

Studio Geognostico

Laboratorio Geotecnico

Dr UMBERTO FIUMANI C. Geol. F.G.S.

I-60027 OSIMO (Ancona)

Via Marco Polo, 60

Tel. 071.71.62.50 Fax. 071.71.62.51

[studio@umbertofiumani.191.it](mailto:studio@umbertofiumani.191.it)

*Umberto Fiumani*

Lavoro n° 1505A

Osimo, Febbraio 2015



MUNICIPALITÀ DI OSIMO  
ARRIVI

20 LUG. 2015 19849

## RELAZIONE GEOLOGICA

# Piano di lottizzazione – area residenziale

## *Sebastiano Orlandini*

*Via Chiaravallese - SAN PATERNIANO*

## OSIMO (Ancona)



“Opera dell’ingegno - riproduzione vietata. Ogni diritto riservato – art. 99 L. 633/41”.

Cod. Fisc. FMN MRT 45M13 G157W



---

<b><u>SOMMARIO:</u></b>	<b>Pag.</b>
1. Premessa	2
2. Ubicazione e descrizione geomorfologica dell'area	2
3. Inquadramento geologico-litostratigrafico	3
4. Modello fisico-meccanico del terreno	3
5. Idrologia – idrogeologia	4
6. Esondabilità dell'area	4
7. Condizioni di stabilità	5
8. Note illustrative delle carte tematiche	5
9. Risposta sismica locale (D.M. 14.01.2008)	8
10. Sintesi generale, giudizio di fattibilità, attenzioni	8
11. Conclusioni	10
<b><u>ALLEGATI:</u></b>	
<b>Corografia (1:25.000)</b>	12
<b>Estratto carta geologica d'Italia (1:25000) e carta del P.A.I. (1:10000)</b>	13
<b>Planimetria quotata (1:500)</b>	14
<b>Carta geolitologica e litotecnica (1:5.000)</b>	15
<b>Carta dell'acclività (1:5.000)</b>	16
<b>Carta delle pericolosità geologiche (1:5.000)</b>	17
<b>Carta della pericolosità sismica locale (1:5.000)</b>	18
<b>Grafici prove penetrometriche</b>	19
<b>Sezioni geologiche (1:500)</b>	21
<b>Pericolosità del sito</b>	23
<b>Elaborati verifiche analitiche di stabilità</b>	24
<b>Elaborati prova geofisica HVSR</b>	25



## **1. Premessa**

Il presente studio ha compreso un intorno sufficientemente significativo sul quale sono stati effettuati una serie di rilievi di superficie di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico finalizzati alla determinazione dell'idoneità alla edificazione dell'area in oggetto; in particolare la relazione è articolata nel seguente ordine e modo:

- innanzitutto è stata effettuata la descrizione geomorfologica, litostratigrafica ed idrogeologica dell'area, seguita dalla caratterizzazione geotecnica indicativa dei terreni, dalla determinazione della risposta sismica locale e dalla valutazione della stabilità dell'area in esame;
- per una più facile identificazione, l'area in oggetto è ubicata su planimetrie in scala 1:25000, 1:10000 e 1:2000;
- alla relazione sono allegate le carte tematiche e le note illustrative che consistono essenzialmente nella carta geolitologica-litotecnica, dell'acclività, delle pericolosità geologiche e della risposta sismica locale (categoria del sottosuolo e topografica);
- sezioni geologiche, grafici delle prove CPT ed elaborati prova geofisica.

## **2. Ubicazione e descrizione geomorfologica dell'area**

L'area in oggetto è ubicata in località San Paterniano di Osimo, limitrofa ed a monte della Strada Provinciale Chiaravallese.

Morfologicamente, la zona in esame insiste lungo le pendici meridionali di un rilievo collinare -Monte della Crescia (m. 357)- e, dal punto di vista geologico, il substrato di questa zona è costituito da una successione sedimentaria marina a facies argillo-sabbiosa depositasi nel Plio-Pleistocene; In merito alla struttura di tali sedimenti, si tratta di una monoclinale con stratificazione blandamente immergente verso Est e raramente dislocata da modeste faglie.

L'area in oggetto, in particolare, è caratterizzata da una morfologia regolare, in lieve pendenza ed il paesaggio morfologico risultante dal modellamento di questi terreni è rappresentato da forme dolci, sommità arrotondate e da incisioni ampie e poco profonde. La zona non è interessata dalla perimetrazione del P.A.I.



### **3. Inquadramento geologico-litostratigrafico**

I terreni affioranti nella zona sono rappresentati da una coltre eluvio-colluviale, il cui spessore varia sensibilmente lungo le pendici del rilievo collinare, e dal substrato. Si tratta, in particolare, di sedimenti prevalentemente argillosi che poggiano su una formazione di base di origine marina che è pressoché affiorante sulla sommità del rilievo collinare ed è rappresentata da argille, all'interno delle quali si intercalano straterelli di sabbie (prevalenti nella parte alta della serie stratigrafica) cronologicamente ascrivibili al Plio-Pleistocene.

Sulla base delle prove penetrometriche statiche eseguite e di altre indagini condotte da questo Studio in aree limitrofe, la situazione litostratigrafica locale può essere schematizzata nel seguente modo:

*unità A:* da m. 0,00 a m. 0,80-1,60 è presente il terreno agrario, localmente misto a materiale di riporto antropico (quest'ultimo costituito da materiale in posto rimaneggiato).

*unità B:* al disotto, con uno spessore di circa m. 4,00-7,00, sono state rilevate argille, più o meno limose, inglobanti localmente concrezioni carbonatiche (coltre eluvio-colluviale); la consistenza di questi terreni è risultata dura-molto dura.

*unità C:* alla base delle serie stratigrafiche è presente la formazione geologica in posto (substrato) rappresentata da argille, generalmente stratificate sub-orizzontalmente con giunti e/o livelletti sabbiosi. La consistenza è sempre molto dura mentre la potenza di questo tipo litologico, nota da altri studi, è dell'ordine di decine di metri.

### **4. Modello fisico-meccanico del terreno**

In questo paragrafo è indicata la caratterizzazione geotecnica dei litotipi rilevati (tralasciando il terreno agrario ed il materiale di riporto), derivante dai dati emersi dalle prove CPT e da altre indagini condotte da questo Studio nelle aree limitrofe.



**Coltre eluvio-colluviale:**

Peso di volume  $\gamma \cong 19,6 \text{ kN/m}^3$

Coesione non drenata  $c_u \cong 150 \text{ kPa}$

Coesione drenata  $c' \cong 5 \text{ kPa}$

Angolo di attrito interno del terreno  $\phi' \cong 24^\circ$

**Substrato:**

Peso di volume  $\gamma \cong 20,3 \text{ kN/m}^3$

Coesione non drenata  $c_u \cong 200 \text{ kPa}$

Coesione drenata  $c' \cong 15 \text{ kPa}$

Angolo di attrito interno del terreno  $\phi' \cong 24^\circ$

## **5. Idrologia - idrogeologia**

L'idrologia superficiale è limitata ad alcuni fossi di sgrondo delle acque piovane; per quanto riguarda l'idrogeologia, in corrispondenza delle prove CPT -spinte mediamente alla profondità di circa m. 14- non sono state rilevate significative filtrazioni di acqua. Tuttavia si fa presente che da un pozzo, profondo una decina di metri ed esistente a valle dell'area in oggetto, il livello statico dell'acqua è stato misurato alla profondità di un paio di metri.

La coltre eluvio-colluviale è caratterizzata da una permeabilità medio-bassa e poggia su una formazione di base (substrato) prevalentemente argillosa, poco permeabile.

## **6. Esondabilità dell'area**

Date le condizioni plano-altimetriche non sono ipotizzabili rischi di esondazione. Si omette pertanto la relativa verifica.





## **7. Condizioni di stabilità**

Come evidenziato negli allegati elaborati, sono state condotte alcune verifiche analitiche della stabilità del pendio finalizzate alla ricerca del grado di stabilità attraverso il metodo dell'equilibrio limite (bidimensionale). Il programma utilizzato genera un elevato numero (oltre 500) di potenziali superfici di scorrimento, in modo automatico e casuale; per ciascuna viene calcolato il fattore di sicurezza e la superficie più critica viene evidenziata nell'elaborato finale. Dalla verifica analitica, effettuata col metodo Bishop modificato e prendendo in considerazione il pendio naturale a maggiore pendenza, è risultato un fattore di sicurezza minimo pari a  $F = 1,43$ , cioè condizioni di stabilità (coordinate cerchio critico:  $x = m. 17,72$ ;  $y = m. 81,60$ ; raggio =  $m. 72,28$ ); nella verifica, cautelativamente e con riferimento al livello statico dell'acqua misurato da un pozzo esistente a valle dell'area in oggetto, è stata anche considerata una significativa pressione interstiziale oltre alla sollecitazione sismica prevista dalla normativa. Tale situazione di stabilità è garantita anche in seguito alla edificazione: infatti, come di seguito specificato, per la quota base di progetto dei nuovi fabbricati saranno evitati significativi rilevati (spessore massimo dell'ordine di un metro) e la tipologia fondale dei fabbricati stessi sarà di tipo profondo su pali.

## **8. Note illustrative delle carte tematiche**

### **8.1 Carta geolitologica-litotecnica**

#### **8.1.1 - Generalità**

La carta è stata redatta sulla base di un rilevamento geologico e morfologico di dettaglio e dei risultati delle prove penetrometriche statiche. Per quanto riguarda la stesura dei limiti stratigrafici si è ricorso a criteri di carattere morfologico, geometrico e stratimetrico. Le unità litotecniche sono divise in due insiemi: uno relativo alle coperture, l'altro relativo al substrato (il terreno agrario ed il riporto, vista la sua irrilevanza nel contesto generale, è stato evidenziato solo dove lo spessore è superiore ad un paio di metri).



### 8.1.2 - Descrizione della legenda

#### - Riporto

E' rappresentato da terreni prevalentemente argillosi e/o limosi derivanti dal terreno in posto rimaneggiato.

#### - Coltri eluvio-colluviali

Si tratta di materiali prodotti dall'alterazione chimica e dalla disgregazione fisica, ad opera degli agenti meteorici, del sottostante substrato. Anche il terreno vegetale rientra per sua natura nella definizione di "coltre". Pertanto, data la loro estesa diffusione, le coltri sono state cartografate solo quando si è misurato o supposto uno spessore superiore ai 2-3 metri. Litologicamente sono composte da un aggregato di argille prevalenti, frammiste a varie percentuali di limo e, solo localmente, di sabbia.

Il termine "coltre" indica sedimenti che ricoprono terreni di substrato a granulometria simile, ma di differente origine e struttura e di conseguenza con diverso comportamento fisico meccanico.

La permeabilità delle coltri eluvio-colluviali è generalmente modesta, ma, per il loro assetto stratigrafico, possono contenere una seppur lieve piezometrica transitoria che si instaura in occasione di eventi meteorici. Sono litotipi normal-consolidati, in genere compressibili, suscettibili all'acqua di infiltrazione e con comportamento meccanico principalmente coesivo.

#### - Substrato

Si tratta di una unità rappresentata da argille stratificate suborizzontalmente con sottili giunti sabbiosi che le conferisce una accentuata anisotropia, con migliori caratteristiche meccaniche nella direzione perpendicolare alla stratificazione stessa.

Sotto il profilo idraulico, il substrato risulta poco permeabile salvo che nelle porzioni sabbiose o per fratturazione. Molto modesta è la compressibilità e buona la resistenza meccanica.



## **8.2 Carta Geomorfológica**

### **8.2.1 - Generalità**

La carta è stata realizzata mediante rilievi di superficie. Sono state individuate e cartografate le forme, i depositi ed i processi prodotti da 2 fattori principali: la gravità e l'azione antropica; essendo presenti solo le scarpate, questa carta è stata inglobata nella carta geolitotecnica.

### **8.2.2 - Descrizione della legenda**

- **Scarpate** - Sempre di entità modesta e prodotte per lo più dall'azione antropica, hanno il ciglio netto e in genere ben definito; l'inclinazione del pendio a valle non supera in genere i 40°-50° mentre l'altezza varia da circa un paio di metri fino a non più di circa 3-4 metri. Allo stato attuale, tutte le scarpate esaminate presentano un discreto grado di stabilità anche nei confronti dell'erosione superficiale.

- **Deformazioni plastiche** - Nell'area indagata non si osservano fenomeni di dissesto generalizzato, né indizi di propensione; la zona non è perimetrata dal P.A.I.

## **8.3 Carta delle Pericolosità Geologiche**

### **8.3.1 - Generalità**

Premesso che nell'area di interesse non è emersa alcuna pericolosità geologica, la carta è stata redatta sulla base di un attento esame geologico, morfologico ed idrologico, al fine di desumere tutti quegli elementi che possono produrre una significativa interferenza con la prevista edificazione dell'area.

### **8.3.2 - Descrizione della legenda.**

#### **Aree stabili.**

Cartografate con questo tematismo sono tutte quelle aree la cui stabilità è stata accertata attraverso verifiche analitiche.





### **8.5. Carta delle pericolosità geologiche**

L'area oggetto di lottizzazione è caratterizzata da una lieve pendenza che nella allegata carta dell'acclività è perlopiù compresa tra 0°-10°: per le favorevoli condizioni tipografiche e litostratigrafiche, essa si presenta palesemente stabile e priva di indizi di propensione al dissesto.

Alla luce di quanto sopra, nella allegata carta è stato riportato un solo tematismo, cioè "aree stabili": infatti l'area in oggetto, la cui morfologia è caratterizzata da una lieve pendenza, è stata anche verificata analiticamente ed i fabbricati esistenti nelle aree limitrofe, tali da alcuni anni, risultano integri.

In merito ai movimenti terra relativi alle opere di urbanizzazione si raccomanda di prevedere sbancamenti non superiori ad un paio di metri e dovranno essere evitati i riporti se non di modestissima entità (dell'ordine di un metro di spessore e correttamente costruiti).

## **9. Risposta sismica locale (D.M. 14.01.2008)**

Per la determinazione del comportamento dei terreni, finalizzata alla progettazione geotecnica in zona sismica (D.M. 14.01.2008), è stata effettuata una prova geofisica di superficie (tipo H.V.S.R.) per la cui ubicazione si rimanda alla allegata planimetria.

Alla luce della prova suddetta (v. allegati elaborati), eseguendo la progettazione in zona sismica secondo la vigente normativa, in merito alle categorie di sottosuolo è possibile classificare il sito sulla base della velocità delle onde "S" (di taglio) determinata per uno spessore di circa 30 metri.

Nel caso specifico, trattandosi di terreni coesivi mediamente consistenti ( $v_{s,30} \cong 180-360$  m/s), l'area in oggetto rientra nella categoria "C".



Per quanto riguarda le condizioni topografiche della zona di interesse, rappresentate da una morfologia semplice e con pendio inferiore a 15°, la caratteristica della superficie topografica è inquadrabile nella categoria "T1".

## **10. Sintesi generale, giudizio di fattibilità, attenzioni**

La presente nota illustra i risultati dello studio di fattibilità relativo all'area in oggetto e le indagini hanno compreso un intorno sufficientemente significativo sul quale sono stati effettuati rilievi di superficie di carattere geologico, geomorfologico e idrogeologico. Accanto all'esame di dati storici e della bibliografia disponibile, sono state eseguite due prove penetrometriche statiche.

**Ubicazione.** L'area in esame è ubicata in località San Paterniano di Osimo ed è limitrofa al lato monte della Strada Provinciale Chiaravallese.

**Geologia-litostratigrafia.** Poco al disotto di una coltre eluvio-colluviale, il cui spessore è compreso tra circa m. 4-7, si rinviene il substrato rappresentato da argille stratificate sub-orizzontalmente con intercalazioni sabbiose.

**Morfologia.** L'area di interesse insiste lungo le pendici di un rilievo collinare e l'andamento morfologico è in regolare e lieve pendenza.

**Idrologia-idrogeologia.** L'idrologia superficiale dell'area è limitata a modesti fossi per lo sgrondo delle acque superficiali. In profondità, dalle prove CPT non sono emerse significative filtrazioni di acqua.

**Condizioni di esondabilità.** Per le condizioni topografiche ed idrologiche, l'area non è soggetta a fenomeni di esondazione.

**Condizioni di stabilità.** Le condizioni generali di equilibrio dell'area di interesse si possono considerare buone, non si osservano fenomeni di instabilità in atto e la zona è risultata stabile anche attraverso le verifiche analitiche condotte.



**Pericolosità geologiche.** Nessuna di particolare rilievo: l'area interessata dal piano di lottizzazione si presenta stabile, senza indizi di problematiche legate alla sua stabilità e non è interessata dalla perimetrazione del P.A.I.

**Giudizio di fattibilità e attenzioni.** Sulla base delle condizioni geologico-morfologiche generali emerse dall'indagine si esprime un giudizio di fattibilità senza particolari prescrizioni se non la raccomandazione di prestare la massima attenzione per l'esecuzione di sbancamenti, il cui fronte di scavo non dovrà superare un paio di metri ed imponendo alle scarpate provvisorie una pendenza massima di 40°; sono inoltre da evitare i riporti che comunque non dovranno avere spessori maggiori di circa un metro.

Un alto grado di attenzione dovrà essere rivolto alla corretta regimazione delle acque superficiali, attraverso la disposizione di canalette e/o fossi opportunamente ubicati e dimensionati in funzione delle sistemazioni topografiche previste.

Infine, si rimanda alle indagini di dettaglio per la risoluzione delle eventuali problematiche connesse con la progettazione dei fabbricati e delle eventuali opere di contenimento.

## **11. Conclusioni**

Visti i risultati dell'analisi geologica generale e della fase di procedimento delle verifiche, l'area in oggetto risulta e pertanto si esprime parere favorevole alla sua edificazione.

Sulla base della vigente normativa sismica, la "categoria di sottosuolo" dell'area in oggetto rientra nella categoria "C" e, per quanto riguarda le condizioni morfologiche, la caratteristica della superficie topografica è inquadrabile nella categoria "T1".



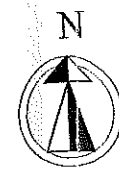
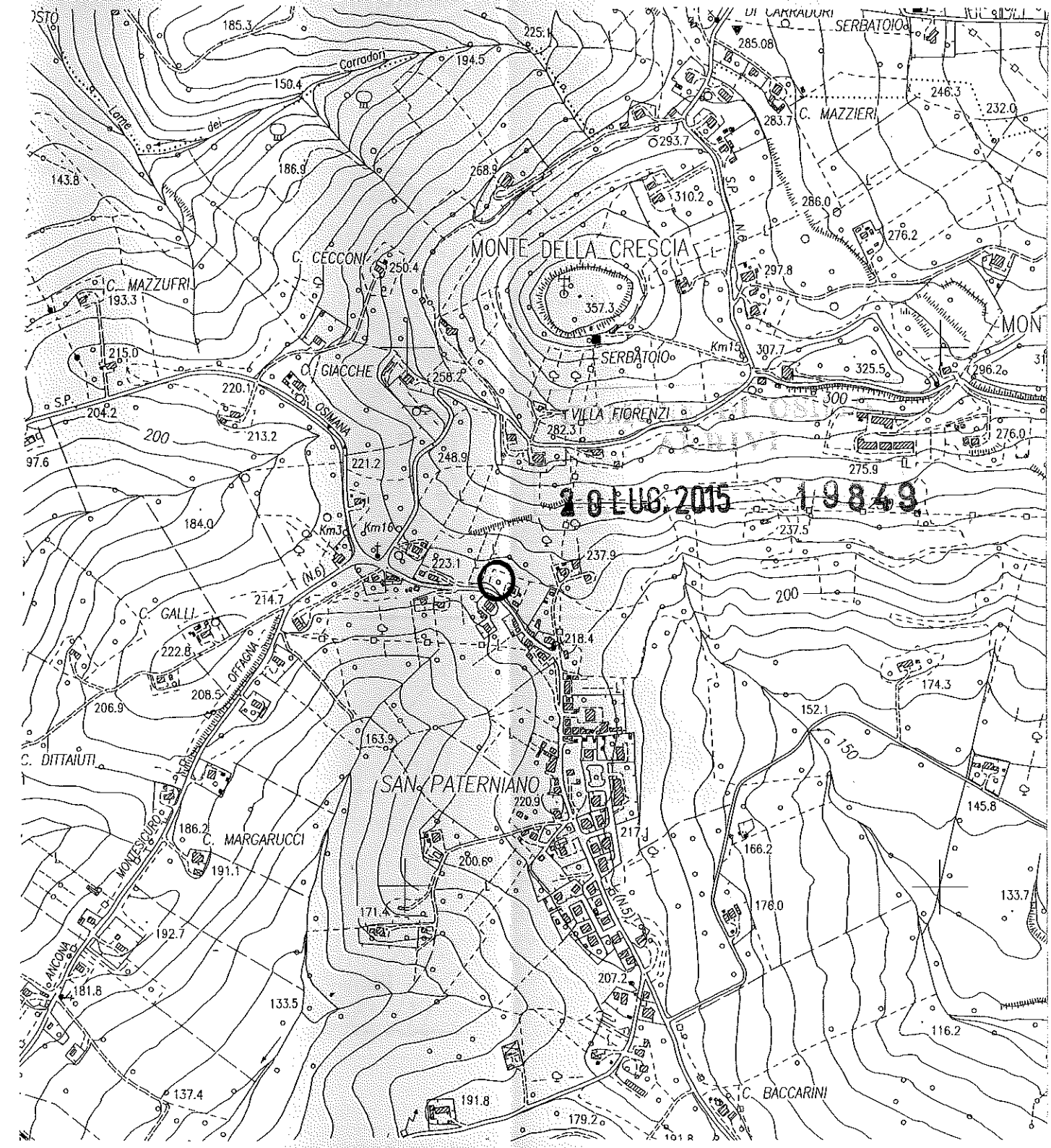
In merito alla tipologia fondale dei fabbricati si consiglia di tipo profondo su pali e rimandando ad un approfondimento di indagine finalizzato alla caratterizzazione geotecnica puntuale per ogni lotto ed indispensabile, peraltro, per il dimensionamento delle stesse strutture fondali.

Si raccomanda infine, oltre a prestare la massima attenzione per una corretta regimazione delle acque superficiali e come sopra specificato, di evitare fronti di scavo superiori ad un paio di metri conferendo una pendenza delle scarpate provvisorie non superiore a 40°, mentre si sconsiglia l'esecuzione di rilevati se non molto modesti (con spessori massimi di circa un metro e correttamente eseguiti).

Osimo, Febbraio 2015



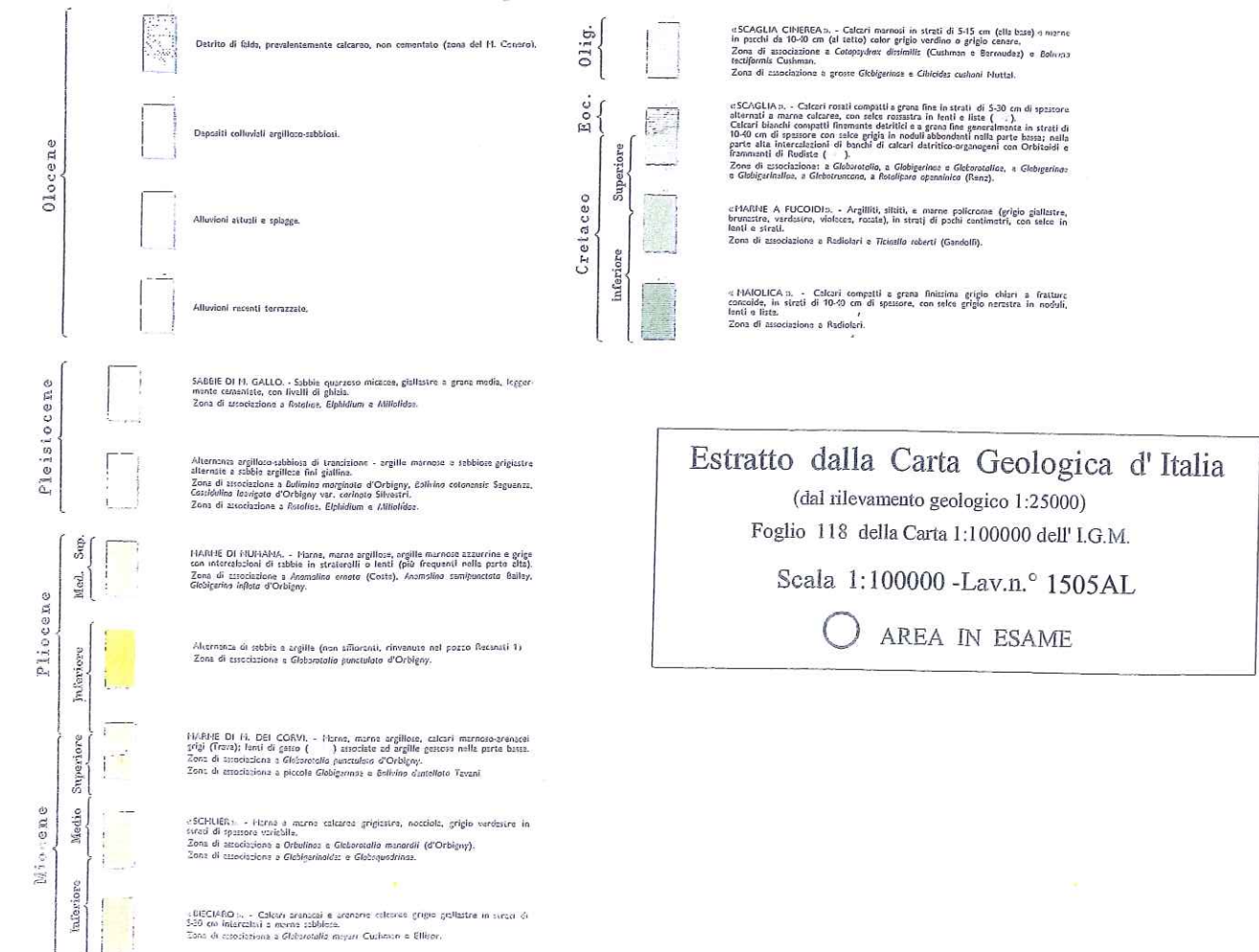
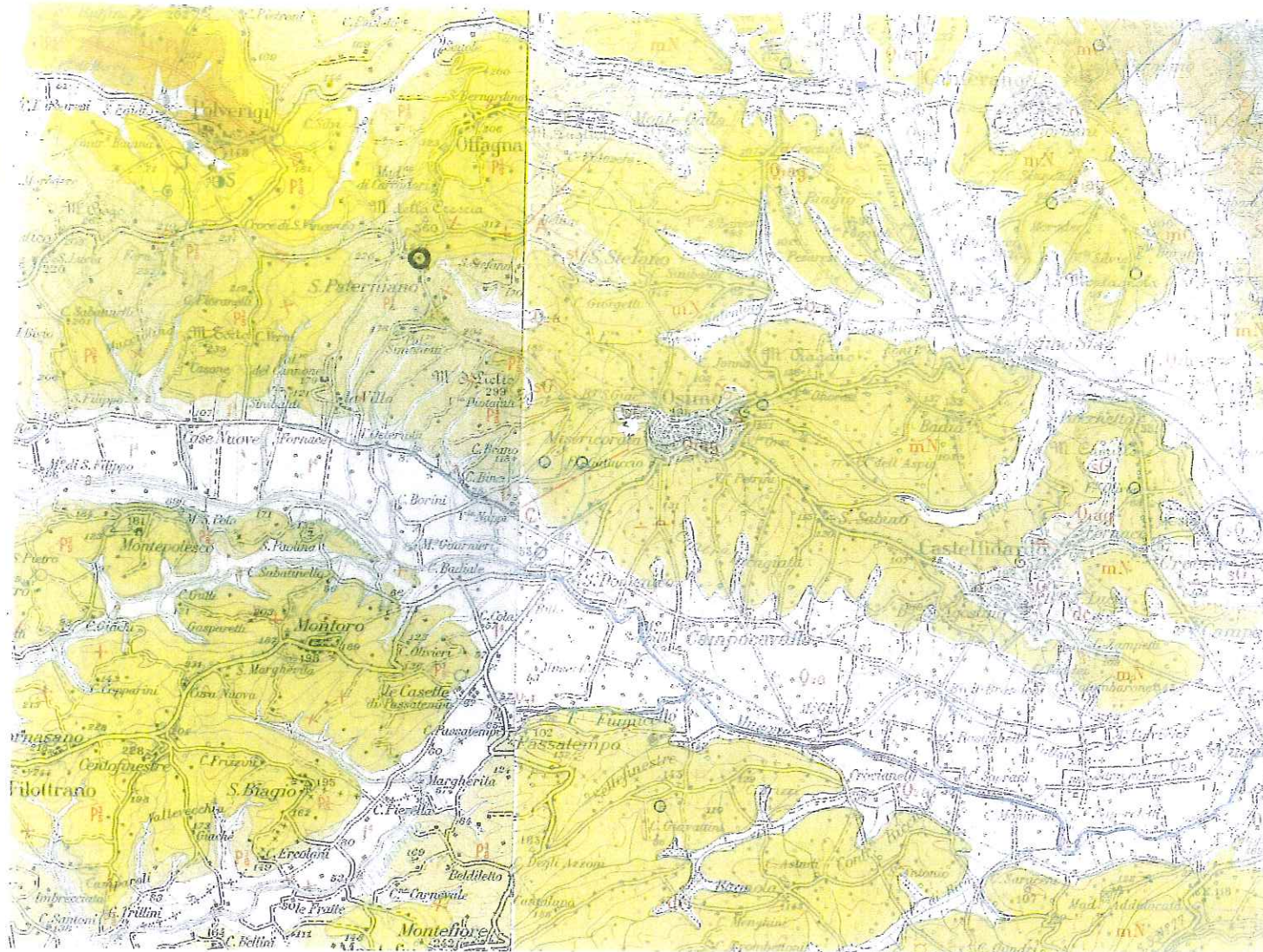
*U. Fiumani*



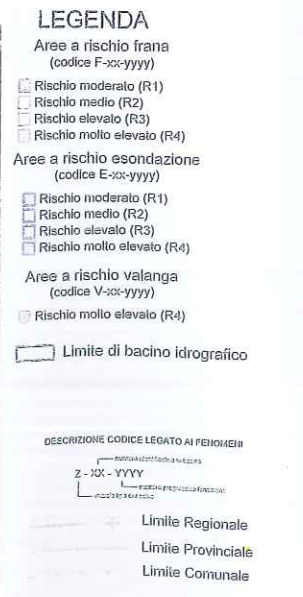
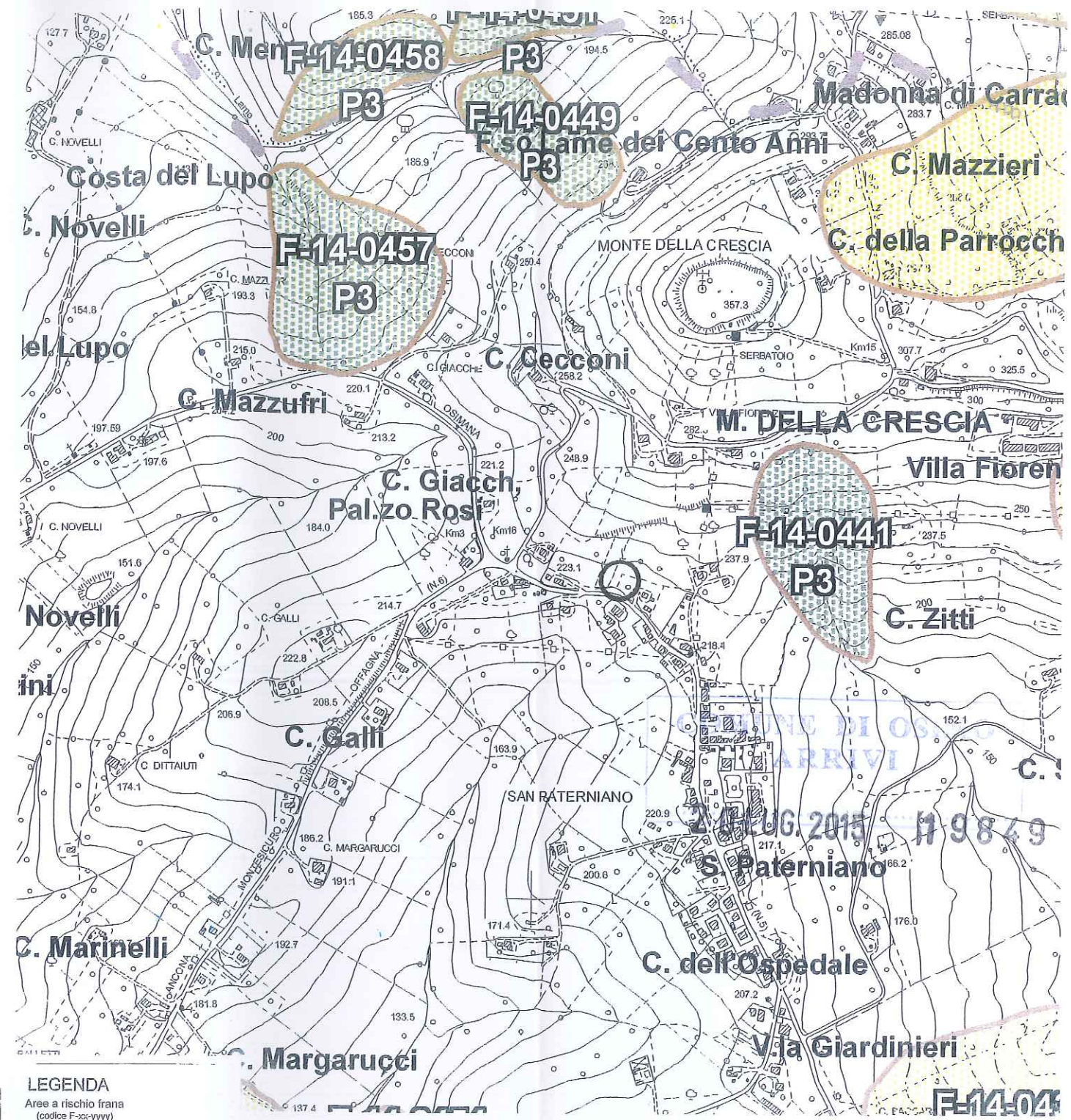
**COROGRAFIA**  
Scala 1:25000 - Lavoro n.° 1505AL  
○ Area in esame

**AEROFOTOGRAMMETRIA**  
Scala 1:10000 - Lavoro n.° 1505AL  
○ Area in esame





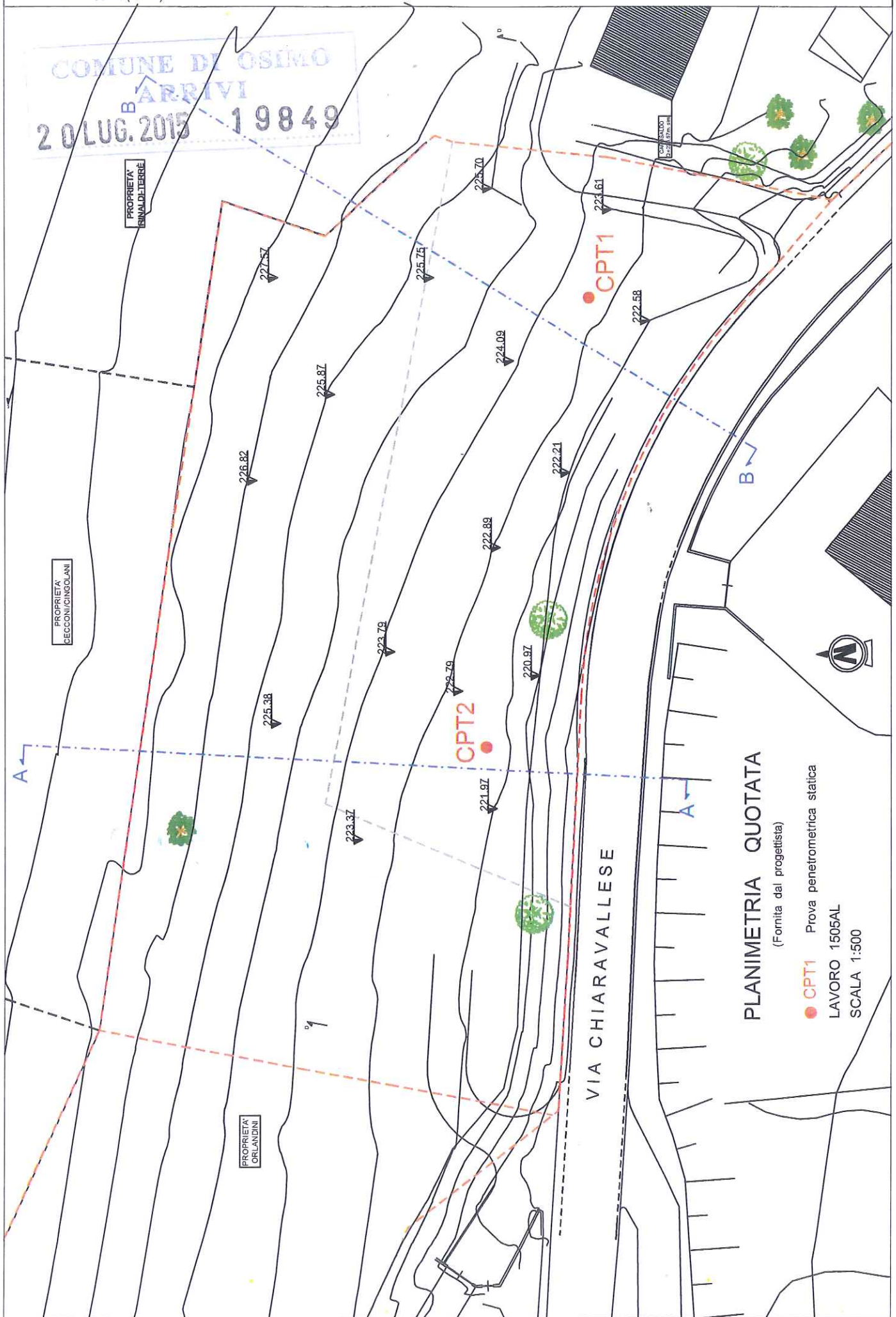
Estratto dalla Carta Geologica d'Italia  
(dal rilevamento geologico 1:25000)  
Foglio 118 della Carta 1:100000 dell'I.G.M.  
Scala 1:100000 - Lav.n.° 1505AL  
○ AREA IN ESAME



Estratto dalla Carta del rischio idrogeologico del PAI  
(Piano Assetto Idrogeologico)  
della Regione Marche  
(Approvato con D.C.R. n.° 116 del 21/01/2004)  
SCALA 1:10000  
○ AREA IN ESAME



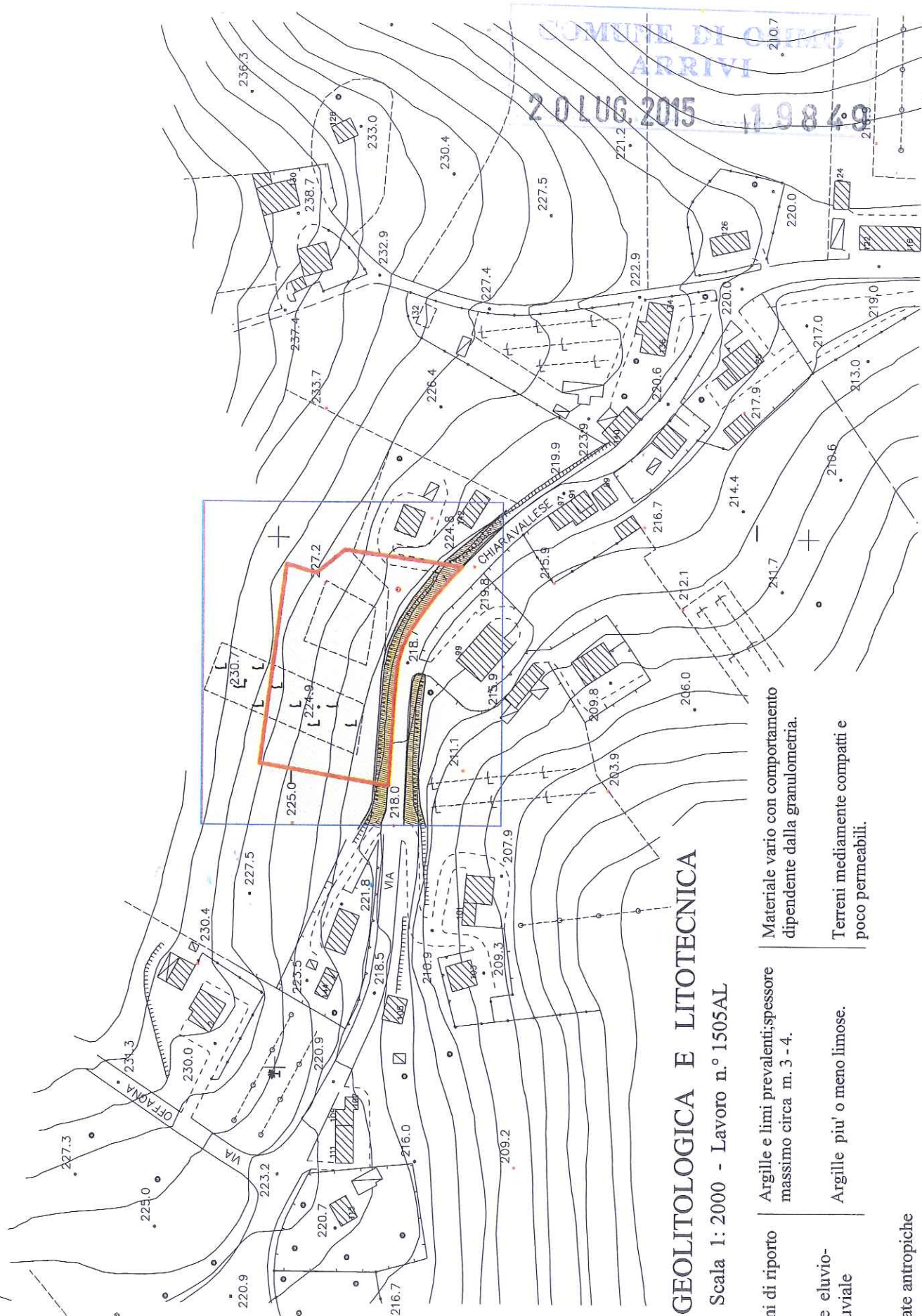
COMUNE DI OSIMO  
ARRIVI  
20 LUG. 2015 19849



**PLANIMETRIA QUOTATA**

(Fornita dal progettista)








- CPT1 Prova penetrometrica statica
- LAVORO 1505AL
- SCALA 1:500



COMUNE DI OSIMO  
ARRIVI  
20 LUG. 2015 19849

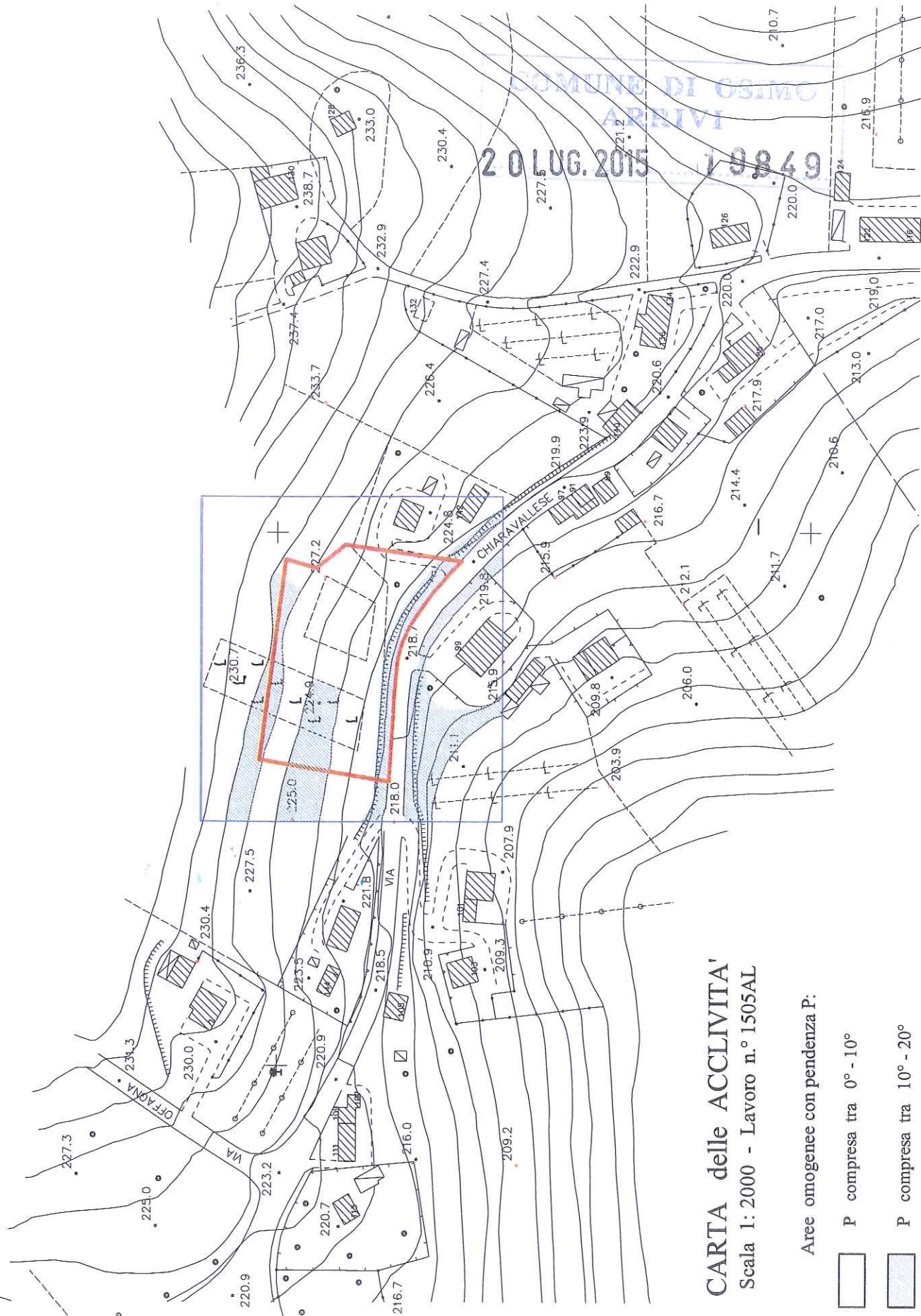
# CARTA GEOLITOLOGICA E LITOTECNICA

Scala 1: 2000 - Lavoro n.° 1505AL

-  Terreni di riporto
-  Coltre eluvio-colluviale
-  Scarpate antropiche
-  Argille e limi prevalenti; spessore massimo circa m. 3 - 4.
-  Argille piu' o meno limose.
-  Materiale vario con comportamento dipendente dalla granulometria.
-  Terreni mediamente compatti e poco permeabili.

 AREA IN ESAME





**CARTA delle ACCLIVITA'**  
Scala 1:2000 - Lavoro n.° 1505AL

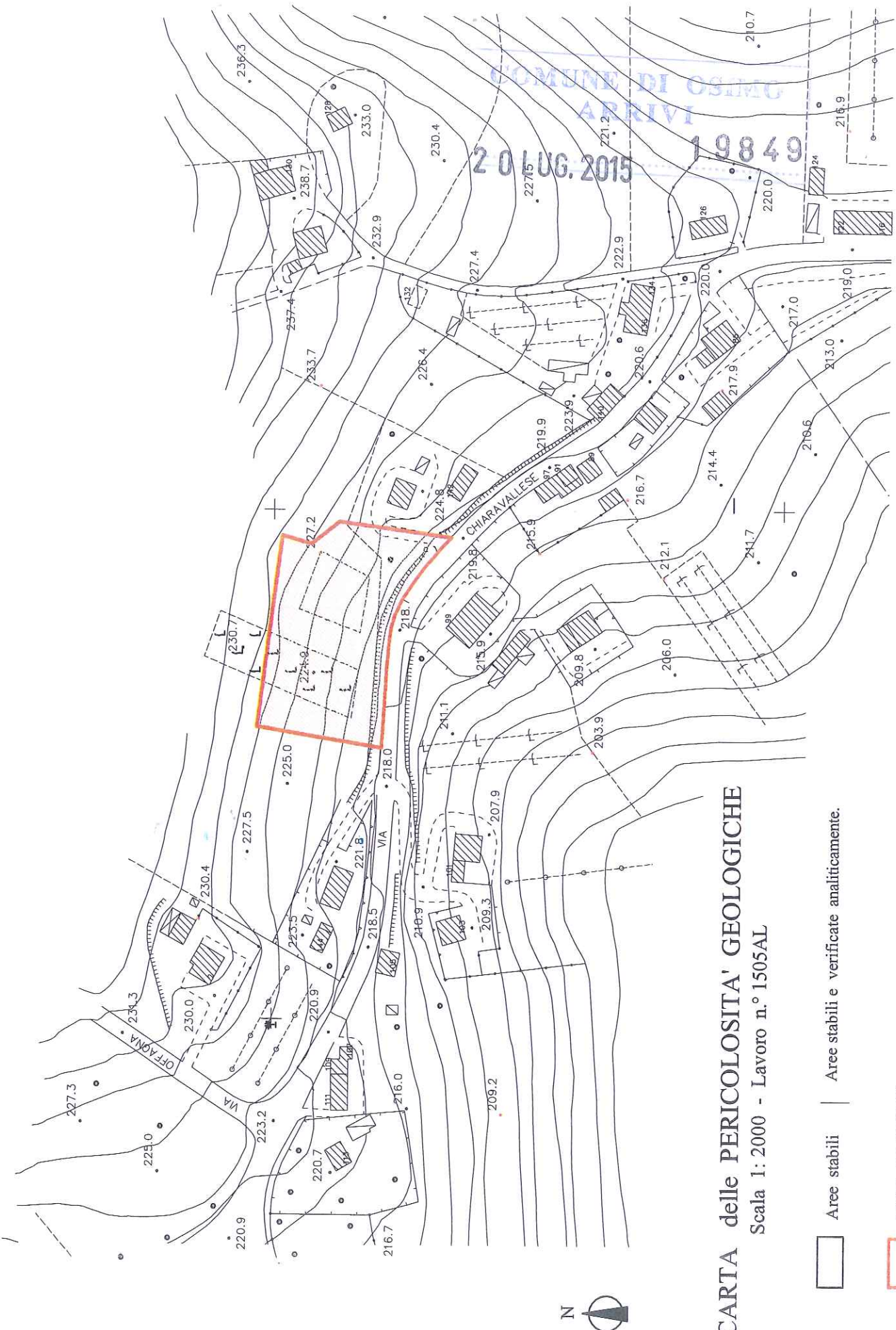
Aree omogenee con pendenza P:

 P compresa tra  $0^{\circ}$  -  $10^{\circ}$

 P compresa tra  $10^{\circ}$  -  $20^{\circ}$

 AREA IN ESAME





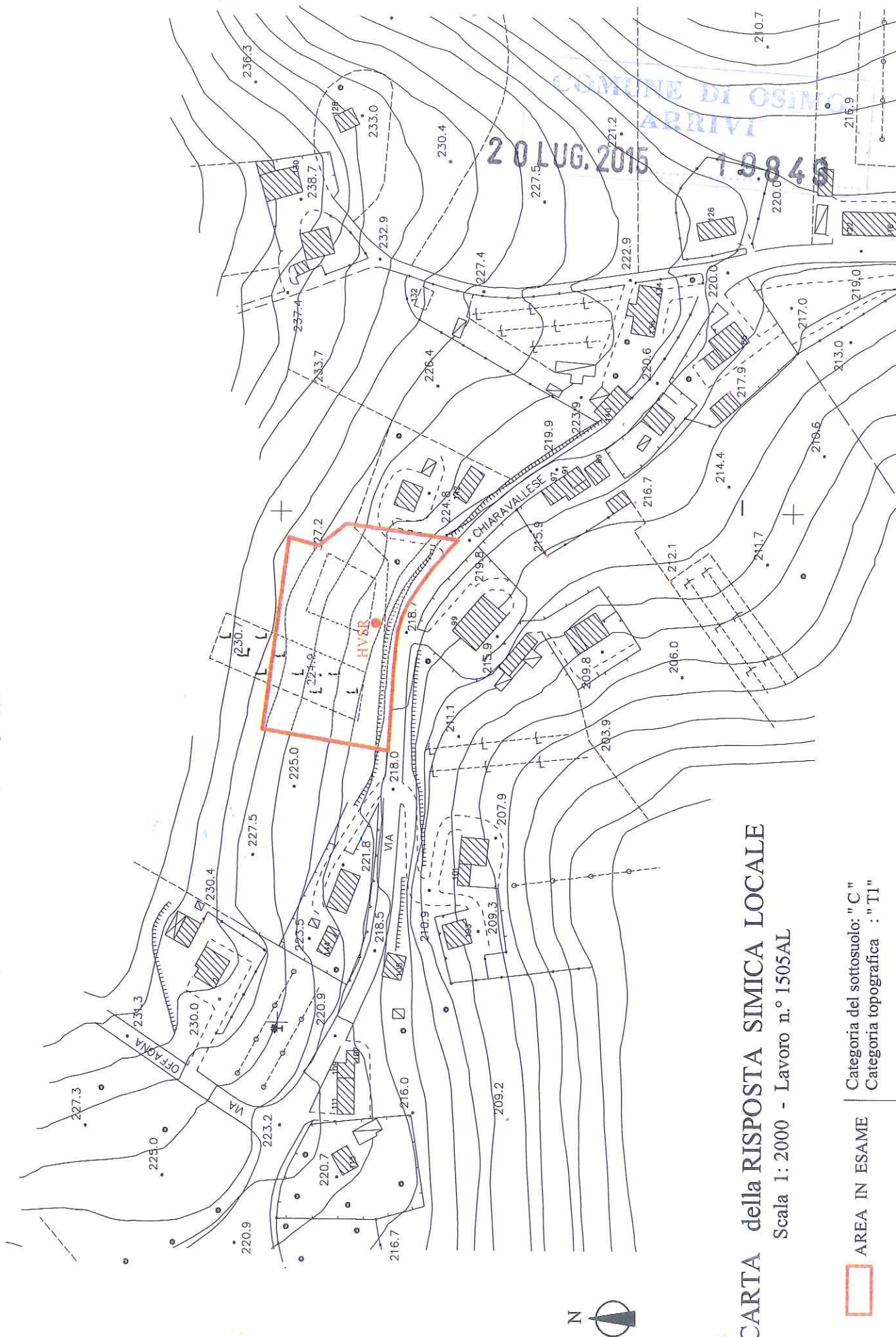
### CARTA delle PERICOLOSITA' GEOLOGICHE

Scala 1: 2000 - Lavoro n.° 1505AL

□ Aree stabili | Aree stabili e verificate analiticamente.

□ AREA IN ESAME





# CARTA della RISPOSTA SIMICA LOCALE

Scala 1:2000 - Lavoro n.° 1505AL

Categoria del sottosuolo: "C"  
Categoria topografica : "T1"

AREA IN ESAME

Ubicazione prova geofisica



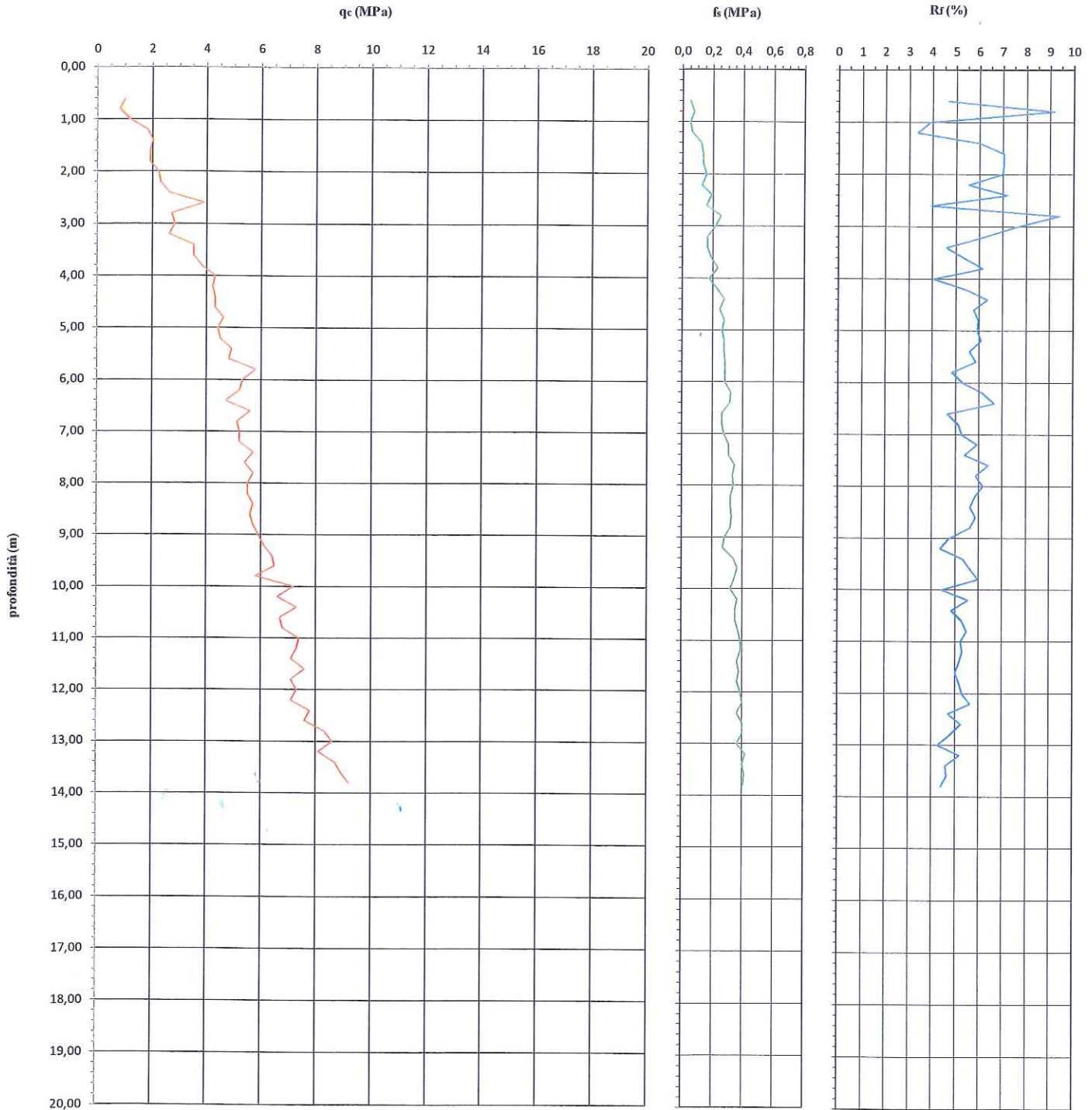
HVSR





# PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT n° 1  
Lavoro n° 1505AL



Piano di lottizzazione

Cantiere: Via Chiaravallese - S. Paterniano di OSIMO

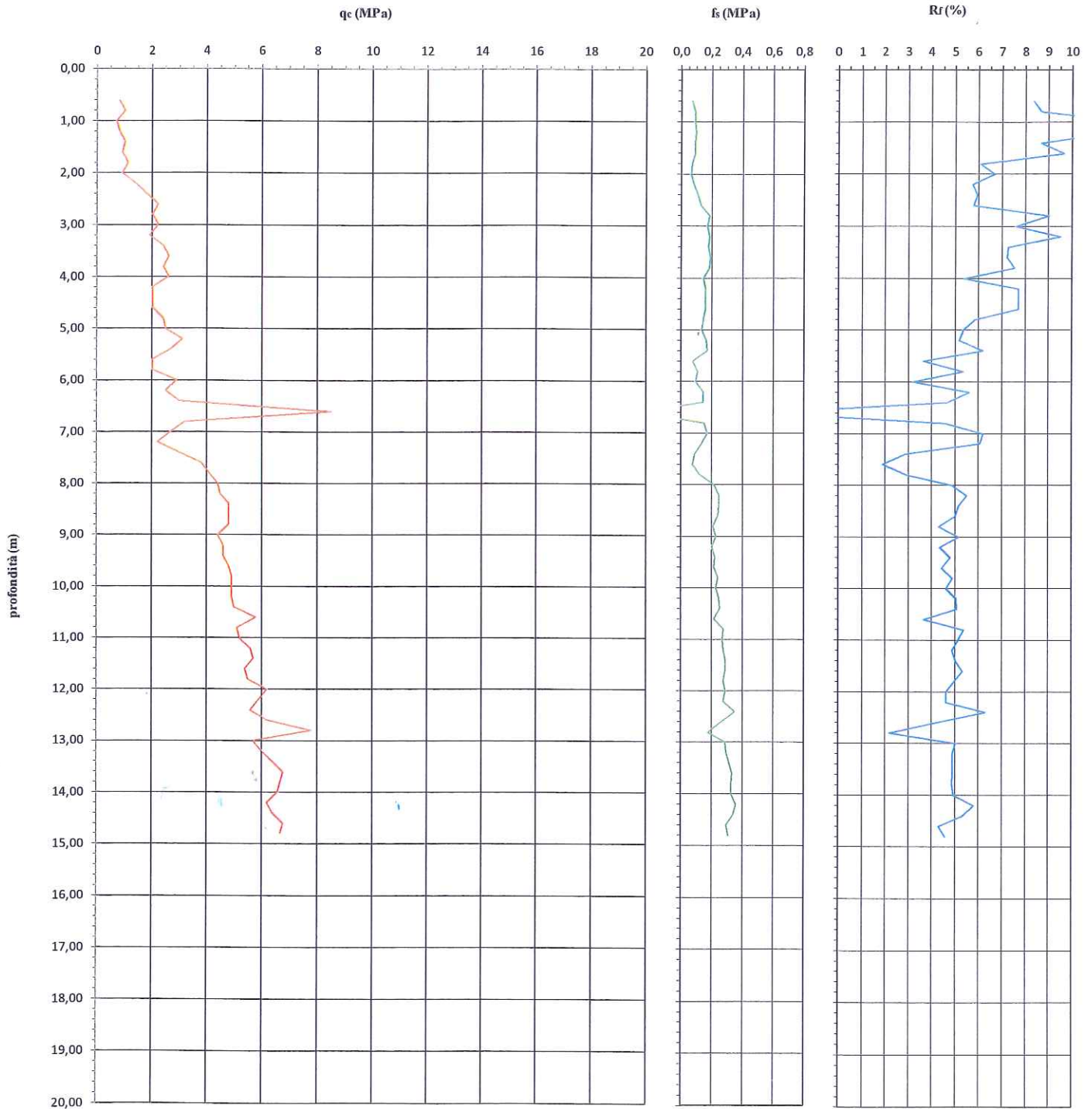
Committente: S. ORLANDINI

Quota inizio prova: m. 223,40

Data: 03.02.2015

Pag. n° 19





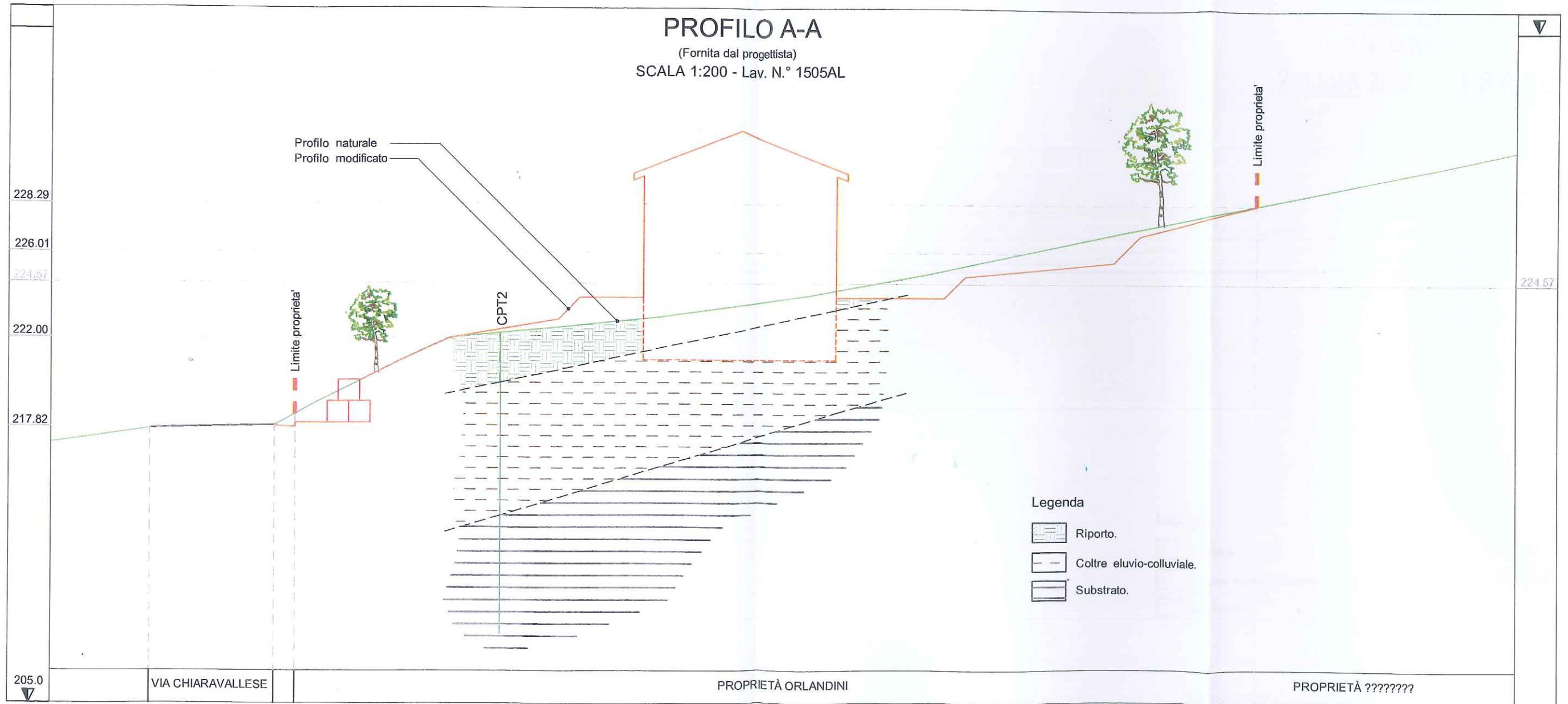
Piano di lottizzazione  
Cantiere: Via Chiaravallese - S. Paterniano di OSIMO  
Committente: S. ORLANDINI

Quota inizio prova: m. 222,30

Data: 03.02.2015

Pag. n° 20

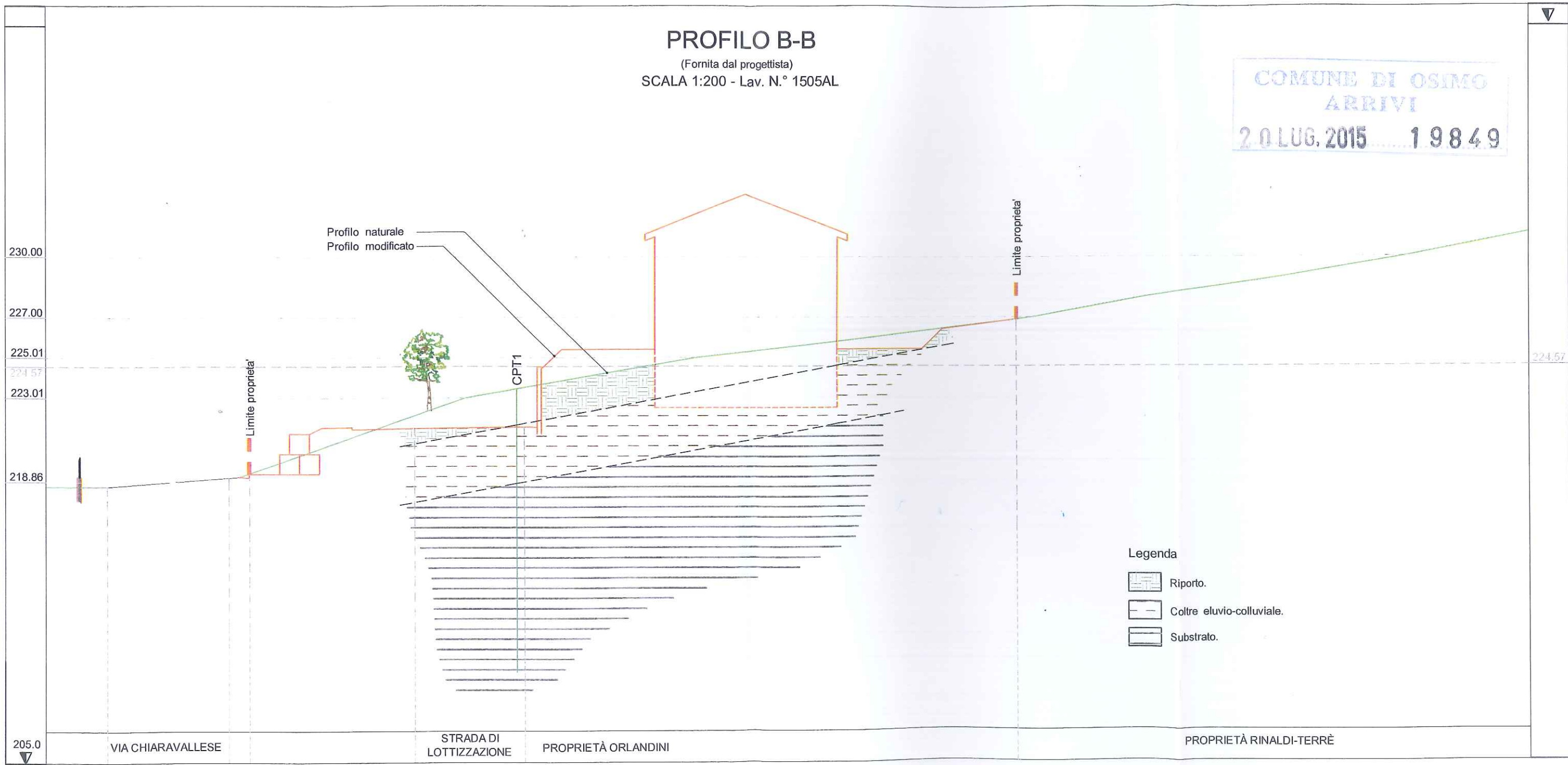
COMUNE DI OSIMO  
ARRIVI  
20 LUG. 2015 19849



# PROFILO B-B

(Fornita dal progettista)  
SCALA 1:200 - Lav. N.° 1505AL

COMUNE DI OSIMO  
ARRIVI  
20 LUG. 2015 ..... 19849





## PERICOLOSITÀ DEL SITO

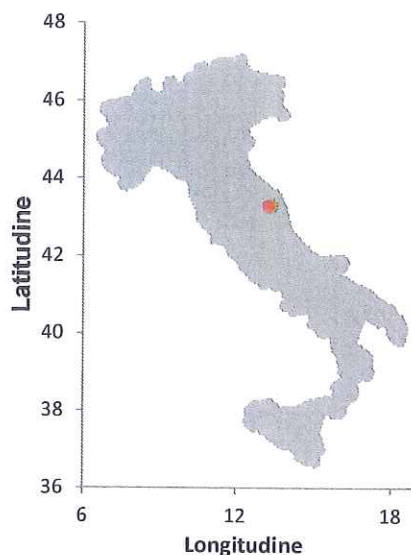
Norme Tecniche per le Costruzioni - 2008

Ricerca per coordinate

Longitudine: 13.25501

Ricerca per comune

Latitudine: 43.30331

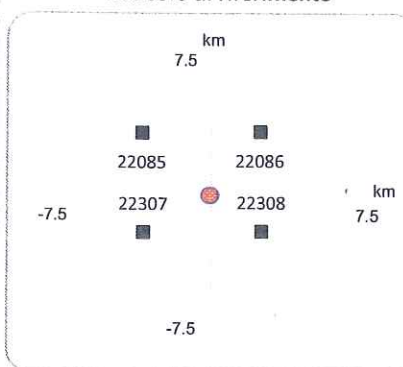


Marche

Ancona

Osimo

Reticolo di riferimento



Interpolazione:

superficie rigata

Controllo interpolazione:



Intepolazione corretta

Categoria del sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Stato limite considerato: SLV

Vita nominale ( $V_N$ ): 50

Classe d'uso (cu): I

Amplificazione stratigrafica:

$S_s = 1.48$

$C_c = 1.52$

$S_T = 1.00$

$\beta_s = 0.24$

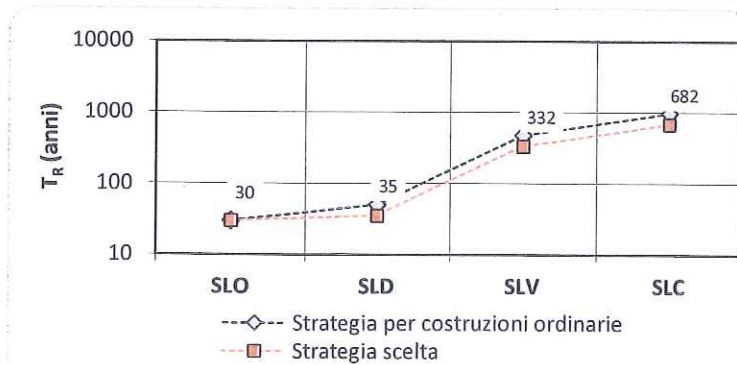
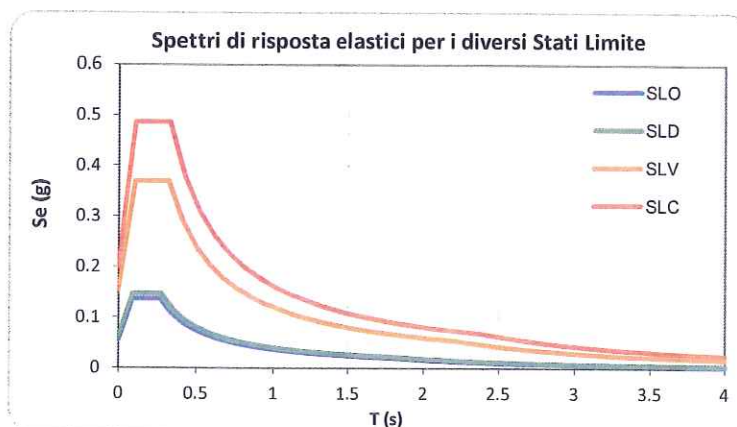
$a_{max} = 0.2187$

Coefficienti sismici:

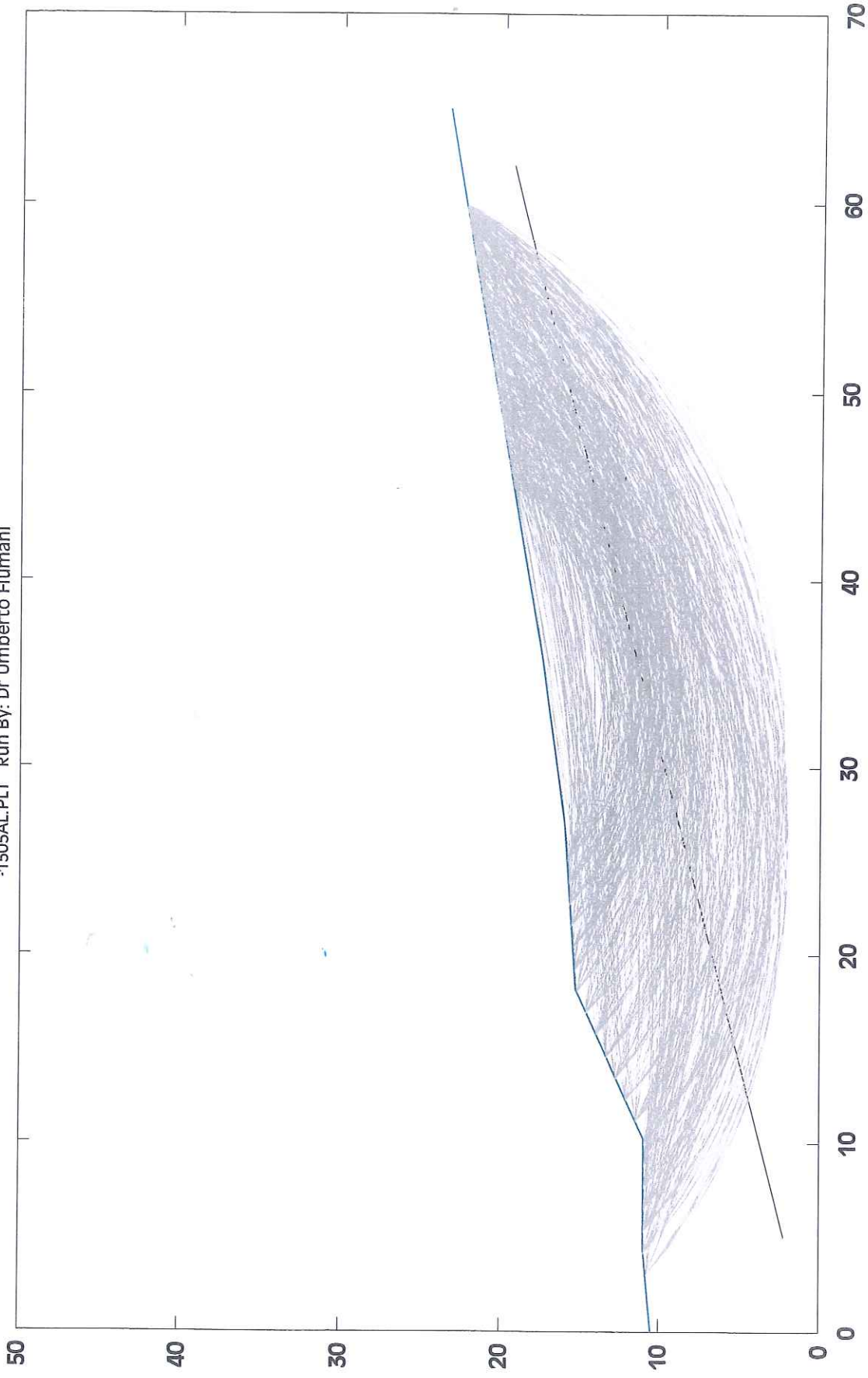
$k_h = 0.0525$  (orizzontale)

$k_v = 0.0262$  (verticale)

Stato Limite		$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLE	SLO	30	0.0558	2.4546	0.2738
	SLD	35	0.0600	2.4504	0.2791
SLU	SLV	332	0.1519	2.4325	0.3291
	SLC	682	0.1984	2.4501	0.3376



LAVORO N. 1505AL S. Paterniano di OSIMO Lottizzazione Orlandini  
-1505AL.PLT Run By: Dr Umberto Fiumani



STUDIO GEOMONITORING  
LAB. GEOTECNICO

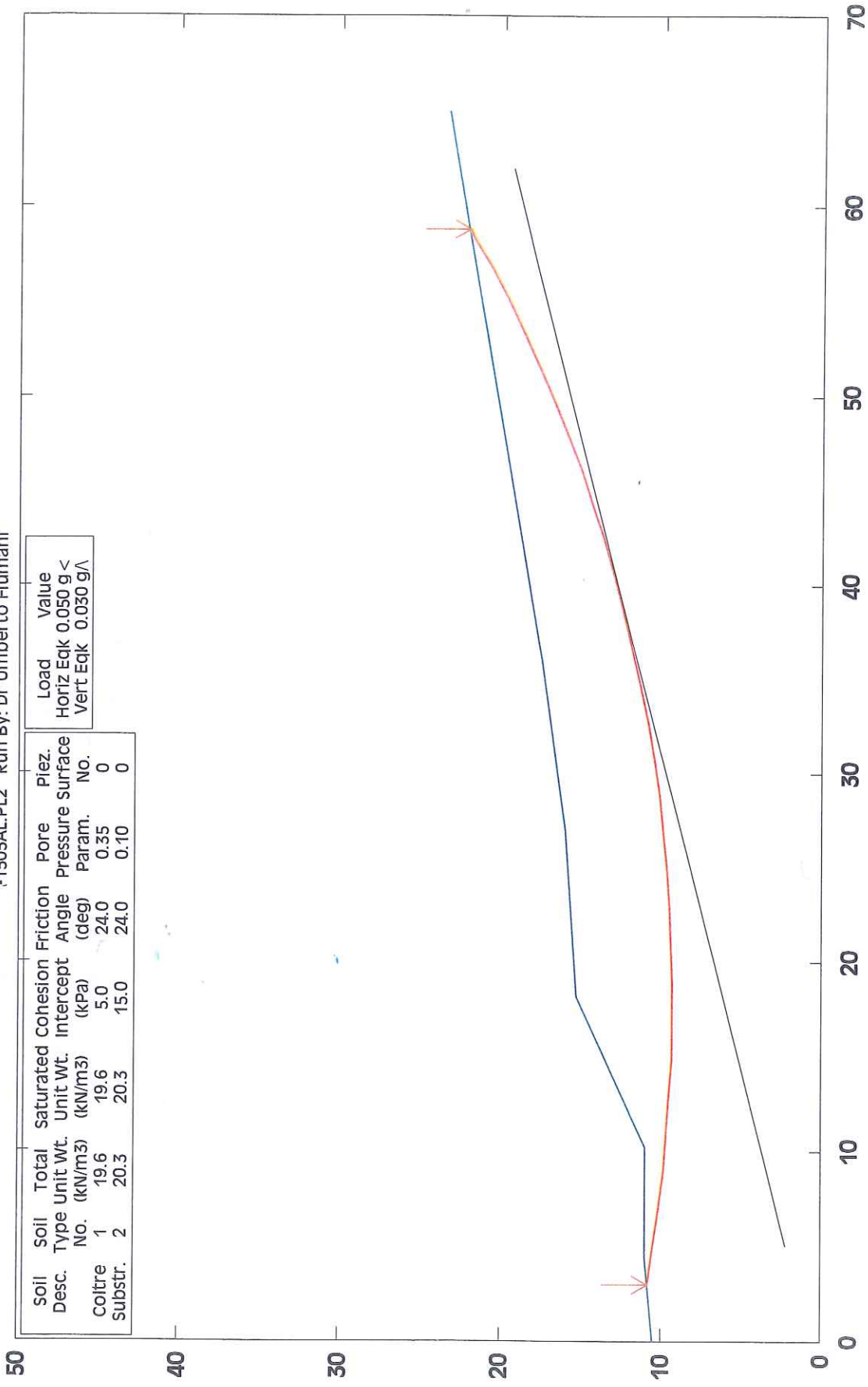


DR UMBERTO FIUMANI  
C. GEOL. F. G.S.

# LAVORO N. 1505AL S. Paterniano di OSIMO Lottizzazione Oriandini

r-1505AL.PL2 Run By: Dr Umberto Fiumani

Soil Desc.	Soil Type No.	Total Unit Wt. (kN/m <sup>3</sup> )	Saturated Unit Wt. (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Piez. Surface No.	Load Value
Coltre	1	19.6	19.6	5.0	24.0	0.35	0	Horiz Eqk 0.050 g <
Substr.	2	20.3	20.3	15.0	24.0	0.10	0	Vert Eqk 0.030 g/Δ



**FSmin = 1.43**  
**Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method**



**TECNOSONDAGGI**  
**DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO**  
VIA ABBADIA 39 – OSIMO 60027 – ANCONA  
TEL/FAX 071 781840 – CELL. 335 6686573  
P.I. 01511970426 – WWW.TECNOSONDAGGI.IT

**Vs30 DM 14-01-2008**  
**EDIFICIO**  
**LOC. SAN PATERNIANO**  
**OSIMO (AN)**

**INDAGINE SISMICA**  
**PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR**

**Committente: Orlandini Sebastiano**

OSIMO, febbraio 2015

## 1 PREMESSA

Il giorno 03 febbraio 2014, su committenza del Sig. Sebastiano Orlandini e sotto la direzione tecnica del Dott. Geol. Umberto Fiumani, si è eseguita un'indagine geofisica mediante una Prospezione Sismica Passiva – METODO HVSR per il calcolo delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima della Velocità delle onde Vs30.

## 2 INDAGINE EFFETTUATA

Nel caso in esame la strumentazione è composta da:

- sismografo EEG BR24 24 canali
- Geofono triassiale;

## 3 PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR

La metodologia sismica HVSR misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terrestre, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, microterremoti, vento) e dall'attività antropica.

Il rumore sismico ambientale viene anche chiamato *microtremore* in quanto costituito da oscillazioni di piccolissima ampiezza se confrontate con quelle associate ai terremoti.

La denominazione di sismica passiva dipende dal fatto che il rumore non viene generato *artificialmente*, come nelle energizzazione della sismica attiva, ma è presente naturalmente.

In qualsiasi luogo pianeggiante sono sempre presenti delle vibrazioni associate alle onde oceaniche con dei picchi a 0,14 e 0,07 Hz. A questo comportamento spettrale di "fondo", sempre presente in varia forma, e soggetto a scarsissima attenuazione, si sovrappongono le sorgenti locali dovute alle attività antropiche (traffico, macchinari ecc..) e naturali. L'effetto di queste sorgenti locali è soggetto ad attenuazioni all'aumentare della frequenza che sono dovute all'assorbimento anelastico associato all'attrito interno delle rocce e dei terreni.

La metodologia HVSR è stata introdotta da Nakamura (1989) per la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale, elementi di grande utilità per l'ingegneria sismica.

La frequenza fondamentale di risonanza ( $F$ ) dello strato di terreno  $n$  è data dalla formula:

$$F_n = V_s/4 h$$

in cui  $V_s$  è la velocità media delle onde S nello strato  $N$  ed  $h$  è lo spessore.

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità è in grado di fornire previsioni sullo spessore  $h$  degli strati.

Viceversa, nota la stratigrafia è teoricamente possibile fornire una valutazione approssimativa della velocità delle onde S nei singoli strati.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di  $V_{s30}$  come riportato nella seguente tabella:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto 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 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<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_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s).</i>

Oltre a queste sono riconosciute ulteriori due categorie di suolo:

- S1 – Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $IP > 40$ ) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 100$  m/s ( $10 < c_u < 20$  kPa).
- S2 – Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.







La velocità calcolata è:

$$V_{s30} = 351 \text{ m/sec}$$

**Picco alla frequenza 4.50 e 17 Hz**

20 LUG. 2015 19849

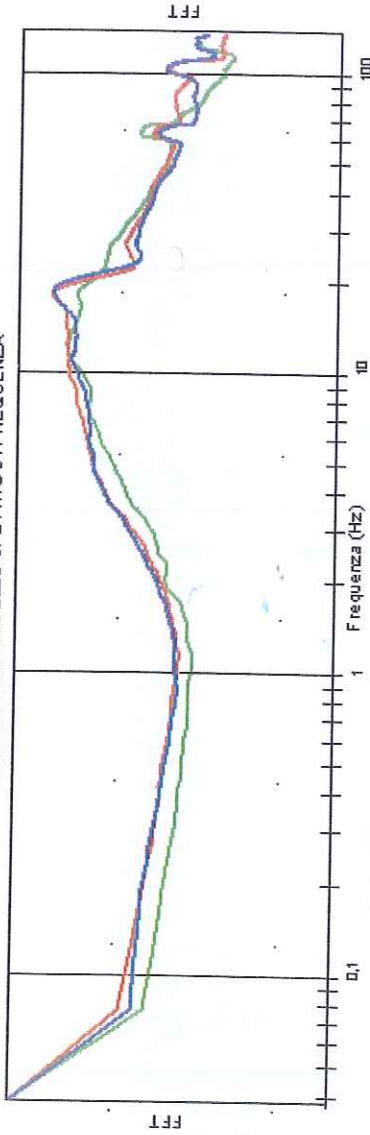
LEGENDA

-  Spettro asse Z (verticale)
-  Spettro asse X
-  Spettro asse Y
-  HV direzione X
-  HV direzione Y
-  HV media

Durata della registrazione 19' 43.4"  
 Campionamento 10 KHz  
 Finestra di campionamento 262 s

Picco alla frequenza: 4.5 e 17 Hz

COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE

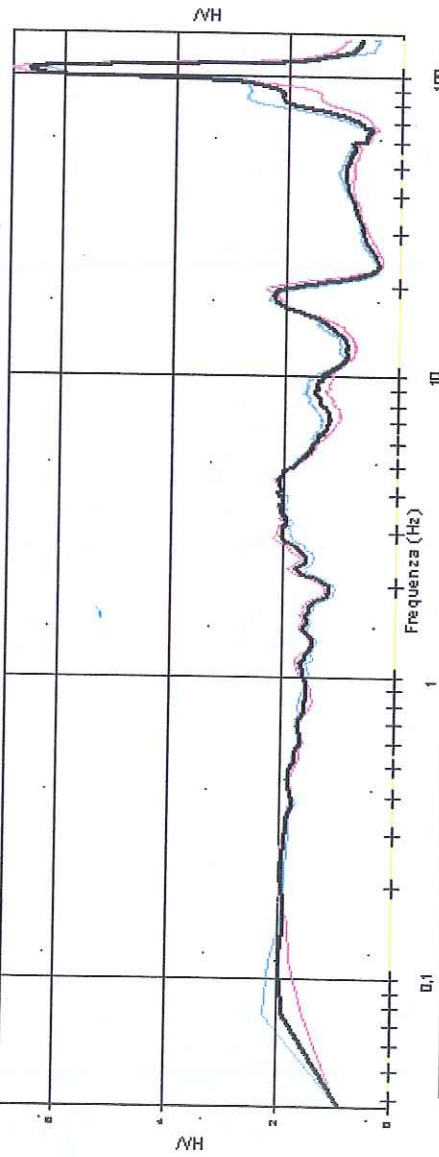
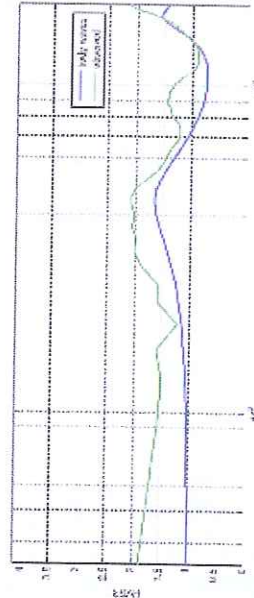


TABELLA DI CALCOLO

Dir Prof.	a	Prof.	vs	MI/MI	vsX	G
0	5	82	0073	82	11	
5	1.5	222	004	131	85	
1.5	3.3	236	0016	174	97	
3.3	12	304	0035	252	167	
12	16.2	326	013	268	194	
16.2	23.9	616	018	317	537	
23.9	33	699	0151	365	753	

VALORE CALCOLATO V530 = 351 m/s



<b>PROVA HV</b>	
Località: LOC. SAN PATERNAIO DI OSIMO	
ORLANDINI SEBASTIANO	
Metodo Nakamura	
<b>SPETTRI DI FREQUENZA PROVA 06146</b>	
All. 2/a	Febbraio 2015