

PROPONENTE:

 **Blusolar Chiaravalle 1** Srl

SOCIETA' APPARTENENTE AL GRUPPO

 **Carlo Maresca** Spa

## Progetto Definitivo

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA MASSIMA PARI A 41,54 MWp CON SISTEMA DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO DI POTENZA PARI A 20 MW PER 4 ORE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI CHIARAVALLE (AN)**

TITOLO ELABORATO

### **RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA AI SENSI DELLE NTC 2018 E S.M.I.**

CODICE ELABORATO

SCALA

FOGLIO

FORMATO

**R. 01/GEOL**

-

1 di 1


REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	REVISIONATO	APPROVATO
01	11/12/2023		Mascitti A.		Biagiola P.

PROGETTAZIONE:

**gae | studio**  
*geology architecture engineering*

**dott. geol. Alessandro Mascitti**  
Sede Operativa: Via Turati, 2 - 63074 - San Benedetto del Tronto (AP) - Italy  
Sede Fiscale: Via Fileni, 78 - 63074 - San Benedetto del Tronto (AP) - Italy  
piva: 01833640442 | Mob.: +39.349.7545862  
email: gaestudio.it@gmail.com | pec: alessandromascitti@epap.sicurezza postale.it  
http://gaestudio.altervista.org


 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato: <b>CHIDT_01.700</b>
		Data: <b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>2 di 92</b>

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. UBICAZIONE.....	7
3. ANALISI P.A.I. ....	15
4. VERIFICA AREE non IDONEE per IMPIANTI FOTOVOLTAICI a terra L.R. n.12/2010.....	17
5. ANALISI Progetto I.F.F.I. Inventario Fenomeni Franosi in Italia.....	17
6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	19
6.1 Geologia generale .....	20
6.2 Tettonica .....	23
6.3 Litostratigrafia .....	24
6.4 Assetto Geomorfologico .....	28
6.5 Idrologia ed Idrogeologia .....	31
7. CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA e GEOTECNICA .....	40
7.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	45
7.3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	48
7.4 FREQUENZA DI RISONANZA DI SITO.....	49
8. VALUTAZIONI SISMICHE ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018....	63
8.1 Analisi MZS Comune di Chiaravalle e Camerata Picena.....	63
8.2 Definizione dei parametri sismici.....	67
8.3 Analisi del sito e della struttura in progetto.....	73
9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	75
9.1 Mappa dei forti terremoti degli ultimi 150 anni.....	75
9.2 Caratterizzazione sismotettonica.....	76
9.3 Valutazione del potenziale sismogenetico e probabilità di forti terremoti .....	78
9.4 Storia Sismica (Database Macrosismico Italiano 2016 - DBMI15) .....	83
9.5 Storia sismica (Database Mascrosismico Italiano 2016 – DB2015) Comune di Chiaravalle.....	85
9.6 Mappa interattiva pericolosità sismica da <a href="http://esse1-gis.mi.ingv.it/">http://esse1-gis.mi.ingv.it/</a> (ag) .....	86
9.7 ANALISI RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL) MEDIANTE ANALISI 1D .....	87
10. CONSIDERAZIONI FINALI .....	92

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato: <b>CHIDT_01.700</b>
		Data: <b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>3 di 92</b>

## 1. PREMESSA

Il presente documento, costituisce l'analisi preliminare geologica-stratigrafica-idrogeologica-geotecnica e sismica a supporto della progettazione definitiva relativamente REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRO VOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 41,54 MWp denominato "CHIARAVALLE", sito nel comune di Chiaravalle (AN).

L'impianto sarà del tipo Grid Connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, con una connessione interrata a partire dalla Cabina di Consegna in media tensione (15kV) alla "ST Camerata Picena" di proprietà di Enel Distribuzione in territorio comunale di Camerata Picena (AN).

Il Produttore e Soggetto Responsabile, è la Società BLUSOLAR Chiaravalle 1 SRL, del Gruppo Carlo Maresca SpA, la quale dispone dell'autorizzazione all'utilizzo dell'area su cui sorgerà l'impianto in oggetto.

La denominazione dell'impianto, prevista nell'iter autorizzativo, è "AV Chiaravalle".



**Blusolar Chiaravalle 1 Srl** - Via Caravaggio 125 - 65125 Pescara

Tel. +39 085 388801 - Fax +39 085 3888200

Reg. Imp. Pescara, C.F. e P. Iva 02276690688 - Cap. Soc. € 10.000 i.v.

Email [info@carlomaresca.it](mailto:info@carlomaresca.it) - PEC [blusolarchiaravalle1@legpec.it](mailto:blusolarchiaravalle1@legpec.it)

Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento della "Carlo Maresca Spa" -

[www.carlomaresca.it](http://www.carlomaresca.it)



Fig. 1 – Inquadramento Satellitare

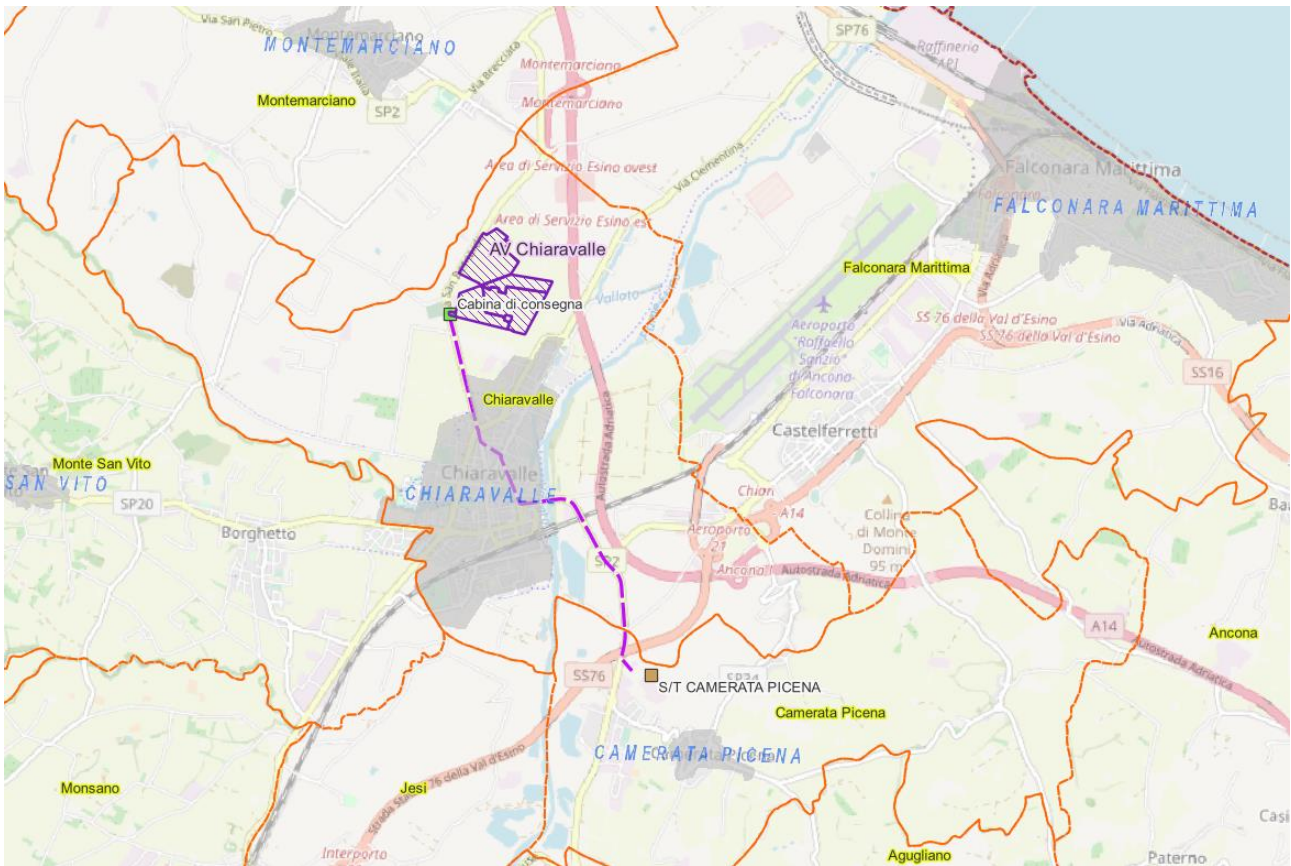



Fig. 2 – Inquadramento Open Street Map Layout Impianto

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>5 di 92</b>

In particolare il presente lavoro, che riguarda lo studio per la definizione del quadro litologico-litotecnico-sismico è stato articolato attraverso le seguenti fasi :

- a) Rilevamento ed acquisizione dei dati esistenti;
- b) Rilevamento elementi idraulici ed idrici (pozzi, vasche, livelli freatici, etc);
- c) Analisi PAI e vincolo idrogeologico;
- d) Reperimento dal database relativo allo studio di MZS comunale di 1° e 2° livello di tutte le indagini prossime all'area di intervento al fine di ricostruire l'andamento litostratigrafico e caratterizzare preliminarmente i terreni sotto l'aspetto geotecnico e sismico sia di Chiaravalle che di Camerata Picena;
- e) Ricostruzione stratigrafica e caratterizzazione geotecnica dei luoghi;
- f) Valutazioni relative alla definizione della categoria di suolo, dei parametri sismici e del Vs30/Vseq, della storia sismica di sito e del relativo rischio di riattivazione delle sorgenti sismotettoniche per il sito di intervento, della frequenza di risonanza di sito.

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	6 di 92

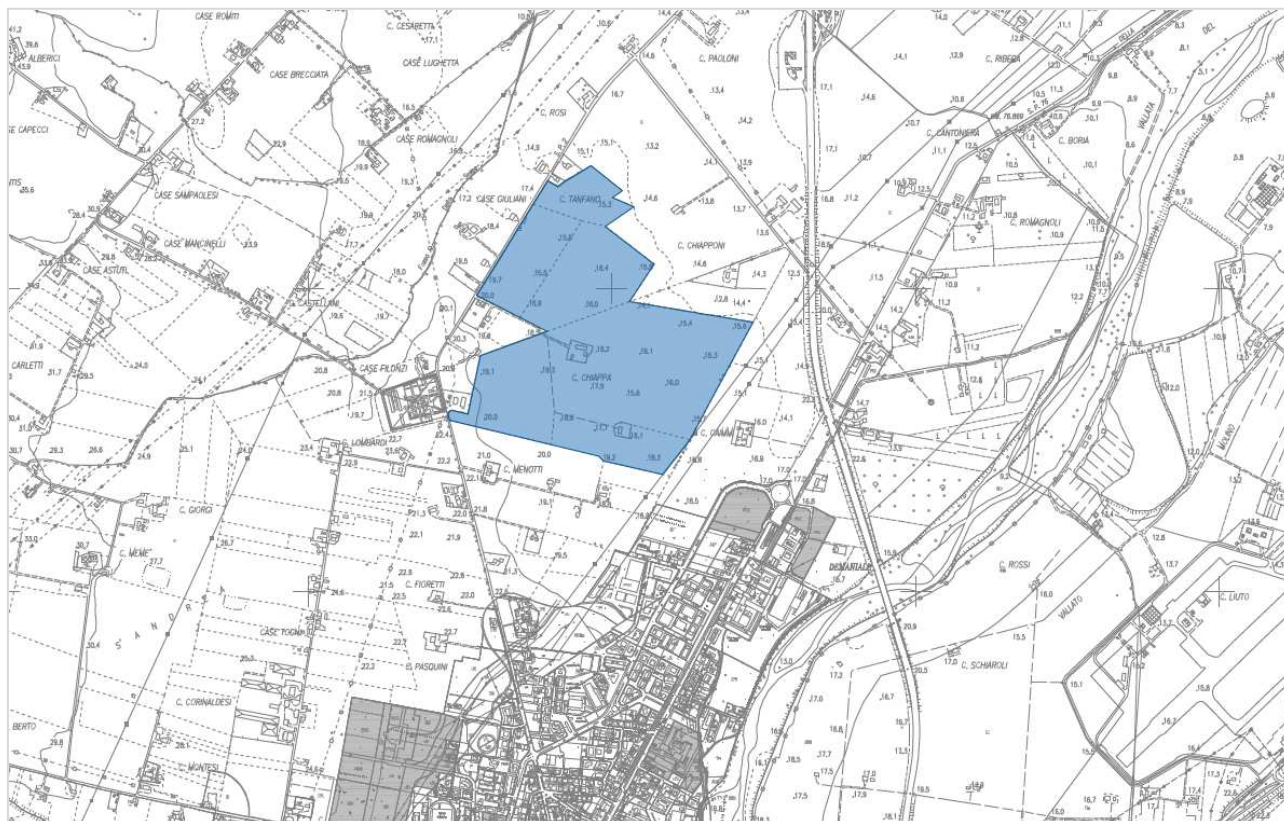
## Riferimenti di legge

- LEGGE del 18 maggio 1989, n. 183: *Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo Art.3; Art.17 commi 4/6-ter lett. b), c), d), f), l), m); Art.20 comma 2; Art.21 e segg.;*
- Parte III - Legge Regionale del 25 maggio 1999, n. 13 : *Disciplina regionale della difesa del suolo Artt.11, 13;*
- Parte IV – Legge del 11 Dicembre 2000, n. 365 : *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 12 ottobre 2000, n. 279, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000; Artt.1/1-bis commi 3, 4, 5.D.M. LL.PP. 3 Marzo 1975: Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;*
- D.M. LL.PP. del 11 marzo 1988: *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;*
- Circolare Ministero LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483: *Legge 2 febbraio 1974, n. 64; D.M. LL.PP. 11 MARZO 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;*
- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 : *Norme tecniche per le costruzioni delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;*
- Circolare Ministero LL.PP. 9 gennaio 1996 n. 218/24/3: *Legge 2 febbraio 1974, n. 64; D.M. LL.PP. 11 MARZO 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;*
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996: *Norme tecniche relative ai - Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi -;*
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996: *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;*
- Circolare Ministero LL.PP. 4 luglio 1996 n. 156 AA.GG./STC.: *Istruzioni per l'applicazione delle - Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996 -;*
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 n. n.252 AA.GG./STC.: *Istruzioni per l'applicazione delle - Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996 -;*
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 n. 65/AA.GG.: *Istruzioni per l'applicazione delle - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996 -.*
- D.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003 : *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e s.m.i.;*
- D.G.R. n° 1046 del 29 luglio 2003 :*“Individuazione e formazione dell'elenco delle zone sismiche nella Regione Marche”.*
- N.T.C. 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” ed N.T.C. 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17.01.2018.

## 2. UBICAZIONE

L'area in esame è inquadrabile topograficamente sulla Carta Topografica d'Italia I.G.M. F117-INO "CHIARAVALLE" ANNO:1948 RASTER: SERIE 25V, nonché sulla cartografia 1:10.000 C.T.R. Carta Tecnica Regionale della Regione Marche al Foglio 281160 "Montemarciano", Foglio 281 "Senigallia" ed ubicabile nei pressi dei toponimi C.Tanfano, C.Chiappa, Case Filonzi, all'interno del Comune di Chiaravalle (AN) lungo la valle alluvionale del f.Esino in sponda sinistra, a quote topografiche comprese tra 15 e 20m slm circa.

Di seguito si riportano gli inquadramenti territoriali dell'impianto su base IGM, CTR, satellitare e ibrida CTR-catastale e la scheda sintetica di intervento.

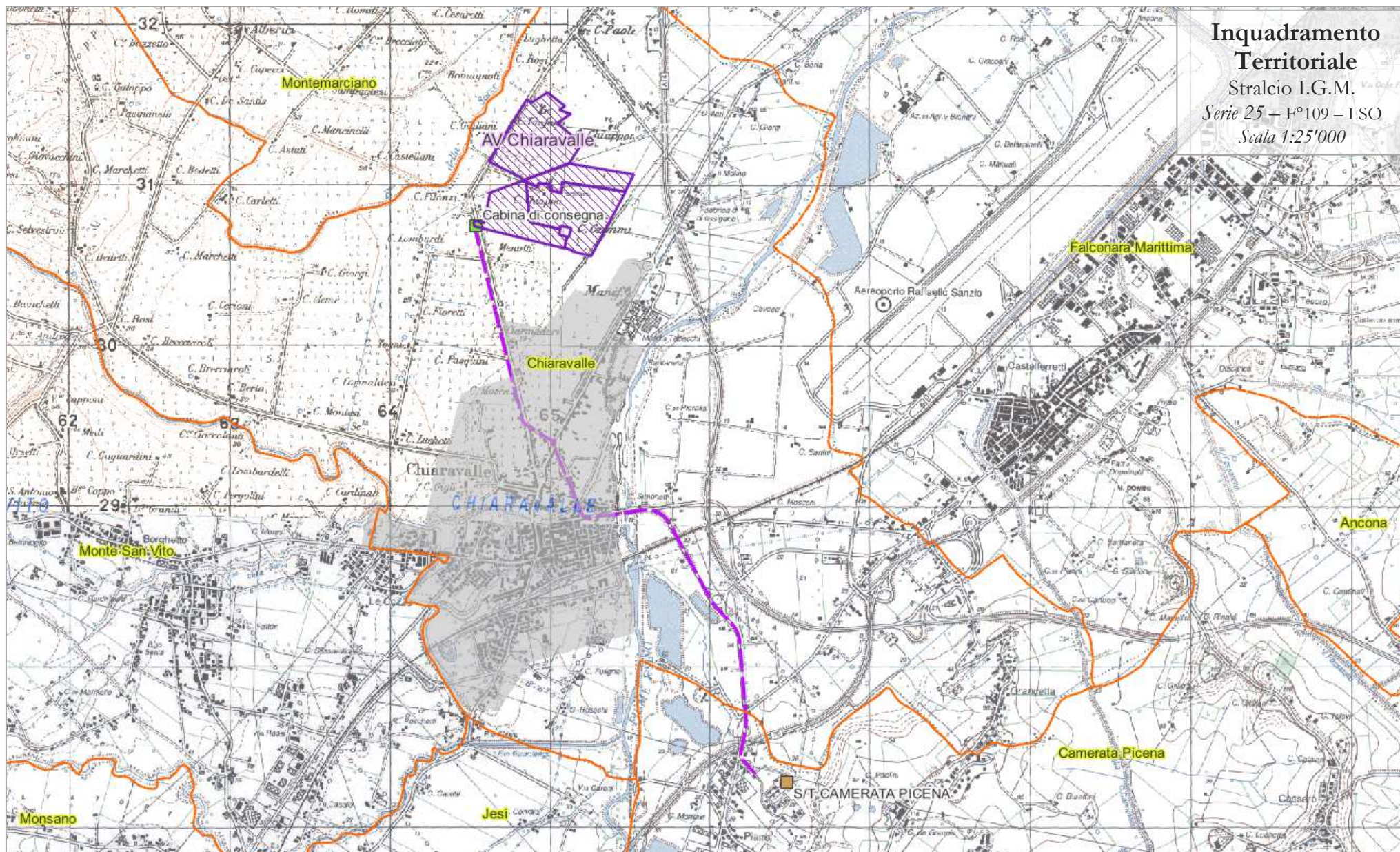


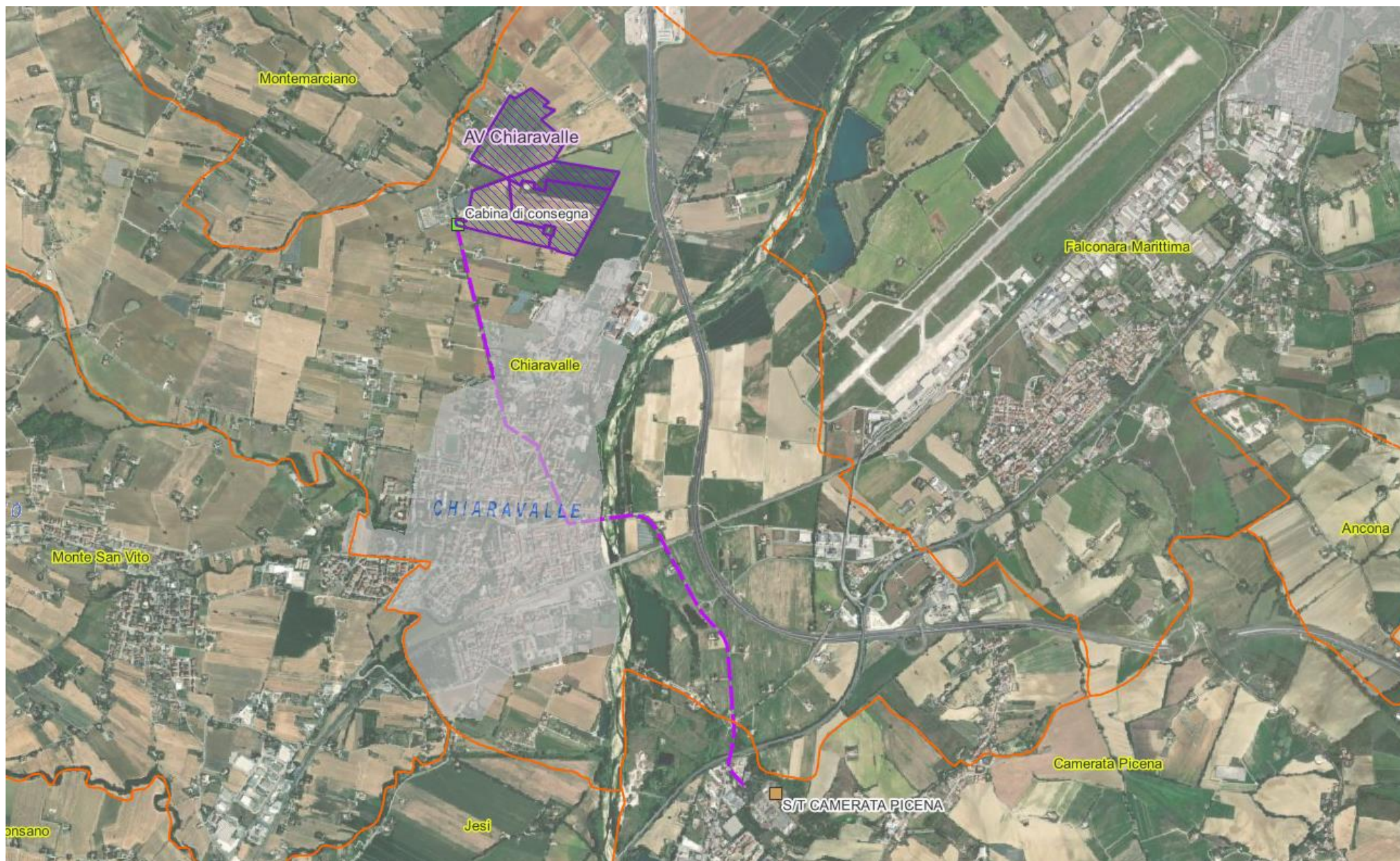
*Layout di progetto su base CTR*

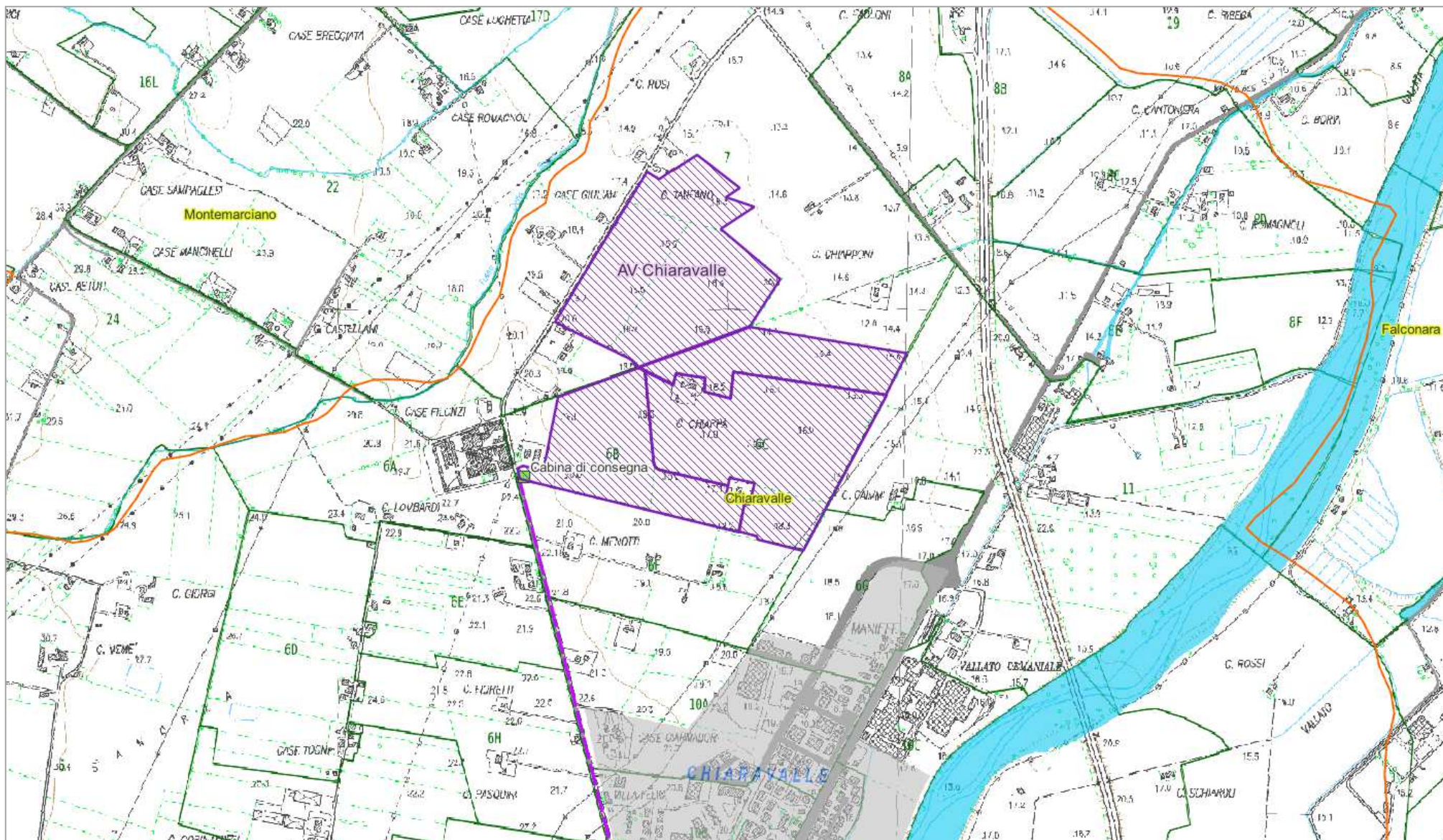
<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	8 di 92

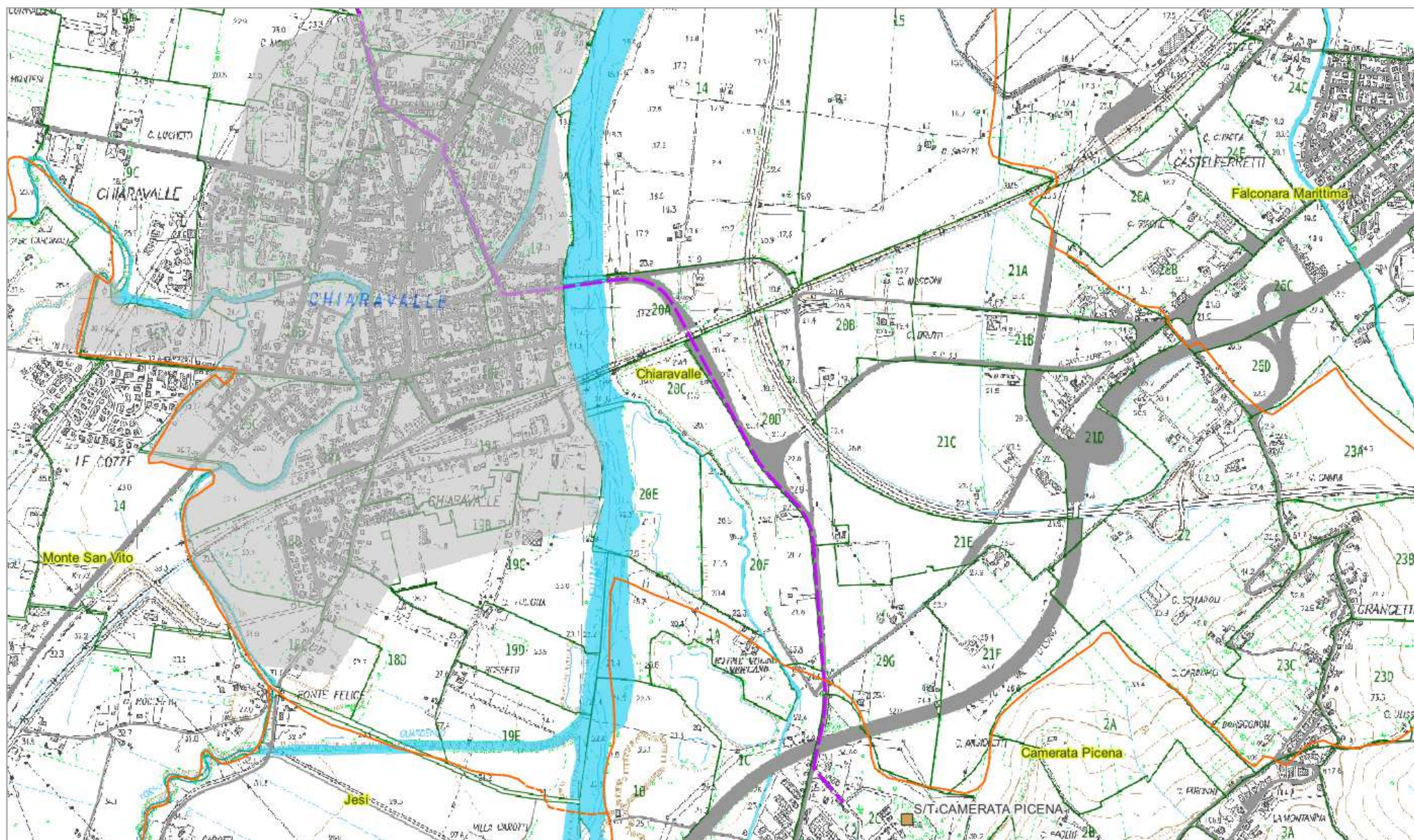
<b>DATI DI TARGA</b>	
<b>TRACKER MONOASSIALI</b>	
Pitch	5,0 m
Azimut	0°
Tracker 1x13	n°146
Tracker 1x14	n°146
Tracker 1x27	n°252
Tracker 1x54	n°250
Tracker 1x81	n°576
<b>IMPIANTO SU COPERTURA (63,18kWp)</b>	
Azimuth	-19,9°
Tilt	10°
<b>MODULO</b>	
Produttore: modello	Jinko Solar: N-Type 72HL4-BDV
n° moduli x Pmax	71010 x 585 Wp
<b>INVERTER</b>	
Produttore: modello	Huawei: SUN2000-330KTL-H1
Potenza nominale AC (@40°C)	300 kW
Potenza apparente nominale	330 kVA
n° inverter	133
Configurazione (n°stringhe x n°moduli)	2630 stringhe x 27 moduli
<b>POWER STATION</b>	
Produttore: modello	Huawei: Jupiter-6000K-H1
Potenza AC (@40°C)	6,600 kVA
n° Power Station	7
<b>ALLEGATO A68</b>	
Potenza DC installabile	41.541 kW
Potenza apparente nominale	39.900 kVA
Potenza attiva A68	34.396 kW
Rapporto DC/AC	1,21
<b>PARAMETRI AGROPV</b>	
S_recinzione	523.576 mq
S_tot	482.277 mq
SN	10.309 mq
S_agricola	471.968 mq
S_pv	183.158 mq
h_min	2,10 m
<b>REQUISITI AGROPV</b>	
REQUISITO A1	S_agricola > 70% S_tot
	471.968 mq > 0,7 * 482.277 mq = 337.594 mq
REQUISITO A2	LAOR (S_pv/S_tot) < 40%
	LAOR = 37,98%

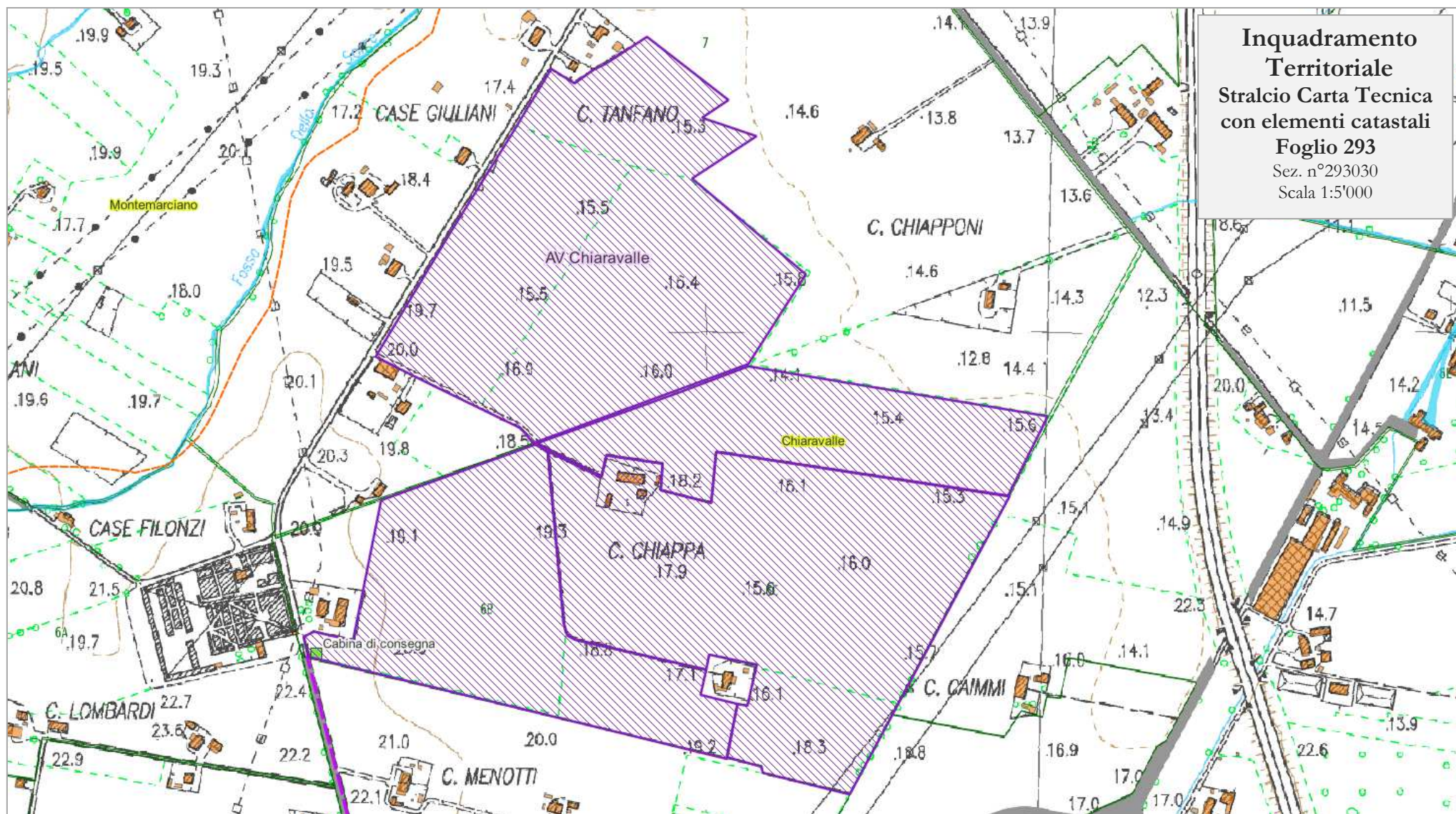


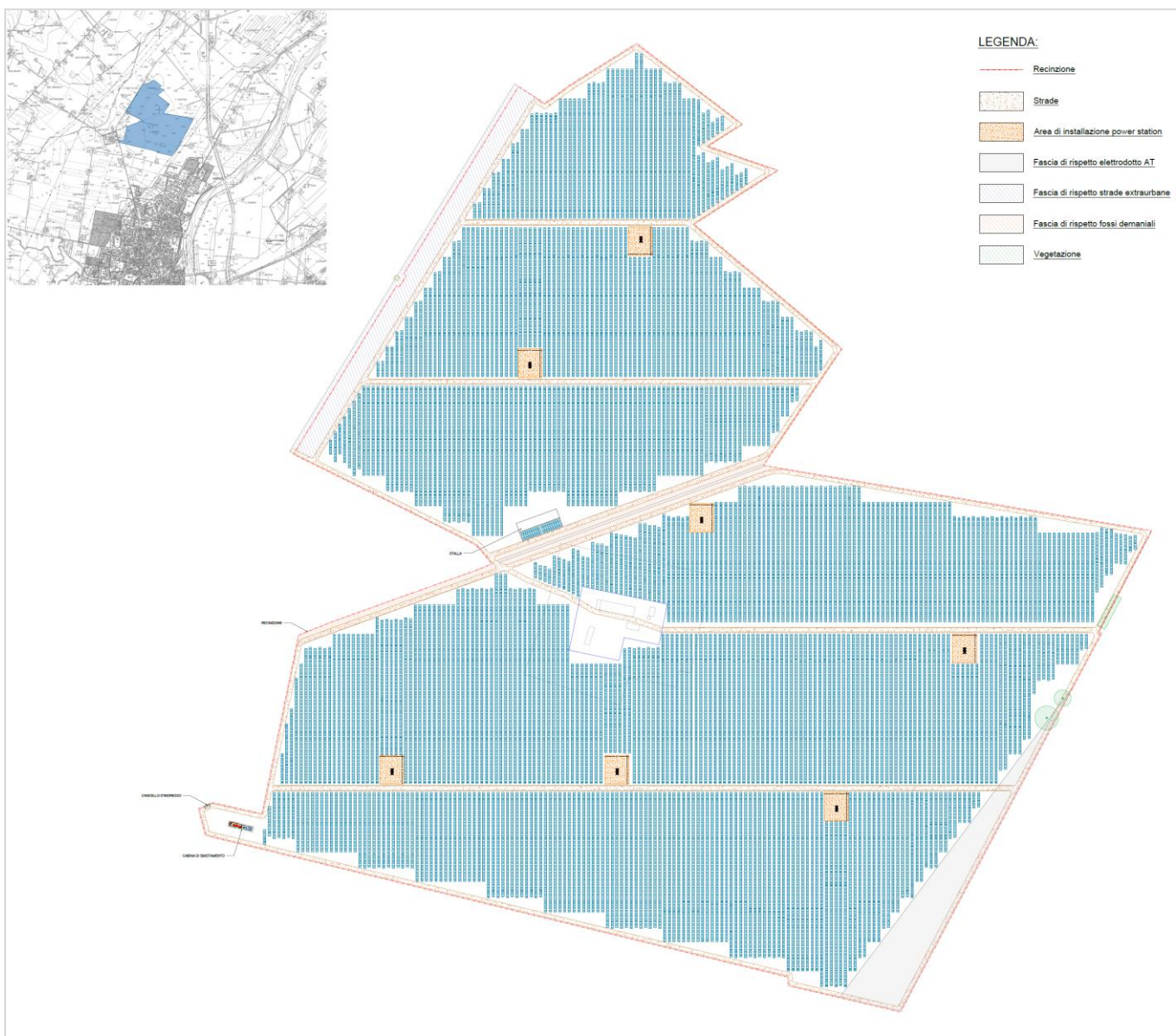










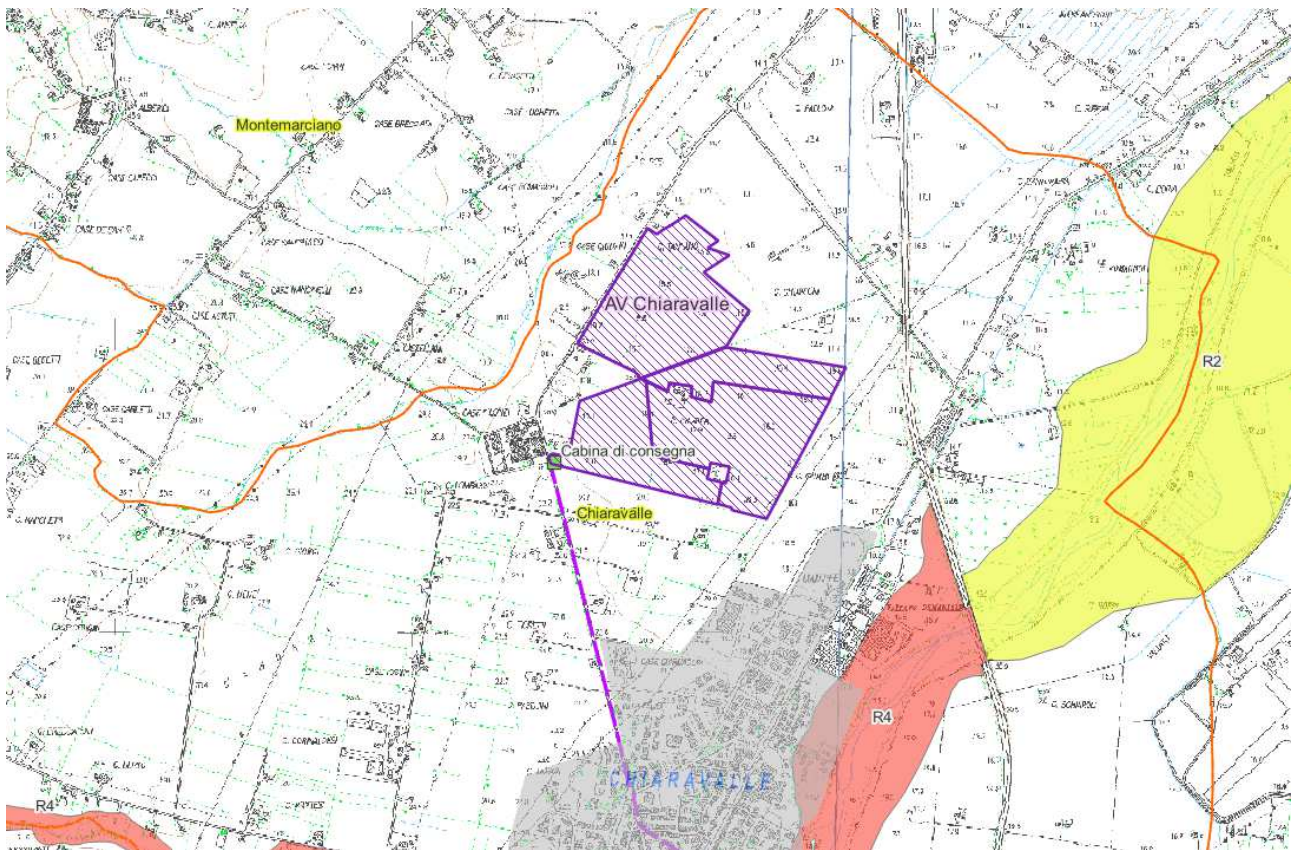


### 3. ANALISI P.A.I.

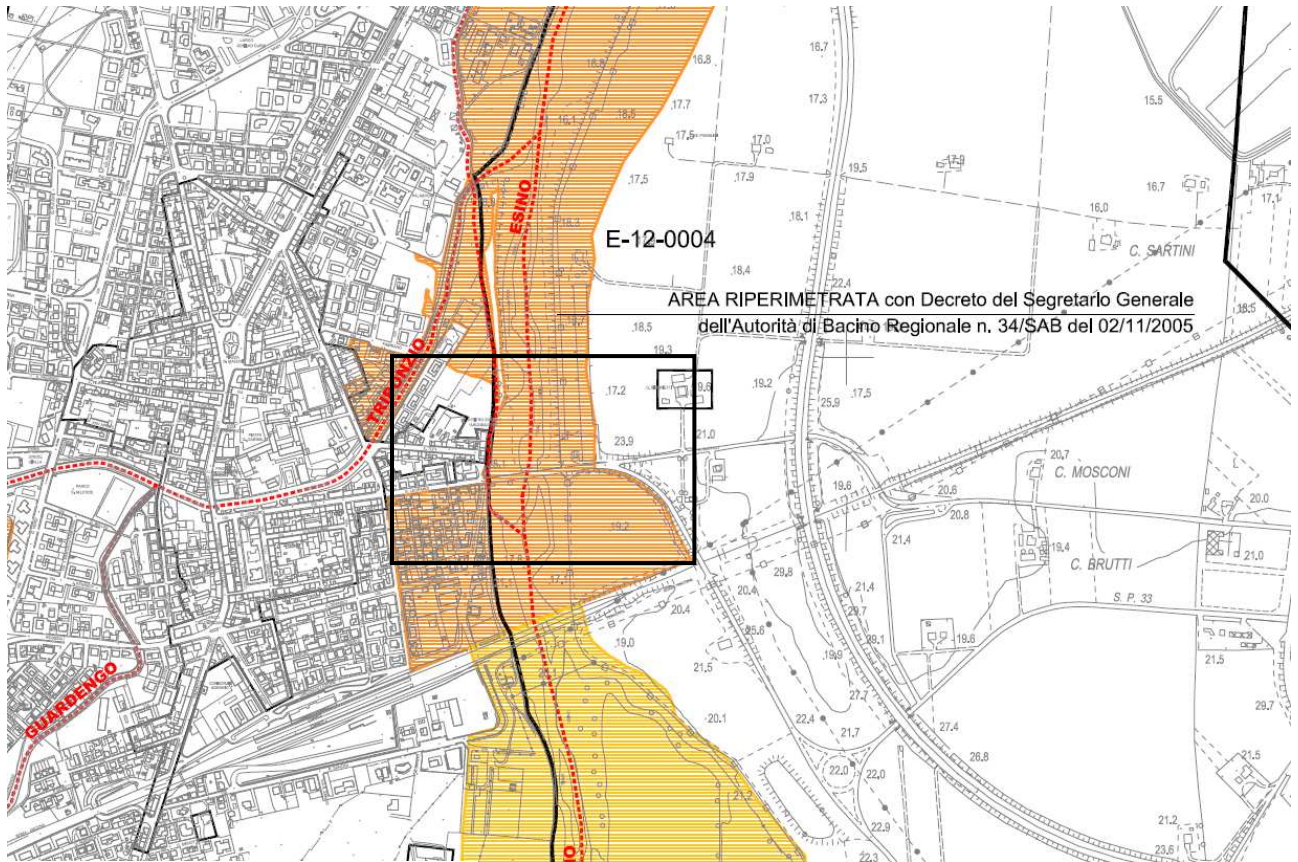
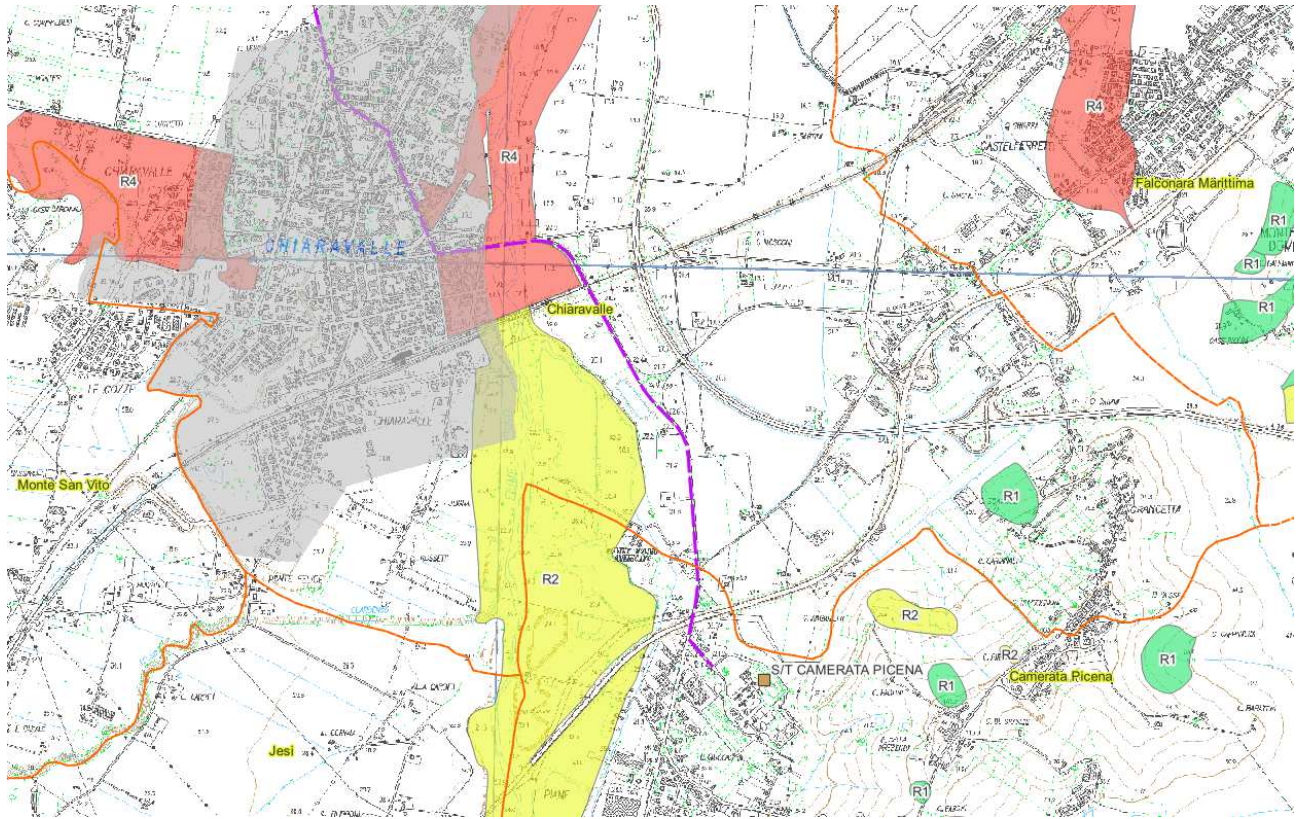
VINCOLI DAL P.A.I. (Piano Regionale per l'Assetto Idrogeologico ex AdB Regione Marche ora Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale).. La carta del rischio idrogeologico è articolata nel caso specifico per i differenti livelli di pericolosità dei fenomeni esondativi e franosi presenti o limitrofi all'area di studio.

Dall'esame della cartografia di riferimento del P.A.I. l'area di impianto e di connessione (S/T Camerata Picena) non risultano ricadenti in aree a pericolosità frana e/o esondazione come evidente dalla cartografia tematica rielaborata in ambiente GIS del layout di intervento. Limitatamente ad un ridotto tratto del cavidotto MT, con sviluppo lungo viabilità esistente ed in particolare lungo via Giacomo Leopardi (ponte sul f.Esino), si ha interferenza con areale classificato a rischio esondazione con livello R4 (E-12-0004).

L'intervento complessivamente, in relazione alla bassa energia di rilievo, alla ridotta pendenza, alla non evidenza di fenomeni in atto e forme ad essi riconducibili in modo chiaro, anche a seguito di analisi di fotointerpretazione aerea, risulta compatibile con il Piano per l'Assetto Idrogeologico sulla base delle prescrizioni in esso contenute ai sensi delle D.M. 18.03.1988.



-  FV Chiaravalle
- ST Camerata Picena
-  Cabina di consegna
-  S/T CAMERATA PICENA
-  Linea MT
- PAI REGIONE MARCHE
- PAI - Rischio alluvione
-  R2
-  R4
- PAI - Rischio frana
-  R1
-  R2
-  R3



**P.A.I. - aree a rischio esondazione**

- aree a rischio medio R2
- aree a rischio molto elevato R4



#### 4. VERIFICA AREE non IDONEE per IMPIANTI FOTOVOLTAICI a terra L.R. n.12/2010


Dalla verifica della Tavola 02\_Aree per l'installazione di impianti fotovoltaici a terra del Comune di Chiaravalle (AN) si evidenzia che l'intervento risulta compatibile e non ricade nelle aree NON IDONEE all'installazione di impianti fotovoltaici a terra a seguito della Delibera Amministrativa Assemblea Legislativa Regione Marche N.12/2010 come evidenziato nello stralcio cartografico di seguito riportato.



#### LEGENDA

- confine territorio comunale
- - - limite centro abitato
- \* aree soggette alle procedure di tutela paesaggistica

- AREE NON IDONEE ALL'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI A TERRA CON POTENZA SUPERIORE A 3 kWp
- AREE NON IDONEE ALL'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI A TERRA CON POTENZA SUPERIORE A 20 kWp
- AREE NON IDONEE ALL'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI A TERRA CON POTENZA SUPERIORE A 200 kWp
- realizzabili esclusivamente da Imprese agricole e qualificati come "attività" agricola connessa"

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>18 di 92</b>

## 5. ANALISI Progetto I.F.F.I. Inventario Fenomeni Franosi in Italia

Al fine di analizzare nel dettaglio l'area di interesse sotto l'aspetto geomorfologico, si sono consultati i dati messi a disposizione dall'APAT/ISPRA relativi al Progetto IFFI che ha lo scopo di:

- fornire un quadro completo ed aggiornato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale secondo procedure standardizzate;
- realizzare un Sistema Informativo Territoriale Nazionale contenente tutti i dati sulle frane censite in Italia;
- offrire uno strumento conoscitivo di base per la valutazione della pericolosità e del rischio da frana, per la programmazione degli interventi di difesa del suolo e per la pianificazione territoriale.

Sono stati pertanto analizzati i seguenti prodotti relativi all'I.F.F.I.:

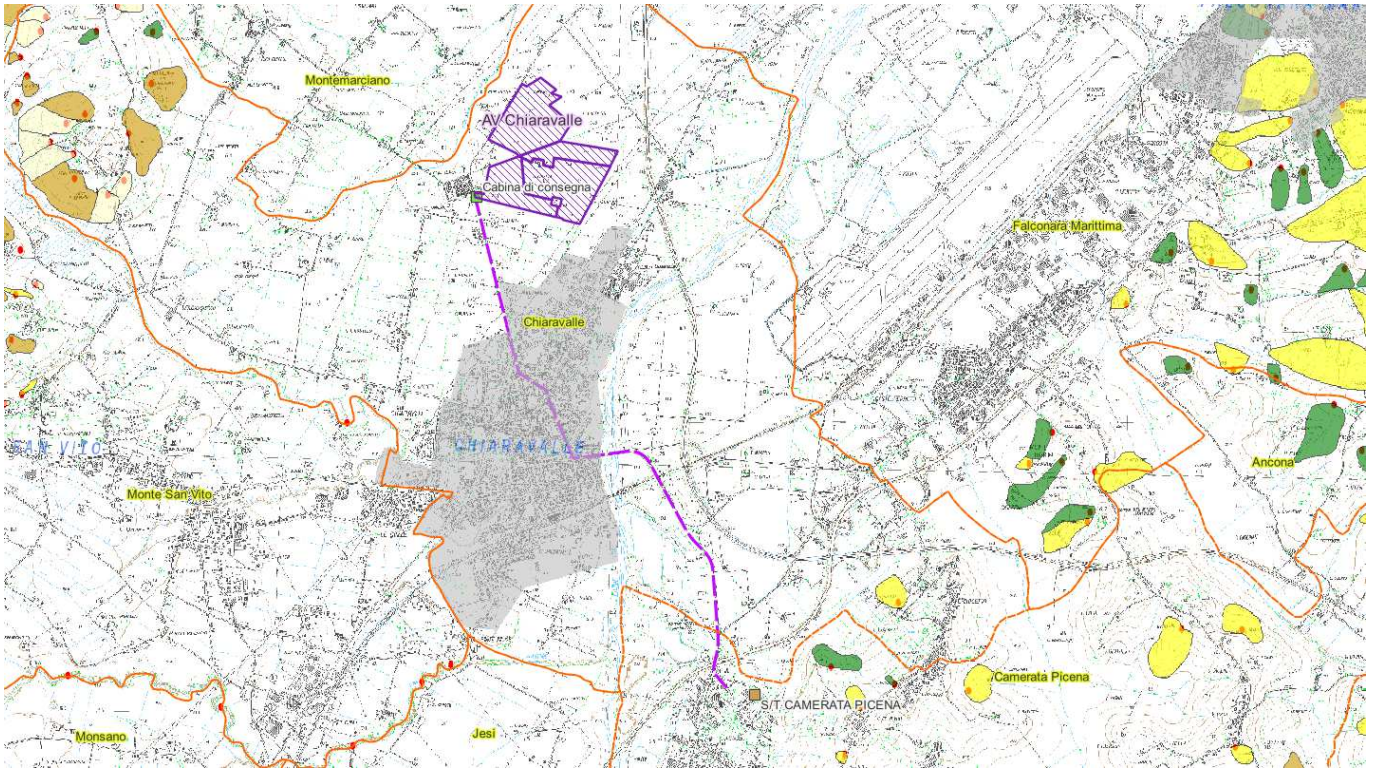
- Banca dati vettoriale, alfanumerica e iconografica;
- Rapporto sulle frane in Italia (Rapporti APAT 78/2007);
- Landslides in Italy – Special Report 2008 (Rapporti ISPRA 83/2008);
- Cartografia online del Progetto IFFI;
- Statistiche nazionali ed elaborazione dati (Annuario dei dati ambientali, APAT);
- Carte tematiche a scala nazionale.

L'analisi di tali dati e del Progetto IFFI ha fornito, per dimensioni, qualità, omogeneità del dato e copertura del territorio, un utile strumento conoscitivo per la valutazione della pericolosità da frana e, più in generale, come supporto alle decisioni da operare in ambito territoriale per l'area di interesse non evidenziando fenomeni di dissesto e/o frana o colamento sull'area specifica di intervento di impianto e/o relative alle opere di rete come evidenziato nello stralcio cartografico riportato di seguito in sovrapposizione con immagine CTR come da scheda di censimento del portale Web-Gis del Progetto IFFI con rielaborazione GIS.

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	19 di 92

**TAVOLA IFFI con rielaborazione GIS**

Fonte : <https://sinacloud.isprambiente.it/> con metadati in ambiente webgis



**Progetto\_IFFI\_WMS\_public**

Italian\_Landslide\_Inventory

IFFI\_Punto\_identificativo\_frana

- Scheda\_frane\_1\_livello
- Scheda\_frane\_2\_livello
- Scheda\_frane\_3\_livello

IFFI\_Frane\_Lineari

—

IFFI\_Frane

- n.d.
- Crollo\_ribaltamento
- Scivolamento\_rotazionale\_traslativo
- Espansione
- Colamento\_lento
- Colamento\_rapido
- Sprofondamento
- Complesso

IFFI\_Aree\_frane\_diffuse

- Aree\_soggette\_crolli\_ribaltamenti\_diffusi
- Aree\_soggette\_sprofondamenti\_diffusi
- Aree\_soggette\_frane\_superficiali\_diffusi

IFFI\_DGPV

-

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	20 di 92

## 6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

### 6.1 Geologia generale

L'area in studio fa parte del dominio esterno dell'Appennino centrale (fig. 2), dove affiorano diffusamente dei depositi terrigeni mio - plio - pleistocenici, nei quali sono registrate, con buona continuità, le diverse fasi deformative neogeniche che hanno interessato questo settore di catena, evidenziate da una marcata variabilità litologica, sedimentologica e stratigrafica.

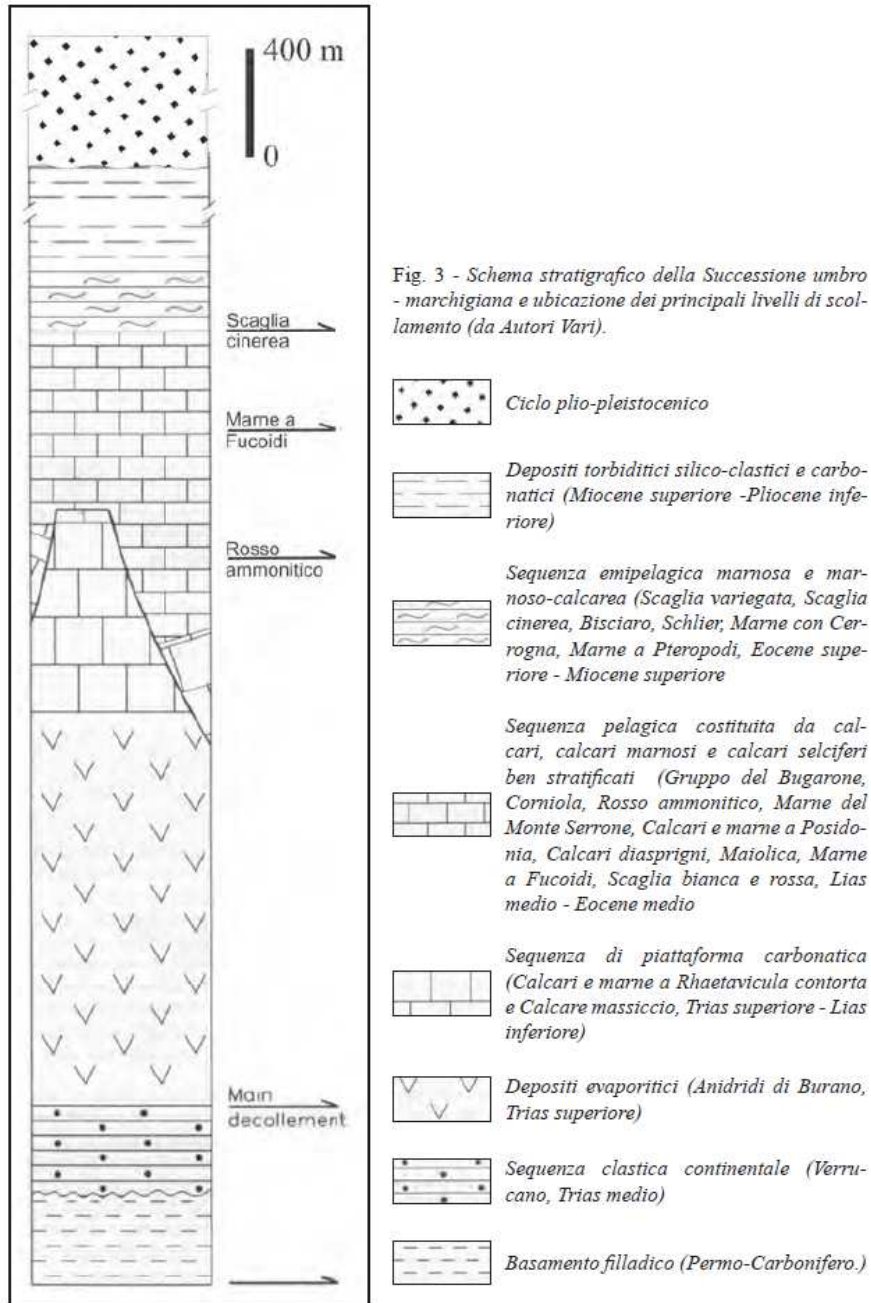
Questi terreni poggiano su di una successione prevalentemente carbonatica, riferibile alla successione umbro - marchigiana (fig. 3); questa successione (CENTAMORE et alii, 1971) si è deposta prevalentemente in un ambiente pelagico che, a partire dal Lias medio, si andava raccordando verso sud con un ambiente di piattaforma carbonatica (piattaforma laziale - abruzzese; Auctorum), il quale, nel Lias inferiore, caratterizzava anche l'area umbro-marchigiana (Formazione del Calcarea massiccio; COLACICCHI et alii, 1970; CENTAMORE et alii, 1971; PIALLI, 1971). Questi due ambienti deposizionali, in alcune aree del paleomargine Afro - Adriatico, risultavano ben differenziati fin dal Triassico, in seguito alle fasi iniziali della frammentazione della Pangea. In questo periodo si andavano infatti localizzando aree bacinali di dimensioni variabili, interne ad un unico grande dominio di piattaforma carbonatica (CELLO et alii, 1995b), alle quali può essere attribuito il rango di sub - domini (CELLO et alii, 1991).

Nelle aree più settentrionali del margine continentale Afro - Adriatico, nel Triassico superiore, si andavano formando delle facies prettamente evaporitiche (Formazione delle Anidriti di Burano; MARTINIS & PIERI, 1964), seguite nel Giurassico iniziale da facies carbonatiche di piattaforma (Formazione del Calcarea massiccio), mentre verso sud si aveva una predominante formazione di potenti successioni dolomitiche (CRESCENTI et alii, 1969).



Fig. 2 - Schema geologico-strutturale dell'Italia centrale (da Autori Vari).

Nell'area umbro - marchigiana, come già specificato sopra, la sedimentazione carbonatica di piattaforma si è evoluta in pelagica a partire dal Lias medio e si è protratta fino al Paleogene, in risposta ai processi estensionali indotti in principio dal rifting tetideo, realizzatosi a partire dal Giurassico e, successivamente, sia da fenomeni di subsidenza termica che di assottigliamento tettonico del paleomargine (CELLO et alii, 1996; MARCHEGIANI et alii, 1997, 1999).



La successione umbro - marchigiana è caratterizzata dalla presenza di successioni sedimentarie variabili in spessore e in litofacies. In particolare modo, nel Giurassico si riconoscono successioni complete, condensate e lacunose (Auctorum).

Questa variabilità implica la presenza e la persistenza di un ambiente pelagico piuttosto difforme, in risposta alle fasi deformative che, nel tempo, hanno condizionato la deposizione delle successioni sedimentarie in parola (CENTAMORE et alii, 1971).

La successione umbro-marchigiana, a partire dal Miocene, viene coinvolta in catena nella strutturazione dell'Appennino, una catena a pieghe e sovrascorrimenti, a vergenza nord-orientale. La deformazione e l'accrezione della copertura sedimentaria del margine Afro - Adriatico, che porterà alla costruzione della

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	22 di 92

catena centro - appenninica, ha migrato nel tempo verso l'avampaese adriatico, cosicché l'area in esame, essendo localizzata in una delle porzioni più esterne della catena, è stata coinvolta solamente a partire dal Pliocene. Conseguentemente alla migrazione del sistema catena - avanfossa - avampaese, la paleogeografia del bacino umbro - marchigiano muta drasticamente e continuamente nel tempo, e la sedimentazione risulta fortemente controllata dalla continua riorganizzazione delle aree bacinali durante i diversi stadi evolutivi del sistema suddetto (BIGI et alii, 1999).

Nel settore periadriatico, le strutture geologiche legate alla formazione della catena centro - appenninica sono in genere sepolte al di sotto delle successioni torbiditiche di avanfossa depositatesi a partire dal Miocene (BALLY et alii, 1986).

Un'eccezione è rappresentata dall'area costiera compresa tra Ancona e il Monte Conero (entro la quale ricade la porzione orientale del F. 282 "Ancona"), dove affiorano dei terreni carbonatici e silicoclastici di età compresa tra il Cretacico inferiore ed il Pliocene inferiore, coinvolti nella strutturazione della catena.

Nell'area rilevata, la successione di avanfossa che sutura le strutture appenniniche è costituita dalla porzione superiore, di età pleistocenica, dei sedimenti riferibili al ciclo deposizionale plio-pleistocenico del bacino marchigiano esterno (Auctorum), ascrivibili alle Argille azzurre.

A seguito degli eventi deformativi che a partire dal Pliocene inferiore hanno coinvolto la fascia periadriatica marchigiano-abruzzese, si possono riscontrare in quest'area dei settori contraddistinti da una differente evoluzione tettono - sedimentaria (BIGI et alii, 1997b):

- Settore anconetano;
- Settore maceratese;
- Settore fermano;
- Settore teramano;
- Settore chietino.

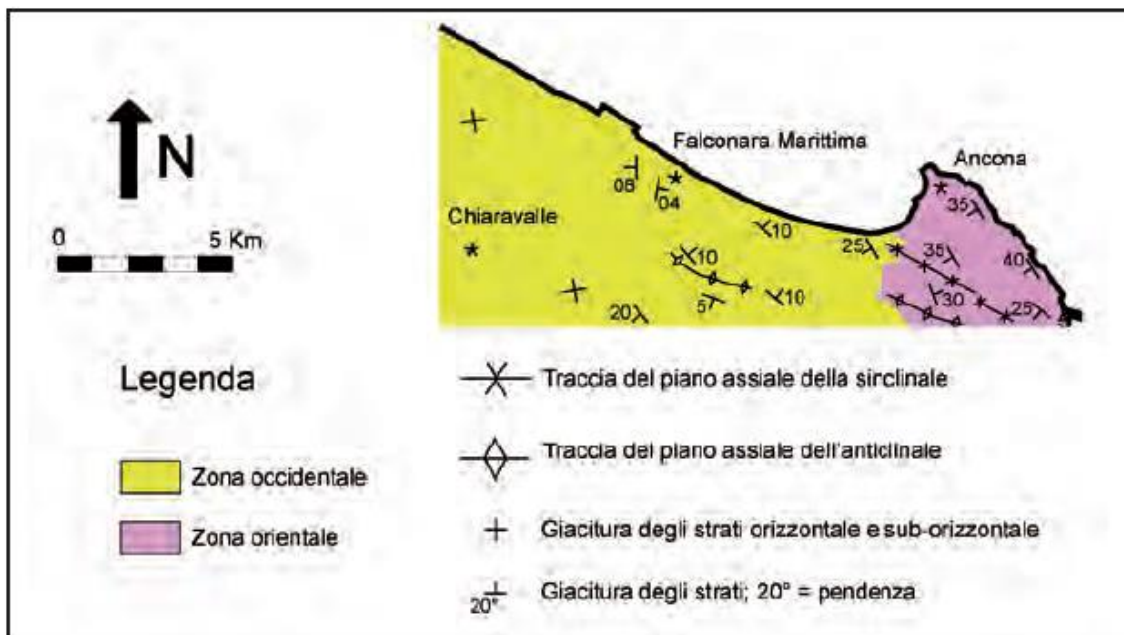



Fig. 4 - Zone a carattere geologico-strutturale omogeneo ricadenti all'interno del F. 282 "Ancona".

Nel Settore anconetano, entro cui ricade l'area rilevata, si deposita, tra la fine del Pliocene inferiore e parte del Pliocene medio, una successione condensata prevalentemente argillosa, seguita in discordanza da una successione arenaceopelitica di età Pleistocene inferiore; nella parte esterna (orientale) del bacino era però già emersa, in questa finestra temporale, la dorsale del Monte Conero.

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	23 di 92

Nel Pleistocene medio, a seguito di un sollevamento a scala regionale (cfr. Cenni di Geomorfologia), tutta l'area marchigiana esterna è oramai emersa; ne fanno seguito pronunciati modellamenti del paesaggio ad opera degli agenti climatici e la deposizione di alluvioni, coltri eluvio-colluviali, depositi marini e di frana. Più in particolare l'area di rilevamento può essere suddivisa in due zone omogenee da un punto di vista geologico-strutturale, una zona occidentale e una orientale (fig. 4).

Nella zona occidentale, ove ricade l'intervento, compresa tra l'abitato di Montemarignano e la città di Ancona, affiorano i terreni pelitici ed arenaceo-pelitici del Pliocene e del Pleistocene, appartenenti alle Argille azzurre. I terreni pliocenici risultano blandamente deformati e, in generale, definiscono una monoclinale immergente di 5°-10° verso NE. Nei terreni del Pleistocene sono state invece evidenziate alcune blande pieghe, con lunghezza d'onda intorno ai 500 m, orientate circa ENE-WSW.

Nella zona orientale, comprendente la città di Ancona, che si estende dal porto fino alla periferia più orientale della città, dove affiorano emipelagiti marnose mioceniche (Schlier) e depositi essenzialmente pelitici di età mio-pliocenica (Formazione gessoso-solfi fera, Formazione a Colombacci, porzione pliocenica delle Argille azzurre). Questi terreni mostrano un locale andamento monoclinale con immersione verso SW e risultano maggiormente deformati rispetto a quelli affioranti nella zona occidentale, in quanto coinvolti in alcune pieghe, con lunghezza d'onda di qualche chilometro, orientate circa NW-SE, e in sovrascorrimenti con medesima orientazione e vergenza nord-orientale.

## 6.2 Tettonica

L'evoluzione e l'assetto della dorsale di Monte Conero e del territorio Anconetano ad essa collegata, si attua in più fasi tettoniche a cominciare dal Giurassico. Nel Messiniano superiore post-evaporitico l'area è coinvolta in una delle prime fasi tettoniche dell'Orogenesi Appenninica che provoca il corrugamento della dorsale di Cingoli e dell'area di Monte Conero (Pedeappennino esterno).

Detta tettonica messiniana ha sicuramente interessato anche i depositi pre-pliocenici dell'avanfossa, attualmente sepolti dalla sequenza plio-pleistocenica poco tettonizzata, creando un assetto morfologico caratterizzato da dorsali e depressioni ad andamento appenninico che hanno guidato la sedimentazione pliocenica.

In concomitanza con la deposizione del pliocene inferiore si ha la fase più intensa della tettonica pliocenica che coinvolge il bacino Pedeappennino Marchigiano Esterno e genera i "thrusts" principali che bordano ad oriente le dorsali di Cingoli, Staffolo, di Polverigi e del Conero e l'attuale assetto dei bacini idrografici del fiume Esino a nord e del fiume Musone (fiume Potenza) a sud.

Al passaggio plio-pleistocenico si ha il ritorno a condizioni di mare profondo, non meno di 500 metri, in gran parte dell'area costiera fino alla dorsale di Staffolo. In prossimità degli alti intrabacinali e nelle zone marginali del bacino di sedimentazione parzialmente emerso o comunque prossime al livello del mare, si forma una ampia lacuna sedimentaria con l'assenza dei termini compresi tra Pliocene medio e Pliocene superiore terminale o Pleistocene inf..

Anche il bacino pleistocenico come quello pliocenico, si imposta seguendo le linee tettoniche derivate dalla fase compressiva precedente ed è caratterizzato da depressioni separate da alti intrabacinali longitudinali e trasversali.

Nel Pleistocene inferiore inizia una ulteriore fase tettonica compressiva che, con fasi alterne, porta al sollevamento e alla completa emersione di tutta l'area. Tale fenomeno non avviene in maniera continua ma con fasi di maggiore o minore intensità che condizionano anche la sedimentazione del bacino quaternario.

La fase compressiva pleistocenica coinvolge non solo i depositi del pleistocene di base (Pliocene superiore terminale) ma anche quelli recenti.

Gli allineamenti degli epicentri degli eventi sismici avvenuti sulla costa del 1972 (Ancona) e 2013 Numana avvalorano l'esistenza di una tettonica trasversale alle dorsali tuttora attiva che condiziona l'attuale sedimentazione marina e l'evoluzione morfologica dei bacini idrografici.

Detta tettonica trasversale (faglie trasformi e diaclasi con rigetti orizzontali) riveste infatti un ruolo importante nell'evoluzione morfostrutturale dei bacini idrografici, in particolare nei confronti del reticolo idrografico e della pianura alluvionale.

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	24 di 92

La migrazione verso nord nella zona costiera dell'asta fluviale del fiume Esino e del fiume Musone, viene interpretata come una manifestazione dell'attività tettonica compressiva nella zona adriatica dovuta alla migrazione verso est della catena appenninica.

### **Domini dell'Appennino Umbro-Marchigiano**

I terreni che costituiscono il substrato dell'area in esame appartengono alla tipica successione dell'Appennino Umbro-Marchigiano, che rappresenta la parte più meridionale ed esterna dell'Appennino Settentrionale e sono costituiti da una successione calcarea che verso l'alto, per progressivo incremento della frazione terrigena, evolve verso termini più marnosi.

L'Appennino Umbro Marchigiano è costituito da una catena neogenica a pieghe e sovrascorrimenti, la cui deformazione rientra sia nel dominio strutturale duttile/fragile che fragile, coinvolgendo una copertura sedimentaria di età compresa tra Trias superiore ed il Pliocene attestata su basamento cristallino metamorfico.

L'Appennino Umbro Marchigiano costituiva una porzione di margine continentale passivo del paleo continente Adria coinvolto solo tardivamente dalla tettonica terziaria, con una imponente fase compressiva, attiva dal Miocene superiore al Plio-Pleistocene.

L'Appennino Umbro-Marchigiano è suddiviso in cinque domini strutturali, procedendo da Ovest verso Est sono:

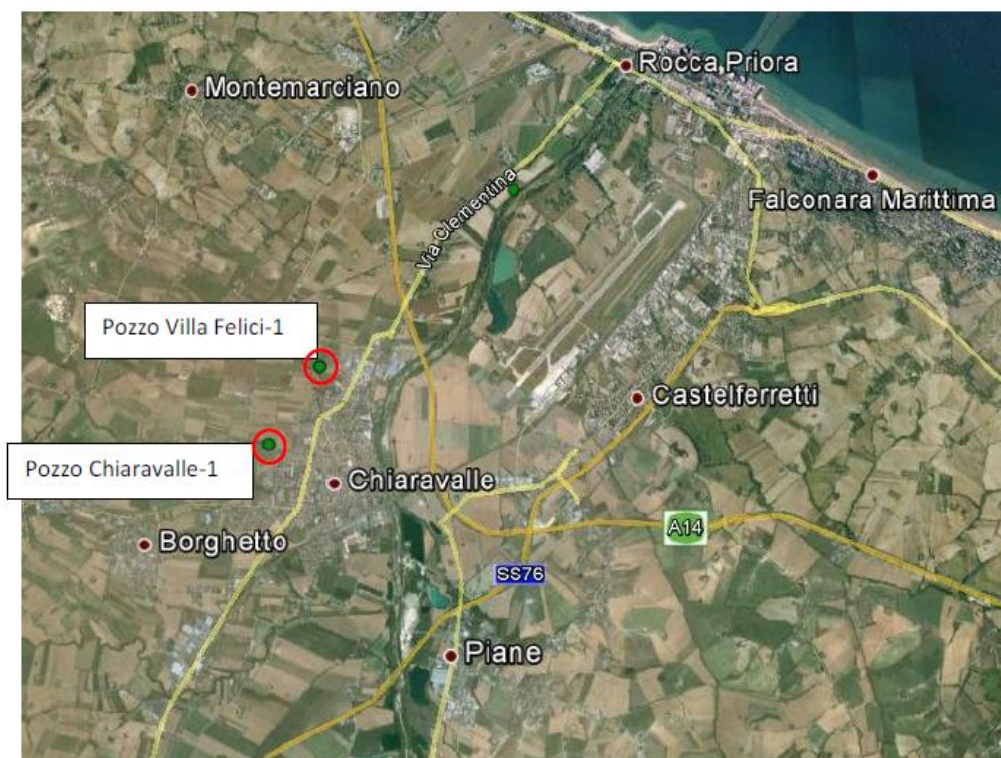
- || Preappennino Umbro, caratterizzato da rocce sedimentarie interessate da piani di sovrascorrimento che interessano la formazione dello Schlier e/o la Marnoso Arenacea;
- || Appennino Umbro-Marchigiano, caratterizzato da due grandi anticlinali asimmetriche con convergenza adriatica (Monte Maggio-Monte Nerone e Monte Burano- Monte Pale);
- || Pedeappennino Marchigiano Interno, caratterizzato da aree ribassate sede di bacini torbiditici (bacino di Fabriano e bacino di Camerino);
- || Appennino Marchigiano, caratterizzato dalla dorsale di Monte San Vicino (prolungamento settentrionale dei Monti Sibillini) rappresentata da una ampia anticlinale tettonizzata da numerose faglie sia inverse che trascorrenti;
- || Pedeappennino Marchigiano Esterno, caratterizzato dalla fascia che va dalla dorsale di Cingoli a quella del Monte Conero. Detto dominio nella porzione collinare costiera è soggetto anche all'azione diretta delle fluttuazioni eustatiche. Detta variazione del livello del mare in relazione alle fasi glaciali ed interglaciali ha causato ripetute regressioni e trasgressioni della linea di costa ed all'idrografia ad esso collegata. Infatti nella fase regressiva (abbassamento del livello del mare) tutta l'idrografia superficiale è in erosione aumentando progressivamente l'instabilità dei versanti dei sistemi collinari. Viceversa nella fase trasgressiva (innalzamento del livello del mare) nella fascia costiera ed in tutta l'idrografia superficiale si accumulano sedimenti sia marini che continentali stabilizzando progressivamente l'orografia superficiale.

### 6.3 Litostratigrafia

L'analisi stratigrafica dei pozzi realizzati per l'esplorazione petrolifera (consultabili grazie al progetto Videpi a cura del Ministero dello sviluppo economico- vedi fig. 7,8 e 9 seguenti) nel comune di Chiaravalle (pozzo Chiaravalle 1 e Villa felici 1), indicano per i depositi di avanfossa, spessori di circa 1300 m.



<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	25 di 92




Lo studio della linea sismica realizzata da Eni SpA lungo la valle dell'Esino da Serra san Quirico a Falconara, effettuato da Mirabella-Basili (2007- in Scenari di pericolosità sismica della fascia costiera marchigiana-la micro zonazione sismica di Senigallia), evidenzia che la struttura thrust-fault precedentemente indicata è ben presente nell'area di studio, con evidenze di due scollamenti principali: il più profondo in corrispondenza delle evaporiti triassiche (a circa 3-4 km di profondità) ed il più superficiale in corrispondenza della sequenza torbiditica Miocenica posto a circa 2,0 km di profondità.

Nel territorio comunale, i depositi marini pelitici plio-pleistocenici affiorano (a meno di una copertura detritica convenzionalmente posta uguale a 3 m) nella sola località "Grancetta". Qui, tali depositi, presentano una stratificazione sub orizzontale con direzione E-W e sono costituiti da argille grigio-azzurre preponderanti con sottili intercalazioni sabbiose. La restante porzione, ovvero la quasi totalità del territorio comunale, è geologicamente caratterizzata dalla presenza di terreni continentali di genesi alluvionale messi in posto ad opera del fiume Esino e disposti in quattro ordini di terrazzi. Tali terreni, variamente costituiti da argille, limi, sabbie e ghiaie, presentano spessori variabili da pochi metri, nei raccordi vallivi laterali ed incorrispondenza delle chiusure perimetrali dei depositi terrazzati, a circa 35 metri, in corrispondenza del centro della vallata del F. Esino.

I dati di natura litologica, stratigrafica e litostratigrafica si basano sugli studi di approfondimento relativi alla MZS del territorio comunale di Chiaravalle e sono stati ricavati dall'analisi e verifica delle cartografie geologiche esistenti (Foglio n. 17 Jesi della Carta Geologica d'Italia; Carta Geologica Regionale in scala 1:10000 - progetto CARG; Carta Geologica allegata al vigente strumento urbanistico). Sono stati inoltre effettuati rilievi diretti in campagna e acquisiti circa 250 indagini dirette, effettuate nel territorio comunale, che hanno rappresentato la base-dati geolitologica con la relativa Carta delle Indagini reperite e raccolte.

I terreni presenti nell'ambito del territorio comunale di Chiaravalle sono costituiti essenzialmente da:

- formazioni marine (Pliocene sup. - Pleistocene medio)
- terreni di origine continentale: deposizioni alluvionali terrazzati (Pleistocene medio - Olocene) e detriti di versante a granulometria fine.

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>26 di 92</b>

I terreni depositatisi in ambiente continentale che costituiscono il 90% circa del territorio comunale, insistono, con spessori variabili, sulle formazioni argillo-marnose di fondo del Plio-pleistocene di origine marina.

In particolare la serie stratigrafica locale, partendo dai termini più antichi e procedendo verso i più recenti può essere così schematizzata:

#### FORMAZIONI MARINE

- **argille plio-pleistoceniche:** argille marnoso-siltose stratificate in alternanza con livelli e strati sabbiosi. Lo spessore di tale formazione è rilevante, in ogni caso superiore ai 1000 m (vedi stratigrafie pozzi petroliferi fig. 7,8,9);

#### DEPOSITI CONTINENTALI

- **Alluvioni:** ghiaie, ghiaie e sabbie in matrice limo-argillosa, sabbie, sabbie limose, limi-argillosi e argille-limose variamente disposte sia in senso areale che verticale. Immediatamente al di sopra delle argille plio-pleistoceniche si rinvengono grossi banchi di ghiaie e ghiaie sabbiose prevalentemente calcaree arrotondate ed appiattite ad uniformità variabile. Localmente tali banchi ghiaiosi possono essere interrotti dalla presenza di lenti a granulometria più sottile (sabbie –limi e argille) con chiusure laterali a pinch-out e con spessori variabili da pochi centimetri fino ad alcuni metri. I depositi ghiaiosi risultano praticamente affioranti nell'area dell'attuale corso fluviale del F. Esino e nelle aree immediatamente prossime ad esso, nelle aree terrazzate in loc. “Le Cozze” e nel terrazzo di I ordine presente in loc. Galoppo.

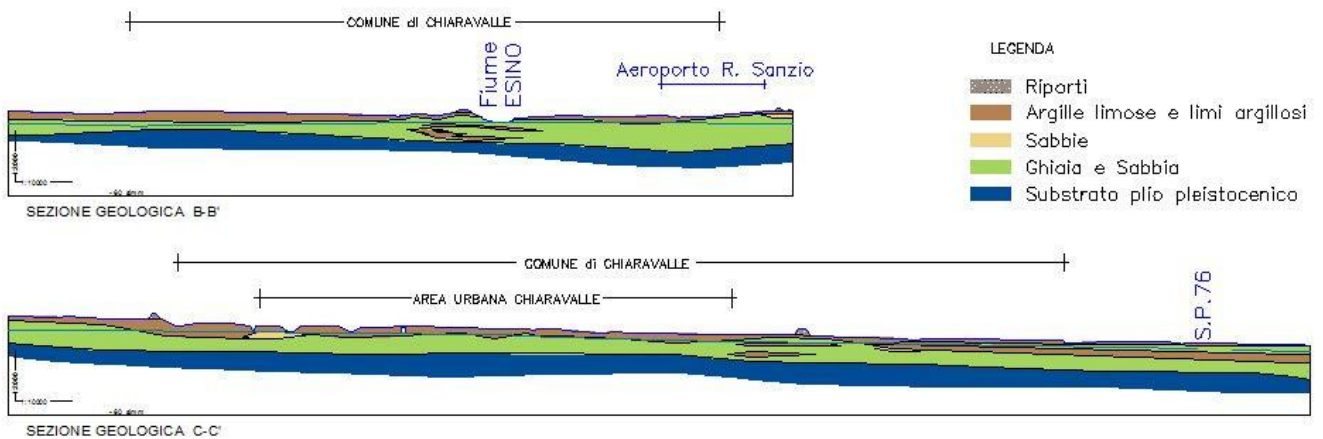
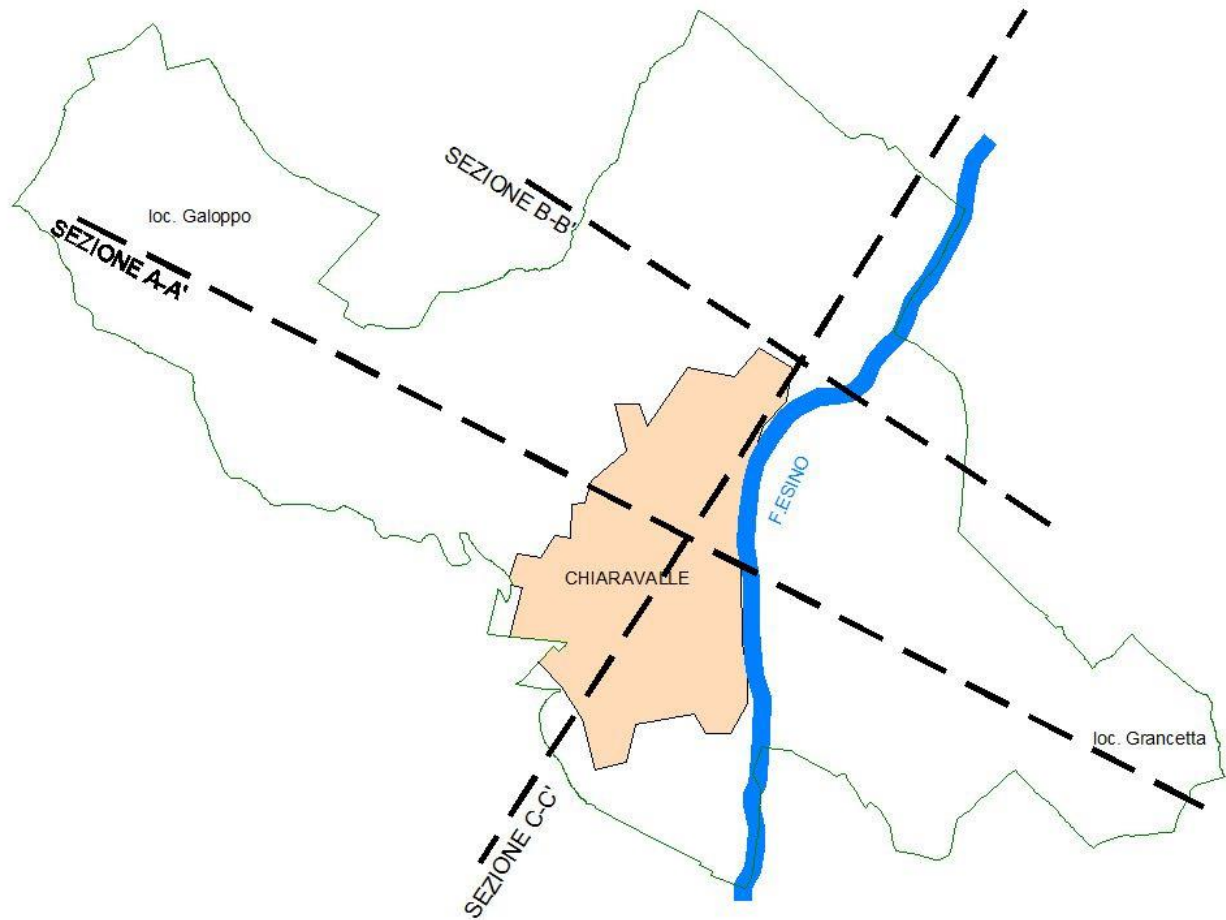
Laddove le ghiaie non affiorano, al di sopra di queste si rinvengono tipicamente spessori variabili da 4 a 9 m di alluvioni sottili variamente costituite da limi argillosi, limi sabbiosi e argille limose. Tali depositi, sempre affioranti, a meno della copertura trascurabile costituita dal terreno vegetale, divengono, quando non esclusive, preponderanti rispetto alle sottostanti ghiaie, nella porzione occidentale del territorio comunale in sinistra orografica rispetto al F. Esino e nei terrazzi di ordine intermedio in loc. Galoppo.

- **Detriti di versante:** argille limose talora leggermente sabbiose poste nei versanti collinari con spessori generalmente crescenti da monte verso valle; rappresentano il prodotto del disfacimento della formazione marina plio-pleistocenica in ambiente subaereo ad opera degli agenti atmosferici.

Tali depositi, nei versanti del nucleo collinare in loc. Grancetta, presentano spessori variabili da 3 a 8 m circa.


Le sezioni geologiche di riferimento per l'area di intervento sono la BB' e CC' di seguito riportate.

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	<b>Codice Elaborato:</b> CHIDT_01.700
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	<b>Data:</b> 05/12/2023
		<b>Revisione:</b> 00
		<b>Pagina:</b> 27 di 92



La ricostruzione geolitologica del sottosuolo effettuata mediante le correlazioni litostratigrafiche derivanti dalle indagini puntuali, ha permesso di elaborare un modello geolitologico del territorio comunale evidenziato nelle sezioni riportate nello studio di MZS.

In tali sezioni, oltre alle caratteristiche deposizionali già rimarcate al paragrafo precedente in merito allo spessore ed al rapporto reciproco tra le varie tipologie dei depositi alluvionali, soprattutto in senso trasversale all'asse vallivo (sez. A e B), è possibile notare, in senso longitudinale alla valle del F. Esino (sezione C) la presenza, con una certa continuità, di un livello alluvionale limo-argilloso, mediamente spesso

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>28 di 92</b>

circa 5-6 m, che divide il deposito ghiaioso in due porzioni dando luogo a localizzati fenomeni di pseudoartesianità.

#### 6.4 Assetto Geomorfologico

Il territorio comunale, su un'estensione di 17,390 Km<sup>2</sup> è caratterizzato da tre unità morfologiche principali corrispondenti ad affioramenti litologicamente differenti:

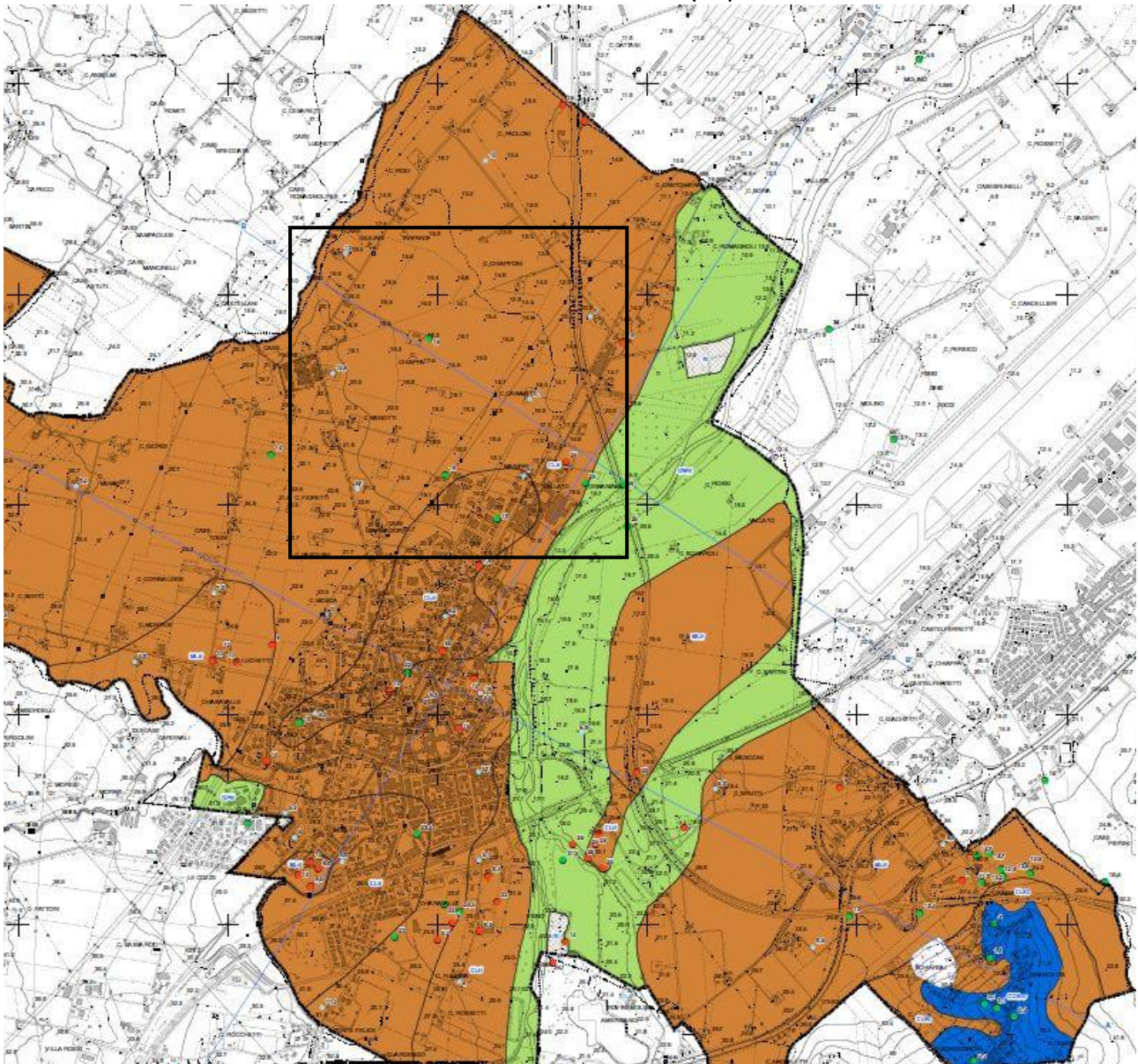
1. pianura alluvionale 14,1 Km<sup>2</sup>;
2. zone collinari plioceniche 0,79 Km<sup>2</sup>;
3. zone collinari con deposizioni alluvionali terrazzate 2,5 Km<sup>2</sup>.

L'area di intervento si sviluppa completamente sull'unità morfologica 1 della pianura alluvionale con quote comprese tra 15m slm e 20 slm (area impianto) in sinistra idrografica del f.Esino.






1. La pianura, costituita prevalentemente dalle alluvioni del fiume Esimo e dei suoi affluenti principali (t. Triponzio, t. Guardengo), ha una estensione pari all' 83 % dell'intero territorio comunale. Ha andamento pianeggiante con pendenze pressoché nulle comprese tra 0° e 2°. Localmente, in coincidenza dell'incisione dei corsi d'acqua principali, si ha un aumento delle pendenze medie, con valori che raggiungono i 5° e localizzate rotture di acclività. La fascia di terreno con tali caratteristiche, in percentuale, è pari al 5%.

In relazione alla ricostruzione dell'andamento del substrato pelitico pliocenico di cui si riporta lo stralcio cartografico, si evidenzia che per l'area di intervento si hanno valori compresi tra 0/-4m slm nella fascia inferiore Est con quote intorno ai 15m slm e circa +6/+8m slm nella fascia superiore Ovest con quote prossime ai 20m slm.

**CARTA GEOLOGICO-TECNICA da MZS 2° LIVELLO DI CHIARAVALLE (AN)**



**Terreni di copertura**

-  Terreni contenenti resti di attività antropica
-  Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
-  Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
-  Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
-  Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre.  
 tf= depositi alluvionali; ec= depositi di versante

**Substrato geologico**

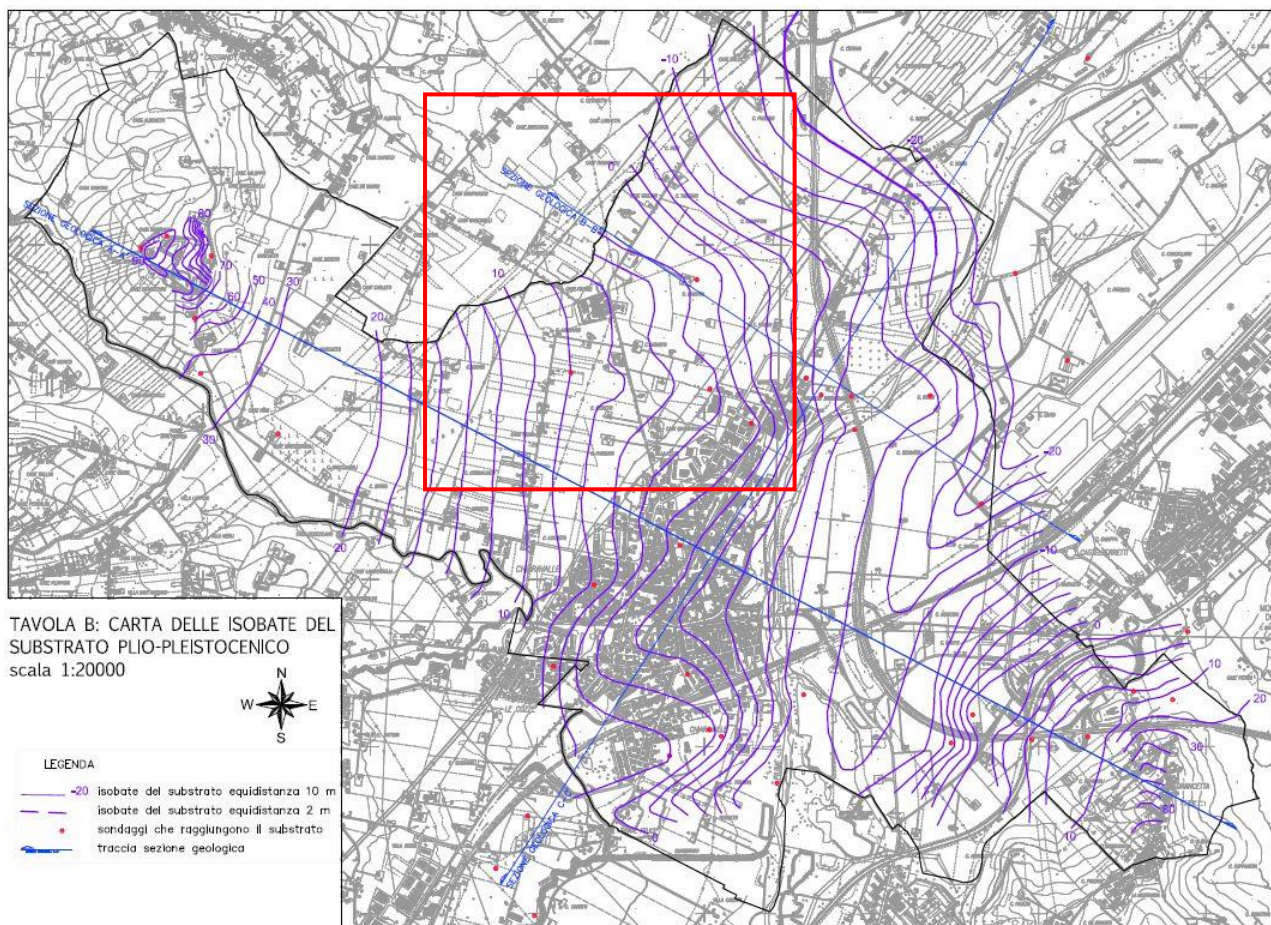
-  Substrato geologico coesivo sovraconsolidato stratificato (non rigido)

**Instabilità di versante**

-  scorrimento - attiva

**Forme di superficie**

-  Conoide alluvionale



Il sito in esame pertanto è caratterizzato dalla fascia alluvionale e di raccordo con il fondovalle del f. Esino in sponda sinistra; la formazione di base ivi presente è rappresentata dall'associazione pelitica FAA pliocenica delle Argille Azzurre passante a depositi terrazzati di natura alluvionale prevalentemente limoso-sabbiosi e sabbiosi subordinatamente argillosi con ghiaia (MUSbn *a* e *b*).

Il substrato geologico uniforme per tutto il territorio, costituito da argille stratificate plio-pleistoceniche sovraconsolidate (Formazione pelitica delle Argille Azzurre) presentano generalmente buone caratteristiche meccaniche ( $c' = 0,3-0,4$  kg/cmq e  $j = 25^\circ-26^\circ$ ; ) e velocità di propagazione delle onde S comprese nell'intervallo 350 m/s - 650 m/s.

Il substrato, in virtù delle Vs indicate, è stato considerato "Non rigido" dal punto di vista sismico. Esso affiora, a meno di una copertura inferiore ai 3 m, in località Grancetta, mentre risulta sottostante ad una coltre di terreni di copertura alluvionali e detritici di vario spessore (vedi tavola: isobate del substrato) nel resto del territorio.

Le coperture alluvionali ricoprono la restante porzione del territorio comunale con spessori variabili da pochi metri in coincidenza delle chiusure vallive laterali a circa 35 metri, in corrispondenza del centro della vallata del F. Esino. Esse sono costituite da terreni coesivi (limi e argille) e granulari (sabbie e ghiaie) variamente disposti sia in senso laterale che verticale: tipicamente le ghiaie affiorano (a meno di una copertura di terreni sottili di 3 m) al centro della valle Esina, in corrispondenza dell'asse fluviale e nelle aree ad esso prossime, mentre risultano sovrastate da uno spessore variabile da 3 a 12 m di sedimenti alluvionali sottili nel resto del territorio.

Gli spessori delle coperture alluvionali sottili risultano massimi nella porzione occidentale del territorio comunale dove le ghiaie diminuiscono o scompaiono. Sono invece minimi nella porzione orientale ed in corrispondenza della loc. le Cozze.

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>31 di 92</b>

Generalmente le alluvioni sottili presentano modeste caratteristiche geotecniche ( $j = 20^\circ$  e  $25^\circ$ ,  $c' = 0,1$  e  $0,2$  Kg/cmq e  $c_u \leq 1,5$  Kg/cmq) e  $V_s$  comprese tra 200 m/s e 290 m/s, mentre le ghiaie e le sabbie presentano valori di addensamento assai variabili e  $V_s$  generalmente comprese nell'intervallo 320 m/s – 610 m/s.

L'area puntuale di intervento, sotto l'aspetto geomorfologico, non presenta segni di degrado tali da far presupporre instabilità per fenomeni gravitativi attivi e/o quiescenti pur se sono censite aree a rischio idrogeologico nel Piano di Assetto Idrogeomorfologico Regionale ex AdB Marche e nell'IFFI sull'areale di intervento.

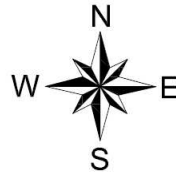
#### 6.5 Idrologia ed Idrogeologia

Per quanto riguardano le peculiarità idrogeologiche dell'area in studio in dettaglio, le litologie prevalentemente di copertura alluvionale limoso-ghiaiose, sabbiose e ghiaiose in superficie forniscono una media permeabilità favorendo pertanto fenomeni di infiltrazione delle acque meteoriche che vanno a ricaricare o alimentare la falda freatica e la valle alluvionale del f.Esino.





Le linee di flusso dedotte dal modello idrodinamico di seguito riportato ed allegato allo studio di MZS comunale (TAVOLA C), delineano il percorso preferenziale profondo e subsuperficiale in condizioni di saturazione dei depositi sovrastanti nell'area di fondovalle verso la pianura alluvionale (Est/Nord-Est). I livelli delle isofreatiche per l'area di impianto risultano compresi da valle verso monte tra 4/6m slm e 10/12m slm.

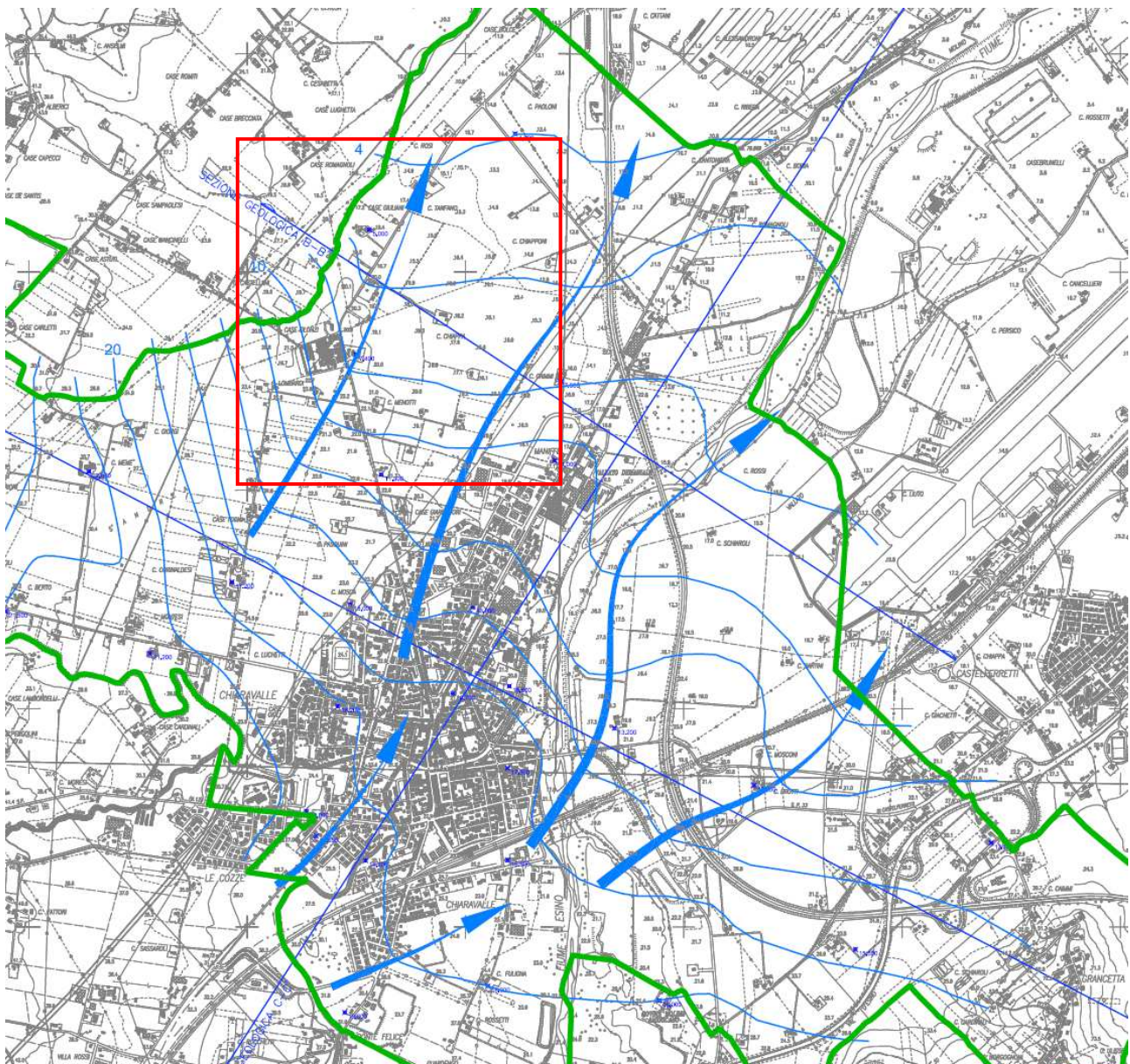
Di seguito si allegano i riferimenti cartografici idrogeologici, stratigrafici, geologici per l'area in studio.

**TAVOLA C:  
 CARTA DELLE ISOFREATICHE  
 scala 1:20000**



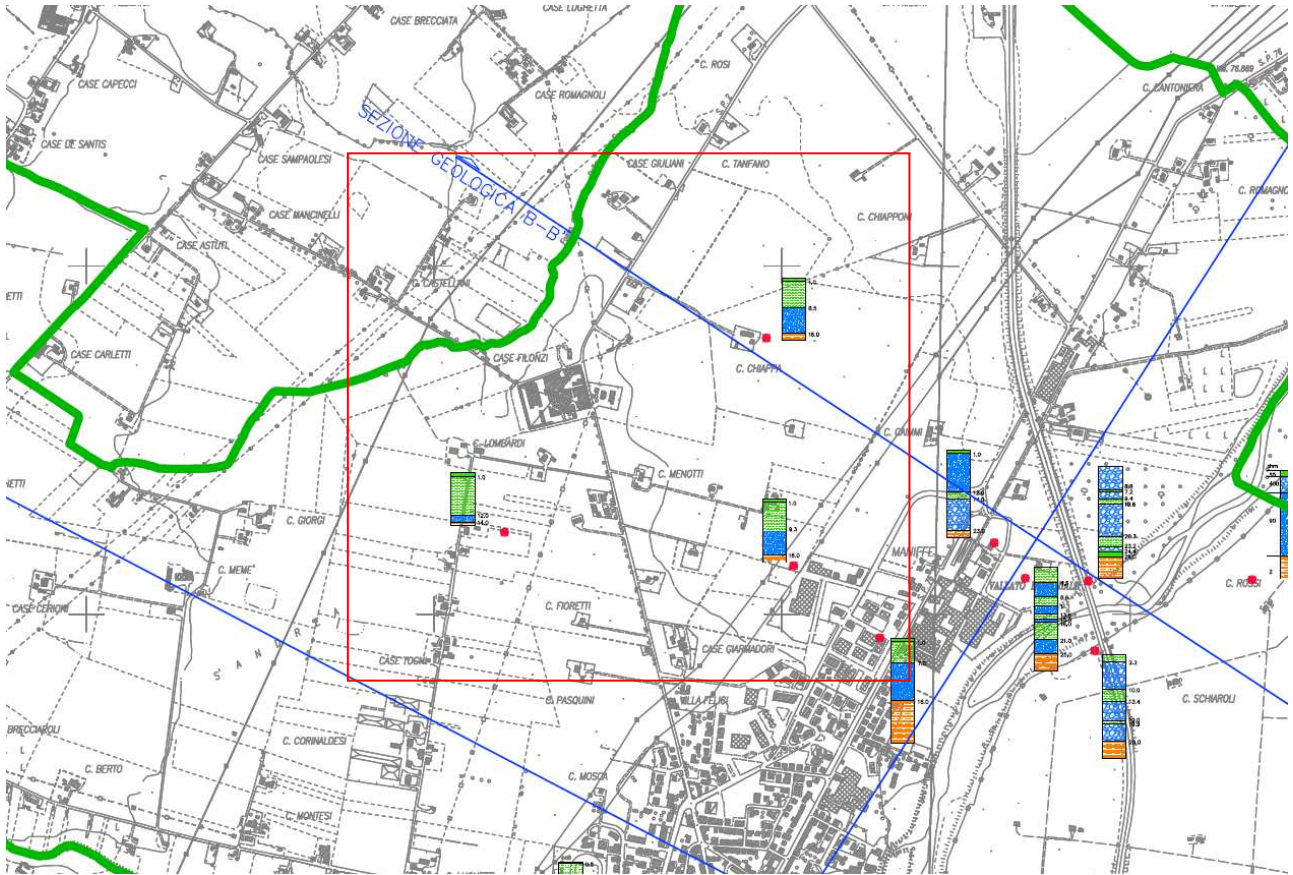
LEGENDA

-  **10** isofreatiche equidistanza 2 m
-  linee di flusso della falda idrica
-   $\times 29.800$  pozzi
-  traccia sezione geologica

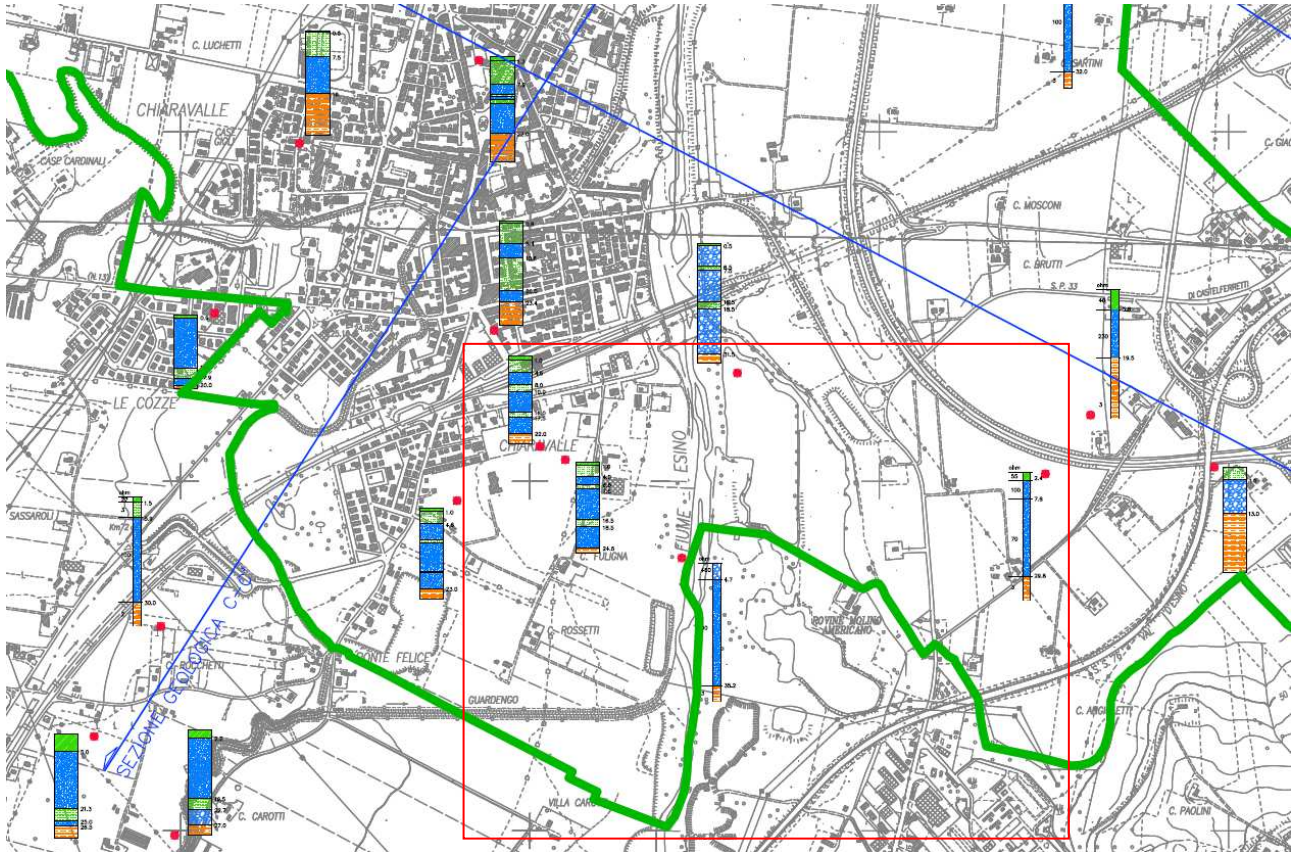


CARTA DELLE STRATIGRAFIE PROFONDE





FOGLIO NORD (AREA IMPIANTO)



FOGLIO SUD (AREA S/T)

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	34 di 92

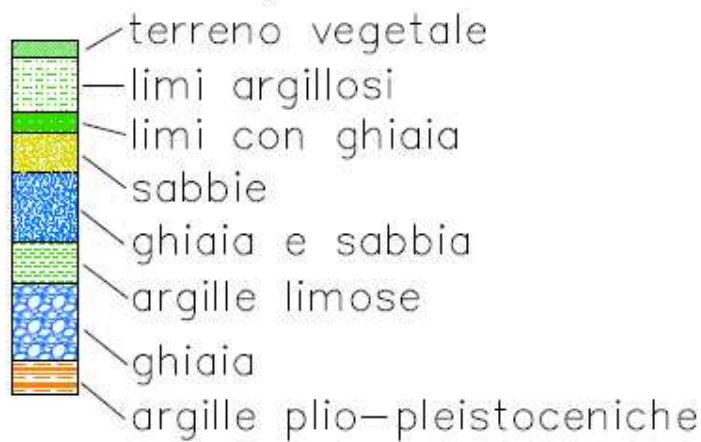
# TAVOLA A: CARTA DELLE STRATIGRAFIE PROFONDE

## scala 1:20000

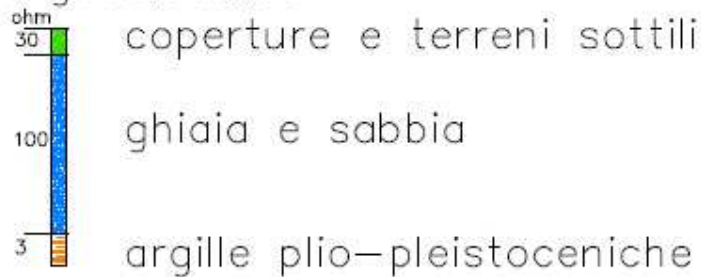


### LEGENDA

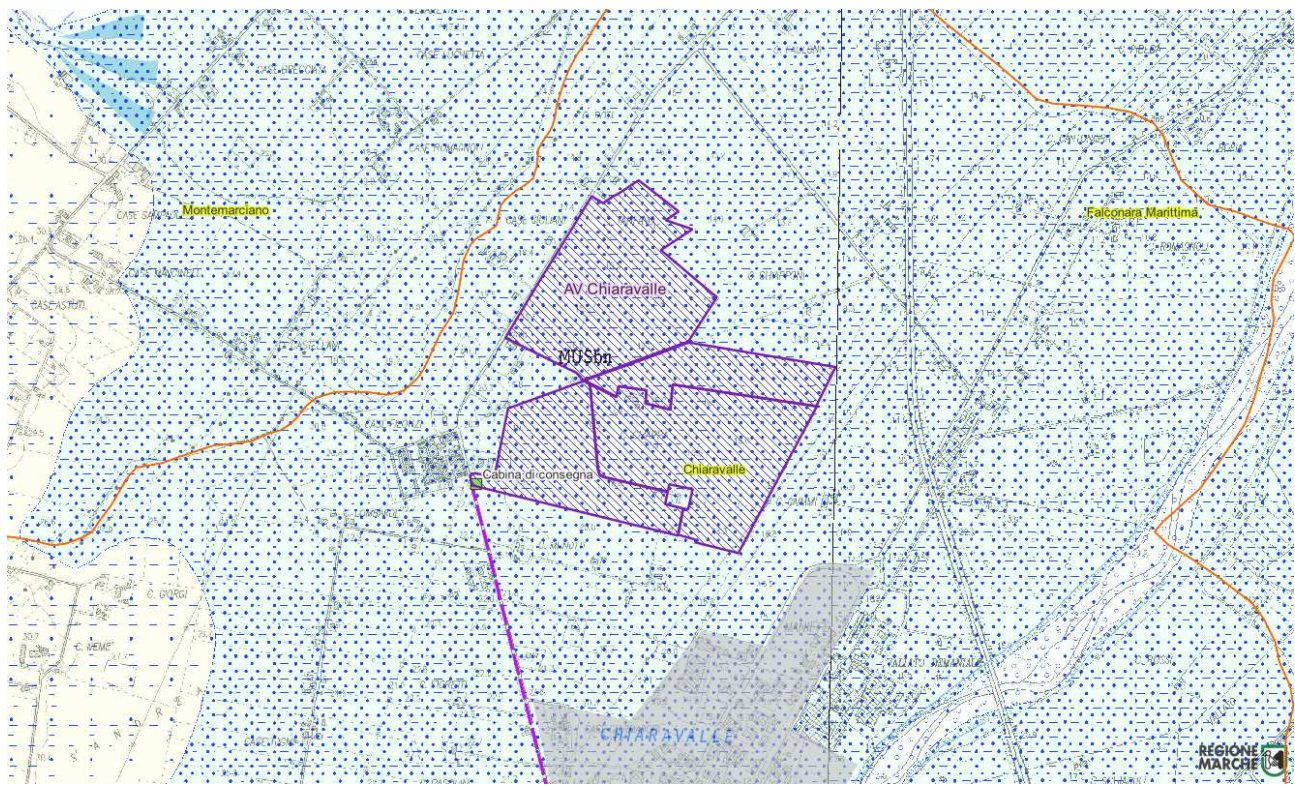
colonna stratigrafica



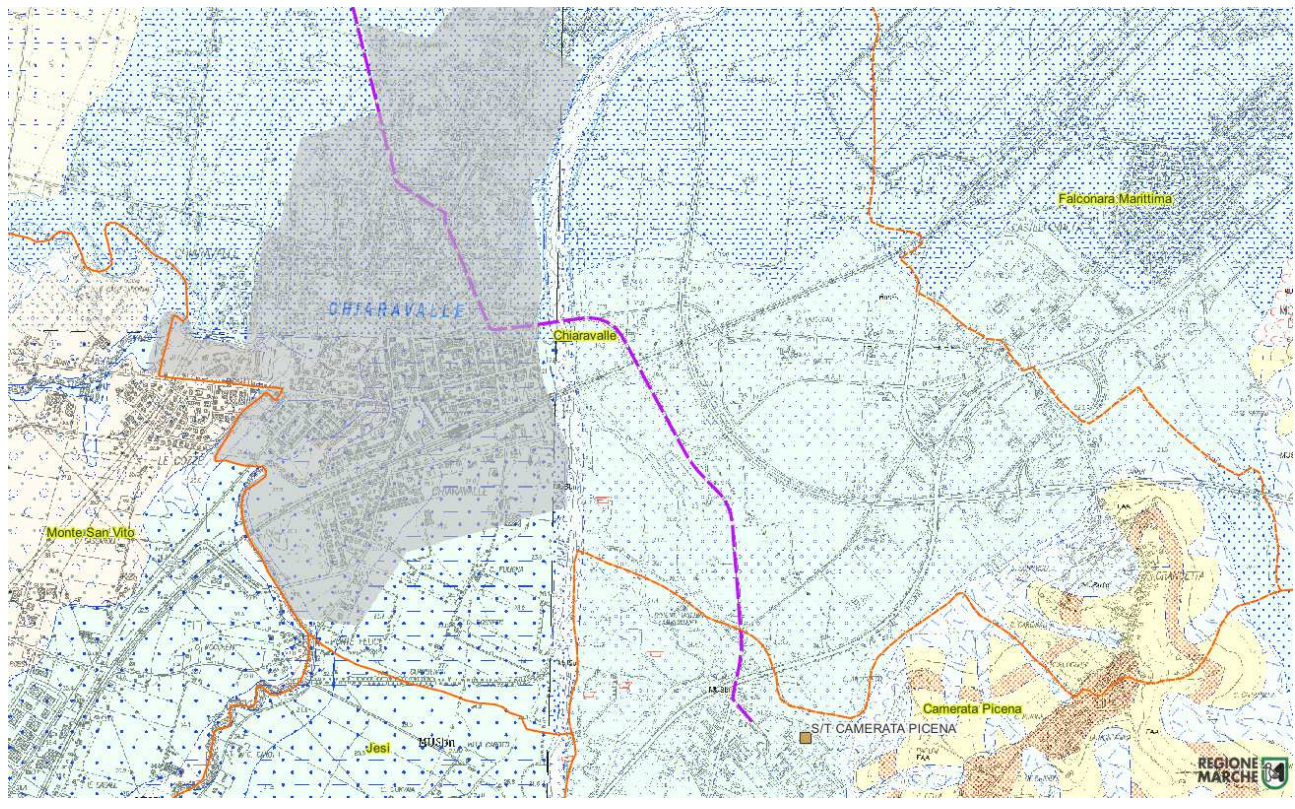
SEV geoelettrico



**CARTA GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA CARG - Foglio 281160 (Scala 1:10'000)**



**Area Impianto**






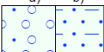
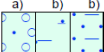
**Area S/T Camerata Picena**

## LEGENDA GEOLOGICA

### DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI


#### SINTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)

	MUSa1	Frane in evoluzione
	MUSa1q	Frane senza indizi di evoluzione
	MUSb2	Depositi eluvio-colluviali
	MUSb	Depositi alluvionali attuali a) ghiaie e sabbie prevalenti con lenti sabbioso - limoso - argillose b) Sabbie, limi e argille con subordinate lenti ghiaiose
	MUSbn	Depositi alluvionali terrazzati a) ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi e argille b) argille, limi e sabbie prevalenti associate a subordinate ghiaie

#### SINTEMA DI MATELICA

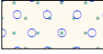
(PLEISTOCENE SUPERIORE)

	MTIbn	Depositi alluvionali terrazzati argille, limi e sabbie prevalenti associate a subordinate ghiaie
---	-------	---

#### SUPERSINTEMA COLLE ULIVO (AC)


#### SINTEMA DI SELVATORTA (ACF)

(PLEISTOCENE MEDIO finale)

	ACFbn	Depositi alluvionali terrazzati ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie
---	-------	---

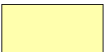





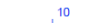



#### SINTEMA DI URBISAGLIA (URS)


(PLEISTOCENE INFERIORE/MEDIO - MEDIO)

	URSbn	Depositi alluvionali terrazzati ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie
---	-------	---

### SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

#### SUCCESSIONE PLIOCENICA

	FAA	ARGILLE AZZURRE Pliocene inferiore p.p. Pleistocene inferiore p.p.
	FAAa	ARGILLE AZZURRE Litofacies pelitico-arenitica
	FAAb	ARGILLE AZZURRE Litofacies arenitico-pelitica
		Deposito antropico /struttura antropica
		Contatto stratigrafico o litologico
		Contatto stratigrafico o litologico incerto
		Stratificazione diritta
		Orlo di scarpata di frana
		Orlo di terrazzo fluviale
		Conoide alluvionale e da debris flow

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	37 di 92

Le attuali conoscenze dell'idrogeologia regionale si basano principalmente sullo "Schema Idrogeologico della regione Marche in scala 1:100.000".

Sulla base del differente grado di permeabilità, è possibile distinguere i complessi idrogeologici "acquiferi" da quelli "non acquiferi" (aquiclude).

Nel territorio marchigiano i principali acquiferi si rinvencono:

- Nei complessi idrogeologici carbonatici del Massiccio, della Maiolica e della Scaglia non presenti in affioramento nel territorio del Comune di Chiaravalle;
- Nei depositi permeabili costieri, fluvio-lacustri e delle pianure alluvionali.

Gli acquiferi minori, caratterizzati da estensione limitata e di interesse locale, si rinvencono:

- Nei complessi idrogeologici arenacei e marnoso-calcarei di alcune formazioni terrigene e torbiditiche (Formazione Marnoso-Arenacea, Formazione Gessoso-Solfifera, Colata della Val Marecchia, bacini minori intra-appenninici, depositi arenacei intercalati alle argille plio-pleistoceniche);
- Nei depositi idrogeologici dei depositi detritici di versante ed eluvio-colluviali.

Allo stato attuale delle conoscenze, mentre è possibile delimitare con sufficiente precisione gli acquiferi delle pianure alluvionali, non altrettanto dicasi per gli acquiferi dei complessi idrogeologici carbonatici.

Dal punto di vista sedimentario le Marche sono costituite da successioni sedimentarie e marine pressoché continue dal Trias superiore al Neogene; nell'area più orientale tale successione è ricoperta in discordanza da sedimenti marini Plio-Pleistocenici. Queste due successioni, corrispondenti a due distinti cicli sedimentari, presentano nell'ambito del territorio regionale notevoli variazioni di facies e di spessori; tali disomogeneità sono legate alla continua evoluzione del basamento continentale su cui si sono sviluppate e alla tettonica che ha condizionato gli ambienti di sedimentazione.

Alla luce di tale situazione geologico-strutturale, ARPAM, nella pubblicazione "Relazione sullo stato di qualità dei corpi idrici sotterranei per il triennio 2013-2015", ha così definito i principali complessi idrogeologici che caratterizzano la Regione:

- Complessi idrogeologici delle pianure alluvionali;
- Complessi idrogeologici della sequenza mio-pliocenica;
- Complessi idrogeologici della sequenza carbonatica.

Facendo riferimento allo Schema idrogeologico della Regione Marche (Tavola 1-A.1.3 del PTA, Regione Marche e Università di Ancona, 2002) l'area in esame (cerchio rosso) si colloca all'interno del Complesso idrogeologico delle alluvioni (2a) (Pleistocene medio-superiore ed Olocene).

### **Complesso idrogeologico delle pianure alluvionali e dei depositi fluvio-lacustri e lacustri (Pleistocene medio-superiore – Olocene)**

Tale complesso è formato essenzialmente dai **depositi alluvionali terrazzati recenti (2a)** ed antichi (2b) delle pianure alluvionali, costituiti da corpi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e ghiaioso-limosi, con intercalate lenti, di estensione e spessore variabili, argilloso-limose e sabbioso-limose, frequenti in prossimità della costa. I depositi fluvio-lacustri (2c) sono sede di falde di limitata estensione con notevole escursione stagionale e ricarica operata essenzialmente dalle piogge.

Nei depositi alluvionali delle pianure dei fiumi marchigiani hanno sede acquiferi significativi, dai principali dei quali vengono captate le acque per uso idropotabile, industriale ed agricolo della maggior parte dei comuni della zona collinare e della fascia costiera. In generale i depositi alluvionali, antichi e recenti, sono formati da corpi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e ghiaioso-limosi con intercalate lenti, di varia estensione e spessore, argilloso-limose e sabbioso-limose. La distribuzione di questi litotipi varia sensibilmente all'interno di ciascuna pianura così come risultano molto variabili gli spessori delle alluvioni tra le diverse pianure. Nella parte medio-alta delle pianure gli acquiferi alluvionali sono caratterizzati da falde monostrato a superficie libera, mentre in prossimità della costa possono essere presenti acquiferi multistrato con falde prevalentemente semiconfiniate, subordinatamente confinate. L'alimentazione degli acquiferi è data

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>38 di 92</b>

principalmente dall'infiltrazione delle acque fluviali e la ricarica da parte delle piogge può essere considerata trascurabile, ad eccezione della parte alta delle pianure, dove le coperture argilloso-limose sono generalmente assenti.

La facies idrochimica principale è bicarbonato-calcica con tenore salino raramente superiore a 0.5 g/l. In alcune zone delle pianure sono presenti anche acque a facies clorurosodica e cloruro-sodicosolfatica con tenore salino superiore anche ad 1 g/l. Nei fondovalle e nelle pianure, associati ai numerosi affluenti dei fiumi principali, si hanno depositi di argille limose siltoso-sabbiose a permeabilità bassa, sedi di acquiferi con forte escursione stagionale della piezometrica, che alimentano, oltre il reticolo idrografico, anche gli acquiferi delle pianure. Gli acquiferi delle pianure alluvionali costituiscono una delle principali fonti di approvvigionamento idrico delle Marche.

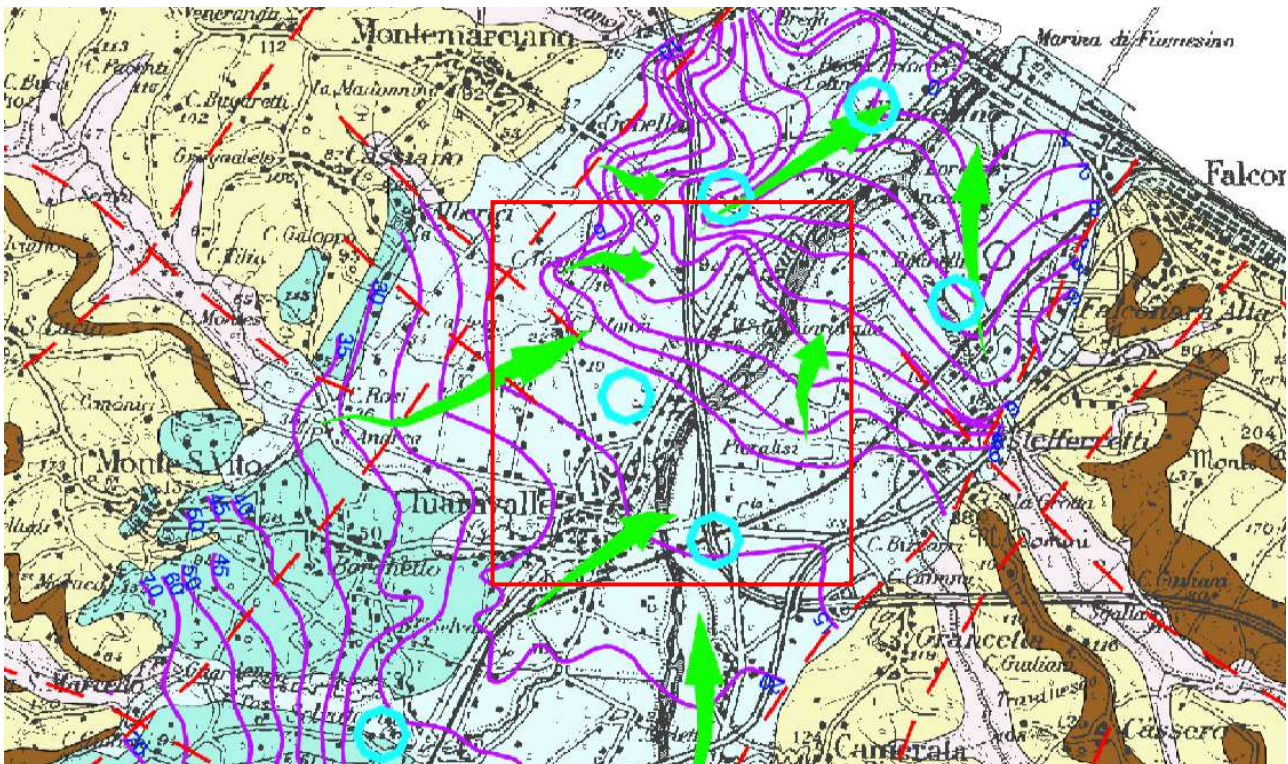
L'importanza di tali acquiferi è, quindi, enorme per l'economia marchigiana, anche se il progressivo inquinamento delle acque sotterranee li rende sempre meno utilizzabili ai fini idropotabili. Infatti, la vulnerabilità degli acquiferi di subalveo è estremamente alta, così come la pericolosità potenziale di inquinamento a causa dell'elevata concentrazione degli insediamenti, dell'attività produttiva e della rete infrastrutturale e tecnologica.

• **Complesso idrogeologico delle argille, argille marnose e marne argillose (Messiniano – Pleistocene)**

È costituito da argille, argille marnose e marne argillose di età messiniana (4c), pliocenica (4b) e pleistocenica (4a), con intercalati a diversa altezza della sequenza corpi arenacei, arenaceoconglomeratici, arenaceo-pelitici, arenaceo-organogeni e conglomeratici (5), sede di acquiferi. Le argille costituiscono di norma il substrato impermeabile degli acquiferi delle pianure alluvionali e delle eluvio-colluvioni di fondovalle.

Il ruscellamento e l'evapotraspirazione sono preponderanti rispetto all'infiltrazione. I corpi arenacei affiorano nei versanti ove hanno giacitura a reggipoggio e spesso costituiscono il substrato di fossi e torrenti. La loro geometria presenta notevoli variazioni di spessore ed essi tendono a chiudersi a lente nelle peliti, procedendo dall'area appenninica verso la costa adriatica, creando le condizioni per la formazione di acquiferi confinati. La presenza di acqua dolce in tali corpi, documentata anche da pozzi per ricerche di idrocarburi, dà luogo a numerose sorgenti a regime stagionale e perenne, la cui portata minime possono superare anche 1 l/s. Il regime delle sorgenti è tipico di bacini poco profondi con modesti volumi immagazzinati e circolazione veloce. L'alimentazione è dovuta principalmente alle piogge ed in alcuni casi alle acque superficiali dei fossi e dei torrenti che insistono sui corpi arenacei. La facies idrochimica è bicarbonato-calcica con tenore salino generalmente superiore a 0,5 g/l ed arricchimenti in cloruri, sodio, magnesio e solfati. Le acque utilizzate in passato per scopi idropotabili, risultano oggi generalmente inquinate.

TAVOLA 1-A.1.3 – SCHEMA IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE MARCHE  
FOGLIO NORD



- 2a
- 2b
- 2c


**2 – Complesso idrogeologico delle pianure alluvionali e dei depositi fluvio-lacustri e lacustri (Olocene-Pleistocene sup. e medio).**

Tale complesso è formato essenzialmente dai depositi alluvionali terrazzati recenti (2a) ed antichi (2b) delle pianure alluvionali, costituiti da corpi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e ghiaioso-limosi, con intercalate lenti, di estensione e spessore variabili, argilloso-limose e sabbioso-limose, frequenti in prossimità della costa. Nella parte medio-alta delle pianure gli acquiferi di subalveo sono caratterizzati da falde monostrato a superficie libera. In prossimità della costa possono essere presenti acquiferi multistrato con falde confinate e semiconfinate. Tali acquiferi sono di notevole importanza per l'approvvigionamento idrico e per uso civile, agricolo ed industriale.

La trasmissività dei depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi varia da  $1.5 \times 10^{-2}$  a  $9 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup> /s; la permeabilità da  $7 \times 10^{-2}$  a  $2 \times 10^{-3}$  m/s; la velocità effettiva, misurata nei depositi ghiaiosi in condizioni di moto perturbato, da 2 a 30 m/h; la porosità dinamica dal 2 al 7%; la permeabilità delle coperture argilloso-limose e limoso-argillose (fiumi Esino, Cesano e Musone) varia da  $1.5 \times 10^{-4}$  a  $5.5 \times 10^{-5}$  m/s. La circolazione è molto veloce e legata alla presenza di paleoalvei; l'escursione media della piezometrica raramente supera i 2m. L'alimentazione di tali acquiferi è dovuta soprattutto all'infiltrazione delle acque fluviali e la ricarica da parte delle piogge può essere considerata trascurabile, ad eccezione della parte alta delle pianure, dove le coperture argilloso-limose sono generalmente assenti. La facies idrochimica principale è bicarbonato-calcica con tenore salino raramente superiore a 0.5 g/l; in alcune zone delle pianure sono presenti acque a facies cloruro-sodica e cloruro-sodico-solfatica, di origine profonda e con tenore salino superiore anche ad 1 g/l. La qualità delle acque è compromessa da fenomeni di inquinamento che hanno interessato vaste aree delle pianure.

La vulnerabilità degli acquiferi è estremamente elevata, la pericolosità potenziale di inquinamento, a causa dell'elevata concentrazione degli insediamenti, dell'attività produttiva e della rete infrastrutturale e tecnologica è molto elevata.

I depositi fluvio-lacustri (2c) sono sede di falde di limitata estensione con notevole escursione stagionale e ricarica operata essenzialmente dalle piogge.

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>40 di 92</b>

## 7. CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA e GEOTECNICA

La caratterizzazione dettaglio del sito di intervento si è avvalsa dai dati reperiti e disponibili dallo studio di MZS di 2° livello el Comune di Chiaravalle (area impianto) e di Camerata Picena (Area S/T) nello specifico il database del Comune di Chiaravalle risulta composto da:

➤ Per la caratterizzazione geotecnica:

- 9 sondaggi con prelievo di campioni e relative analisi di laboratorio;
- 49 sondaggi con descrizione stratigrafica;
- 21 prove penetrometriche statiche;
- 90 prove penetrometriche dinamiche;

➤ Per la caratterizzazione geofisica:

- 6 prospezioni MASW
- 18 prospezioni FTAN (MFA-Holisurface)
- 1 prospezione sismica a rifrazione
- 45 misure HVSR
- 1 prospezione Cross-hole.

Si sono inoltre valutate n. 3 Down-hole realizzate nel territorio comunale di Falconara, limitrofo a quello di Chiaravalle, su depositi alluvionali del F. Esino in analogo contesto geologico deposizionale, litotecnico e stratigrafico.

Sono state reperite e consultate in particolare le indagini prossime all'area di intervento (impianto) raccolte nel database della MZS comunale di Chiaravalle con i codici seguenti:

- 042014P6 (SS)
- 042014P7 (SS)
- 042014P50 (DL)
- 042014P105 (SP)
- 042014P213 (HVSR)

Mentre per l'area relativa alla S/T Camerata Picena nel territorio comunale di Camerata Picena sono state reperite e consultate le seguenti indagini da MZS:

- 042007P37 (MASW-HVSR)
- 042007P15 (S).

### 7.1 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DI DETTAGLIO

Sulla base delle indagini disponibili nel database dello studio di MZS comunale di Chiaravalle, per il sito di intervento (Area Impianto) la sequenza stratigrafica risulta la seguente (Zona 2003):

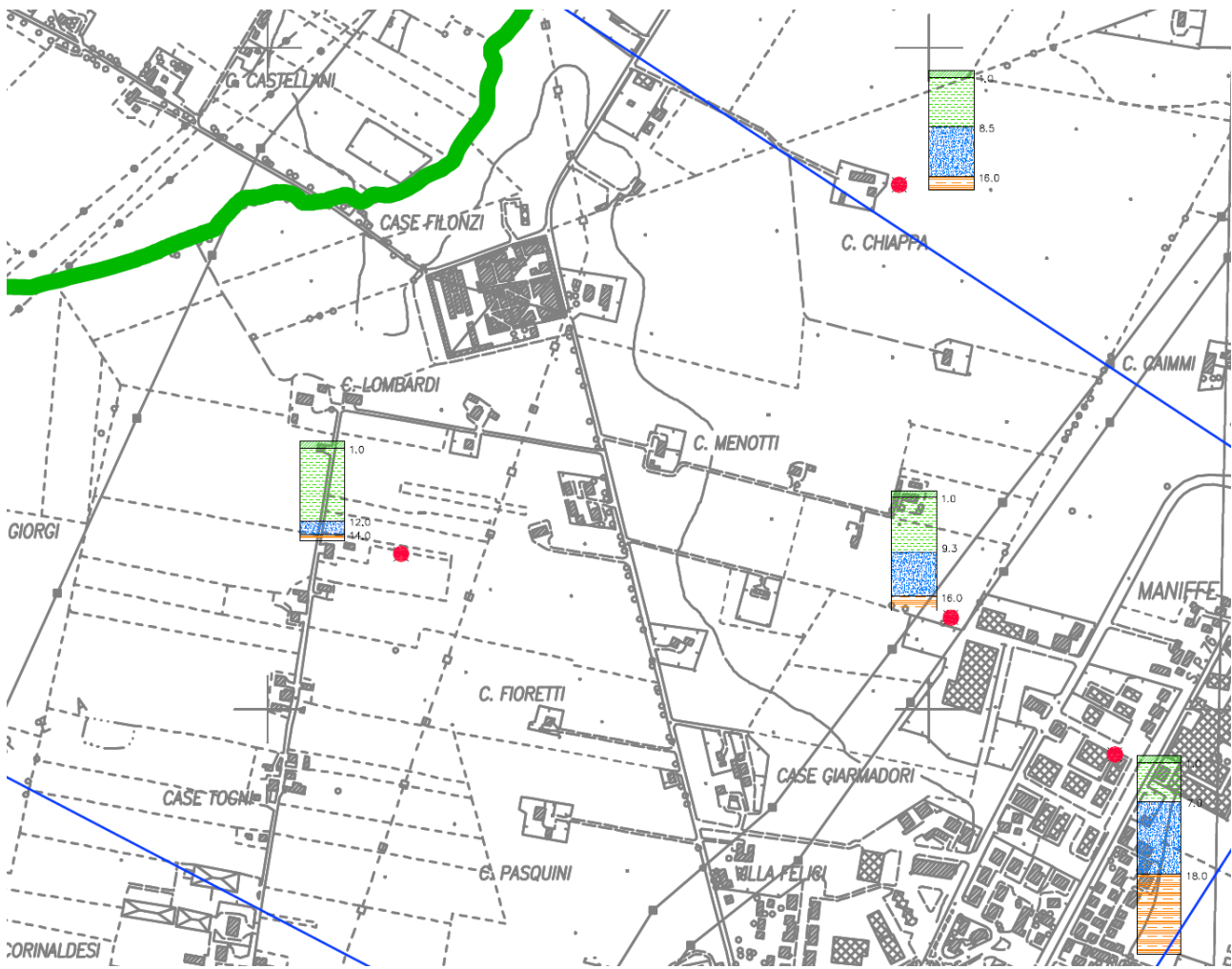
da 0,00m a 1,00m	terreno di copertura o vegetale
da 1,00m a 8,50/9,30m	limi argillosi mediamente consistenti
da 8,50/9,30m a 16,00m	sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose
da 16,00m in poi	argille plio-pleistoceniche (substrato) da alterate ad integre in profondità.

Per l'Area relativa alla S/T Camerata Picena la sequenza stratigrafica risulta la seguente (Zona 2003):

da 0,00m a 1,00m	terreno di copertura o vegetale
da 1,00m a 13,00m	sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose
da 13,00m in poi	argille plio-pleistoceniche (substrato) da alterate ad integre in profondità.

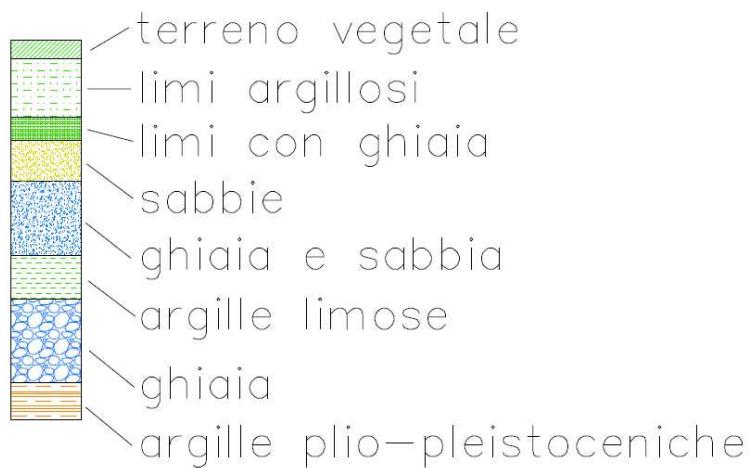


➤ Logs Stratigrafici di riferimento per l'area di intervento (Comune di Chiaravalle)

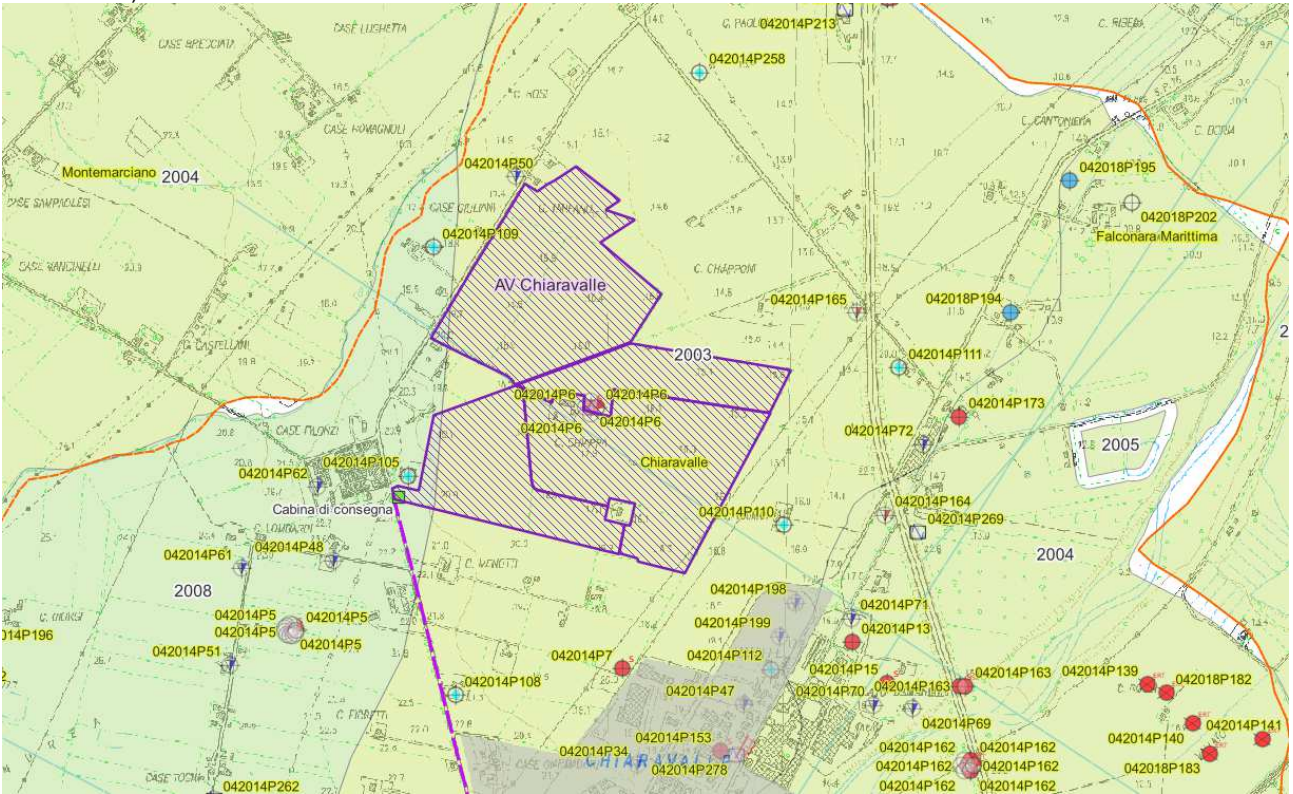


LEGENDA

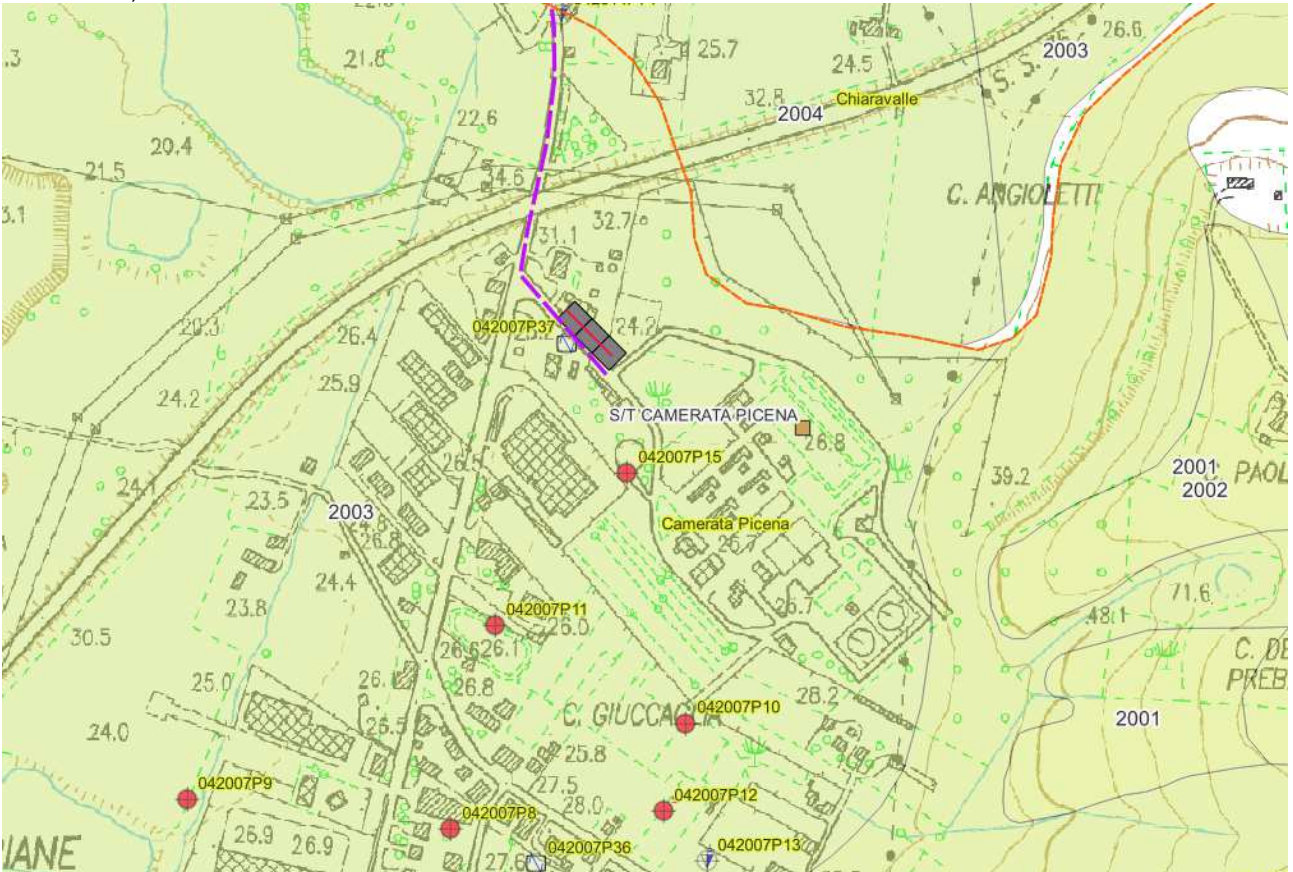
colonna stratigrafica




Localizzazione indagini consultate e reperite da MZS di 2° livello comunale di Chiaravalle (Area Impianto – Zona 2003)







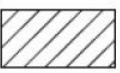



Localizzazione indagini consultate e reperite da MZS di 1° livello comunale di Camerata Picena (Area S/T – Zona 2003)

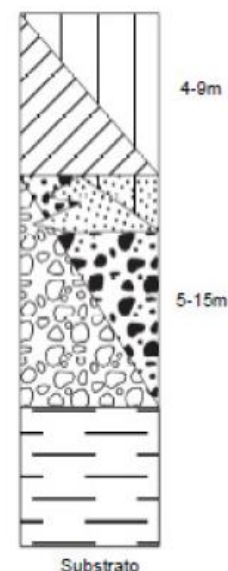


 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	43 di 92

Da MZS Comune di Chiaravalle:

	SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	COS	Substrato geologico non rigido, stratificato coesivo sovraconsolidato.
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	ML	Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	CL	Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose
	SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo

Zona 2003



**ZONA 2003** = depositi alluvionali terrazzati di IV ord. (sequenza tipo: limi/argille-sabbie-ghiaie con spessori ridotti o limitati)

I depositi alluvionali sopra citati sono presenti nella parte più ad est delle alluvioni del fiume Esino, a ridosso della loc. Grancetta e nella zona posta in sinistra del fiume Esino (area impianto) ed in corrispondenza dell'area NW del centro abitato di Chiaravalle.

Sono costituiti in superficie da argille-limose o limi-sabbiosi nocciola moderatamente consistenti con spessori variabili da pochi decimetri a circa 6 m, passanti in profondità a ghiaie di spessore variabile dai 4 a 15 m con elementi arrotondati di dimensioni medie pari a circa 1 cm ed intercalati livelli e lenti limo sabbiose con chiusure anche a pinch out. Sotto le coperture superficiali può essere presente un livello di sabbie di spessore 1-3m, al passaggio con i terreni ghiaiosi sottostanti. I depositi alluvionali insistono sul substrato geologico prevalentemente argilloso del Pliocene.

In tale area il livello della falda è posto a circa -10m dal piano campagna, a quote inferiori rispetto al livello di sabbie sopra descritto escludendo pertanto tale area dal rischio di liquefazione.

Nell'area, da MZS, sono presenti 10 prove HVSR di cui 5 realizzate nella presente fase di approfondimento di II livello. Le prove evidenziano, per la Mops in esame, assenza di picchi di risonanza significativi o raramente blandi picchi a frequenze variabili con ampiezza del rapporto H/V sempre inferiore a 2. La situazione indica essenzialmente una condizione in cui le velocità di propagazione delle onde S tra alluvioni sottili e grossolane risultano simili o leggermente differenti tali pertanto da generare deboli contrasti. Tale situazione trova peraltro una conferma nel dato geotecnico relativo alle alluvioni sottili di tale mops. La quasi totalità delle prove HVSR evidenziano una probabile inversione delle velocità delle onde S che sembra corrispondere, data la frequenza individuata, al passaggio ghiaie-substrato geologico. Le prove Holisurface (FTAN) realizzate indicano, per la mops individuata, una Velocità delle onde S nei primi 30 m di profondità compresa tra 273 m/s e 356 m/s

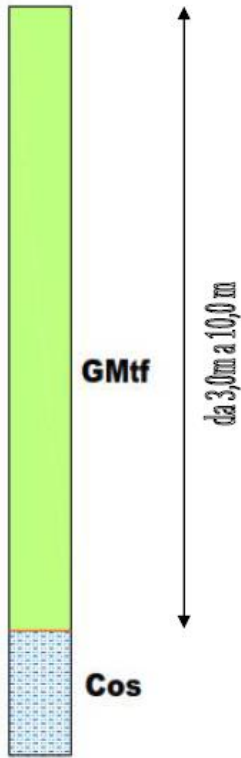
Da MZS Comunale di Camerata Picena:

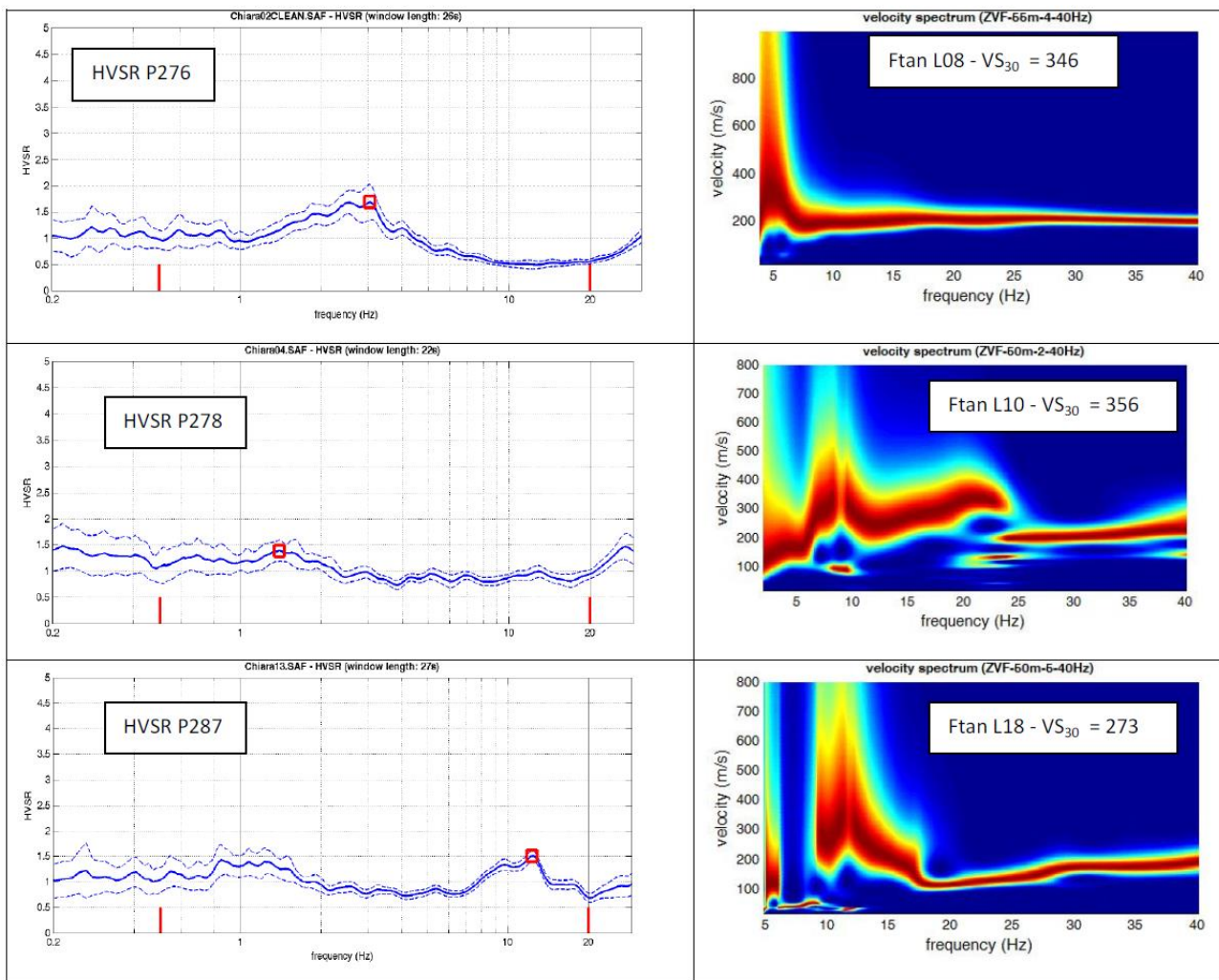
**Zona 3:** è formata da terreni della copertura alluvionale terrazzata prevalentemente ghiaiosi (GMtf) che sovrastano le argille formazionali sovraconsolidate (COS). Gli spessori sono generalmente superiore a 10 m.

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>44 di 92</b>

Dall'analisi di tutte le MASW si è verificato per tutte le MOPS derivanti dalla MS di 1° livello una classe delle velocità di 300 m/s che caratterizza un valore delle Vs30 compreso tra 200 e 400 m/s.  
 Nello specifico per la MOPS 2003: si ha una velocità Vs30 variabile da 297 m/sec a 412 m/sec.

ZONA 3:





## 7.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

I dati geomeccanici analizzati raccolti dai piani di MZS comunale possono essere attribuiti a terreni appartenenti a due gruppi principali:

- sedimenti alluvionali (distinti in depositi limoso-argillosi prevalenti e sabbioso-ghiaiosi);
- sedimenti plio-pleistocenici.

L'esame dei dati evidenzia che, pur avendo nell'area parametri meccanici con valori massimi a frequenza netta, si ha sempre una dispersione del dato.

Nel caso dei sedimenti alluvionali, la dispersione del dato è dovuta in parte alla forte variabilità granulometrica presente, sia orizzontalmente che verticalmente, ed in parte alle differenti profondità di prelievo dei campioni.

I parametri geomeccanici relativi ai sedimenti marini pliocenici non presentano, generalmente, una forte dispersione del dato a causa della maggiore omogeneità litologica.

I dati ottenuti dalle prove di laboratorio sono confortati dai risultati delle prove raccolte sia penetrometriche dinamiche che statiche.

In particolare:

- nelle alluvioni si possono riconoscere, dall'alto al basso, tre corpi litologico tecnici di cui il primo, con valori di NSPT medi di 10-15 e Resistenza statica alla penetrazione di 2 – 4 MPa, corrisponde alla resistenza offerta dagli spessori alluvionali prevalentemente argillo-limosi di superficie generalmente classificabili in base alla Carta della plasticità di Casagrande come "argille inorganiche a media plasticità"; il secondo, molto disperso, con valori di NSPT tra 15 e 50 e Resistenza statica alla penetrazione di 1 – 6 MPa, è caratteristico

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>46 di 92</b>

dei livelli alluvionali a granulometria variabile da limo-sabbiosa (valori minimi) a ghiaioso-sabbiosa (valori massimi); il terzo con valori che superano i 50 colpi NSPT e una Resistenza statica alla penetrazione sempre maggiore di 6 MPa , corrisponde ai livelli alluvionali ghiaioso—ciottolosi di fondo.

- nei terreni marini pliocenici sono presenti valori di NSPT= 8-10 per gli spessori detritici superficiali (colluvioni), valori di NSPT= 15-20 per il substrato decompresso e valori di NSPT= >30 per quello compatto di fondo.

La caratterizzazione meccanica dei terreni alluvionali costituenti i depositi più superficiali, ha permesso di riconoscere, nell'ambito del territorio comunale, tre zone con consistenza mediamente più elevata rispetto al resto del territorio (vedi carta Litologico-tecnica e TAV. E - Carta delle consistenze). Nello specifico l'area di intervento rientra nelle zone con a *moderata consistenza* (prova DL).

#### Parametri medi attesi:

LIMI ARGILLOSI E ARGILLE LIMOSE TALORA DEBOLMENTE SABBIOSI COLLUVIALI E/O ELUVIO COLLUVIALI

Peso Specifico ( $\gamma$ ) = 1,9 t/m<sup>3</sup> (18,63 KN/m<sup>3</sup>)

Coesione non drenata ( $C_u$ ) = 0,5 – 1,0 Kg/cm<sup>2</sup> (49,0 – 98,0 Kpa)

Coesione efficace ( $c'$ ) = 0,05 – 0,10 Kg/cm<sup>2</sup> (4,9 – 9,8 Kpa)

Angolo di attrito ( $\Phi$ ) = 20 – 24°

SABBIE GHIAIOSE E GHIAIE SABBIOSE ALLUVIONALI

Peso Specifico ( $\gamma$ ) = 2,0 t/m<sup>3</sup> (19,6 KN/m<sup>3</sup>)

Angolo di attrito ( $\Phi$ ) = 28 – 32°

SUBSTRATO ARGILLOSO

Peso Specifico ( $\gamma$ ) = 2,0 – 2,1 t/m<sup>3</sup> (19,6 – 20,6 KN/m<sup>3</sup>)

Coesione non drenata ( $C_u$ ) = 1,50 – >2,00 Kg/cm<sup>2</sup> (147,1 – >196,1 Kpa)

Coesione efficace ( $c'$ ) = 0,20 – 0,25 Kg/cm<sup>2</sup> (19,61 – 24,52 Kpa)

Angolo di attrito ( $\Phi$ ) = 24 – 30°

**TAVOLA E: CARTA DELLE CONSISTENZE**  
 scala 1:20000



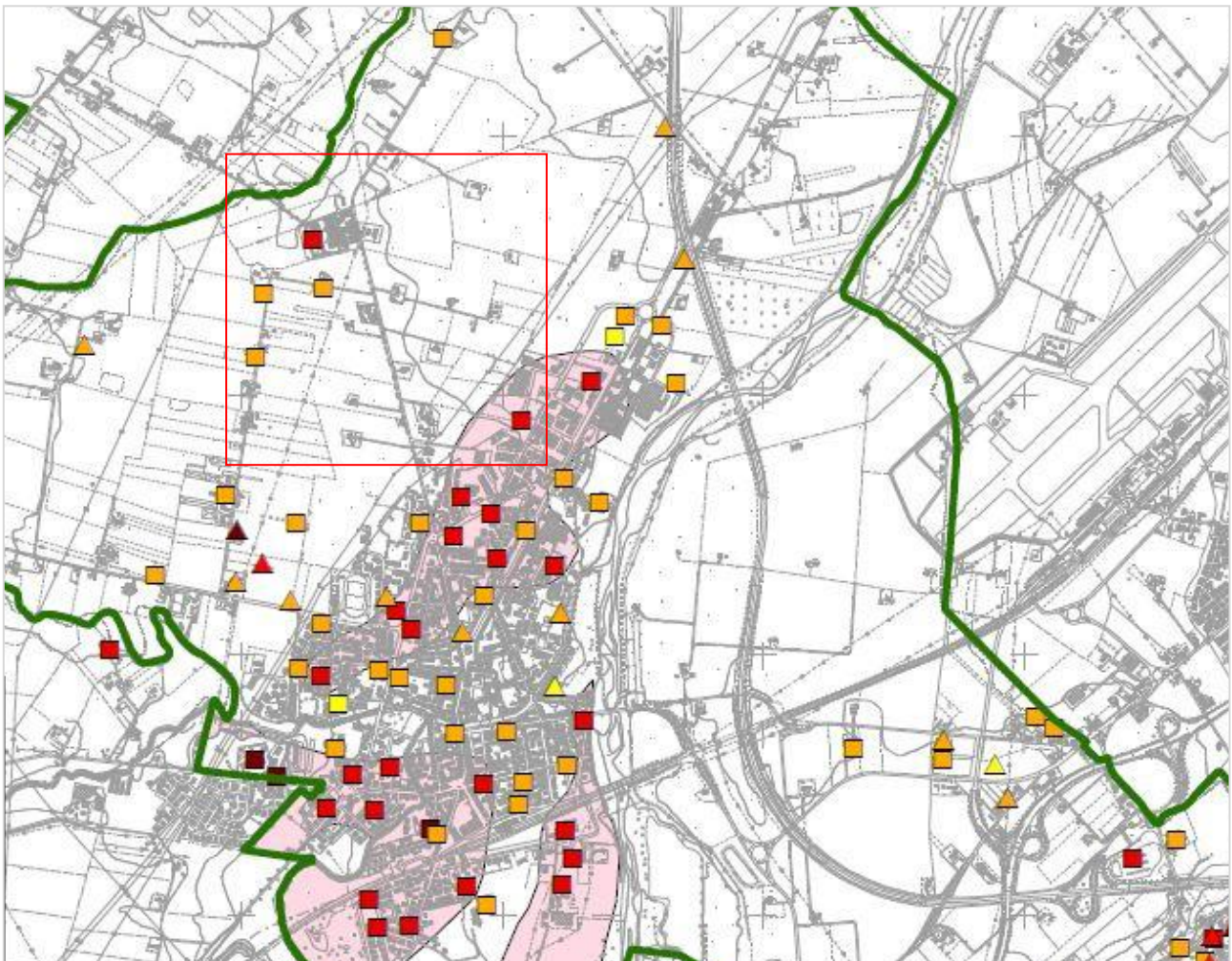
**LEGENDA**


prova CPT

- ▲ 25 coesivo poco consistente
- ▲ 24 coesivo moderatamente consistente
- ▲ 23 coesivo consistente
- ▲ 22 coesivo molto consistente

prova DL

- 25 coesivo poco consistente
- 24 coesivo moderatamente consistente
- 23 coesivo consistente
- 22 coesivo molto consistente



 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	48 di 92

Dal punto di vista del comportamento meccanico, i terreni coesivi sono sempre suddivisi nei due gruppi sopra descritti che caratterizzano l'area in esame:

- i sedimenti fluviali (presenti in sito superficialmente) hanno generalmente caratteristiche geomeccaniche modeste con l'angolo di attrito interno che oscilla tra i 20° e 25° e coesione compresa mediamente tra 0,1 e 0,2 Kg/cmq. Il valore della coesione non drenata non supera quasi mai 1,5 Kg/cmq;
- il secondo gruppo è rappresentato dalla parte basale delle formazioni marine plio-pleistoceniche, costituite da terreni argillo-limosi o limo-argillosi, caratterizzati quindi da un comportamento essenzialmente coesivo. Si tratta, in genere, di argille sovraconsolidate, con una consistenza elevata (stato plastico: solido o semisolido) e quindi da alti valori della coesione. Nelle prove drenate la coesione risulta mediamente di 0,3-0,4 kg/cmq., gli angoli di attrito sono pari a 25°-26°.

Queste caratteristiche sono proprie della formazione compatta di fondo; la parte superficiale di questi terreni, spesso alterata e decompressa, con spessori variabili, presenta valori dei parametri geotecnici più bassi. Infatti i processi di alterazione e di erosione, dovuti agli agenti esogeni da una parte, ed i fenomeni di decompressione, dovuti alla diminuzione delle pressioni litostatiche dall'altra, determinano il decremento delle forze di legame tra le particelle argillose ed in definitiva la progressiva alterazione del terreno stesso. La coesione risulta perciò ridotta (0,2-0,3 Kg/cmq), mentre l'angolo di attrito interno rimane pressoché costante.

Nei terreni a comportamento granulare appartenenti alle alluvioni recenti e terrazzate, costituiti da sabbie e ghiaie passanti verso l'alto e lateralmente a sabbie limose e limi argillosi in lenti e letti di vario spessore e distribuzione areale, le caratteristiche meccaniche risultano molto variabili ed i parametri geotecnici si possono dedurre per lo più da prove in situ, poiché la natura granulometrica difficilmente consente il prelievo di campioni indisturbati. Le prove NSPT forniscono valori molto differenti a seconda che si tratti di livelli limo-argillosi (N=10) o sabbiosi (N= 25-35) o ghiaiosi – ciottolosi (N >50).

### 7.3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito si basa sulle indagini del MZS comunale, in particolare:

- 3 Down-hole realizzate nel territorio comunale di Falconara, limitrofo a quello di Chiaravalle, su depositi alluvionali del F. Esino in analogo contesto geologico deposizionale, litotecnico e stratigrafico.
- 6 prospezioni MASW
- 18 prospezioni FTAN (MFA-Holisurface)
- 1 prospezione sismica a rifrazione
- 45 misure HVSR
- 1 prospezione Cross-hole- 19 misure HVSR (sismica passiva).

#### Risultati:


Il reperimento di una indagine sismica a rifrazione, effettuata nei terreni alluvionali del fiume Esino nei pressi della confluenza valliva di un fosso laterale (S. Sebastiano), ha mostrato la presenza, al di sotto di una copertura alluvionale localmente spessa circa 20 m, di un substrato geologico (Argille plio-pleistoceniche) caratterizzato da velocità di propagazione delle onde S variabile da circa 350 m/s a circa 600 m/s.

Tali velocità appaiono analoghe a quelle relative ai litotipi alluvionali Ghiaioso-Sabbiosi ivi presenti. Velocità più moderate si registrano invece per i litotipi alluvionali sottili posti nello strato più superficiale.

Analogo risultato appare dalla lettura delle prove MASW reperite. In particolare nel settore alluvionale ad est (zona Grancetta bassa- fosso S. Sebastiano) si ritrovano gli stessi ordini di grandezza delle velocità di propagazione delle onde S:

- terreni alluvionali sottili – Vs =230-290
- terreni alluvionali grossolani – Vs = 380-460



 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	49 di 92

- Substrato geologico plio pleistocenico –  $V_s = 480$ .

Le MASW realizzate nella zona occupata dal nucleo urbano principale di Chiaravalle indicano anch'esse velocità di propagazione delle onde S relative al substrato geologico di fondo, dello stesso ordine di grandezza, con valori compresi tra i 420 m/s e i 560 m/s, mentre i terreni alluvionali presentano i seguenti valori:

- terreni alluvionali sottili –  $V_s = 240-290$  m/s
- terreni alluvionali grossolani –  $V_s = 330-480$  m/s

Nel settore occidentale del territorio comunale, l'unica prova reperita attribuisce velocità  $V_s$  alle onde S del substrato plio-pleistocenico di circa 350 m/s e valori compresi tra i 230 m/s e i 320 m/s ai terreni alluvionali sottili.

#### 7.4 FREQUENZA DI RISONANZA DI SITO

Al fine di identificare le frequenze di risonanza del sottosuolo e per la definizione dei FA da attribuire alle microzone individuate nello studio di MZS a cui si fa riferimento, si sono analizzate le tracce di registrazione del rumore sismico a stazione singola (HVRs) in parte reperite negli archivi comunali, allegate a pratiche edilizie ed in parte appositamente effettuate per il presente studio.

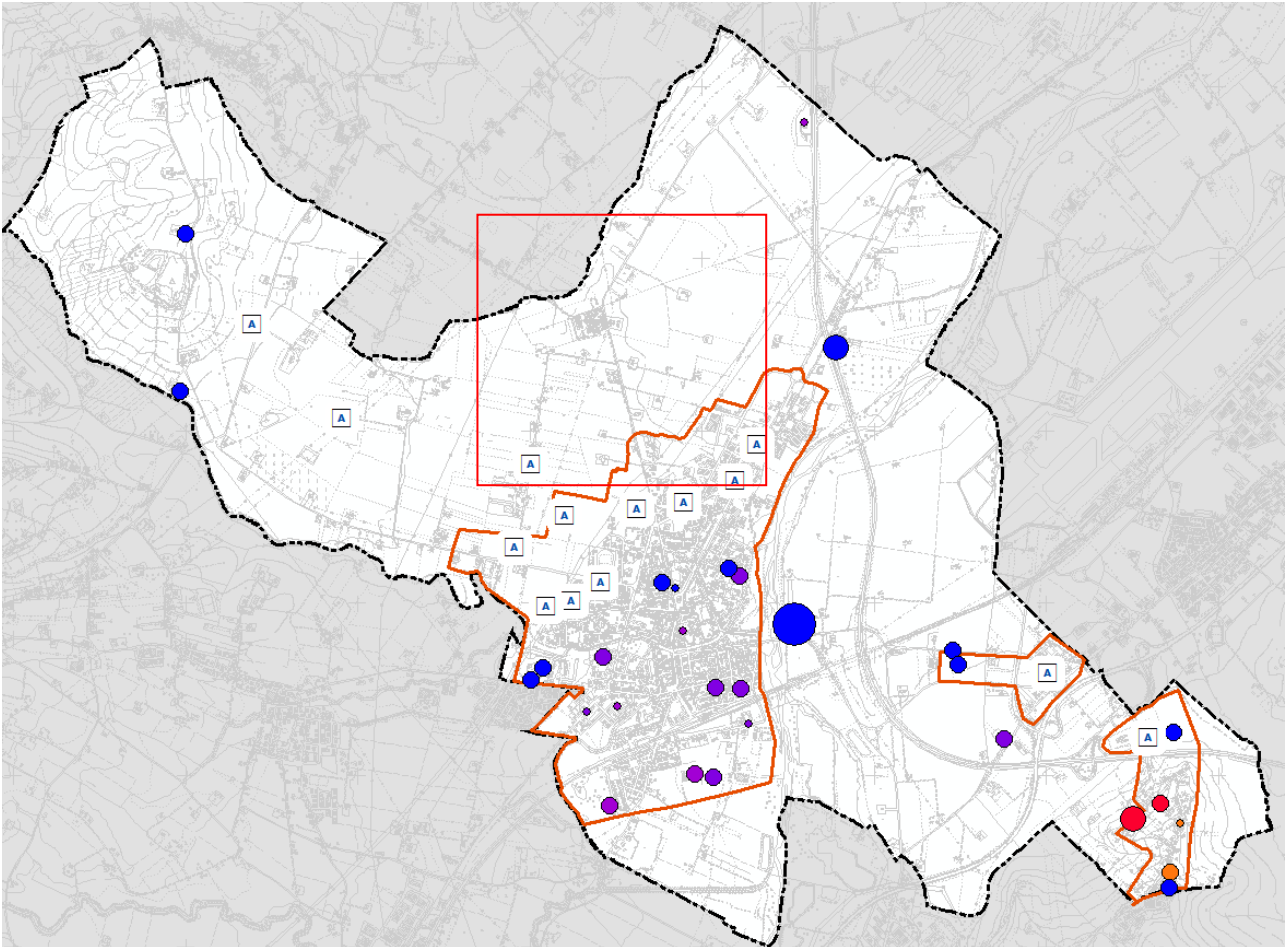
I dati ottenuti sono stati rappresentati nella Carta delle frequenze Naturali di cui si riporta uno stralcio del sito in esame.

I risultati mostrano:

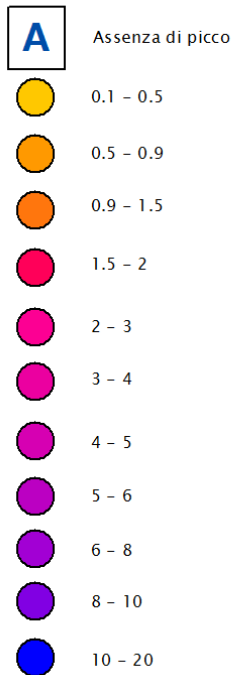
- per la porzione occidentale del territorio comunale, ivi compresa la porzione NW del nucleo urbano principale di Chiaravalle e parte dell'area di intervento, la sostanziale assenza di picchi di risonanza significativi che qualora accennati, non superano mai il valore 2 di ampiezza (area più prossima alla porzione Est di intervento). Tale situazione appare essere la conseguenza di una situazione stratigrafica in cui non si hanno evidenti variazioni di velocità delle onde S nel passaggio dalle coperture alluvionali medie e sottili a quelle grossolane o al substrato geologico plio-pleistocenico;

- la distribuzione delle frequenze dei picchi di risonanza cambia nelle aree immediatamente prossime al corso del F. Esino e nella porzione sud-orientale del nucleo urbano comunale dove i diagrammi H/V mostrano la comparsa di un picco a volte più evidente a volte meno, ma comunque presente alle frequenze variabili da 7 Hz a circa 10-11 Hz presumibilmente dovuta al contrasto di impedenza posto al passaggio dai terreni alluvionali più sottili a quelli marcatamente ghiaiosi e ciottolosi posti a profondità variabili da pochi metri a circa 10. In particolare si differenzia in tale contesto l'area situata nella porzione mediana e meridionale del nucleo urbano cittadino ove gli spessori delle coperture sottili assumono i valori maggiori e le frequenze di risonanza si attestano intorno al valore di 7,5 Hz.;

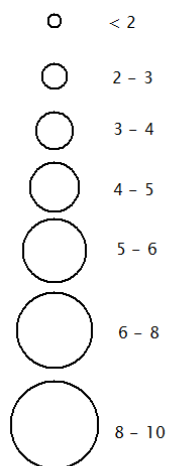
CARTA DELLE FREQUENZE COMUNE DI CHIARAVALLE – MZS 2° LIVELLO

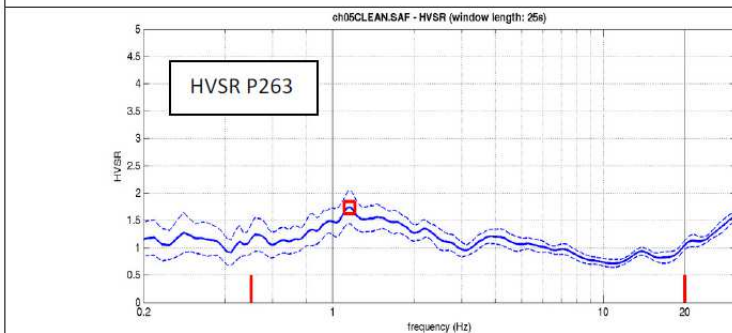
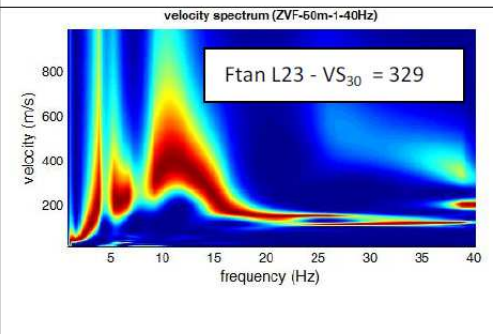
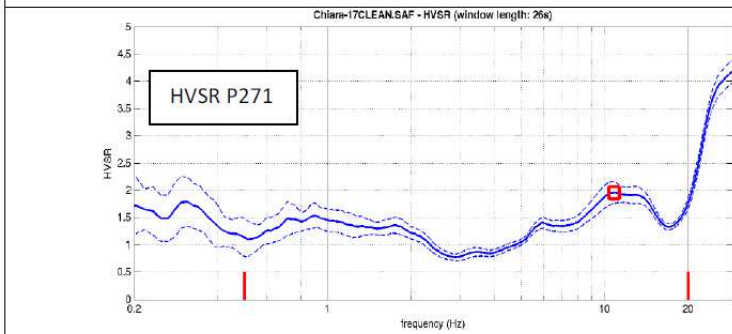
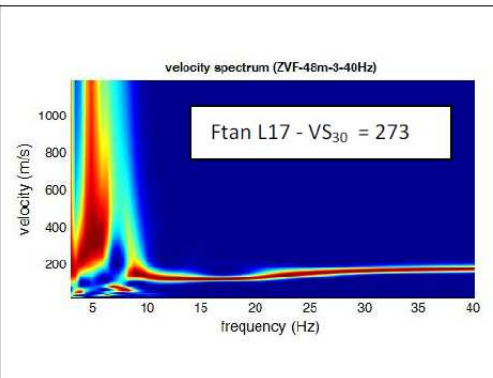
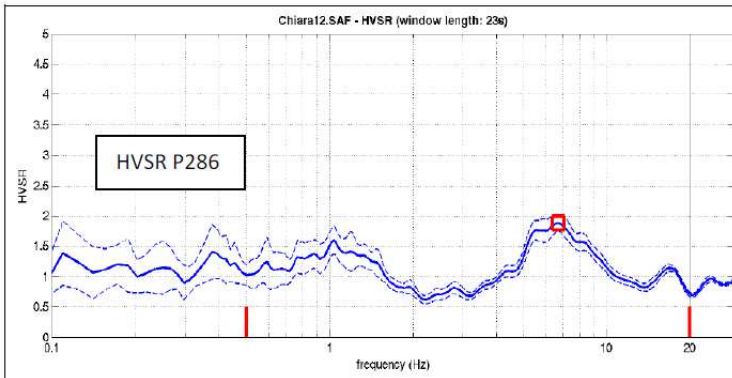


**Frequenza f (Hz)**



**Ampiezza**





<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	52 di 92

### 7.5 DETERMINAZIONE DEL PARAMETRO $V_{s,eq}$

Per la definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi del nuovo D.M.17 gennaio 2018 integrato, la velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ , è calcolata con la seguente espressione.

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con

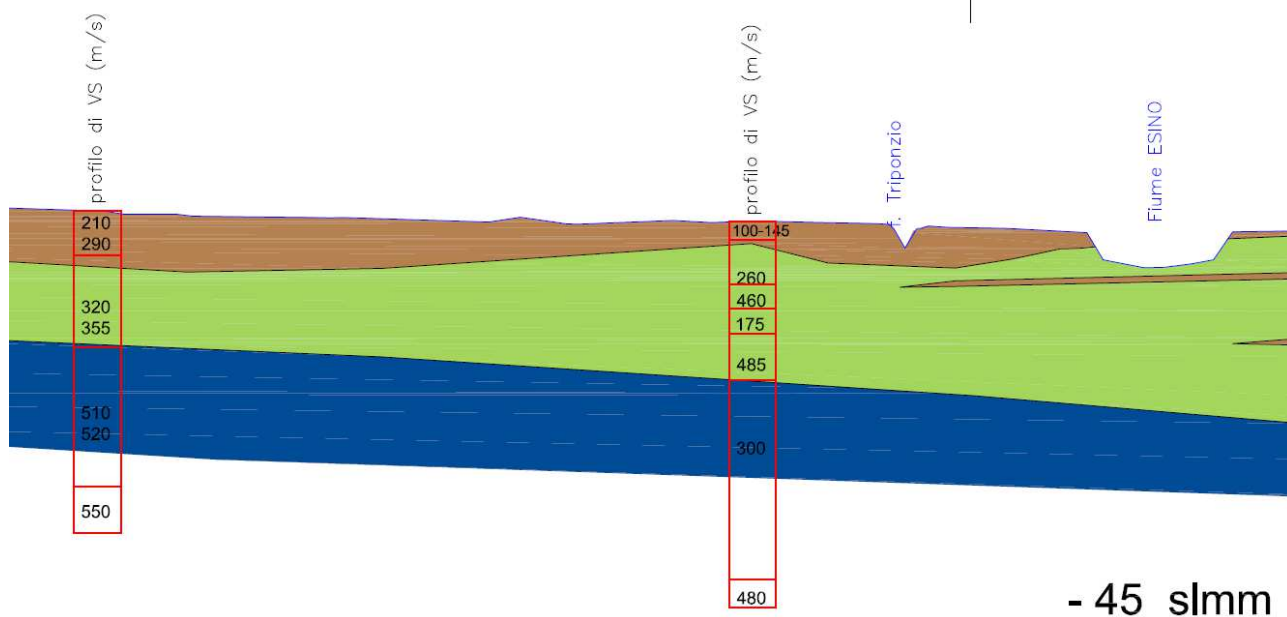
$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

- Nel caso in esame relativamente all'area di impianto si ha il seguente modello sismostratigrafico:



Il modello fornisce un valore del  $V_{seq}$  considerando l'intervallo di profondità di 0,00-35,0 m pari a :

$$V_{seq} = 306,05 \text{ m/sec}$$

Risultati:

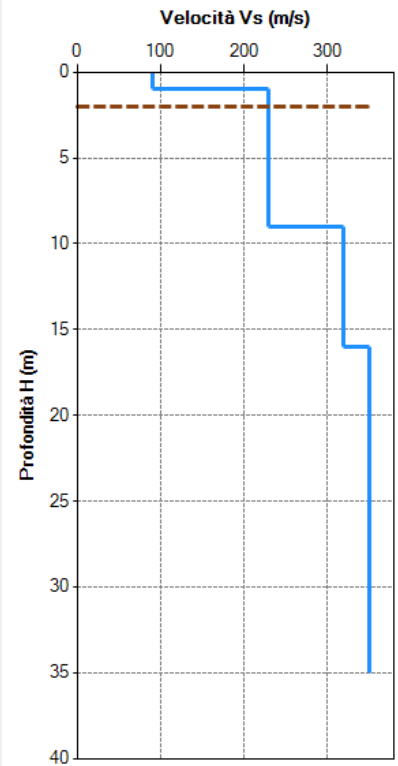
- $V_s eq = 306 \text{ m/sec}$
- Cat. Suolo ai sensi DM 17.01.2018 : C

Profondità del piano d'impasto delle fondazioni:  m da p.c.

[Info](#)

Caratteristiche dei sismostrati:

Nr.	Profondità (m)	Spessori (m)	Vs (m/s)	Hcalc (m)	hi calc (m)	hi/Vs (s)	Retino
1	1.00	1.00	90.00	0.00	0.00	0.000000	2
2	9.00	8.00	230.00	7.00	7.00	0.030435	31
3	16.00	7.00	320.00	14.00	7.00	0.021875	19
4	35.00	19.00	350.00	30.00	16.00	0.045714	27



Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018):  Vs,30:  m/s

[Info](#)

Descrizione per la categoria:

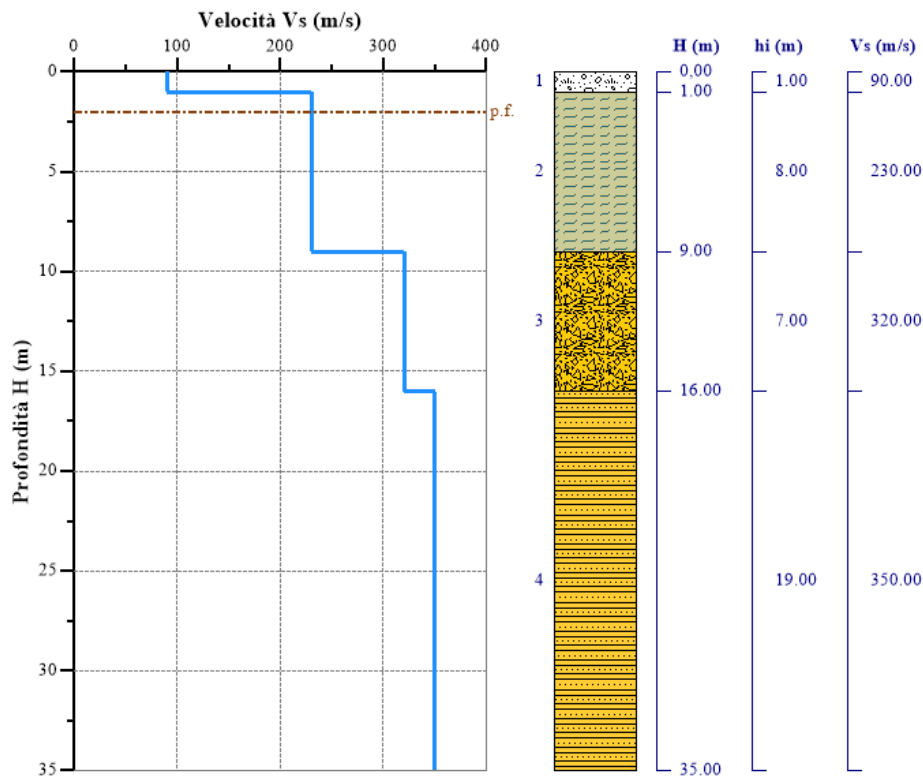
Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Intervalli di Vs

Intervalli assi:

Vs:  m/s

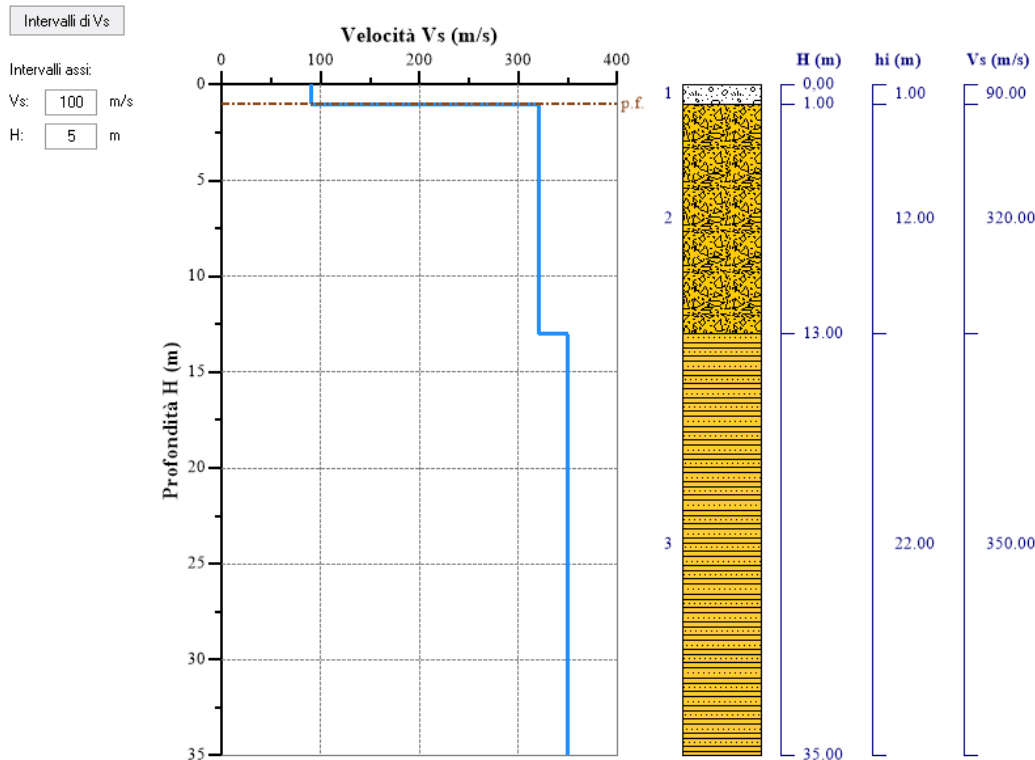
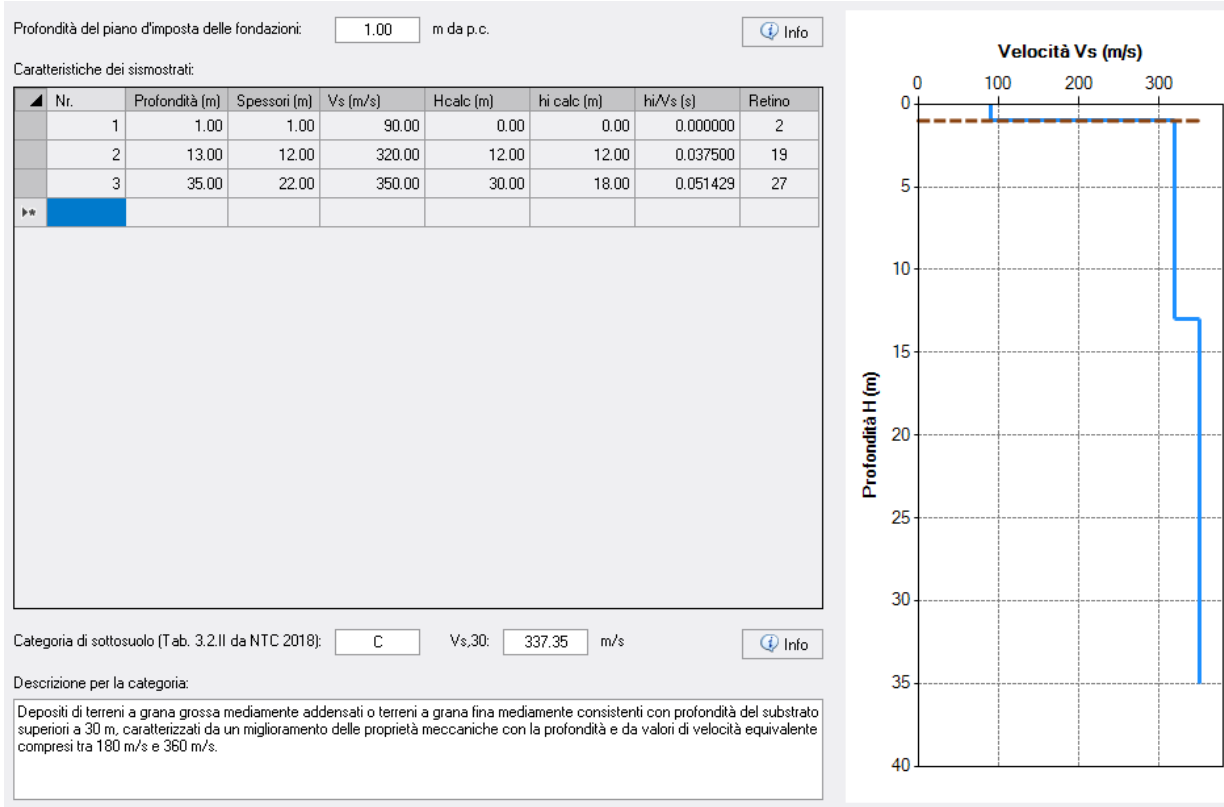
H:  m




- Relativamente all'area della S/T Camerata Picena si hanno i seguenti valori:  
Vseq = 337,35 m/sec

Risultati:

- Vs eq = 337 m/sec
- Cat. Suolo ai sensi DM 17.01.2018 : C



 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	55 di 92

Indagini reperite da MZS di Chiaravalle e Camerata Picena

25/07/23, 18:07

Microzonazione Sismica e CLE - Scheda Indagini Puntuali - 042014P6



**MICROZONAZIONE SISMICA  
CARTA DELLE INDAGINI**

**INDAGINE  
PUNTUALE**  
versione 1.0

Sito puntuale			
Identificazione	Chiave primaria	Provincia	Comune
	6	042	014
Ubicazione		Indirizzo	
		Via San Bernardo	
		Longitudine	Latitudine
		364951	4830780
		Modalità utilizzata per identificare le coordinate	
		ALTRO	
		Identificativo della modalità	
		google earth	
Quota	Quota sul livello del mare (metri)		Modalità utilizzata per identificare la quota del piano campagna
	18.0		CTR010
Varie	Data	Note	
	2013-04-12	prg 1984	

Indagine puntuale			
Identificativo	Chiave primaria	Classe dell'indagine	Tipo d'indagine
	7	GG	SS
Tracciabilità		Identificativo indagine	
		042014P6SS7	
		Precedente identificativo	
		via san bernardo	
		Nome precedente archivio	
		Note	
Quota/spessore	Profondità del top (m)	Profondità del bottom (m)	Spessore complessivo (m)
	0.0	18.0	18.0
	Quota del top (m)	Quota del bottom (m)	
	18.0	0.0	
Varie	Data	Pagina	Documento
	1984-12-01	1	

Parametri puntuali			
Identificativo	Chiave primaria	Tipologia del parametro	Identificativo misura
	18	L	042014P6SS7L18
Quota/spessore	Profondità del top (m)	Profondità del bottom (m)	Spessore del livello (m)
	0.0	1.0	1.0
	Quota del top (m)	Quota del bottom (m)	
	18.0	17.0	
Valore	Valore	Attendibilità della misura	Tabella valori
	PT	1	
Varie	Note		Data
	terreno vegetale argilloso-argille limose alterate		1984-12-01

Identificativo	Chiave primaria	Tipologia del parametro	Identificativo misura
	19	L	042014P6SS7L19
Quota/spessore	Profondità del top (m)	Profondità del bottom (m)	Spessore del livello (m)
	1.0	8.5	7.5
	Quota del top (m)	Quota del bottom (m)	
	17.0	9.5	
Valore	Valore	Attendibilità della misura	Tabella valori
	CL	1	
Varie	Note		Data
	argille-limo-sabbiose nocciola		1984-12-01

Identificativo	Chiave primaria	Tipologia del parametro	Identificativo misura
	20	L	042014P6SS7L20
Quota/spessore	Profondità del top (m)	Profondità del bottom (m)	Spessore del livello (m)
	8.5	16.0	7.5
	Quota del top (m)	Quota del bottom (m)	
	9.5	2.0	
Valore	Valore	Attendibilità della misura	Tabella valori
	GC	1	
Varie	Note		Data
	ghiaia in matrice argillo-sabbiosa		1984-12-01

Identificativo	Chiave primaria	Tipologia del parametro	Identificativo misura
	21	L	042014P6SS7L21
Quota/spessore	Profondità del top (m)	Profondità del bottom (m)	Spessore del livello (m)
	16.0	18.0	2.0
	Quota del top (m)	Quota del bottom (m)	
	2.0	0.0	
Valore	Valore	Attendibilità della misura	Tabella valori
	SFCOS	1	
Varie	Note		Data
	argille mamose grigio-piombo		1984-12-01

25/07/23, 18:19

Microzonazione Sismica e CLE - Scheda Indagini Puntuali - 042014P7



**MICROZONAZIONE SISMICA  
CARTA DELLE INDAGINI**

**INDAGINE  
PUNTUALE**  
versione 1.0

Sito puntuale			
Identificazione	Chiave primaria	7	Provincia 042 Comune 014 Identificazione sito 042014P7
Ubicazione	Indirizzo	via maestri del lavoro	
	Longitudine	365029	Latitudine 4830126
	Modalità utilizzata per identificare	le coordinate	Identificativo della modalità google earth
		ALTRO	
Quota	Quota sul livello del mare (metri)	19.0	Modalità utilizzata per identificare la quota del piano campagna CTR010
Varie	Data	2013-04-12	Note prg 1984

Indagine puntuale			
Identificativo	Chiave primaria	8	Classe dell'indagine GG Tipo d'indagine SS
			Identificativo indagine 042014P7SS8
Tracciabilità	Precedente identificativo	maestr. lavoro	Nome precedente archivio
	Note		
Quota/spessore	Profondità del top (m)	0.0	Profondità del bottom (m) 17.0 Spessore complessivo (m) 17.0
	Quota del top (m)	19.0	Quota del bottom (m) 2.0
Varie	Data	1984-12-01	Pagina 1 Documento

Parametri puntuali			
Identificativo	Chiave primaria	22	Tipologia del parametro L Identificativo misura 042014P7SS8L22
Quota/spessore	Profondità del top (m)	0.0	Profondità del bottom (m) 1.0 Spessore del livello (m) 1.0
	Quota del top (m)	19.0	Quota del bottom (m) 18.0
Valore	Valore	PT	Attendibilità della misura 1 Tabella valori
Varie	Note	terreno vegetale - argille limoese alterate Data 1984-12-01	

Identificativo	Chiave primaria	23	Tipologia del parametro L Identificativo misura 042014P7SS8L23
Quota/spessore	Profondità del top (m)	1.0	Profondità del bottom (m) 9.3 Spessore del livello (m) 8.3
	Quota del top (m)	18.0	Quota del bottom (m) 9.7
Valore	Valore	CL	Attendibilità della misura Tabella valori
Varie	Note	argille sabbiose con livlimosi Data 1984-12-01	

Identificativo	Chiave primaria	24	Tipologia del parametro L Identificativo misura 042014P7SS8L24
Quota/spessore	Profondità del top (m)	9.3	Profondità del bottom (m) 16.0 Spessore del livello (m) 6.7
	Quota del top (m)	9.7	Quota del bottom (m) 3.0
Valore	Valore	GC	Attendibilità della misura 1 Tabella valori
Varie	Note	ghiaia in matr.argillo-sabbiosa Data 1984-12-01	

Identificativo	Chiave primaria	25	Tipologia del parametro L Identificativo misura 042014P7SS8L25
Quota/spessore	Profondità del top (m)	16.0	Profondità del bottom (m) 17.0 Spessore del livello (m) 1.0
	Quota del top (m)	3.0	Quota del bottom (m) 2.0
Valore	Valore	SFCOS	Attendibilità della misura 1 Tabella valori
Varie	Note	argille grigio-azzurre Data 1984-12-01	



25/07/23, 18:17

Microzonazione Sismica e CLE - Scheda Indagini Puntuali - 042014P50



**MICROZONAZIONE SISMICA  
CARTA DELLE INDAGINI**

**INDAGINE  
PUNTUALE**  
versione 1.0

Sito puntuale			
Identificazione	Chiave primaria	50	Provincia 042 Comune 014 Identificazione sito 042014P50
Ubicazione	Indirizzo	via san bernardo	
	Longitudine	364763	Latitudine 4831359
	Modalità utilizzata per identificare le coordinate	ALTRO	Identificativo della modalità google earth
Quota	Quota sul livello del mare (metri)	16.0	Modalità utilizzata per identificare la quota del piano campagna CTR010
Varie	Data	2013-04-15	Note prg 1984

Indagine puntuale			
Identificativo	Chiave primaria	51	Classe dell'indagine GS Tipo d'indagine DL
			Identificativo indagine 042014P50DL51
Tracciabilità	Precedente identificativo	via s.bernardo	Nome precedente archivio 153
	Note		
Quota/spessore	Profondità del top (m)	0.0	Profondità del bottom (m) 8.7 Spessore complessivo (m) 8.7
	Quota del top (m)	16.0	Quota del bottom (m) 7.3
Varie	Data	1984-06-01	Pagina 1 Documento

Parametri puntuali			
Identificativo	Chiave primaria	158	Tipologia del parametro SPT Identificativo misura 042014P50DL51SPT158
Quota/spessore	Profondità del top (m)	0.0	Profondità del bottom (m) 4.8 Spessore del livello (m) 4.8
	Quota del top (m)	16.0	Quota del bottom (m) 11.2
Valore	Valore	10	Attendibilità della misura 1 Tabella valori
Varie	Note		
			Data 1984-06-01

Identificativo	Chiave primaria	159	Tipologia del parametro SPT Identificativo misura 042014P50DL51SPT159
Quota/spessore	Profondità del top (m)	4.8	Profondità del bottom (m) 6.6 Spessore del livello (m) 1.8
	Quota del top (m)	11.2	Quota del bottom (m) 9.4
Valore	Valore	25	Attendibilità della misura 1 Tabella valori
Varie	Note		
			Data 1984-06-01

Identificativo	Chiave primaria	160	Tipologia del parametro SPT Identificativo misura 042014P50DL51SPT160
Quota/spessore	Profondità del top (m)	6.6	Profondità del bottom (m) 8.4 Spessore del livello (m) 1.8
	Quota del top (m)	9.4	Quota del bottom (m) 7.6
Valore	Valore	10	Attendibilità della misura 1 Tabella valori
Varie	Note		
			Data 1984-06-01

Identificativo	Chiave primaria	161	Tipologia del parametro SPT Identificativo misura 042014P50DL51SPT161
Quota/spessore	Profondità del top (m)	8.4	Profondità del bottom (m) 8.7 Spessore del livello (m) 0.3
	Quota del top (m)	7.6	Quota del bottom (m) 7.3
Valore	Valore	25	Attendibilità della misura 1 Tabella valori
Varie	Note		
			Data 1984-06-01

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	58 di 92

25/07/23, 18:11

Microzonazione Sismica e CLE - Scheda Indagini Puntuali - 042014P105



**MICROZONAZIONE SISMICA  
 CARTA DELLE INDAGINI**

**INDAGINE  
 PUNTUALE**  
 versione 1.0

Sito puntuale								
Identificazione	Chiave primaria	105	Provincia	042	Comune	014	Identificazione sito	042014P105
Ubicazione	Indirizzo	via san bernardo						
	Longitudine	364494	Latitudine	4830609				
	Modalità utilizzata per identificare le coordinate	ALTRO		Identificativo della modalità	google earth			
Quota	Quota sul livello del mare (metri)	20.0	Modalità utilizzata per identificare la quota del piano campagna	CTR010				
Varie	Data	2013-04-24	Note	pozzo 75				

Indagine puntuale						
Identificativo	Chiave primaria	125	Classe dell'indagine	IG	Tipo d'indagine	SP
			Identificativo indagine	042014P105SP125		
Tracciabilità	Precedente identificativo		Nome precedente archivio	pozzo 75		
	Note					
Quota/spessore	Profondità del top (m)		Profondità del bottom (m)		Spessore complessivo (m)	
	Quota del top (m)		Quota del bottom (m)			
Varie	Data	1984-08-31	Pagina		Documento	

Parametri puntuali						
Identificativo	Chiave primaria	362	Tipologia del parametro	SG	Identificativo misura	042014P105SP125SG362
Quota/spessore	Profondità del top (m)		Profondità del bottom (m)		Spessore del livello (m)	
	Quota del top (m)	7.4	Quota del bottom (m)			
Valore	Valore	12,6	Attendibilità della misura	1	Tabella valori	
Varie	Note		Data	1984-08-31		

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	59 di 92

25/07/23, 18:18

Microzonazione Sismica e CLE - Scheda Indagini Puntuali - 042014P213



**MICROZONAZIONE SISMICA  
CARTA DELLE INDAGINI**

**INDAGINE  
PUNTUALE**  
versione 1.0

Sito puntuale								
Identificazione	Chiave primaria	213	Provincia	042	Comune	014	Identificazione sito	042014P213
Ubicazione	Indirizzo		autogrill esino ovest					
	Longitudine		365588		Latitudine		4831777	
Quota	Modalità utilizzata per identificare le coordinate		CTR010		Identificativo della modalità			
	Quota sul livello del mare (metri)		15.0		Modalità utilizzata per identificare la quota del piano campagna		CTR010	
Varie	Data	2013-05-16		Note	archivio mirco			

Indagine puntuale								
Identificativo	Chiave primaria	264	Classe dell'indagine	GF	Tipo d'indagine	HVSR		
Tracciabilità	Precedente identificativo		esino ovest		Nome precedente archivio		ampliamento autogrill	
	Identificativo indagine		042014P213HVSR264					
Quota/spessore	Profondità del top (m)		Profondità del bottom (m)		Spessore complessivo (m)			
	Quota del top (m)		Quota del bottom (m)					
Varie	Data	2011-03-09	Pagina	5	Documento			

Parametri puntuali									
Identificativo	Chiave primaria	817	Tipologia del parametro	FR	Identificativo misura	042014P213HVSR264FR817			
Quota/spessore	Profondità del top (m)		Profondità del bottom (m)		Spessore del livello (m)				
	Quota del top (m)		Quota del bottom (m)						
Valore	Valore	7		Attendibilità della misura	2		Tabella valori		
Varie	Note							Data	2011-03-09

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	<b>Codice Elaborato:</b> CHIDT_01.700
		<b>Data:</b> 05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	<b>Revisione:</b> 00
		<b>Pagina:</b> 60 di 92

06/09/23, 16:37

Microzonazione Sismica e CLE - Scheda Indagini Lineari - 042007L2




**MICROZONAZIONE SISMICA  
 CARTA DELLE INDAGINI**

**INDAGINE  
 LINEARE**  
 versione 1.0

Sito lineare								
Identificazione	Chiave primaria	2	Provincia	042	Comune	007	Identificazione sito	042007L2
Ubicazione	Longitudine del punto A	366163	Longitudine del punto B	366209	Latitudine del punto A	4827211	Latitudine del punto B	4827165
	Modalità identificata per identificare il tracciato		identificativo della modalità					
Quota	Quota sul livello del mare del punto A (metri)	25.0	Quota sul livello del mare del punto B (metri)	25.0				
Varie	Data	2018-09-26	Note					

Indagine lineare								
Identificativo	Chiave primaria	2	Classe dell'indagine	GF	Tipo d'indagine	MASW	Identificativo indagine	042007L2MASW2
Tracciabilità	Precedente identificativo		Nome precedente archivio					
Varie	Data	2018-07-01	Pagina	1	Documento			

Parametri lineari							
Identificativo	Chiave primaria	2	Tipologia del parametro	VS	Identificativo misura	042007L2MASW2VS2	
Quota/spessore	Profondità del top (m)	0.0	Profondità del bottom (m)	30.0	Spessore del livello (m)		30.0
	Quota del top (m)	24.0	Quota del bottom (m)	24.0			
Valore	Valore	297.000000000000	Attendibilità della misura	1			
Varie	Note					Data	2018-08-01

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	61 di 92

06/09/23, 16:36

Microzonazione Sismica e CLE - Scheda Indagini Puntuali - 042007P15



**MICROZONAZIONE SISMICA  
CARTA DELLE INDAGINI**

**INDAGINE  
PUNTUALE**  
versione 1.0

Sito puntuale								
Identificazione	Chiave primaria	15	Provincia	042	Comune	007	Identificazione sito	042007P15
Ubicazione	Indirizzo							
		Longitudine	366226			Latitudine	4827043	
	Modalità utilizzata per identificare le coordinate			Identificativo della modalità				293010
		CTR010						
Quota	Quota sul livello del mare (metri)			27.0	Modalità utilizzata per identificare la quota del piano campagna			CTR010
Varie	Data	2013-08-27	Note	S				

Indagine puntuale								
Identificativo	Chiave primaria	15	Classe dell'indagine	GG	Tipo d'indagine	S		
				Identificativo indagine				042007P15S15
Tracciabilità	Precedente identificativo		P15	Nome precedente archivio		Comune di Camerata Picena0		
	Note							
Quota/spessore	Profondità del top (m)		0.0	Profondità del bottom (m)		8.6	Spessore complessivo (m)	8.6
	Quota del top (m)		27.0	Quota del bottom (m)		18.4		
Varie	Data	2005-01-01	Pagina			Documento		

Parametri puntuali									
Identificativo	Chiave primaria	19	Tipologia del parametro	L	Identificativo misura	042007P15S15L19			
Quota/spessore	Profondità del top (m)		0.0	Profondità del bottom (m)		8.6	Spessore del livello (m)	8.6	
	Quota del top (m)		27.0	Quota del bottom (m)		18.4			
Valore	Valore		GW	Attendibilità della misura		2	Tabella valori		
Varie	Note							Data	2005-01-01

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	62 di 92

06/09/23, 16:38

Microzonazione Sismica e CLE - Scheda Indagini Puntuali - 042007P37




**MICROZONAZIONE SISMICA  
 CARTA DELLE INDAGINI**

**INDAGINE  
 PUNTUALE**  
 versione 1.0

Sito puntuale								
Identificazione	Chiave primaria	37	Provincia	042	Comune	007	Identificazione sito	042007P37
Ubicazione	Indirizzo	Enel Camerata						
	Longitudine	366164	Latitudine	4827177				
	Modalità utilizzata per identificare	le coordinate		Identificativo della modalità	CTR010			
Quota	Quota sul livello del mare (metri)	25.0	Modalità utilizzata per identificare la quota del piano campagna	CTR010				
Varie	Data	2018-10-25	Note					

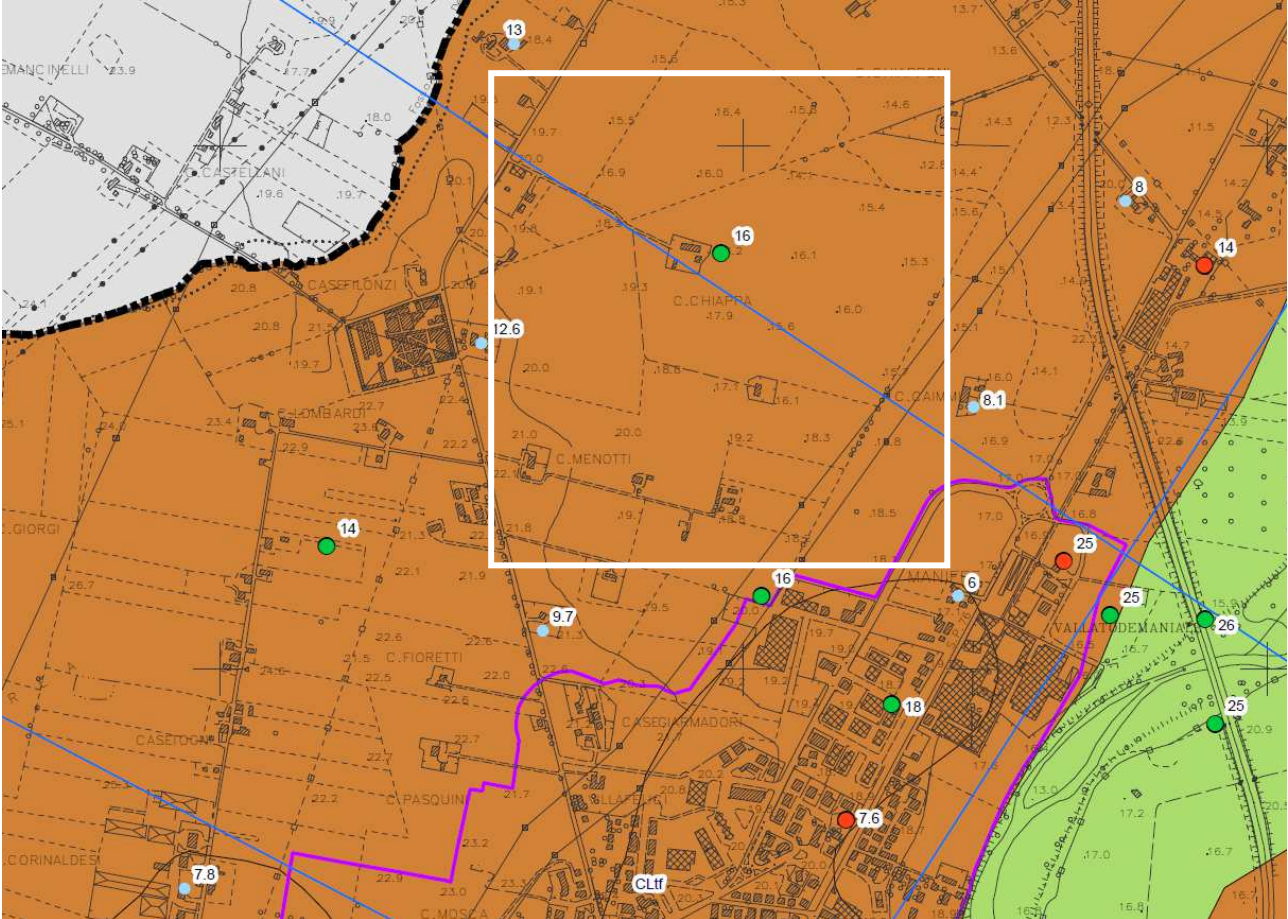
Indagine puntuale								
Identificativo	Chiave primaria	37	Classe dell'indagine	GF	Tipo d'indagine	HVSR		
			Identificativo indagine	042007P37HVSR37				
Tracciabilità	Precedente identificativo	P37	Nome precedente archivio					
	Note							
Quota/spessore	Profondità del top (m)	0.0	Profondità del bottom (m)					
	Quota del top (m)	25.0	Quota del bottom (m)					
Varie	Data	2018-08-01	Pagina	1	Documento			

Parametri puntuali								
Identificativo	Chiave primaria	51	Tipologia del parametro	FR	Identificativo misura	042007P37HVSR37FR51		
Quota/spessore	Profondità del top (m)	0.0	Profondità del bottom (m)					
	Quota del top (m)	25.0	Quota del bottom (m)					
Valore	Valore	9.8	Attendibilità della misura	1	Tabella valori			
Varie	Note						Data	2018-08-01

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	63 di 92

## 8. VALUTAZIONI SISMICHE ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018






### 8.1 Analisi MZS Comune di Chiaravalle e Camerata Picena



Carta Litotecnica MZS 2° LIVELLO - Comune di Chiaravalle (Area Impianto)

#### Legenda

##### Terreni di copertura

-  Terreni contenenti resti di attività antropica. zz = altro ambiente
-  Chiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia. tf= terrazzo fluviale
-  Chiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla. tf= terrazzo fluviale
-  Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità. tf= terrazzo fluviale
-  Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose. tf= terrazzo fluviale; ec= eluvi/colluvi; ca = conoide alluvionale

##### Substrato geologico

-  Substrato geologico coesivo sovraconsolidato stratificato (non rigido)




##### Instabilità di versante

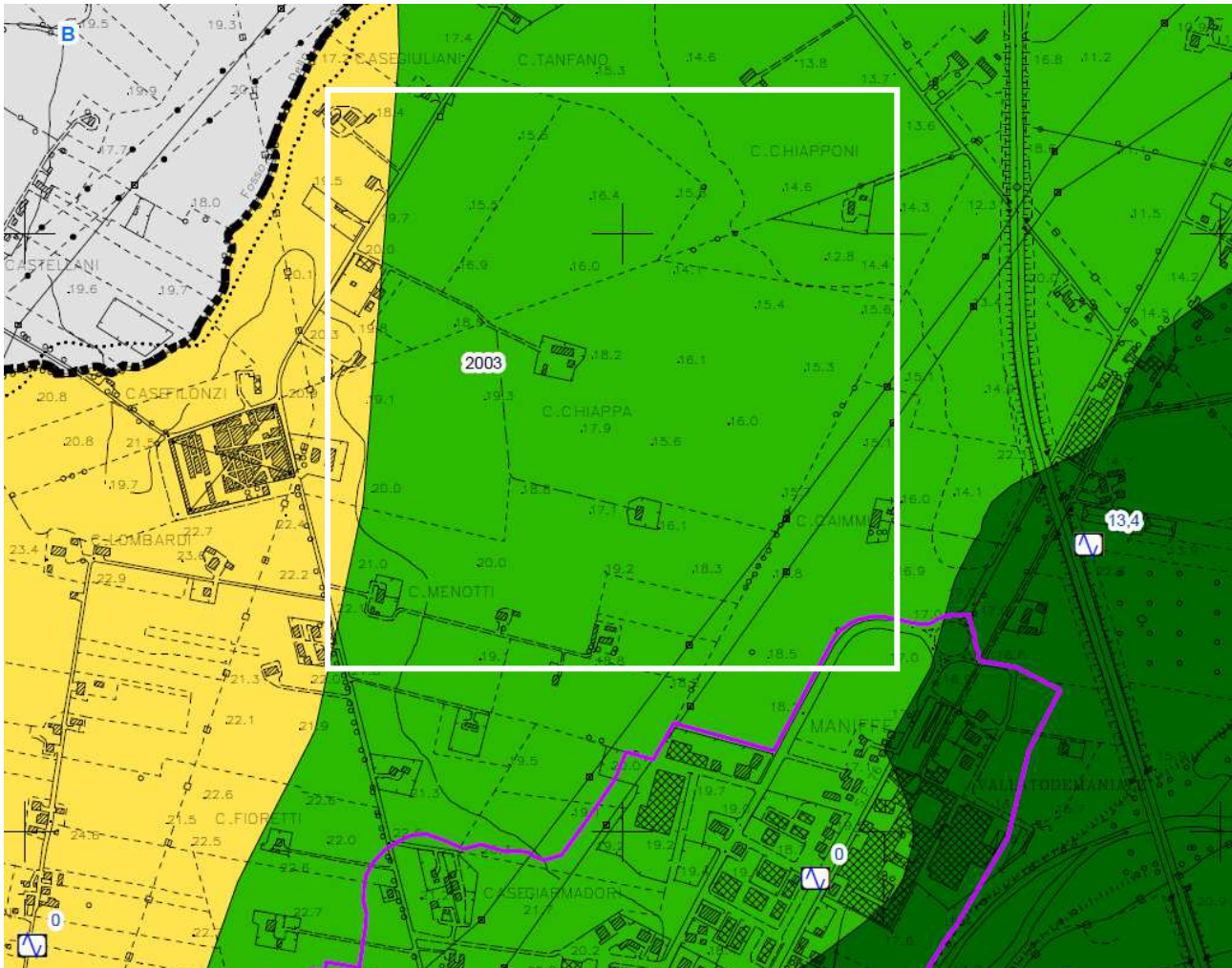
-  scorrimento - attiva

##### Forme di superficie

-  Conoide alluvionale

##### Elementi geologici e idrogeologici

-  Sondaggio che ha raggiunto il substrato geologico (n=profondità del substrato)
-  Sondaggio che non ha raggiunto il substrato geologico (n=profondità del sondaggio)
-  Profondità della falda in aree con sabbie e/o ghiaie (n= profondità della falda dal p.c.)



Carta MOPS MZS Comune di Chiaravalle (Area Impianto)

## Legenda

### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- 2001 2001 - substrato geologico affiorante
- 2002 2002 - coperture eluvio colluviali
- 2003 2003 - depositi alluvionali terrazzati di IV ord. (sequenza tipo: limi/argille-sabbie-ghiaie con spessori limitati)
- 2004 2004 - depositi alluvionali terrazzati II-IV ordine. Ghiaie prevalenti con spessori medi ed elevati, da affioranti a sottostanti depositi alluvionali limo-argillosi
- 2005 2005 - Aree estrattive dismesse e ritombate (riporti limosi in depressioni ghiaiose)
- 2006 2006 - discarica Galoppo
- 2007 2007 - depositi alluvionali terrazzati ghiaiosi di I ordine affioranti
- 2008 2008 - depositi alluvionali terrazzati di IV-III-II ordine Sequenza tipo limi/argille prevalenti con livelli localizzati, chiusure a pinch out spessori limitati (max 2,0 mt)
- 2009 2009 - alluvionali attuali (sequenza tipo: limi/argille a medio-bassa consistenza con spessore superiore a 7 m - ghiaie con spessori di media entità)

### Zone di attenzione per instabilità

- 3012 xxxx ZA FR - Instabilità di versante: attiva (xxxx = MOPS sottostante)
- 3030 xxxx ZA LQ - Potenziale Liquefazione (xxxx = MOPS sottostante)
- 3080 ZA CD - Cedimenti differenziali

### Forme di superficie

- o Conoide alluvionale

- Confine comunale

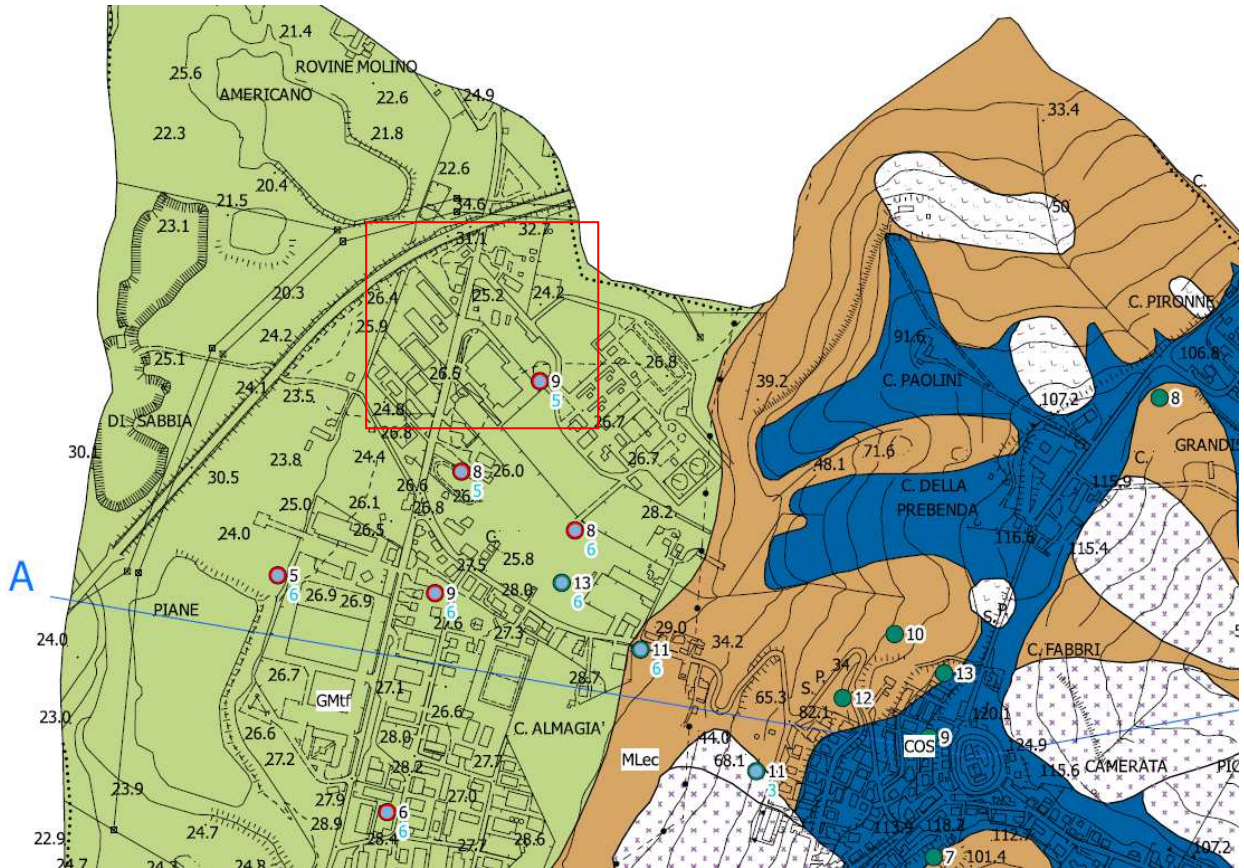
- limite di Microzonazione di II livello

### Punti di misura di rumore ambientale

- V HVSR (il numero indica la frequenza in Hz del picco principale)



<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	<b>Codice Elaborato:</b> CHIDT_01.700
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	<b>Data:</b> 05/12/2023
		<b>Revisione:</b> 00
		<b>Pagina:</b> 65 di 92



Carta Litotecnica MZS 2° LIVELLO - Comune di Camerata Picena (Area S/T Camerata Picena)

## Legenda

### Terreni di copertura

- MLec** Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità – Depositi eluvio-colluviali
- GMtr** Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo – Depositi fluviali terrazzati

### Substrato geologico

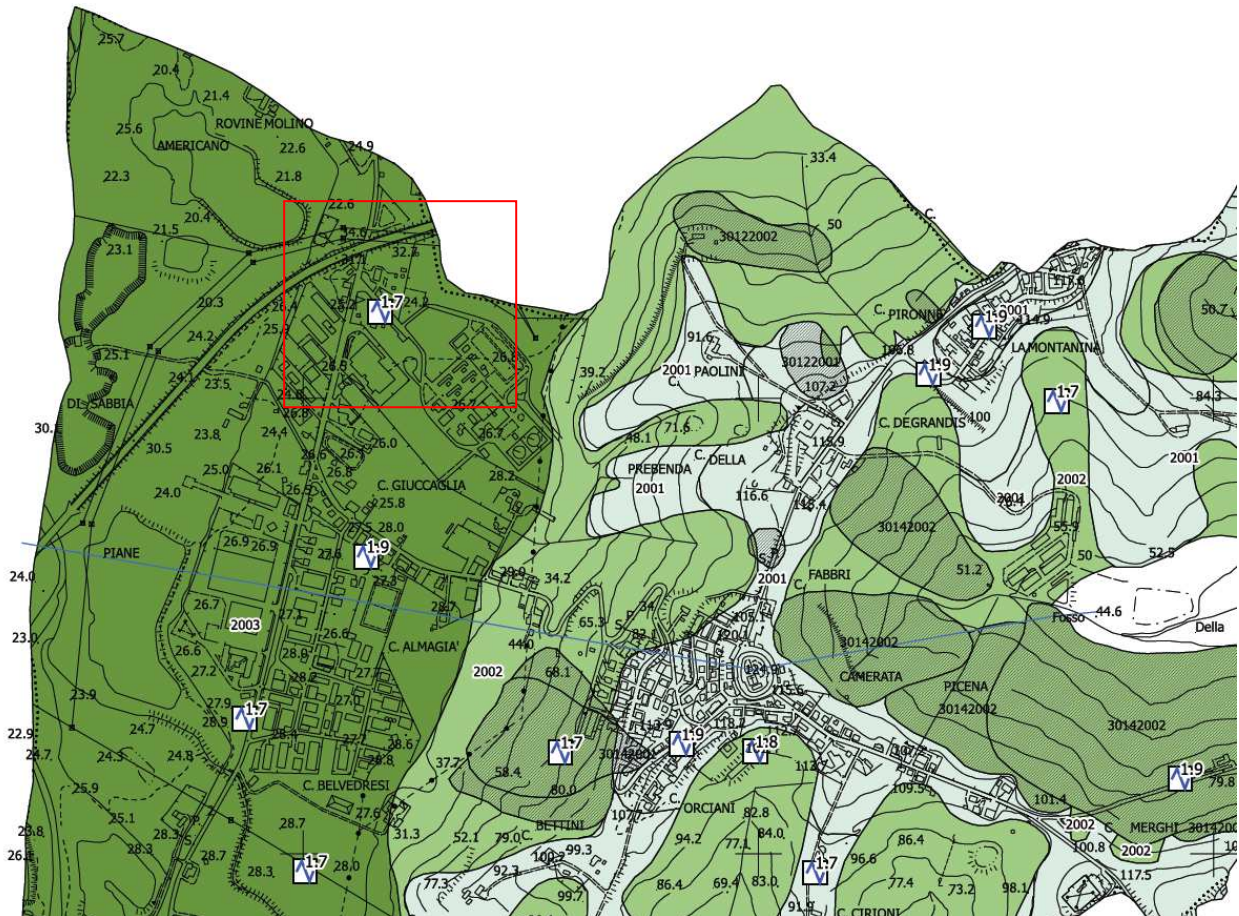
- COS** Coesivo sovraconsolidato stratificato

### Instabilità di versante

- Scorrimento – attiva
- Complessa – attiva

### Elementi geologici e idrogeologici

- Giacitura strati
- Profondità della falda in aree con sabbie e/o ghiaie
- Pozzo o sondaggio che non ha raggiunto il substrato geologico
- Pozzo o sondaggio che ha raggiunto il substrato geologico
- Traccia della sezione geologica



Carta MOPS MZS Comune di Camerata Picena (Area S/T Camerata Picena)

## Legenda

### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- 2001 Zona 1 - 0-3 m: MLec - Substrato COS
- 2002 Zona 2 - > 3 m: MLec - Substrato COS
- 2003 Zona 3 - > 3 m: GMtf - Substrato COS

### Zone di attenzione per instabilità

- ZAfr Zona di attenzione per Instabilità di versante - Zona 1
- ZAfr Zona di attenzione per Instabilità di versante - Zona 2

### Punto di misura di rumore ambientale

- Punto di misura di rumore ambientale con indicazione del valore di f0

8.2 Definizione dei parametri sismici

ANALISI DEL SITO E DELLA STRUTTURA IN PROGETTO

STRUTTURA: Impianto Agro Voltaico REGIONE: MARCHE; LOCALITA': Chiaravalle (AN)

DEFINIZIONE DEI PARAMETRI

CATEGORIA	Categorie di sottosuolo
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s
	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
T1	Pendii con inclinazione media $i < 15^\circ$

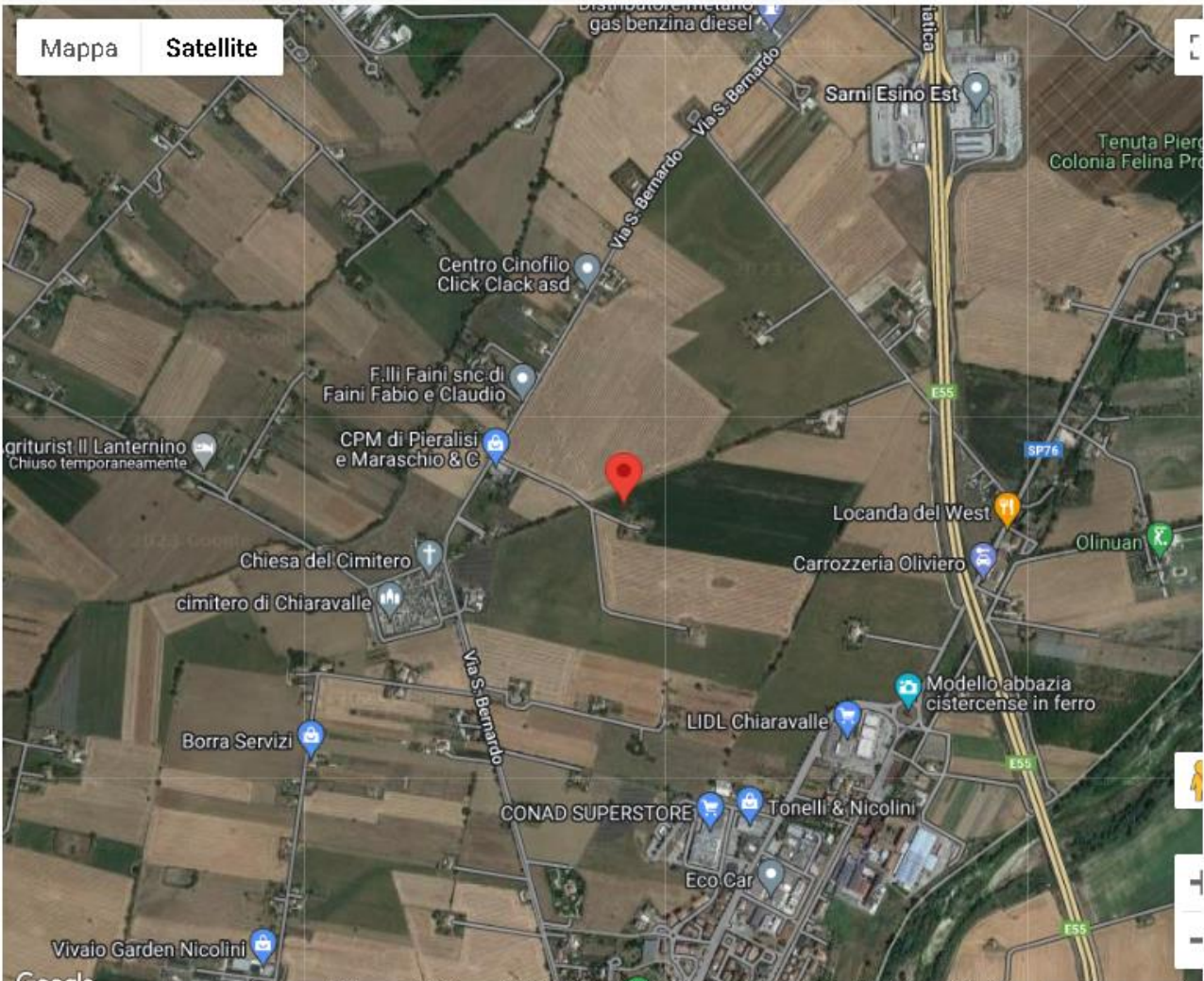
➤ AREA IMPIANTO AGRO VOLTAICO

WGS84: Lat 43.618253 - Lng 13.325144

ED50: Lat 43.619197 - Lng 13.326077

Mappa


Satellite





Google | Scorcio da tastiera | Dati mappa ©2023 Immagini ©2023 Airbus, CNES / Airbus, Maxar Technologies | Termini e condizioni d'uso | Segnala un errore nella m

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

### Stati limite

 Classe Edificio  
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

 Vita Nominale: 50


 Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.048	2.410	0.279
Danno (SLD)	50	0.062	2.571	0.279
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.183	2.475	0.298
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.237	2.521	0.312

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

### Coefficienti sismici

 Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1      us (m): 0,1

Cat. Sottosuolo: C  
 Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,43	1,34
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,60	1,57	1,54
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0,6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.014	0.019	0.063	0.089
kv	0.007	0.009	0.0	IT Italiano (Italia)
Amax [m/s²]	0.700	0.907	2.564	3.117
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

Tipo di elaborazione: Stabilità di Pendii e Fondazioni NTC 2018

Sito in esame.

latitudine: 43,619197  
 longitudine: 13,326077  
 Classe: 2  
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito	ID	Lat	Lon	Distanza
Sito 1	ID: 20754	Lat: 43,6348	Lon: 13,2828	Distanza: 3891,635
Sito 2	ID: 20755	Lat: 43,6349	Lon: 13,3518	Distanza: 2707,989
Sito 3	ID: 20977	Lat: 43,5849	Lon: 13,3519	Distanza: 4349,116
Sito 4	ID: 20976	Lat: 43,5848	Lon: 13,2829	Distanza: 5169,898

Parametri sismici

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

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 30 [anni]  
 ag: 0,048 g  
 Fo: 2,410  
 Tc\*: 0,279 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 50 [anni]

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>69 di 92</b>

ag: 0,062 g  
 Fo: 2,571  
 Tc\*: 0,279 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):  
 Probabilità di superamento: 10 %  
 Tr: 475 [anni]  
 ag: 0,183 g  
 Fo: 2,475  
 Tc\*: 0,298 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):  
 Probabilità di superamento: 5 %  
 Tr: 975 [anni]  
 ag: 0,237 g  
 Fo: 2,521  
 Tc\*: 0,312 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,600  
 St: 1,000  
 Kh: 0,014  
 Kv: 0,007  
 Amax: 0,700  
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,600  
 St: 1,000  
 Kh: 0,019  
 Kv: 0,009  
 Amax: 0,907  
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,430  
 Cc: 1,570  
 St: 1,000  
 Kh: 0,063  
 Kv: 0,031  
 Amax: 2,564  
 Beta: 0,240

SLC:

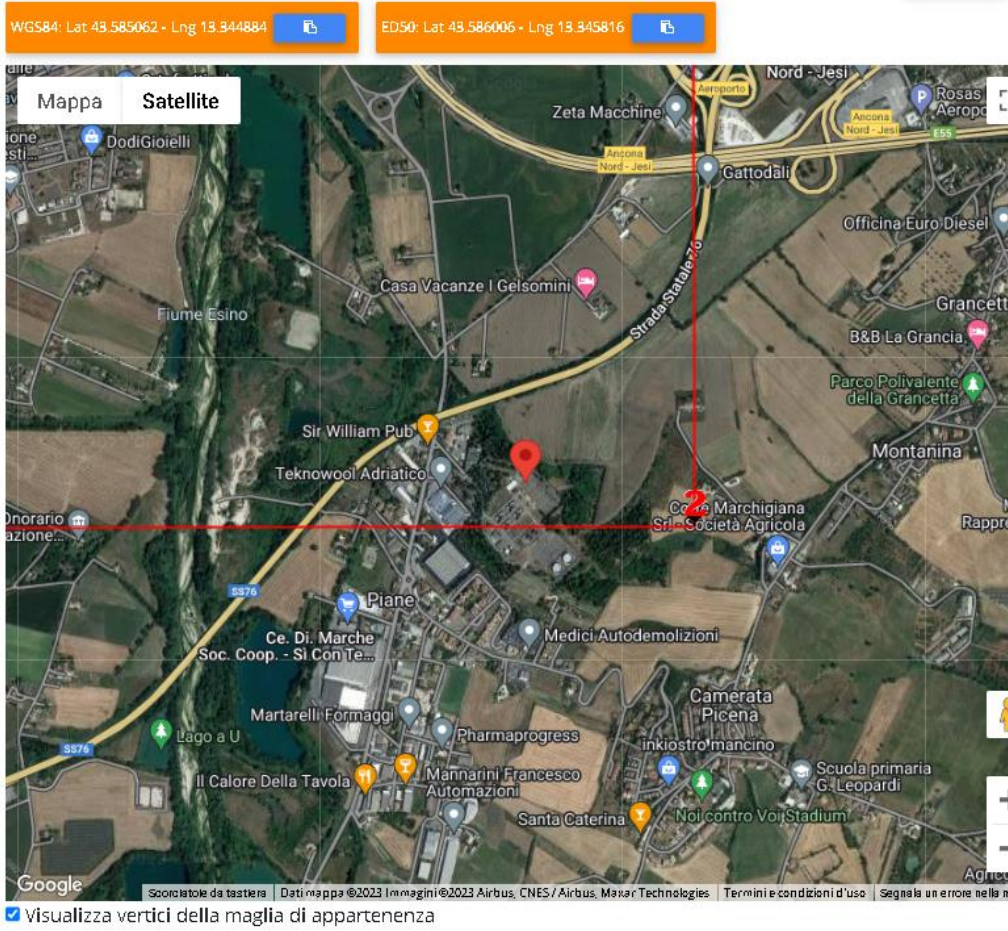
Ss: 1,340  
 Cc: 1,540  
 St: 1,000  
 Kh: 0,089  
 Kv: 0,045  
 Amax: 3,117  
 Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
 Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 43.618253  
 longitudine: 13.325144

➤ AREA S/T Camerata Picena



Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>o</sub>	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.048	2.403	0.281
Danno (SLD)	50	0.062	2.569	0.279
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.183	2.477	0.298
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.237	2.523	0.312

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 | us (m): 0.1


Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,43	1,34
CC Coeff. funz. categoria	1,60	1,60	1,56	1,54
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.014	0.019	0.063	0.089
kv	0.007	0.009	0.031	0.045
Amax [m/s²]	0.704	0.912	2.567	3.120
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>71 di 92</b>

Tipo di elaborazione: Stabilità di Pendii e Fondazioni NTC 2018

Sito in esame.

latitudine: 43,5860064165632  
longitudine: 13,3458160251507  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 20976	Lat: 43,5848	Lon: 13,2829	Distanza: 5066,170
Sito 2	ID: 20977	Lat: 43,5849	Lon: 13,3519	Distanza: 509,454
Sito 3	ID: 20755	Lat: 43,6349	Lon: 13,3518	Distanza: 5453,878
Sito 4	ID: 20754	Lat: 43,6348	Lon: 13,2828	Distanza: 7426,520

Parametri sismici

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

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,048 g  
Fo: 2,403  
Tc\*: 0,281 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,062 g  
Fo: 2,569  
Tc\*: 0,279 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,183 g  
Fo: 2,477  
Tc\*: 0,298 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,237 g  
Fo: 2,523  
Tc\*: 0,312 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500  
Cc: 1,600  
St: 1,000  
Kh: 0,014  
Kv: 0,007  
Amax: 0,704  
Beta: 0,200

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>72 di 92</b>

SLD:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,600  
 St: 1,000  
 Kh: 0,019  
 Kv: 0,009  
 Amax: 0,912  
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,430  
 Cc: 1,560  
 St: 1,000  
 Kh: 0,063  
 Kv: 0,031  
 Amax: 2,567  
 Beta: 0,240

SLC:


Ss: 1,340  
 Cc: 1,540  
 St: 1,000  
 Kh: 0,089  
 Kv: 0,045  
 Amax: 3,120  
 Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
 Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 43.585062  
 longitudine: 13.344884



 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	73 di 92

### 8.3 Analisi del sito e della struttura in progetto

STRUTTURA: Realizzazione Impianto Agro Voltaico

REGIONE: MARCHE; LOCALITA': Chiaravalle (AN);

Tabella 1 – Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tab. 2 – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE D'USO $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 3 – Probabilità di superamento  $P_{V_R}$  al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		$P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 4 – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<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	<i>Rocce tenere e depositi di terrenia grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessori non superiori a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	74 di 92

**Tabella 6 –** *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Tabella 7 -** *Espressioni di Ss e di Ce*

Categoria sottosuolo	Ss	Cc
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot Fo \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (Tc^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot Fo \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (Tc^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot Fo \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (Tc^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot Fo \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (Tc^*)^{-0,40}$

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

Categoria di sottosuolo	S <sub>v</sub>	T <sub>b</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>d</sub>
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

**Tabella 3.2.VIII -** *Valori dei parametri T<sub>E</sub> e T<sub>F</sub>*

Categoria sottosuolo	T <sub>E</sub> (s)	T <sub>F</sub> (s)
A	4,5	10,0
B	5,0	10,0
C, D, E	6,0	10,0

## 9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Al fine di avere un quadro esaustivo di dettaglio del territorio comunale di **Chiaravalle (AN)** sotto l'aspetto sismico e quindi fornire una valutazione della compatibilità sismica dell'intervento, si è proceduto alla ricostruzione della storia sismica del Comune all'interno del quale è ubicato l'intervento attraverso i dati forniti dall'INGV (Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia) ed i vari database e progetti sviluppati in merito alla pericolosità sismica, alla registrazione degli eventi sismici ed alla Valutazione del potenziale sismogenetico e probabilità dei forti terremoti.

### 9.1 Mappa dei forti terremoti degli ultimi 150 anni

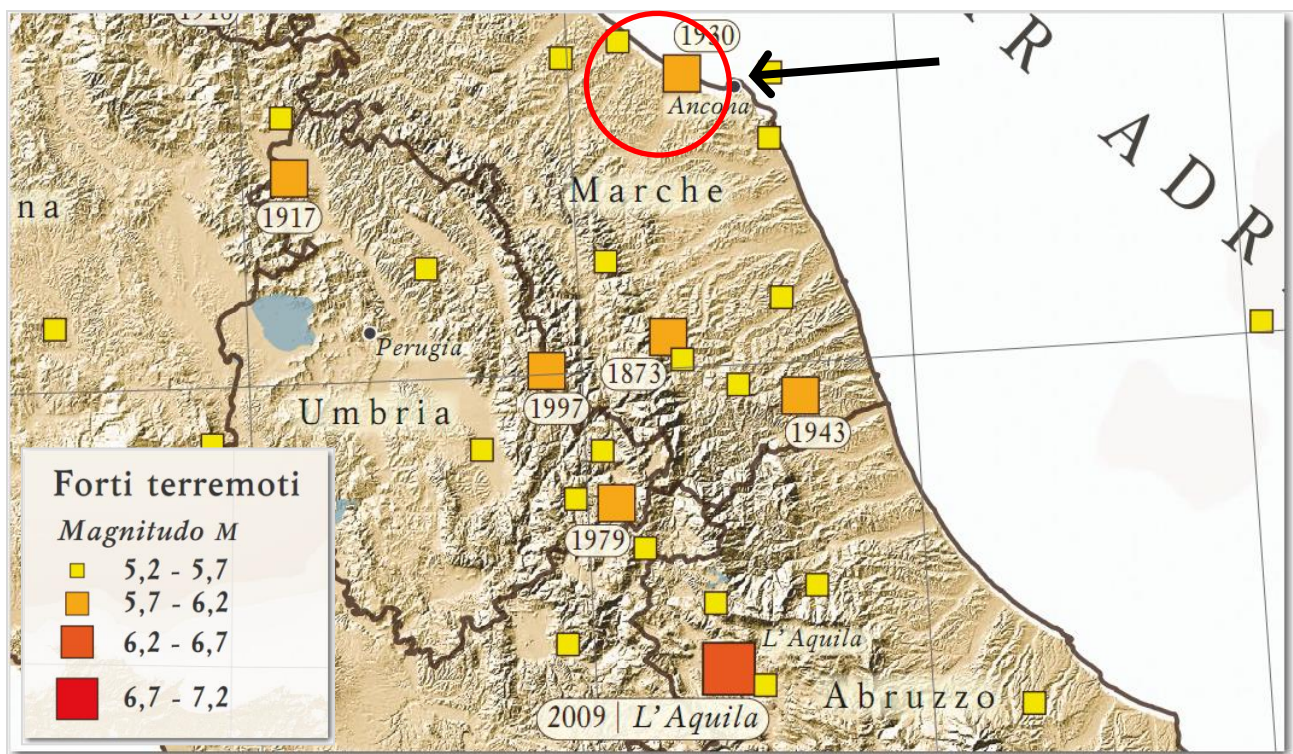
Da 150 anni ad oggi il nostro Paese è stato colpito da più di 170 terremoti forti, fortissimi o addirittura catastrofici. Di questi, 12 sono stati distruttivi (Intensità massima MCS [Mercalli-Cancani-Sieberg]  $I_{max} > X$ ) e hanno provocato complessivamente più di 130 mila vittime. Il terremoto del 1908 (M 7.2,  $I_{max}$  X-XI) a Messina e Reggio Calabria è stato il più forte di questi ultimi 150 anni con più di 80 mila vittime e la distruzione quasi totale delle due città che si a-acciano sullo Stretto. I più recenti terremoti sono quelli avvenuti in Abruzzo il 6 aprile 2009 (M 6.3,  $I_{max}$  IX-X) e la serie recente (Marche-Lazio-Umbria) di Amatrice-Castel Sant'Angelo sul Nera-Ussita (M 6.0 e 5.4 del 24.08.2016, M 5.4 e 5.9 del 26.10.2016, M 6.5 30.10.2016).

In Italia ci sono zone con caratteristiche di sismicità molto diverse:

- aree in cui i terremoti si verificano spesso, con energia generalmente moderata, ma che possono produrre danni (per es. Emilia Romagna e Lazio);
- zone dove avvengono molti terremoti deboli e pochi terremoti più violenti, in media ogni secolo, i cui effetti possono raggiungere o superare intensità IX MCS (per es. Toscana, Umbria, Marche, Basilicata e Friuli);
- aree con forti terremoti e pochi terremoti più deboli.

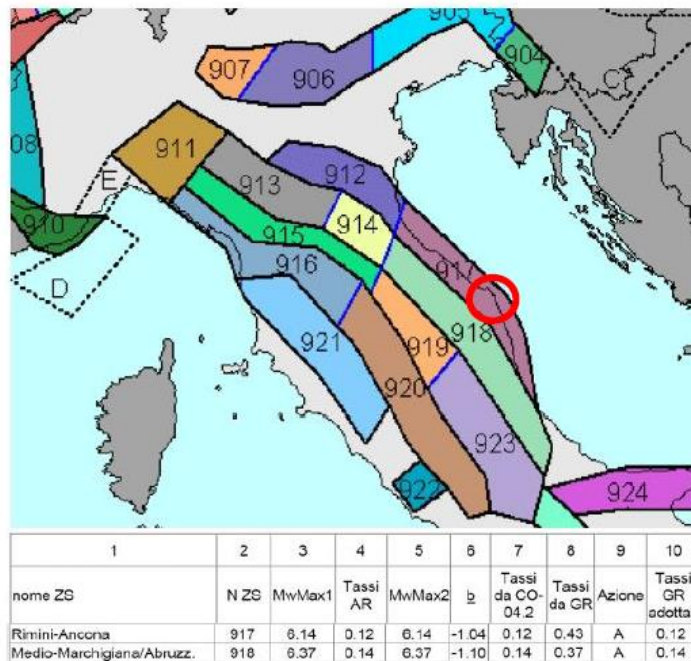
Queste ultime sono le zone dove si verificano i terremoti più gravi in assoluto perché l'energia accumulata per lungo tempo viene rilasciata tutta insieme (per es. Calabria, Sicilia, Campania e Abruzzo).

Dalla registrazione di tali eventi sismici si evidenzia come l'area di intervento non sia stata direttamente interessata da eventi sismici con Magnitudo  $M > 5.2$ .

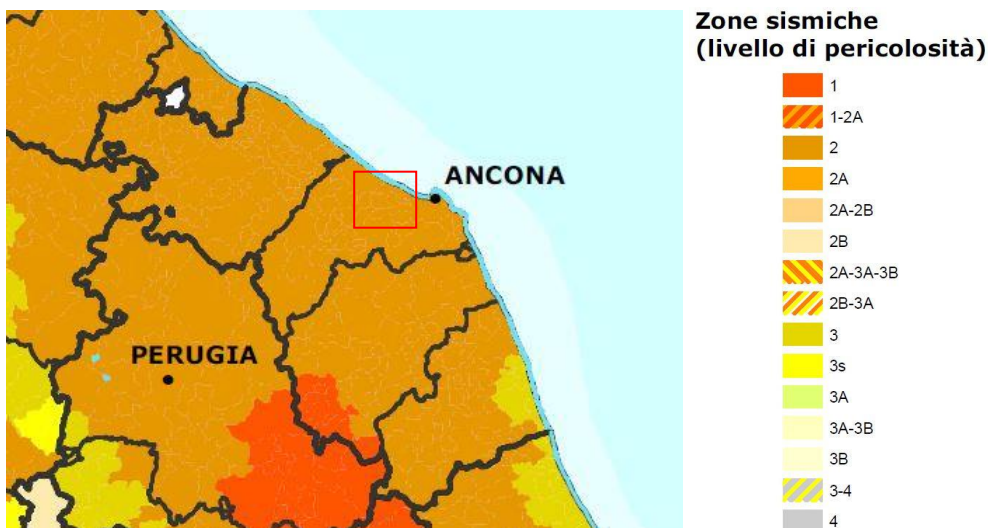


### 9.2 Caratterizzazione sismotettonica

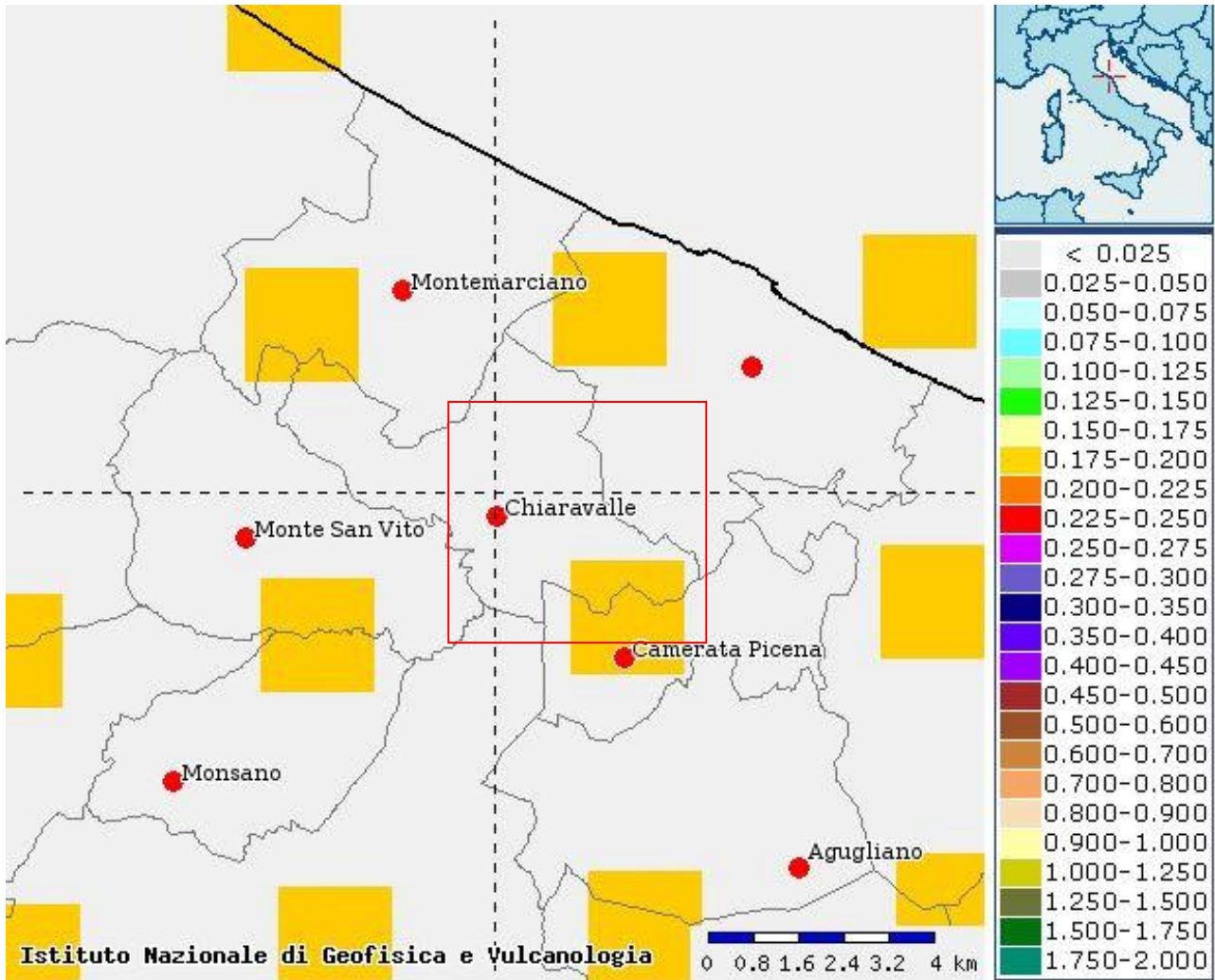
Dal punto di vista tettonico, il territorio in esame non presenta particolari strutture sismogenetiche attive (faglie, sovrascorrimenti, etc); questo non riduce comunque il rischio sismico dell'area stessa, poiché la zona è comunque inglobata in un complesso sistema di strutture sismogenetiche presenti in tutto l'Appennino umbro-marchigiano. Gran parte dell'area marchigiana cade infatti in una fascia caratterizzata da discreta sismicità, interposta fra due fasce sismiche. La fascia sismica occidentale, corrispondente alla più esterna tra le zone sismogenetiche dell'Appennino umbromarchigiano, la fascia sismica orientale (sviluppata soprattutto in offshore). Lo studio dell'assetto geometrico delle strutture sismiche prossime al territorio del comune di Ancona e degli eventi da esse generati ha portato alla compartimentazione di strutture sismogenetiche volumetricamente modeste che non sono in grado di generare, terremoti di magnitudo maggiore a Mw 6.37 (vedi Rapporto conclusivo INGV).



Il territorio del Comune di Chiaravalle, secondo quanto indicato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale delle Marche n. 1046 del 29.07.2003 attualmente ricade nella Zona Sismica II, definita da un valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante compreso tra 0,175-0,200 g.



L'accelerazione massima al suolo viene fornita con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (corrispondente ad un periodo di ritorno  $T_r=475$  anni - mappa di pericolosità dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> ).



### Elementi di tettonica attiva

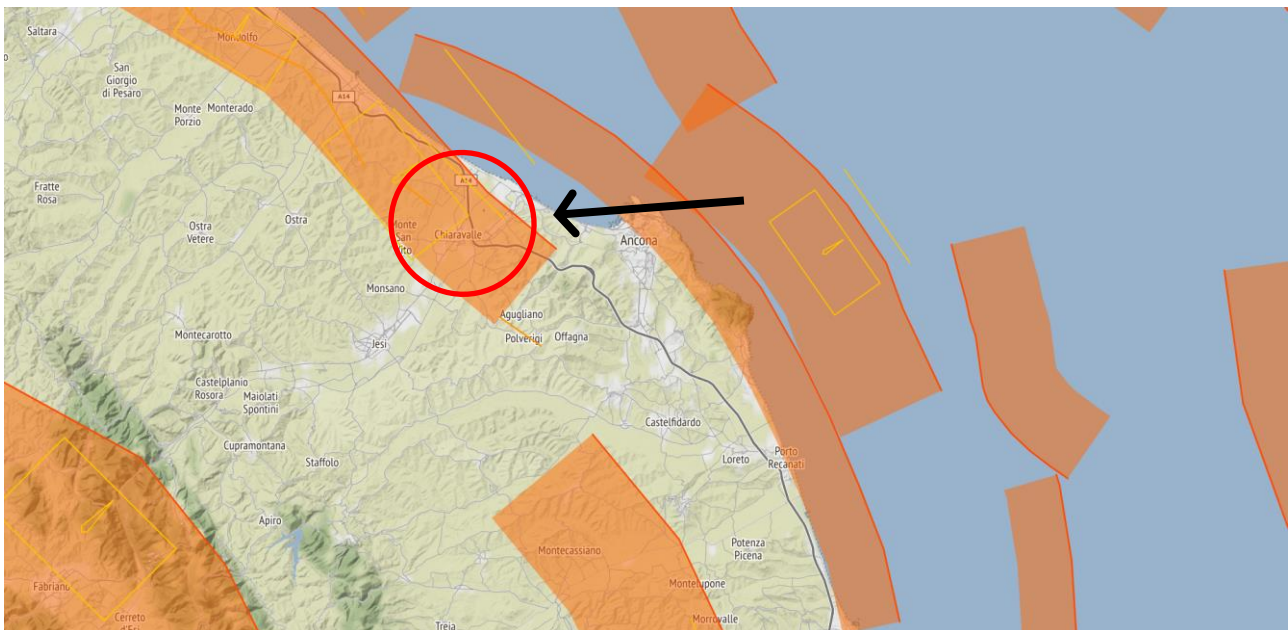
L'area dell'Anconetano e dell'intorno significativo risulta tettonicamente attiva con direttrici di faglie di orientazione NE - SO a rigetto orizzontale ( trasversali) che attivano marginalmente lembi di faglie inverse ad esse perpendicolari. Attualmente una direttrice NE-SO si è attivata nei terreni del fondo marino a 10 Km dalla costa tra Sirolo e Numana (evento con  $M_{max} = 4.4$  del 22/08/2013 e con epicentri successivi allineati NE-SO). Analogamente una direttrice NE-SO si era attivata negli eventi sismica di Ancona dal 1972 al 1976 come risulta dagli allineamenti ipocentrali dei terremoti (Crescenti 1978).

Tali faglie trasversali nel tempo geologico hanno dislocato sulla costa, smembrando in strutture isolate, le dorsali di Monte Conero, di Varano, di Falconara ed hanno agevolato il deflusso dell'idrografia superficiale permettendo la formazione degli alvei principali del fiume Esino a Nord e del fiume Musone a Sud.



Fig. 2.4: Diretrice con orientamento NE-SO relativa agli eventi del 22/08/2013 - Protezione -Civile

### 9.3 Valutazione del potenziale sismogenetico e probabilità di forti terremoti



The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) – Database delle Singole Sorgenti Sismogenetiche

Il Database delle Singole Sorgenti Sismogenetiche - Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), il software originale e tutti i relativi testi ed elaborazioni sono il risultato delle elaborazioni dei ricercatori

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	79 di 92

dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV. Il database a cui si fa riferimento, include una grande quantità di materiale originale e pubblicato sulle principali fonti sismogenetiche d'Italia insieme a dati di natura geografica, sismologica, geologica ed informazioni tettoniche ed è stato progettato come "work in progress", e come tale è aperto a continue aggiunte e miglioramenti.

Tale lavoro costituisce nelle sue varie fasi di elaborazione, dal 2009 ad oggi, l'ultimo ed il più aggiornato strumento a scala nazionale per la valutazione, individuazione ed analisi delle Sorgenti Sismogenetiche.



Dall'analisi della documentazione disponibile, emergono limitrofe all'area di interesse la presenza delle seguenti Sorgenti Composite con sviluppo circa N-S :

ITCS008 Conero onshore, ITCS031 Conero offshore, ITCS032 Pesaro-Senigallia, ITCS020 Southern Marche

Dalle Mappe Tematiche di seguito allegate, si evidenziano le caratteristiche di tale Sorgente espresse come Profondità del Tetto che è inferiore ai 3 km e la Magnitudo sviluppabile compresa tra 5.8 e 6.1.


### Sorgente Sismogenetica ITCS008 Conero onshore

#### GENERAL INFORMATION

<b>DISS-ID</b>	ITCS008
<b>Name</b>	Conero onshore
<b>Compiler(s)</b>	Burrato P.(1), Mirabella F.(2), Basili R.(1), Maesano F.E.(1)
<b>Contributor(s)</b>	Burrato P.(1), Mariano S.(1), Basili R.(1), Mirabella F.(2), D'Ambrogi C.(3), Maesano F.E.(1), Toscani G.(4)
<b>Affiliation(s)</b>	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Universit... di Perugia; Dipartimento di Scienze della Terra; 06123 Perugia, Italy 3) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 4) Universit... di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy
<b>Created</b>	08-Jan-2005
<b>Updated</b>	14-Oct-2013
<b>Display map ...</b>	 
<b>Related sources</b>	

#### PARAMETRIC INFORMATION

	PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
<b>Min depth [km]</b>	3.0	LD	Based on geological data from various Authors.
<b>Max depth [km]</b>	6.5	LD	Based on geological data from various Authors.
<b>Strike [deg] min... max</b>	110...160	LD	Based on geological data from various Authors.
<b>Dip [deg] min... max</b>	30...45	LD	Based on geological data from Maesano et al. (2013).
<b>Rake [deg] min... max</b>	80...100	EJ	Inferred from geological data.
<b>Slip Rate [mm/y] min... max</b>	1.01...1.35	LD	Based on geological data from Maesano et



 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	80 di 92

		al. (2013).		
<b>Max Magnitude [Mw]</b>	5.8	OD	Based on the strongest earthquake occurred in the region.	

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

### Sorgente Sismogenetica ITCS031 Conero offshore

#### GENERAL INFORMATION


<b>DISS-ID</b>	ITCS031
<b>Name</b>	Conero offshore
<b>Compiler(s)</b>	Burrato P.(1), Basili R.(1), Mirabella F.(2), Maesano F.E.(1)
<b>Contributor(s)</b>	Burrato P.(1), Mariano S.(1), Basili R.(1), Mirabella F.(2), D'Ambrogi C.(3), Maesano F.E.(1), Toscani G.(4)
<b>Affiliation(s)</b>	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Universit... di Perugia; Dipartimento di Scienze della Terra; 06123 Perugia, Italy 3) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 4) Universit... di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy
<b>Created</b>	08-Jan-2005
<b>Updated</b>	17-May-2012
<b>Display map ...</b>	 
<b>Related sources</b>	<a href="#">ITIS029</a>

#### PARAMETRIC INFORMATION

	PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE		
<b>Min depth [km]</b>	1.5	LD	Based on seismic reflection profiles and geological data from various Authors.		
<b>Max depth [km]</b>	7.0	LD	Based on seismic reflection profiles and geological data from various Authors.		
<b>Strike [deg] min... max</b>	125...155	OD	Based on geological data from various Authors.		
<b>Dip [deg] min... max</b>	25...40	LD	Based on geological data from Maesano et al. (2013).		
<b>Rake [deg] min... max</b>	80...100	EJ	Inferred from geological data.		
<b>Slip Rate [mm/y] min... max</b>	0.49...0.91	LD	Based on geological data from Maesano et al. (2013).		
<b>Max Magnitude [Mw]</b>	5.9	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).		


LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;



 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	81 di 92

## Sorgente Sismogenetica ITCS032 Pesaro-Senigallia

### GENERAL INFORMATION

<b>DISS-ID</b>	ITCS032
<b>Name</b>	Pesaro-Senigallia
<b>Compiler(s)</b>	Burrato P.(1), Basili R.(1), Maesano F.E.(1)
<b>Contributor(s)</b>	Burrato P.(1), Mirabella F.(2), Maesano F.E.(1), Vannoli P.(1), D'Ambrogi C.(3), Toscani G.(4)
<b>Affiliation(s)</b>	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Universit... di Perugia; Dipartimento di Scienze della Terra; 06123 Perugia, Italy 3) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 4) Universit... di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy
<b>Created</b>	14-Oct-2013
<b>Updated</b>	21-Jun-2015
<b>Display map ...</b>	
<b>Related sources</b>	<a href="#">ITIS024</a> <a href="#">ITIS030</a> <a href="#">ITIS031</a> <a href="#">ITIS032</a>

### PARAMETRIC INFORMATION


	PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE		
<b>Min depth [km]</b>	3.0	OD	Based on geological data.		
<b>Max depth [km]</b>	7.5	OD	Based on geological data.		
<b>Strike [deg] min... max</b>	105...145	OD	Based on geological data.		
<b>Dip [deg] min... max</b>	25...35	LD	Based on geological data from Maesano et al. (2013).		
<b>Rake [deg] min... max</b>	80...100	EJ	Inferred from geological data.		
<b>Slip Rate [mm/y] min... max</b>	0.2...0.52	LD	Based on geological data from Vannoli et al. (2004) and Maesano et al. (2013).		
<b>Max Magnitude [Mw]</b>	6.1	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).		

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

## Sorgente Sismogenetica ITCS020 Southern Marche

### GENERAL INFORMATION

<b>DISS-ID</b>	ITCS020
<b>Name</b>	Southern Marche
<b>Compiler(s)</b>	Burrato P.(1), Fracassi U.(1), Mariano S.(1)
<b>Contributor(s)</b>	Burrato P.(1), Fracassi U.(1), Mariano S.(1)
<b>Affiliation(s)</b>	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
<b>Created</b>	08-Jan-2005
<b>Updated</b>	21-Apr-2010

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>82 di 92</b>

Display map ...



Related sources

[ITISO70](#)

#### PARAMETRIC INFORMATION

	PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE		
Min depth [km]	3.0	OD	Based on structural geology and geodynamic constraints.			
Max depth [km]	9.0	OD	Based on structural geology and geodynamic constraints.			
Strike [deg] min... max	150...170	OD	Based on geological constraints and seismic reflection profiles.			
Dip [deg] min... max	30...50	OD	Based on geological constrains and seismic reflection profiles.			
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from geological data.			
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.			
Max Magnitude [Mw]	5.9	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).			

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP;EJ=EXPERT JUDGEMENT;

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	83 di 92

#### 9.4 Storia Sismica (DATABASE MACROSISMICO ITALIANO 2016 - DBMI15)

Fonte : [http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/query\\_place/](http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/query_place/)

#### Introduzione

L'ultima versione del Database Macrosismico Italiano chiamata DBMI15 è stata rilasciata a luglio 2016 e aggiorna e sostituisce la precedente, DBMI11 (Locati et al., 2011).

DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2014. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

I dati di intensità macrosismica (MDP, Macroseismic Data Point) sono raccolti e organizzati da DBMI per diverse finalità. La principale è fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima di magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI). L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti.

Dato il loro stretto legame, DBMI e CPTI tendono a essere pubblicati allo stesso tempo e usando una stessa numerazione (DBMI04-CPTI04, DBMI11-CPTI11), ma in due diversi siti web, uno dedicato a DBMI, e uno a CPTI. Con la versione 2015 si è deciso di rendere disponibile le due banche dati DBMI15 e CPTI15 (Rovida et al., 2016) da un unico punto di accesso online al fine di rendere più comoda e funzionale la consultazione.

#### Dati di base

DBMI15 contiene 122701 dati di intensità relativi a 3212 terremoti. Come si può vedere dalle figure 1 e 2, l'incremento numerico di terremoti con dati di intensità e di osservazioni macrosismiche rispetto alle due precedenti versioni DBMI04 (Stucchi et al., 2007) e DBMI11 è molto consistente.

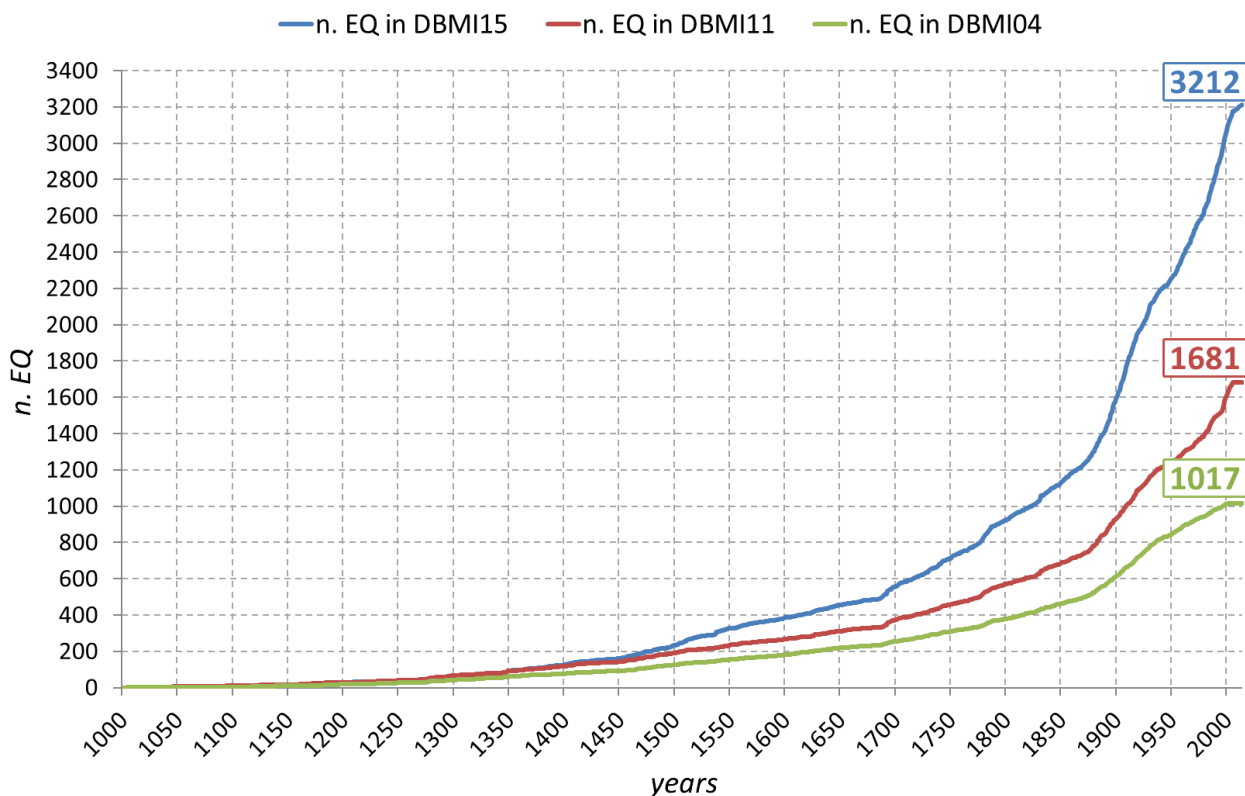


Fig. 1 – Confronto dell'andamento progressivo nel tempo del numero di terremoti: in azzurro DBMI15, in rosso DBMI11, e in verde DBMI04.

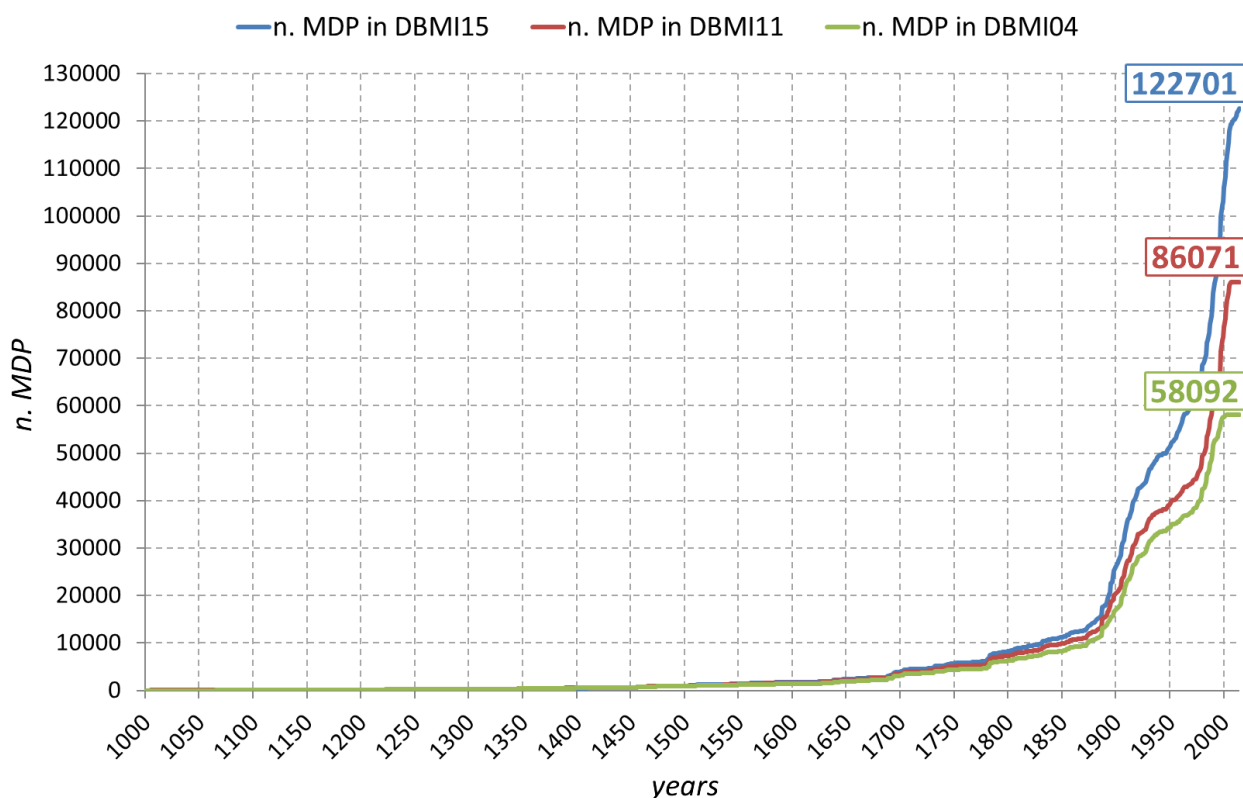



Fig. 2 – Confronto dell’andamento progressivo nel tempo del numero di MDP (Macroseismic Data Point): in azzurro DBMI15, in rosso DBMI11, e in verde DBMI04.

La ragione principale dell’incremento di informazioni è dovuto all’inclusione dei dati di intensità da studi che hanno reso disponibili informazioni su un numero molto elevato di terremoti e non ancora utilizzati durante la compilazione di DBMI11. Si segnala il lavoro di revisione della sismicità minore Molin et al. (2008) e quello su terremoti sconosciuti alla tradizione sismologica o relativamente dimenticati di Camassi et al. (2011), che hanno reso disponibili dati di base rispettivamente su 851 e 227 terremoti, anche se non tutti sono stati selezionati per la compilazione di DBMI15. Analogamente si segnalano gli studi di Azzaro e Castelli (2015), Camassi et al. (2012; 2015) che hanno fornito una quantità consistente di dati nuovi.

#### Cosa cambia rispetto a DBMI11

Per 1494 terremoti su 3212 (46.5%) viene confermata in DBMI15 la scelta dello studio di riferimento precedentemente adottato in DBMI11, mentre per 172 terremoti (5.4%) questa scelta è stata modificata. 15 terremoti presenti in DBMI11 sono stati eliminati. 4 di questi perché lo studio di riferimento (Bollettino Macrosismico INC, Gasparini et al. 2002) riporta dati ritenuti inaffidabili, mentre altri 11 terremoti si sono rivelati falsi dopo alcuni approfondimenti. DBMI15 rende disponibili set di MDP per 1546 nuovi terremoti (48.1%), di cui 895 terremoti già presenti nel CPT11 ma privi di dati di intensità, mentre 651 terremoti erano assenti in CPT11.

Non sono inclusi gli ultimi eventi della sequenza sismica dell’Agosto – Ottobre 2016.

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	<b>CHIDT_01.700</b>
		Data:	<b>05/12/2023</b>
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	<b>00</b>
		Pagina:	<b>85 di 92</b>

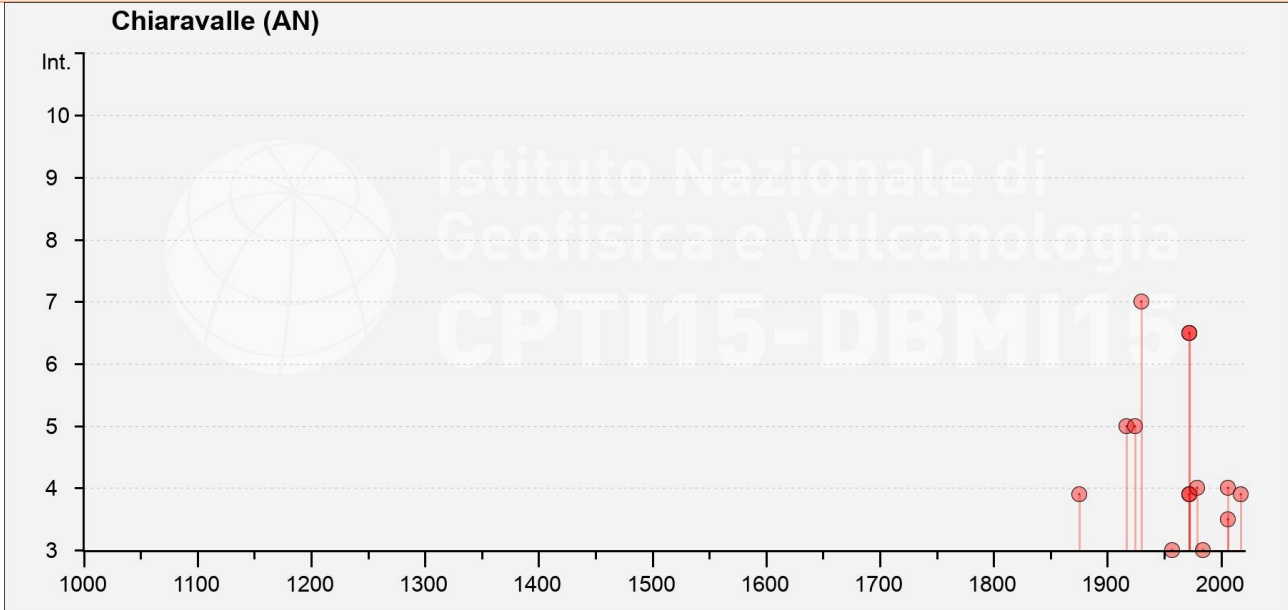
## 9.5 Storia sismica (Database Mascrosismico Italiano 2016 – DB2015)

### Comune di Chiaravalle

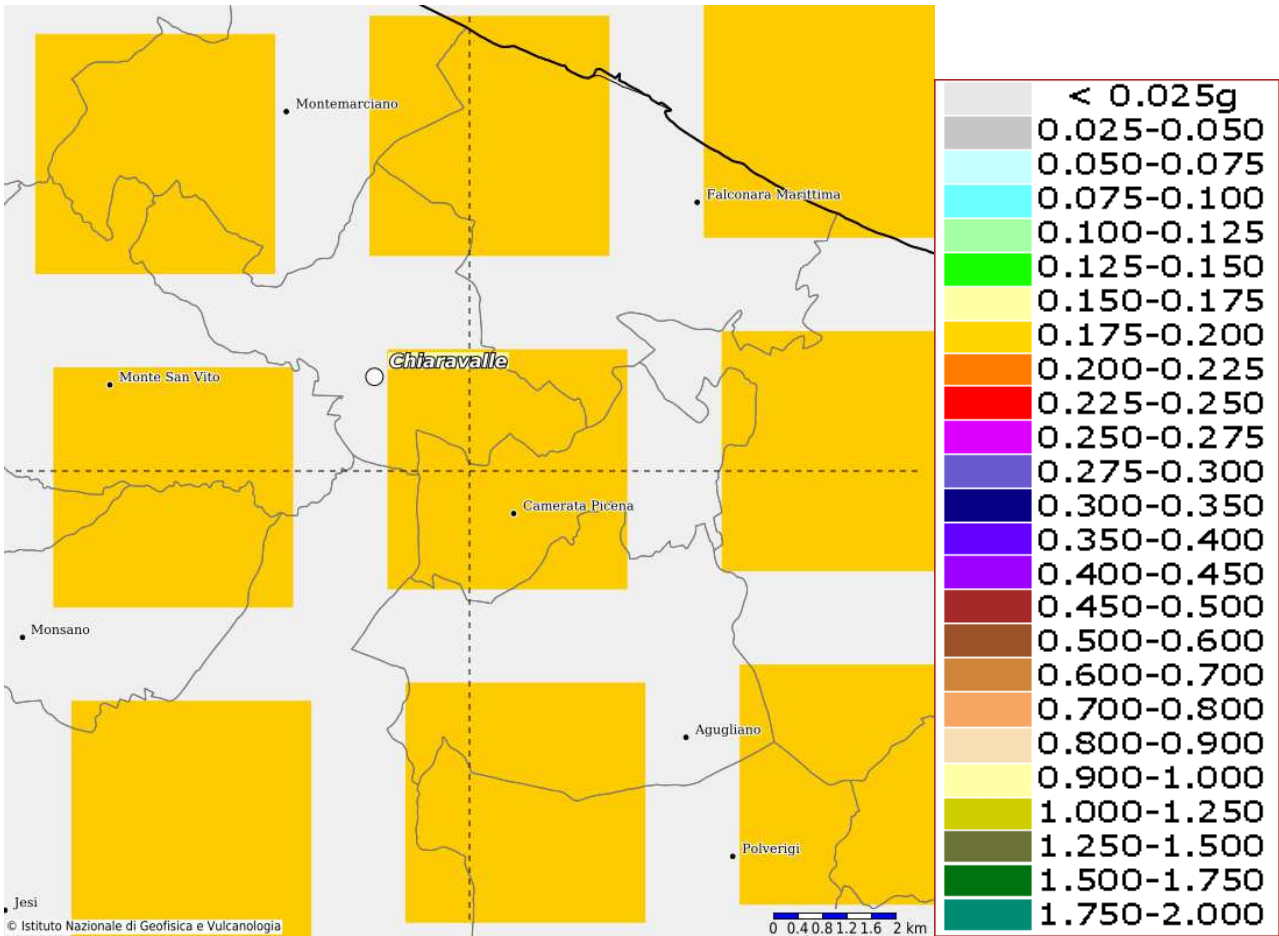
Seismic history of	Chiaravalle
PlaceID	IT_51163
Coordinates (lat, lon)	43.601, 13.326
Municipality (ISTAT 2015)	Chiaravalle
Province	Ancona
Region	Marche
No. of reported earthquakes	23

Int. at place	N	Year	M	D	H	Mi	Se	Epicentral Area	LatD ef	LonD ef	DepD ef	IoD ef	MwD ef
F	1375	1875	3	17	23	51		Costa romagnola	44.209	12.659		8	5.74
5	2203	1917	11	5	22	47		Costa anconetana	43.578	13.628		6	5.22
5	2305	1924	1	2	8	55	13	Senigallia	43.737	13.138		7-8	5.48
7	2432	1930	10	30	7	13		Senigallia	43.689	13.385		8	5.83
NF	2631	1948	6	13	6	33	36	Alta Valtiberina	43.598	12.127		7	5.04
3	2778	1957	11	11	21	40		Costa anconetana	43.483	13.581		5	4.5
NF	2812	1960	2	24	1	51		Appennino umbro-marchigiano	43.211	12.995		5	4.32
2	2844	1962	1	23	17	31		Costa pesarese	43.921	12.806		5	4.35
NF	3014	1970	9	7	14	2	21	Appennino umbro-marchigiano	43.034	13.023		5	4.35
NF	3027	1971	2	11	18	49	21	Valle del Chiascio	43.121	12.604		6	4.61
F	3045	1972	1	25	20	24	35.2	Costa anconetana	43.741	13.458		6	4.49
6-7	3046	1972	2	4	2	42	18.56	Costa anconetana	43.716	13.436	25		4.57
6-7	3047	1972	2	4	9	18	30.09	Costa anconetana	43.732	13.371	25		4.36
F	3055	1972	6	14	18	55	52.54	Costa anconetana	43.688	13.465	3		4.68
NF	3061	1972	11	30	11	25	27.45	Costa pesarese	44.015	13.106	1.6		4.52
4	3219	1979	9	19	21	35	37	Valnerina	42.73	12.956		8-9	5.83
3	3388	1984	4	29	5	2	59	Umbria settentrionale	43.262	12.525		7	5.62
NF	3501	1986	10	13	5	10	0.31	Monti Sibillini	42.924	13.186	5.4	5-6	4.46
NF	3527	1987	7	3	10	21	57.64	Costa Marchigiana	43.198	13.902	2.7	7	5.06
NF	3708	1993	6	5	19	16	17.02	Valle del Topino	43.121	12.724	7.7	6	4.72
3-4	4290	2006	4	10	19	3	36.67	Maceratese	43.396	13.488	33.9	5	4.06
4	4303	2006	10	21	7	4	10.01	Anconetano	43.628	12.98	36.3	5	4.21

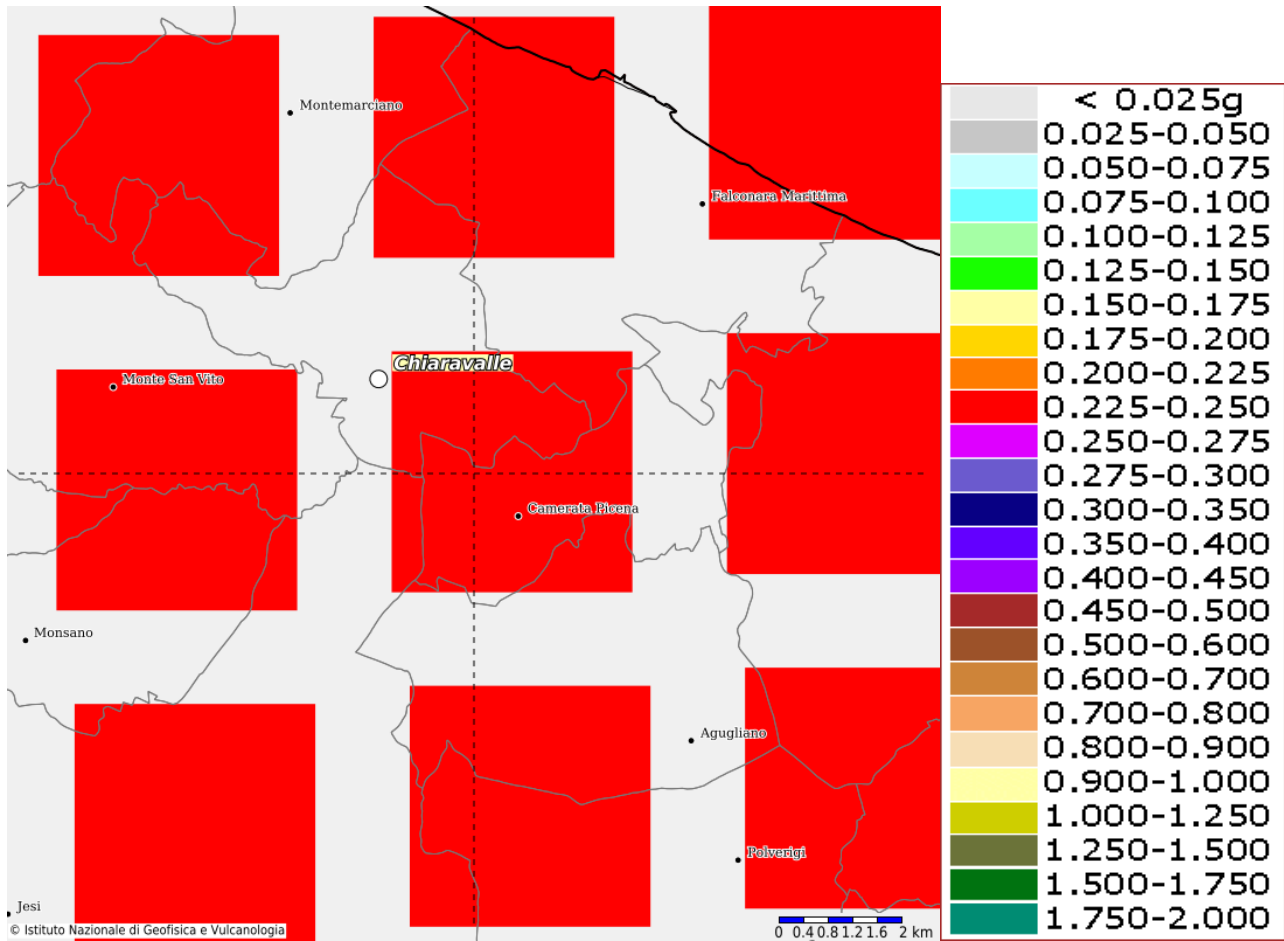
<b>F</b>	471	201	1	18	10	14	9.9	Aquilano	42.531	13.283	9.6	5.7
	9	7										



9.6 Mappa interattiva pericolosità sismica da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> (ag)



Probabilità in 50 anni : 10% - Percentile 50 - Parametro : ag (Tr = 200 anni)



Probabilità in 50 anni : 5% - Percentile 50 – Parametro : ag (Tr = 475 anni)

### CONSIDERAZIONI

Per quanto riguarda nel dettaglio l'area di interesse, ubicata all'interno del territorio comunale di Chiaravalle (AN) e del limitrofo Camerata Picena (AN), risultano limitrofe sorgenti sismogenetiche in grado di provocare, a seguito di attivazione, danni significativi. Ne consegue che gli effetti di terremoti appenninici nell'area della Provincia per l'intervento in esame siano significativi. Dall'ulteriore approfondimento in merito, illustrato nei paragrafi che analizzano il Database DISS ver. 3.2.1 dell'INGV e DBMI15 con la storia sismica del Comune e la Pericolosità Sismica del sito espressa come valore di  $a_g$ , emerge una Magnitudo massima delle Sorgenti sismotettoniche più vicine, come riportate nel DISS 3.2.1 **comprese tra 5.9 e 6.4** in linea con i valori attesi per l'area ed un valore dell'accelerazione massima del suolo compresa tra **0.175 e 0.200 (Prob. 10% in 50 anni) e tra 0.225 e 0.250 (Prob. 5% in 50 anni)** ed M pari a 5.110 con distanza di 8.990 km.


### 9.7 ANALISI RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL) MEDIANTE ANALISI 1D


Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della Risposta Sismica Locale (RSL) mediante specifiche analisi (v. Risposta sismica e stabilità del sito C7.11.3.1). In assenza di tale analisi, per la definizione dell'azione sismica, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) e sulle condizioni topografiche.


#### 1. Stima dell'accelerazione di base $a_g$

Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascun SL (Area Impianto Agro Voltaico)

### Stati limite

 Classe Edificio  
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...


 Vita Nominale: 50

 Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**


Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.048	2.410	0.279
Danno (SLD)	50	0.062	2.571	0.279
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.183	2.475	0.298
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.237	2.521	0.312
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			


### Coefficienti sismici

 Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1      us (m): 0.1

 Cat. Sottosuolo: C

 Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,43	1,34
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,60	1,57	1,54
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

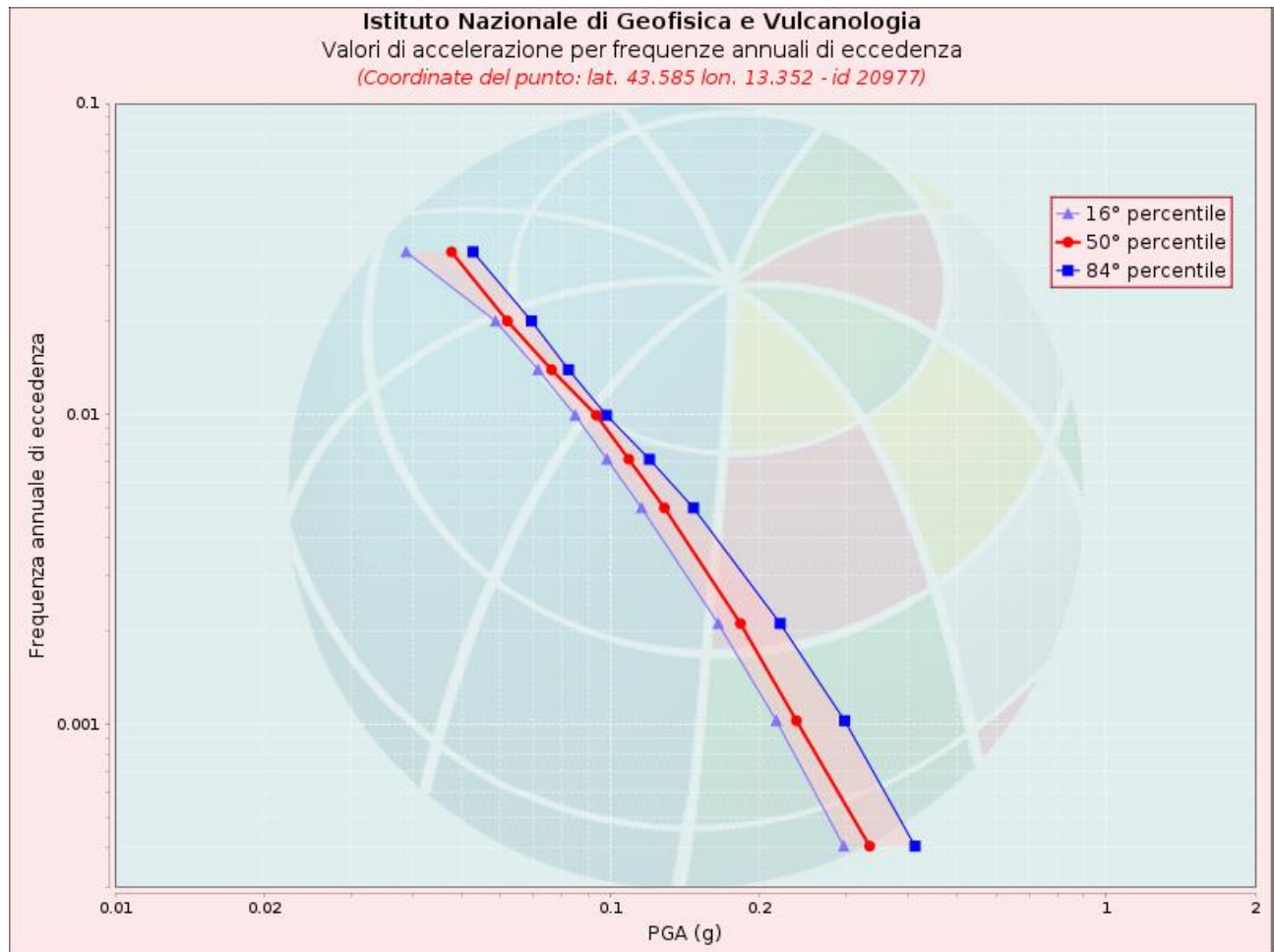
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.014	0.019	0.063	0.089
kv	0.007	0.009	0.0	IT Italiano (Italia)
Amax [m/s²]	0.700	0.907	2.564	3.117
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

➤  $a_g$  : 0,183 g (SLV)

➤  $a_g$  : 0,237g (SLC)

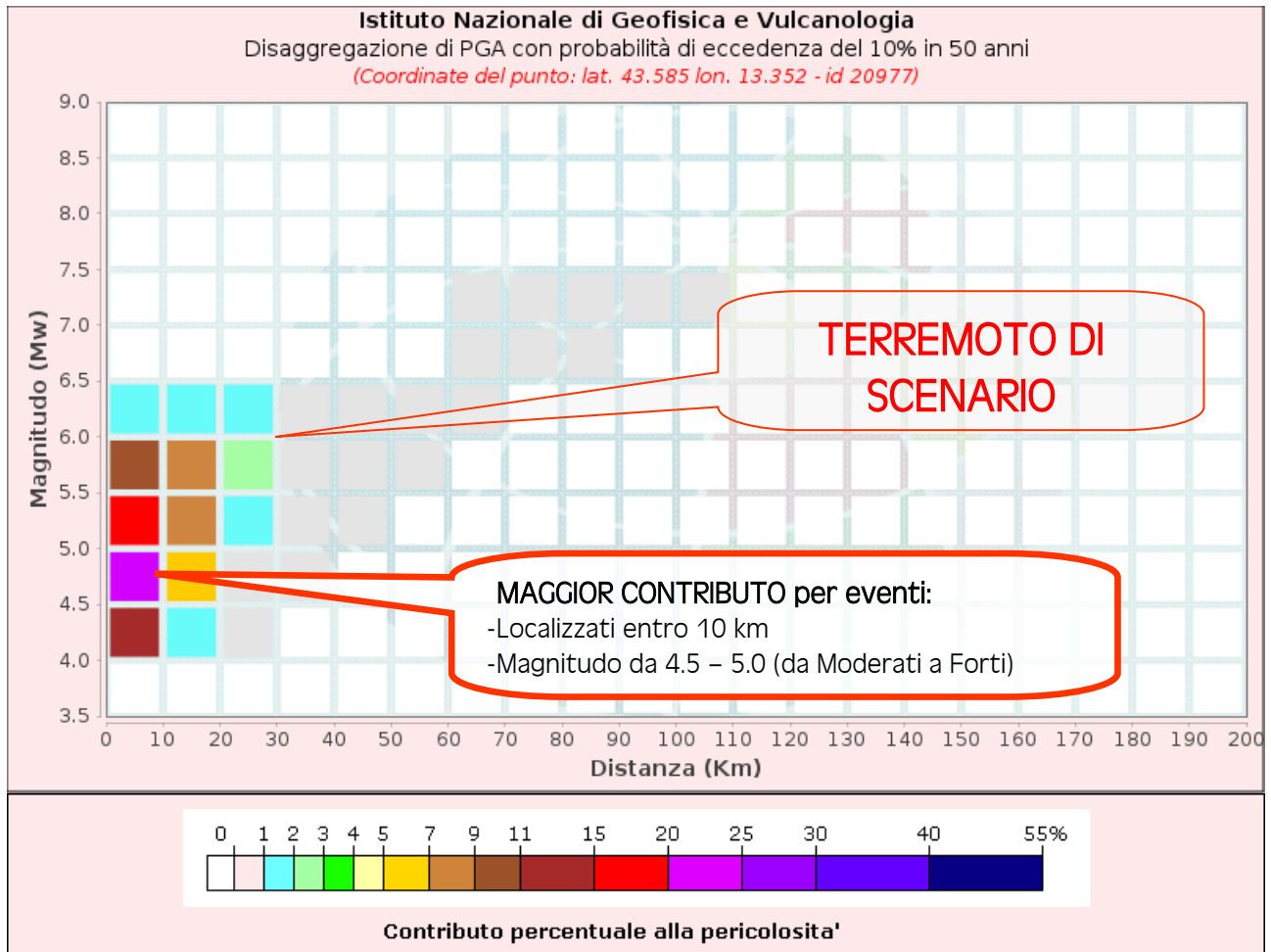


➤ AREA IMPIANTO AGRO VOLTAICO e S/T CAMERATA PICENA



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza (Coordinate del punto: lat. 43.585 lon. 13.352 - id 20977)			
Frequenza annuale di eccedenza	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2959	0.3336	0.4121
0.0010	0.2163	0.2374	0.2971
0.0021	0.1651	0.1831	0.2203
0.0050	0.1156	0.1286	0.1472
0.0071	0.0985	0.1090	0.1199
0.0099	0.0850	0.0937	0.0982
0.0139	0.0715	0.0761	0.0824
0.0199	0.0587	0.0620	0.0693
0.0332	0.0387	0.0478	0.0528

2. Dati disaggregazione della pericolosità sismica - INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>)



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni  
(Coordinate del punto: lat. 43.585 lon. 13.352 - id 20977)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	11.2000	24.3000	17.4000	10.7000	1.4800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.8800	6.8300	8.6800	8.5700	1.8400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0108	0.4540	1.5400	2.4900	1.0600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0005	0.1380	0.6090	0.4310	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.1130	0.1650	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0087	0.0464	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0036	0.0016	0.0030	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0032	0.0104	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0086	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	<b>Codice Elaborato:</b> CHIDT_01.700
		<b>Data:</b> 05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica,          geotecnica e sismica</i>	<b>Revisione:</b> 00
		<b>Pagina:</b> 91 di 92

110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.13	9.21	0.767

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato:	CHIDT_01.700
		Data:	05/12/2023
	<i>Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica</i>	Revisione:	00
		Pagina:	92 di 92

## 10. CONSIDERAZIONI FINALI

Per quanto riguarda nel dettaglio il sito di interesse, ubicato all'interno del territorio comunale di Chiaravalle (Impianto Agro Voltaico) e Camerata Picena (S/T), risulta limitrofo a sorgenti sismogenetiche in grado di provocare, a seguito di attivazione, danni significativi. Ne consegue che gli effetti di terremoti appenninici nell'area della Provincia di Ancona per l'intervento in esame siano significativi. Dall'ulteriore approfondimento in merito, illustrato nei paragrafi che analizzano il Database DISS ver. 3.2.1 dell'INGV e DBMI15 con la storia sismica del Comune e la Pericolosità Sismica del sito espressa come valore di  $a_g$ , emerge una Magnitudo massima delle Sorgenti sismotettoniche più vicine, come riportate nel DISS 3.2.1 compreso tra **5.8 e 6.4** in linea con i valori attesi per l'area ed un valore dell'accelerazione massima del suolo compresa tra **0,175 e 0,200 (Prob. 10% in 50 anni) e tra 0,225 e 0,250 (Prob. 5% in 50 anni)**. Dai dati di disaggregazione si ottengono per il sito in studio un  $a_{max}/g = 0,183$  allo SLV e **Magnitudo M caratteristica del sito = 5,13**.

Le indagini e gli studi condotti hanno evidenziato che l'area interessata dall'intervento:

- o non sono stati osservati a seguito di rilievo con drone, fotointerpretazione ed immagini aeree e satellitari fenomeni geologici e geomorfologici attivi o segni propedeutici al dissesto in grado di comprometterne la stabilità dell'area e censiti da PAI ed IFFI fenomeni superficiali di deformazione della coltre superficiale alluvionale; l'area di intervento non interferisce con zone censite dalle perimetrazioni del PAI a rischio esondazione e/o frana;
- o stratigraficamente è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali limoso-argillosi mediamente competenti e dalle discrete caratteristiche litotecniche per uno spessore compreso tra 8,00m e 9,00m passanti quindi a depositi sabbioso-ghiaiosi fino alla profondità di circa 16,00m passanti inferiormente alla formazione pelitica plio-pleistocenica (Argilla grigia marnoso-sabbiosa ad elevata consistenza FAA), la falda freatica è stata individuata dai dati reperiti e consultati sull'area di impianto > -8,00 m dal p.c. e nell'area della S/T alla quota di circa -5,00m dal p.c.;
- o la configurazione geologico-stratigrafica nonché litotecnica dei terreni investigati e dei dati provenienti dai dati reperiti dalle numerosi indagini geognostiche sia in situ che di laboratorio hanno fornito un quadro dalle proprietà generali discreto che non presuppone un deterioramento naturale delle caratteristiche intrinseche tali da generare sul sito instabilità o fenomeni morfoevolutivi se non per cause esterne;
- o l'area in esame è soggetta a un'attività sismica medio-bassa, indotta sia da terremoti documentati con epicentro nell'ambito del territorio provinciale sia, di riflesso, dagli eventi più intensi provenienti dalle province e regioni limitrofe.
- o nell'area non sono presenti faglie superficiali, discontinuità o cavità tali da indurre un pericolo sismico aggiuntivo. Potrebbero essere considerati in casi particolari fenomeni di amplificazione locale dell'accelerazione sismica dovuti all'assetto topografico o a effetti di bordo.
- o le valutazioni sismiche sulla base di indagini MASW ed SR reperite hanno fornito valori di  $V_{seq}$  (velocità media di propagazione delle onde di taglio) di circa 300 m/s con piano di misura coincidente con il piano di campagna sia per l'area di impianto che relativa alla S/T, che consentono di attribuire al suolo di fondazione la categoria "C", secondo il D.M. 17.01.18.
- o in merito alle frequenze caratteristiche di sito ed eventuali fenomeni di risonanza, le indagini HVSR consultate non hanno evidenziato picchi significativi di amplificazione.
- o riguardo all'assetto stratigrafico l'area in esame è stabile e suscettibile di amplificazione sismica locale essendo riconducibile alla Zona 2003 sia dallo studio di MZS 2° livello del Comune di Chiaravalle per l'area impianto sia di Camerata Picena per la S/T;
- o in fase esecutiva sarà realizzata ai fini della caratterizzazione di dettaglio dell'area sotto l'aspetto geotecnico e sismico nonché idrogeologico una campagna di indagini puntuali con prove penetrometriche super pesanti ed indagini sismiche congiunte HVSR+MASW.

San Benedetto del Tronto  
05.12. 2023

  
 Dott. Geol. Alessandro Mascitti  
**Alessandro MASCITTI**  
 Geologo Specialista  
 n. 717  
 ALBO SEZIONE A  
 Srl