buona cosa (e si consiglia) distribuire il terreno omogeneamente e senza creare cumuli; ciò è senz'altro possibile considerata le ridotte cubature.

## 7 CONCLUSIONI TECNICHE E RACCOMANDAZIONI

L'indagine geologica e geotecnica sviluppata nei capitoli precedenti ha permesso di ricostruire l'assetto litostratigrafico, morfologico e sismico dell'area di sedime del muro in oggetto e di rappresentare in modo affidabile la tipologia di terreno presente al di sotto dell'area di intervento.

I contenuti della relazione sono conformi alle disposizioni delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni (di seguito "N.T.C."), emesse con Decreto Ministro delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008.

Lo studio geologico è stato basato sostanzialmente sul reperimento di dati ed informazioni bibliografiche pregresse ritenute significative, integrati e verificati mediante una campagna di indagini in situ consistite in:

- esecuzione di due prove penetrometriche statiche Ps1 e Ps2 per individuare e definire puntualmente le caratteristiche litologiche dei terreni presenti lungo la verticale investigata e determinare i parametri di resistenza dei terreni;
- esecuzione di uno stendimento sismico Masw per la valutazione delle Vs30.

In base ai dettami del D.M. 2008, la tabella riepilogativa dei risultati ottenuti dalla campagna geofisica è la seguente:

Valore di Vs <sub>30</sub> (misurato)	293.33 m/s
Categoria di suolo	C
Categoria topografica	T1

Sulla base del contesto litostratigrafico, sismostratigrafico locale e della tipologia di intervento, sono state indicate fondazioni su pali trivellati, di diametro D=500 mm e lunghezze variabili da circa 12 m dal p.c. nel punto più critico, individuato in corrispondenza dello spigolo del muro, a 8 m negli altri settori.

Tale dato indicativo dovrà certamente essere verificato e definito dall'ingegnere-strutturista, anche sulla base delle informazioni riportate nella presente indagine.

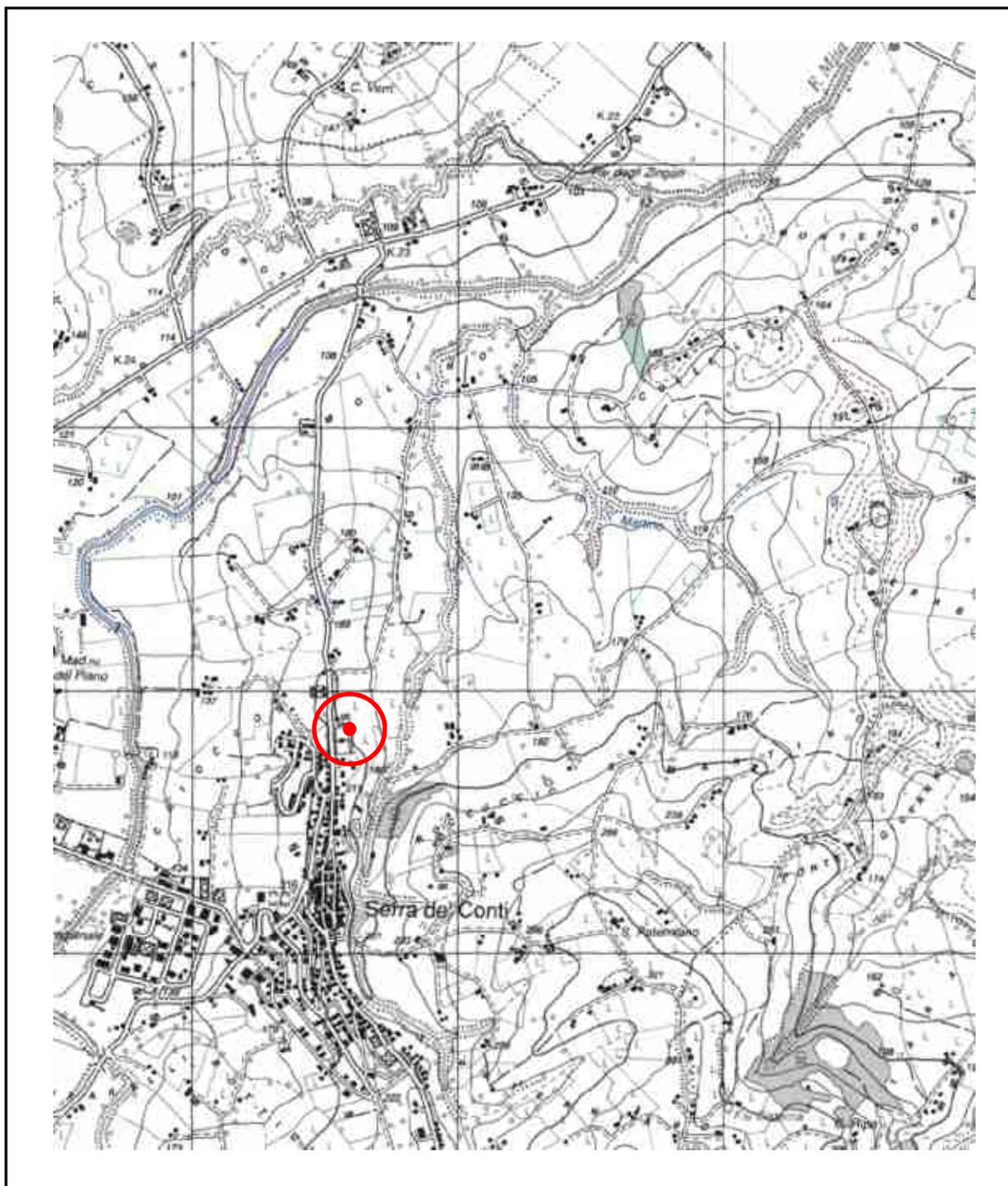
Si ricorda infine di sistemare l'area in modo da limitare i ristagni, le infiltrazioni in prossimità delle fondazioni e drenare opportunamente le acque di origine meteorica e di scarico, anche per piogge di particolare intensità e durata.

Questo studio rimane a disposizione sia per approfondimenti di indagine sia per eventuali problemi di carattere geologico che dovessero sopraggiungere in fase esecutiva.

Serra San Quirico, Agosto 2017

Il geologo



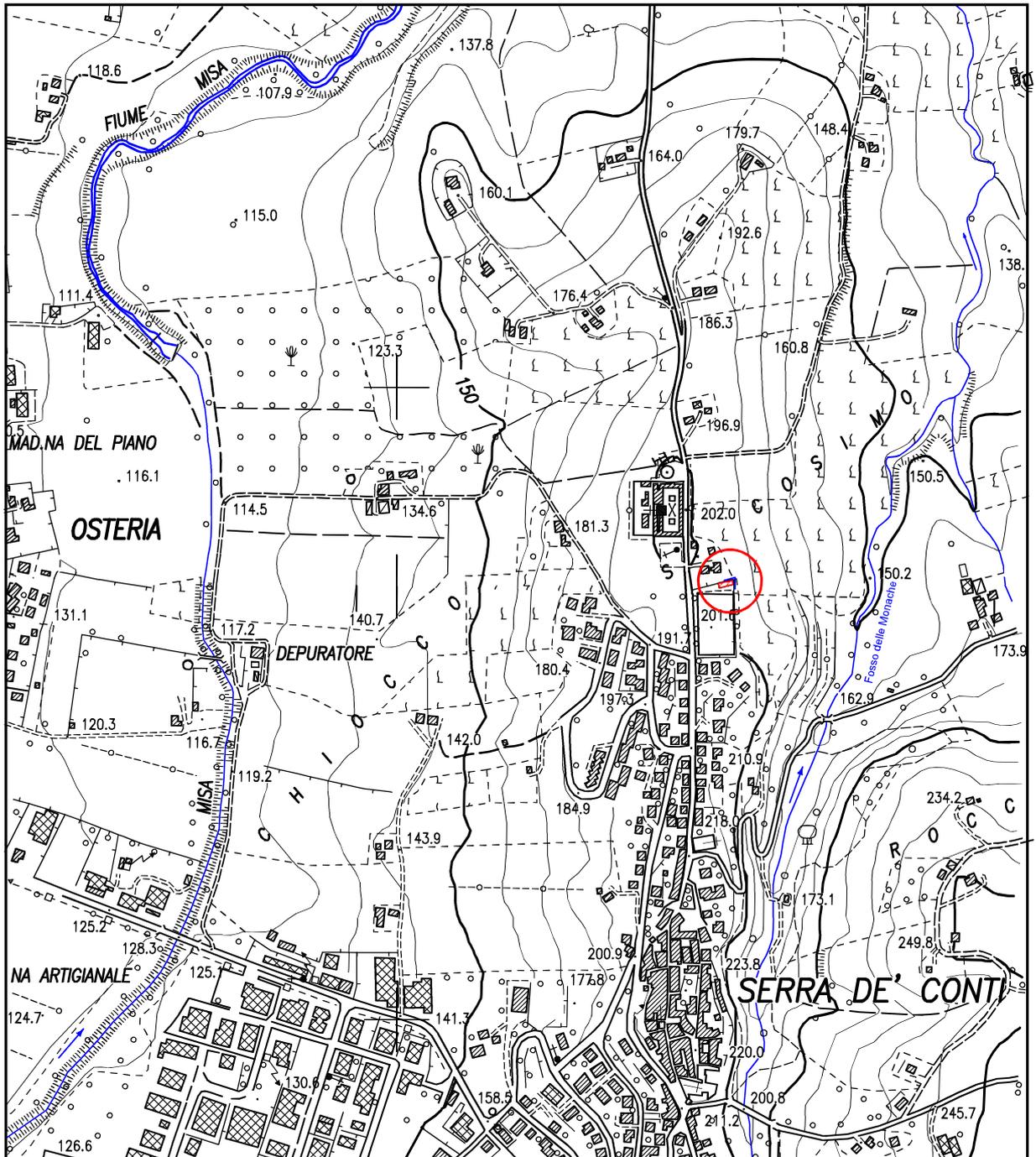


**Comune di Serra De' Conti**  
Loc. Via Provvidenza

**STRALCIO CARTA IGM**  
Quadrante 117 IV  
JESI  
Scala 1: 25.000



Area di intervento



Sezione 292050 "Serra de' Conti"

Sezione 292010 "Barbara"

## CARTA TECNICA REGIONALE

Fg. 292 "Jesi" - scala 1: 10.000

**Comune di Serra De' Conti**

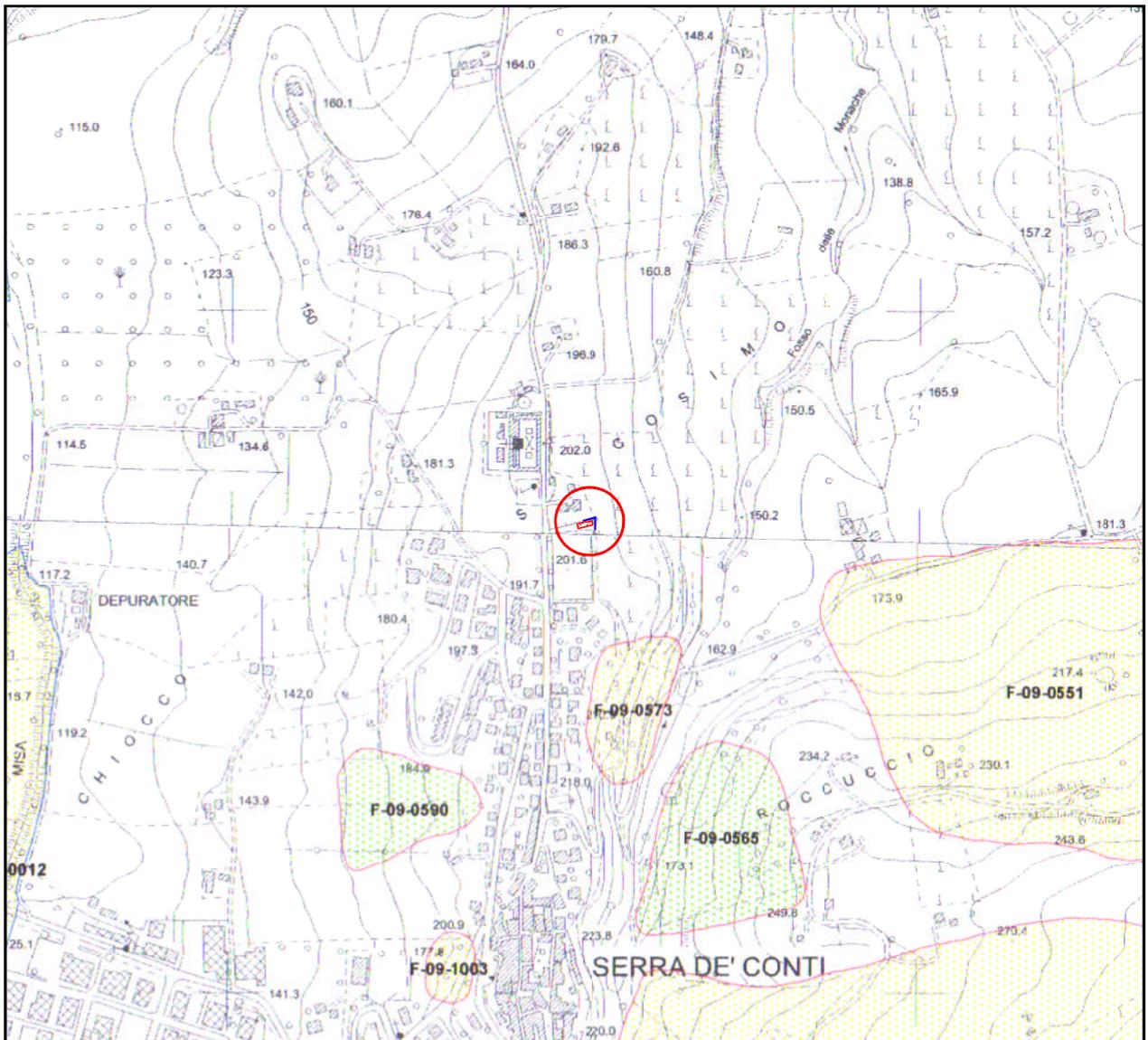
Loc. Via Provvidenza



Arera oggetto di intervento



Geologo Mantovani



Scala 1:10.000

REGIONE MARCHE  
 Autorità di Bacino Regionale  
 Piano Assetto Idrogeologico (PAI)  
 CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

**Comune di Serra De' Conti**  
 Loc. Via Provvidenza

**TAVOLA RI 29 c**  
**TAVOLA RI 29 d**

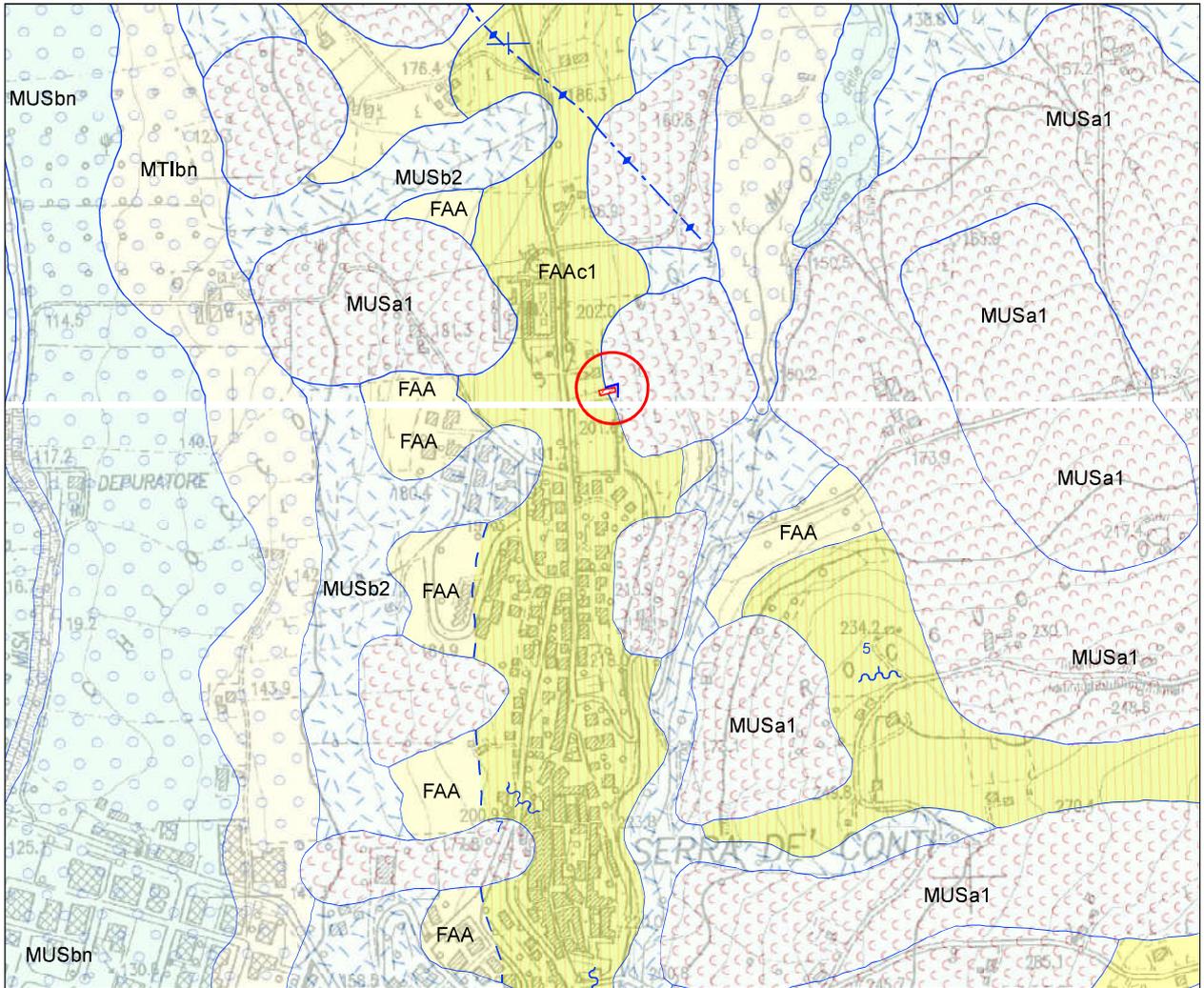


Arera oggetto di intervento

**Legenda**

Aree a rischio frana (codice F-xx-yyyy)

-  Rischio moderato (R1)
-  Rischio medio (R2)
-  Rischio elevato (R3)
-  Rischio molto elevato (R4)



Sezione 292050 "Serra de' Conti"  
 Sezione 292010 "Barbara"

## CARTA GEOLOGICA REGIONALE

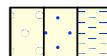
Edizione CTR scala 1:10.000

**Comune di Serra De' Conti**  
 Loc. Via Provvidenza

**SINTEMA DI MATELICA**  
 (PLEISTOCENE SUPERIORE)



Arera oggetto di intervento



MTIbn Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)

### SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOL<sup>A</sup>

#### DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI VERSANTE MARCHIGIANO

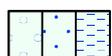
**SINTEMA DEL MUSONE**  
 (OLOCENE)



MUSa1 Frane in evoluzione



MUSb2 Depositi eluvio-colluviali

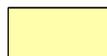


MUSb Depositi alluvionali attuali (ghiaia, sabbia, limo)



MUSbn Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)

#### SUCCESSIONE PLOCIENICA



FAA FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Pliocene inferiore - Pleistocene inferiore



FAAc1 FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE litofacies arenitica di Rosora Pliocene inferiore - Pleistocene inferiore



Contatto stratigrafico inconforme



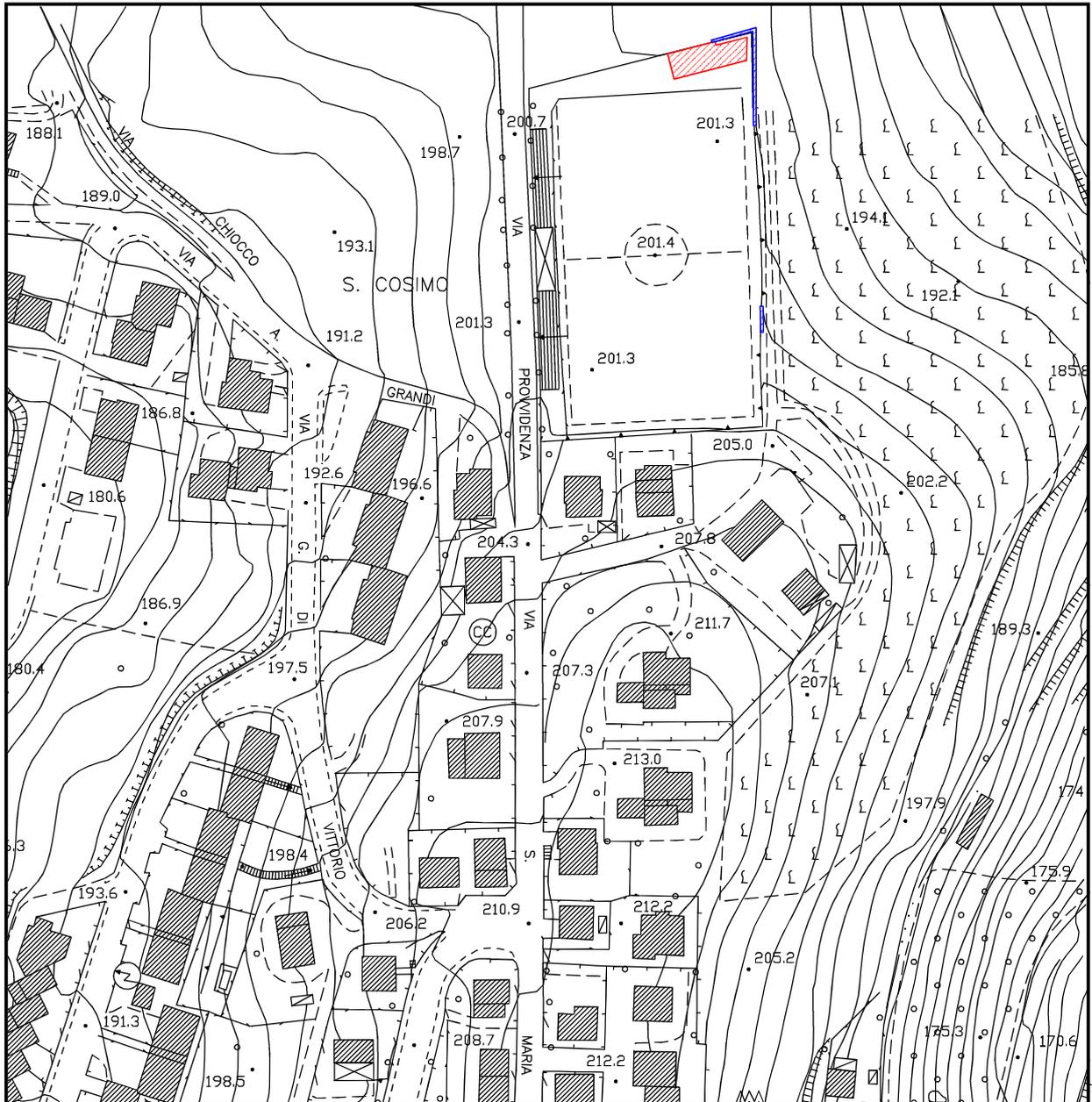
Stratificazione orizzontale diritta



Stratificazione contorta con valori medi di immersione ed inclinazione



Traccia di superficie assiale di anticlinale



Scala 1:2.000

**CARTA TECNICA COMUNALE**  
Sezione n. 29205  
Foglio n. 2

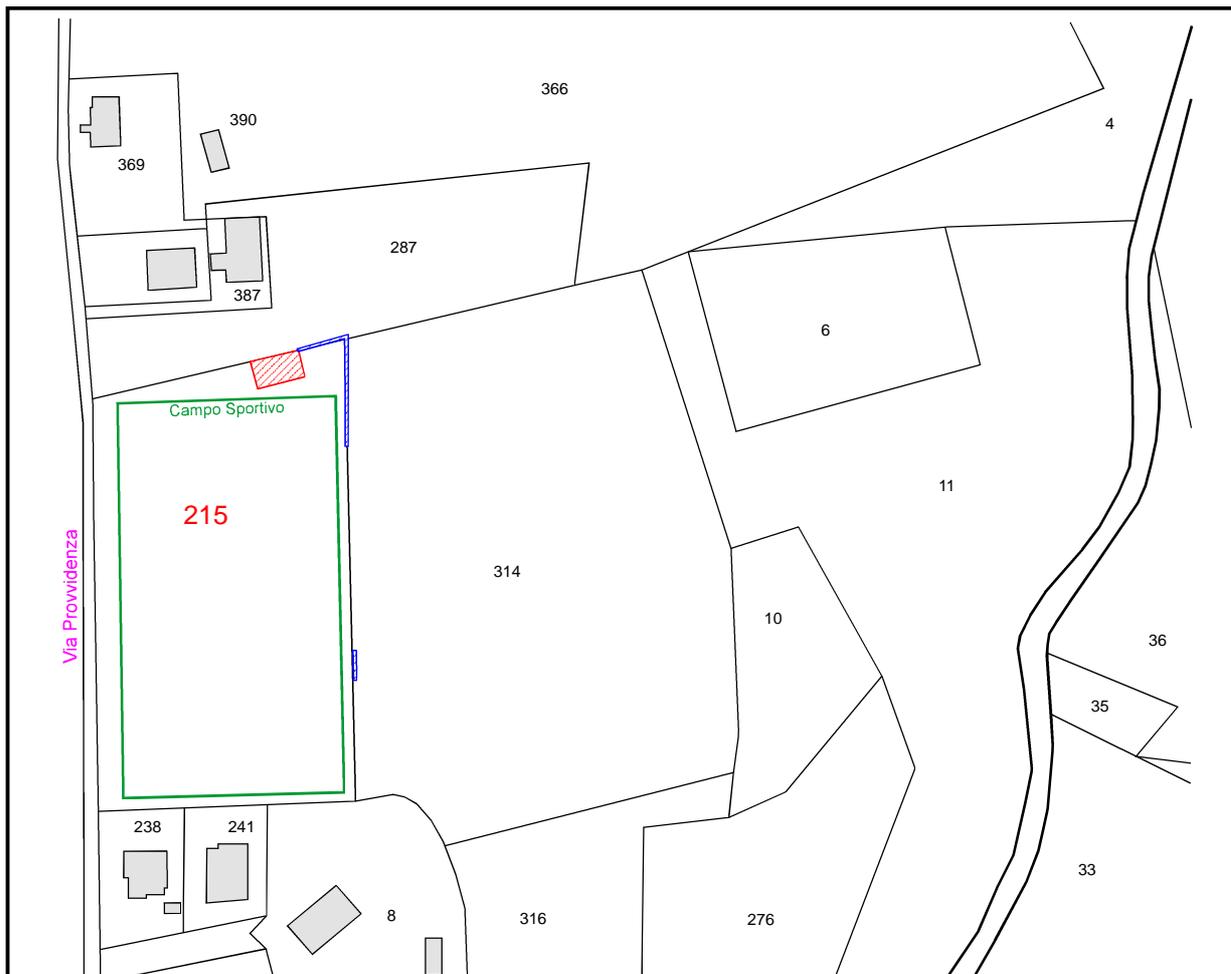


Manufatto oggetto di manutenzione



Muro di contenimento da sanare





Scala 1:2.000

### ESTRATTO MAPPA CATASTALE

Comune di Serra De' Conti - Via Provvidenza  
**Fig. 14, particella 215**



Manufatto oggetto di manutenzione



Muro di contenimento da sanare



Scala 1:1.000

## PLANIMETRIA DI DETTAGLIO



Manufatto oggetto di manutenzione



Punti di ripresa fotografici



Traccia sezione



Muro di contenimento da sanare



Prova penetrometrica dinamica (Geol. N. Bernardini)



Prova penetrometrica statica CPT



Indagine sismica Masw

