

Regioni Lazio e Umbria
Province di Viterbo e Terni
Comune di Onano (VT), Acquapendente (VT)
e Castel Giorgio (TR)



Impianto Eolico denominato "Montarzo" ubicato nel Comune di Onano (VT) costituito da 11 (undici) aerogeneratori di potenza nominale 6,18 MW per un totale di 68 MW con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei Comuni di Onano (VT), Acquapendente (VT) e Castel Giorgio (TR)

Titolo:

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Numero documento:

Commessa						Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2	2	4	3	0	4	D	R	0 3 0 7	0 0

Proponente:

FRI-EL

FRI-EL S.p.A.
Piazza della Rotonda 2
00186 Roma (RM)
fri-elspa@legalmail.it
P. Iva 01652230218
Cod. Fisc. 07321020153

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



Matek Systems S.r.l.
Via Vesuvio 3
01030 Vitorchiano (vt)
info@mateksystems.com
P. Iva 01847750567
Cod. Fisc. 01847750567

Geologo:

Dott. Geol. Marco Orfei



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
	00	19.05.2022	EMMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	M. LAUDATO	M. ORFEI	M. ORFEI

INDICE

1. Premessa e quadro normativo	3
2. Ubicazione e caratteristiche dell'intervento	9
3. Geomorfologia ed idrografia	16
3. Geologia	22
3.1 Assetto geologico generale.....	22
3.2 Quadro geolitologico locale.....	28
5. Idrogeologia	30
6. Livello di pericolosità ai sensi della D.G.R. Lazio 189/21.....	38
7. Sismicità.....	41
7.1 Sismicità Regionale	41
7.2 Sismicità Locale	42
8. Indagini in situ	49
8.1. Prove geotecniche in sito.....	49
8.1.1. Prove penetrometriche dinamiche DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)	49
8.2. Prove geofisiche	51
8.2.1. Stese sismiche MASW	51
8.3. Rilevamento geologico e geomorfologico	67
9. Liquefazione.....	68
10. Modelli geologici e geotecnici.....	70
11. Azioni sismiche di progetto.....	77
11.1. Pericolosità sismica di base	77

11.2. Risposta Sismica Locale (RSL) e categoria di sottosuolo	91
12. Considerazioni conclusive	95

ALLEGATI**ALLEGATO 1 – TABULATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE DPSH****ALLEGATO 2 – SEZIONI GEOLITOLOGICHE****ALLEGATO 3 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

1. Premessa e quadro normativo

La scrivente Matek System S.r.l., con sede legale in Vitorchiano, Via Vesuvio n. 3, P.IVA 01847750567, nella figura del Dott. Geol. Marco Orfei (polizza Responsabilità Civile Professionale LLOYD'S – n° A0130274600), nato a Montefiascone il 20.04.1982 e residente in Montefiascone, Via della Bastiglia n. 39/c, codice fiscale RFOMRC82D20F499R, su incarico della Soc. FRI-EL S.p.a. con sede in Roma, Piazza della Rotonda 2, ha redatto la presente relazione di modellazione geologica, sismica e geotecnica del volume significativo, nel seguito definita "relazione geologica", ai sensi del D.M. II. 17.01.2018, nel seguito NTC18, e della Circolare C.S.LL.PP. 617/09, nel seguito Circolare, finalizzata all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica, costituito da n° 11 aerogeneratori per una potenza massima complessiva di 68,00 MW, nel comune di Onano (VT), e relative opere di connessione ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Onano (VT), Acquapendente (VT) e Castel Giorgio (TR), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 132 kV in antenna su una futura Stazione Elettrica di trasformazione 380/132 kV da inserire in entra esce sull'elettrodotto a 380 kV della RTN "Roma Nord – Pian della Speranza", ubicata nel comune di Castel Giorgio (TR).

Lo studio eseguito ha come oggetto la valutazione dei caratteri geologici e geomorfologici dell'area in esame nonché il proprio comportamento sismico e le caratteristiche geotecniche dei terreni.

In particolare sui siti denominati WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09, WTG ON10 ed SE dove saranno realizzate opere ed infrastrutture connesse all'impianto in progetto, sono state realizzate delle indagini geologiche, geotecniche e sismiche.

Le indagini geologiche hanno avuto lo scopo di caratterizzare, dal punto di vista litostatigrafico, geotecnico e sismico, i terreni presenti al sedime delle opere da realizzare.

Le indagini sono state condotte ai sensi del D.M. LL.PP. 11.3.1988 "Norme tecniche per indagini su terreni e rocce...omissis", e della Circolare del Min. LL.PP. n° 30483/88, nonché sulla base di quanto riportato al capitolo 6 al quale si rimanda.

La presente relazione geologica, a corredo della documentazione progettuale, viene redatta inoltre per l'ottenimento dell'autorizzazione ai fini sismici, prevista dall'art. 94 del DPR 380/01, essendo il territorio dichiarato sismico dalla OPCM 3274/03 e s.m.i. e dalla successive norme regionali di recepimento D.G.R. Lazio n. 387/09 e D.G.R. Umbria 1111/12.

La D.G.R. Lazio n. 387/09 ha definito i Comuni di Acquapendente (VT) e Onano (VT) in zona sismica di 2^a categoria – sottozona "B".

La D.G.R. Umbria 1111/12 ha definito il Comune di Castel Giorgio (TR) in zona sismica 3.

Infine, il presente elaborato tecnico, viene prodotto nel rispetto delle specifiche competenze professionali così come definite dall'art. 41 del DPR 328/01.

Dal punto di vista normativo si richiamano finalità e contenuti che, ai sensi delle normative vigenti, sia nazionali che regionali, il presente elaborato deve presentare.

D.M. II.TT. 17.01.2018

§ 6.1.2 Prescrizioni generali

Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, dedotti da specifiche indagini, devono essere esposti in una specifica relazione geologica di cui al § 6.2.1.

§ 6.2 Articolazione del progetto

Il progetto delle opere e degli interventi si articola nelle seguenti fasi:

caratterizzazione e modellazione geologica del sito;

sceita del tipo di opera o di intervento e programmazione delle indagini geotecniche;

caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo (cfr. § 3.2.2);

... omissis...

§ 6.2.1 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito

Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento.

In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito devono essere esaurientemente esposte e commentate in una relazione geologica, che è parte integrante del progetto.

Tale relazione comprende, sulla base di specifici rilievi ed indagini, l'identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.

§ 6.2.2 Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2.

Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso. Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

...omissis...

Regolamento Regionale n° 7 di cui alla D.G.R. Lazio 189/21

Nell'Allegato "C" del Regolamento viene definito il programma minimo delle indagini, in funzione del "livello di pericolosità dell'opera"; tale aspetto verrà commentato nel Capitolo 6 della presente relazione.

Lo studio si è svolto nel mese di Maggio 2022 ed è stato articolato nelle seguenti attività:

- Sopralluogo preliminare per l'acquisizione dello stato dei luoghi e della logistica;
- Individuazione delle caratteristiche morfologiche ed idrauliche a livello generale e puntuale sui singoli siti d'intervento;
- Rilevamento geologico ed idrogeologico generale e puntuale sui singoli siti d'intervento e lungo la traccia del cavidotto in progetto;

- Esecuzione di una campagna di indagini geotecniche e sismiche, sui siti d'intervento denominati WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09, WTG ON10 ed SE, consistente in:
 - n. 5 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH;
 - n. 3 indagini di sismica attiva in *array* di tipo *Multichannel Analysis of Surface Waves* (MASW).
- Interpretazione delle risultanze delle indagini eseguite;

La presente relazione descrive e commenta i risultati dello studio eseguito.

2. Ubicazione e caratteristiche dell'intervento

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica, costituito da n° 11 aerogeneratori per una potenza massima complessiva di 68,00 MW, nel comune di Onano (VT), e relative opere di connessione ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Onano (VT), Acquapendente (VT) e Castel Giorgio (TR), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 132 kV in antenna su una futura Stazione Elettrica di trasformazione 380/132 kV da inserire in entra esce sull'elettrodotto a 380 kV della RTN "Roma Nord – Pian della Speranza", ubicata nel comune di Castel Giorgio (TR).

Si riporta di seguito uno stralcio della corografia di inquadramento:

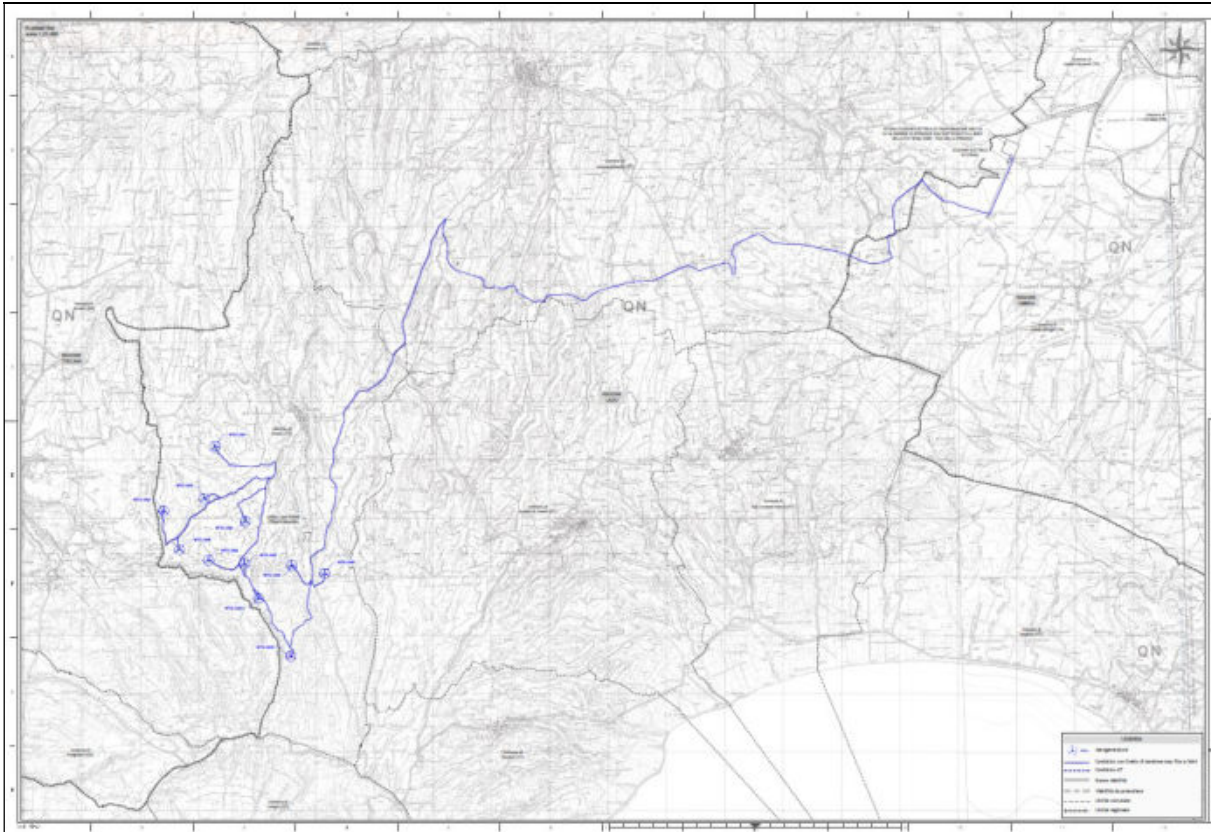


Figura 1 – Corografia d'inquadramento.

Per agevolare la lettura e la comprensione di quanto si riferisce e al fine di fornire una documentazione quanto più completa possibile, sono stati acclusi alcuni allegati grafici e cartografici, relativi ai siti d'intervento denominati WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09, WTG ON10 ed SE:

- Stralci delle cartografie I.G.M., dalle quali si nota come gli interventi ricadano nelle Tavole 129 II SO "Sorano", 130 III SO "Castel Giorgio" e 136 I NO "Lago di Mezzano", in scala 1:25.000;

- Stralci delle cartografie C.T.R. (Carta Tecnica Regionale), sezioni nn. 333100 "Onano" e 333080 "Belvedere", in scala 1:10.000;
- Stralci delle cartografie C.T.R. (Carta Tecnica Regionale), sezione n. 333100 "Onano" - elementi nn. 333101, 333102 e 333104, sezione n. 333080 "Belvedere" - elemento n. 333081, in scala 1:5.000;
- Stralci del Piano di Assetto Idrogeologico – Piano delle aree sottoposte a tutela per pericolo di frana redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere – Tav. 155 e 157, in scala 1:10.000;
- Stralcio Carta del Vincolo Idrogeologico con ubicazione dell'impianto in progetto, in scala 1:25:000;
- Stralci Carte del Vincolo Idrogeologico con ubicazione dei siti d'intervento, in scala 1:25:000;
- Stralci C.T.R. con ubicazione delle indagini eseguite per i siti WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09, WTG ON10 ed SE, in scala 1:5.000.

In particolare i siti d'indagine sono:

- Siti WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09 e WTG ON10, ubicati nel Comune di Onano (VT);
- Sito SE ubicato nel Comune di Castel Giorgio (TR).

Le coordinate geografiche dei siti d'indagine, evidenziate nelle seguenti figure, nel sistema WGS84 sono le seguenti:

Latitudine: ϕ_{WGS84}	42.688695
Longitudine: λ_{WGS84}	11.797689



Figura 2 – Stralcio immagine da Google Earth, con ubicazione del Sito WTG ON01.

Latitudine: ϕ_{WGS84}	42.678952
Longitudine: λ_{WGS84}	11.786564



Figura 3 – Stralcio immagine da Google Earth, con ubicazione del Sito WTG ON02.

Latitudine: ϕ_{WGS84}	42.676967
Longitudine: λ_{WGS84}	11.803523



Figura 4 – Stralcio immagine da Google Earth, con ubicazione del Sito WTG ON04.

Latitudine: ϕ_{WGS84}	42.670517
Longitudine: λ_{WGS84}	11.802977



Figura 5 – Stralcio immagine da Google Earth, con ubicazione del Sito WTG ON07.

Latitudine: ϕ_{WGS84}	42.576443
Longitudine: λ_{WGS84}	11.779432



Figura 6 – Stralcio immagine da Google Earth, con ubicazione del Sito WTG ON09.

Latitudine: ϕ_{WGS84}	42.665067
Longitudine: λ_{WGS84}	11.805857



Figura 7 – Stralcio immagine da Google Earth, con ubicazione del Sito WTG ON10.

Latitudine: ϕ_{WGS84}	42.728544
Longitudine: λ_{WGS84}	11.965468



Figura 8 – Stralcio immagine da Google Earth, con ubicazione del Sito SE.

COMUNE DI ONANO (VT)

Sito WTG ON01

Stralcio IGM - Tav. N. 129 II SO "Sorano"

Scala 1:25.000

Legenda



Area di studio

N



COMUNE DI ONANO (VT)

Sito WTG ON02

Stralcio IGM - Tav. N. 129 II SO "Sorano"
Scala 1:25.000

Legenda



Area di studio



COMUNE DI ONANO (VT)

Sito WTG ON04

Stralcio IGM - Tav. N. 129 II SO "Sorano"

Scala 1:25.000

Legenda



Area di studio

N




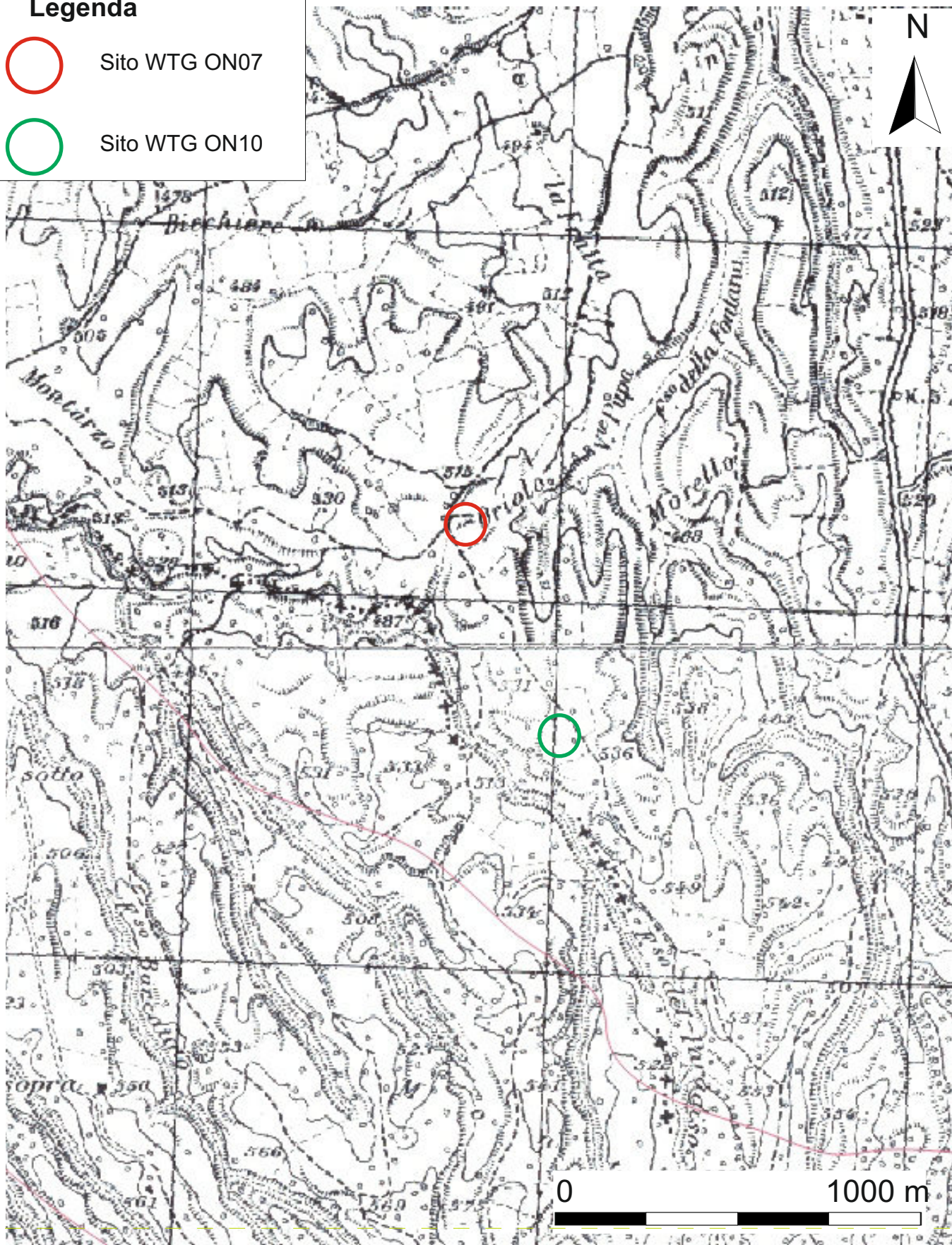
COMUNE DI ONANO (VT)

Siti WTG ON07 e WTG ON10

Stralcio IGM - Tav. N. 129 II SO "Sorano" e 136 I NO "Lago di Mezzano"
 Scala 1:25.000

Legenda

-  Sito WTG ON07
-  Sito WTG ON10



COMUNE DI ONANO (VT)

Sito WTG ON09

Stralcio IGM - Tav. N. 129 II SO "Sorano"

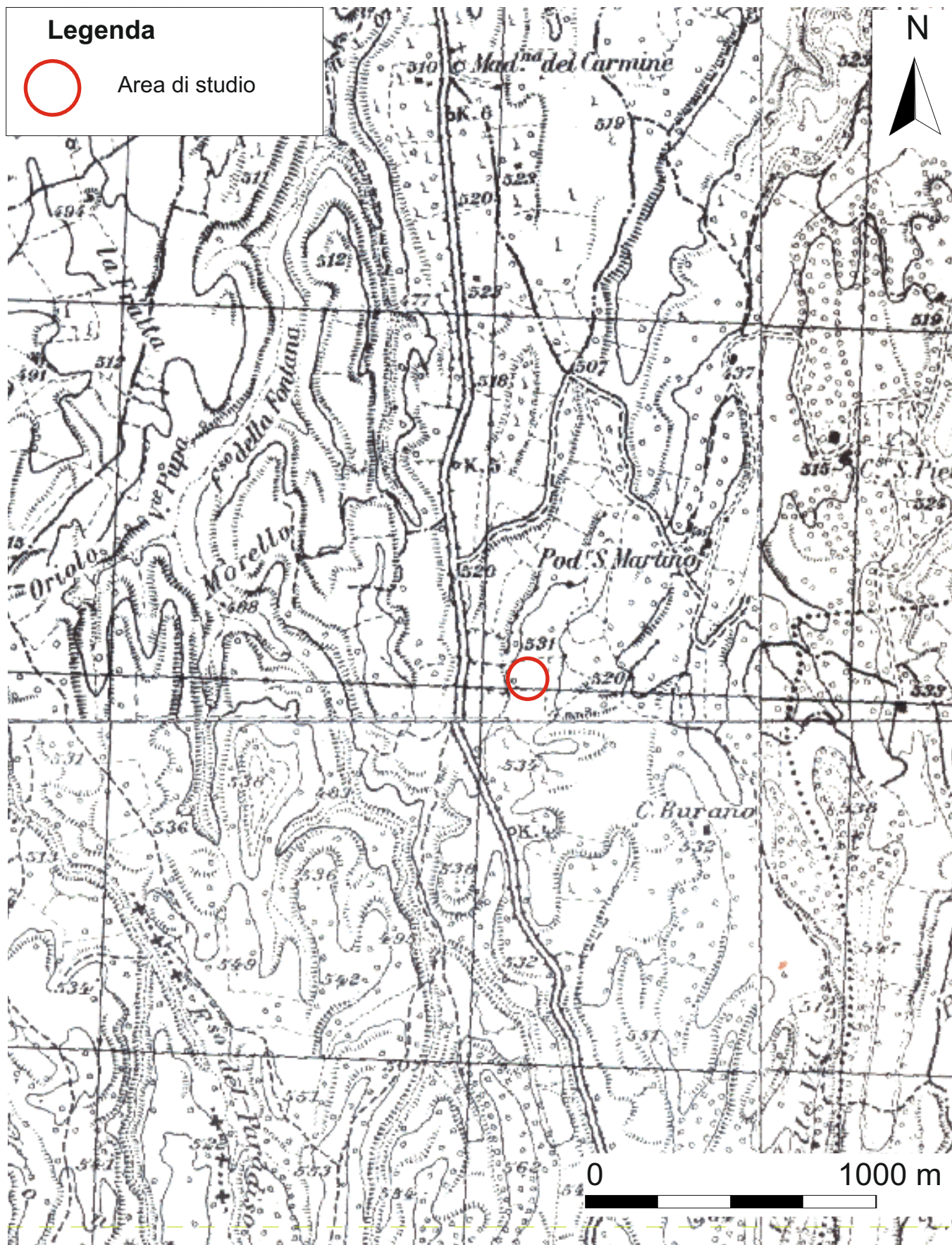
Scala 1:25.000

Legenda



Area di studio

N



COMUNE DI CASTEL GIORGIO (TR)

Sito SE

Stralcio IGM - Tav. N. 130 III SO "Castel Giorgio"

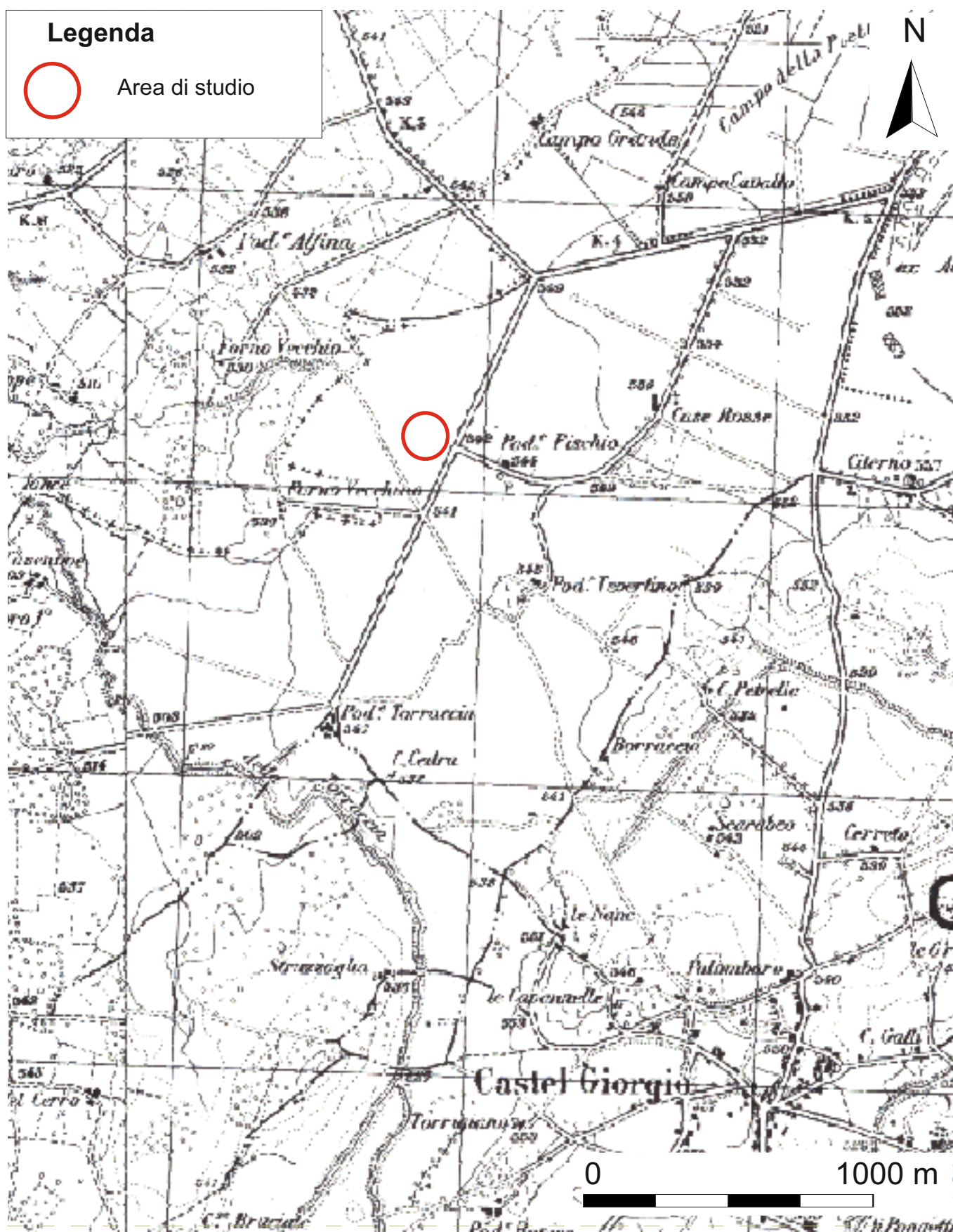
Scala 1:25.000

Legenda



Area di studio

N



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON01

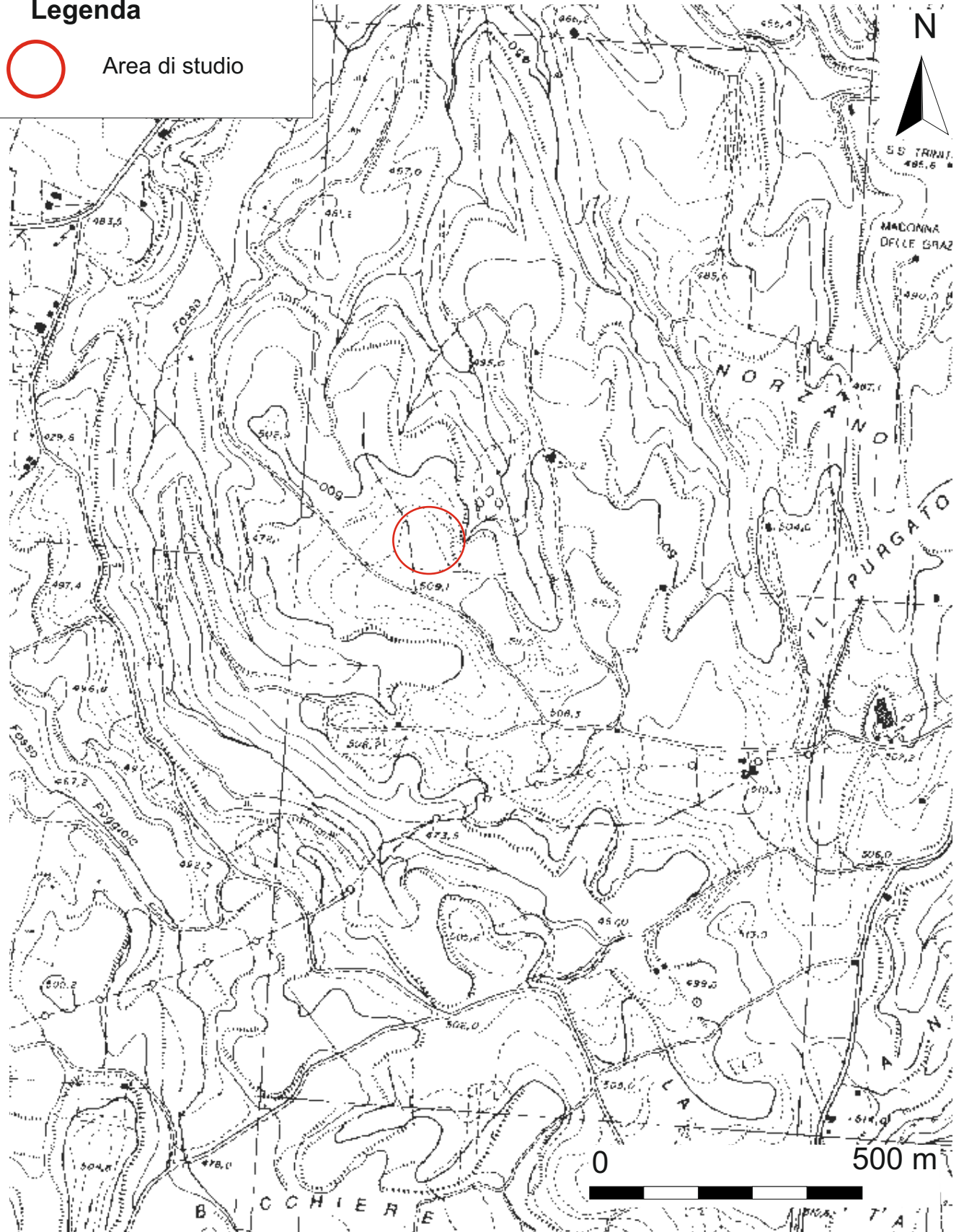
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano"

Scala 1:10.000

Legenda



Area di studio



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON02

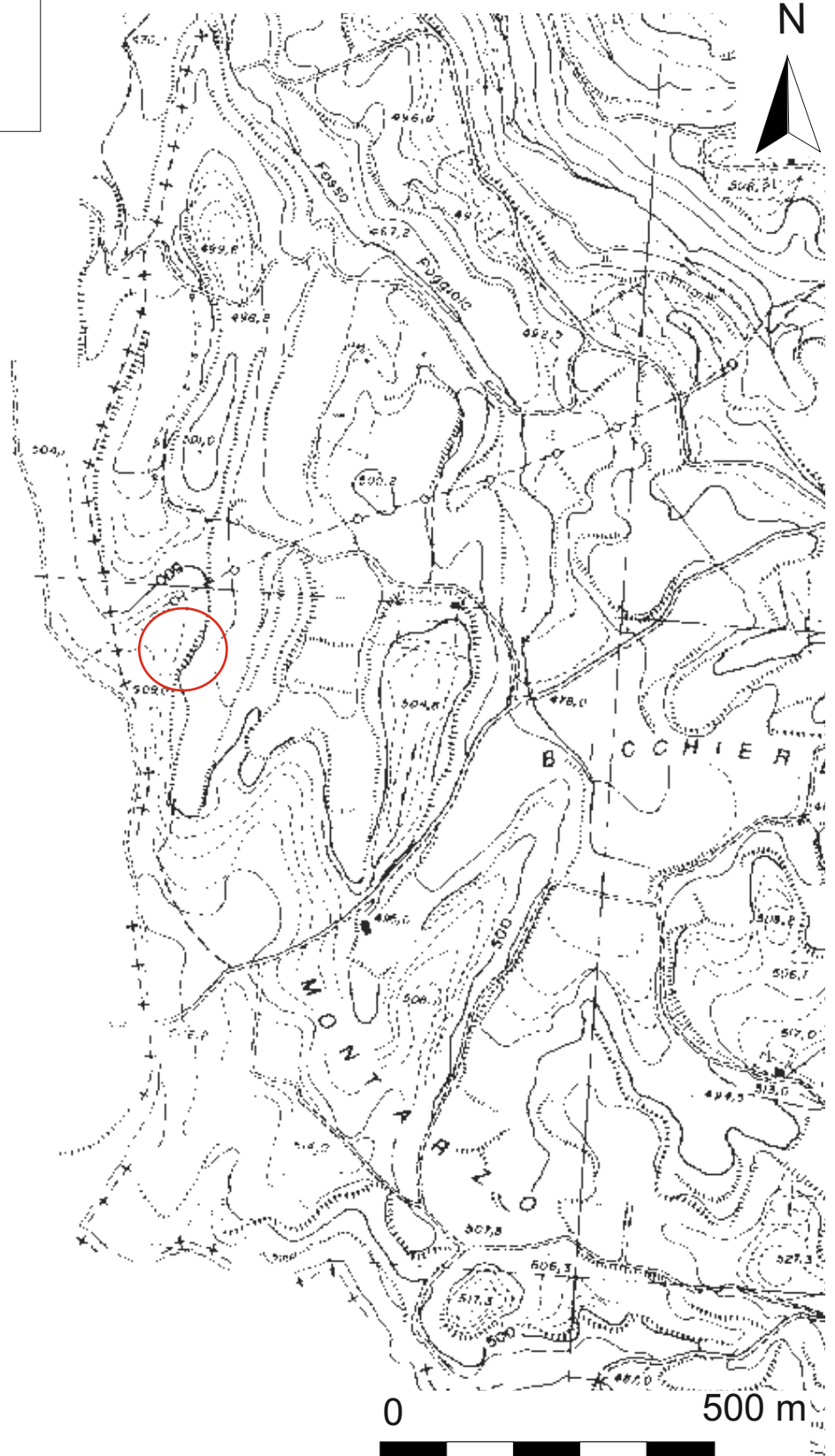
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano"

Scala 1:10.000

Legenda



Area di studio



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON04

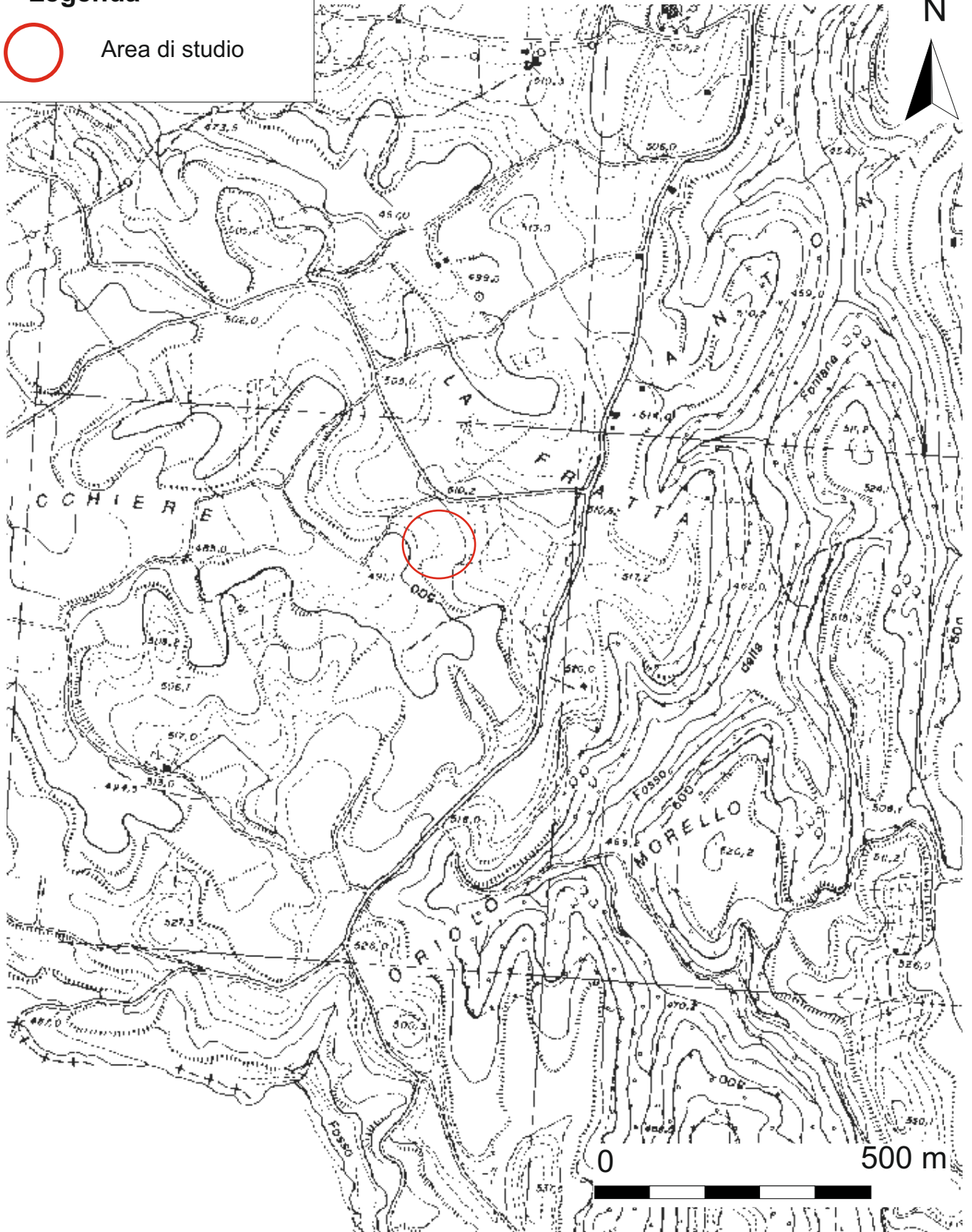
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano"

Scala 1:10.000

Legenda



Area di studio



COMUNE di ONANO (VT)

Siti WTG ON07 e WTG ON10

Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano"

Scala 1:10.000

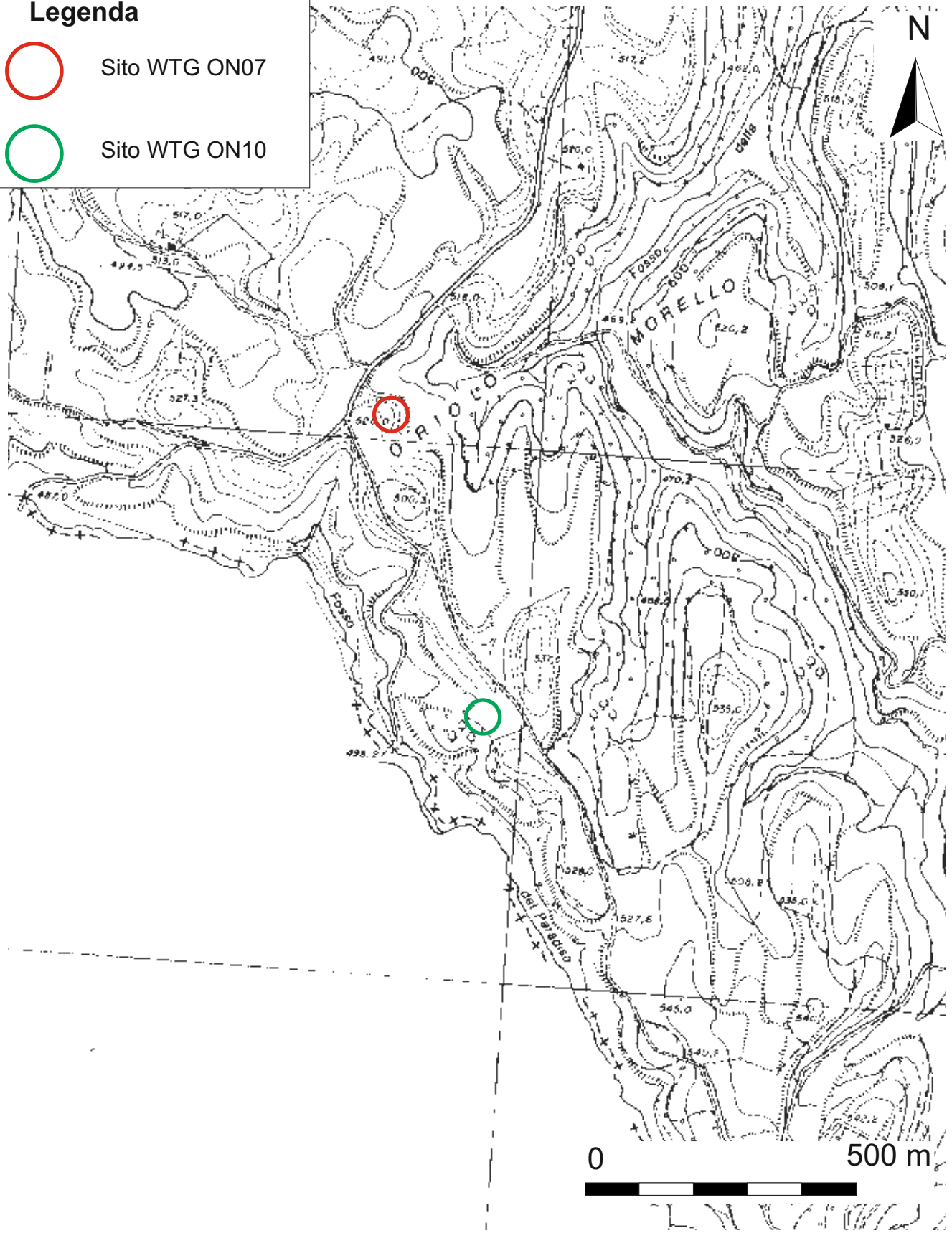
Legenda



Sito WTG ON07



Sito WTG ON10



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON09

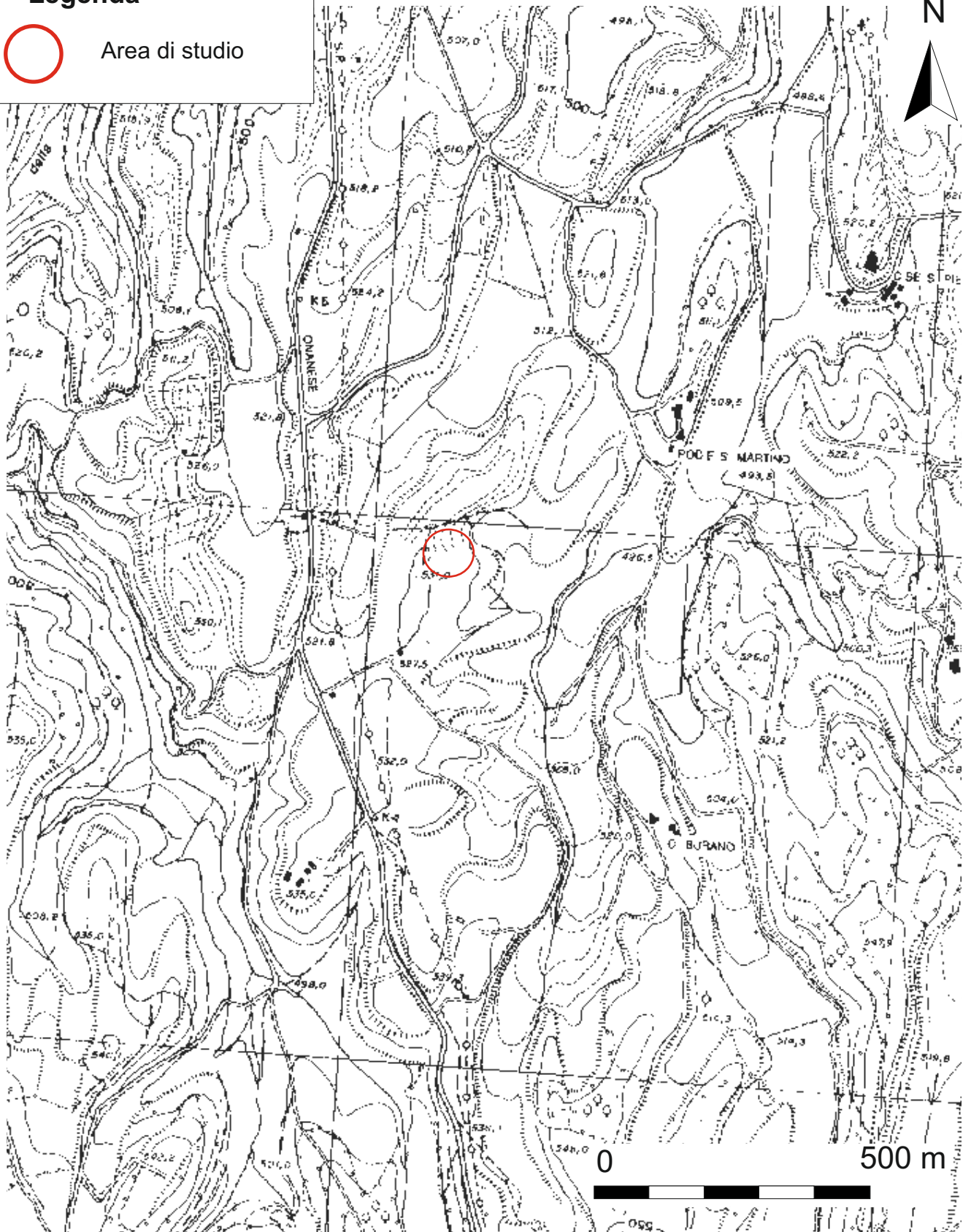
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano"

Scala 1:10.000

Legenda



Area di studio



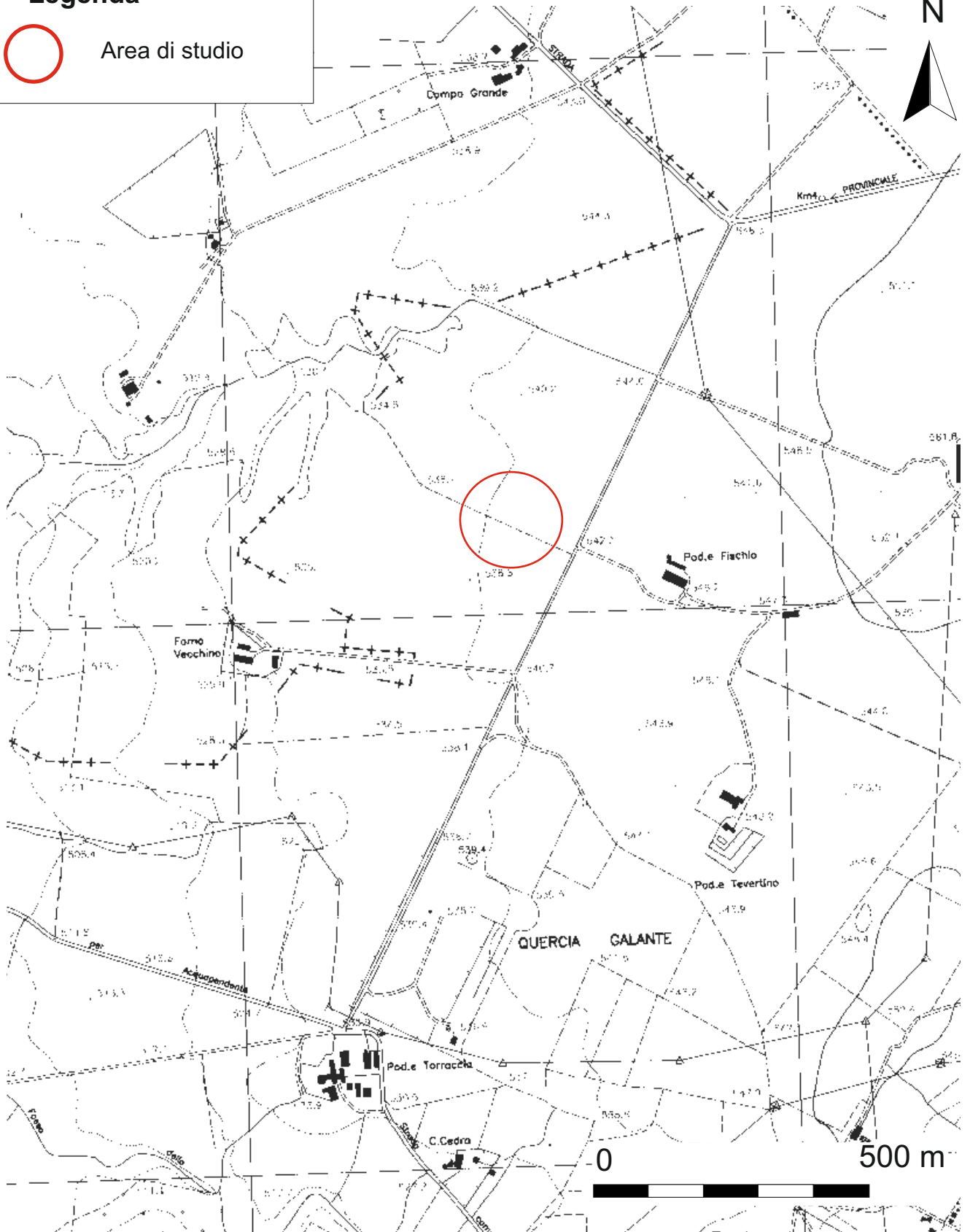
COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)
Sito SE

Stralcio CTR - Sezione n. 333080 "Belvedere"
Scala 1:10.000

Legenda



Area di studio



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON02

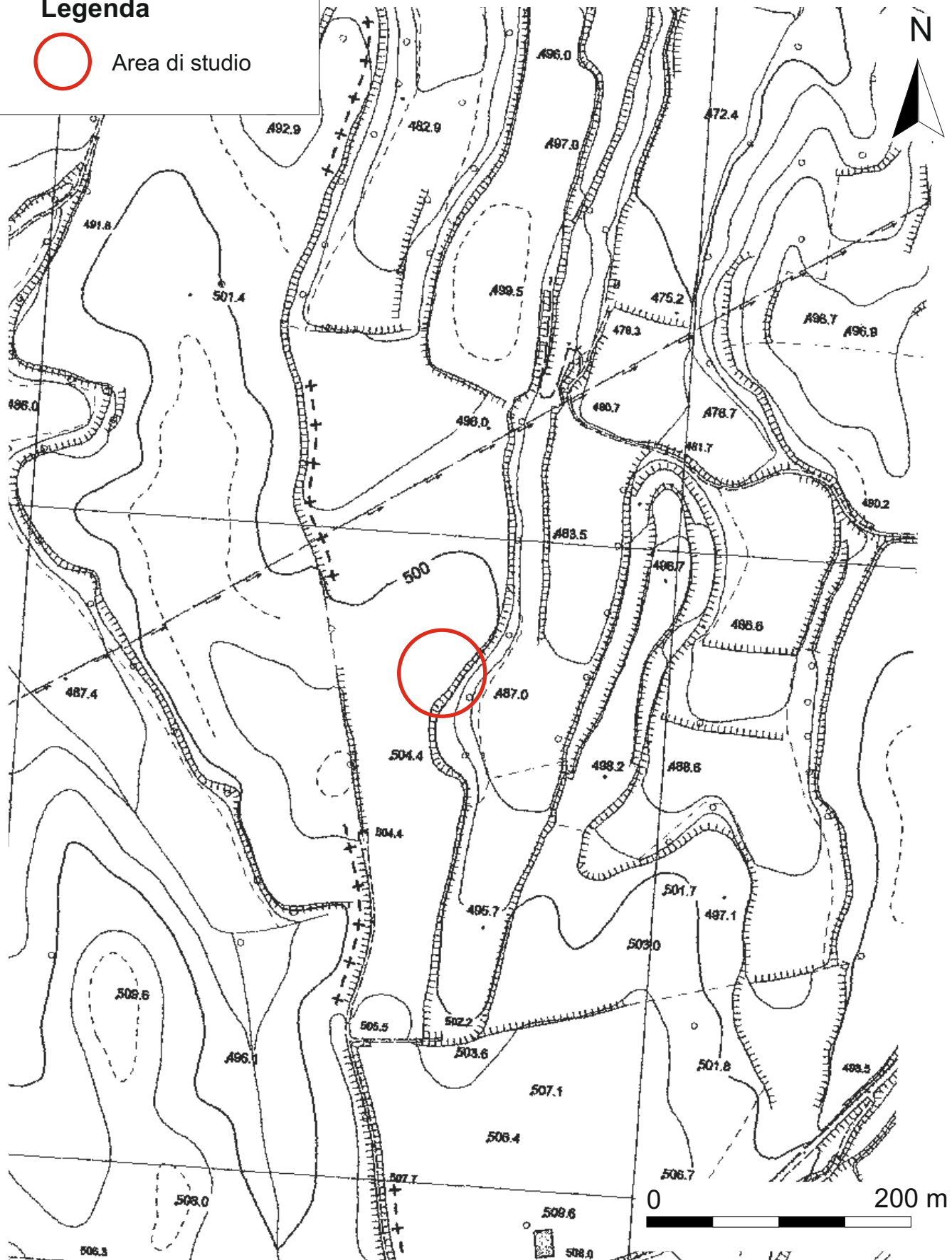
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333104

Scala 1:5.000

Legenda



Area di studio



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON04

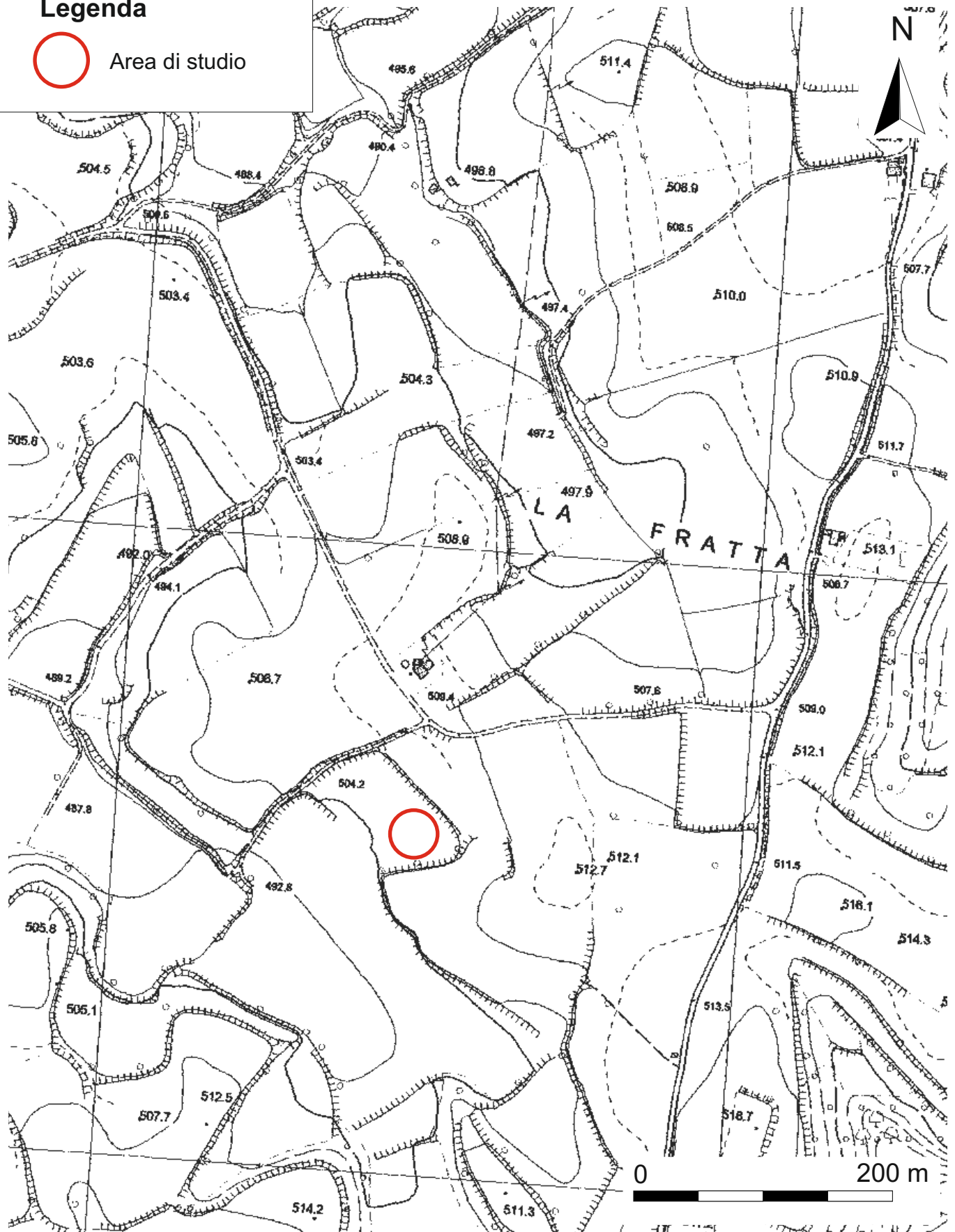
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333101

Scala 1:5.000

Legenda



Area di studio

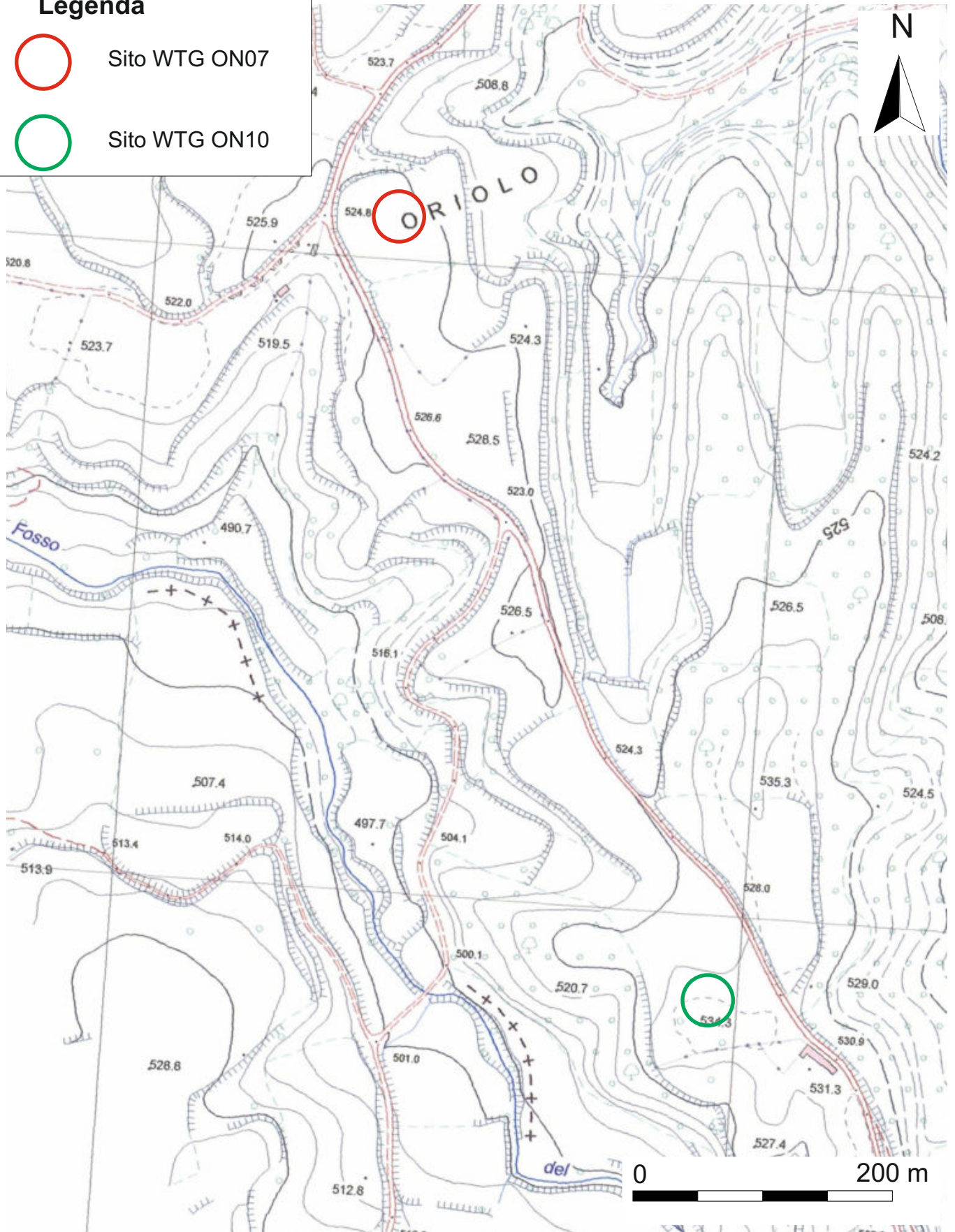


COMUNE di ONANO (VT)
Siti WTG ON07 e WTG ON10

Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333102
Scala 1:5.000

Legenda

-  Sito WTG ON07
-  Sito WTG ON10



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON09

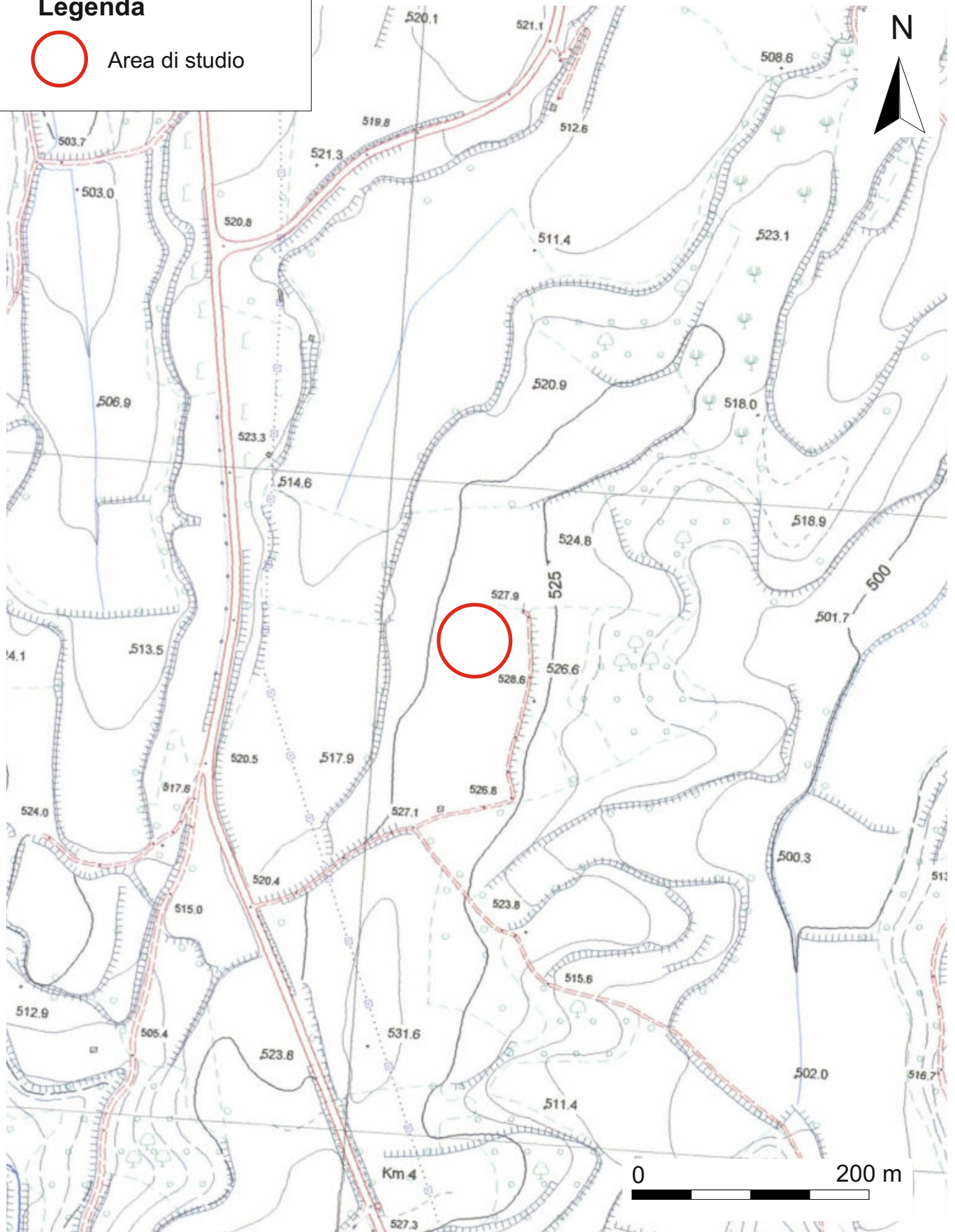
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333102

Scala 1:5.000

Legenda



Area di studio



COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)

Sito SE

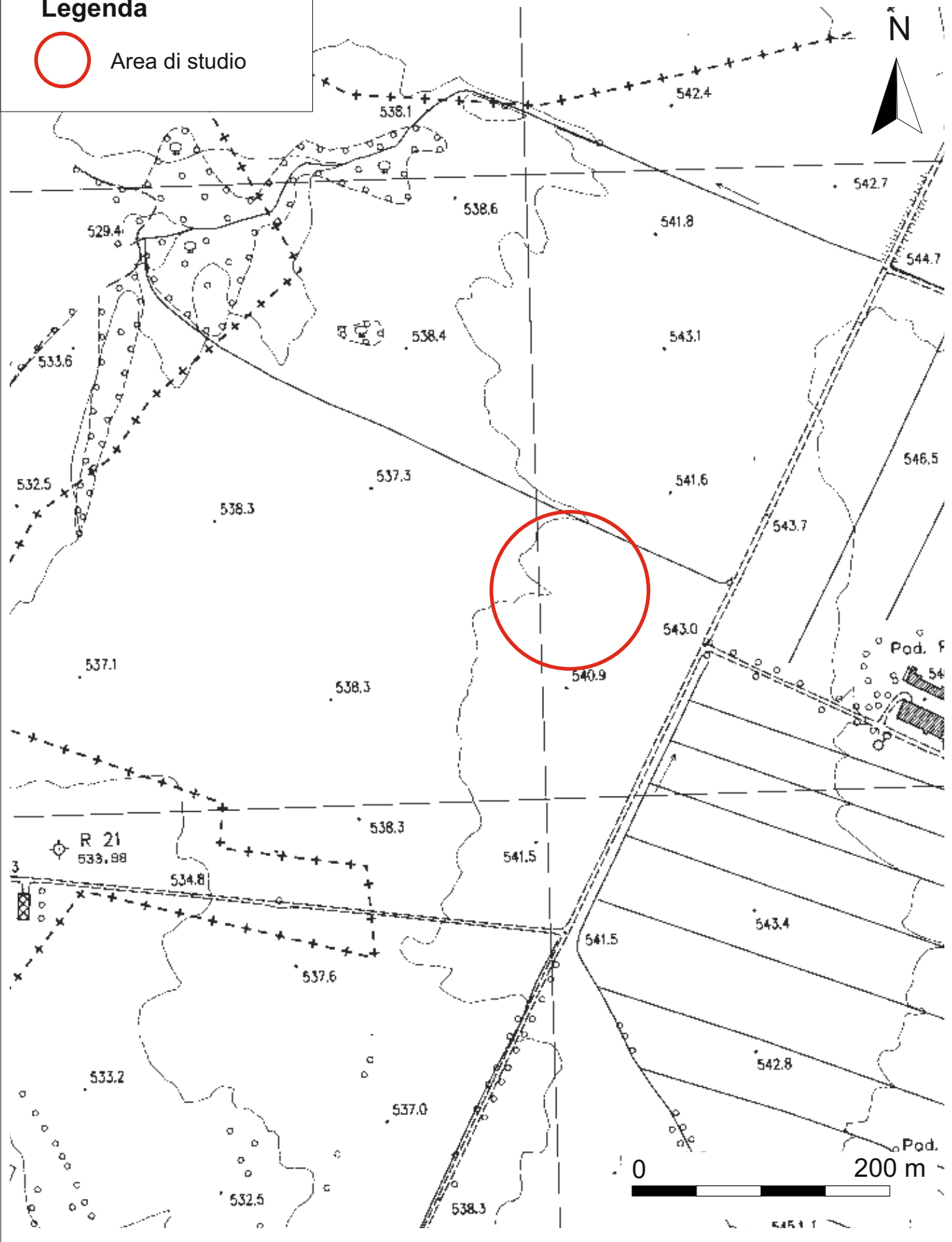
Stralcio CTR - Sezione n. 333080 "Belvedere", elemento n. 333081

Scala 1:5.000

Legenda

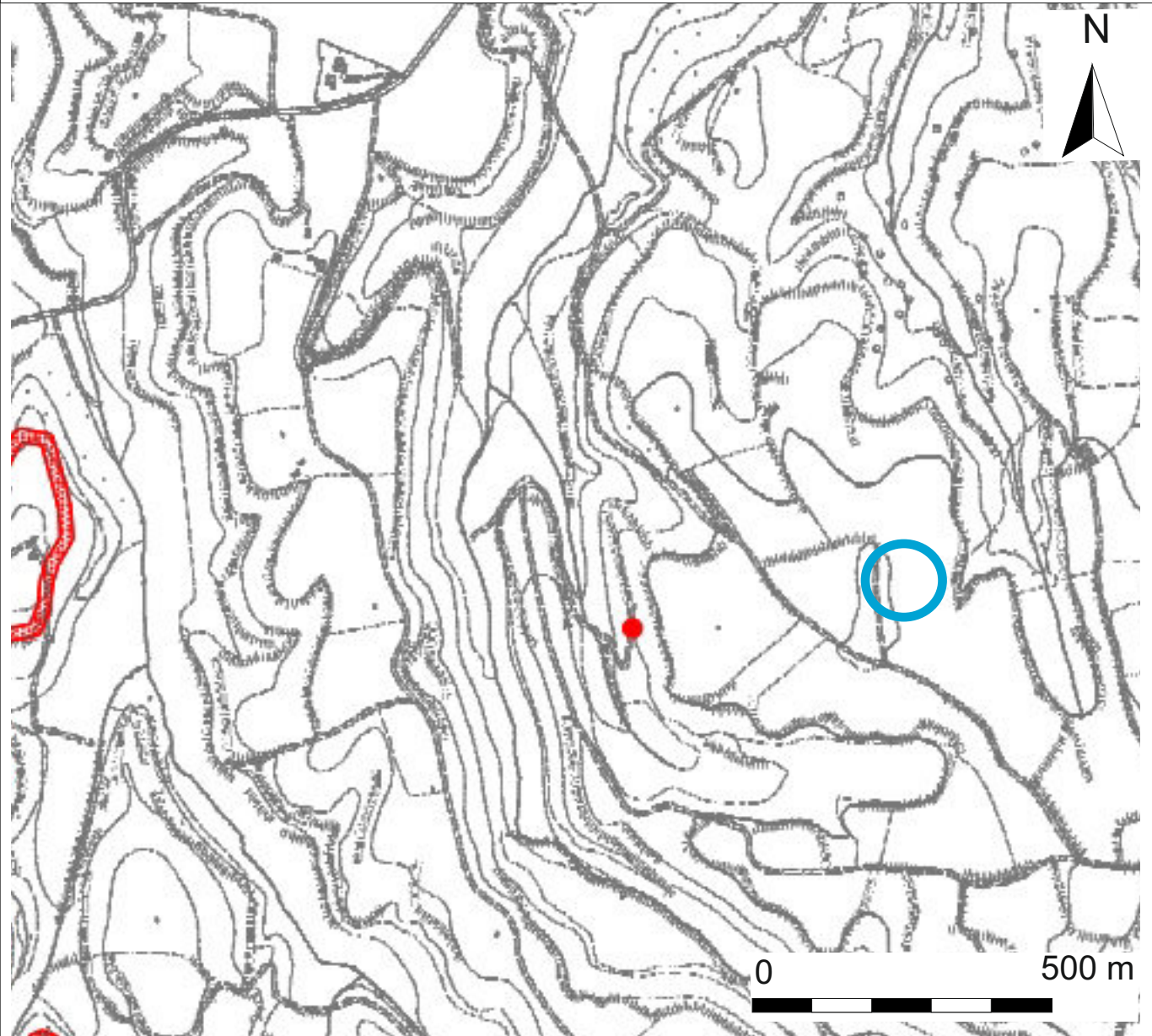


Area di studio



COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON01

Stralcio Carta assetto Geomorfologico PAI - Tav. 155 di 304
Autorità di Bacino del Fiume Tevere
Scala 1:10.000



Legenda

Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno all'iva	fenomeno a scivolto	fenomeno a scivolto	fenomeno a scivolto

frana per crollo e ribaltamento
frana per scivolamento
frana per scivolamento
frana complessa
area con frane diffuse
area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)
area interessata da deformazioni superficiali lente e silenziose
falda e/o zona di detrito
debris flow (colata di detrito)

fenomeno all'iva	fenomeno a scivolto	fenomeno a scivolto	fenomeno a scivolto

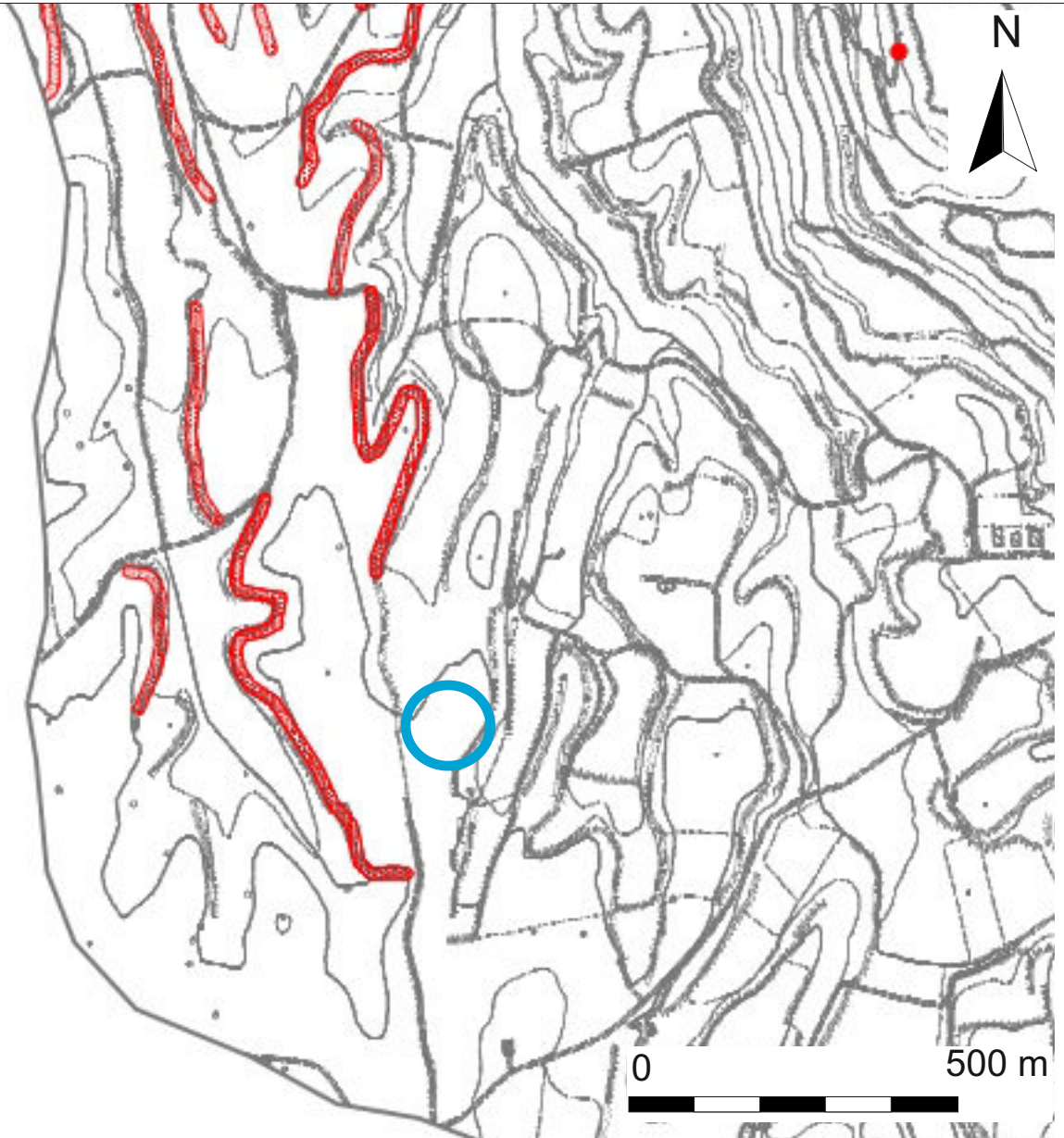
area a calcoli e in erosione
frana presunta
orlo di scarpata di frana
frana non certo gradevole

Situazioni di rischio da frana

	R4 - 'molto elevato'
	R3 - 'elevato'

COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON02

Stralcio Carta assetto Geomorfologico PAI - Tav. 155 di 304
Autorità di Bacino del Fiume Tevere
Scala 1:10.000



Legenda

Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno all'Vo	fenomeno in scende in all'Vo	fenomeno in all'Vo	fenomeno in all'Vo

frana per crollo e ribaltamento
frana per sviluppo
frana per scivolamento
frana complessa
area con frane diffuse
area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)
area interessata da deformazioni superficiali lente e silenziose
falda e/o zona di detrito
debris flow (colata di detrito)

fenomeno all'Vo	fenomeno in scende in all'Vo	fenomeno in all'Vo	fenomeno in all'Vo

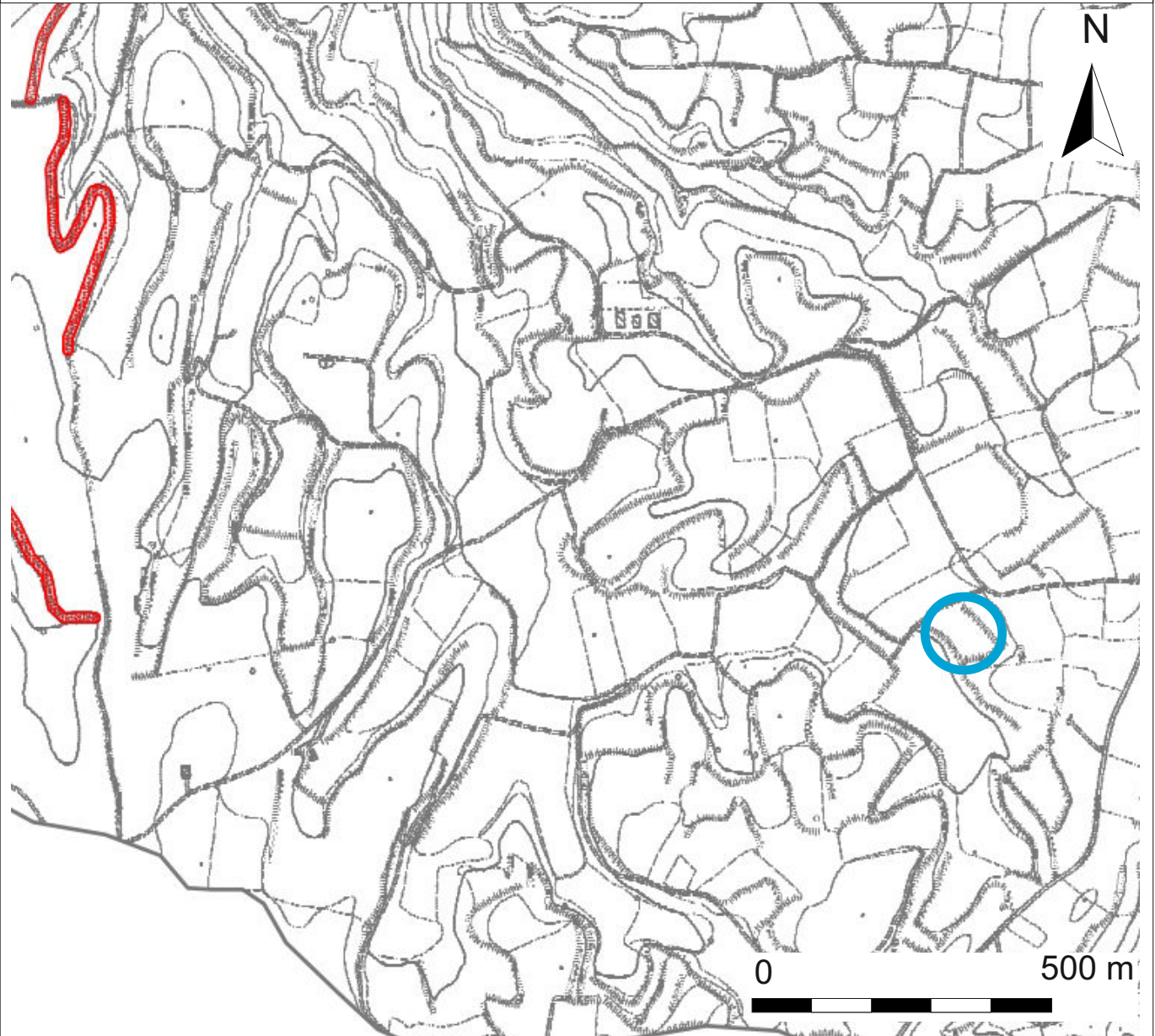
area a calcoli e in erosione
frana presunta
orlo di scarpata di frana
frana non certo gravabile

Situazioni di rischio da frana

	R4 - 'molto elevato'
	R3 - 'elevato'

COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON04

Stralcio Carta assetto Geomorfologico PAI - Tav. 155 di 304
Autorità di Bacino del Fiume Tevere
Scala 1:10.000



Legenda

Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno all'iva	fenomeno a scivolamento in alveo	fenomeno a scivolamento in alveo	fenomeno a scivolamento in alveo

frana per crollo e ribaltamento
frana per sviluppo
frana per cedimento
frana complessa
area con instabilità diffusa
area interessata da deformazioni gravitativa profonde (DGPV)
area interessata da deformazioni superficiali lente e/o sifissuso
falda e/o zona di detrito
debris flow (colata di detrito)

fenomeno all'iva	fenomeno a scivolamento in alveo	fenomeno a scivolamento in alveo	fenomeno a scivolamento in alveo

area a calanchi e in erosione
frana presunta
orlo di scarpata di frana
frana non cede gradabile

Situazioni di rischio da frana

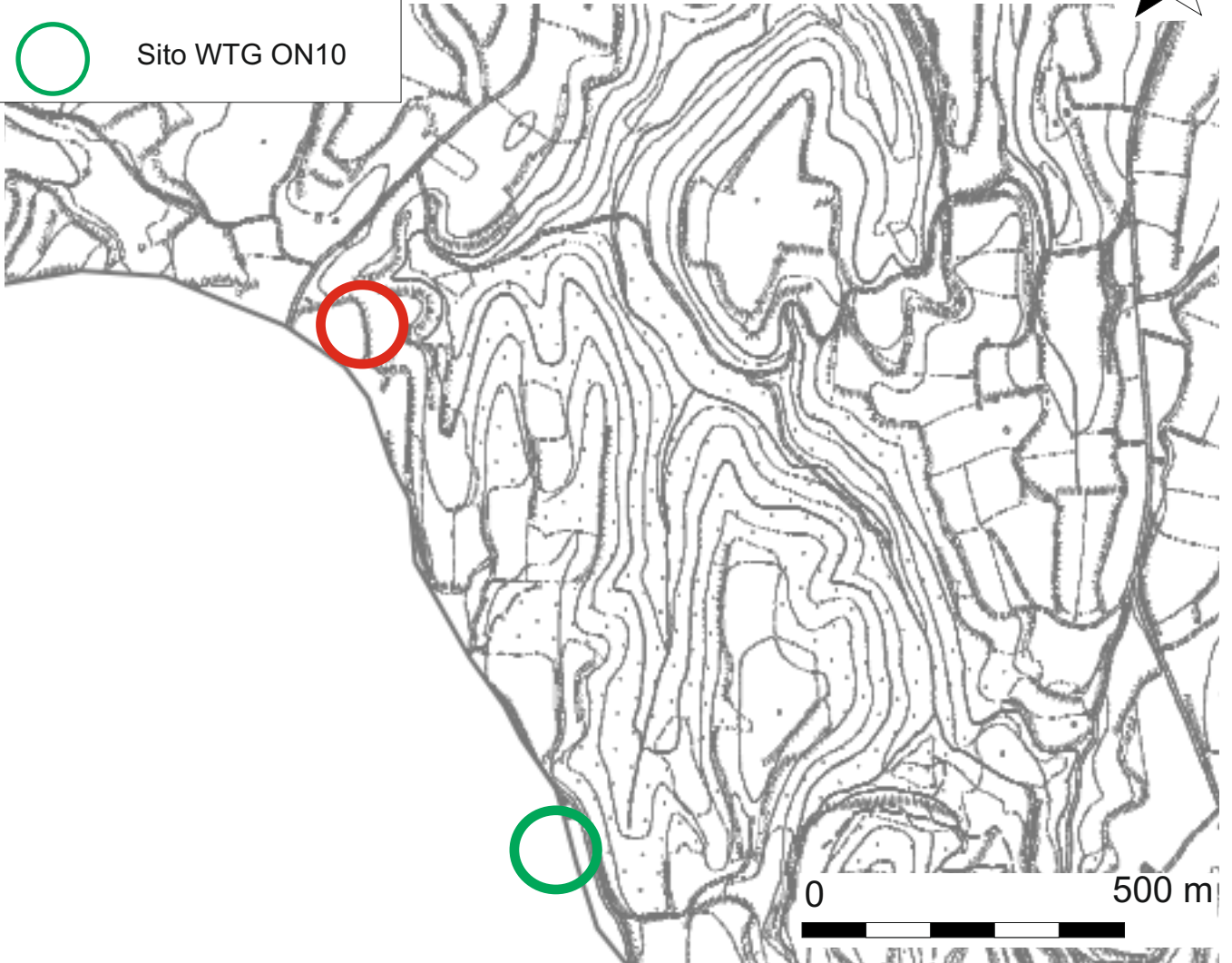
	R4 - 'molto elevato'
	R3 - 'elevato'

COMUNE di ONANO (VT)
Siti WTG ON07 e WTG ON10

Stralcio Carta assetto Geomorfologico PAI - Tav. 155 di 304
Autorità di Bacino del Fiume Tevere
Scala 1:10.000

Legenda

-  Sito WTG ON07
-  Sito WTG ON10





Legenda

Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno all'Vo	fenomeno in scende	fenomeno in al'Vo	fenomeno in al'Vo	fenomeno in al'Vo
frana per crollo e ribaltamento	frana per sviluppo	frana per scivolamento	frana complessa	area con frane diffuse
				area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)
frana per scivolamento	frana complessa	area con frane diffuse	area interessata da deformazioni superficiali lente e in salinasso	falda e/o zona di detrito
				debris flow (colata di detrito)

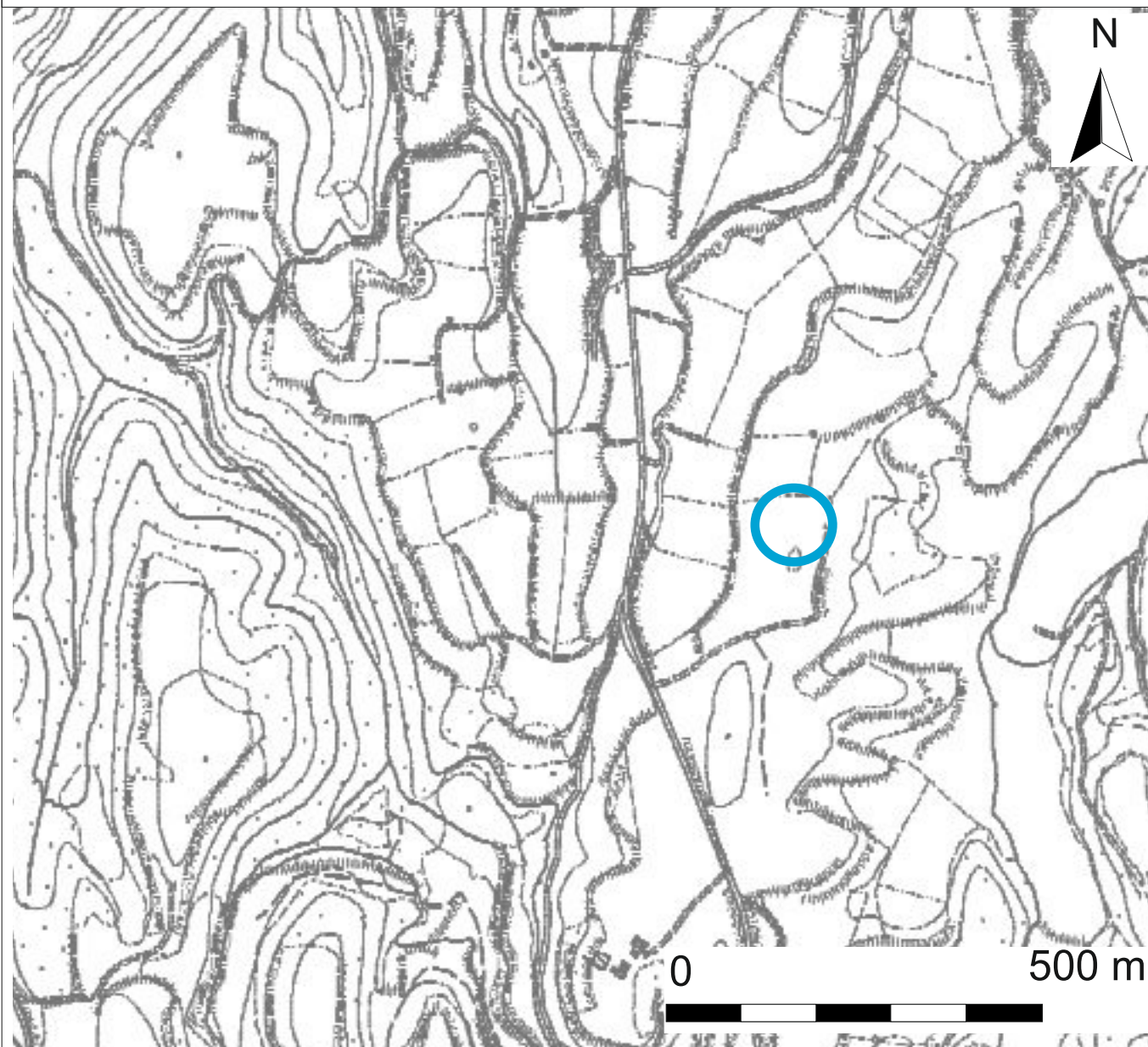
fenomeno all'Vo	fenomeno in scende	fenomeno in al'Vo	fenomeno in al'Vo
area a calanchi e in erosione	frana presunta	orlo di scarpata di frana	frana non certo gradabile

Situazioni di rischio da frana

-  R4 - 'molto elevato'
-  R3 - 'elevato'

COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON09

Stralcio Carta assetto Geomorfologico PAI - Tav. 155 di 304
Autorità di Bacino del Fiume Tevere
Scala 1:10.000



Legenda

Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno all'iva	fenomeno a scivolamento in alveo	fenomeno in alveo	fenomeno in alveo

frana per crollo e ribaltamento
frana per scivolamento
frana per scivolamento
frana complessa
area con frane diffuse
area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)
area interessata da deformazioni superficiali lente e silenziose
falda e/o zona di detrito
debris flow (colata di detrito)

fenomeno all'iva	fenomeno a scivolamento in alveo	fenomeno in alveo	fenomeno in alveo

area a calanchi e in erosione
frana presunta
orlo di scarpata di frana
frana non certo gravabile

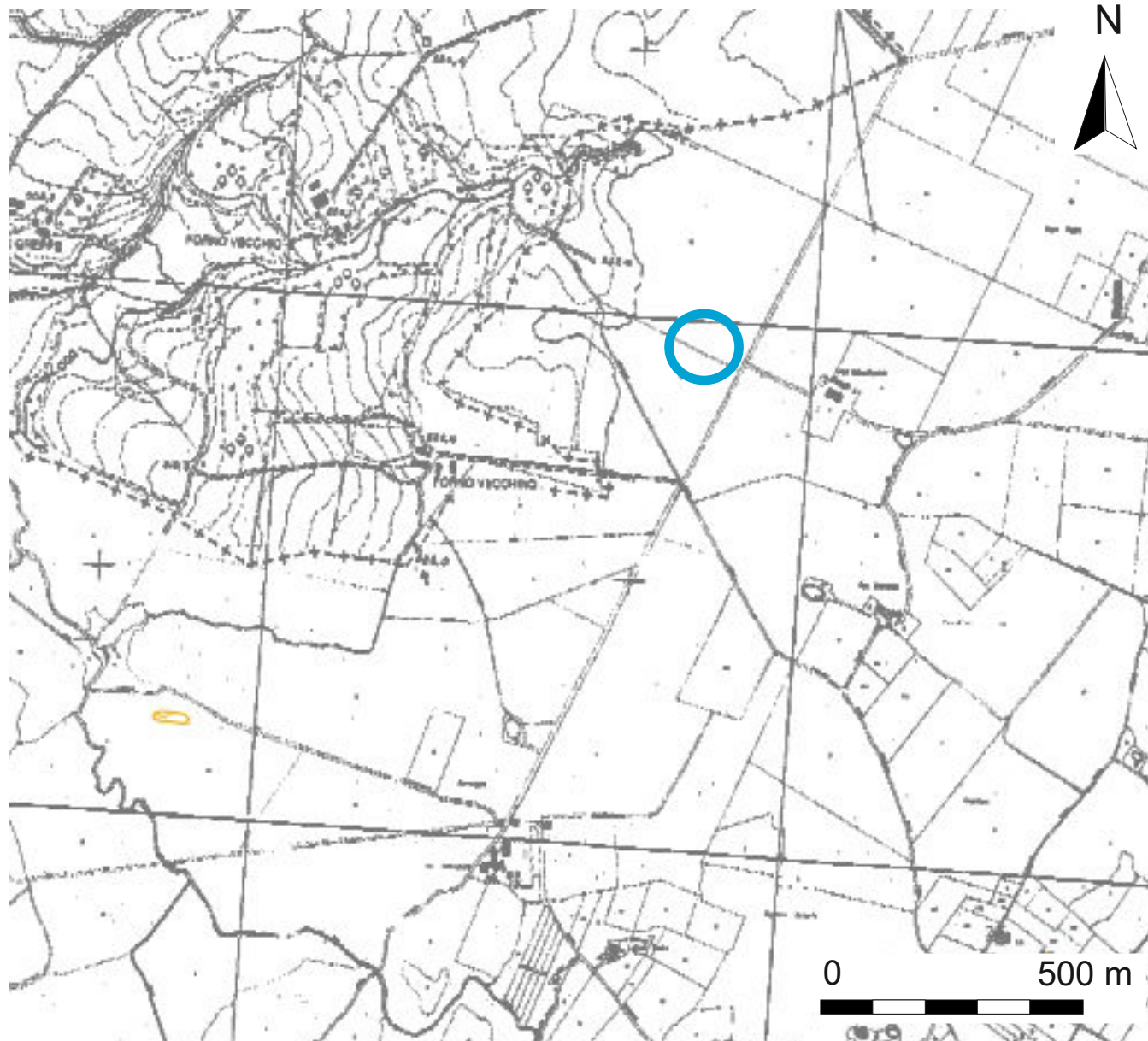
Situazioni di rischio da frana

	R4 - 'molto elevato'
	R3 - 'elevato'

COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)

Sito SE

Stralcio Carta assetto Geomorfologico PAI - Tav. 157 di 304
 Autorità di Bacino del Fiume Tevere
 Scala 1:10.000



Legenda

Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno allo	fenomeno "a scivolamento localizzato"	fenomeno "a scivolamento diffuso"	fenomeno "a scivolamento profondo"	fenomeno "a scivolamento profondo"
frana per crollo e ribaltamento				
frana per scivolamento				
frana per colamento				
frana complessa				
area con frane diffuse				
area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)				
area interessata da deformazioni su superfici lente e/o salinose				
falda e/o zona di detrito				
debris flow (colata di detrito)				

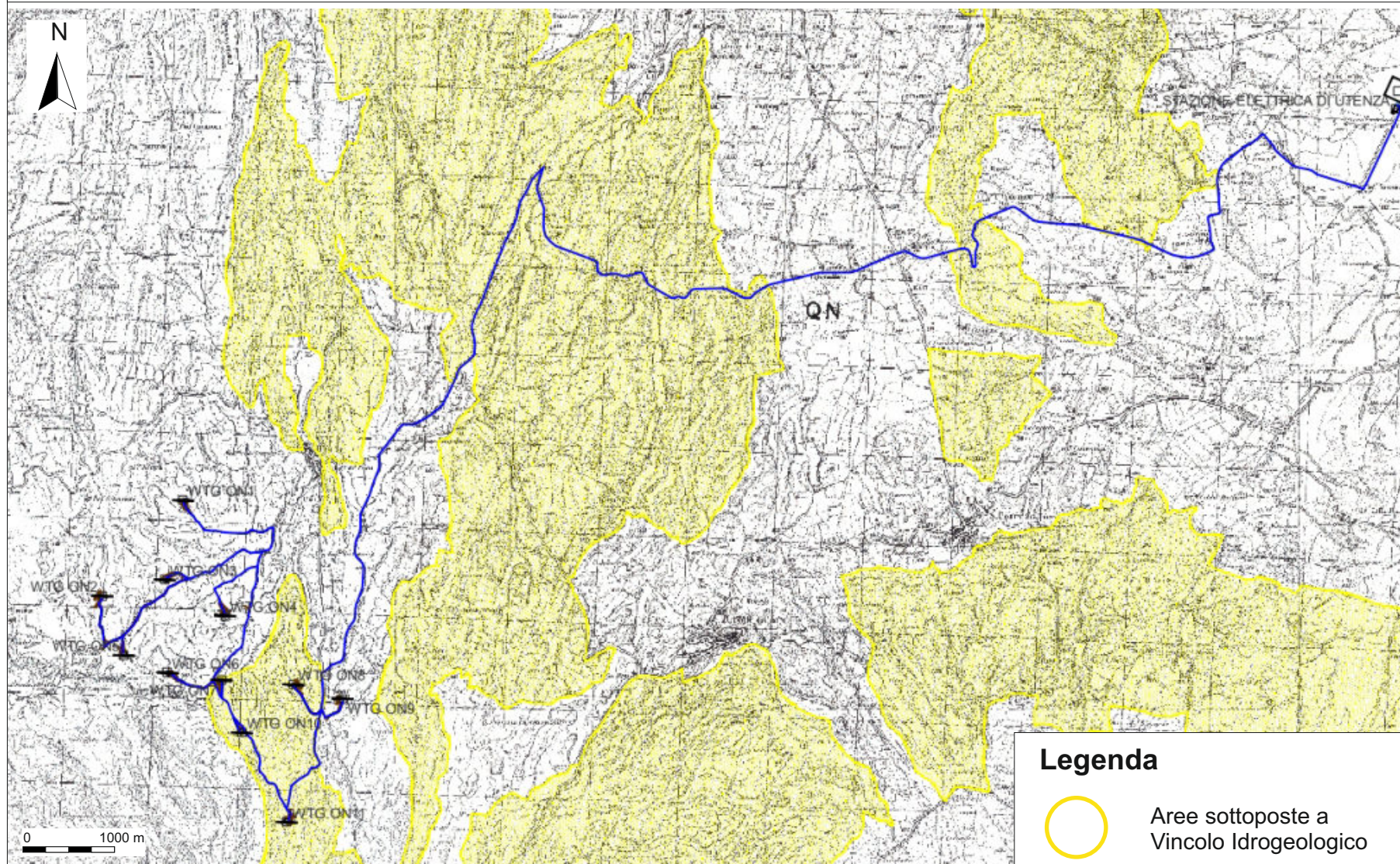
Situazioni di rischio da frana

- R4 - 'molto elevato'
- R3 - 'elevato'

fenomeno allo	fenomeno "a scivolamento localizzato"	fenomeno "a scivolamento diffuso"	fenomeno "a scivolamento profondo"
area a calcoli e in erosione			
frana presunta			
orlo di scarpata di frana			
frana non certo gravabile			

COMUNE di ONANO (VT), ACQUAPENDENTE (VT) e CASTEL GIORGIO (TR)
Tracciato Impianto Eolico denominato "Montarzo"

Stralcio Vincolo Idrogeologico
Scala 1:25.000



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON01

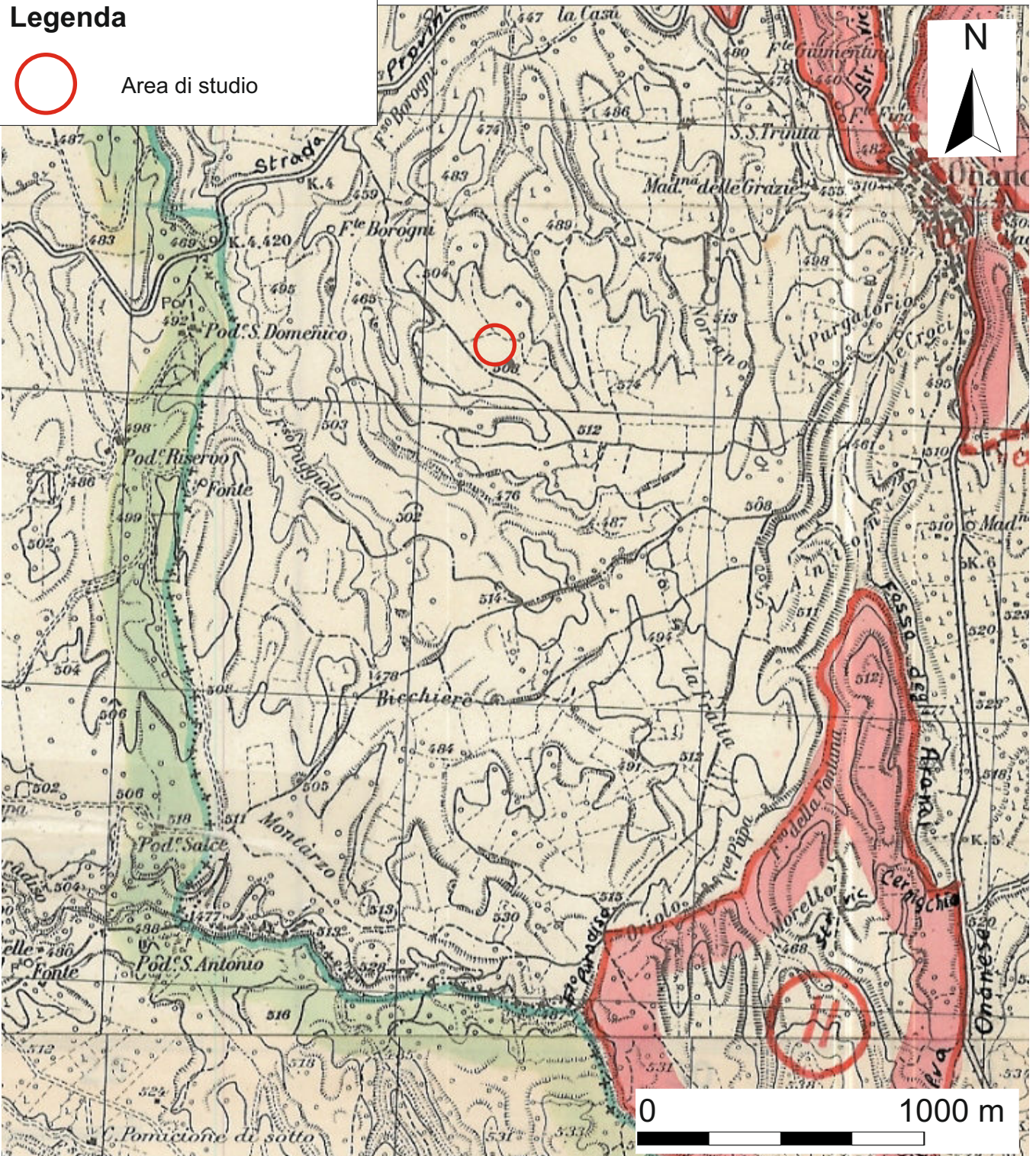
Stralcio Vincolo Idrogeologico

Scala 1:25.000

Legenda



Area di studio



LEGGENDA



Confine del Territorio del Comune



Limite delle zone sottoposte al vincolo idrogeologico



Numeri che distinguono le zone di vincolo



Terreni esclusi dal vincolo (Sottozone)

1 - 2

Numeri che distinguono le Sottozone

COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON02

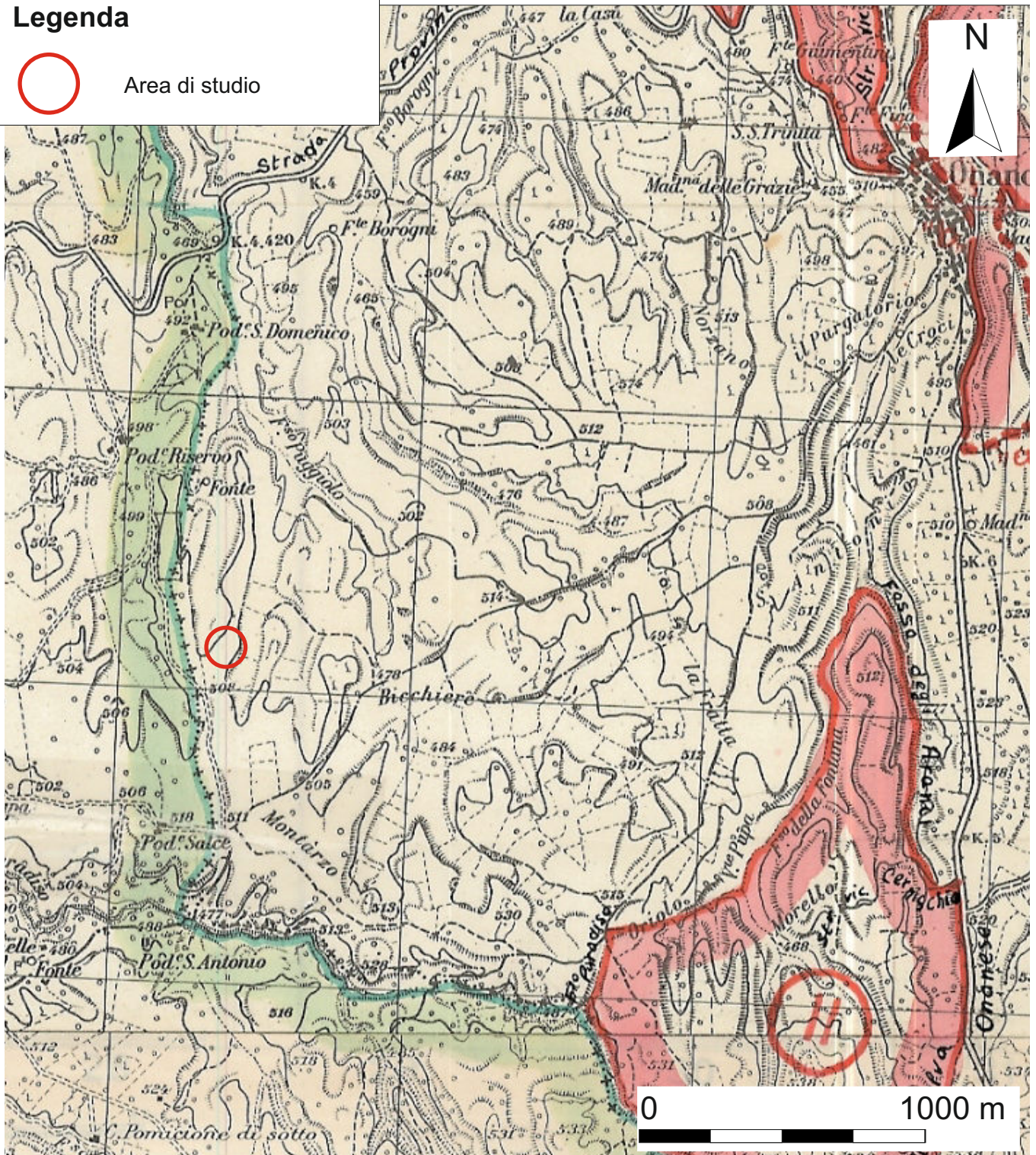
Stralcio Vincolo Idrogeologico

Scala 1:25.000

Legenda



Area di studio



LEGGENDA



Confine del Territorio del Comune



Limite delle zone sottoposte al vincolo idrogeologico



Numeri che distinguono le zone di vincolo



Terreni esclusi dal vincolo (Sottozone)

1 - 2

Numeri che distinguono le Sottozone

COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON04

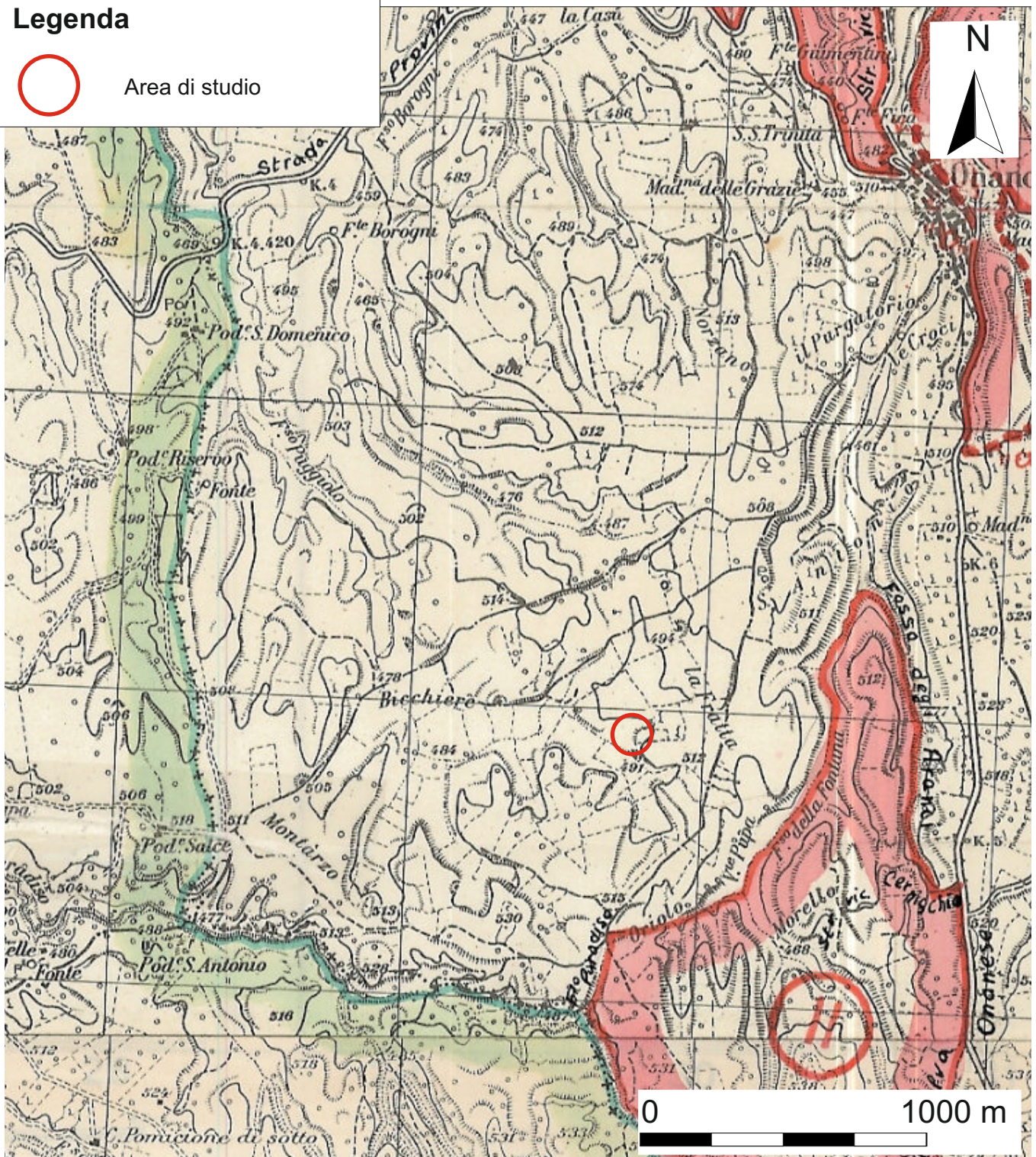
Stralcio Vincolo Idrogeologico

Scala 1:25.000

Legenda



Area di studio



LEGGENDA



Confine del Territorio del Comune



Limite delle zone sottoposte al vincolo idrogeologico



Numeri che distinguono le zone di vincolo



Terreni esclusi dal vincolo (Sottozone)

1 - 2

Numeri che distinguono le Sottozone

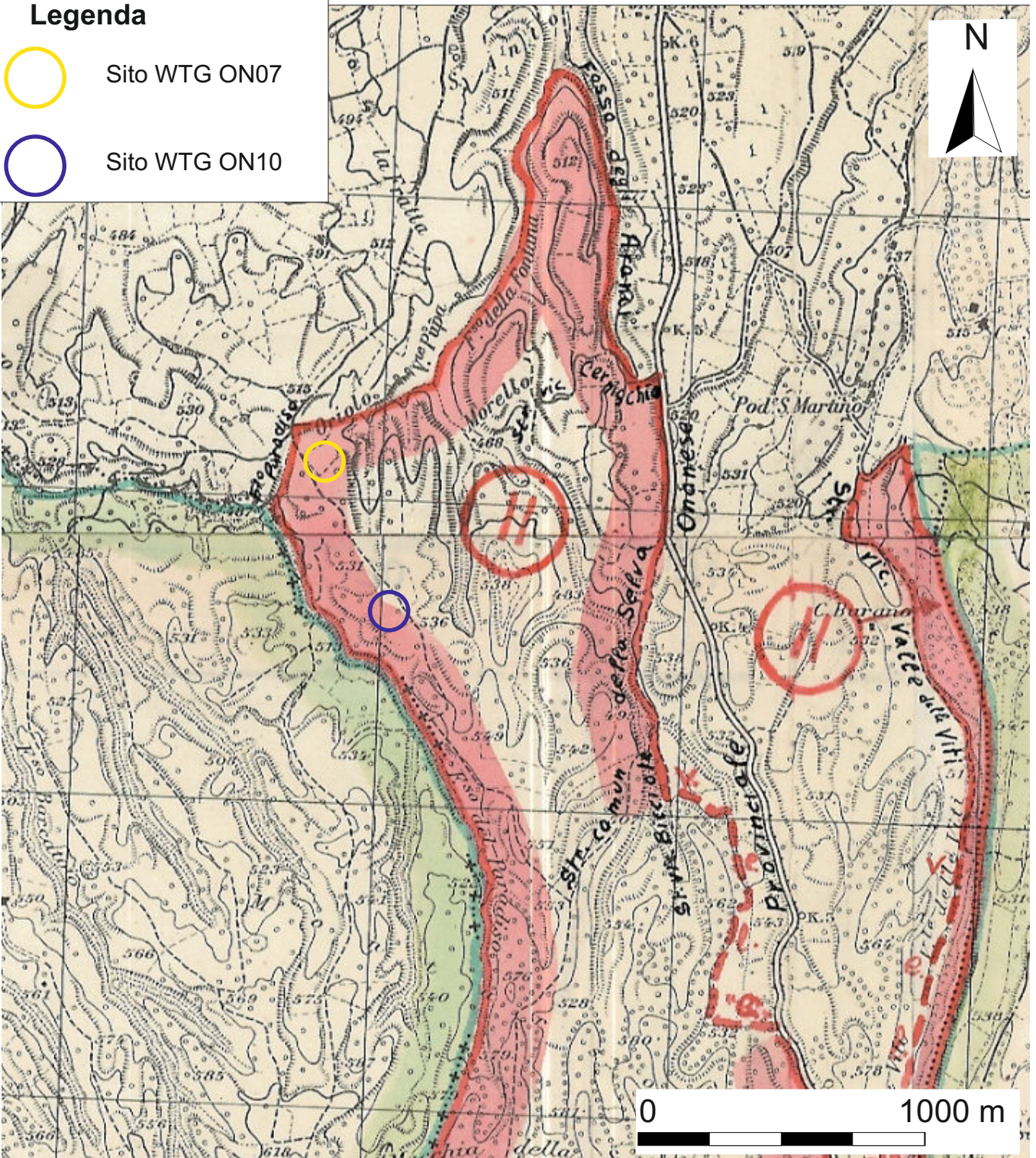
COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON07 e WTG ON10






Stralcio Vincolo Idrogeologico
Scala 1:25.000

Legenda

-  Sito WTG ON07
-  Sito WTG ON10



LEGGENDA

-  Confine del Territorio del Comune
-  Limite delle zone sottoposte al vincolo Idrogeologico
-  Numeri che distinguono le zone di vincolo
-  Terreni esclusi dal vincolo (Sottozone)
-  Numeri che distinguono le Sottozone

COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON09

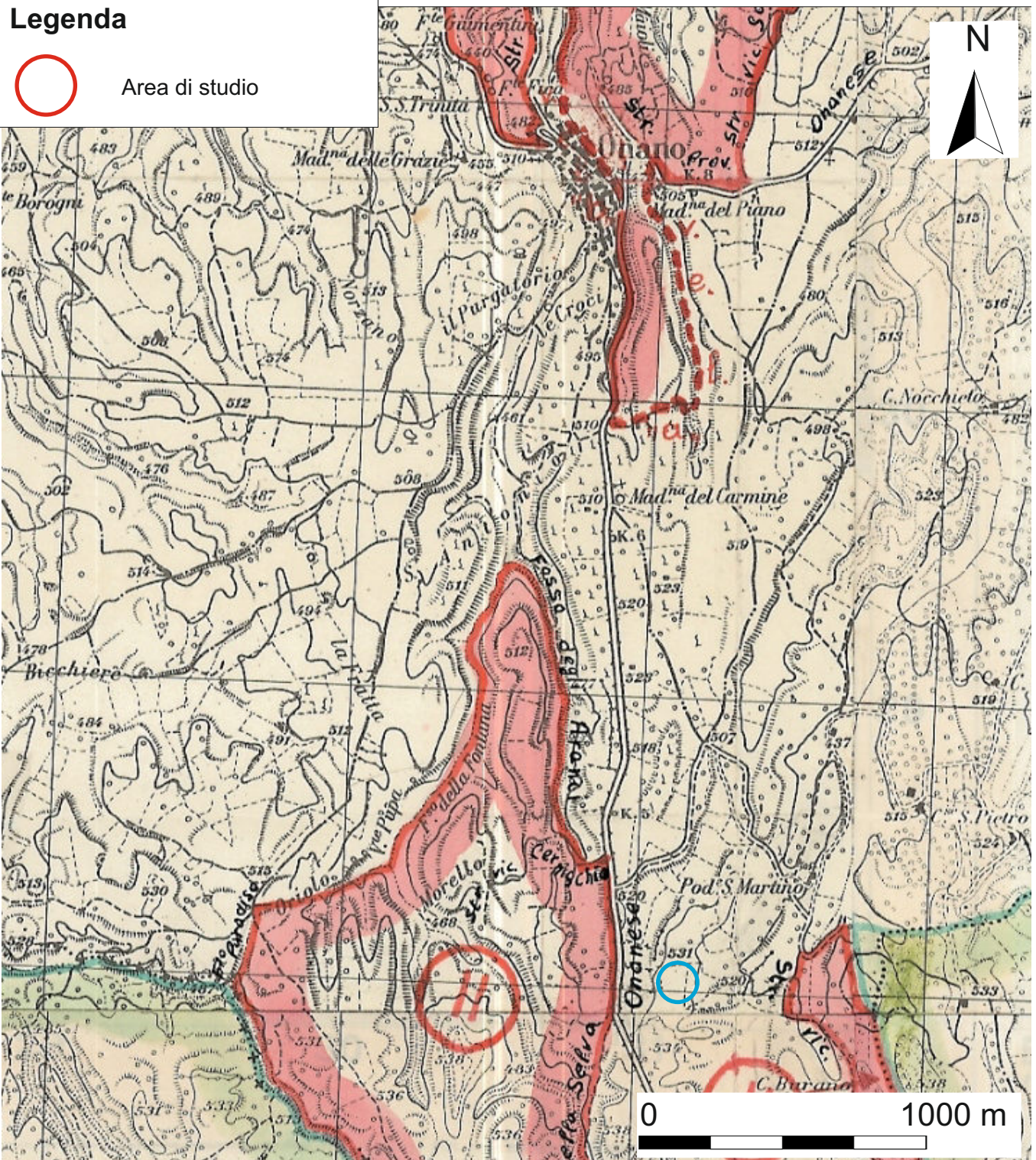
Stralcio Vincolo Idrogeologico

Scala 1:25.000

Legenda



Area di studio



LEGGENDA



Confine del Territorio del Comune



Limite delle zone sottoposte al vincolo idrogeologico



Numeri che distinguono le zone di vincolo



Terreni esclusi dal vincolo (Sottozone)

1 - 2

Numeri che distinguono le Sottozone

COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)

Sito SE

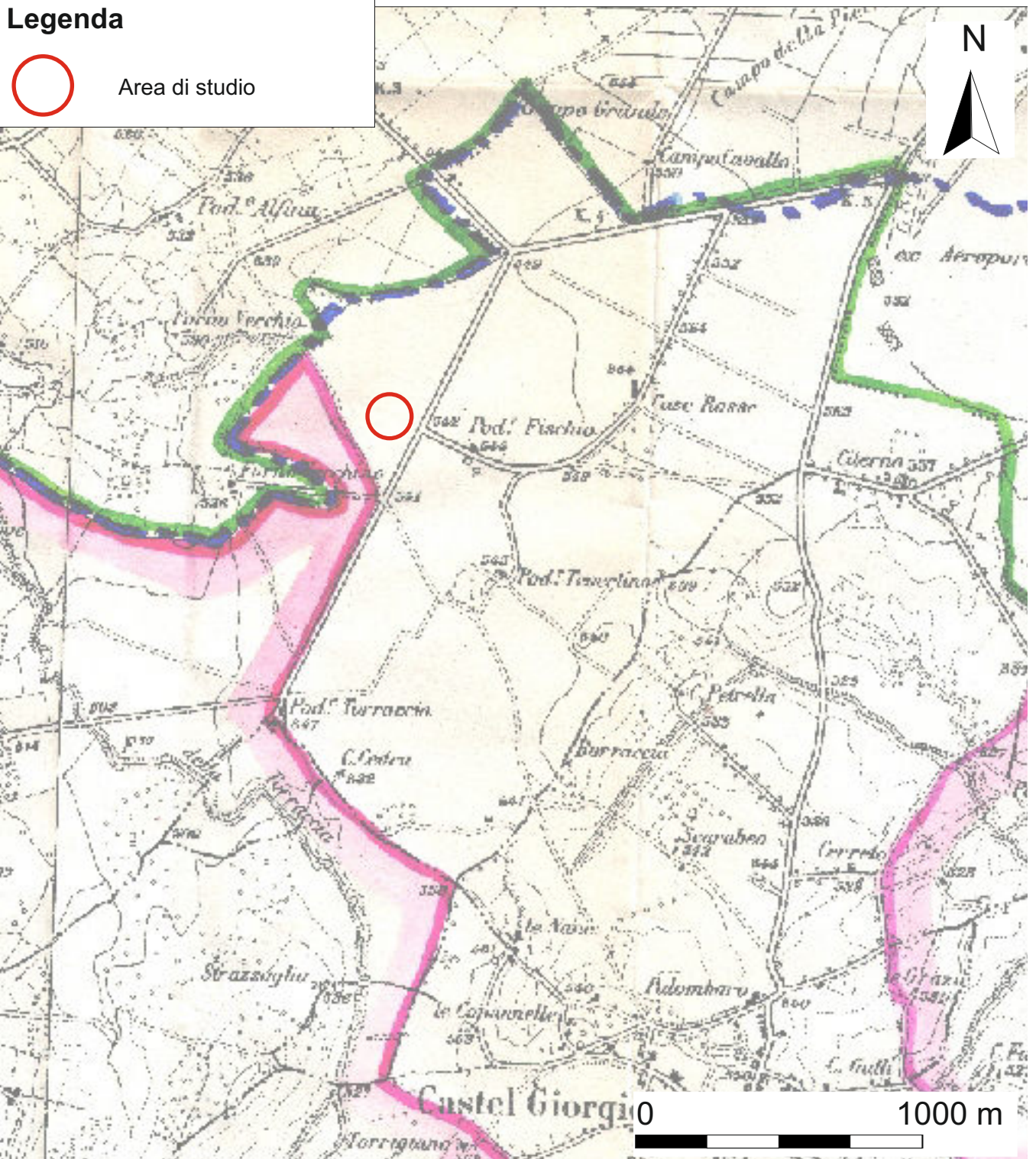
Stralcio Vincolo Idrogeologico

Scala 1:25.000

Legenda



Area di studio



LEGGENDA



Confine del Territorio del Comune



Limite delle zone sottoposte al vincolo idrogeologico



Numeri che distinguono le zone di vincolo



Terreni esclusi dal vincolo (Sottozone)

1 - 2




Numeri che distinguono le Sottozone

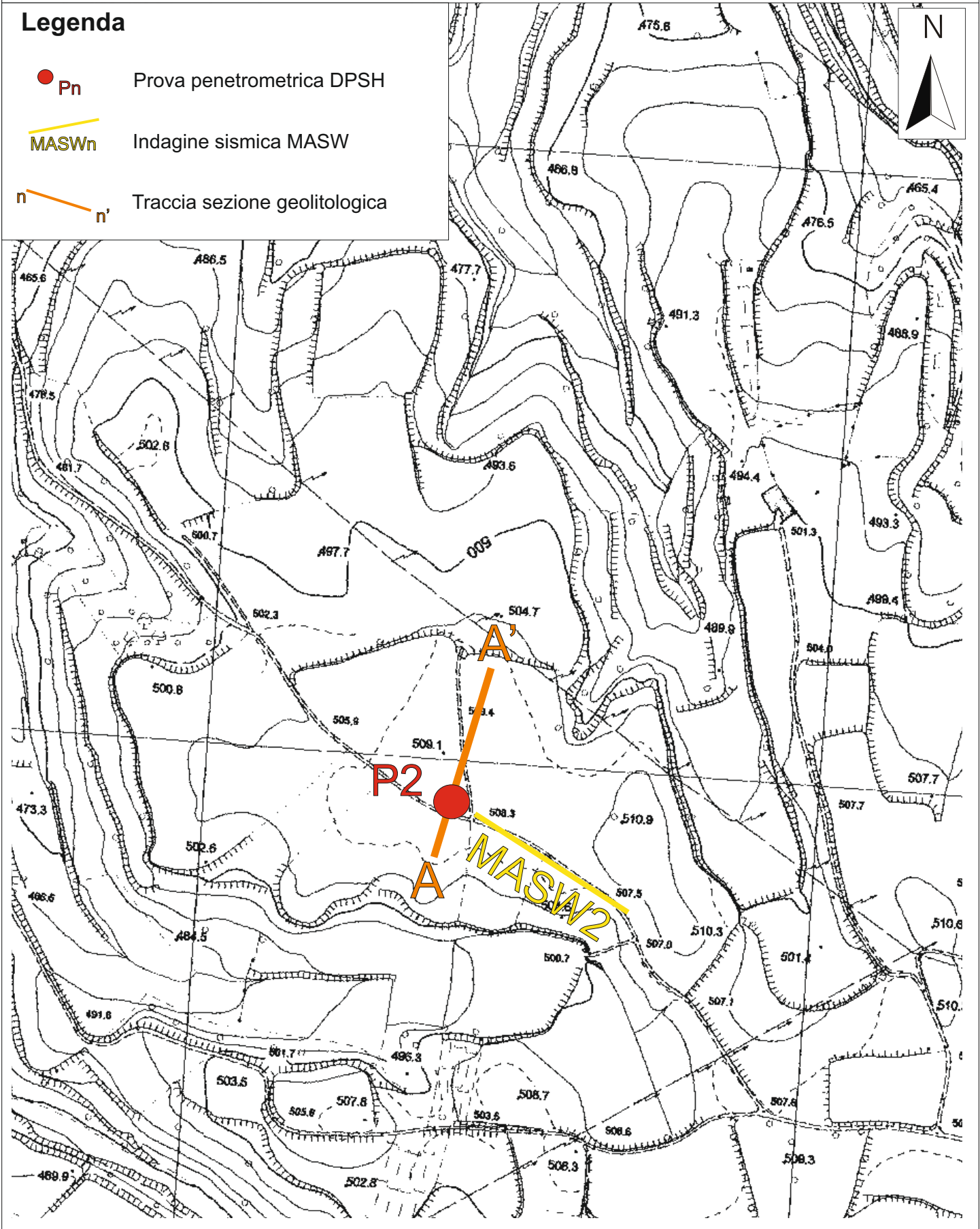
COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON01

CARTA UBICAZIONE INDAGINI ESEGUITE
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333101
Scala 1:5.000

Legenda

-  **P_n** Prova penetrometrica DPSH
-  **MASW_n** Indagine sismica MASW
-  **n - n'** Traccia sezione geolitologica





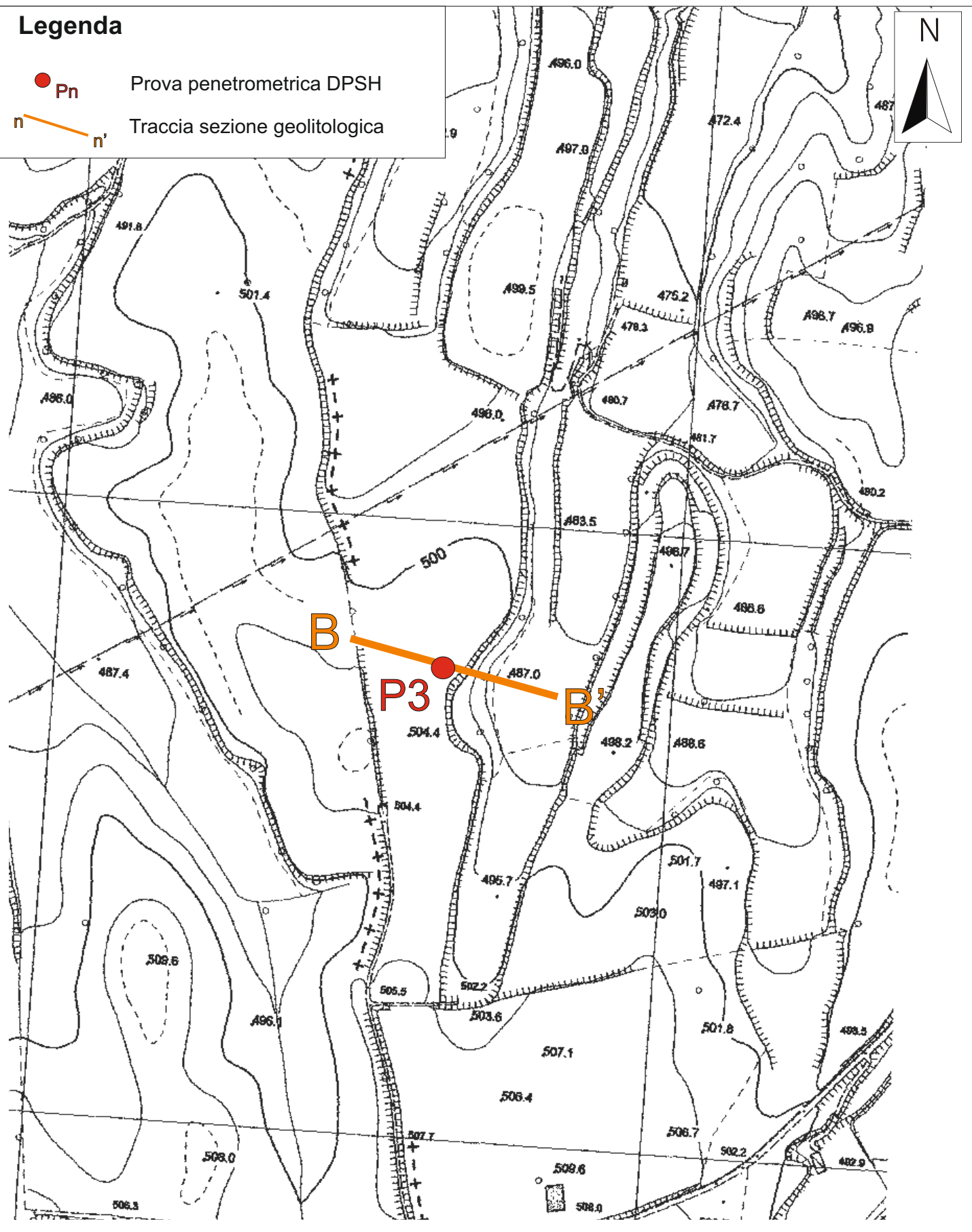
COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON02

CARTA UBICAZIONE INDAGINI ESEGUITE
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333104
Scala 1:5.000

Legenda

-  Pn Prova penetrometrica DPSH
-  Traccia sezione geolitologica



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON04

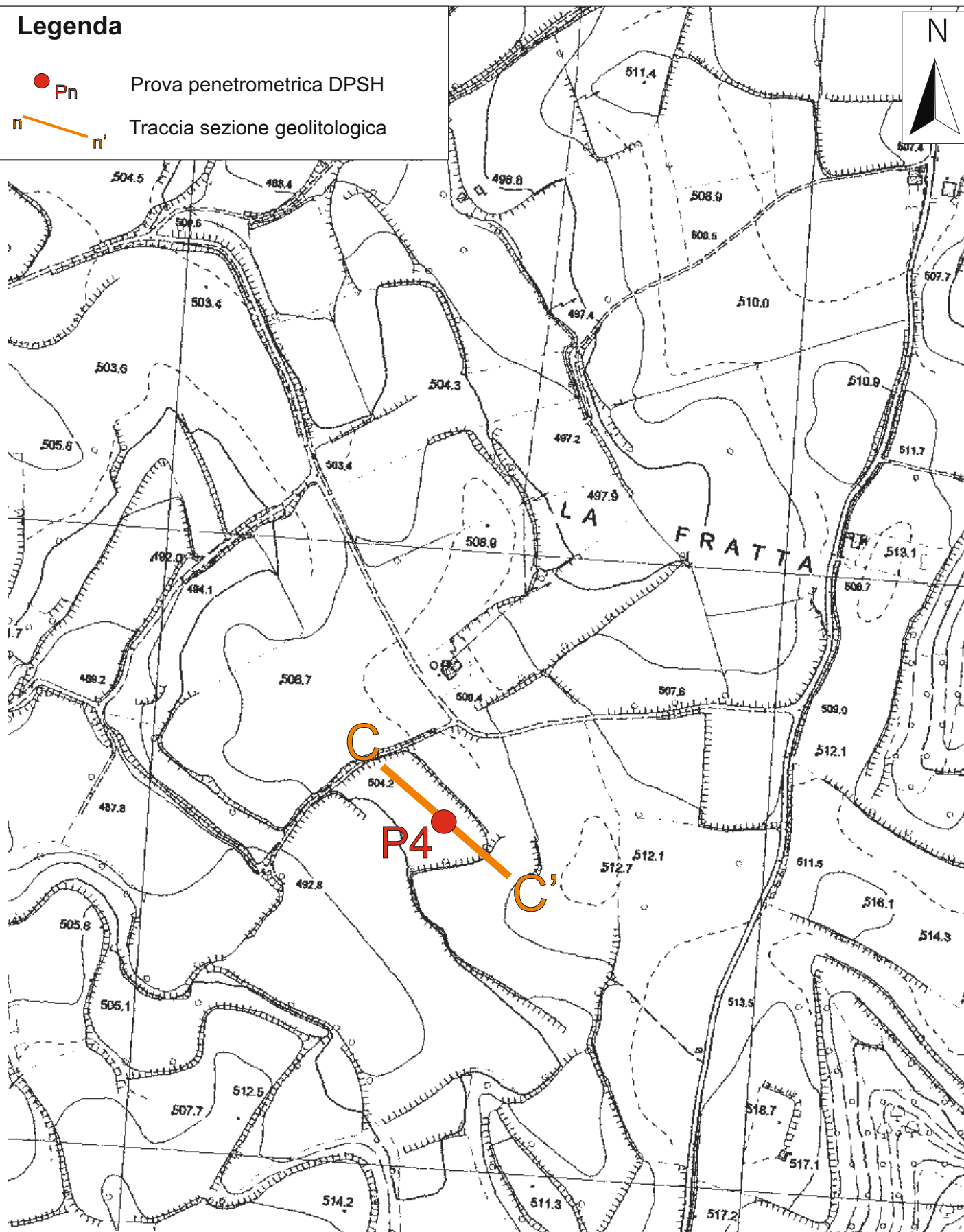
CARTA UBICAZIONE INDAGINI ESEGUITE

Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333101

Scala 1:5.000

Legenda

- P_n Prova penetrometrica DPSH
- n n' Traccia sezione geolitologica



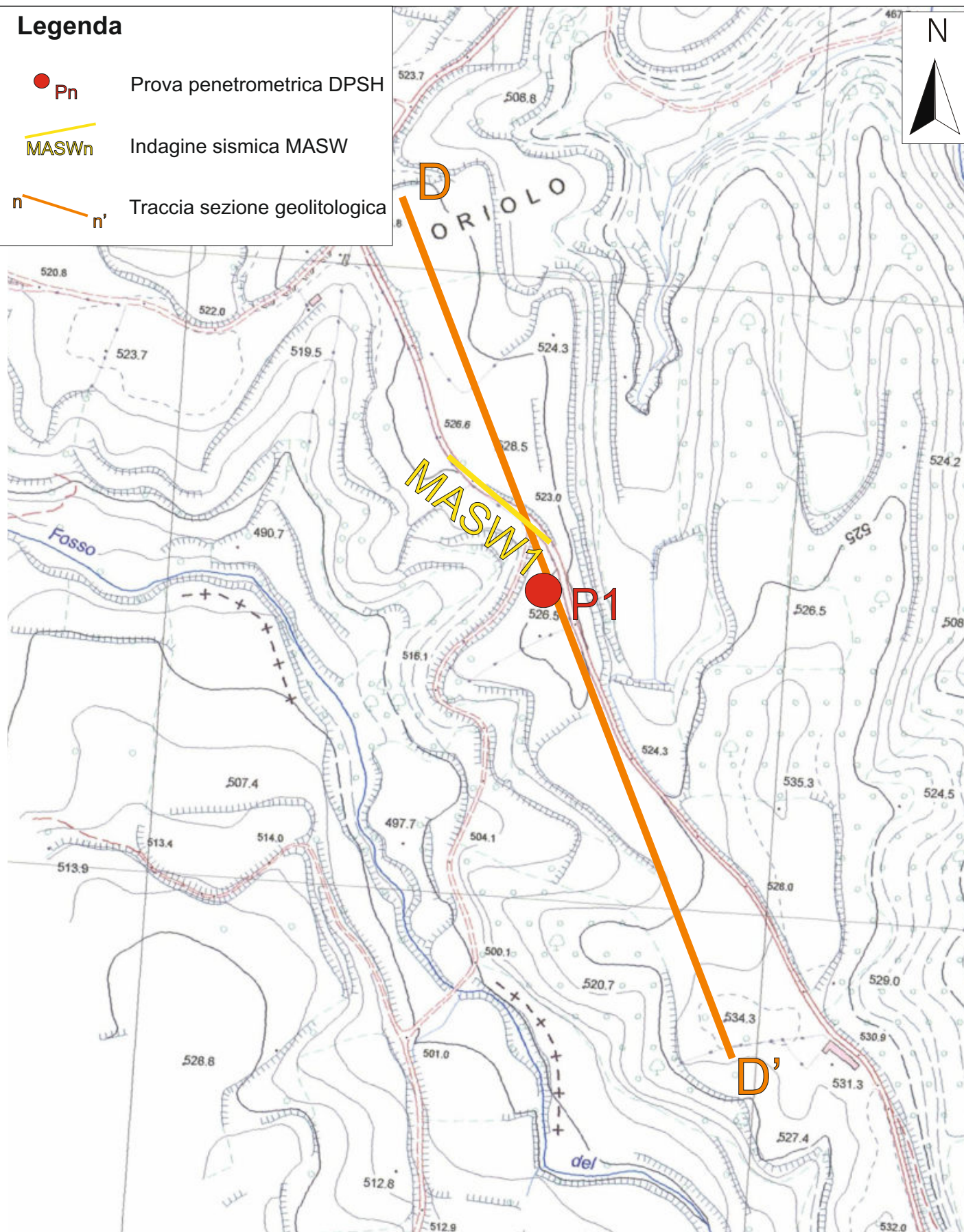
COMUNE di ONANO (VT)

Siti WTG ON07 e WTG ON10

CARTA UBICAZIONE INDAGINI ESEGUITE
 Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333102
 Scala 1:5.000

Legenda

- P_n Prova penetrometrica DPSH
- MASW_n Indagine sismica MASW
- n n' Traccia sezione geolitologica





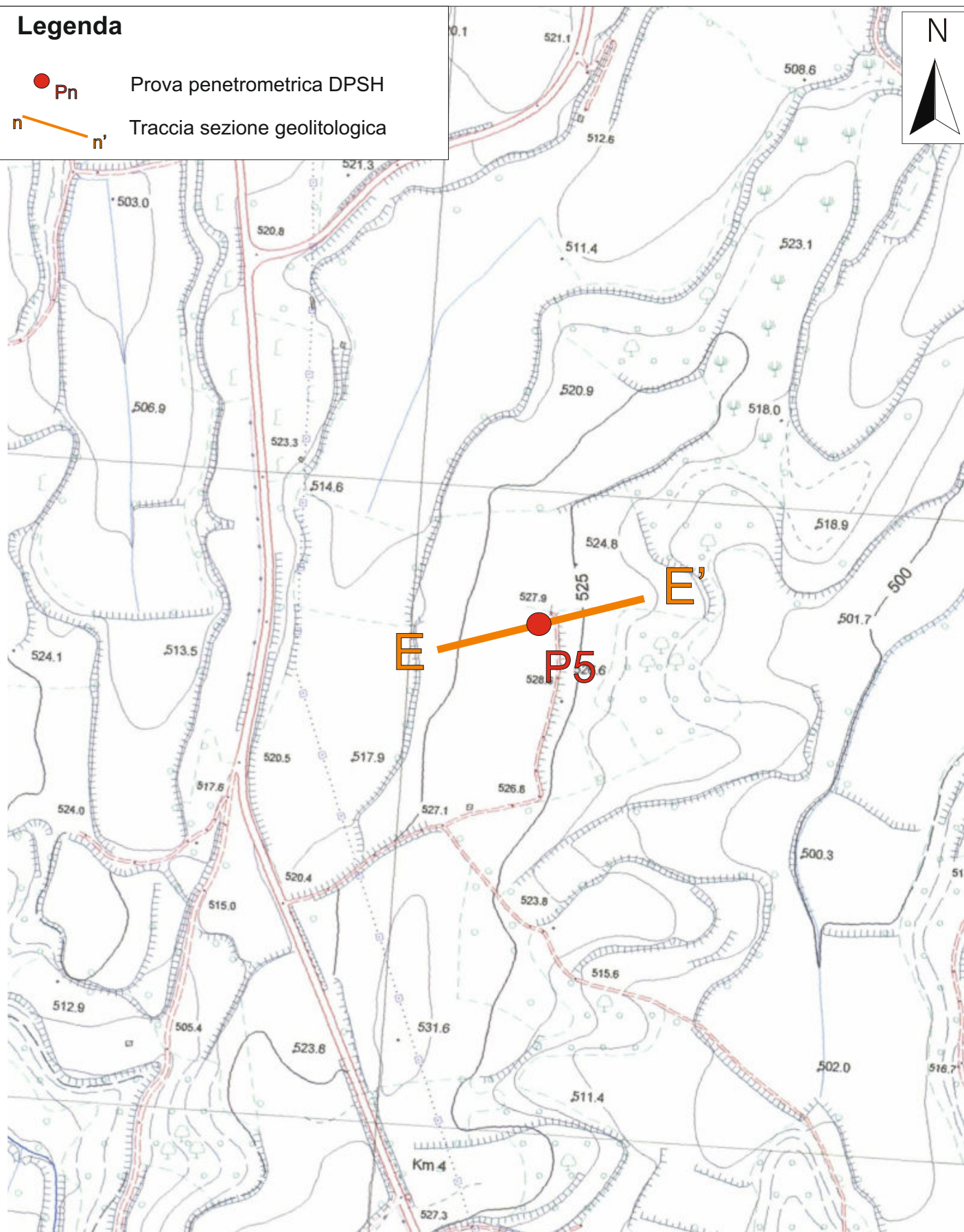
COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON09

CARTA UBICAZIONE INDAGINI ESEGUITE
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333102
Scala 1:5.000

Legenda

-  P_n Prova penetrometrica DPSH
-  Traccia sezione geolitologica



COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)




Sito SE

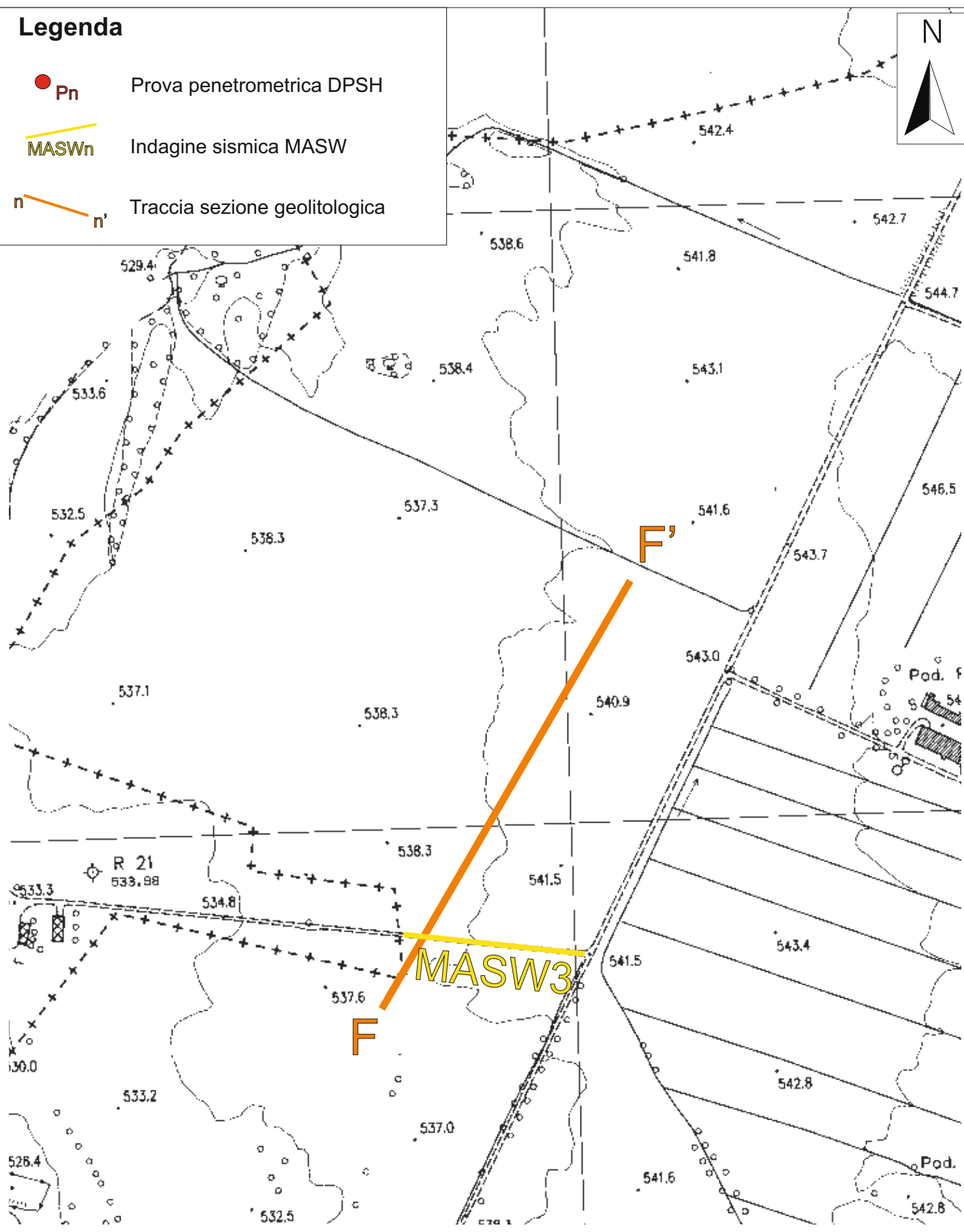
CARTA UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

Stralcio CTR - Sezione n. 333080 "Belvedere", elemento n. 333081

Scala 1:5.000

Legenda

-  P_n Prova penetrometrica DPSH
-  MASW_n Indagine sismica MASW
-  n - n' Traccia sezione geolitologica



3. Geomorfologia ed idrografia

Da un punto di vista generale l'impianto in progetto corre lungo le propaggini nord-occidentali di un esteso plateau tufaceo originato dalla messa in posto di prodotti vulcanici, ascrivibili all'attività dell'apparato dei Vulsini.

Le forme del paesaggio sono da attribuire all'azione morfogenica operata dai corsi d'acqua temporanei o perenni, che hanno determinato il modellamento del plateau vulcanico.

Il rilevamento geomorfologico eseguito, e l'analisi della cartografia Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – Progetto IFFI, dell'Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale (I.S.P.R.A.) e della cartografia geomorfologica del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, ha mostrato che nelle aree d'indagine e lungo il percorso del cavidotto, non sono presenti fenomeni gravitativi di instabilità, in atto o prevedibili.

Nello specifico il sito di progetto denominato WTG ON01 si trova a circa 1,5 km in direzione circa Est dall'abitato di Onano (VT), ed è posto ad quota media di circa 509 metri s.l.m..

Il sito di progetto denominato WTG ON02 si trova a circa 2,8 km in direzione Sud/Ovest dall'abitato di Onano (VT), ed è posto ad quota media di circa 502 metri s.l.m..

Il sito di progetto denominato WTG ON04 si trova a circa 2,0 km in direzione Sud/Ovest dall'abitato di Onano (VT), ed è posto ad quota media di circa 504 metri s.l.m..

Il sito di progetto denominato WTG ON07 si trova a circa 2,5 km in direzione Sud/Ovest dall'abitato di Onano (VT), ed è posto ad quota media di circa 526 metri s.l.m..

Il sito di progetto denominato WTG ON09 si trova a circa 2,4 km in direzione Sud/Est dall'abitato di Onano (VT), ed è posto ad quota media di circa 530 metri s.l.m..

Il sito di progetto denominato WTG ON10 si trova a circa 3,0 km in direzione Sud/Ovest dall'abitato di Onano (VT), ed è posto ad quota media di circa 531 metri s.l.m..

Morfologicamente le aree dove ricadono i siti d'indagine WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09 e WTG ON10, sono poste lungo le propaggini nord-occidentali di un esteso plateau tufaceo originato dalla messa in posto di prodotti vulcanici, ascrivibili all'attività dell'apparato dei Vulsini.

In particolare l'area del sito WTG ON01 è esposta verso Sud/Ovest con pendenze dell'ordine di 5-10%.

L'area del sito WTG ON02 è esposta verso Est-Nord/Est con pendenze dell'ordine di 5-10%.

L'area del sito WTG ON04 è esposta verso Ovest-Sud/Ovest con pendenze dell'ordine di 5-10%.

L'area del sito WTG ON07 è esposta verso Sud-Sud/Ovest con pendenze dell'ordine di 5-10%.

L'area del sito WTG ON09 è esposta verso Ovest-Sud/Ovest con pendenze dell'ordine di 5-10%.

L'area del sito WTG ON10 è esposta verso Sud/Ovest con pendenze dell'ordine di 5-

10%.

Dal sopralluogo effettuato può affermarsi una sostanziale stabilizzazione delle forme, senza evidenza di fenomeni gravitativi di instabilità, in atto o prevedibili, come si deduce anche dall'esame della cartografia Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – Progetto IFFI, dell'Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale (I.S.P.R.A.) e della cartografia geomorfologica del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

Le forme del paesaggio sono da attribuire all'azione morfogenica operata dai corsi d'acqua temporanei o perenni, che hanno determinato il modellamento del plateau vulcanico.

La morfologia delle aree di progetto è sub-collinare costituita da un ampio plateau pianeggiante e solchi di ruscellamento profondi qualche metro che confluiscono nelle zone più depresse delle aree di studio.

Inoltre si fa presente che alcuni dei siti d'intervento e parte del percorso del cavidotto in progetto, ricadono in zone sottoposte a Vincolo Idrogeologico, così come mostrato nelle "Carte del Vincolo Idrogeologico", allegate in precedenza.

Per quanto concerne le tavole stralcio del P.T.P.R. delle Regione Lazio, si rimanda alla consultazione dell'Elaborato "224304_D_D_0128 Screening dei vincoli - P.T.P.R. REGIONE LAZIO".

Il reticolo idrografico delle aree d'indagine, è costituito da una serie di corsi d'acqua ad aste sub-parallelle con orientazione media Nord/Est-Sud/Ovest.

In particolare nei pressi dei siti d'indagine WTG ON01, WTG ON02 e WTG ON04, scorrono una serie di corsi d'acqua che confluiscono nel Fosso Poggiolo, che sfocia più a valle in direzione circa Nord/Ovest nel Fosso della Striscia.

In direzione circa Sud/Ovest dai siti d'indagine WTG ON07 e WTG ON10, è presente il Fosso del Paradiso, che scorre in direzione circa Est.

Nei pressi del sito d'indagine WTG ON09, è presente il Fosso della Fontana, che scorre in direzione circa Nord verso l'abitato di Onano.

In generale non sono stati rilevati fenomeni sorgentizi o di ristagno delle acque, che risultano sufficientemente drenate dai terreni di copertura superficiali o convogliate verso le reti infrastrutturali presenti.

Pertanto, l'interferenza tra le opere e i corsi d'acqua risulta di fatto trascurabile ai fini della fattibilità idraulica e geomorfologica dell'intervento.

Il sito d'indagine SE si trova a circa 2,5 km a Nord/Ovest dal centro abitato di Castel Giorgio (TR) ed è posto ad una quota di 541 metri s.l.m.

L'area di studio non risulta eccessivamente modificata da interventi antropici ed è possibile riconoscere l'originaria morfologia, caratterizzata da un assetto topografico pianeggiante.

Dal sopralluogo effettuato può affermarsi una sostanziale stabilizzazione delle forme, senza evidenza di fenomeni gravitativi di instabilità, in atto o prevedibili, come si deduce anche dall'esame della cartografia Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – Progetto

IFFI, dell'Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale (I.S.P.R.A.) e della cartografia geomorfologica del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

Per quanto concerne il reticolo idrografico, in direzione Nord/Ovest dall'area d'intervento scorrono una serie di corsi d'acqua che confluiscono nel Fosso Subissione.

Tali fossi sono caratterizzati da portate direttamente connesse al regime meteorico stagionale.

In generale non sono in stati rilevati fenomeni di ruscellamento diffuso, sorgentizi o di ristagno delle acque, che risultano sufficientemente drenate dai terreni di copertura superficiali o convogliate verso le reti infrastrutturali presenti.

Pertanto l'interferenza tra le opere e i corsi d'acqua risulta di fatto trascurabile ai fini della fattibilità idraulica e geomorfologica dell'intervento.

In riferimento a quanto sopra esposto, si ritengono le aree dove saranno ubicate le opere in progetto, stabili ed esenti da fenomeni gravitativi di instabilità in atto o prevedibili ed inoltre si ritiene che non esistono interferenze con le acque di scorrimento superficiali, relazionabili al sistema idrografico naturale presente, tali da determinare condizioni di rischio a danno dell'area d'intervento per fenomeni di esondazione ed alluvionamento; si formula pertanto un giudizio favorevole di fattibilità delle opere in progetto, in riferimento alla stabilità morfologica del versante ed alle acque di scorrimento superficiali.

Ciò consente di esprimere, per quanto di competenza, parere favorevole di fattibilità delle opere in progetto per le finalità di cui all'art. 61 del D.P.R. 380/01, che s'intendono

ottemperate con il rilascio dell'autorizzazione sismica ex art. 94 del D.P.R. 380/01, come previsto dall'art. 21 della D.G.R. 724/20, modificata dalla D.G.R. 189/21.

Quanto sopra descritto è stato analizzato nelle successive "carte geomorfologiche" di dettaglio, in scala 1:5.000.

COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON01

CARTA GEOMORFOLOGICA

Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333101

Scala 1:5.000

Legenda



Delimitazione area di studio



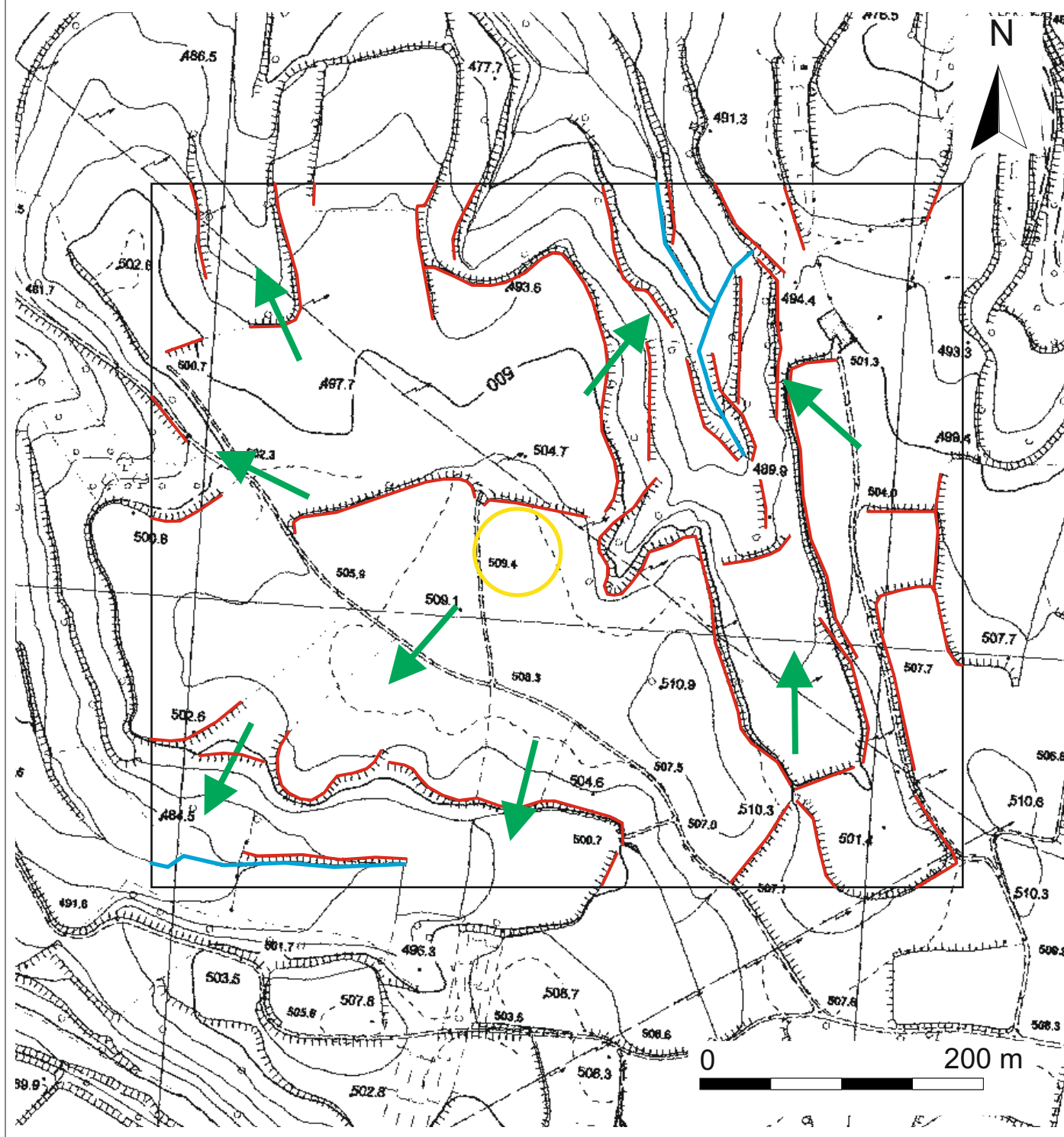
Orlo di scarpata



Direzione preferenziale
del drenaggio superficiale



Reticolo idrografico



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON02

CARTA GEOMORFOLOGICA

Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333104

Scala 1:5.000

Legenda



Delimitazione area di studio



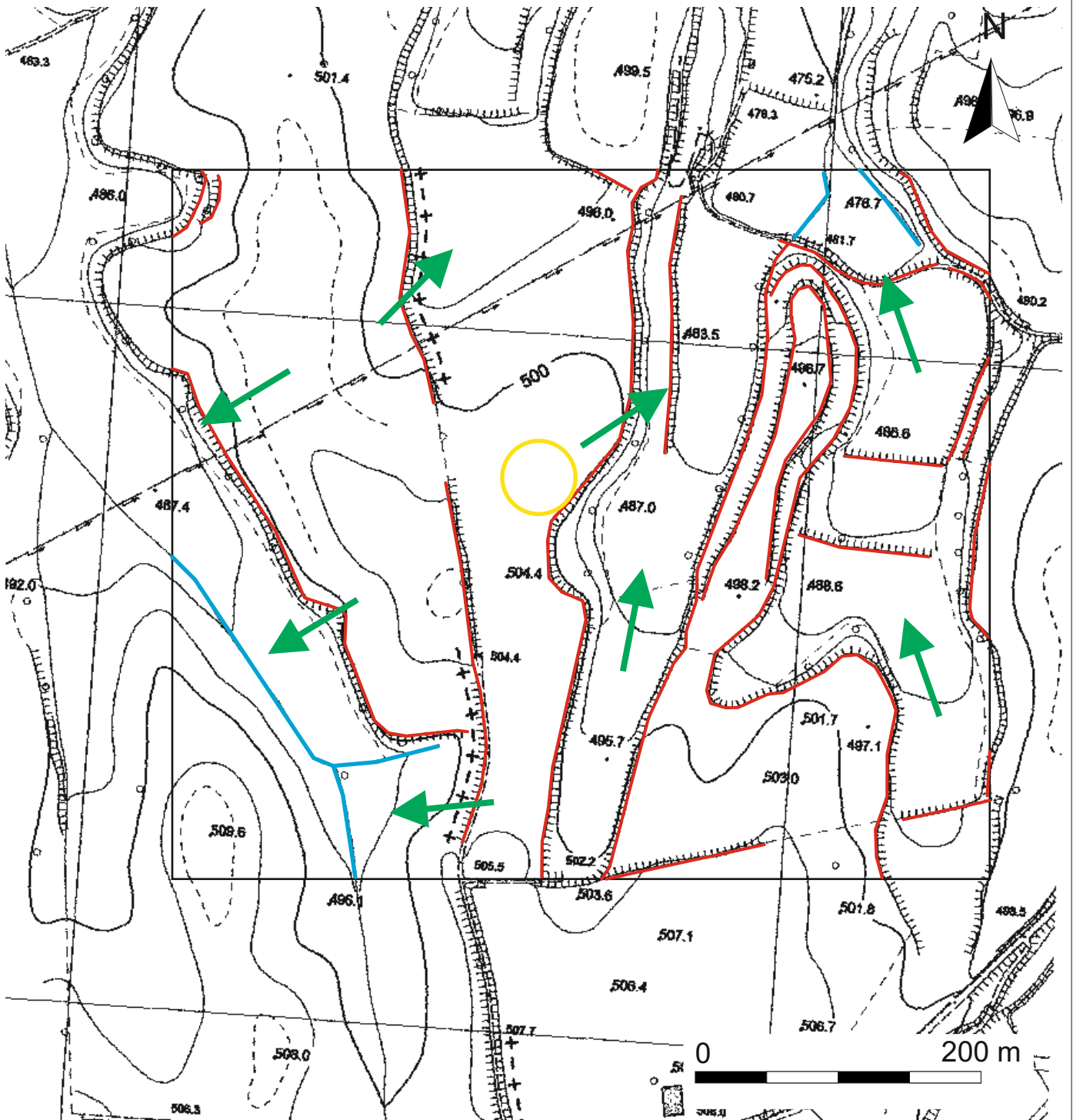
Orlo di scarpata



Direzione preferenziale
del drenaggio superficiale



Reticolo idrografico



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON04

CARTA GEOMORFOLOGICA

Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333101

Scala 1:5.000

Legenda



Delimitazione area di studio



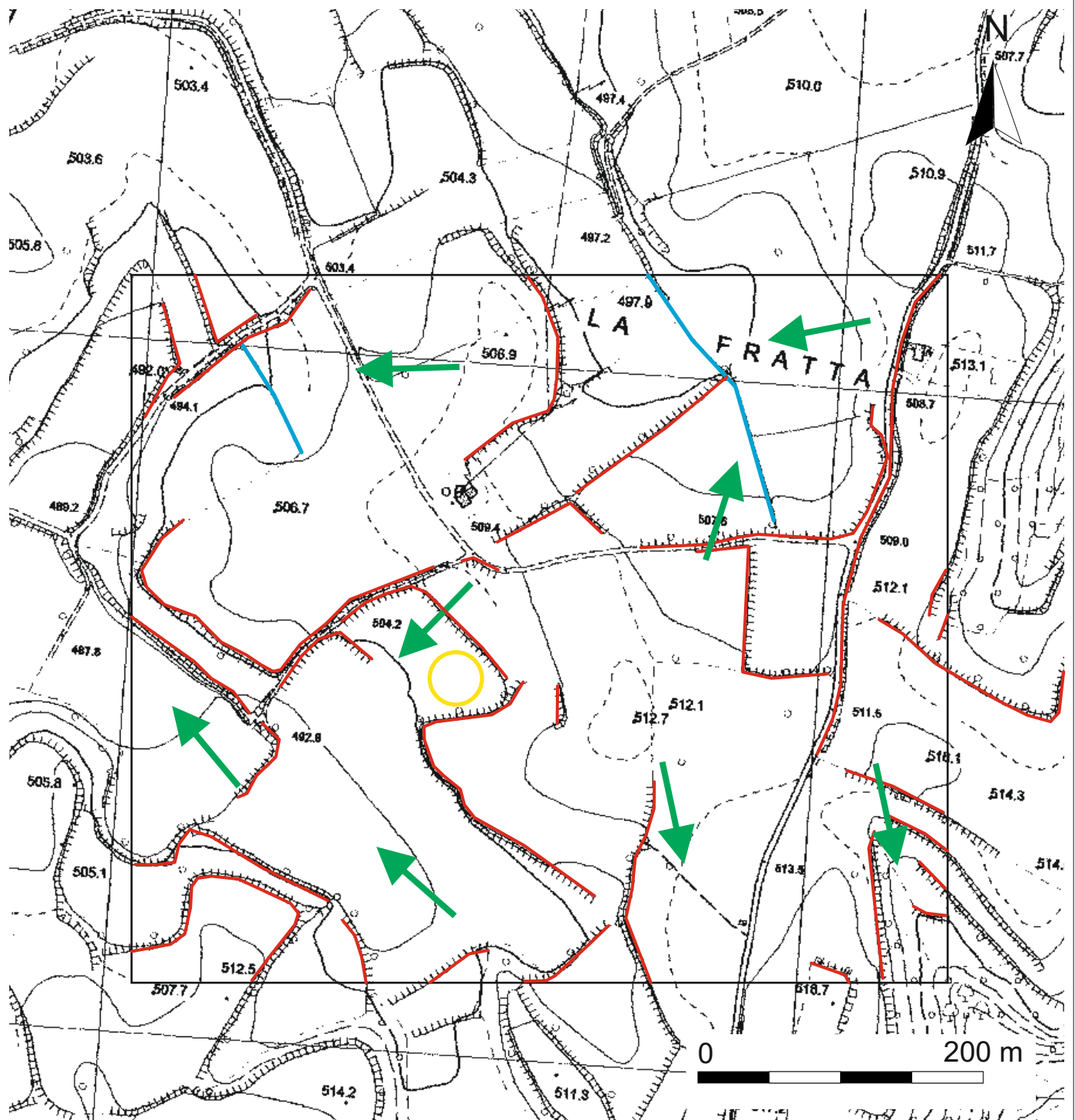
Orlo di scarpata



Direzione preferenziale
del drenaggio superficiale



Reticolo idrografico



COMUNE di ONANO (VT)
Siti WTG ON07 e WTG ON10

CARTA GEOMORFOLOGICA
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333102
Scala 1:5.000

Legenda



Sito WTG ON07



Sito WTG ON10



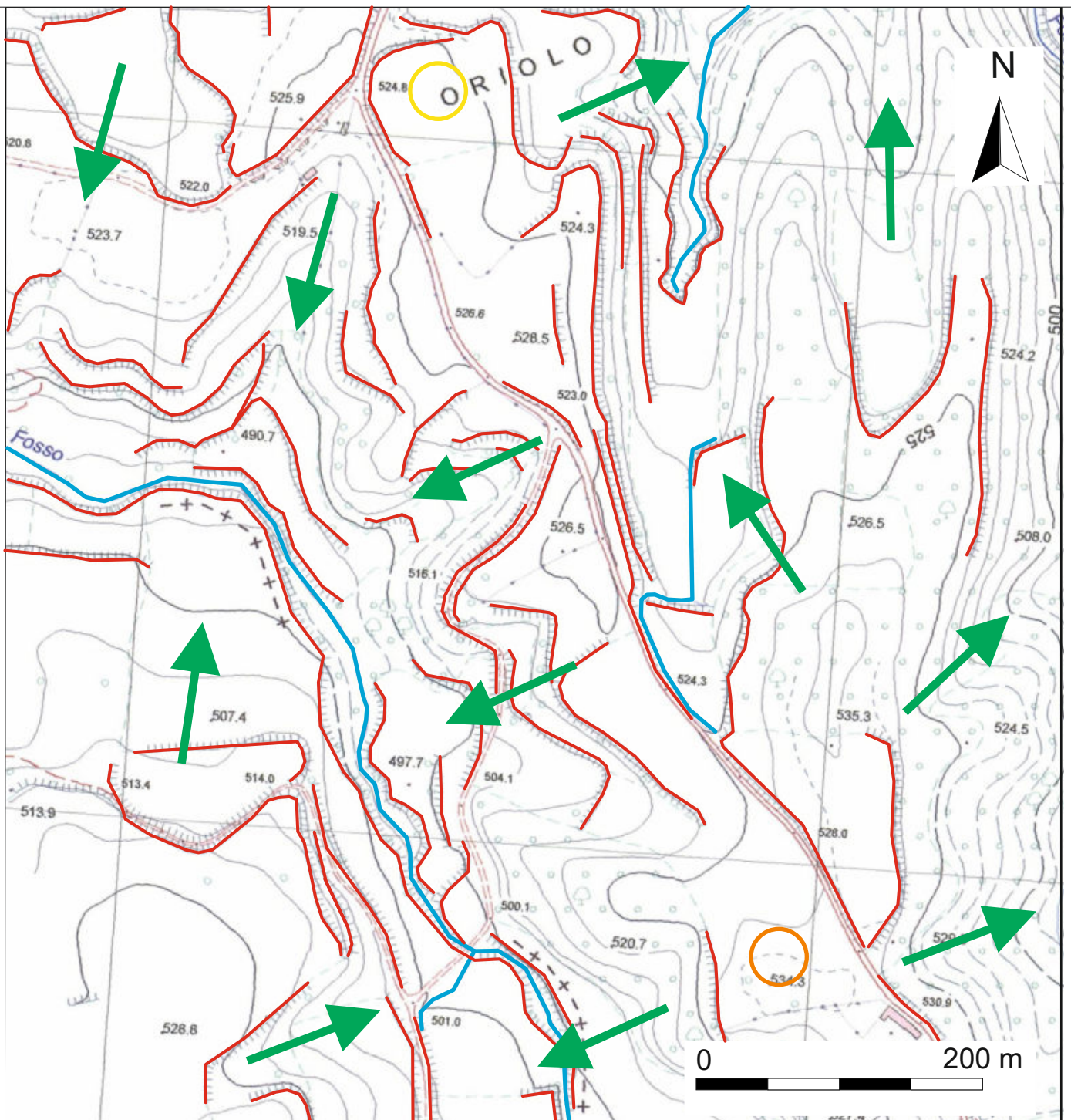
Direzione preferenziale
del drenaggio superficiale



Orlo di scarpata



Reticolo idrografico



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON09

CARTA GEOMORFOLOGICA

Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333102

Scala 1:5.000

Legenda



Delimitazione area di studio



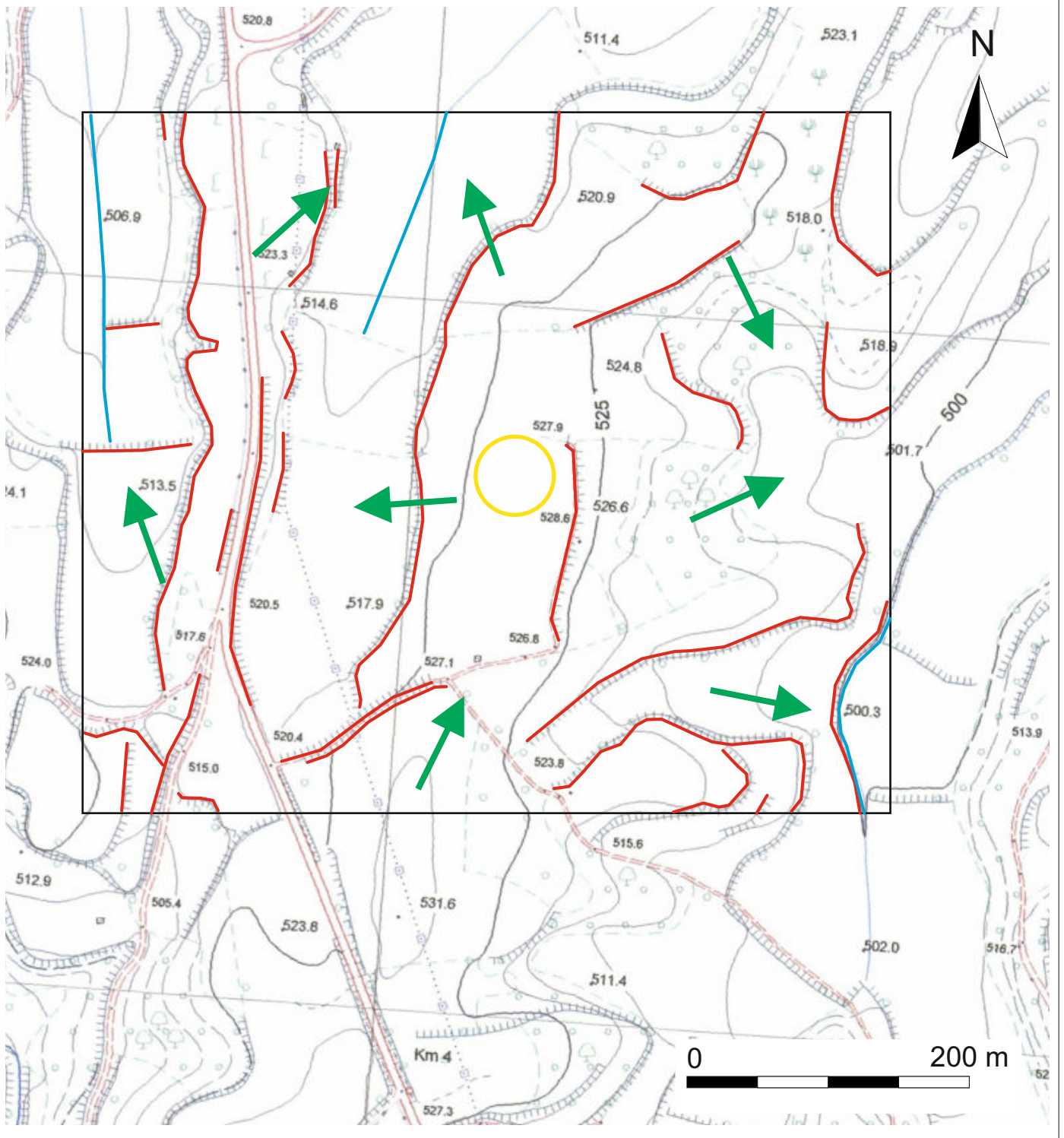
Orlo di scarpata



Direzione preferenziale
del drenaggio superficiale



Reticolo idrografico



COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)
Sito SE

CARTA GEOMORFOLOGICA
Stralcio CTR - Sezione n. 333080 "Belvedere", elemento n. 333081
Scala 1:5.000

Legenda



Delimitazione area di studio



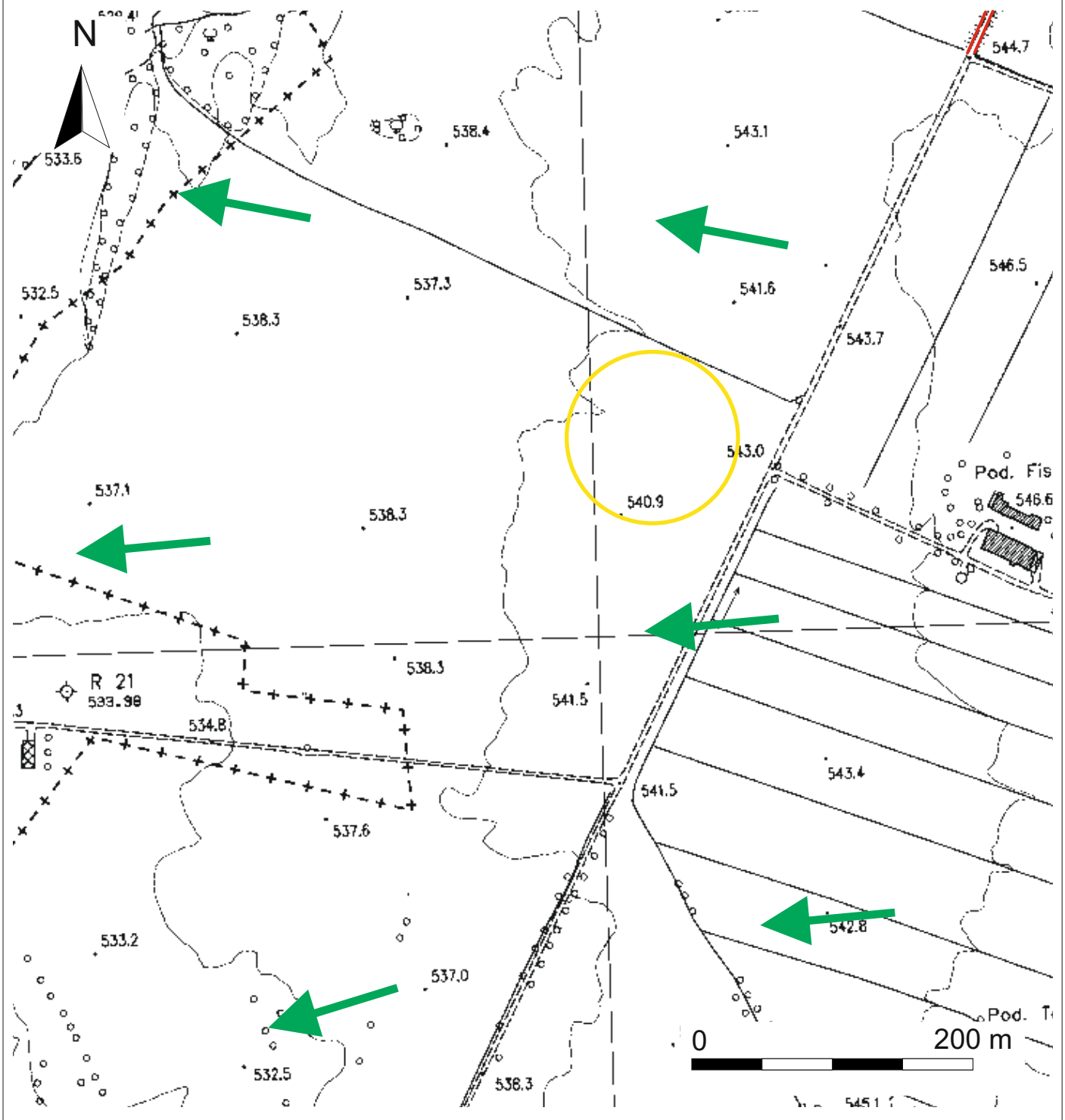
Orlo di scarpata



Direzione preferenziale
del drenaggio superficiale



Reticolo idrografico



3. Geologia

3.1 Assetto geologico generale

Da un punto di vista generale l'impianto in progetto attraversa i territori comunali di Onano (VT), Acquapendente (VT) e Castel Giorgio (TR), ricadendo all'interno della cosiddetta "Provincia Vulcanica Tosco-Laziale"; questa è interessata, a partire dal Pleistocene superiore, da un'intensa attività magmatica, che s'impone lungo la fascia strutturalmente depressa, nota come "Graben principale" e che ricopre i termini sedimentari di origine marina pre-esistenti.

In particolare, la provincia di Viterbo è stata interessata dall'attività eruttiva di 4 apparati: in ordine cronologico il Cimino, il Vulsino, il Sabatino ed il Vicano.

Il primo è stato caratterizzato da un vulcanismo acido, con emissione di lave ed ignimbriti ed edificazione di duomi e cupole di ristagno (Monti Cimini), mentre gli altri tre con attività da alcali-potassica ad ultra-potassica, con messa in posto soprattutto di "tufi" ed ignimbriti, con successiva formazione di depressioni vulcano-tettoniche (apparati Vulsino e Sabatino) o sprofondamenti calderici (apparato Vicano), infine colmati da bacini lacustri (Bolsena, Bracciano, Vico).

La sopra descritta successione di eventi ha portato all'attuale configurazione geostratigrafica della provincia di Viterbo, sulla base della quale il territorio può essere schematizzato in tre fasce:

- occidentale, la Maremma, in cui si rinvengono in larga maggioranza formazioni di

tipo sedimentario, con argille, sabbie, conglomerati, depositate in corrispondenza dei grandi cicli marini del Pliocene e del Pleistocene (tra 5 e 0,6 milioni di anni fa);

- orientale, sulla sponda destra del Tevere, caratterizzata da argille e sabbie marine in successione verticale, di età Pliocenica, in parte ricoperte da conglomerati e travertini di origine continentale e di età Pleistocenica;

-centrale, notevolmente più ampia delle precedenti, in cui si manifestano le formazioni vulcaniche, ignimbriti, lave, tufi e piroclastiti, dalle quali emergono, in corrispondenza degli altri morfologici e/o strutturali (Monterazzano e Ferento nei pressi di Viterbo), i depositi flysciodi meso-cenozoici in facies calcareo-marnoso-argillosa.

Nel territorio si possono distinguere suoli di origine piroclastica, prodotti prevalentemente coerenti costituiti da rocce vulcaniche e sedimentarie di dimensioni variabili, di limitata estensione in affioramento, colate piroclastiche a matrice cineriticopomicea e piroclastiti di lancio, costituite da livelli lapilloso-sabbiosi e cineritici.

Nello specifico le aree d'indagine WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09, WTG ON10 ed SE ricadono nel settore centrale ove si trova l'apparato vulsino che si è sviluppato in un periodo di tempo compreso tra 600.000 e 100.000 anni fa, su un territorio di circa 2.000 km².

L'evoluzione dell'apparato è suddivisibile in quattro periodi principali:

Paleo-Bolsena

L'attività iniziò circa 600.000 anni fa con colate laviche, in una zona limitrofa all'attuale lago di Bolsena, seguite da una imponente ignimbrite basale che ricoprì una

superficie di circa 1500 km², datata 570.000 anni, in affioramento nelle aree più distali, nord orientali, dell'apparato (Civitella D'Agliano). A seguito di questa prima eruzione, vi fu il primo sprofondamento, nella porzione settentrionale dell'attuale lago di Bolsena, con l'emissione di colate di lave e coni di scorie.

Bolsena

Questa seconda fase iniziò nella parte nord - nord est dell'attuale lago, con diffuse colate laviche e contemporanee emissioni di coni di scorie, ancora ben visibili in tutta la fascia orientale, compresa tra Bolsena e Montefiascone.

Le eruzioni successive furono di tipo esplosivo, con voluminosi flussi piroclastici (Ignimbrite di Orvieto), risalenti a circa 330.000 anni fa e centro di emissione in prossimità del paese di Bolsena; l'enorme quantità di materiale diede luogo allo sprofondamento principale della caldera del lago omonimo.

Il collasso avvenne lungo fratture anulari ed il fondo della depressione continuò a sprofondare per molto tempo, anche dopo le eruzioni, probabilmente adattandosi al fondo calcareo del substrato, trascinando verso il basso una parte del bordo della caldera stessa.

Ulteriori emissioni risalenti a circa 250.000 anni furono delle colate laviche e coni di scorie ad esse associate.

Le ultime eruzioni avvennero circa 127.000 - 100.000 anni fa all'interno del lago quando il magma venne in contatto con le acque; grazie a tali fenomeni i coni di scorie delle isole Bisentina e Martana furono parzialmente distrutti, assumendo la forma attuale.

Latera

Il centro di Latera, nel settore nord occidentale dell'apparato, iniziò la sua attività circa 400.000 anni fa, con l'emissione di colate di lave e scorie lungo il margine meridionale e sud occidentale dell'attuale caldera.

A questa prima fase seguì quella esplosiva, molto lunga e complessa, tra 280.000 - 160.000 anni fa, con periodi di stasi anche prolungati, nei quali la vegetazione ricopriva di nuovo il territorio, per poi essere sepolta dalle successive emissioni piroclastiche (ceneri, scorie, pomici, ignimbriti), con un volume complessivo di circa 10 km³ di magma.

Le fasi esplosive iniziarono con un'alta colonna eruttiva, seguita da flussi piroclastici che si estesero per un raggio di 20-25 km dal centro di emissione; in direzione di Canino, questi flussi si deposero direttamente sui terreni di origine sedimentaria mentre, sia a nord sia a sud andarono, a ricoprire i prodotti paleo- Vulsini.

Dopo queste emissioni, vi fu lo sprofondamento della porzione orientale della caldera di Latera che andò ad intersecare quella del lago di Bolsena, assumendo una forma simile a quella odierna.

Tra 158.000 - 144.000 anni fa all'interno della caldera di Latera e lungo i suoi margini si formarono numerosi coni di scorie con associate colate di lava, seguite, intorno ai 145.000 - 100.000 anni fa dalle esplosioni dei centri di Lagaccione e del lago di Mezzano.

Montefiascone

Nella zona meridionale dell'apparato vulsino, circa 280.000 anni fa, iniziò l'attività del centro di Montefiascone, in prossimità del bordo della conca lacustre preesistente.

Le eruzioni furono di tipo esplosivo, provocate dal contatto tra l'acqua di falda ed il magma.

Numerosi flussi ricchi di gas (surge), seguiti da flussi piroclastici densi, formarono depositi di potenza complessiva di qualche decina di metri, con ceneri miste a pomici, scorie e frammenti rocciosi di vario tipo.

Dopo questi eventi vi fu il collasso di una piccola area di diametro di circa 3 km, che costituì il cratere di Montefiascone, tuttora visibile; le emissioni successive furono sempre esplosive, ma meno violente delle precedenti, in quanto con il progressivo esaurirsi dell'acqua di falda, il magma poteva risalire in superficie senza essere frammentato, dando luogo ad eruzioni di tipo stromboliano, con lanci di brandelli di lava che cadevano al suolo sotto forma di scorie.

Uno di questi coni formò un rilievo al limite della depressione calderica sul quale sorge il paese di Montefiascone; dalle fratture che delimitavano la caldera furono emesse numerose colate di lava di modesto spessore che conclusero l'attività di questo vulcano circa 145.000 anni fa.

L'area d'indagine SSE ricade all'interno del territorio comunale tuscanese, che si presenta estremamente diversificato: accanto a materiali di origine vulcanica di età piuttosto recente, costituitisi a seguito dell'attività degli apparati vulcanici Vulsino (tra 0,7 e

0,3 milioni di anni fa) e Vicano (0,8 e 0,09 milioni di anni fa), si ritrovano alcune zone caratterizzate da rocce molto più antiche di origine sedimentaria.

La complessa attività dei distretti vulcanici ha influenzato la presenza di molteplici litotipi, molto differenti sia dal punto di vista petrografico che granulometrico.

Infatti si rinvengono principalmente colate laviche, coni di scorie, lapilli, tufi argillificati ed espandimenti ignimbrici, queste ultime uniche formazioni presenti legate principalmente all'attività del distretto Vicano.

Lungo tutto il percorso del fiume Marta e lungo le incisioni torrentizie e vallive di alcuni affluenti, affiora invece, il complesso argilloso-conglomeratico-arenaceo.

Questi depositi sedimentari del Pliocene e i terreni del flysch cretacico-paleogenico formano il substrato su cui si appoggiano le vulcaniti vulsine e vicane.

L'attività vulcanica ha lasciato anche tracce di attività idrotermali come la suggestiva sorgente solforosa dell'"Acquaforte", lungo il fosso dell'Acquarella.

Nel territorio in studio affiorano prevalentemente depositi attribuibili all'attività vulcanica Pleistocenica; in particolare, il lotto è sito su depositi definiti come "Unità di Lestra dell'Ospedale" e "Unità del Fosso delle Favole", come si evince anche dalla Carta Geolitologica allegata.

Tali agglomerati sono costituiti da depositi di ambiente subaereo o palustre, intercalati a vulcaniti.

Si tratta per lo più di lenti, strati e livelli più o meno compatti di sabbie e limi con prevalenti elementi vulcanici, a grado di addensamento sempre elevato.

3.2 Quadro geolitologico locale

In riferimento all'assetto generale richiamato nel paragrafo precedente, si può affermare che il sito d'indagine WTG ON01 è caratterizzato dall'affioramento di depositi di tufi terrosi riferibili al *Gruppo vulcanico dei M. Vulsini* (sigla *t1* del Foglio 129 "S. Fiora" – Carta Geologica l'Italia, scala 1:100.000).

Inoltre in direzione circa Sud/Ovest dall'area d'intervento si riconoscono depositi di tufi gialli a pomici chiare riferibili al *Gruppo vulcanico dei M. Vulsini* (sigla *t2* del Foglio 129 "S. Fiora" – Carta Geologica l'Italia, scala 1:100.000).

Il sito d'indagine WTG ON02 è caratterizzato dall'affioramento di depositi di tufi terrosi riferibili al *Gruppo vulcanico dei M. Vulsini* (sigla *t1* del Foglio 129 "S. Fiora" – Carta Geologica l'Italia, scala 1:100.000).

Nei pressi dell'area d'intervento si riconoscono inoltre, depositi di tufi gialli a pomici chiare riferibili al *Gruppo vulcanico dei M. Vulsini* (sigla *t2* del Foglio 129 "S. Fiora" – Carta Geologica l'Italia, scala 1:100.000).

Il sito d'indagine WTG ON04 è caratterizzato dall'affioramento di depositi di tufi terrosi riferibili al *Gruppo vulcanico dei M. Vulsini* (sigla *t1* del Foglio 129 "S. Fiora" – Carta Geologica l'Italia, scala 1:100.000).

In direzione circa Nord/Ovest dall'area d'intervento si riconoscono inoltre, depositi di tufi gialli a pomici chiare riferibili al *Gruppo vulcanico dei M. Vulsini* (sigla *t2* del Foglio 129 "S. Fiora" – Carta Geologica l'Italia, scala 1:100.000).

Il sito d'indagine WTG ON09 è caratterizzato dall'affioramento di depositi di tufi terrosi riferibili al *Gruppo vulcanico dei M. Vulsini* (sigla *t1* del Foglio 129 "S. Fiora" – Carta Geologica l'Italia, scala 1:100.000).

I siti d'indagine WTG ON07 e WTG ON10 sono caratterizzati dall'affioramento di depositi di tufi terrosi riferibili al *Gruppo vulcanico dei M. Vulsini* (sigla *t1* del Foglio 129 "S. Fiora" – Carta Geologica l'Italia, scala 1:100.000).

Inoltre nei pressi delle aree di studio affiorano depositi di tufi gialli a pomici chiare riferibili al *Gruppo vulcanico dei M. Vulsini* (sigla *t2* del Foglio 129 "S. Fiora" – Carta Geologica l'Italia, scala 1:100.000).

Il sito SE è caratterizzato dall'affioramento di depositi eluviali e colluviali prodotti dal disfacimento delle formazioni piroclastiche dei M. Vulsini (sigla *e.* del Foglio 130 "Orvieto" – Carta Geologica l'Italia, scala 1:100.000).

Quanto sopra descritto è stato analizzato nelle successive "carte geologiche" di dettaglio, in scala 1:5.000.

COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON01

CARTA GEOLOGICA

Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333101

Scala 1:5.000

Legenda



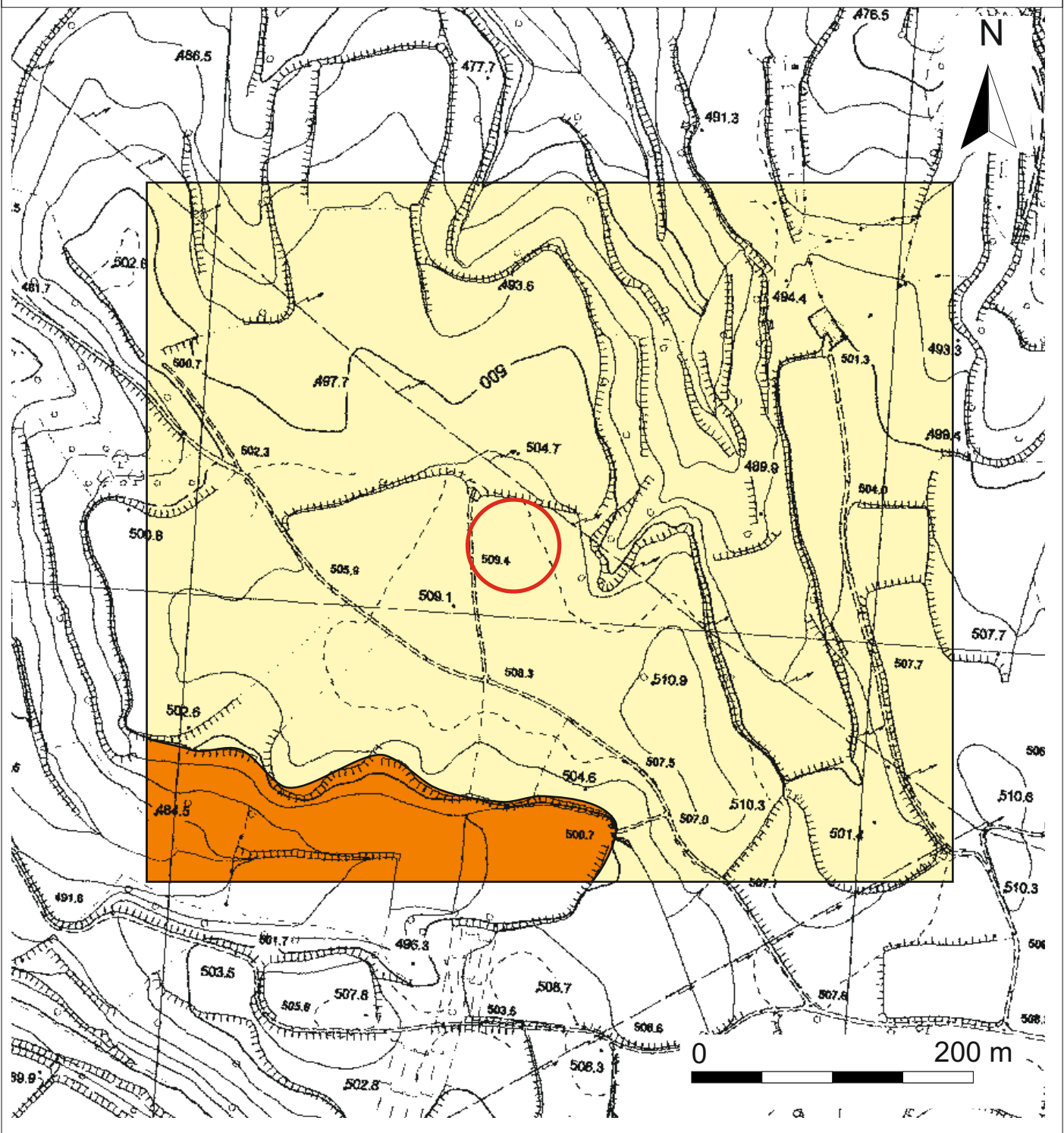
Delimitazione area in studio



Gruppo vulcanico dei M. Vulsini
Tuffi terrosi



Gruppo vulcanico dei M. Vulsini
Tuffi gialli a pomici chiare



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON02

CARTA GEOLOGICA

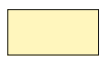
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333104

Scala 1:5.000

Legenda



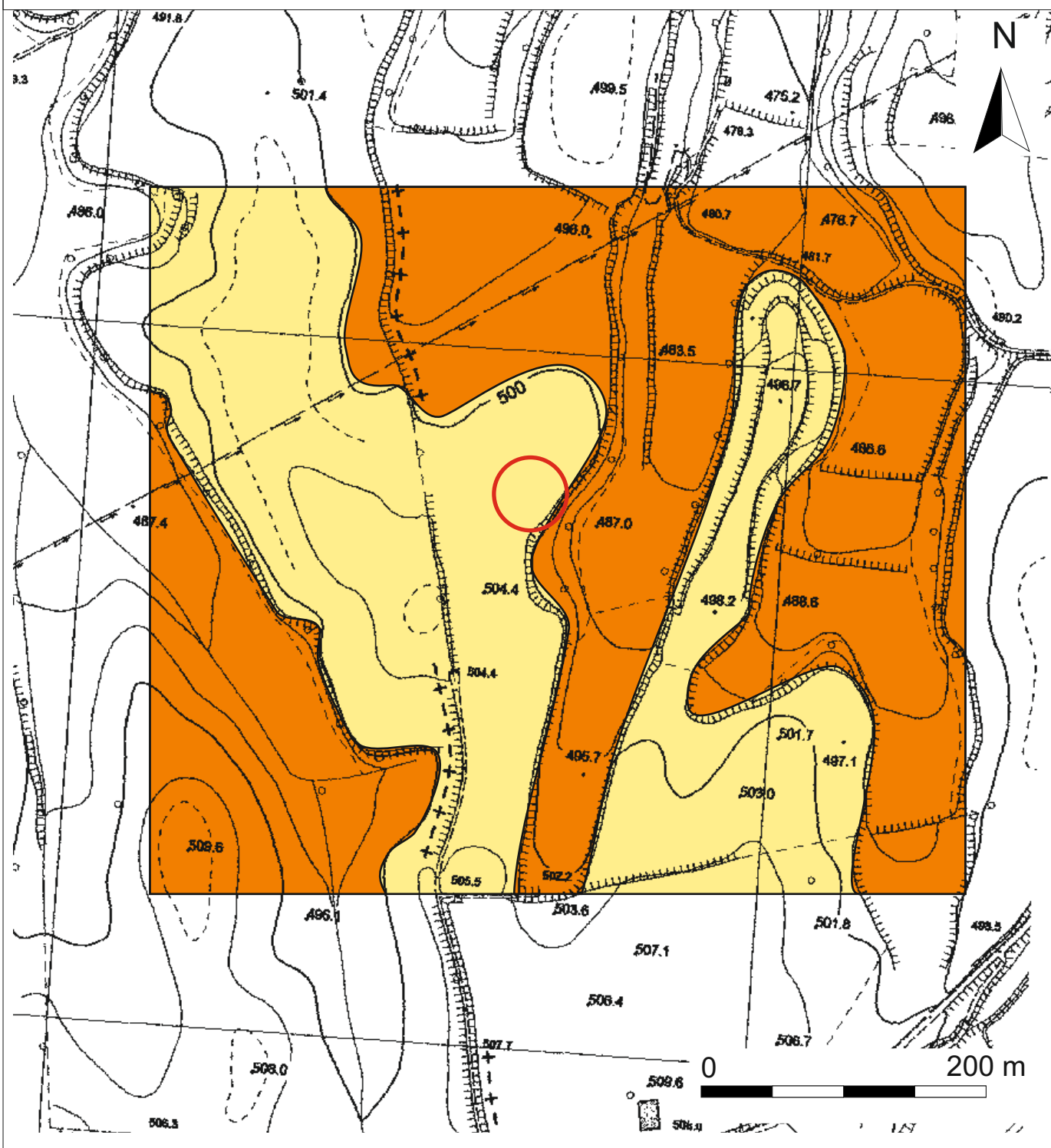
Delimitazione area in studio



Gruppo vulcanico dei M. Vulsini
Tuffi terrosi



Gruppo vulcanico dei M. Vulsini
Tuffi gialli a pomici chiare



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON04

CARTA GEOLOGICA

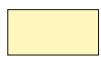
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333101

Scala 1:5.000

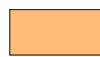
Legenda



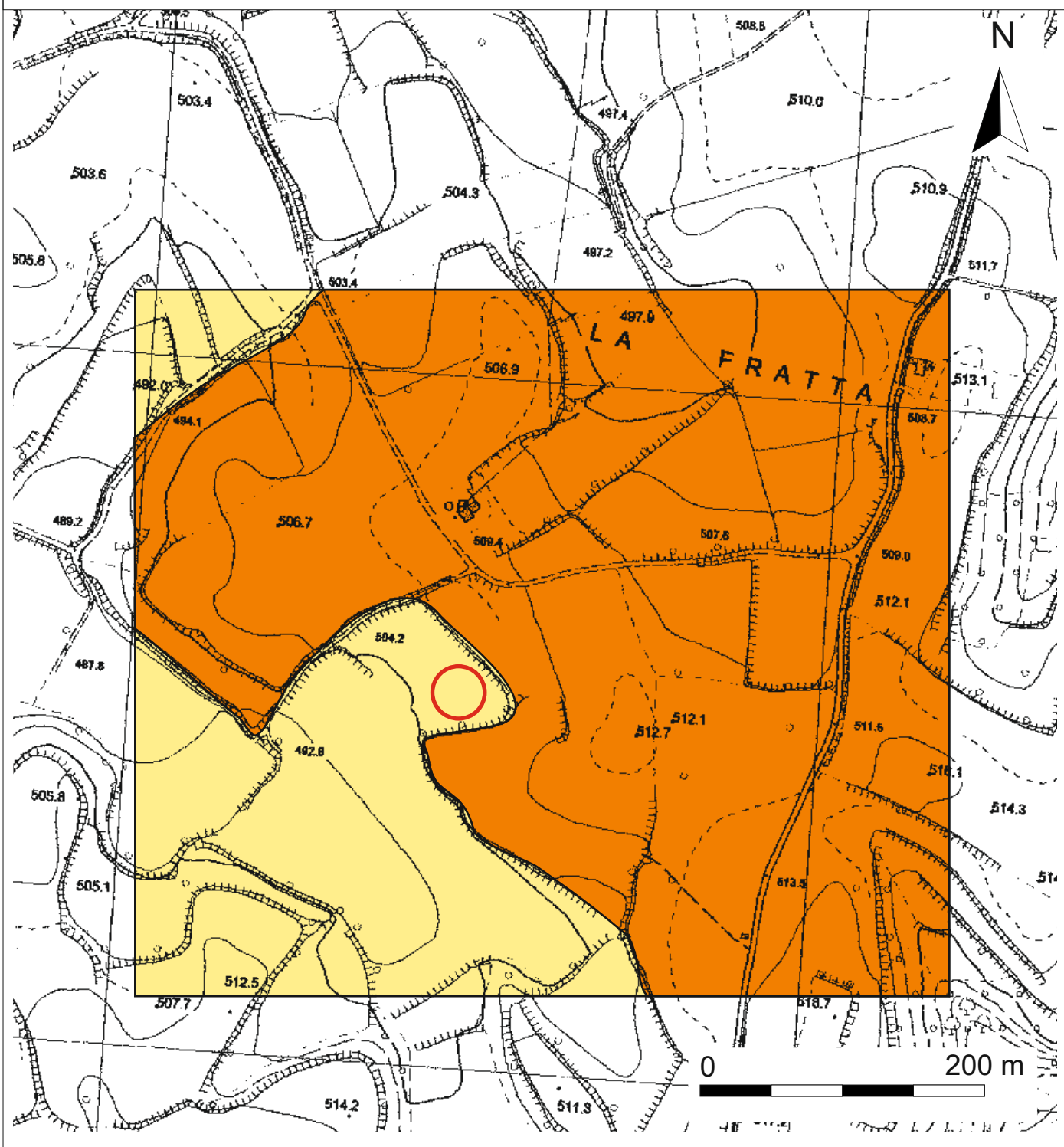
Delimitazione area in studio



Gruppo vulcanico dei M. Vulsini
Tuffi terrosi



Gruppo vulcanico dei M. Vulsini
Tuffi gialli a pomici chiare



COMUNE di ONANO (VT)
Siti WTG ON07 e WTG ON10

CARTA GEOLOGICA
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333102
Scala 1:5.000

Legenda



Sito WTG ON07



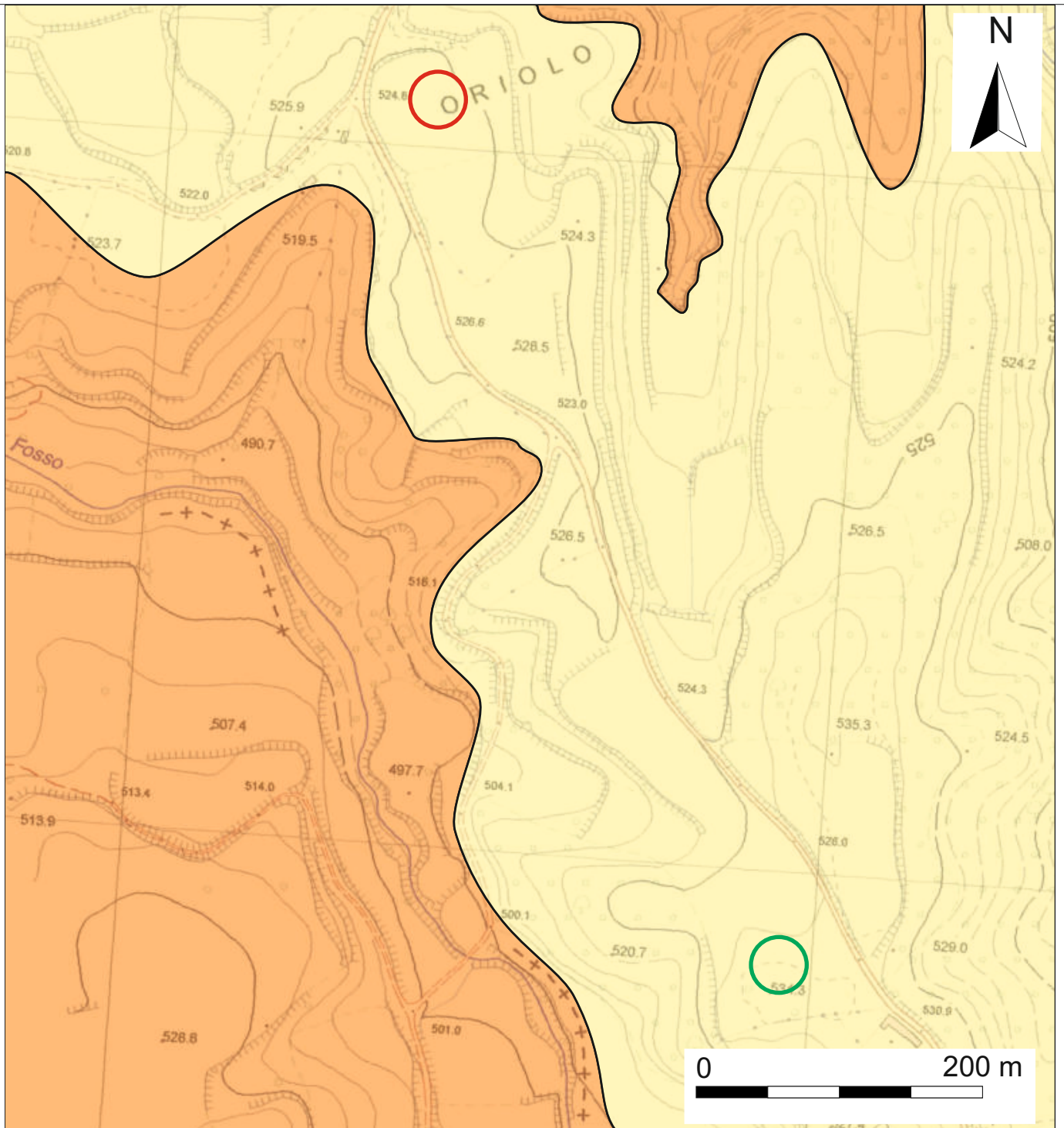
Sito WTG ON10



Gruppo vulcanico dei M. Vulsini
Tufi terrosi



Gruppo vulcanico dei M. Vulsini
Tufi gialli a pomici chiare



COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON09

CARTA GEOLOGICA
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333102
Scala 1:5.000

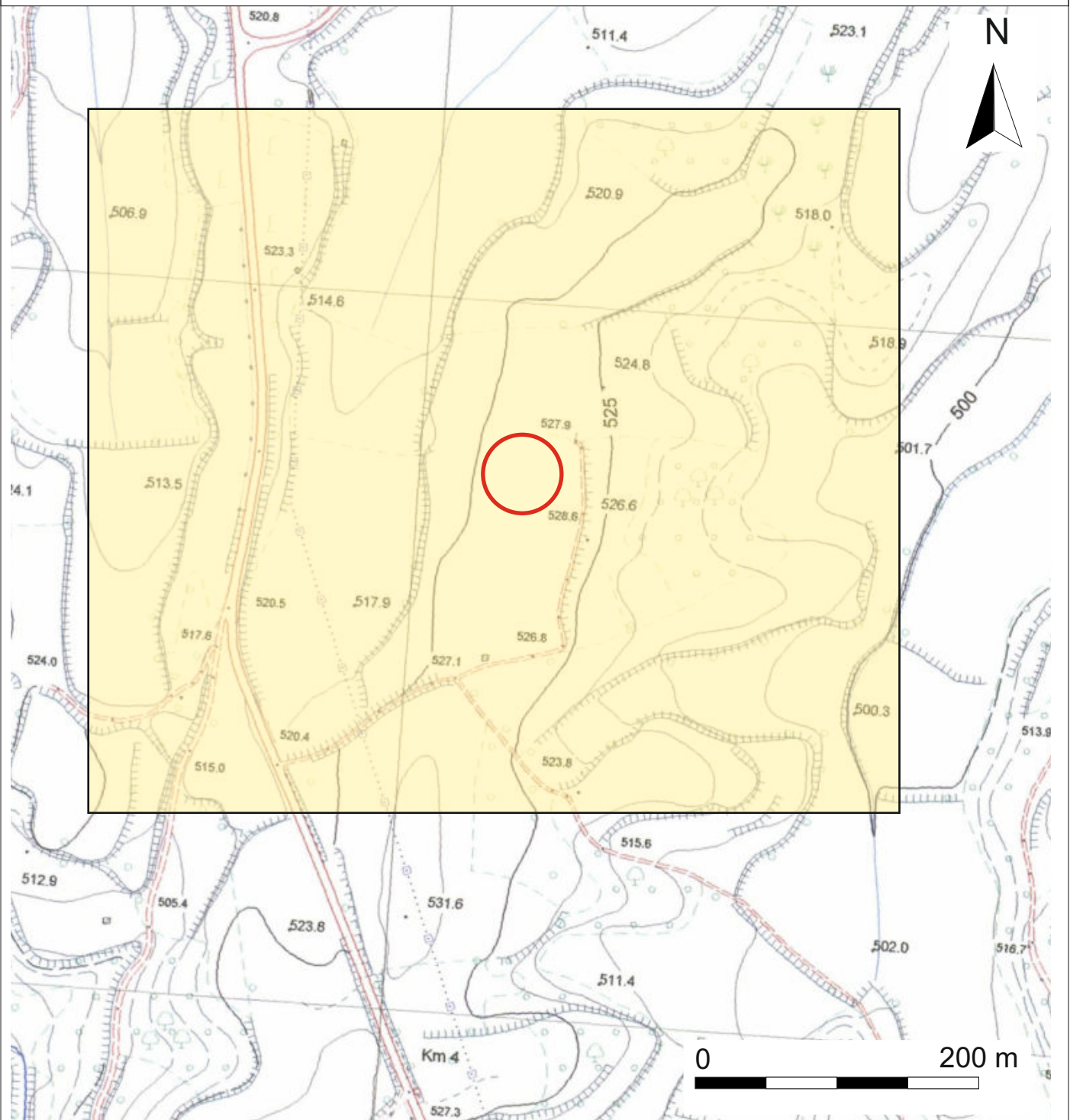
Legenda



Delimitazione area in studio



Gruppo vulcanico dei M. Vulsini
Tufi terrosi



COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)

Sito SE

CARTA GEOLOGICA

Stralcio CTR - Sezione n. 333080 "Belvedere", elemento n. 333081

Scala 1:5.000

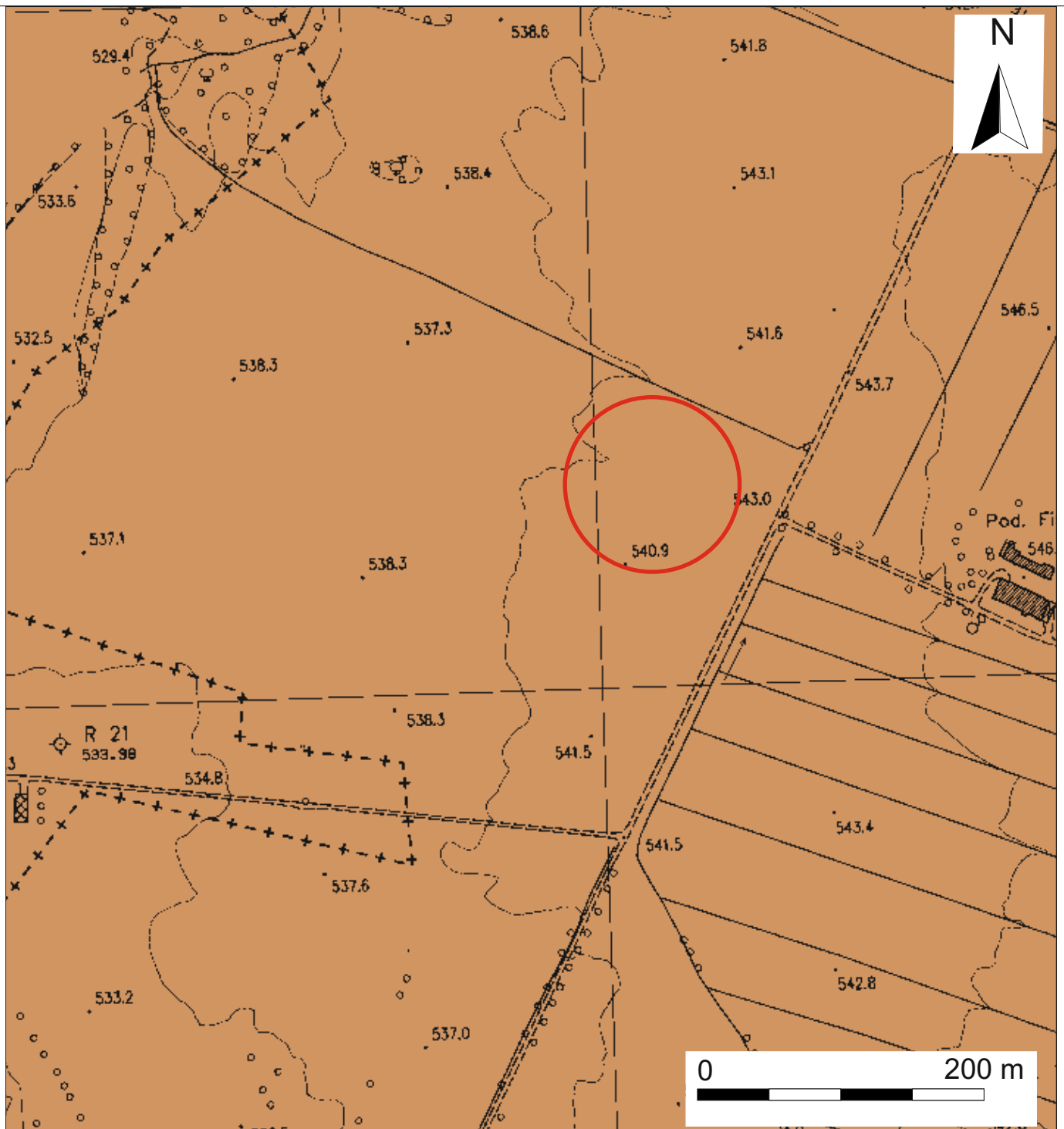
Legenda



Delimitazione area in studio



Depositi eluviali e colluviali di
disfacimento dei depositi piroclastici
dei M. Vulsini



5. Idrogeologia

Dall'esame della "Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio" e della "Carta Idrogeologica della Regione Umbria", appare evidente che le opere in progetto ricadono su un territorio caratterizzato dalla presenza di complessi idrogeologici di natura diversa, da quelli sedimentari di origine marina, ai vulcanici fino a quelli dei depositi alluvionali recenti e antichi.

Osservando le carte idrogeologiche, si nota come le isopieze della falda basale si vadano ad approfondire da Sud verso Nord, in direzione della Valle del Fiume Tevere.

In particolare in corrispondenza del sito WTG ON11 ricadente nel territorio del Comune di Onano, la falda basale giace ad una profondità di circa 380 m dal locale p.c., mentre nella zona più Nord nei pressi del sito della stazione elettrica di utenza SE raggiunge la profondità di 460 m dal locale p.c..

Dal un punto di vista idrogeologico di dettaglio, i terreni che affiorano nel sito d'indagine WTG ON01 sono riferibili ai:

- *“Complesso idrogeologico dei Tufi Stratificati e delle Facies Freatomagmatiche”*: è costituito da tufi stratificati, tufi terrosi, breccie piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica.

I terreni del complesso, si presentano interdigitali tra gli altri complessi vulcanici, per cui risulta difficile definirne lo spessore totale.

Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata, anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo esigue falde superficiali.

Dall'esame di alcune carte idrogeologiche consultate (Boni et. 1986) e dallo studio idrogeologico effettuato in loco, è possibile ricostruire l'andamento delle isopieze il quale risulta essere diretto verso il centro abitato di Onano (VT).

In linea di massima, ad ogni modo, l'asse preferenziale del deflusso sotterraneo, nella zona dove ricade l'area in studio, è diretto localmente verso Nord/Est.

Dal punto di vista idrogeologico, da un'anamnesi dei punti d'acqua censiti in zona e/o in possesso dello scrivente, integrata dall'analisi dello schema idrogeologico dell'Italia centrale, risulta che, lungo le verticale del sito (509 metri circa s.l.m), la falda basale giace ad una profondità dal piano di campagna superiore ai 140 metri.

In considerazione della morfologia del sito, delle litologie affioranti e del sistema idrogeologico rilevato in zona si può affermare che non esistono evidenze che possano far ipotizzare un'interferenza tra le opere in progetto ed il regime ipogeo.

Dal un punto di vista idrogeologico di dettaglio, i terreni che affiorano nel sito d'indagine WTG ON02 sono riferibili ai:

- *“Complesso idrogeologico dei Tufi Stratificati e delle Facies Freatomagmatiche”*: è costituito da tufi stratificati, tufi terrosi, breccie piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica.

I terreni del complesso, si presentano interdigitali tra gli altri complessi vulcanici, per cui risulta difficile definirne lo spessore totale.

Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata, anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo esigue falde superficiali.

Dall'esame di alcune carte idrogeologiche consultate (Boni et. 1986) e dallo studio idrogeologico effettuato in loco, è possibile ricostruire l'andamento delle isopieze il quale risulta essere diretto verso il centro abitato di Onano (VT).

In linea di massima, ad ogni modo, l'asse preferenziale del deflusso sotterraneo, nella zona dove ricade l'area in studio, è diretto localmente verso Nord/Est.

Dal punto di vista idrogeologico, da un'anamnesi dei punti d'acqua censiti in zona e/o in possesso dello scrivente, integrata dall'analisi dello schema idrogeologico dell'Italia centrale, risulta che, lungo le verticale del sito (502 metri circa s.l.m), la falda basale giace ad una profondità dal piano di campagna superiore ai 130 metri.

In considerazione della morfologia del sito, delle litologie affioranti e del sistema idrogeologico rilevato in zona si può affermare che non esistono evidenze che possano far ipotizzare un'interferenza tra le opere in progetto ed il regime ipogeo.

Dal un punto di vista idrogeologico di dettaglio, i terreni che affiorano nel sito d'indagine WTG ON04 sono riferibili ai:

- *“Complesso idrogeologico dei Tufi Stratificati e delle Facies Freatomagmatiche”*: è costituito da tufi stratificati, tufi terrosi, breccie piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica.

I terreni del complesso, si presentano interdigitali tra gli altri complessi vulcanici, per cui risulta difficile definirne lo spessore totale.

Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata, anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo esigue falde superficiali.

Dall'esame di alcune carte idrogeologiche consultate (Boni et. 1986) e dallo studio idrogeologico effettuato in loco, è possibile ricostruire l'andamento delle isopieze il quale risulta essere diretto verso il centro abitato di Onano (VT).

In linea di massima, ad ogni modo, l'asse preferenziale del deflusso sotterraneo, nella zona dove ricade l'area in studio, è diretto localmente verso Nord/Est.

Dal punto di vista idrogeologico, da un'anamnesi dei punti d'acqua censiti in zona e/o in possesso dello scrivente, integrata dall'analisi dello schema idrogeologico dell'Italia centrale, risulta che, lungo le verticale del sito (504 metri circa s.l.m), la falda basale giace ad una profondità dal piano di campagna superiore ai 130 metri.

In considerazione della morfologia del sito, delle litologie affioranti e del sistema idrogeologico rilevato in zona si può affermare che non esistono evidenze che possano far ipotizzare un'interferenza tra le opere in progetto ed il regime ipogeo.

Dal un punto di vista idrogeologico di dettaglio, i terreni che affiorano nei siti d'indagine WTG ON07 e WTG ON10 sono riferibili ai:

- *"Complesso delle Lave, Laccoliti e Coni di Scorie"*: si tratta di scorie generalmente saldate, lave e laccoliti, con spessori da qualche decina a qualche centinaio di metri, contenenti falde di importata locale ad elevata produttività, ma di estensione limitata.

Dall'esame di alcune carte idrogeologiche consultate (Boni et. 1986) e dallo studio idrogeologico effettuato in loco, è possibile ricostruire l'andamento delle isopieze il quale risulta essere diretto verso il centro abitato di Onano (VT).

In linea di massima, ad ogni modo, l'asse preferenziale del deflusso sotterraneo, nella zona dove ricadono le aree in studio, è diretto localmente verso Nord/Est.

Dal punto di vista idrogeologico, da un'anamnesi dei punti d'acqua censiti in zona e/o in possesso dello scrivente, integrata dall'analisi dello schema idrogeologico dell'Italia centrale, risulta che, lungo le verticali dei siti WTG ON07 (526 metri circa s.l.m) e WTG ON10 (531 metri circa s.l.m), la falda basale giace rispettivamente ad una profondità dal piano di campagna superiore ai 150 metri e ai 160 metri.

In considerazione della morfologia del sito, delle litologie affioranti e del sistema idrogeologico rilevato in zona si può affermare che non esistono evidenze che possano far ipotizzare un'interferenza tra le opere in progetto ed il regime ipogeo.

Dal un punto di vista idrogeologico di dettaglio, i terreni che affiorano nel sito d'indagine WTG ON09 sono riferibili ai:

- *"Complesso delle Lave, Laccoliti e Coni di Scorie"*: si tratta di scorie generalmente saldate, lave e laccoliti, con spessori da qualche decina a qualche centinaio di metri, contenenti falde di importata locale ad elevata produttività, ma di estensione limitata.

Dall'esame di alcune carte idrogeologiche consultate (Boni et. 1986) e dallo studio idrogeologico effettuato in loco, è possibile ricostruire l'andamento delle isopieze il quale risulta essere diretto verso il centro abitato di Onano (VT).

In linea di massima, ad ogni modo, l'asse preferenziale del deflusso sotterraneo, nella zona dove ricade l'area in studio, è diretto localmente verso Nord/Ovest.

Dal punto di vista idrogeologico, da un'anamnesi dei punti d'acqua censiti in zona e/o in possesso dello scrivente, integrata dall'analisi dello schema idrogeologico dell'Italia centrale, risulta che, lungo le verticale del sito (530 metri circa s.l.m), la falda basale giace ad una profondità dal piano di campagna superiore ai 160 metri.

In considerazione della morfologia del sito, delle litologie affioranti e del sistema idrogeologico rilevato in zona si può affermare che non esistono evidenze che possano far ipotizzare un'interferenza tra le opere in progetto ed il regime ipogeo.

Dal un punto di vista idrogeologico di dettaglio, i terreni che affiorano nel sito d'indagine SE sono riferibili ai:

- *“Complesso idrogeologico dei Tufi Stratificati e delle Facies Freatomagmatiche”*: è costituito da tufi stratificati, tufi terrosi, breccie piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica.

I terreni del complesso, si presentano interdigitali tra gli altri complessi vulcanici, per cui risulta difficile definirne lo spessore totale.

Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata, anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo esigue falde superficiali.

Dall'esame di alcune carte idrogeologiche consultate (Boni et. 1986) e dallo studio idrogeologico effettuato in loco, è possibile ricostruire l'andamento delle isopieze il quale risulta essere diretto verso il Lago di Bolsena.

In linea di massima, ad ogni modo, l'asse preferenziale del deflusso sotterraneo, nella zona dove ricade l'area in studio, è diretto localmente verso Sud/Ovest.

Dal punto di vista idrogeologico, da un'anamnesi dei punti d'acqua censiti in zona e/o in possesso dello scrivente, integrata dall'analisi dello schema idrogeologico dell'Italia centrale, risulta che, lungo le verticale del sito (541 metri circa s.l.m), la falda basale giace ad una profondità dal piano di campagna superiore ai 90 metri.

In considerazione della morfologia del sito, delle litologie affioranti e del sistema idrogeologico rilevato in zona si può affermare che non esistono evidenze che possano far ipotizzare un'interferenza tra le opere in progetto ed il regime ipogeo.

Quanto sopra descritto trova illustrazione nelle allegate "carte idrogeologiche" in scala 1:5.000.

COMUNE di ONANO (VT)





Sito WTG ON01

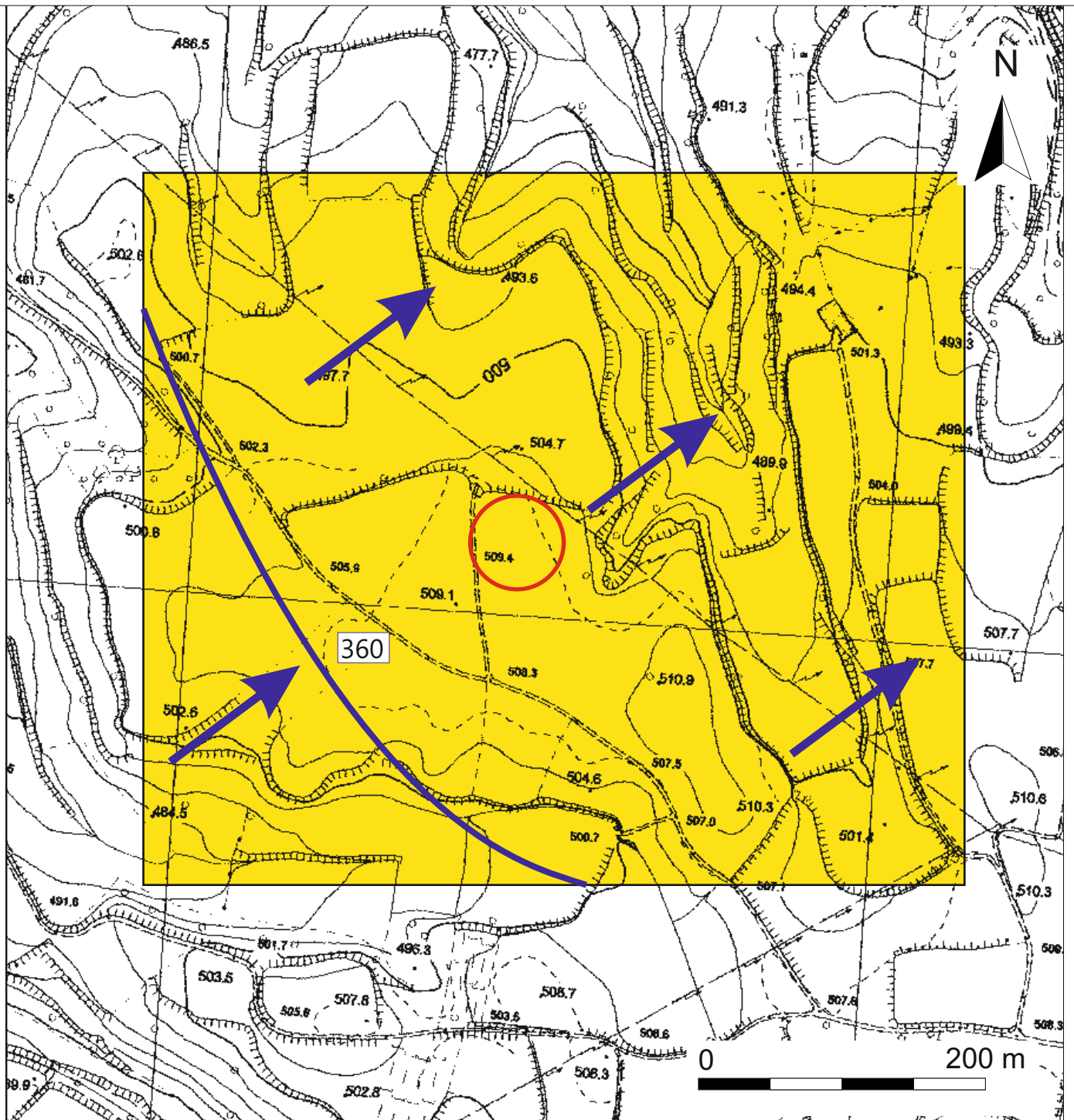
CARTA IDROGEOLOGICA

Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333101

Scala 1:5.000

Legenda

-  Delimitazione area in studio
-  Isopieze espresse in metri s.l.m.
-  Direzione principale del flusso
-  Complesso idrogeologico dei tufi stratificati e delle facies freatomagmatiche



COMUNE di ONANO (VT)





Sito WTG ON02

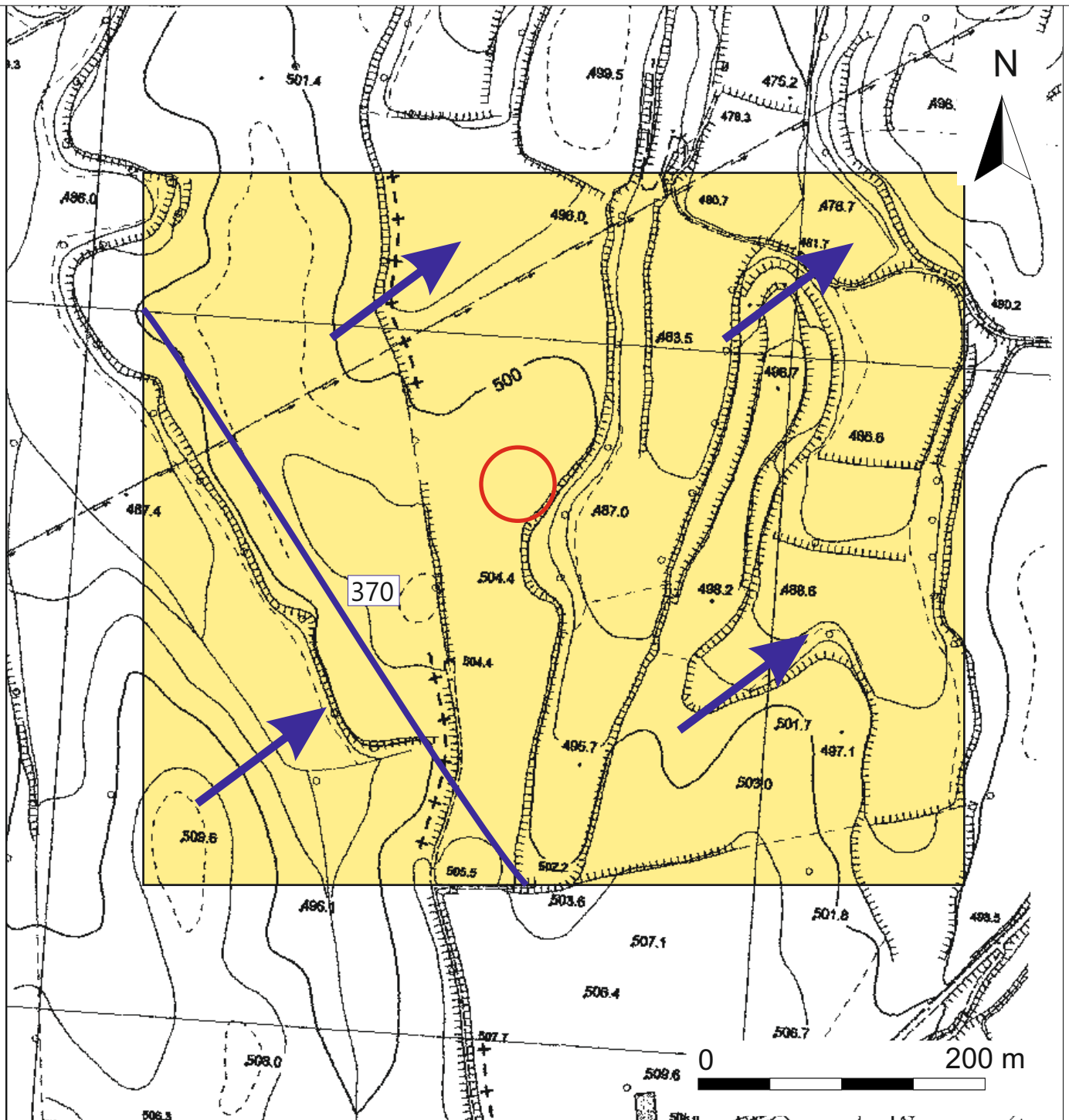
CARTA IDROGEOLOGICA

Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333104

Scala 1:5.000

Legenda

-  Delimitazione area in studio
-  Isopieze espresse in metri s.l.m.
-  Direzione principale del flusso
-  Complesso idrogeologico dei tufi stratificati e delle facies freatomagmatiche



COMUNE di ONANO (VT)





Sito WTG ON04

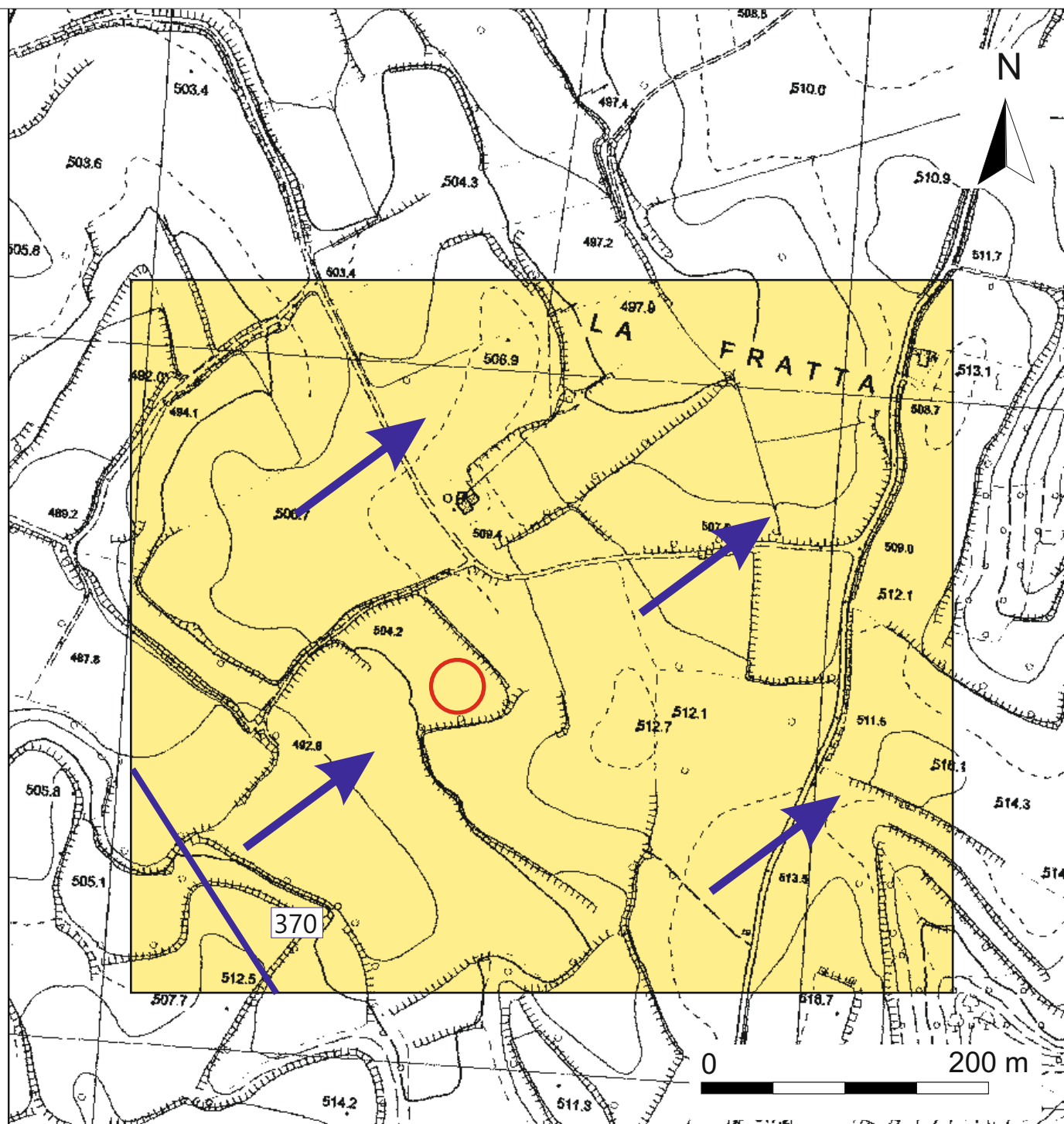
CARTA IDROGEOLOGICA

Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333101

Scala 1:5.000

Legenda

-  Delimitazione area in studio
-  Isopieze espresse in metri s.l.m.
-  Direzione principale del flusso
-  Complesso idrogeologico dei tufi stratificati e delle facies freatomagmatiche



COMUNE di ONANO (VT)
Siti WTG ON07 e WTG ON10

CARTA GEOLOGICA
Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333102
Scala 1:5.000

Legenda



Sito WTG ON07



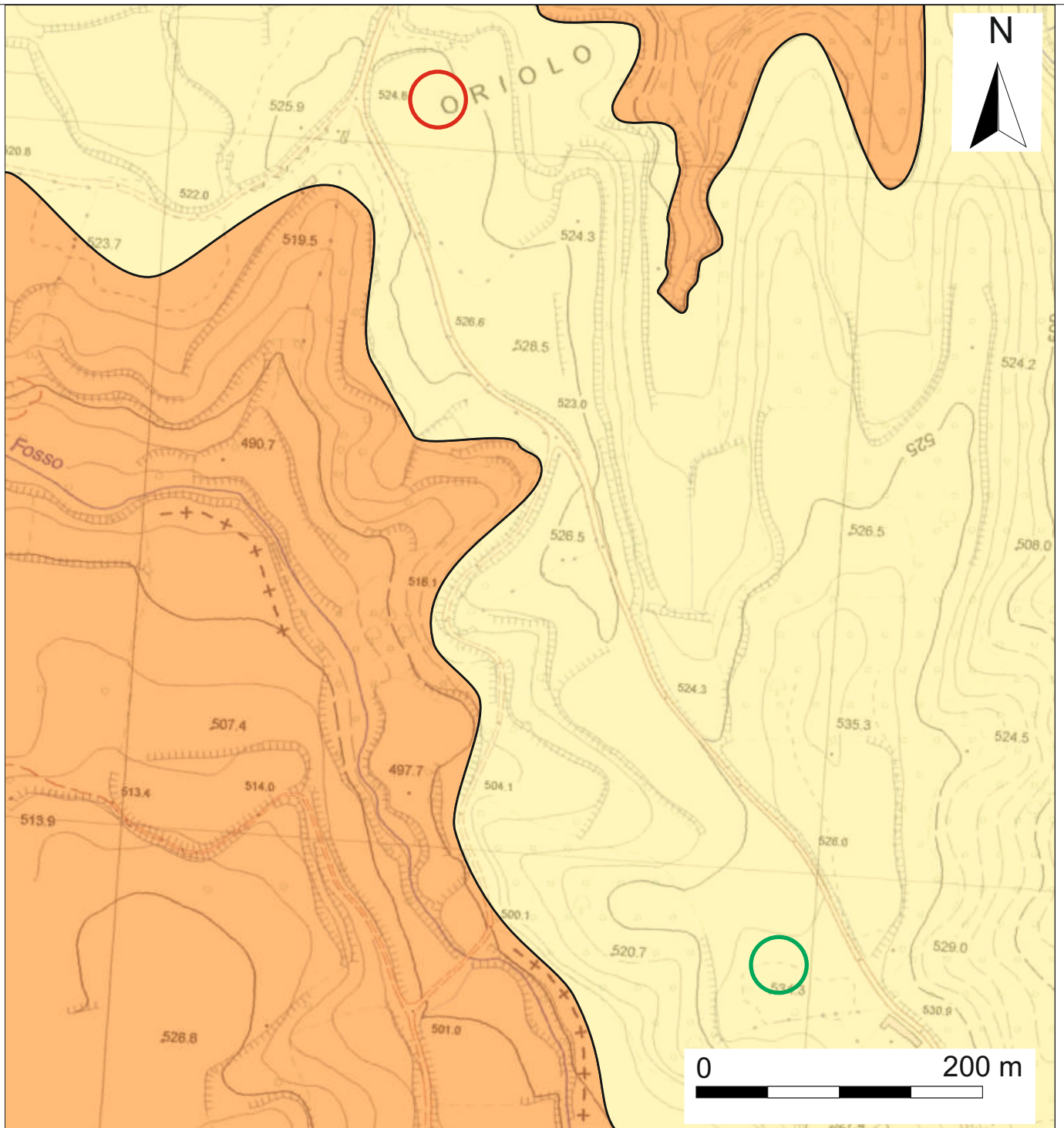
Sito WTG ON10



Gruppo vulcanico dei M. Vulsini
Tufi terrosi



Gruppo vulcanico dei M. Vulsini
Tufi gialli a pomici chiare



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON09

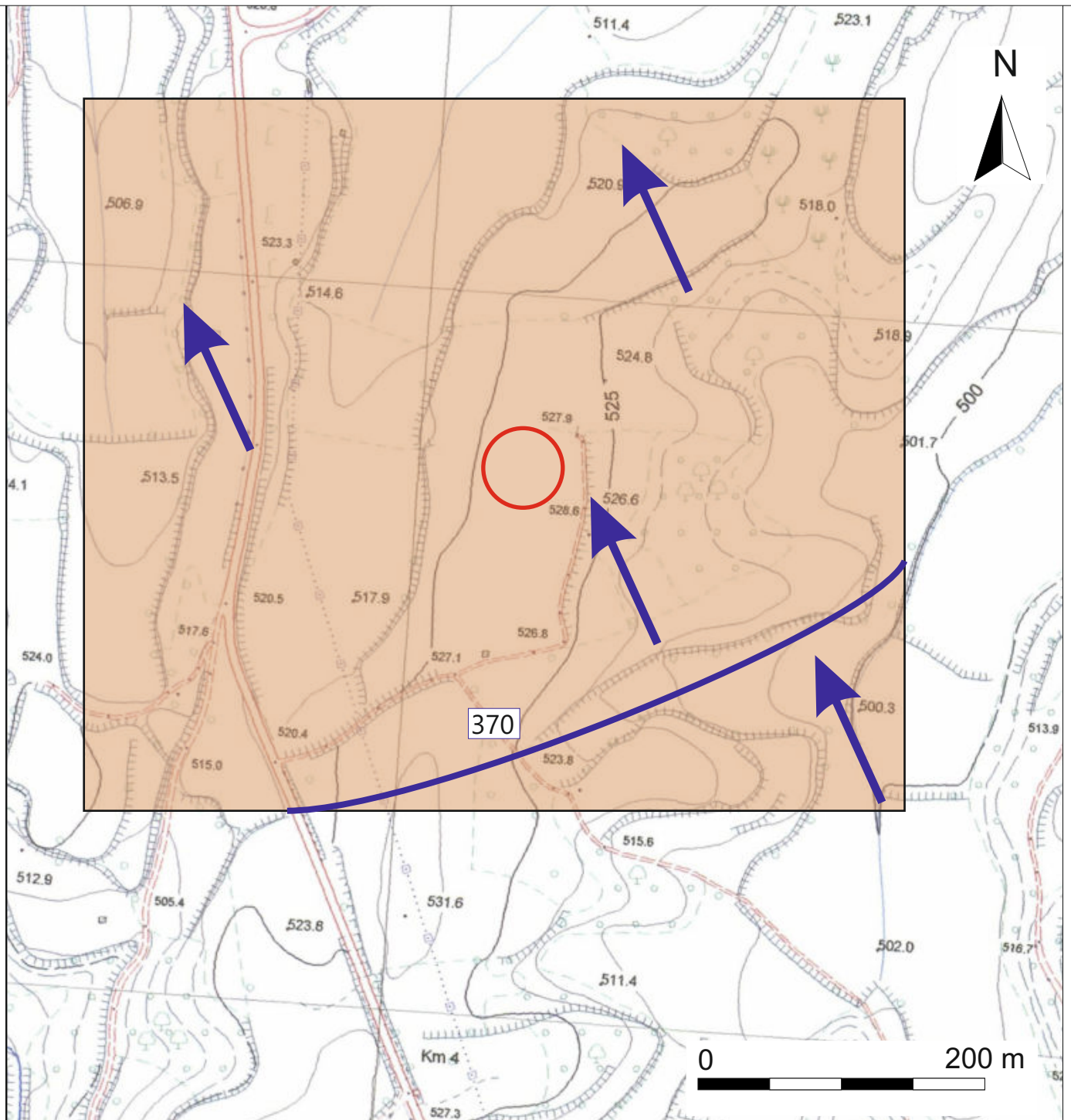
CARTA IDROGEOLOGICA

Stralcio CTR - Sezione n. 333100 "Onano", elemento n. 333102

Scala 1:5.000

Legenda

-  Delimitazione area in studio
-  Complesso idrogeologico delle lave, laccoliti e coni di scorie
-  Isopieze espresse in metri s.l.m.
-  Direzione principale del flusso



COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)





Sito SE

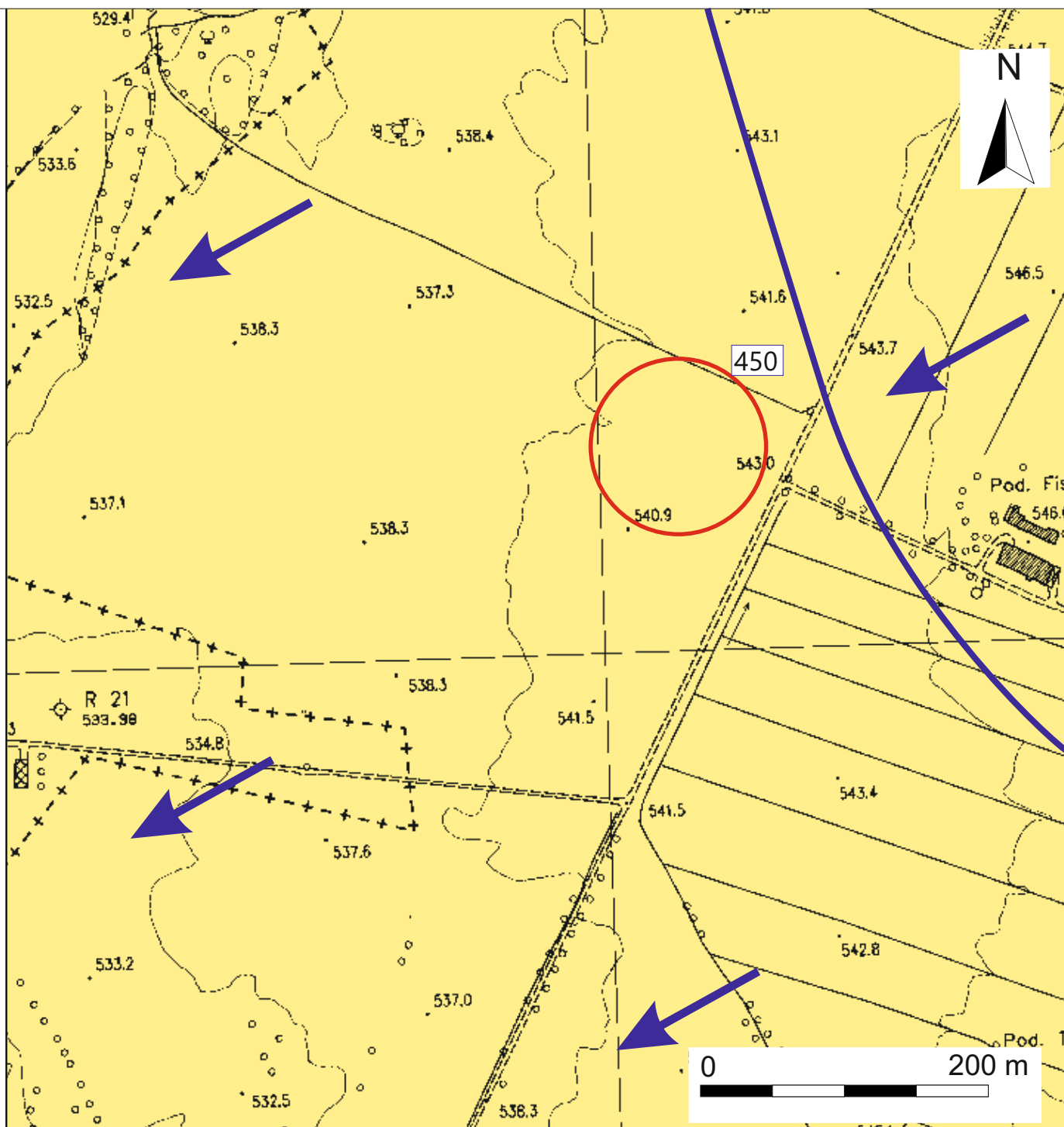
CARTA IDROGEOLOGICA

Stralcio CTR - Sezione n. 333080 "Belvedere", elemento n. 333081

Scala 1:5.000

Legenda

-  Delimitazione area in studio
-  Isopieze espresse in metri s.l.m.
-  Direzione principale del flusso
-  Complesso idrogeologico dei tufi stratificati e delle facies freatomagmatiche



6. Livello di pericolosità ai sensi della D.G.R. Lazio 189/21

Il Regolamento Regionale 21 aprile 2021 "Modifiche al Regolamento regionale 26 ottobre 2020, n. 26. di cui alla D.G.R. Lazio n. 724/20, Regolamento regionale per la semplificazione e l'aggiornamento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico - Abrogazione del Regolamento regionale 13 luglio 2016, n. 14, prescrive, all'Allegato "C", le indagini e le prove minime di tipo geologico, geofisico e geognostico, per i diversi livelli di pericolosità dell'opera, a loro volta derivanti dalla combinazione di classe d'uso dell'intervento e classificazione sismica del territorio comunale, necessarie per l'ottenimento dell'autorizzazione sismica ex art. 94 del DPR 380/01.

Nella fattispecie la riclassificazione sismica della Regione Lazio, di cui al D.G.R. Lazio 387/09 in recepimento della O.P.C.M. 3274/03 e s.m.i., ha catalogato i territori dei Comuni di Onano (VT) e Acquapendente (VT) in categoria 2B.

Per quanto attiene la classe d'uso delle opere interessate, le stesse ricadono in classe d'uso II "Costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti...", ai sensi del § 2.4.2. delle NTC18.

La stima di eventuali altri fattori condizionanti dal punto di vista geologico, sulla base di quanto in precedenza descritto, porta alle seguenti conclusioni:

- Le aree dove saranno realizzate le opere in progetto non presentano rischi di liquefazione (§ 7.11.3.4 delle NTC18);

- Le aree dove saranno realizzate le opere in progetto non manifestano fenomeni di subsidenza, cedimenti differenziali, dovuti alla presenza di terreni compressibili;
- Le aree dove saranno realizzate le opere in progetto non appaiono in condizioni di dissesto e/o di frana;
- Le aree dei siti WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09 e WTG ON10 dove saranno realizzate le opere in progetto, risultano ricadenti in zone stabili suscettibile per fenomeni di amplificazione sismica, come si evince dagli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 condotti, validati dall'Ufficio Geologico e Sismico Regionale ai sensi della D.G.R. Lazio 545/10;
- L'area del sito SE dove saranno realizzate le opere in progetto, risulta ricadente in una zona stabile suscettibile per fenomeni di amplificazione sismica, come si evince dagli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 condotti, validati dall'Ufficio Geologico e Sismico Regionale ai sensi della D.G.R. Lazio 377/10;
- Le aree dove saranno realizzate le opere in progetto non sono comprese in aree R3 o R4 dei Piani della Autorità di Bacino competente (ABT);
- Le aree dove saranno realizzate le opere in progetto non si trovano entro 50 metri da faglie attive e capaci segnalate dall'INGV.

Sulla base di quanto sopra descritto, dallo schema riportato nell'Allegato "C" della DGR 7189/21, è possibile affermare che l'intervento in progetto ricade nel livello di pericolosità dell'opera "medio".

PERICOLOSITA'					
Zona Sismica					
PROGETTI	1	2a	2b	3a	3b
classi d'uso I e II	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
classe d'uso III	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
classe d'uso IV	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO

Per quanto sopra precisato, si ritiene che il programma delle indagini, così come descritte precedentemente, si possa ritenere conforme alle previsioni regolamentari e correttamente dimensionato in relazione all'impegno delle opere da realizzare, essendo idoneo a definire, in maniera puntuale, i valori caratteristici delle proprietà fisiche, meccaniche e geofisiche dei terreni presenti nel sedime locale.

7. Sismicità

7.1 Sismicità Regionale

Le zone dove saranno realizzate le opere in progetto, sono collocate in prossimità di importanti aree sismogenetiche quali l'Appennino Umbro Marchigiano.

In particolare, nell'Alto Lazio, la sismicità si manifesta con caratteri tipici delle aree vulcaniche: bassa profondità ipocentrale ed intensità non molto elevata.

L'origine della sismicità è piuttosto incerta, ma certamente in correlazione con il vulcanismo che ha interessato la Regione fino a poche decine di migliaia di anni fa.

Le aree più attive sono quelle dei Vulsini, ed in particolare i settori Nord ed Est del Lago di Bolsena, mentre la fascia costiera può sporadicamente risentire di terremoti profondi legati alla subduzione litosferica sotto il Mar Tirreno.

Le massime magnitudo dei terremoti inquadrati nel primo tipo non superano generalmente il valore di 4, anche se il loro effetto può essere incrementato in ragione della bassa profondità ipocentrale, quasi mai superiore a 7-8 km.

Da menzionare per il Viterbese il terremoto di Bagnoregio del 1695 (IX° grado Mercalli), quello di Castelgiorgio del 1957 (VIII° grado MCS) e Tuscania del 1971 (VIII° MCS).

In generale, dall'analisi del Catalogo parametrico dei terremoti italiani (Boschi et al., 1995; Boschi et al., 2000), si nota che in prossimità dell'area in esame non si riconoscono eventi sismici con magnitudo maggiore di 6.

7.2 Sismicità Locale

Studi recenti riguardanti la distribuzione delle Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani (Stucchi et al. 2007 – disponibile on-line <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/>) indicano, per le zone in oggetto, dei valori intorno al sesto-settimo grado della scala macrosismica MCS.

I più importanti eventi sismici avvenuti nelle zone e che hanno avuto un grande risentimento nell'aree in studio sono ventisei per il Comune di Onano (VT), trentasei per il Comune di Acquapendente (VT) e diciannove per il Comune di Castel Giorgio (TR) e vengono riportati nelle tabelle sottostanti.

Storia sismica di Onano (VT)

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	Io	Mw
8	1349 09 09 08 15	Viterbese		
4-5	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	7-8	5.34
7	1919 09 10 16 57	Val di Paglia	7-8	5.36
5-6	1922 03 27 00 10	Monti Volsini	5-6	4.39
5-6	1924 04 09 14 49	Val di Paglia	5-6	4.47
4	1926 01 08 09 14	Monte Amiata	7	4.90
6	1929 12 12 13 01	Monti Volsini	5	4.16
5-6	1936 06 15 14 45	Monti Volsini	4-5	3.84
4	1940 06 19 14 10	Monte Amiata	6	4.64
5	1940 10 16 13 17	Val di Paglia	7-8	5.29
2	1951 09 01	Monti Sibillini	7	5.25
5	1957 12 06 04 54	Orvietano	7	4.97
2	1969 07 02 07 55	Monti della Tolfa	7	4.77

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	Io	Mw
4-5	1971 02 06 18 09	Tuscania	7-8	4.83
F	1973 12 30 02 45	Grossetano	5	4.13
3	1979 09 19 21 35 3	Valnerina	8-9	5.83
4-5	1992 02 07 23 17 5	Monti Volsini	5	3.76
3	1993 06 05 19 16 1	Valle del Topino	6	4.72
NF	1994 02 09 21 49 1	Val di Paglia	4-5	3.55
3-4	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	7-8	5.66
4-5	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	8-9	5.97
NF	1997 10 03 08 55 2	Appennino umbro-marchigiano		5.22
NF	1997 10 06 23 24 5	Appennino umbro-marchigiano		5.47
2	1997 10 14 15 23 1	Valnerina		5.62
3-4	1998 03 26 16 26 1	Appennino umbro-marchigiano		5.26
4-5	2000 04 01 18 08 0	Monte Amiata	6	4.52

Tabella 1 – Elenco degli eventi sismici sia storici che strumentali che hanno interessato direttamente o indirettamente l'area del Comune di Onano (VT). Is - intensità al sito (MCS); AE - Denominazione dell'area dei maggiori effetti; Io - Intensità epicentrale (MCS); Mw - magnitudo momento.

Storia sismica di Acquapendente (VT)

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	Io	Mw
6-7	1695 06 11 02 30	Lazio settentrionale	8-9	5.80
6-7	1755 11 01 17	Val di Paglia	5-6	4.40
5-6	1777 10 05 15 45	Val di Paglia	7	5.14
5	1861 05 09 01 53	Val di Chiana	6-7	5.02
4	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	8	5.85
NF	1892 01 22	Colli Albani	7	5.14

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	Io	Mw
NF	1898 06 27 23 38	Reatino	8	5.50
NF	1904 09 07 11 30	Valle dell'Ombrone	5	4.31
4	1905 02 12 08 28	Monte Amiata	6	4.55
F	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	7-8	5.34
NF	1911 09 13 22 29 0	Chianti	7	5.08
5	1915 01 13 06 52 4	Marsica	11	7.08
NF	1919 06 29 15 06 1	Mugello	10	6.38
6-7	1919 09 10 16 57	Val di Paglia	7-8	5.36
5-6	1924 04 09 14 49	Val di Paglia	5-6	4.47
3	1926 01 08 09 14	Monte Amiata	7	4.90
4	1936 06 15 14 45	Monti Volsini	4-5	3.84
4	1940 06 19 14 10	Monte Amiata	6	4.64
5-6	1940 10 16 13 17	Val di Paglia	7-8	5.29
5-6	1957 12 06 04 54	Orvietano	7	4.97
3	1958 05 30 06 26	Val di Paglia	5	4.05
4-5	1973 12 30 02 45	Grossetano	5	4.13
3	1979 09 19 21 35 3	Valnerina	8-9	5.83
NF	1980 09 08 19 41 1	Costa Grossetana	5-6	4.44
NF	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	10	6.81
4-5	1992 02 07 23 17 5	Monti Volsini	5	3.76
2-3	1993 06 05 19 16 1	Valle del Topino	6	4.72
4-5	1994 02 09 21 49 1	Val di Paglia	4-5	3.55
4-5	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	7-8	5.66
4	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	8-9	5.97
3-4	1997 10 03 08 55 2	Appennino umbro-marchigiano		5.22
4	1997 10 06 23 24 5	Appennino umbro-marchigiano		5.47
2-3	1997 10 14 15 23 1	Valnerina		5.62

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	Io	Mw
3	1998 04 05 15 52 2	Appennino umbro-marchigiano		4.78
5-6	2000 04 01 18 08 0	Monte Amiata	6	4.52
NF	2005 12 15 13 28 3	Val Nerina	5	4.14

Tabella 2 – Elenco degli eventi sismici sia storici che strumentali che hanno interessato direttamente o indirettamente l'area del Comune Acquapendente (VT). Is - intensità al sito (MCS); AE - Denominazione dell'area dei maggiori effetti; Io - Intensità epicentrale (MCS); Mw - magnitudo momento.

Storia sismica di Castel Giorgio (TR)

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	Io	Mw
NF	1901 01 19 05 15	Orvieto	5	4.16
NF	1954 03 23 17 55	Collestatte	5	4.16
7-8	1957 12 06 04 54	Orvietano	7	4.97
NF	1970 05 25 12 56	Ternano	5	4.35
NF	1971 02 06 18 09	Tuscania	7-8	4.83
NF	1971 02 11 18 49 2	Valle del Chiascio	6	4.61
4	1979 09 19 21 35 3	Valnerina	8-9	5.83
NF	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	10	6.81
NF	1985 09 09 04 45 2	Orvietano	4-5	3.81
5	1992 02 07 23 17 5	Monti Volsini	5	3.76
5	1993 06 05 19 16 1	Valle del Topino	6	4.72
4-5	1994 02 09 21 49 1	Val di Paglia	4-5	3.55
3-4	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	7-8	5.66
4-5	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	8-9	5.97
4-5	1997 10 03 08 55 2	Appennino umbro-marchigiano		5.22
NF	1997 10 06 23 24 5	Appennino umbro-marchigiano		5.47

Intensity	YearMo Da Ho Mi Se	Epicentral area	Io	Mw
4-5	1997 10 14 15 23 1	Valnerina		5.62
4	2000 04 01 18 08 0	Monte Amiata	6	4.52
NF	2005 12 15 13 28 3	Val Nerina	5	4.14

Tabella 3 – Elenco degli eventi sismici sia storici che strumentali che hanno interessato direttamente o indirettamente l'area del Comune di Castel Giorgio (TR). Is - intensità al sito (MCS); AE - Denominazione dell'area dei maggiori effetti; Io - Intensità epicentrale (MCS); Mw - magnitudo momento.

Dall'analisi dei recenti inventari di faglie attive, nello specifico è stato consultato il Diss 3.1 (nello specifico il Diss 3.2: DissWorking Group, 2015 - consultabile on-line: <http://www.ingv.it/DISS/>), non si riscontra la presenza di strutture sismogenetiche site in prossimità dell'areale di progetto.

Con l'Ordinanza PCM 3274/03 e il successivo D.M. 14.01.2008 e D.M. 17.01.2018 si sono andati chiarendo e semplificando i rapporti fra esigenze normative e formati secondo i quali la pericolosità sismica deve essere valutata.

I dati di pericolosità sismica prodotti da INGV (MPS04 e successive integrazioni prodotte nell'ambito del progetto INGV-DPC S1, disponibili sui siti web <http://zonesismiche.mi.ingv.it/> e <http://esse1.mi.ingv.it/>) hanno fornito una prima risposta, che ha avuto un riconoscimento ufficiale nell' Ordinanza PCM 3519/06 "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

Pertanto i territori dei Comuni di Onano e Acquapendente (VT) sono stati classificati appartenenti alla categoria 2B.

Il territorio del Comune di Castel Giorgio (TR) è stato classificato appartenente alla zona sismica 3.

Si fornisce inoltre la cartografia dei valori di pericolosità sismica del territorio nazionale espressi in termini di accelerazione massima del suolo (vedi Carta Classificazione Sismica e Carta dei Valori di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale).

Dalla Carta dei Valori di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale si osserva che la pericolosità sismica è stimata con una maggiore precisione; di fatto le variazioni sono continue e graduali, pertanto l'accelerazione orizzontale massima del suolo per l'area dove ricadono le opere in progetto, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi è a **0,125-0,150 g**, vale a dire lo scuotimento atteso del terreno in termini di accelerazione.

Si tratta di valori di accelerazione orizzontale attesa medio - bassi.

Dall'analisi dello Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 condotto ai sensi della DGR Lazio 545/10 e validato da parte della struttura regionale competente, per il Comune di Onano (VT), risulta che le opere e le infrastrutture connesse all'impianto in progetto ricadono in zona stabile suscettibile di amplificazione sismica.

Nello specifico i siti d'indagine WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09 e WTG ON10 sono suscettibili ai fenomeni di amplificazione sismica.

L'analisi dello Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 condotto ai sensi della DGR Lazio 377/10 e validato da parte della struttura regionale competente, per il Comune di Castel Giorgio (TR), risulta che le opere e le infrastrutture connesse all'impianto in progetto ricadono in zona stabile suscettibile di amplificazione sismica.

Nello specifico il sito d'indagine SE è suscettibile ai fenomeni di amplificazione sismica.

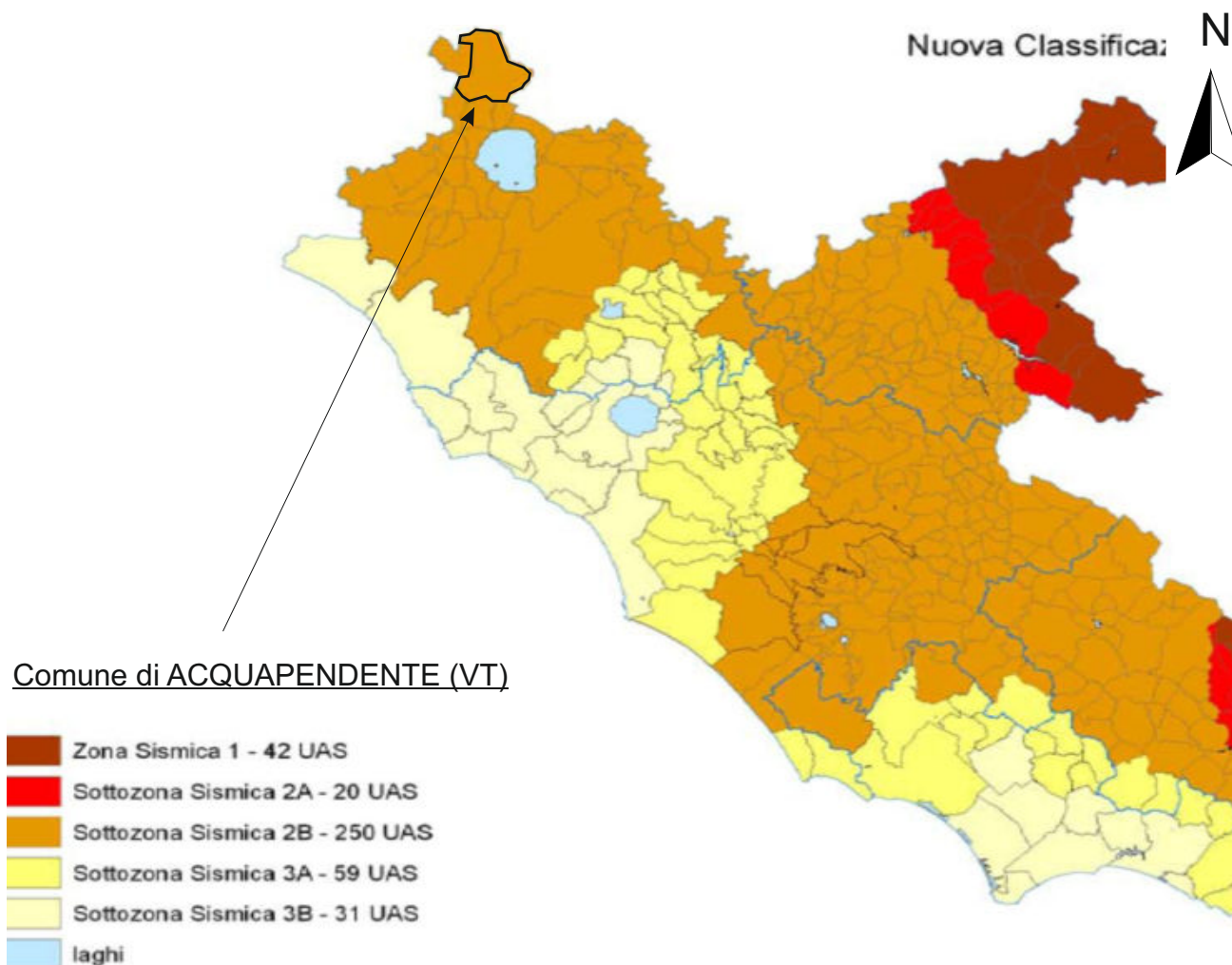
Di seguito si riportano gli stralci della Cartografie delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica), per i siti d'indagine su descritti.


COMUNE di ACQUAPENDENTE (VT)

Impianto eolico denominato "Montarzo"

CARTA CLASSIFICAZIONE SISMICA

Ordinanza P.C.M. 3519 del 28/04/06 e con recepimento delle variazioni operate dalla D.G.R. 387 del 22/05/2009



 Limiti comunali dell'area di studio

0 15 30 60 90 120 Km

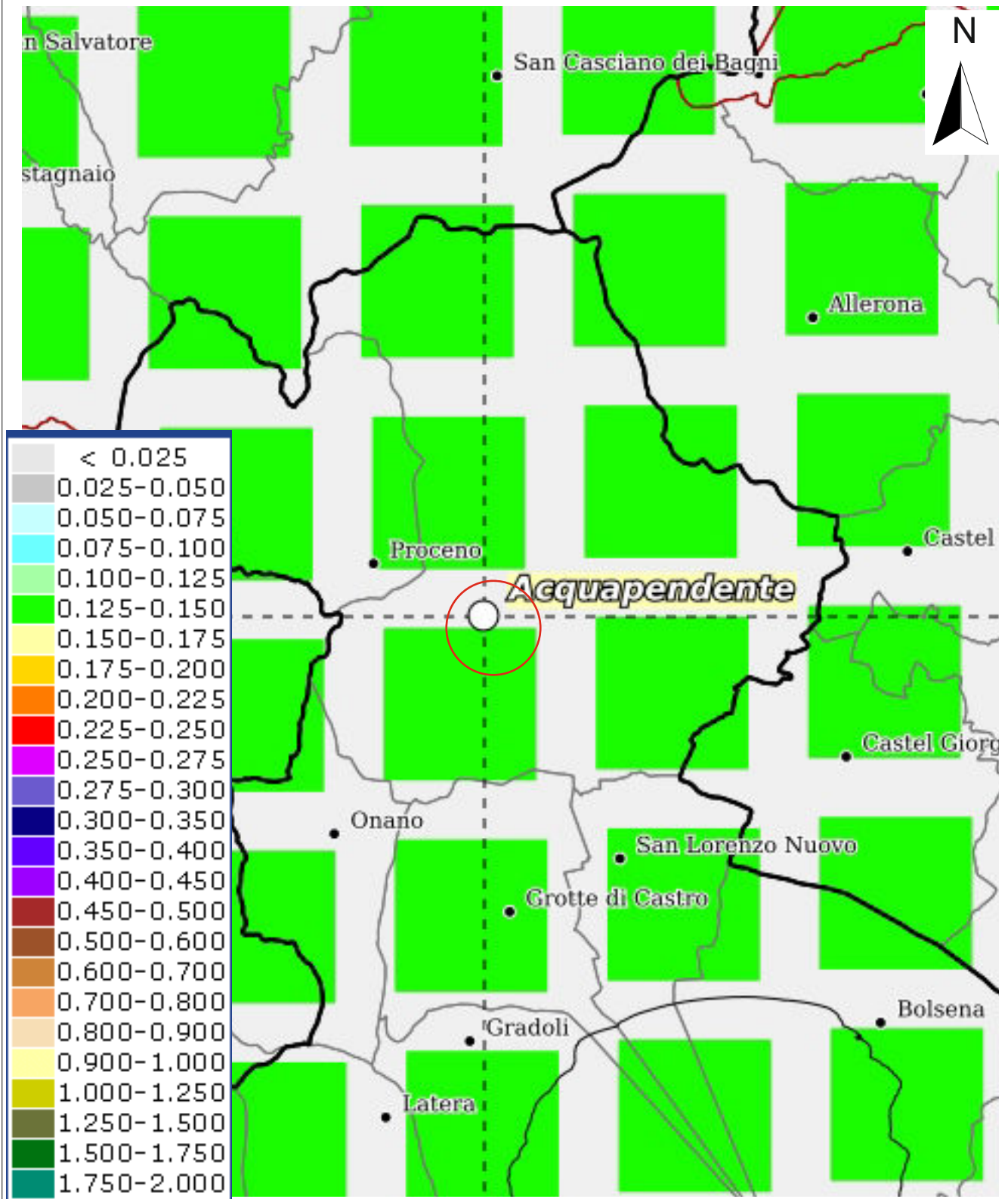
COMUNE di ACQUAPENDENTE (VT)

Impianto eolico denominato "Montarzo"

CARTA DEI VALORI DI PERICOLOSITA' SISMICA DEL TERRITORIO

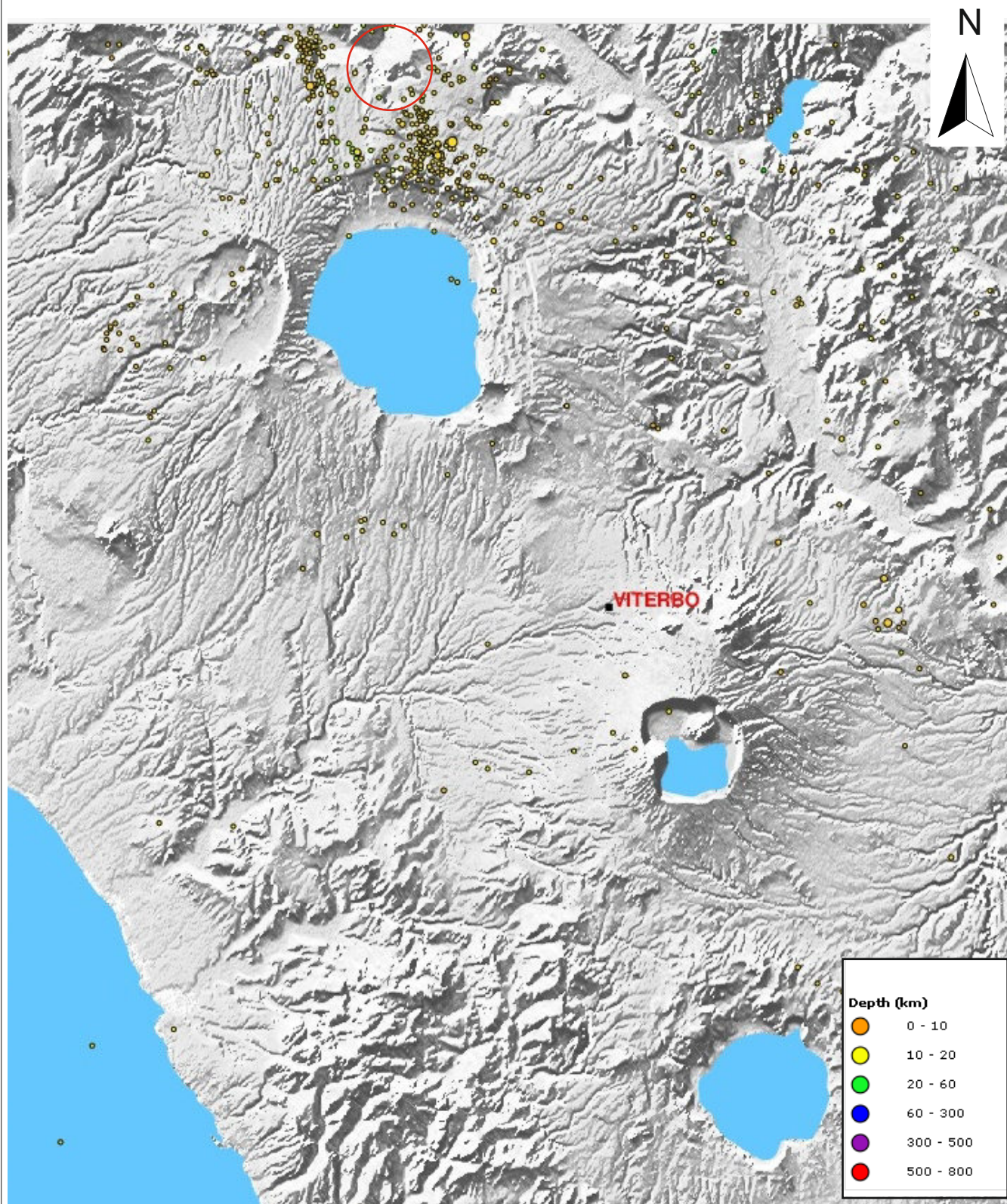
(rif. Ordinanza PCM 3519 del 28/04/06)

Espressi in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza > 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800\text{m/s}$)



COMUNE di ACQUAPENDENTE (VT)
Impianto eolico denominato "Montarzo"

CARTA DELLA SISMICITA' STRUMENTALE
(Sismicità registrata nel periodo 2000-2018)
Fonte dei dati: Progetto ISIDE <http://iside.rm.ingv.it/>)

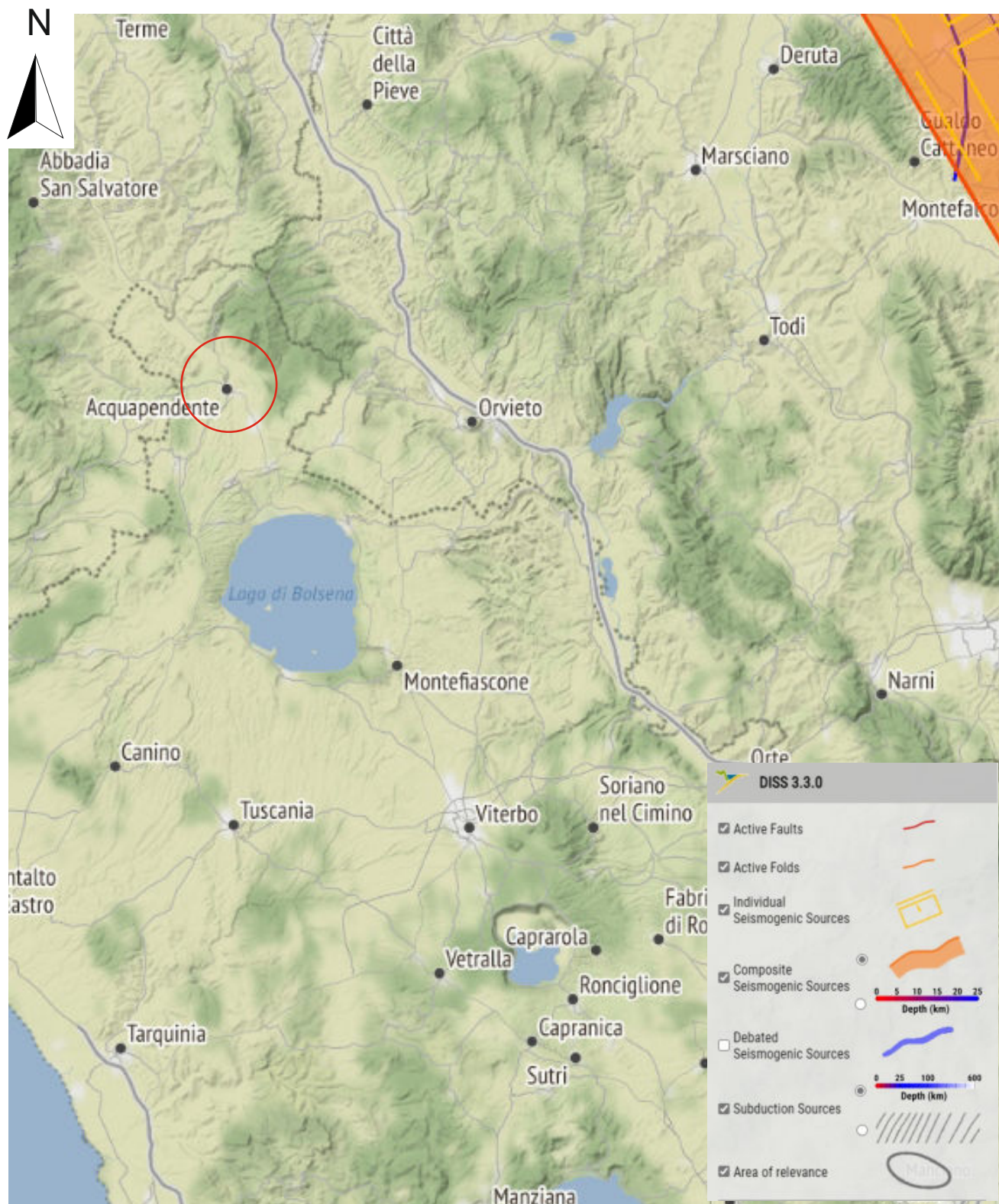


COMUNE di ACQUAPENDENTE (VT)

Impianto eolico denominato "Montarzo"

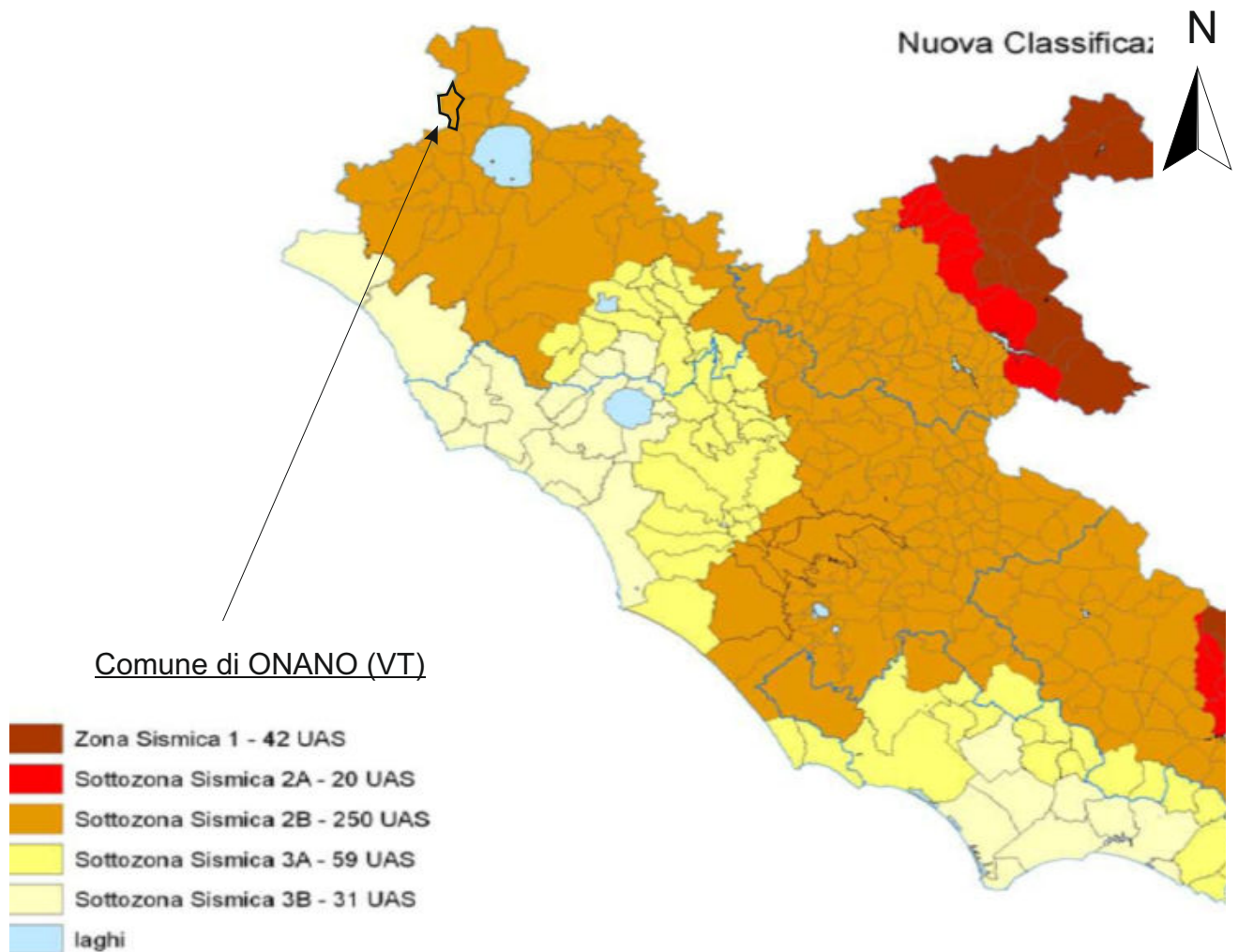
CARTA DELLA SISMICITA' STORICA, STRUMENTALE E DELLE STRUTTURE SISMOGENETICHE


Dati disponibili on-line: http://diss.rm.ingv.it/GFMaplet3_INGV/GFMaplet/Default



COMUNE di ONANO (VT)
Impianto eolico denominato "Montarzo"

CARTA CLASSIFICAZIONE SISMICA
Ordinanza P.C.M. 3519 del 28/04/06 e con recepimento
delle variazioni operate dalla D.G.R. 387 del 22/05/2009

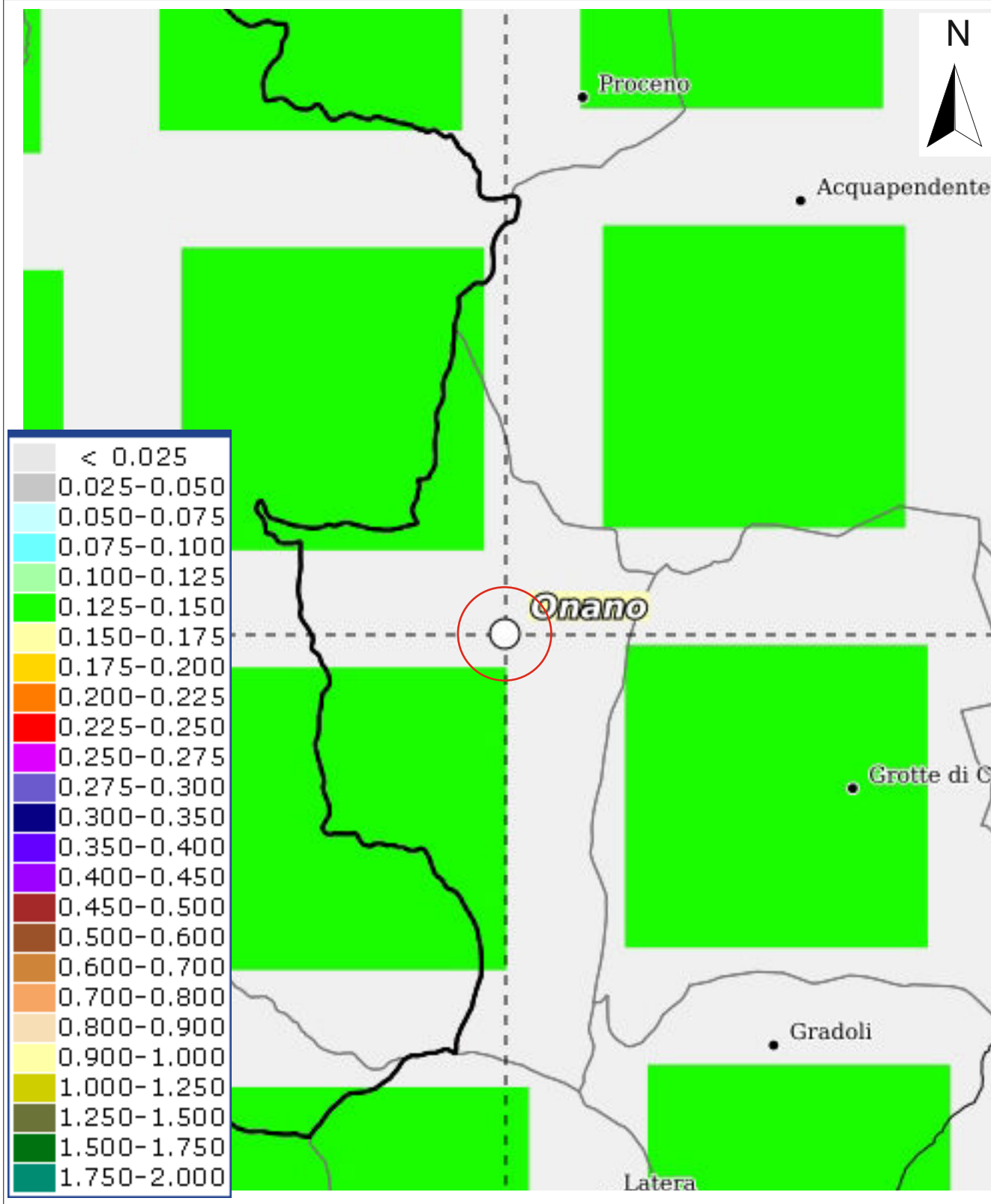


 Limiti comunali dell'area di studio

0 15 30 60 90 120 Km

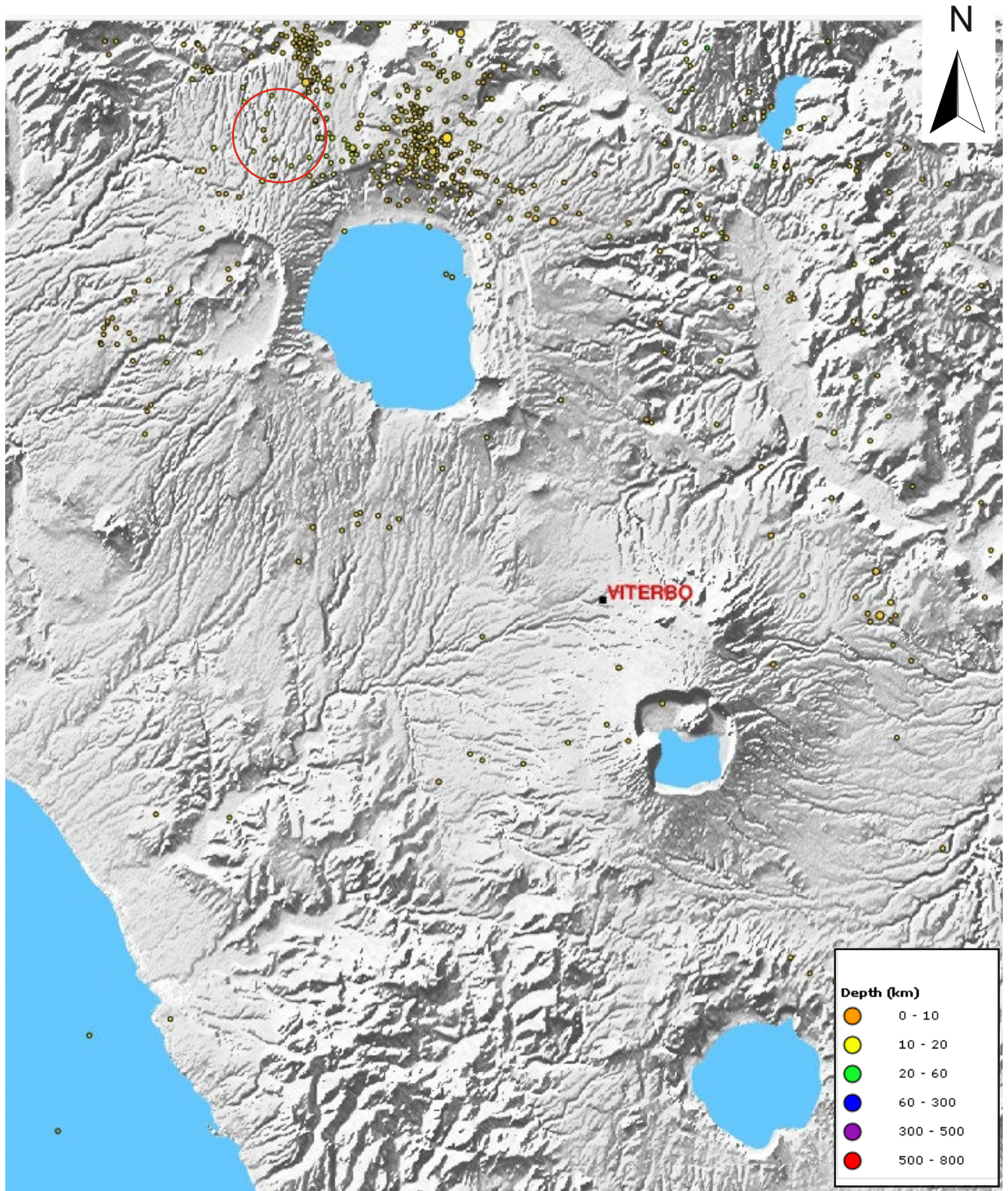
COMUNE di ONANO (VT)
Impianto eolico denominato "Montarzo"

CARTA DEI VALORI DI PERICOLOSITA' SISMICA DEL TERRITORIO
(rif. Ordinanza PCM 3519 del 28/04/06)
Espressi in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza > 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800\text{m/s}$)



COMUNE di ONANO (VT)
Impianto eolico denominato "Montarzo"

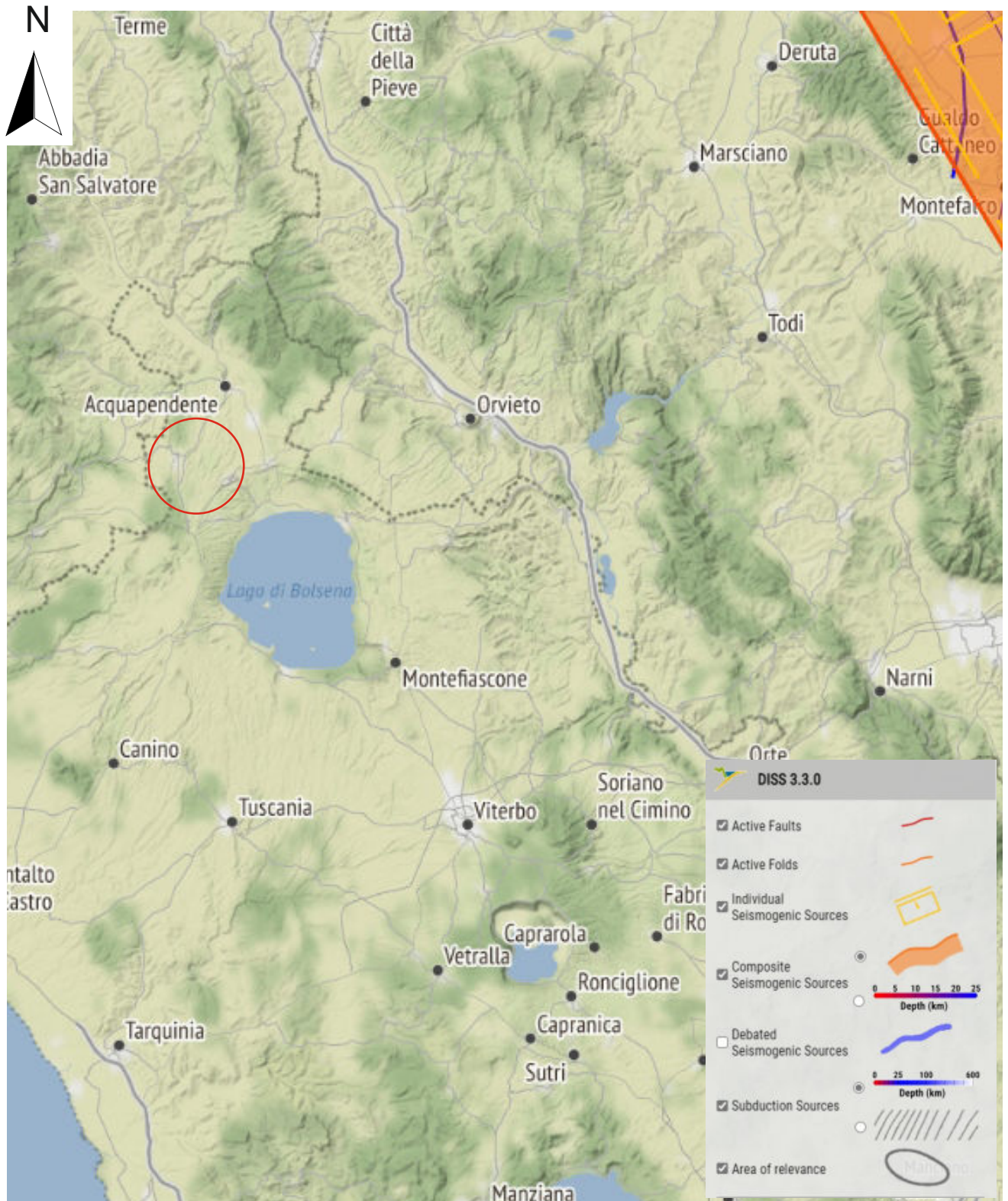
CARTA DELLA SISMICITA' STRUMENTALE
(Sismicità registrata nel periodo 2000-2018)
Fonte dei dati: Progetto ISIDE <http://iside.rm.ingv.it/>)



COMUNE di ONANO (VT)
Impianto eolico denominato "Montarzo"

CARTA DELLA SISMICITA' STORICA, STRUMENTALE E
DELLE STRUTTURE SISMOGENETICHE

Dati disponibili on-line: http://diss.rm.ingv.it/GFMaplet3_INGV/GFMaplet/Default

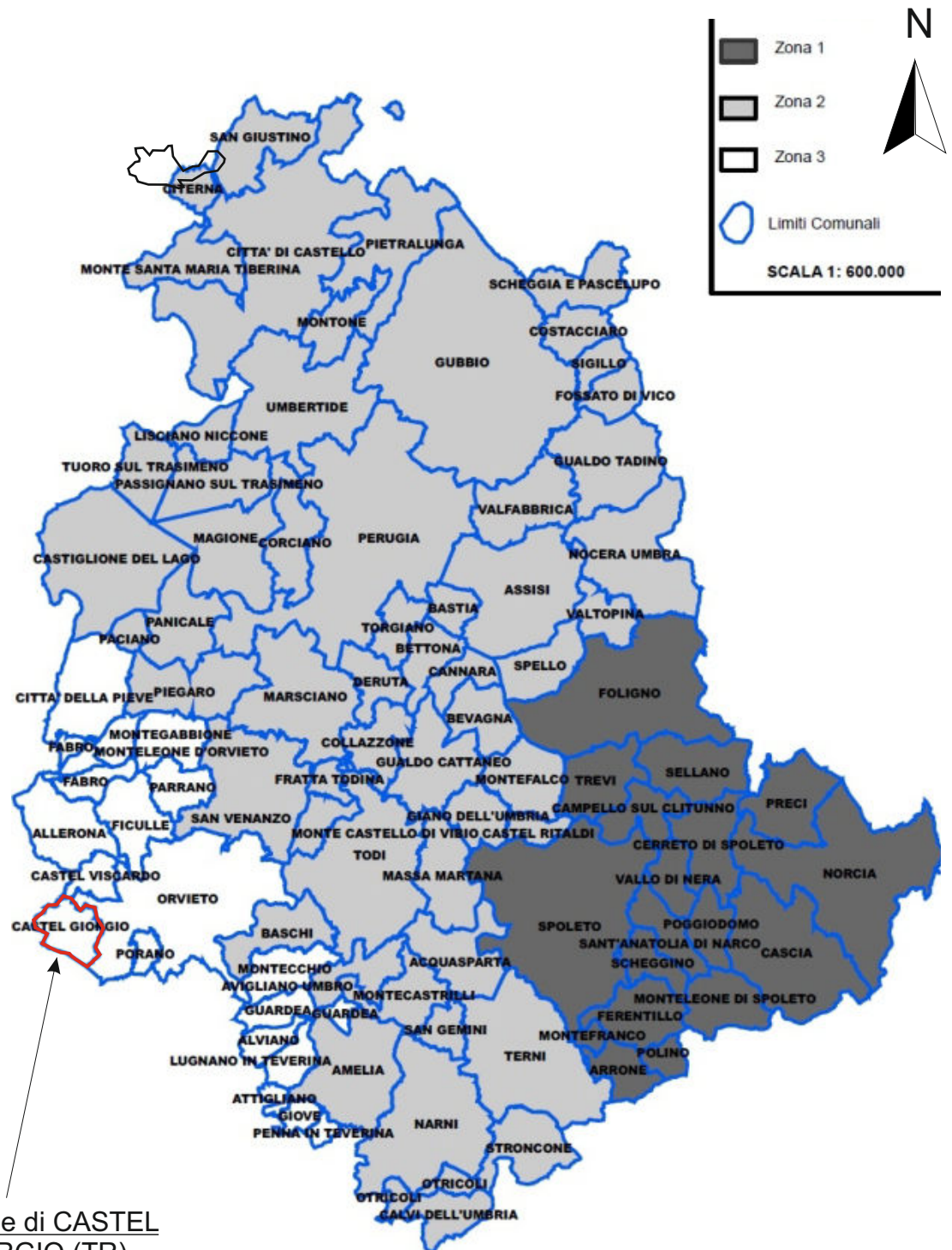


COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)

Impianto eolico denominato "Montarzo"

CARTA CLASSIFICAZIONE SISMICA

Ordinanza P.C.M. 3519 del 28/04/06 e con recepimento delle variazioni operate dalla D.G.R. 1112 del 18/09/2012



Comune di CASTEL GIORGIO (TR)

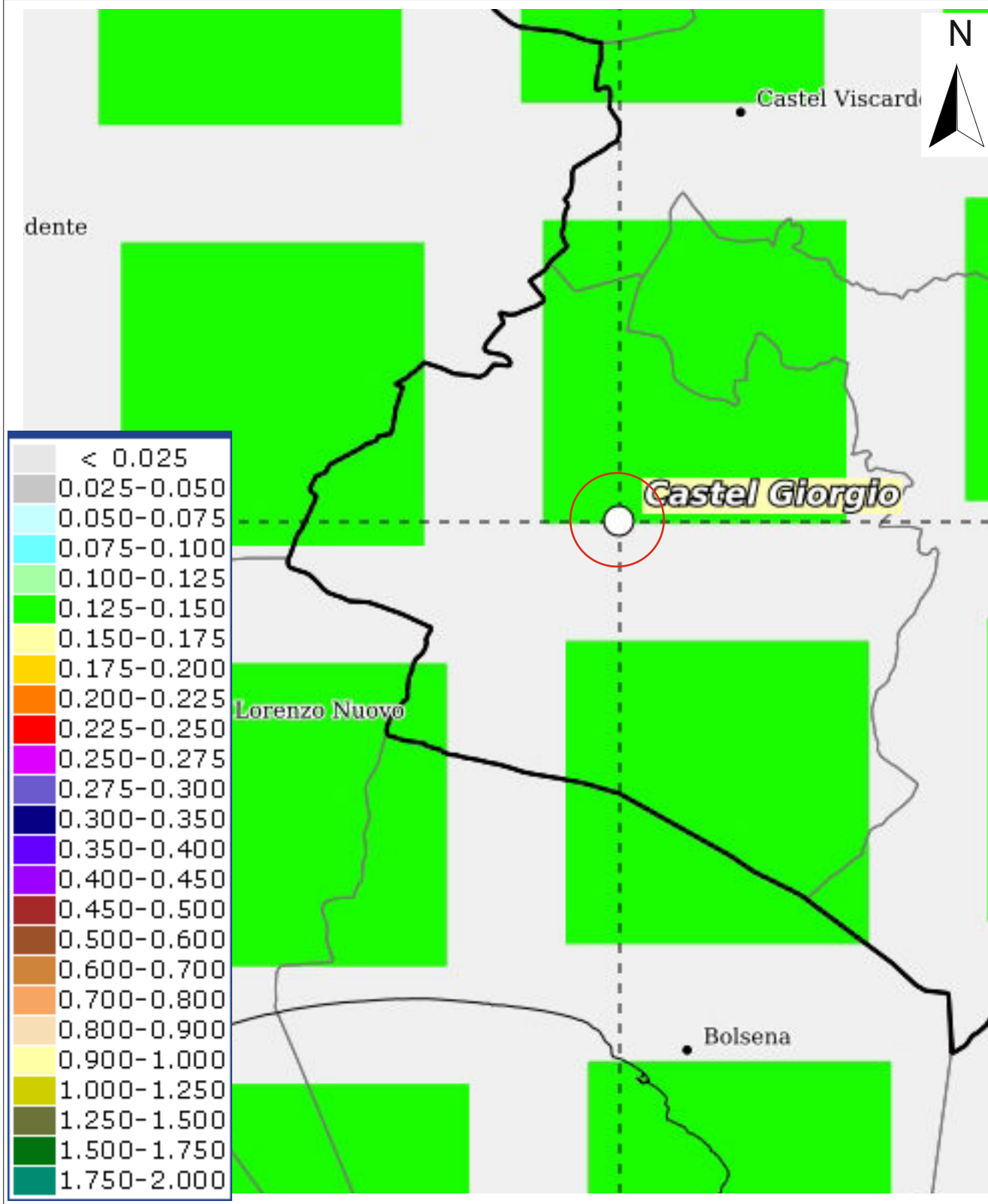


Limiti comunali dell'area di studio

COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)

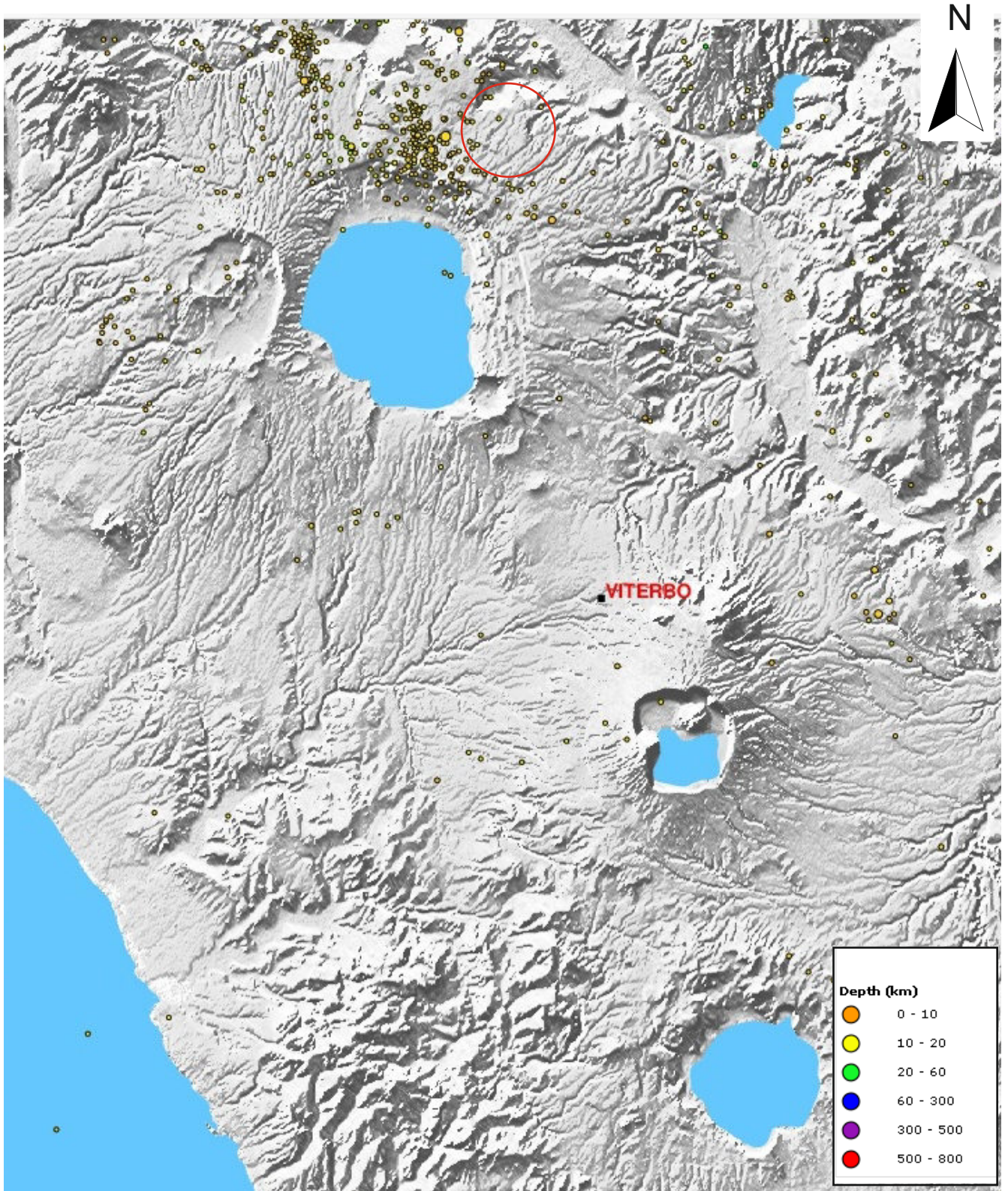
Impianto eolico denominato "Montarzo"

CARTA DEI VALORI DI PERICOLOSITA' SISMICA DEL TERRITORIO
(rif. Ordinanza PCM 3519 del 28/04/06)
Espressi in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza > 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800\text{m/s}$)



COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)
Impianto eolico denominato "Montarzo"

CARTA DELLA SISMICITA' STRUMENTALE
(Sismicità registrata nel periodo 2000-2018)
Fonte dei dati: Progetto ISIDE <http://iside.rm.ingv.it/>)

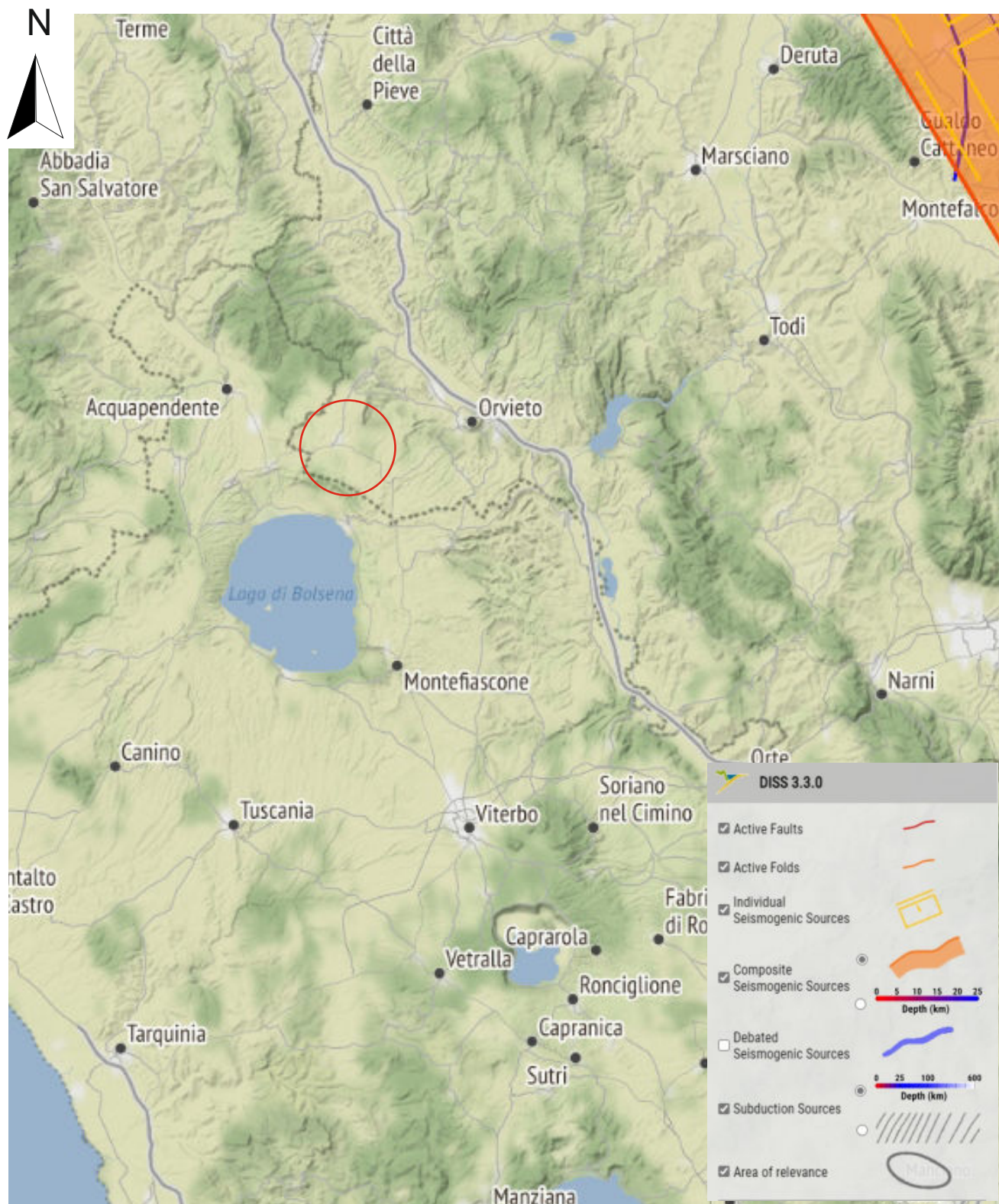


COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)

Impianto eolico denominato "Montarzo"

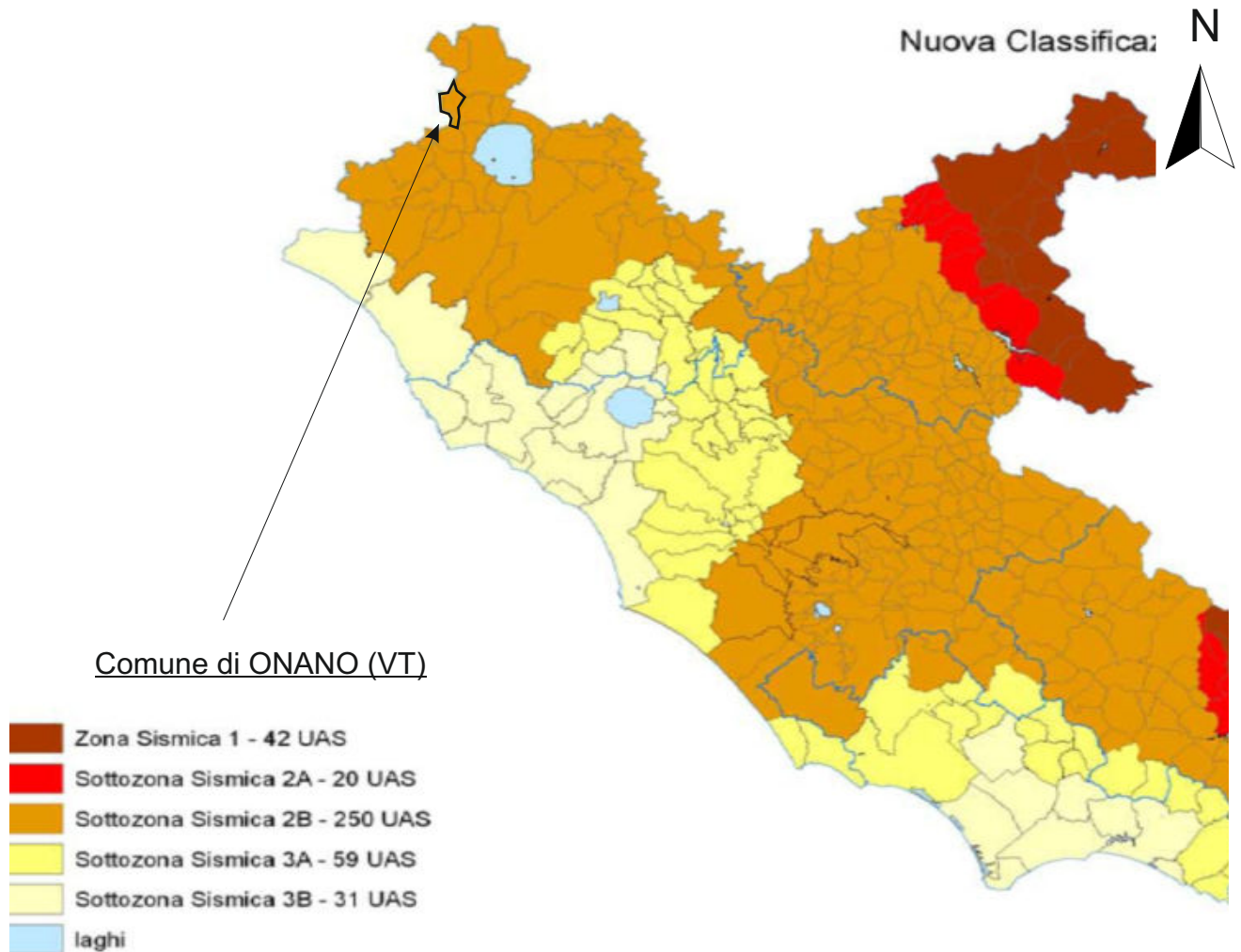
CARTA DELLA SISMICITA' STORICA, STRUMENTALE E DELLE STRUTTURE SISMOGENETICHE


Dati disponibili on-line: http://diss.rm.ingv.it/GFMaplet3_INGV/GFMaplet/Default

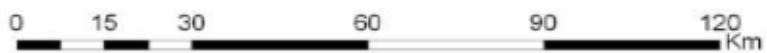


COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON01

CARTA CLASSIFICAZIONE SISMICA
Ordinanza P.C.M. 3519 del 28/04/06 e con recepimento
delle variazioni operate dalla D.G.R. 387 del 22/05/2009

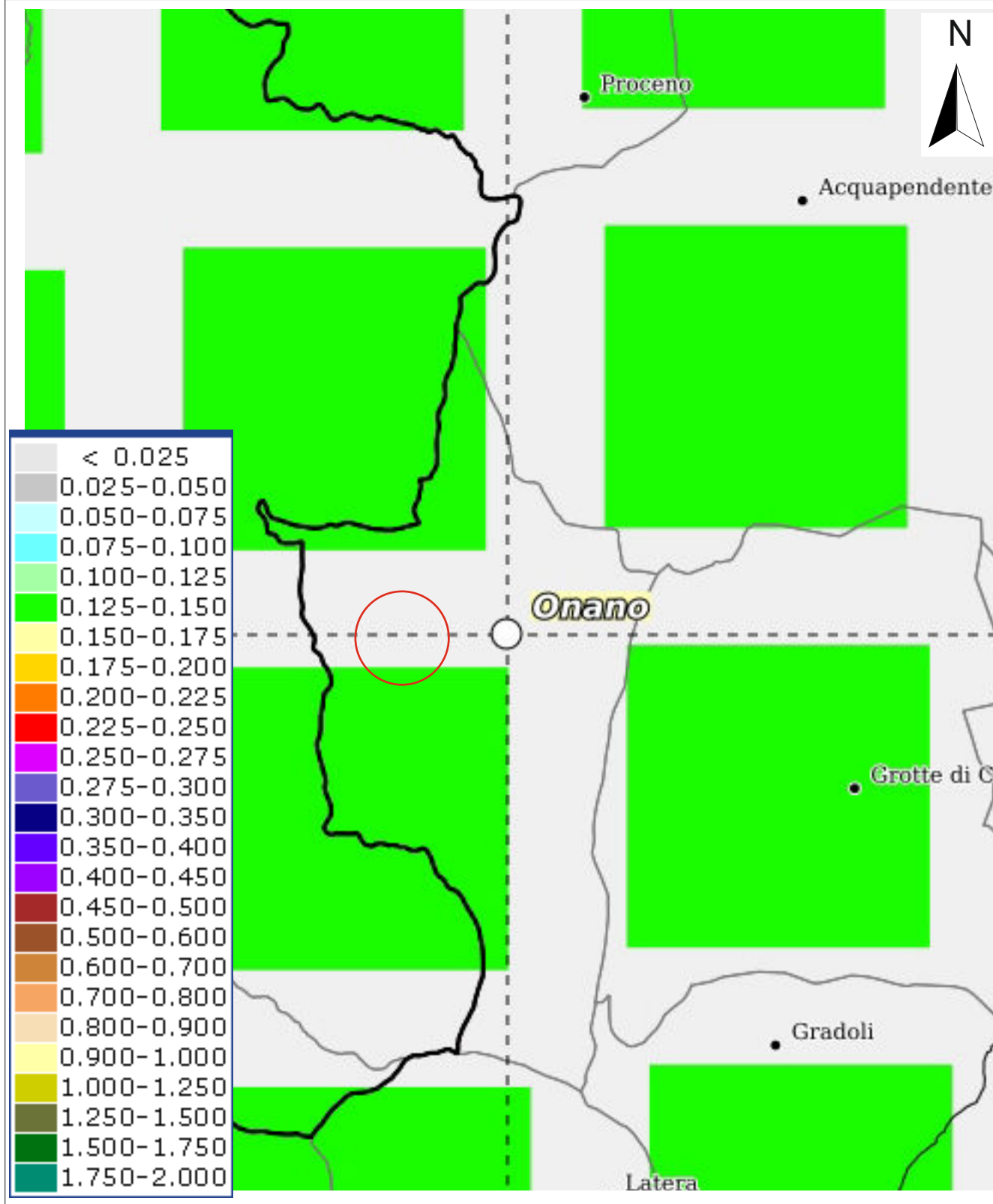


 Limiti comunali dell'area di studio



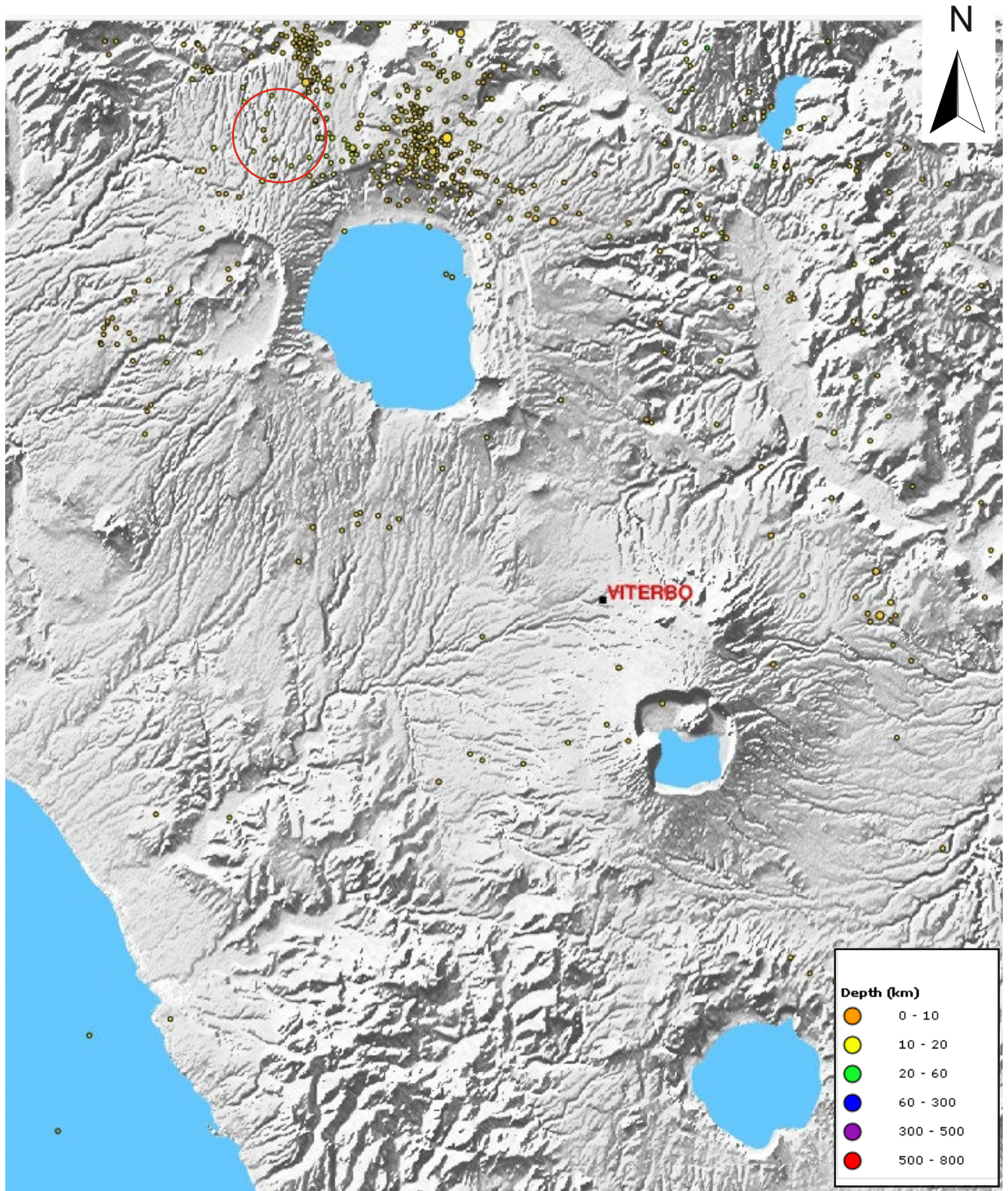
COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON01

CARTA DEI VALORI DI PERICOLOSITA' SISMICA DEL TERRITORIO
(rif. Ordinanza PCM 3519 del 28/04/06)
Espressi in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza > 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800\text{m/s}$)



COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON01

CARTA DELLA SISMICITA' STRUMENTALE
(Sismicità registrata nel periodo 2000-2018)
Fonte dei dati: Progetto ISIDE <http://iside.rm.ingv.it/>)

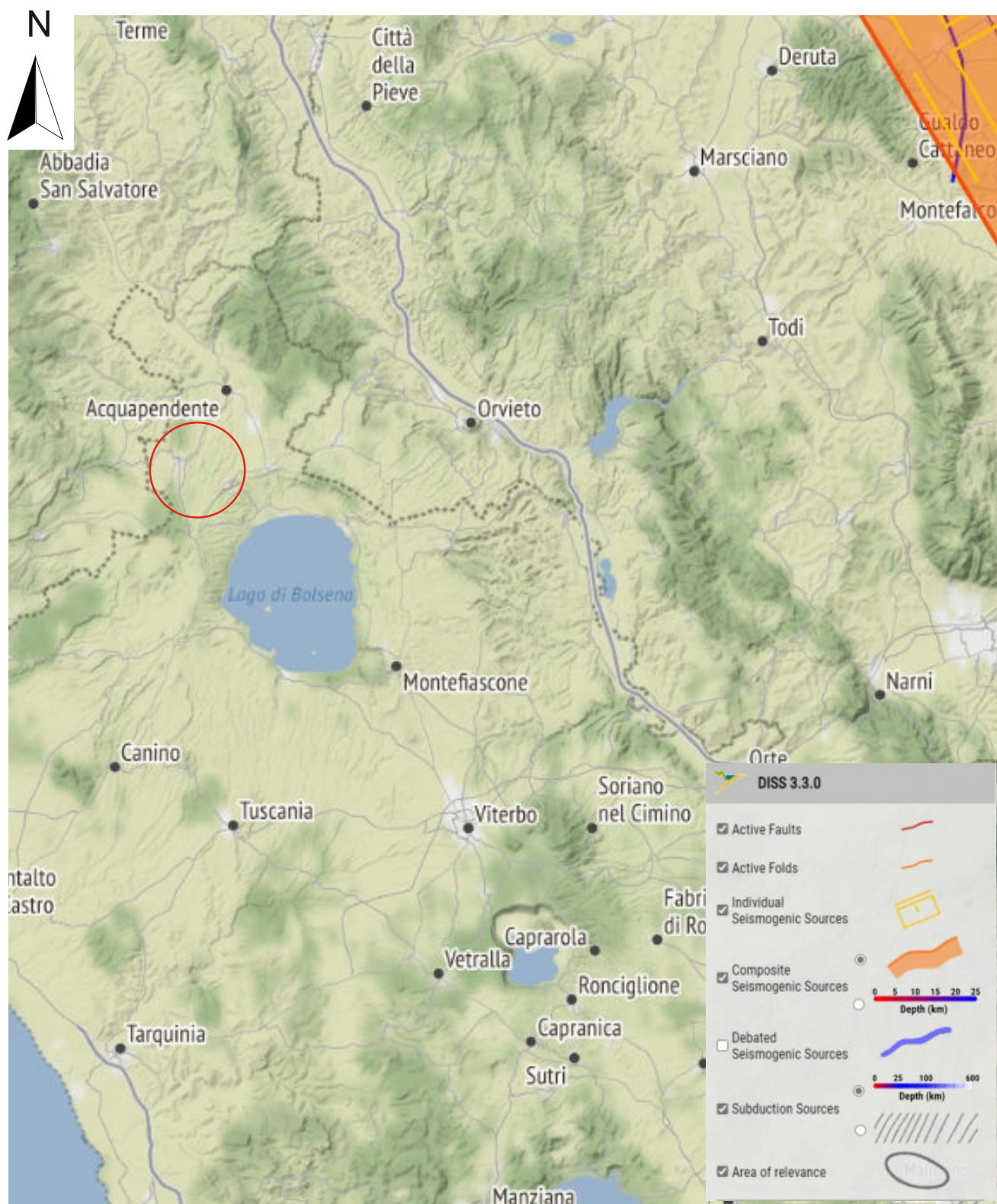


COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON01

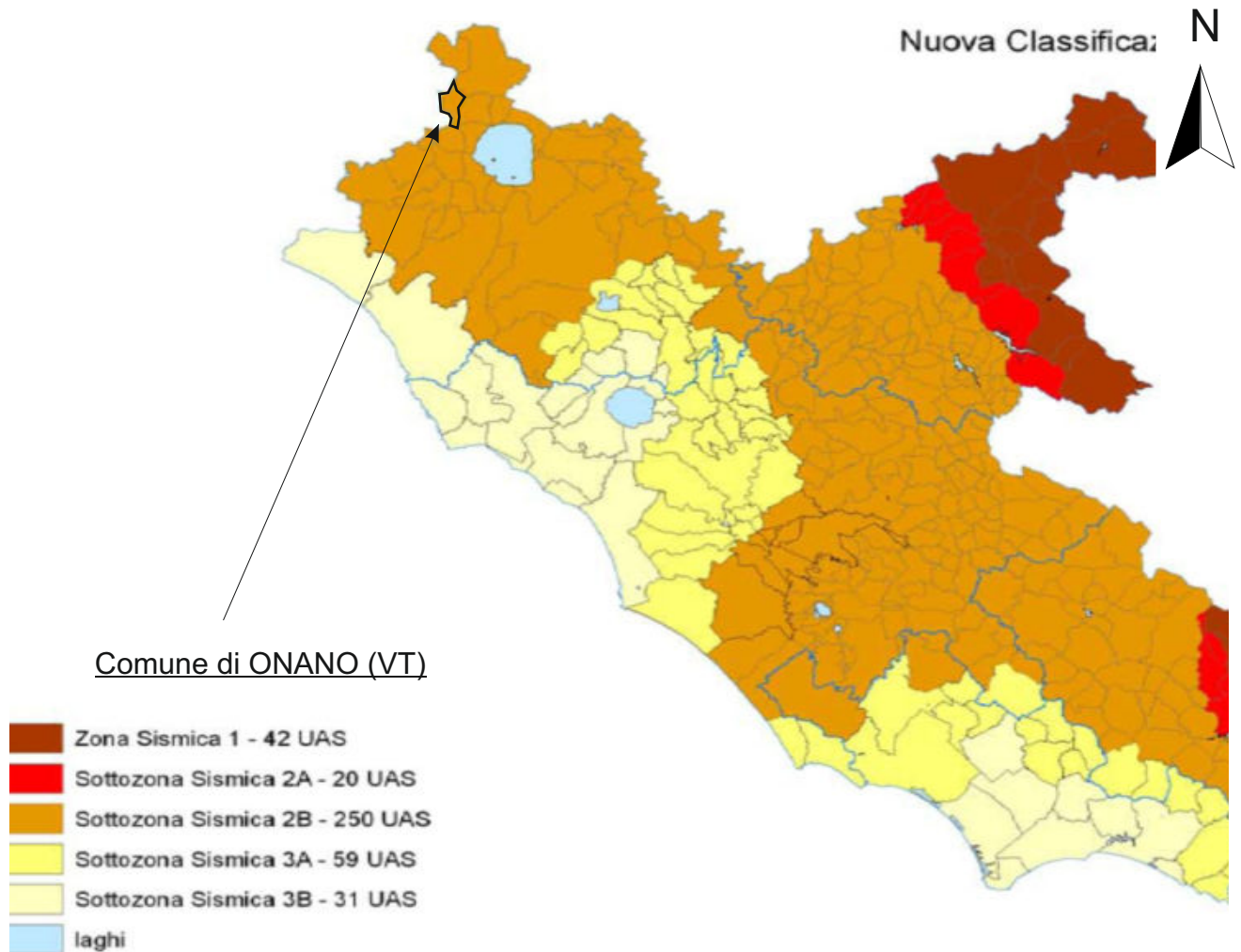
CARTA DELLA SISMICITA' STORICA, STRUMENTALE E DELLE STRUTTURE SIMOGENETICHE

Dati disponibili on-line: http://diss.rm.ingv.it/GFMaplet3_INGV/GFMaplet/Default

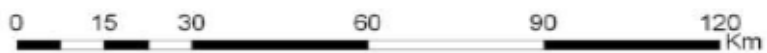


COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON02

CARTA CLASSIFICAZIONE SISMICA
Ordinanza P.C.M. 3519 del 28/04/06 e con recepimento
delle variazioni operate dalla D.G.R. 387 del 22/05/2009

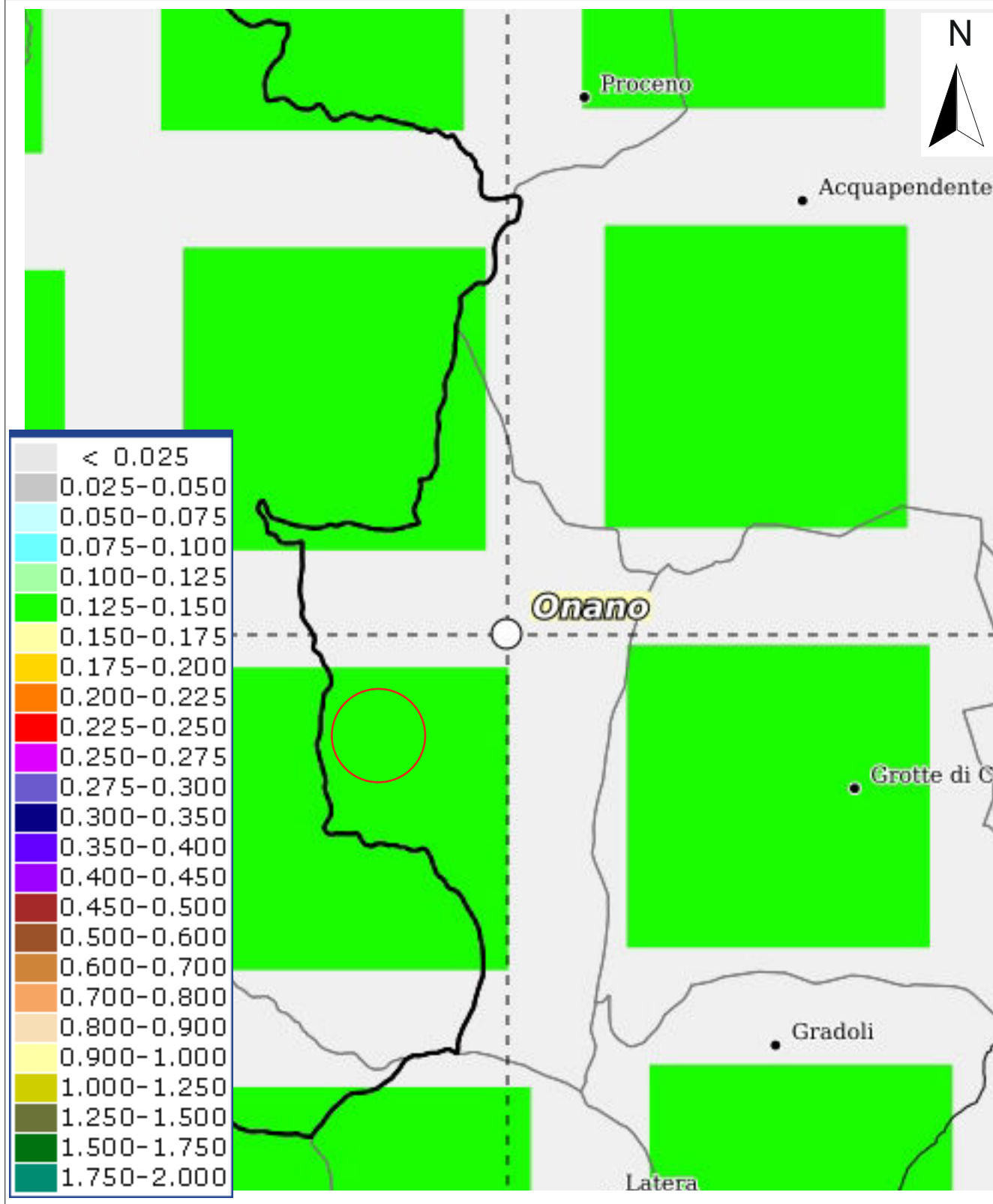


Limiti comunali dell'area di studio



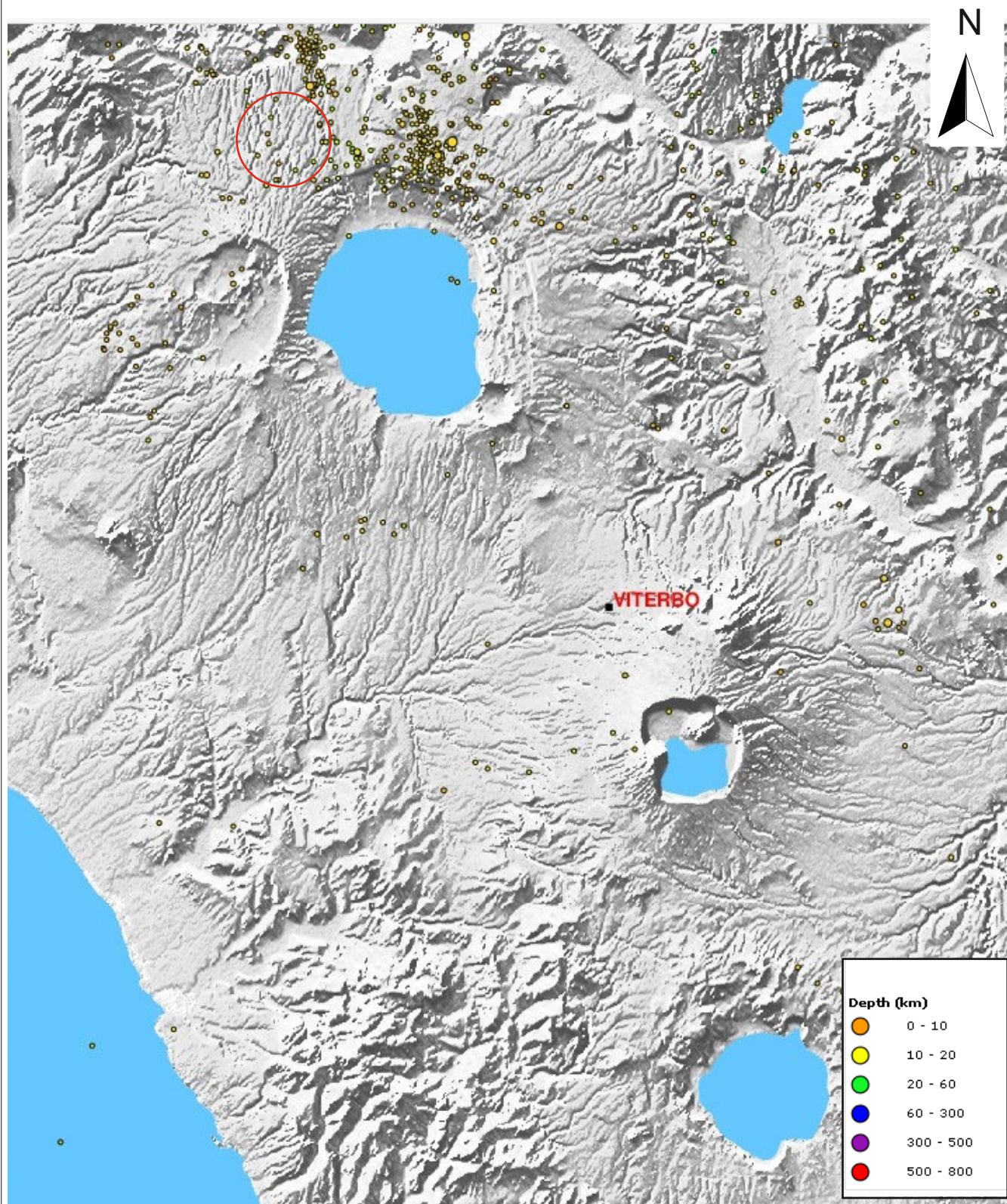
COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON02

CARTA DEI VALORI DI PERICOLOSITA' SISMICA DEL TERRITORIO
(rif. Ordinanza PCM 3519 del 28/04/06)
Espressi in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza > 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800\text{m/s}$)



COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON02

CARTA DELLA SISMICITA' STRUMENTALE
(Sismicità registrata nel periodo 2000-2018)
Fonte dei dati: Progetto ISIDE <http://iside.rm.ingv.it/>)

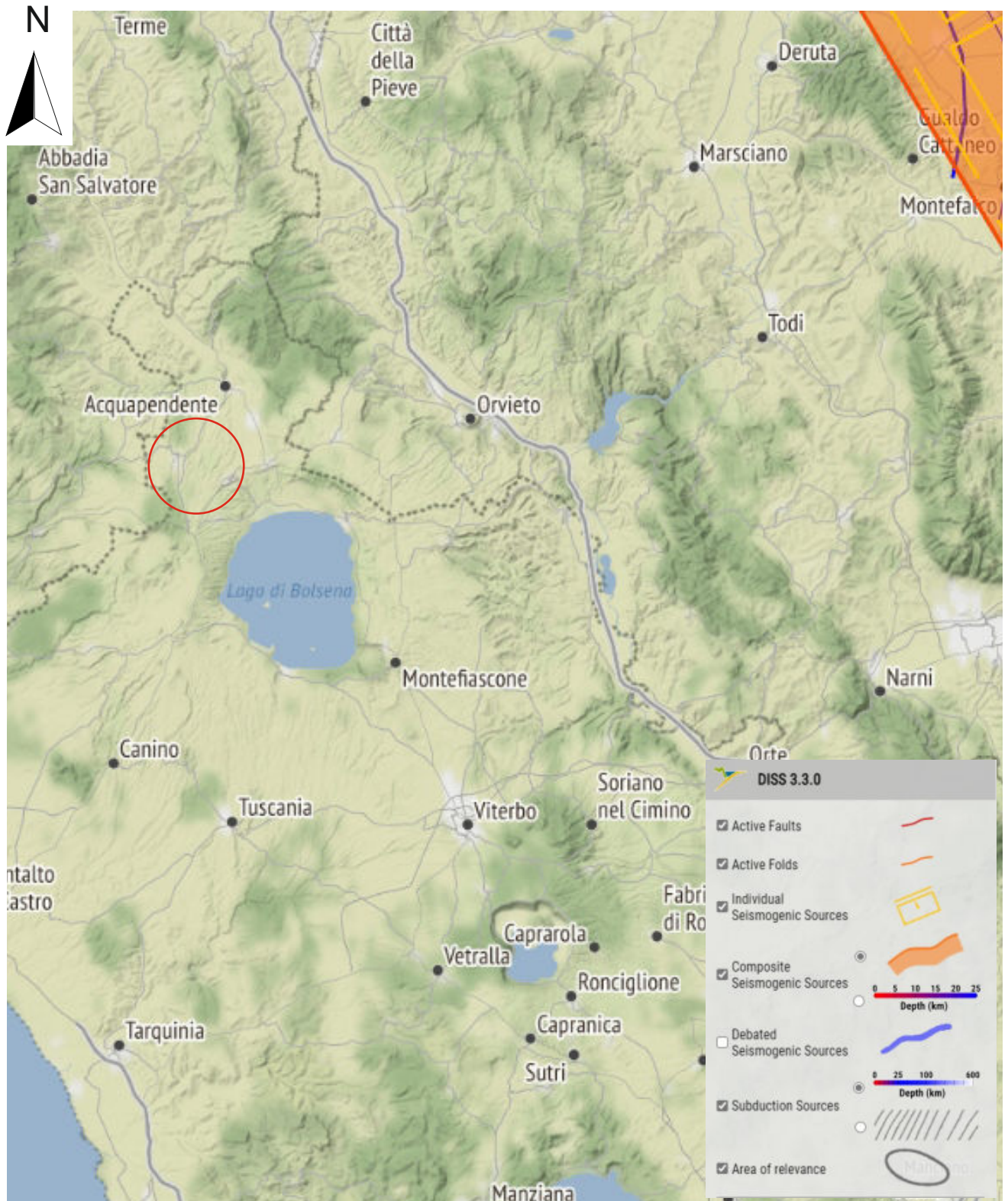


COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON02

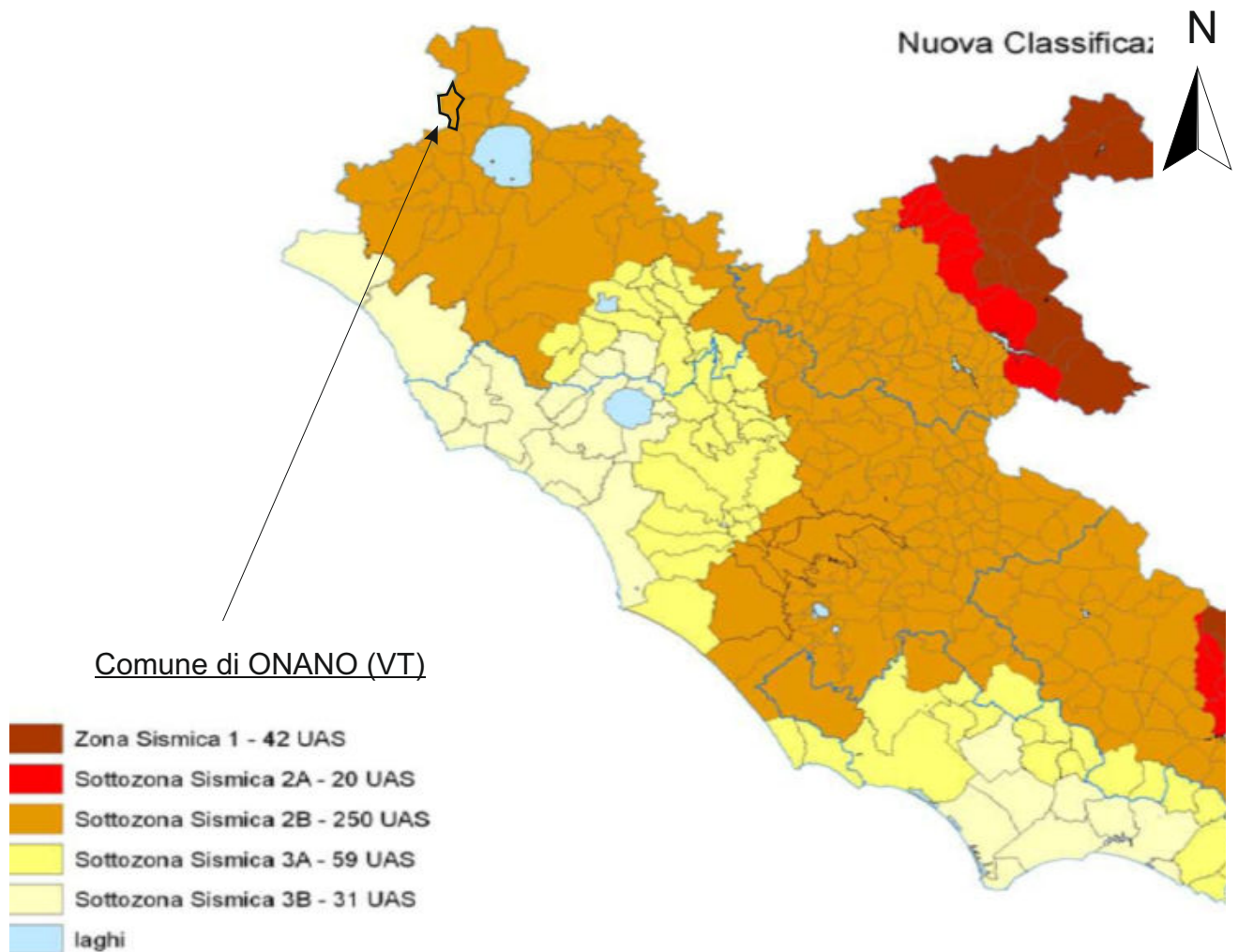
CARTA DELLA SISMICITA' STORICA, STRUMENTALE E DELLE STRUTTURE SISMOGENETICHE


Dati disponibili on-line: http://diss.rm.ingv.it/GFMaplet3_INGV/GFMaplet/Default

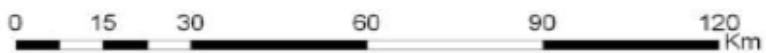


COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON04

CARTA CLASSIFICAZIONE SISMICA
Ordinanza P.C.M. 3519 del 28/04/06 e con recepimento
delle variazioni operate dalla D.G.R. 387 del 22/05/2009



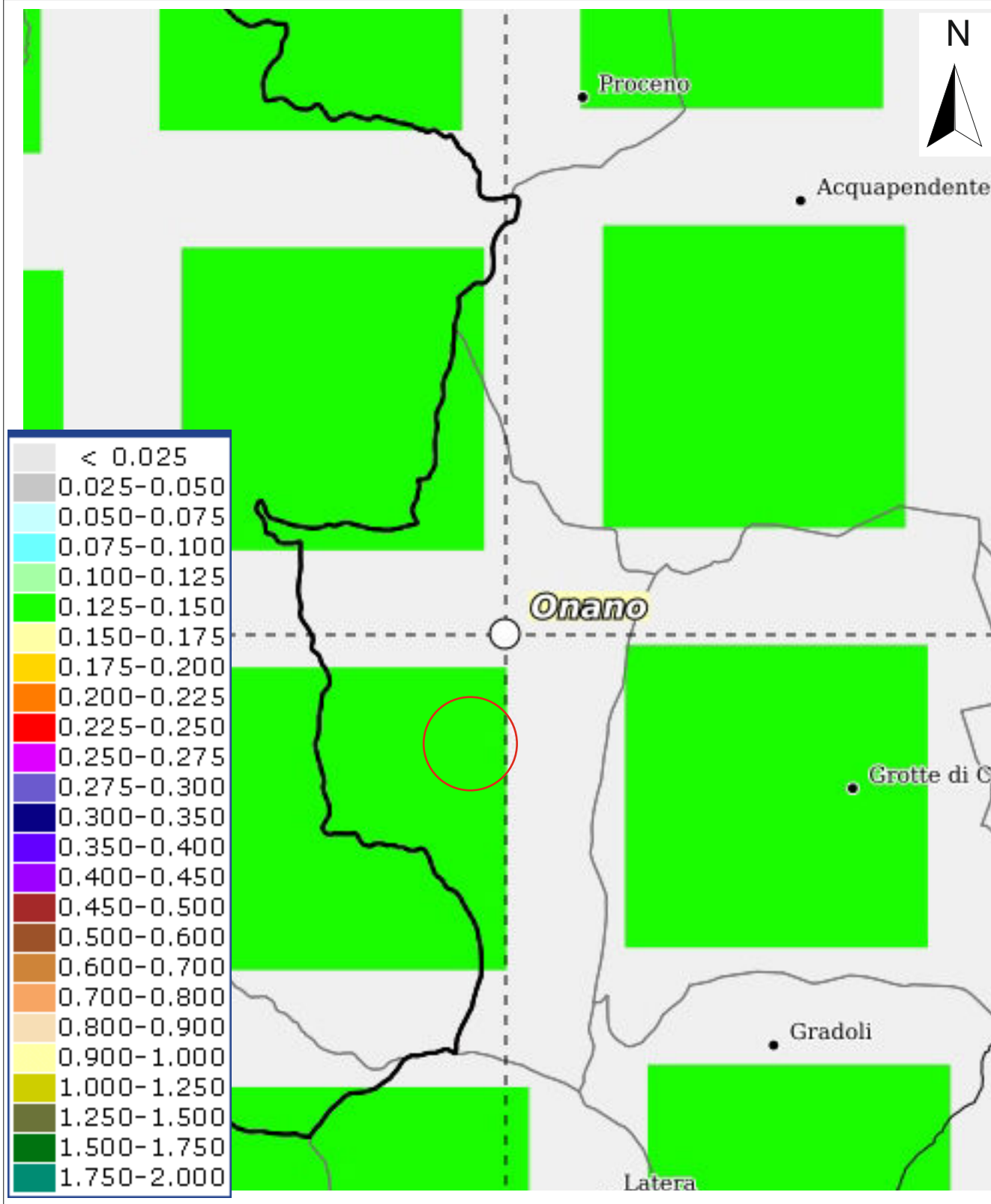
 Limiti comunali dell'area di studio



COMUNE di ONANO (VT)

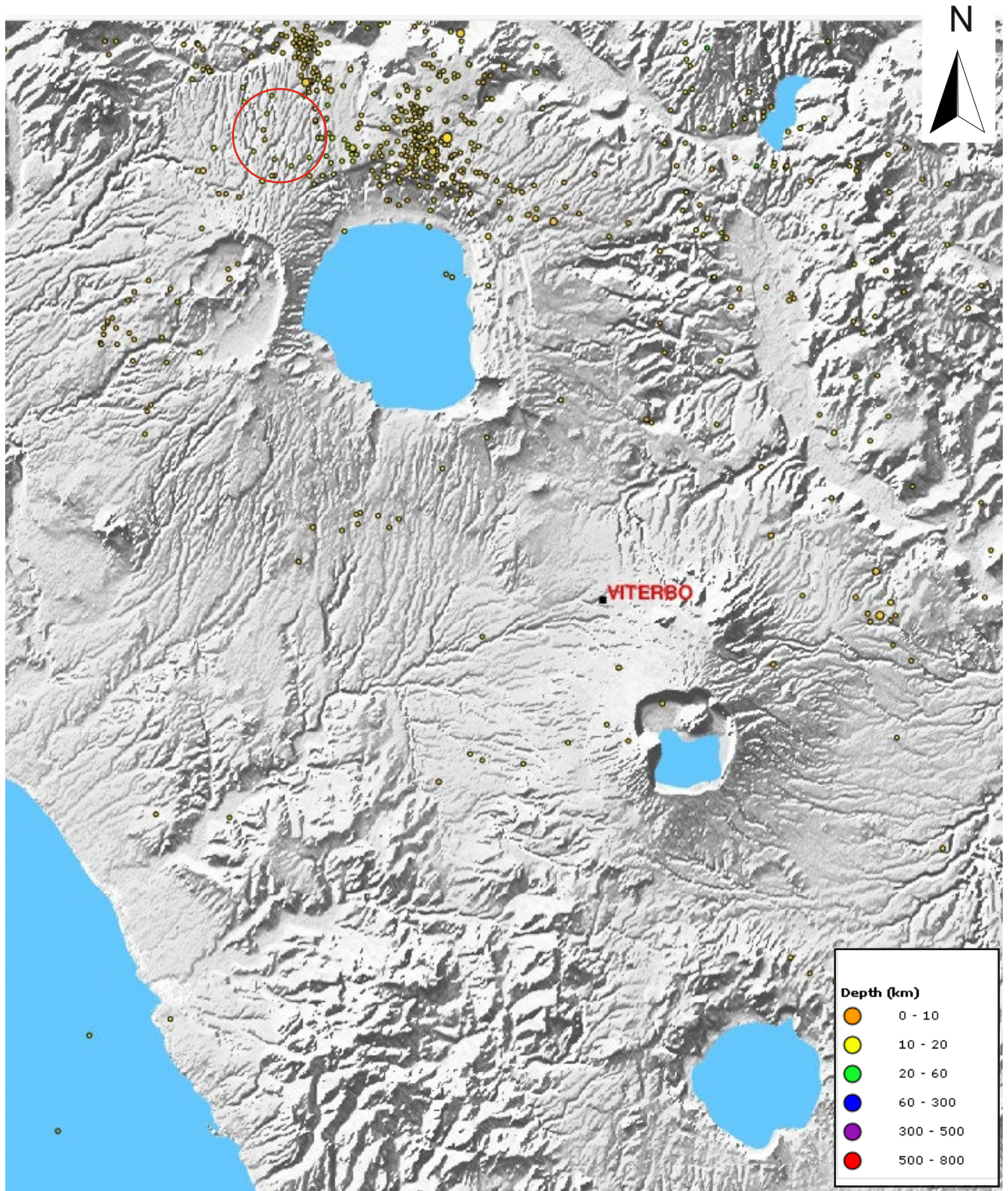
Sito WTG ON04

CARTA DEI VALORI DI PERICOLOSITA' SISMICA DEL TERRITORIO
(rif. Ordinanza PCM 3519 del 28/04/06)
Espressi in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza > 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800\text{m/s}$)



COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON04

CARTA DELLA SISMICITA' STRUMENTALE
(Sismicità registrata nel periodo 2000-2018)
Fonte dei dati: Progetto ISIDE <http://iside.rm.ingv.it/>)

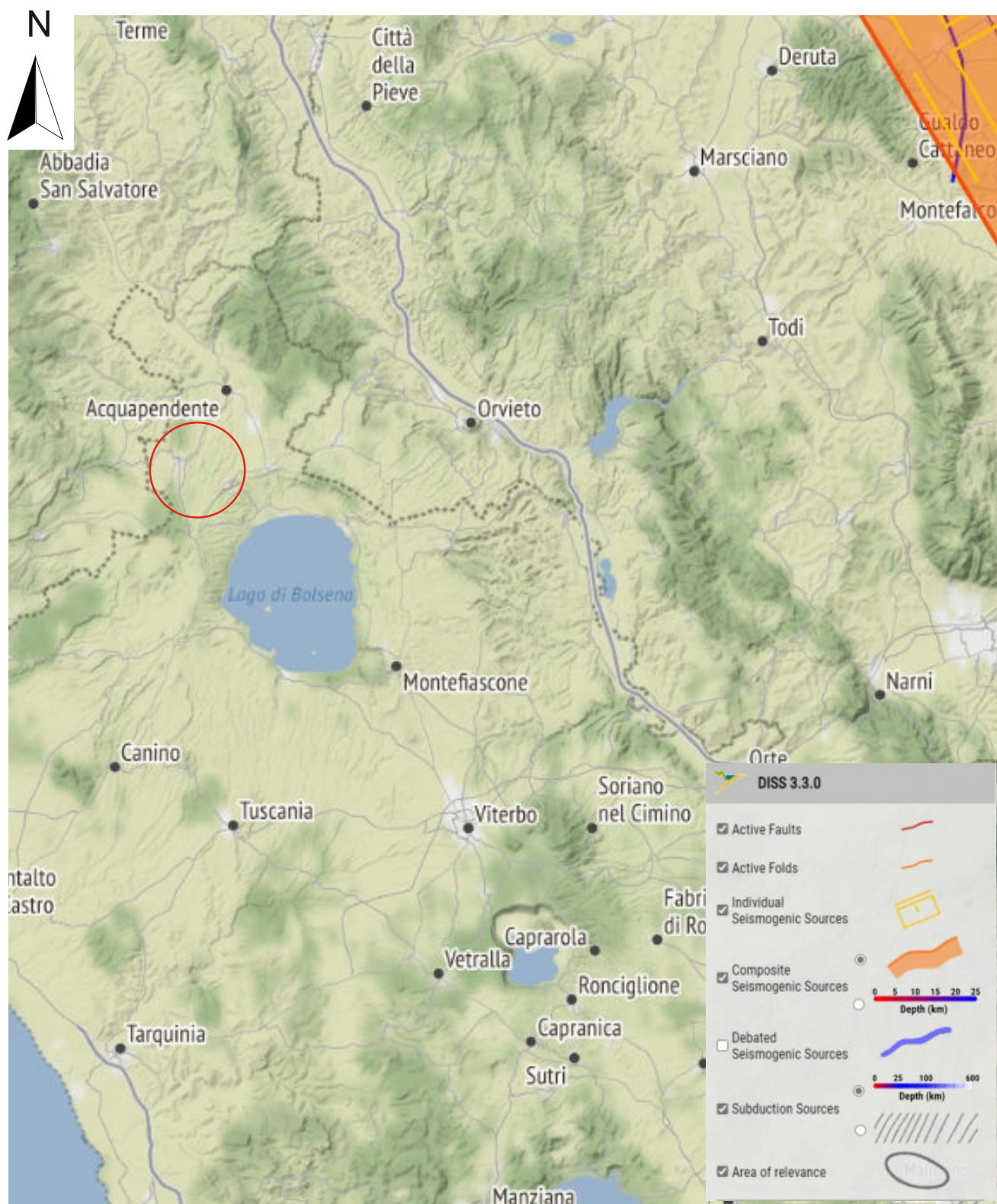


COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON04

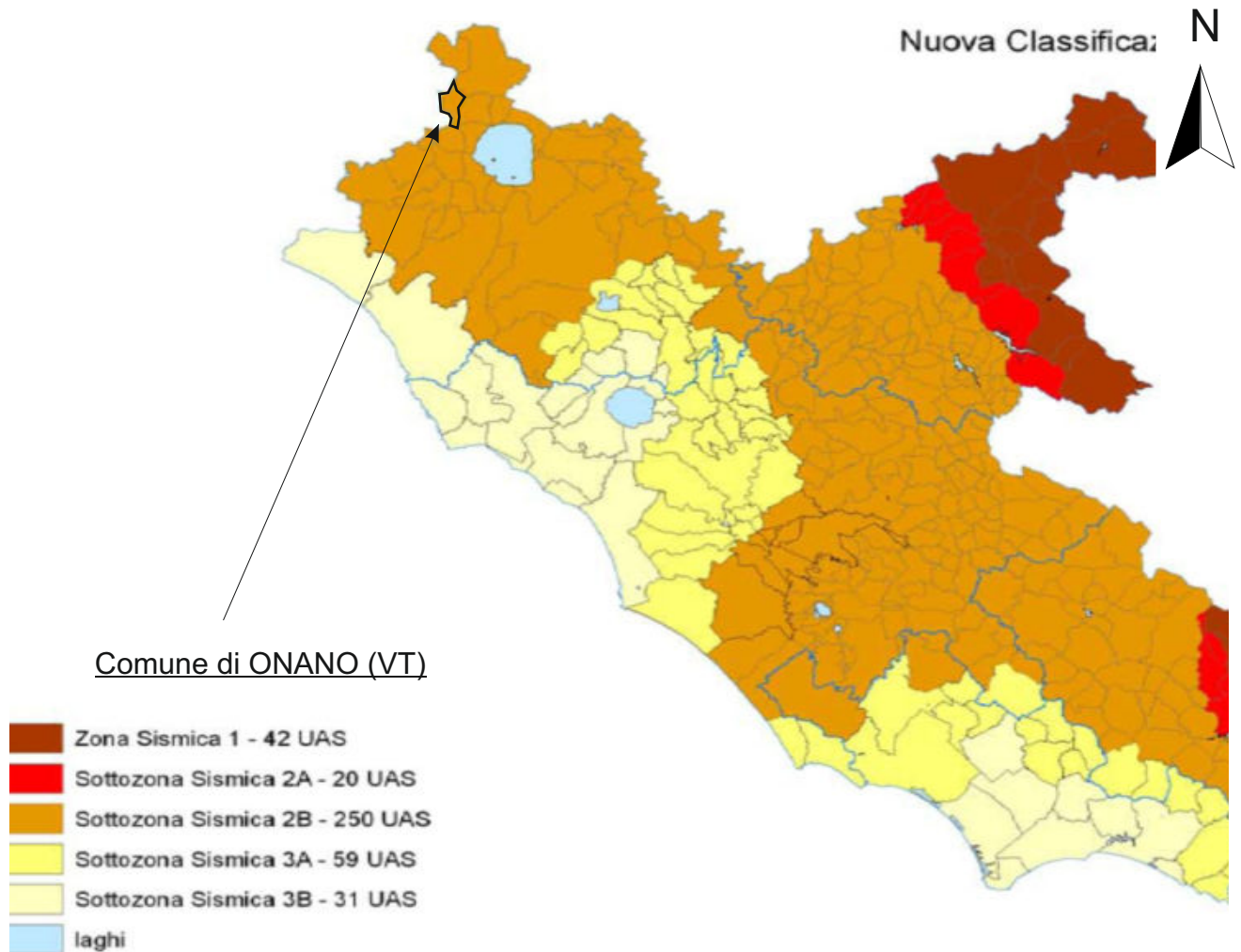
CARTA DELLA SISMICITA' STORICA, STRUMENTALE E DELLE STRUTTURE SISMOGENETICHE


Dati disponibili on-line: http://diss.rm.ingv.it/GFMaplet3_INGV/GFMaplet/Default



COMUNE di ONANO (VT)
Siti WTG ON07 e WTG ON10

CARTA CLASSIFICAZIONE SISMICA
Ordinanza P.C.M. 3519 del 28/04/06 e con recepimento
delle variazioni operate dalla D.G.R. 387 del 22/05/2009

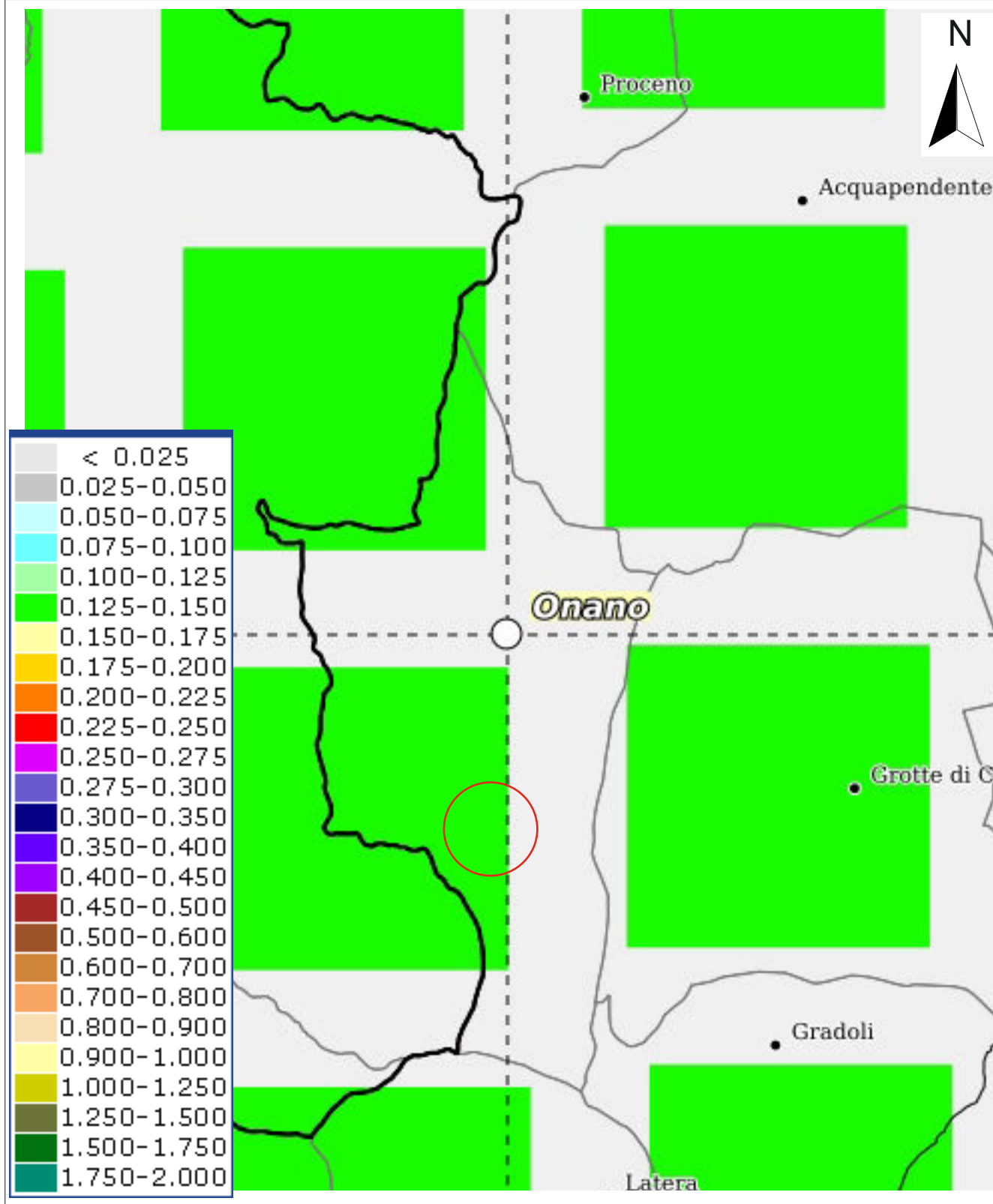


 Limiti comunali dell'area di studio

0 15 30 60 90 120 Km

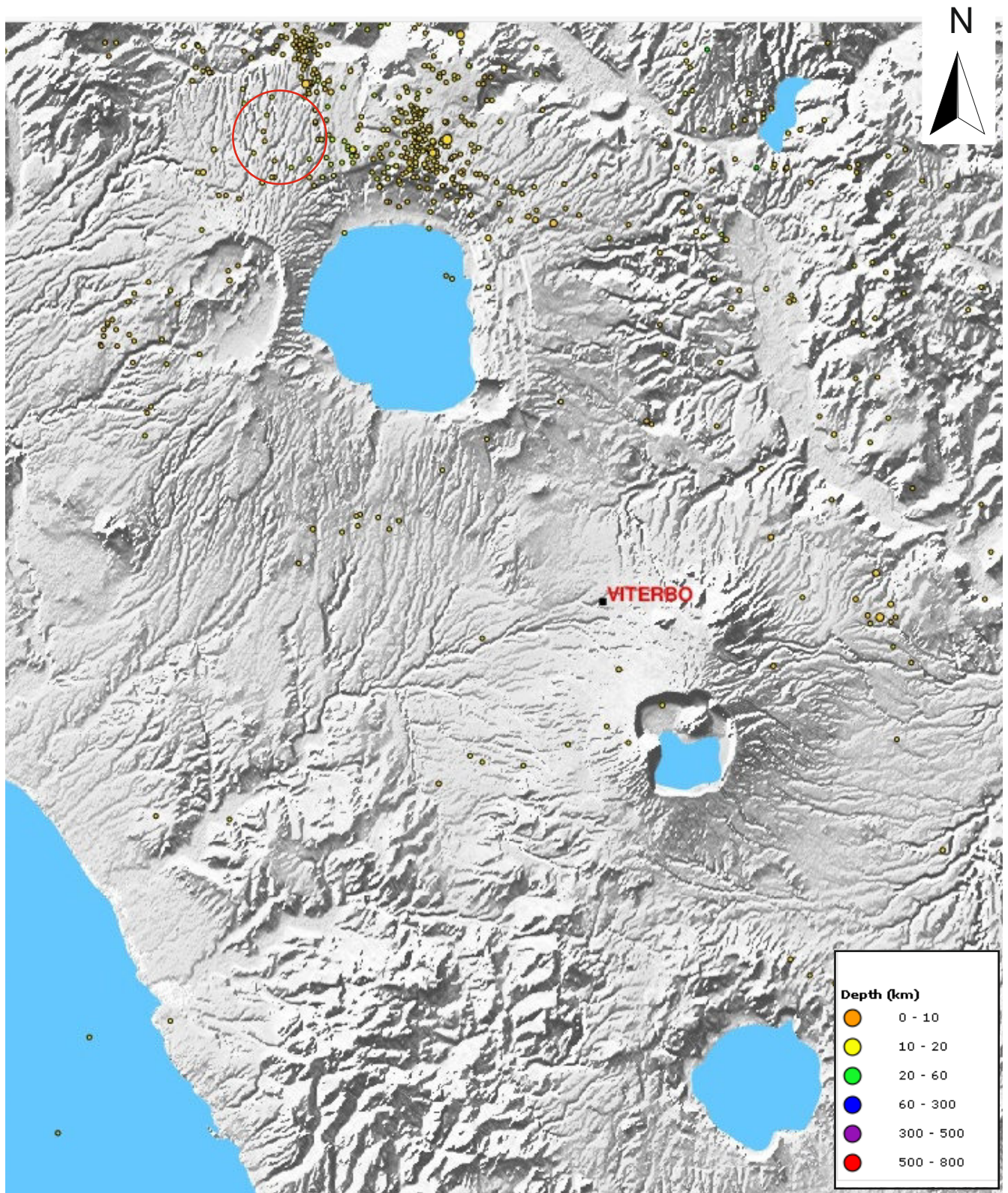
COMUNE di ONANO (VT)
Siti WTG ON07 e WTG ON10

CARTA DEI VALORI DI PERICOLOSITA' SISMICA DEL TERRITORIO
(rif. Ordinanza PCM 3519 del 28/04/06)
Espressi in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza > 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800\text{m/s}$)



COMUNE di ONANO (VT)
Siti WTG ON07 e WTG ON10

CARTA DELLA SISMICITA' STRUMENTALE
(Sismicità registrata nel periodo 2000-2018)
Fonte dei dati: Progetto ISIDE <http://iside.rm.ingv.it/>)

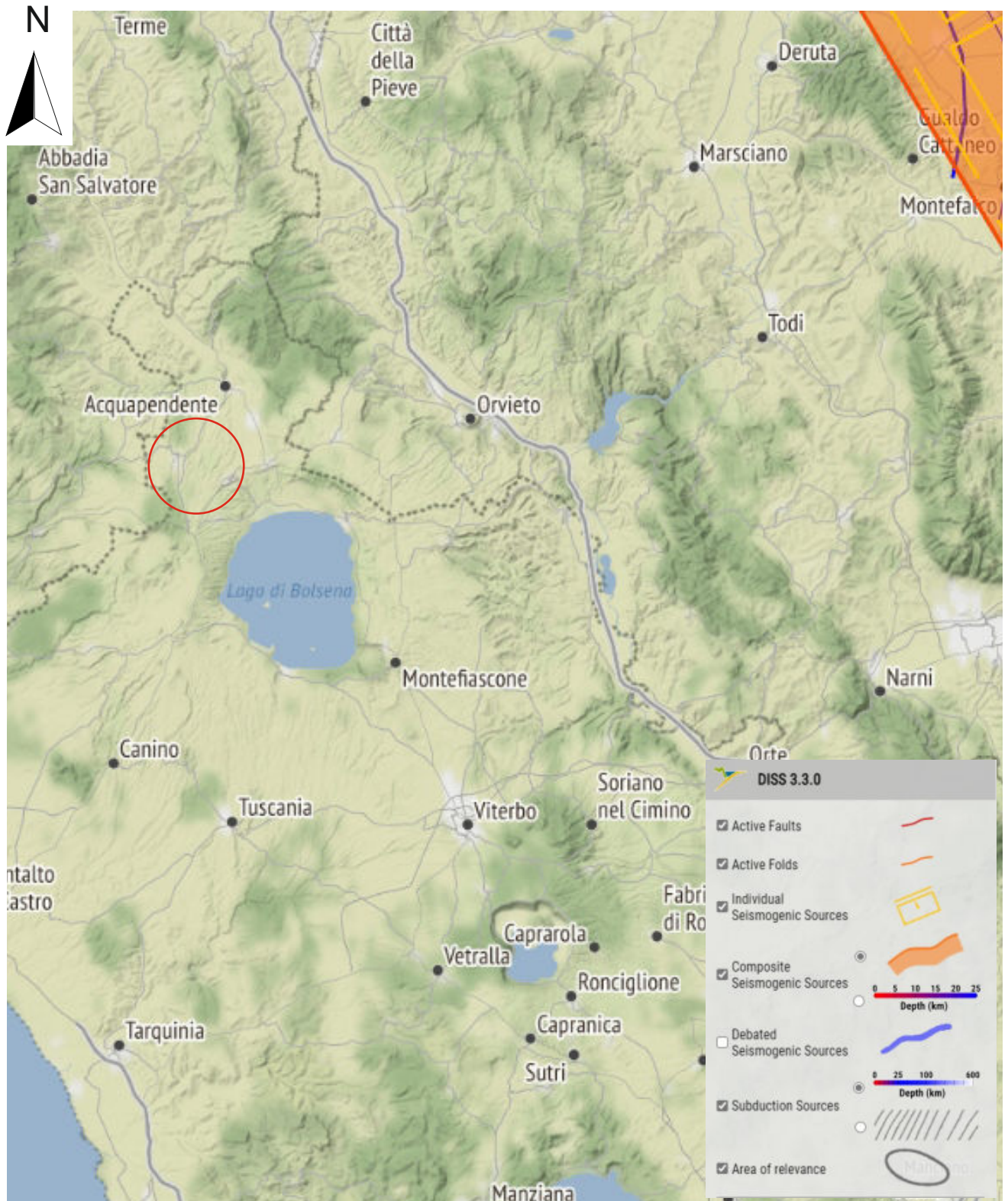


COMUNE di ONANO (VT)

Siti WTG ON07 e WTG ON10

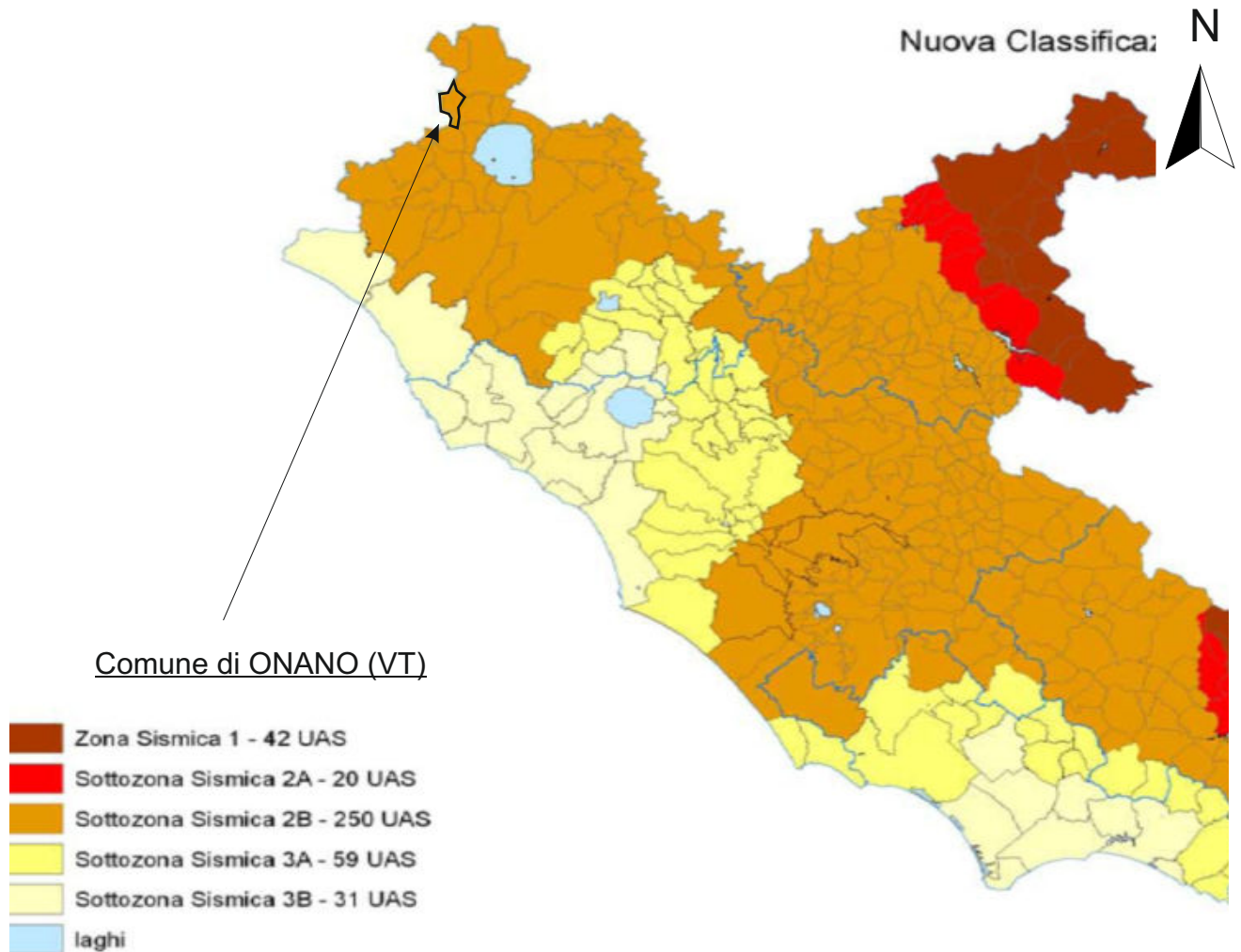
CARTA DELLA SISMICITA' STORICA, STRUMENTALE E DELLE STRUTTURE SISMOGENETICHE


Dati disponibili on-line: http://diss.rm.ingv.it/GFMaplet3_INGV/GFMaplet/Default



COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON09

CARTA CLASSIFICAZIONE SISMICA
Ordinanza P.C.M. 3519 del 28/04/06 e con recepimento
delle variazioni operate dalla D.G.R. 387 del 22/05/2009

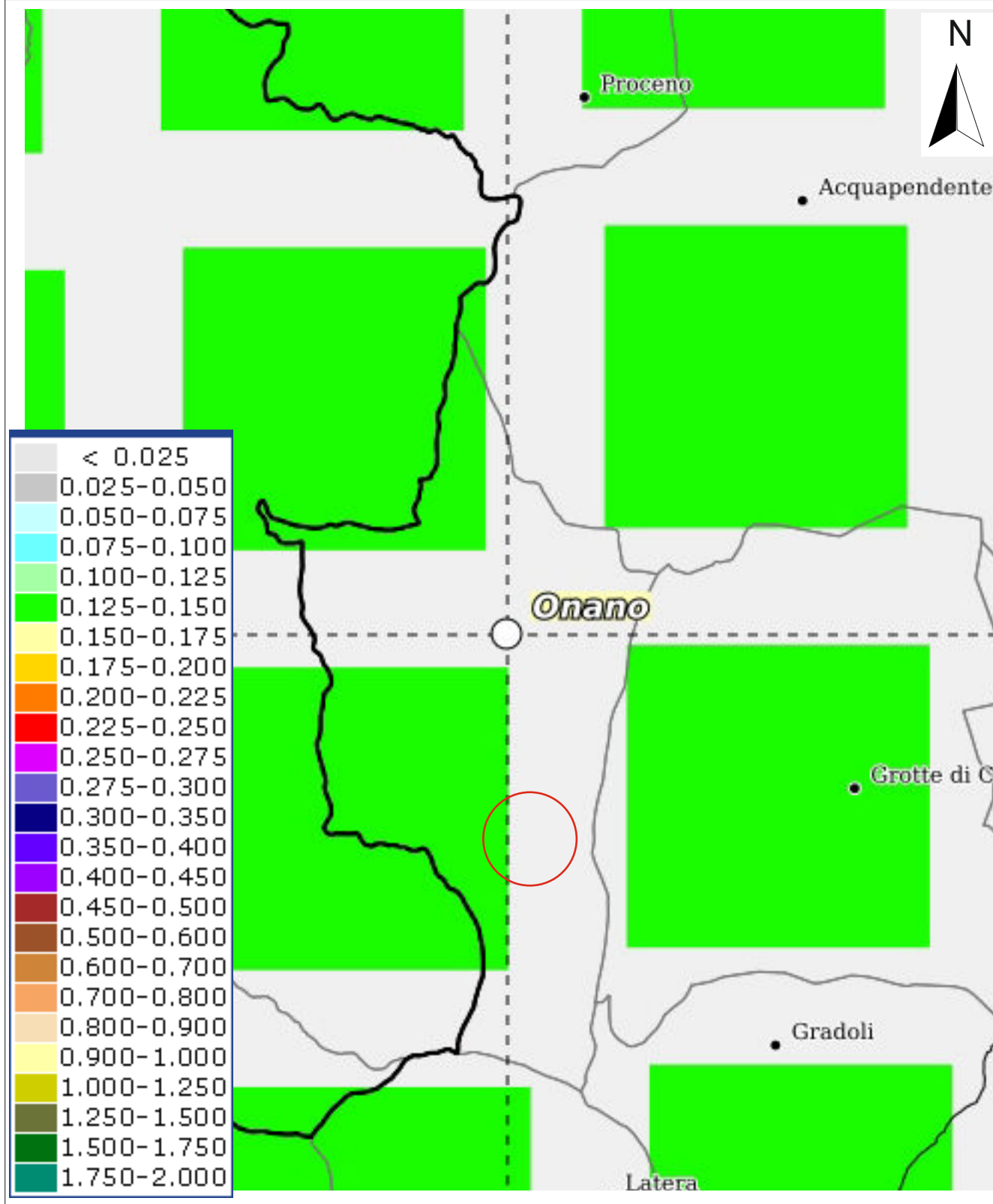


 Limiti comunali dell'area di studio

0 15 30 60 90 120 Km

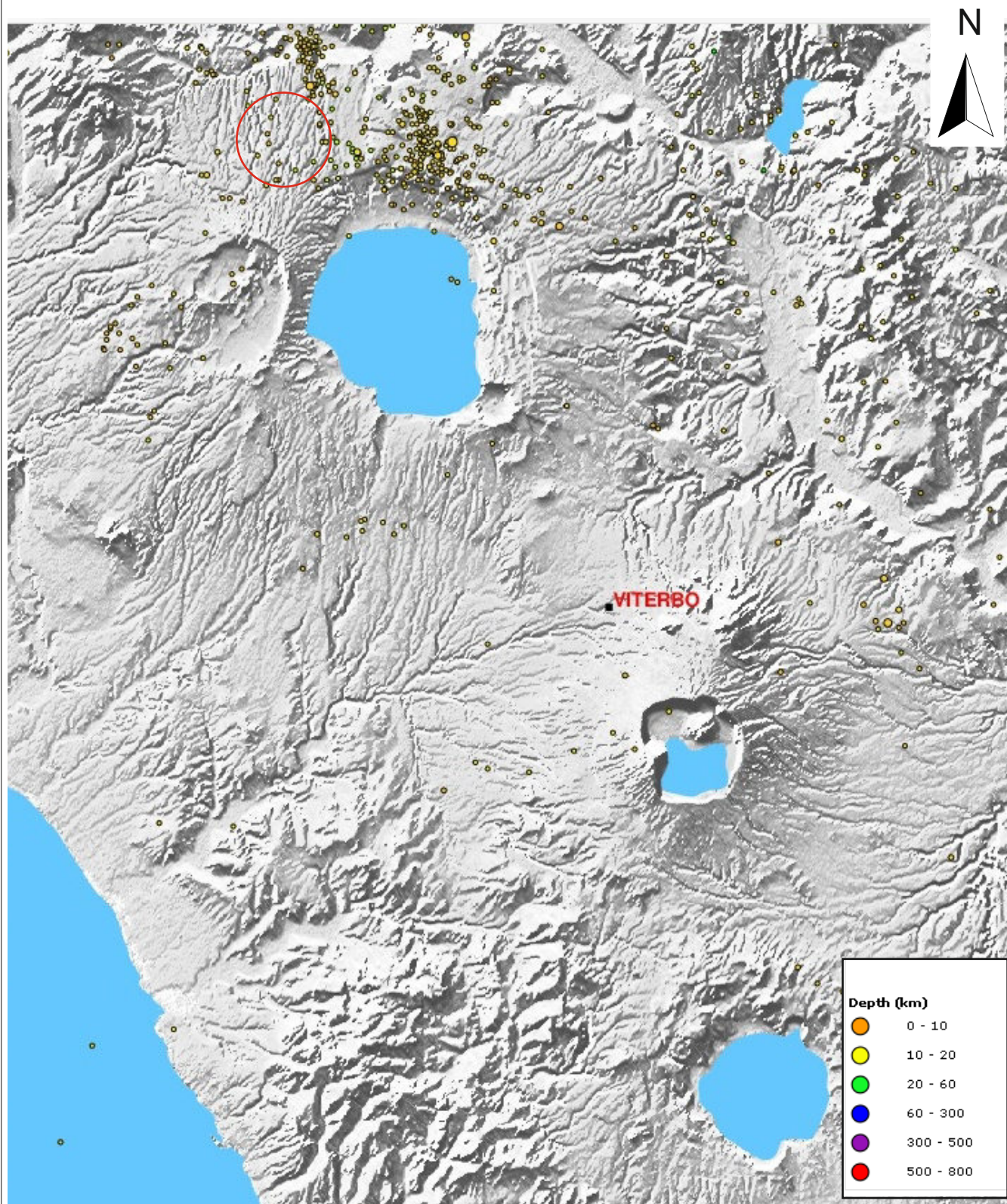
COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON09

CARTA DEI VALORI DI PERICOLOSITA' SISMICA DEL TERRITORIO
(rif. Ordinanza PCM 3519 del 28/04/06)
Espressi in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza > 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800\text{m/s}$)



COMUNE di ONANO (VT)
Sito WTG ON09

CARTA DELLA SISMICITA' STRUMENTALE
(Sismicità registrata nel periodo 2000-2018)
Fonte dei dati: Progetto ISIDE <http://iside.rm.ingv.it/>)

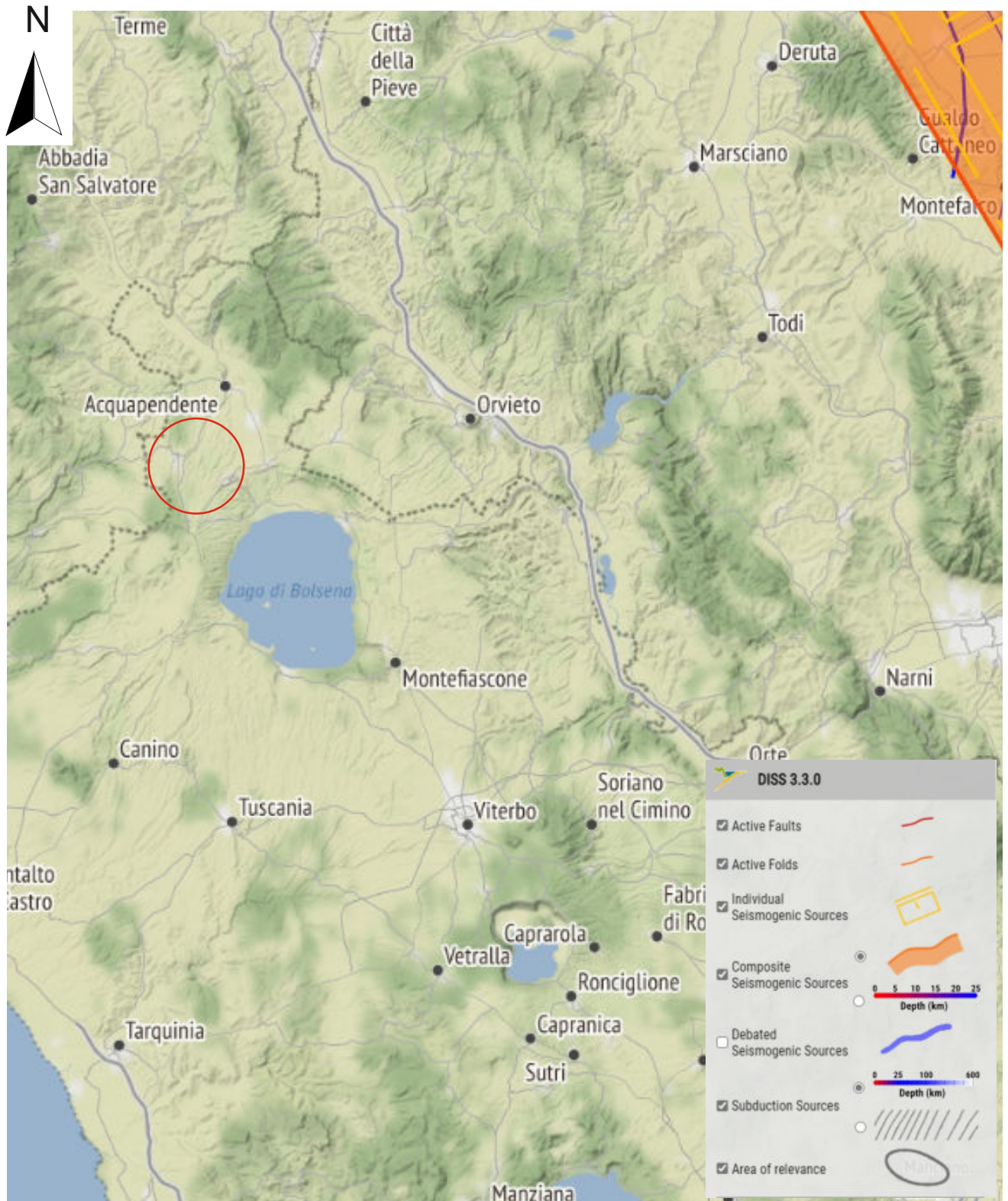


COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON09

CARTA DELLA SISMICITA' STORICA, STRUMENTALE E DELLE STRUTTURE SISMOGENETICHE

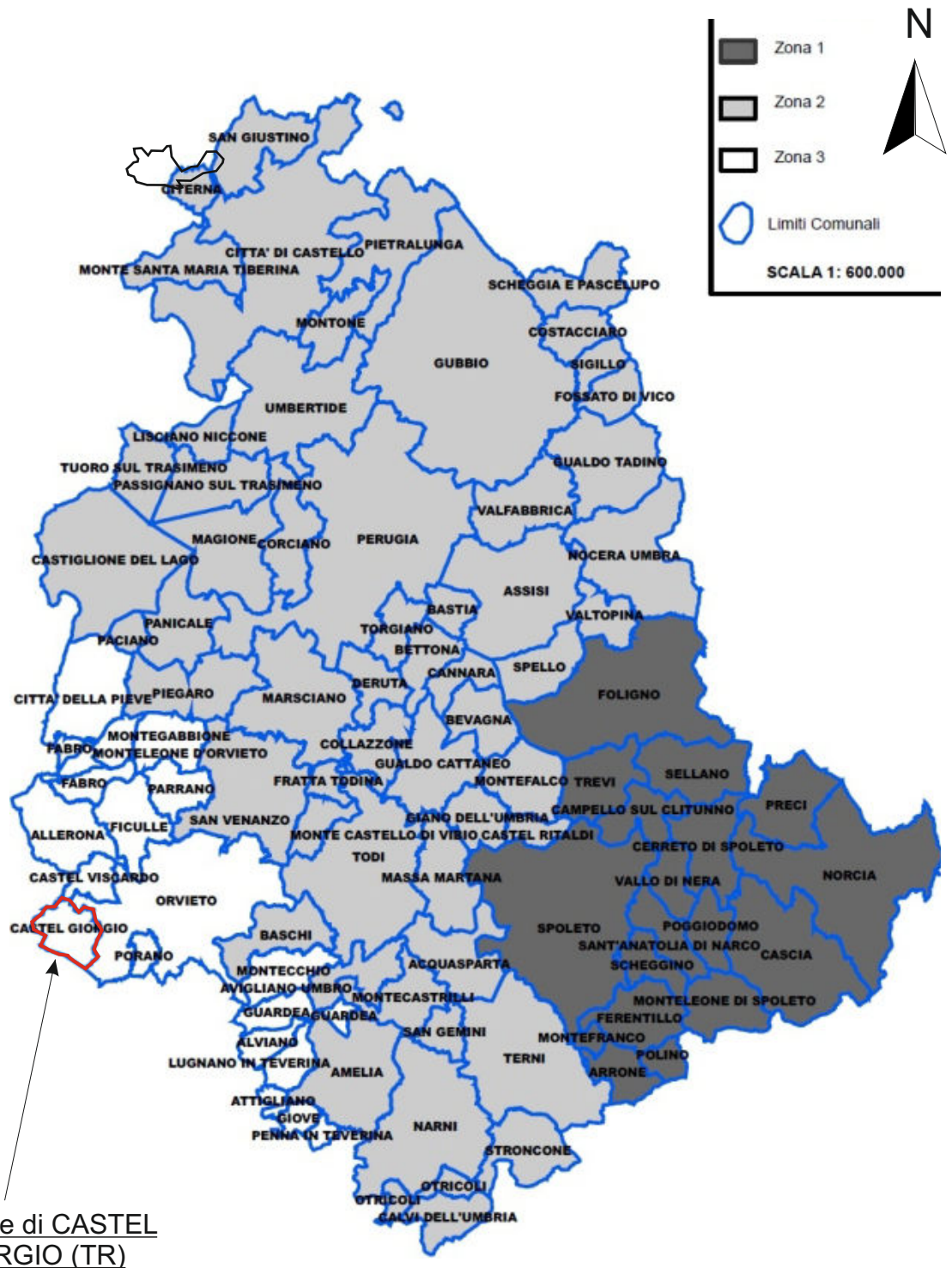
Dati disponibili on-line: http://diss.rm.ingv.it/GFMaplet3_INGV/GFMaplet/Default




COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)

Sito SE

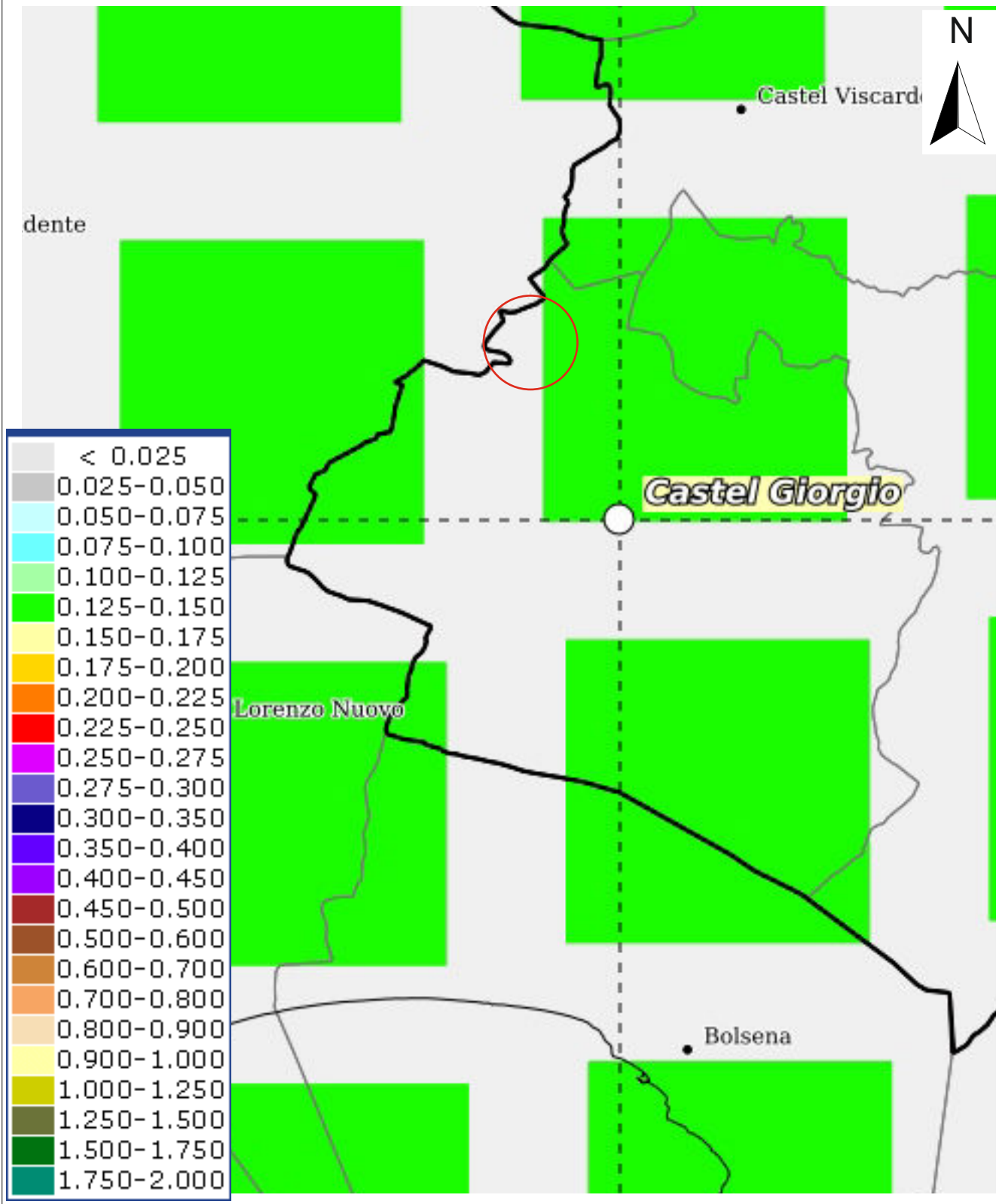
CARTA CLASSIFICAZIONE SISMICA
Ordinanza P.C.M. 3519 del 28/04/06 e con recepimento
delle variazioni operate dalla D.G.R. 1112 del 18/09/2012



 Limiti comunali dell'area di studio

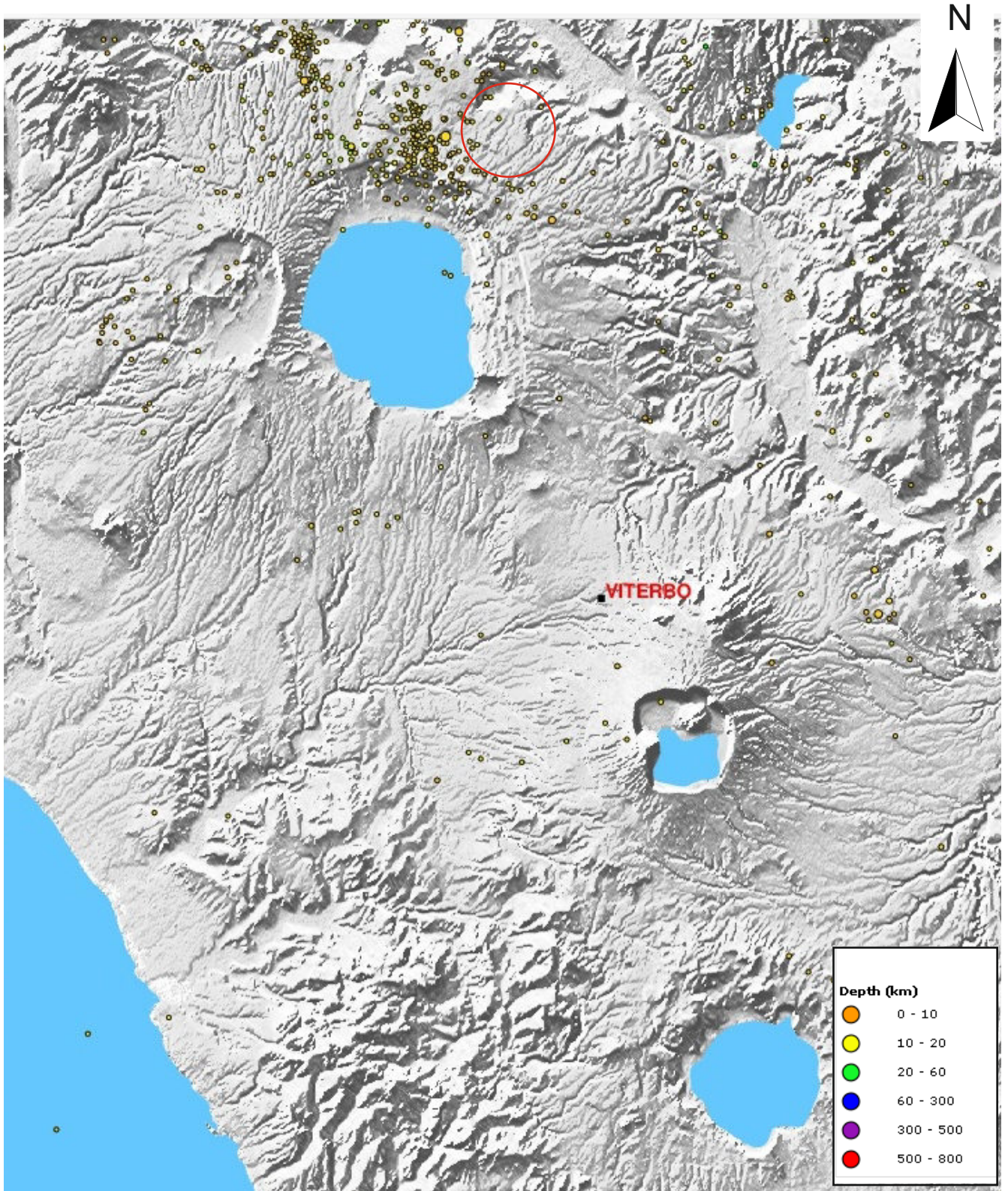
COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)
Sito SE

CARTA DEI VALORI DI PERICOLOSITA' SISMICA DEL TERRITORIO
(rif. Ordinanza PCM 3519 del 28/04/06)
Espressi in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza > 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800\text{m/s}$)



COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)
Sito SE

CARTA DELLA SISMICITA' STRUMENTALE
(Sismicità registrata nel periodo 2000-2018)
Fonte dei dati: Progetto ISIDE <http://iside.rm.ingv.it/>)

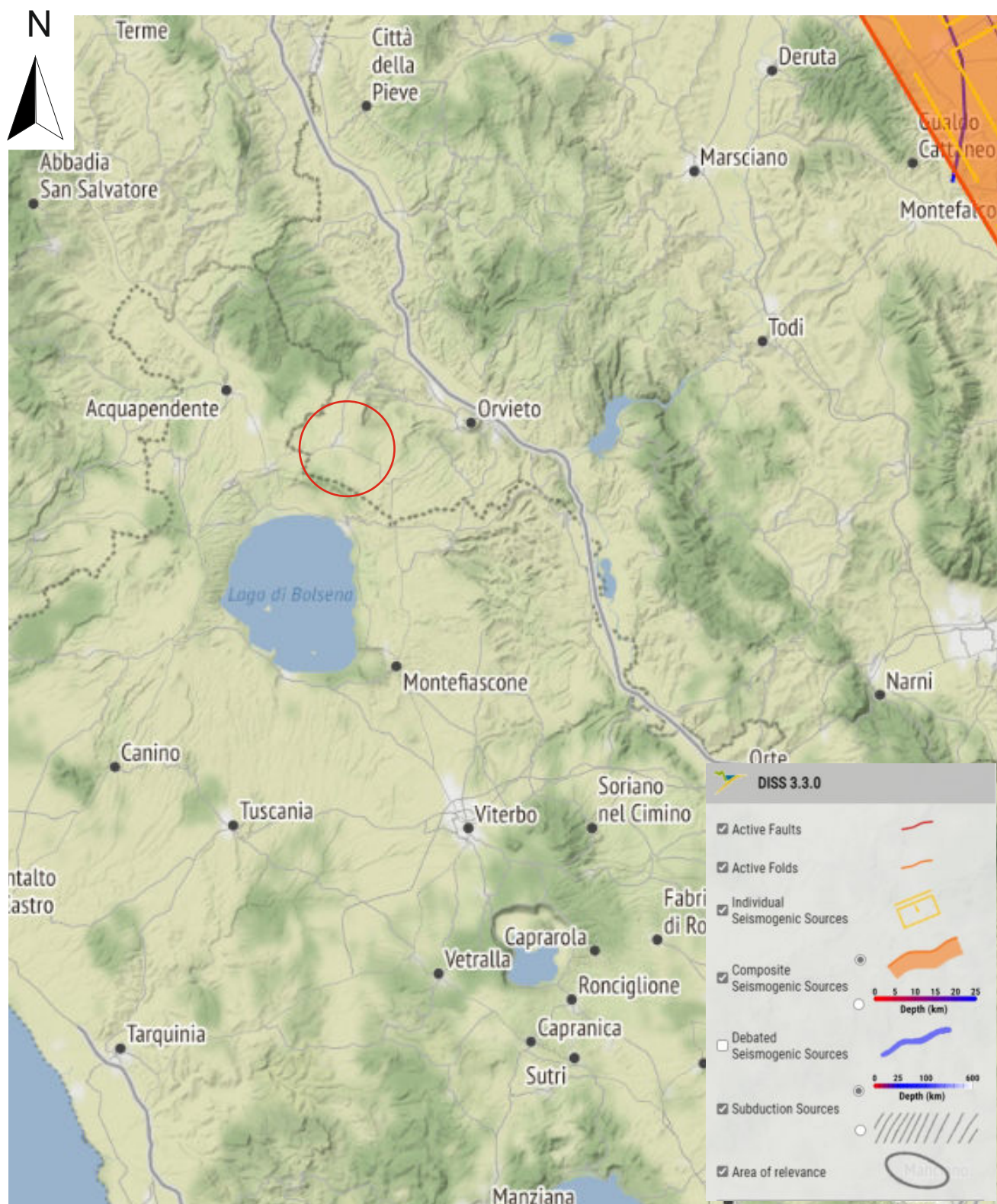


COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)

Sito SE

CARTA DELLA SISMICITA' STORICA, STRUMENTALE E DELLE STRUTTURE SISMOGENETICHE

Dati disponibili on-line: http://diss.rm.ingv.it/GFMaplet3_INGV/GFMaplet/Default



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON01

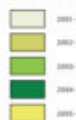
CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Stralcio Carta Microzonazione sismica di 1° Livello - U.A.S. di Onano
Scala 1:10.000



Legenda

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Zone suscettibili di instabilità



Forme di superficie e sepolte



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI PER EFFETTI STRUTTURALI



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI PER EFFETTI STRUTTURALI E TORSIONALI



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON02

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Stralcio Carta Microzonazione sismica di 1° Livello - U.A.S. di Onano
Scala 1:10.000



Legenda

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- 2001 - S41
- 2002 - S42
- 2003 - S43
- 2004 - S44
- 2005 - S45

Zone suscettibili di instabilità

- 3010 - Instabilità di versante: matrice da P40 T4000
- 3011 - Instabilità di versante: matrice da P40 T4000

Forme di superficie e sepolte

- Misura di discontinuità e relativo valore della frequenza di occorrenza
- DTM di topografia morfologica (10-20 m)
- Contorno roccia

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI PER EFFETTI STRATIGRAFICI



1.1.1 Zone soggetta ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e argillosi, spesso in forte relazione con l'altitudine.



1.1.2 Zone soggetta ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi.



1.1.3 Zone soggetta ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e argillosi, spesso in forte relazione con l'altitudine.



1.1.4 Zone soggetta ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e argillosi, spesso in forte relazione con l'altitudine.



1.1.5 Zone soggetta ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e argillosi, spesso in forte relazione con l'altitudine.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI PER EFFETTI STRATIGRAFICI E TONNAGGIO



1.1.6 Zone soggetta ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e argillosi, spesso in forte relazione con l'altitudine.



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON04

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Stralcio Carta Microzonazione sismica di 1° Livello - U.A.S. di Onano
Scala 1:10.000



Legenda

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- 2001 - S41
- 2002 - S42
- 2003 - S43
- 2004 - S44
- 2005 - S45

Zone suscettibili di instabilità

- 3010 - Instabilità di versante: matrice da P40 T4000
- 3011 - Instabilità di versante: matrice da P40 T4000

Forme di superficie e sepolte

- Misura di discontinuità e relativo valore della frequenza di occorrenza
- DTM di topografia morfologica (10-20 m)
- Contorno roccia

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI PER EFFETTI STRATIGRAFICI



S41

Una amplificazione locale si verifica in zone stabili di matrice, derivata dalla stratificazione dei depositi sedimentari e dall'azione di un tempo lungo (fino a 1000 anni).



S42

Una amplificazione locale si verifica in zone stabili di matrice, derivata dalla stratificazione dei depositi sedimentari.



S43

Una amplificazione locale si verifica in zone stabili di matrice, derivata dalla stratificazione dei depositi sedimentari.



S44

Una amplificazione locale si verifica in zone stabili di matrice, derivata dalla stratificazione dei depositi sedimentari.



S45

Una amplificazione locale si verifica in zone stabili di matrice, derivata dalla stratificazione dei depositi sedimentari.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI PER EFFETTI STRATIGRAFICI E TONNAGE



S46

Una amplificazione locale si verifica in zone stabili di matrice, derivata dalla stratificazione dei depositi sedimentari.



COMUNE di ONANO (VT)

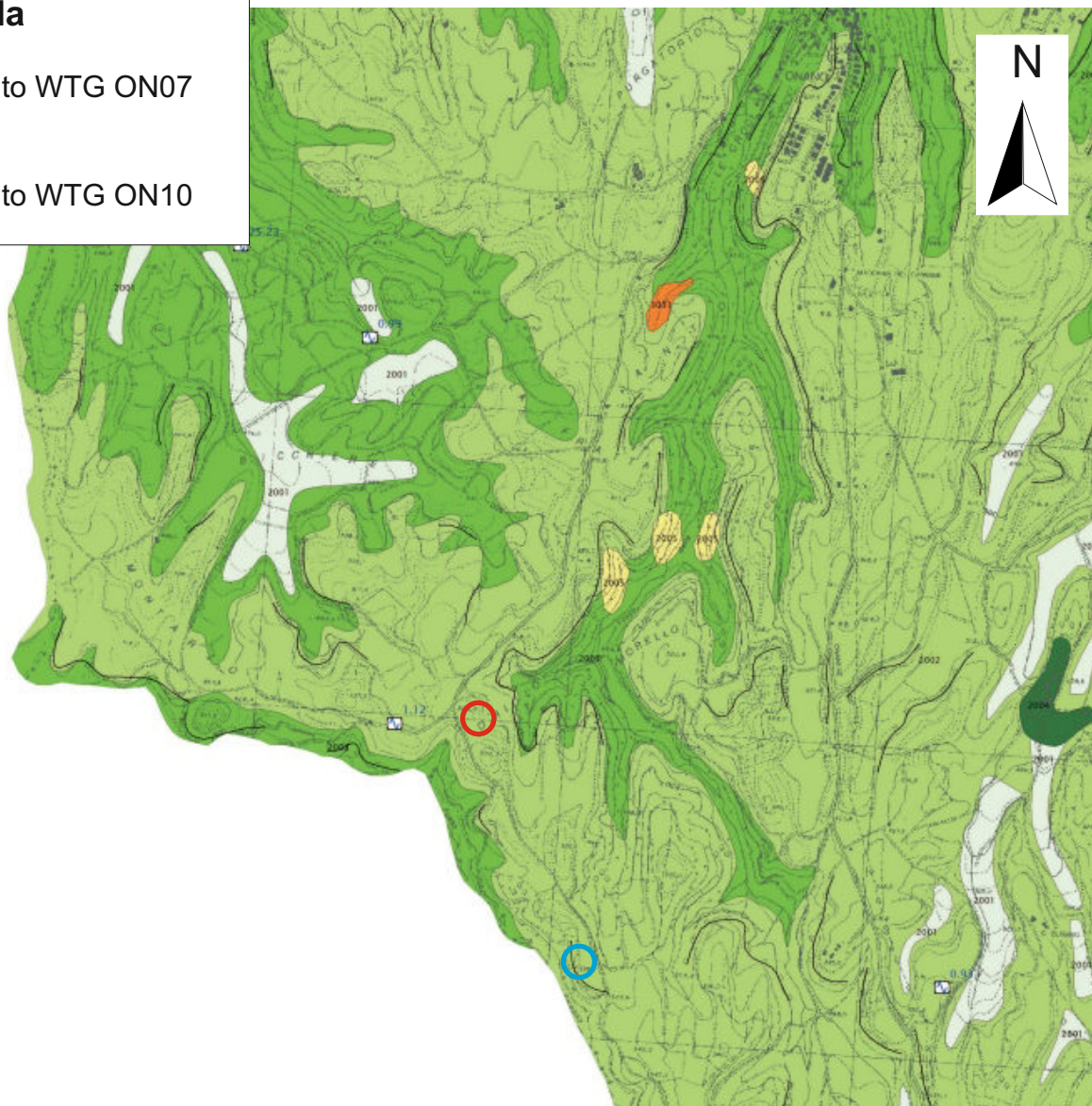
Siti WTG ON07 e WTG ON10

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Stralcio Carta Microzonazione sismica di 1° Livello - U.A.S. di Onano
Scala 1:10.000






Legenda

-  Sito WTG ON07
-  Sito WTG ON10



Legenda

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

-  2001 - S41
-  2002 - S42
-  2003 - S43
-  2004 - S44
-  2005 - S45

Zone suscettibili di instabilità

-  S41a - Instabilità di versante: matrice da P40 T40a01
-  S41b - Instabilità di versante: matrice da P40 T40a02

Forme di superficie e sepolte

-  Mura di interruzione a sezione variabile della Frequenza di risonanza
-  Dini di scarpata morfologica (10-20 m)
-  Rischio sismico

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI PER EFFETTI STRATIGRAFICI



1.1.1a Zone stabili ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e limosi (matrice da P40 T40a01 e P40 T40a02).

1.1.1b Zone stabili ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi.



1.1.1c Zone stabili ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi.

1.1.1d Zone stabili ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e limosi (matrice da P40 T40a01 e P40 T40a02).



1.1.1e Zone stabili ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e limosi (matrice da P40 T40a01 e P40 T40a02).

1.1.1f Zone stabili ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e limosi (matrice da P40 T40a01 e P40 T40a02).



1.1.1g Zone stabili ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e limosi (matrice da P40 T40a01 e P40 T40a02).

1.1.1h Zone stabili ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e limosi (matrice da P40 T40a01 e P40 T40a02).



1.1.1i Zone stabili ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e limosi (matrice da P40 T40a01 e P40 T40a02).

1.1.1j Zone stabili ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e limosi (matrice da P40 T40a01 e P40 T40a02).

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI PER EFFETTI STRATIGRAFICI E TONNAGGIO



1.1.2a Zone stabili ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e limosi (matrice da P40 T40a01 e P40 T40a02).

1.1.2b Zone stabili ad amplificazione ad elevato grado di elasticità, derivata dalla stratificazione dei depositi sabbiosi e limosi (matrice da P40 T40a01 e P40 T40a02).

500 m

0



COMUNE di ONANO (VT)

Sito WTG ON09

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Stralcio Carta Microzonazione sismica di 1° Livello - U.A.S. di Onano

Scala 1:10.000



Legenda

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- 2001-S01
- 2001-S02
- 2001-S03
- 2001-S04
- 2001-S05

Zone suscettibili di instabilità

- 2001-S06 - Instabilità di versante: matrice da P40 T4000
- 2001-S07 - Instabilità di versante: matrice da P40 T4000

Forme di superficie e sepolte

Misura di discontinuità e relativo valore della frequenza di ricorrenza

Dati di recupero morfologico (10-20 m)

Boundary line

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI PER EFFETTI STRATIGRAFICI



2001-S01

Una amplificazione di ampiezza sismica ad elevato grado di attenuazione, derivante dalla amplificazione dei depositi sabbiosi e dall'effetto massa e di tempo (frequenza) delle vibrazioni.



2001-S02

Una amplificazione di ampiezza sismica ad elevato grado di attenuazione, derivante dalla amplificazione dei depositi sabbiosi.



2001-S03

Una amplificazione di ampiezza sismica ad elevato grado di attenuazione, derivante dalla amplificazione dei depositi sabbiosi.



2001-S04

Una amplificazione di ampiezza sismica ad elevato grado di attenuazione, derivante dalla amplificazione dei depositi sabbiosi.



2001-S05

Una amplificazione di ampiezza sismica ad elevato grado di attenuazione, derivante dalla amplificazione dei depositi sabbiosi.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI PER EFFETTI STRATIGRAFICI E TONNAGGIO

2001-S06

Instabilità di versante: matrice da P40 T4000

2001-S07

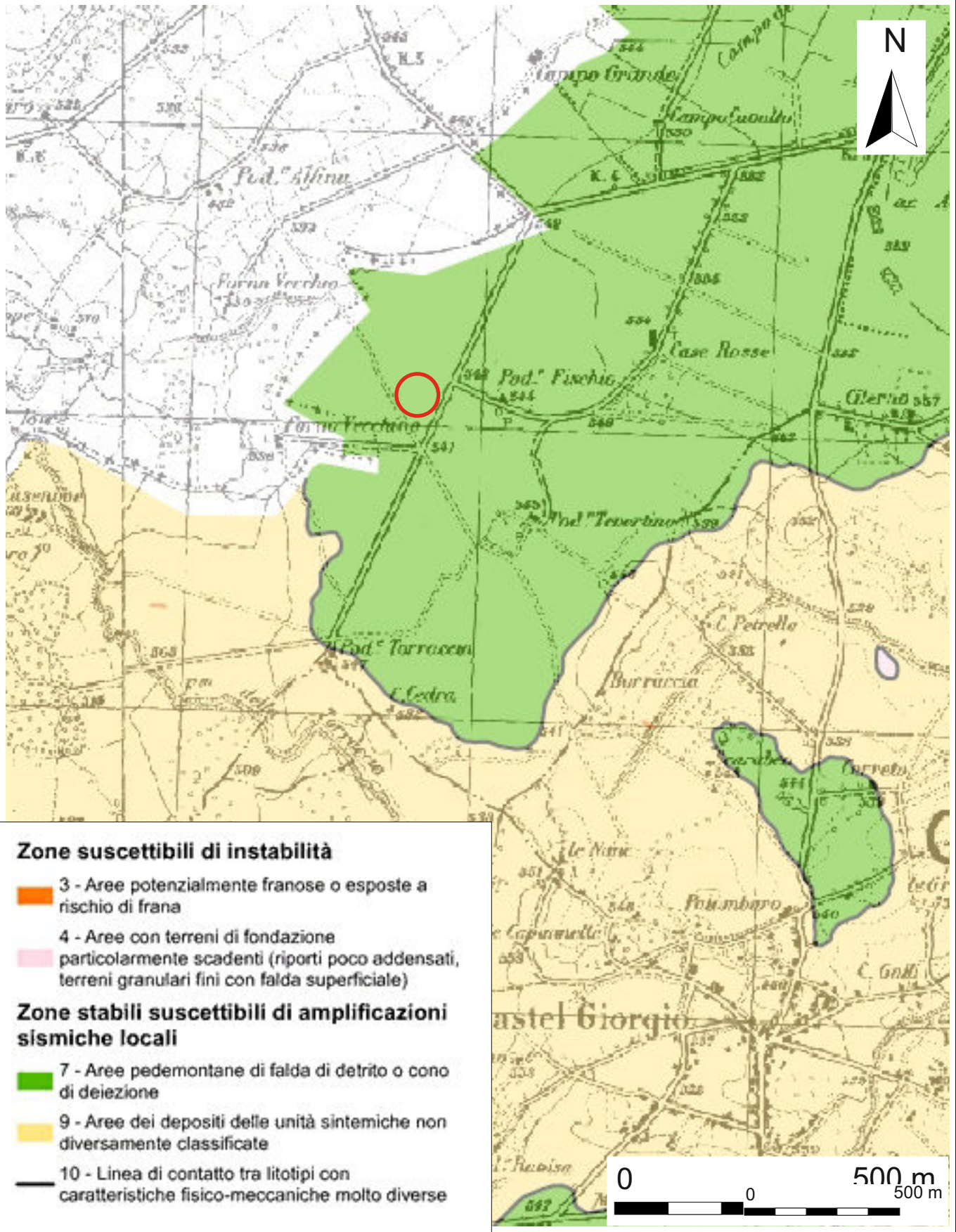
Instabilità di versante: matrice da P40 T4000



COMUNE di CASTEL GIORGIO (TR)

Sito SE

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA
Stralcio Carta Microzonazione sismica di 1° Livello - U.A.S. di Castel Giorgio
Scala 1:25.000



8. Indagini in situ

8.1. Prove geotecniche in situ

8.1.1. Prove penetrometriche dinamiche DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Al fine di caratterizzare a livello geotecnico i terreni al sedime dei siti d'indagine WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09 e WTG ON10, sono state interpretate le risultanze di una campagna di indagini geognostiche che ha previsto l'esecuzione di n. 5 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH, denominate P1, P2, P3, P4 e P5, ubicate come da stralci allegati in precedenza.

Il penetrometro dinamico cingolato utilizzato, Modello Pagani TG-63-200 ISM.C, secondo la classificazione ISSMFE del 1988 appartiene al tipo Superpesante (DPSH), ovvero con massa battente di massa $M > 60$ kg.

Si allega il certificato di conformità dello strumento alle direttive europee.

Il modello consente l'infissione di aste di acciaio di diametro $\varnothing = 3,60$ cm, lunghezza 100 cm e peso 6.00 Kg cadauna; il maglio di battuta, del peso di 63,50 Kg, prevede un'altezza di caduta fissa di 75 cm; al termine dell'ultima asta è montata una punta conica, avente area $A = 20,43$ cmq ed angolo di apertura $\beta = 90^\circ$.

Tale penetrometro sviluppa un'energia specifica / colpo $Q = 11,66$ kg/cmq (per riferimento, una prova SPT sviluppa una QSPT = 7.83 kg/cmq); il coefficiente teorico di energia $\beta_t = Q / QSPT = 1.521$ (in teoria quindi NSPT = $\beta_t \times N$).

Sui tabulati allegati si riportano il numero dei colpi N per ogni 20 cm di avanzamento della batteria di aste, sia in veste analitica che grafica, ed i valori delle resistenze dinamiche di rottura alla punta con la profondità in Kg/cm², calcolate ricorrendo alla formula olandese ricordata sul prospetto riepilogativo iniziale.

Sono infine stati correlati i dati ottenuti elaborando sia un prospetto statistico che un'interpretazione geomeccanica; ciò ha permesso di ricostruire la serie litotecnica, con le rispettive caratteristiche e le indicazioni dei valori di resistenza dinamica corrispondenti ad una prova SPT.

Le colonne litotecniche dei test consentono un'interpretazione ed una definizione abbastanza affidabile della sequenza litologica e geomeccanica locale.

Durante l'esecuzione della campagna geognostica sono state scattate alcune fotografie, riportate nella apposita sezione in allegato (rif. Documentazione fotografica).

Le prove eseguite sono state spinte fino ad una profondità tale da permettere la caratterizzazione geotecnica del volume significativo delle opere da realizzare.

8.2. Prove geofisiche

8.2.1. Stese sismiche MASW

Descrizione del metodo

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Ogni singolo geofono è collegato mediante un cavo bipolare che trasmette il segnale al sismografo, il segnale sismico viene così registrato, opportunamente amplificato, visualizzato sullo strumento e memorizzato per le successive elaborazioni ed interpretazioni.

Questa tipologia di prospezione è stata realizzata con n. 3 stendimenti sismici, denominati MASW1, MASW2 e MASW3 a 24 geofoni allineati rispettivamente ad una distanza intergeofonica di 1,0 m che hanno registrato le onde sismiche generate in corrispondenza di almeno 2 punti di energizzazione dislocati rispettivamente ad una distanza (offset) di 4,0 e 5,0 m dal primo geofono all'esterno dello stendimento ed in allineamento con i geofoni.

La distanza intergeofonica indicativamente rappresenta lo spessore minimo della discontinuità rilevabile.

La profondità massima di penetrazione, diversamente dalla sismica a rifrazione tradizionale, è determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e le sue

frequenze, quindi non dipende dalla geometria dello stendimento, ma dalle caratteristiche della successione litostratigrafia del terreno investigato.

Le acquisizioni sono state eseguite con diversi tempi di campionamento pari a 2.000 ms, 0.500 ms e 0.125 ms ed una durata di acquisizione di 2048 ms.

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale della PASI modello 16S24-U, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- capacità di campionamento dei segnali tra 125 μ s e 2 ms;
- filtri in post-acquisizione (50-60 Notch, 250LP)
- antialiasing: attivi, LPF, 8°ordine Butterworth;
- attenuazione -48dB/oct (-160dB/dec);
- $f_0=5/8f_{nyq}$; accuratezza $\pm 1\%$ freq.di taglio
- 24 bit con algoritmo proprietario
- 12 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;
- massa battente pesante di 8 Kg.

Per l'elaborazione del profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio), è stato utilizzato il software *winMASW della ELIOSOFT srl*.

Elaborazione dei dati della MASW1

Il passo di campionamento con il quale sono stati registrati i sismogrammi è stato pari a 0.125 ms, 2 ms e 0.500 ms ed il sismogramma analizzato è quello con passo campionamento pari a 0.125 ms e offset pari a 4.0 metri di distanza dal primo geofono.

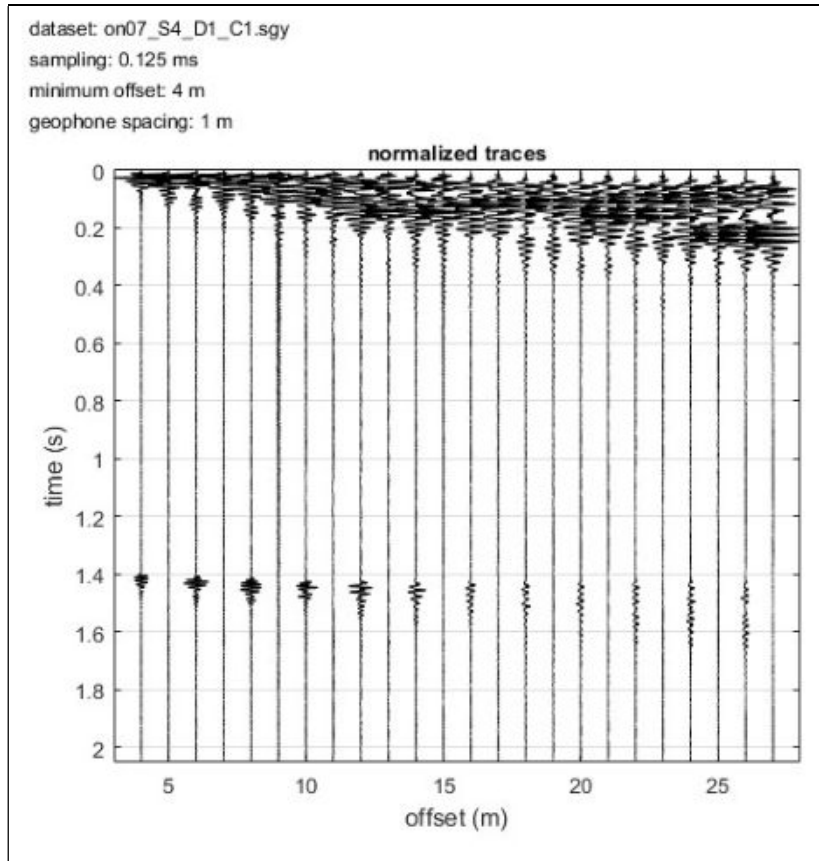


Figura 9 – Sismogramma della MASW1.

Dal sismogramma così ottenuto si è ricavato lo spettro delle velocità (diagramma velocità-frequenza) sul quale si individua la curva di dispersione (Figura 10).

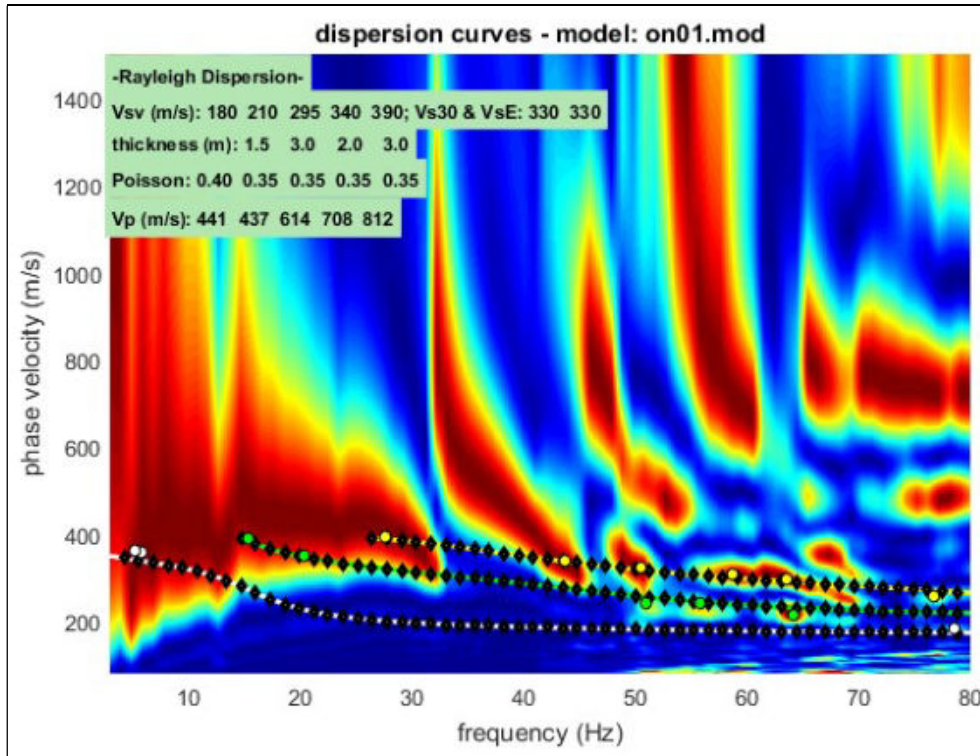


Figura 10 – Spettro di velocità della MASW1.

Nel paragrafo successivo si riportano i modelli sismo-stratigrafici calcolati evidenziando il modello “medio” e “migliore” con colori differenti (Figura 11).

Risultati della MASW1

Gli spettri di velocità ottenuti dalle varie acquisizioni si presentano tutti molto netti mostrando chiaramente il modo fondamentale (Figura 10).

Integrando e piccando i dataset acquisiti si osserva che la velocità di fase risulta dispersa nel piano velocità (m/s)-frequenza (Hz) in un intervallo di compreso tra 5 Hz e 80 Hz.

La corrispondente velocità di fase apparente è compresa, rispettivamente, tra 200 m/s e 400 m/s (Figura 10).

Per tale indagine si è proceduto sia con la modellazione diretta e sia con l'inversione della curva piccata.

I risultati esposti sono il frutto di una ricerca del modello migliore e coerente tra la distribuzione di energia nello spettro di velocità (dato sperimentale) e la curva di dispersione teorica del modello ipotizzato sulla base delle conoscenze geologico - geotecniche acquisite durante questo studio (Figura 11).

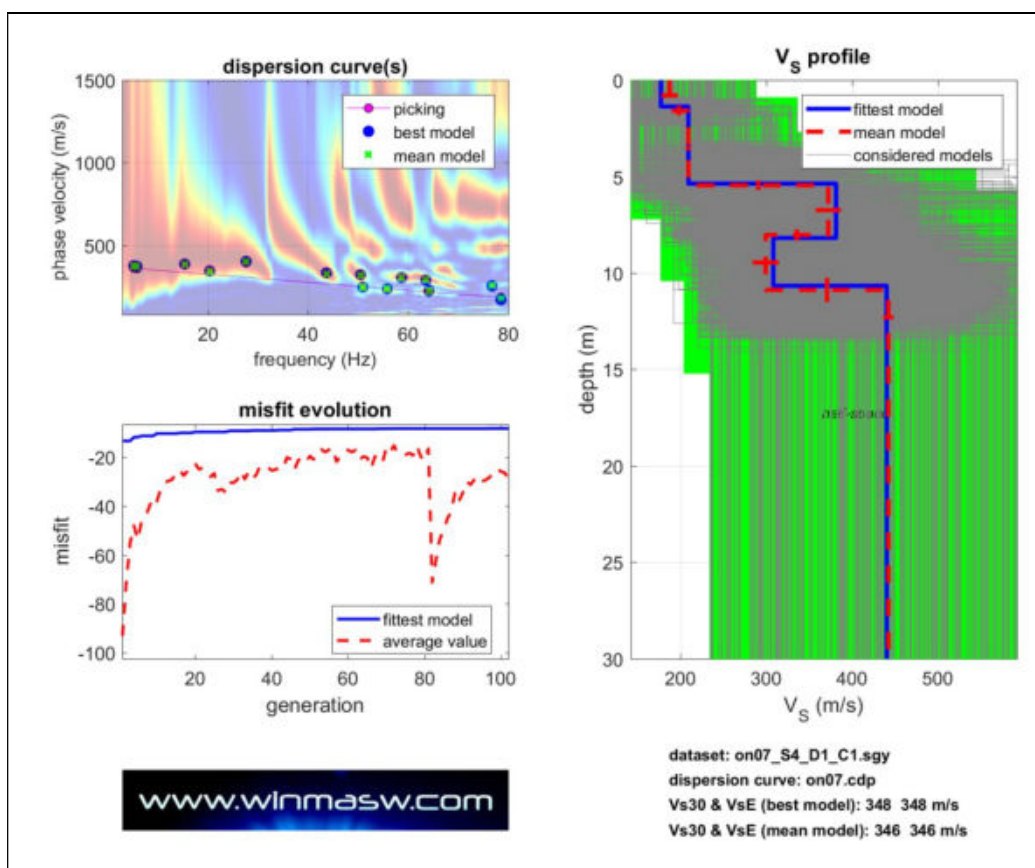


Figura 11 – Modelli di velocità calcolati per la MASW1.

La curva che meglio approssima i dati sperimentali, come già indicato nella figura n. 11, deriva da un profilo verticale delle onde S costituito da 5 sismo-strati, le cui caratteristiche geometriche e sismiche sono indicate nella figura successiva.

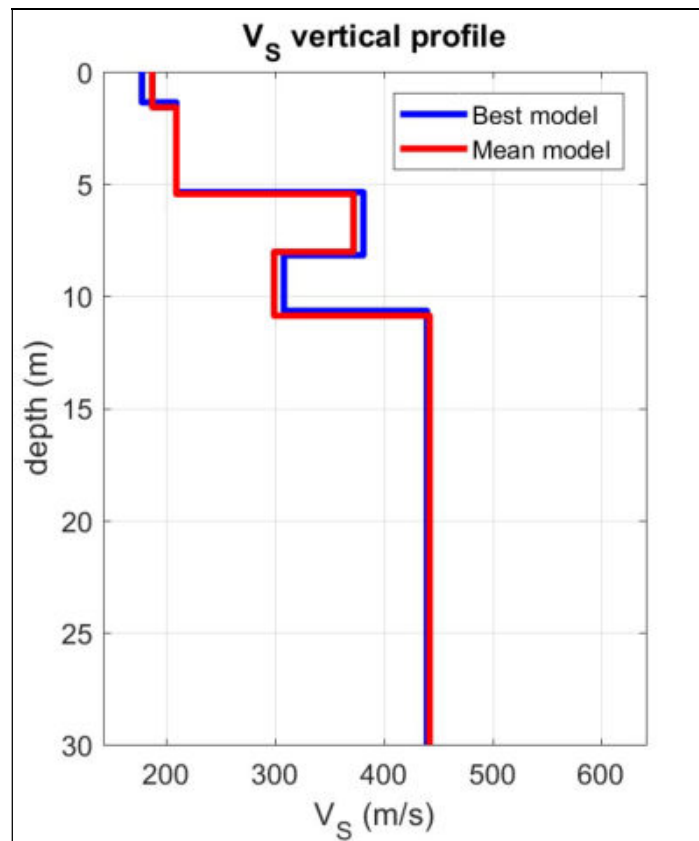


Figura 12 – Modello sismo-stratigrafico della MASW1.

La classificazione del suolo è stata eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità:

Per il caso in esame, utilizzando i valori del modello di velocità relative alle onde di taglio ed estendendo il semispazio fino alla profondità di 30 metri, risulta che la velocità media è di 346 m/sec.

Elaborazione dei dati della MASW2

Il passo di campionamento con il quale sono stati registrati i sismogrammi è stato pari a 0.125 ms, 2 ms e 0.500 ms ed il sismogramma analizzato è quello con passo campionamento pari a 0.125 ms e offset pari a 4 metri di distanza dal primo geofono.

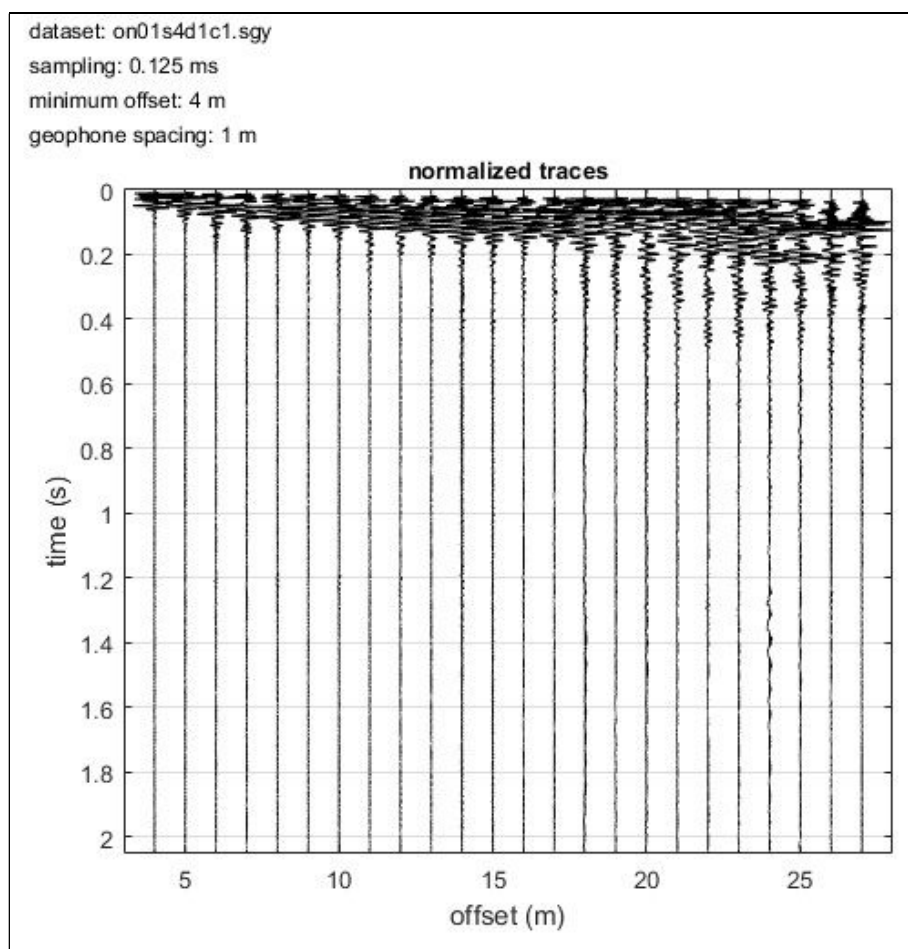


Figura 13 – Sismogramma della MASW2.

Dal sismogramma così ottenuto si è ricavato lo spettro delle velocità (diagramma velocità-frequenza) sul quale si individua la curva di dispersione (Figura 14).

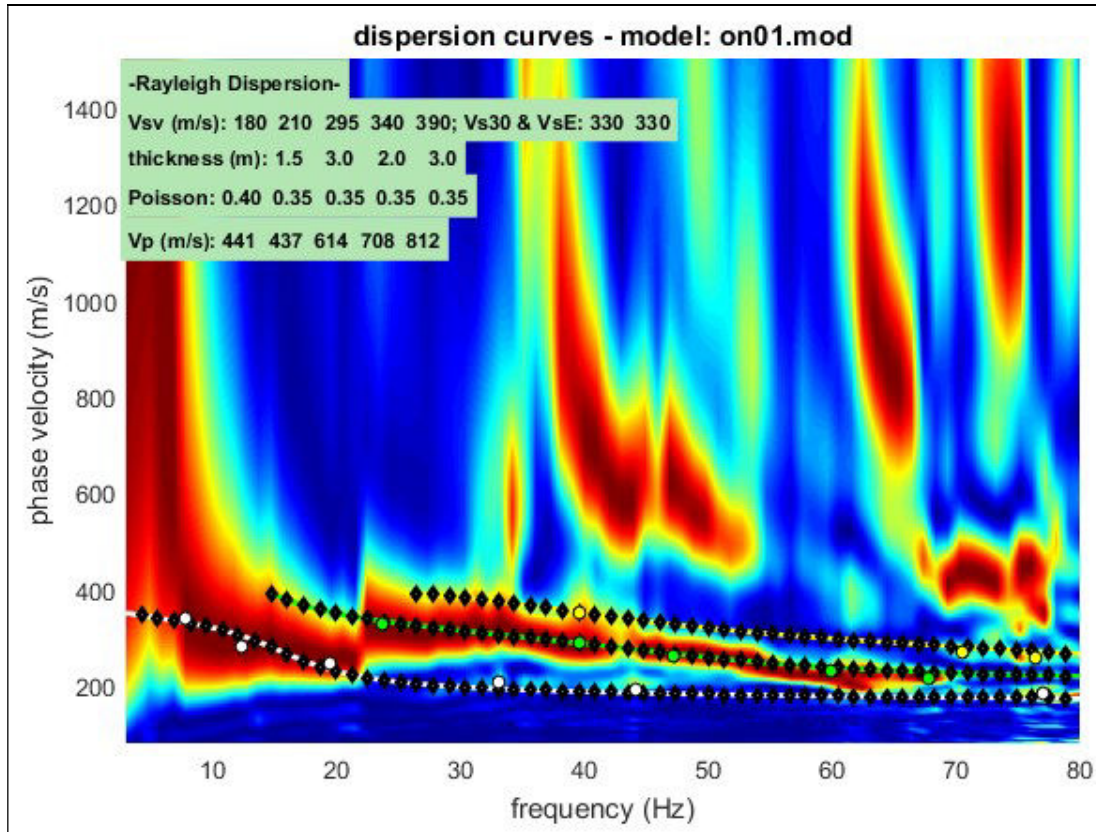


Figura 14 – Spettro di velocità della MASW2.

Nel paragrafo successivo si riportano i modelli sismo-stratigrafici calcolati evidenziando il modello “medio” e “migliore” con colori differenti (Figura 15).

Risultati della MASW2

Gli spettri di velocità ottenuti dalle varie acquisizioni si presentano tutti molto netti mostrando chiaramente il modo fondamentale (Figura 14).

Integrando e piccando i dataset acquisiti si osserva che la velocità di fase risulta dispersa nel piano velocità (m/s)-frequenza (Hz) in un intervallo di compreso tra 5 Hz e 80 Hz.

La corrispondente velocità di fase apparente è compresa, rispettivamente, tra 200 m/s e 400 m/s (Figura 14).

Per tale indagine si è proceduto sia con la modellazione diretta e sia con l'inversione della curva piccata.

I risultati esposti sono il frutto di una ricerca del modello migliore e coerente tra la distribuzione di energia nello spettro di velocità (dato sperimentale) e la curva di dispersione teorica del modello ipotizzato sulla base delle conoscenze geologico - geotecniche acquisite durante questo studio (Figura 15).

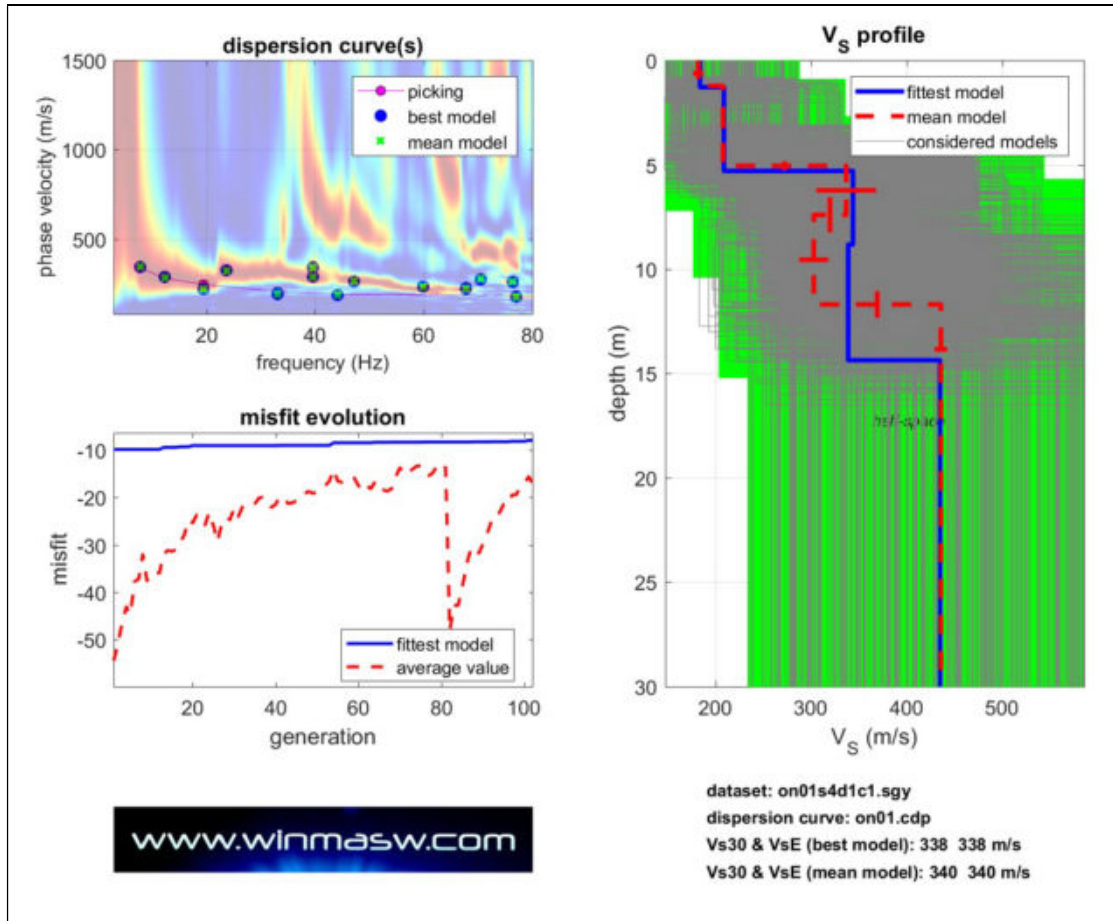


Figura 15 – Modelli di velocità calcolati per la MASW2.

La curva che meglio approssima i dati sperimentali, come già indicato nella figura n. 15, deriva da un profilo verticale delle onde S costituito da 5 sismo-strati, le cui caratteristiche geometriche e sismiche sono indicate nella figura successiva.

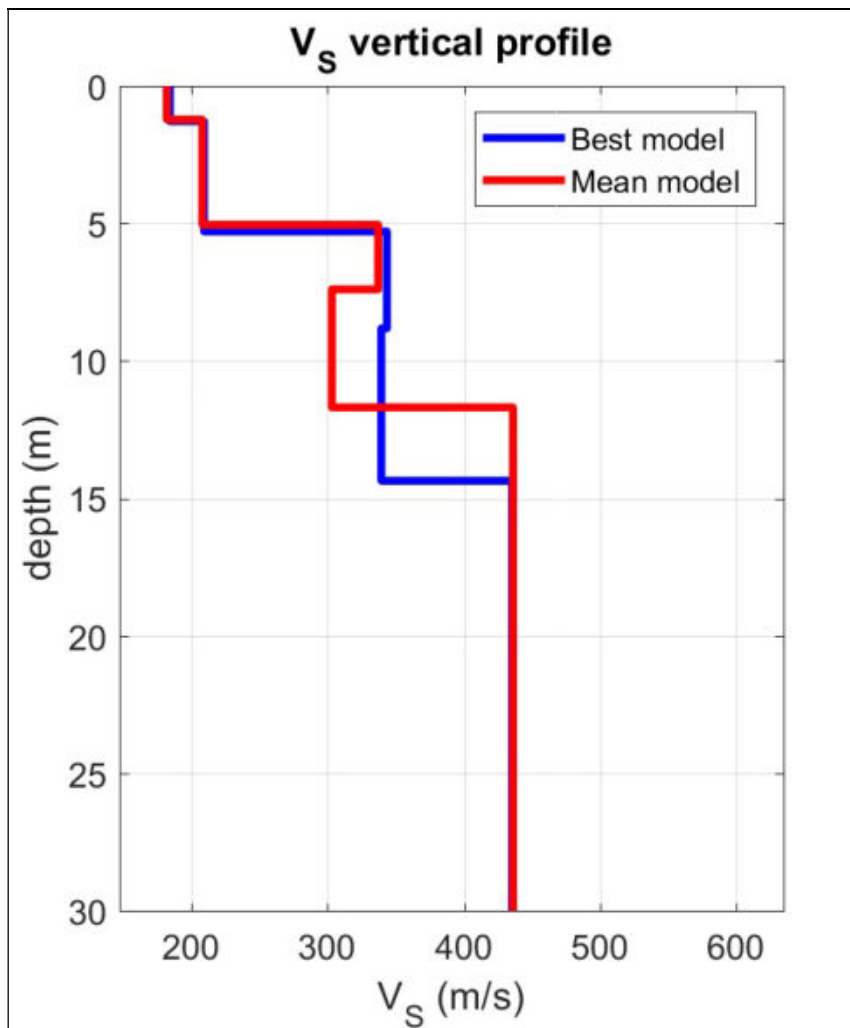


Figura 16 – Modello sismo-stratigrafico della MASW2.

La classificazione del suolo è stata eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità:

Per il caso in esame, utilizzando i valori del modello di velocità relativo alle onde di taglio ed estendendo il semispazio fino alla profondità di 30 metri, risulta che la velocità media è di 340 m/sec.

Elaborazione dei dati della MASW3

Il passo di campionamento con il quale sono stati registrati i sismogrammi è stato pari a 0.125 ms, 0.500 ms e 2 ms ed il sismogramma analizzato è quello con passo campionamento pari a 0.125 ms e offset pari a 4 metri di distanza dal primo geofono.

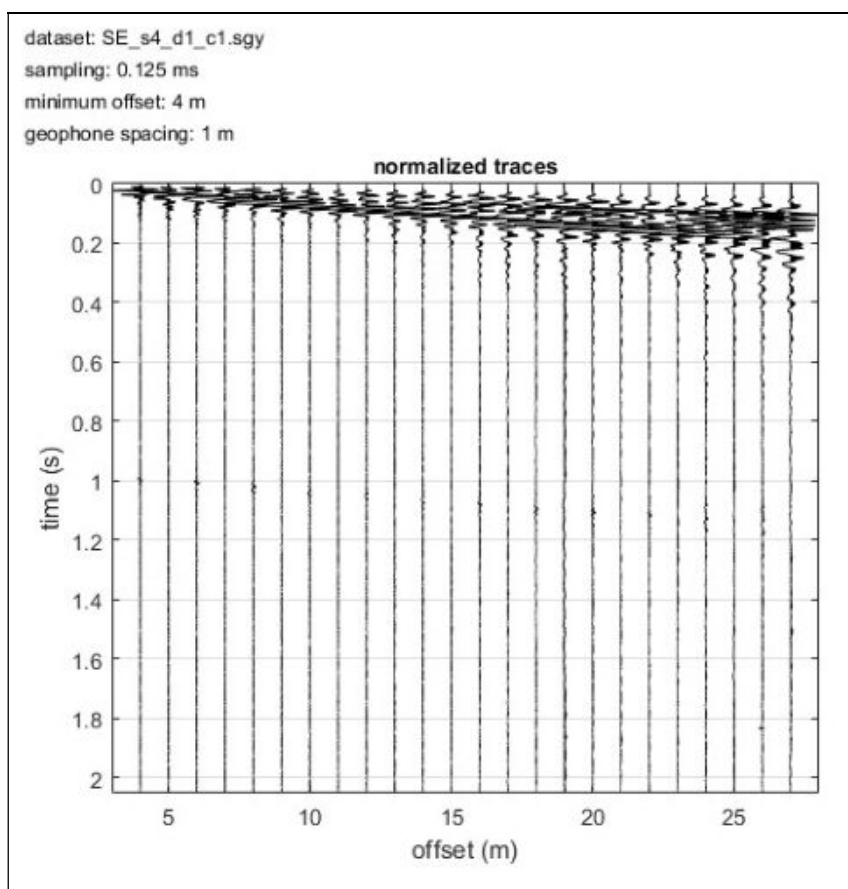


Figura 17 – Sismogramma della MASW3.

Dal sismogramma così ottenuto si è ricavato lo spettro delle velocità (diagramma velocità-frequenza) sul quale si individua la curva di dispersione (Figura 18).

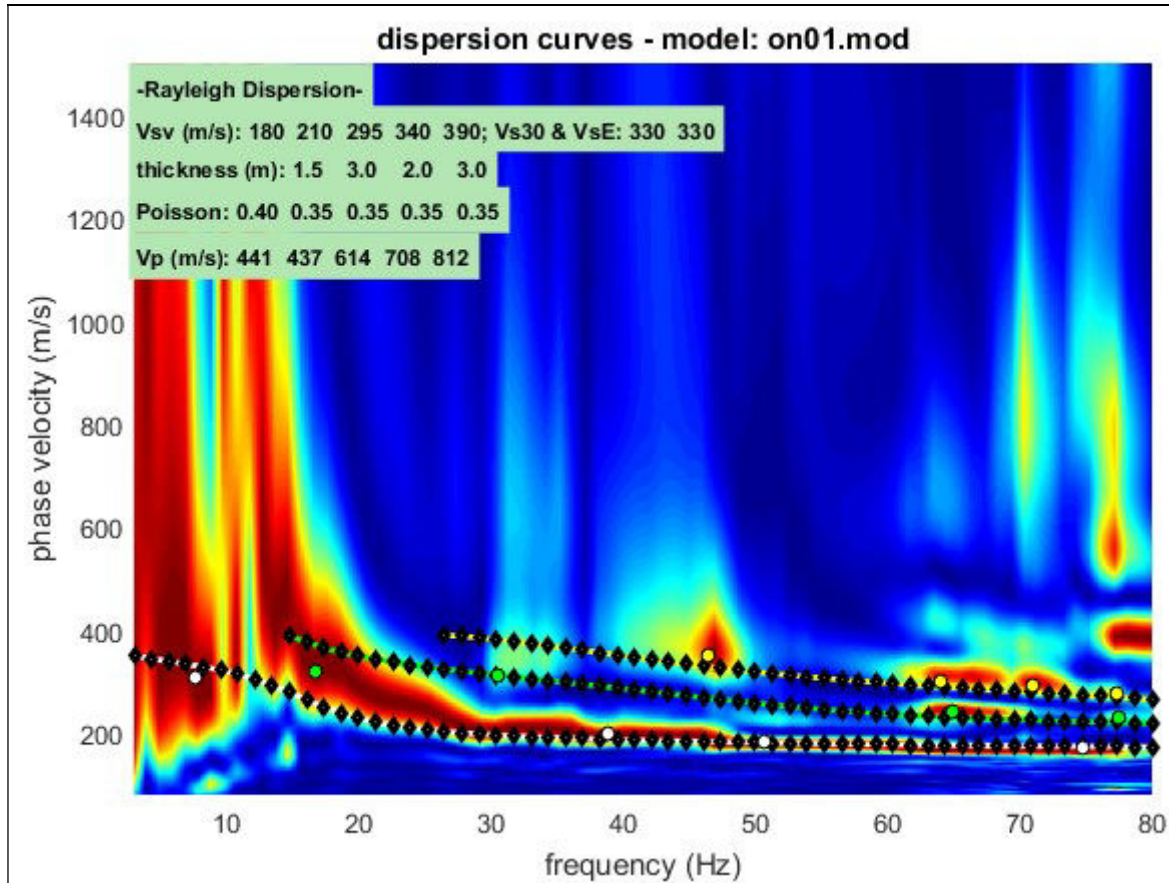


Figura 18 – Spettro di velocità della MASW3.

Nel paragrafo successivo si riportano i modelli sismo-stratigrafici calcolati evidenziando il modello “medio” e “migliore” con colori differenti (Figura 19).

Risultati della MASW3

Gli spettri di velocità ottenuti dalle varie acquisizioni si presentano tutti molto netti mostrando chiaramente il modo fondamentale (Figura 18).

Integrando e piccando i dataset acquisiti si osserva che la velocità di fase risulta dispersa nel piano velocità (m/s)-frequenza (Hz) in un intervallo di compreso tra 5 Hz e 80 Hz.

La corrispondente velocità di fase apparente è compresa, rispettivamente, tra 200 m/s e 400 m/s (Figura 18).

Per tale indagine si è proceduto sia con la modellazione diretta e sia con l'inversione della curva piccata.

I risultati esposti sono il frutto di una ricerca del modello migliore e coerente tra la distribuzione di energia nello spettro di velocità (dato sperimentale) e la curva di dispersione teorica del modello ipotizzato sulla base delle conoscenze geologico - geotecniche acquisite durante questo studio (Figura 19).

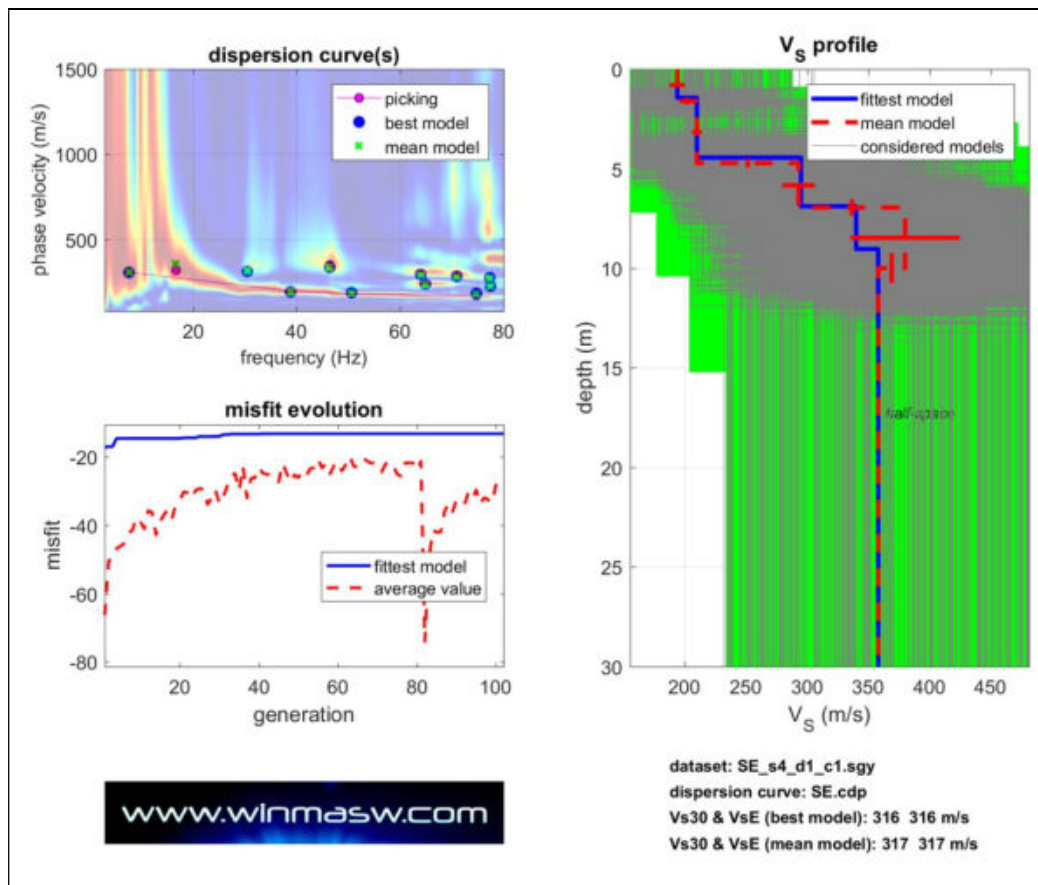


Figura 19 – Modelli di velocità calcolati per la MASW3.

La curva che meglio approssima i dati sperimentali, come già indicato nella figura n. 19, deriva da un profilo verticale delle onde S costituito da 5 sismo-strati, le cui caratteristiche geometriche e sismiche sono indicate nella figura successiva.

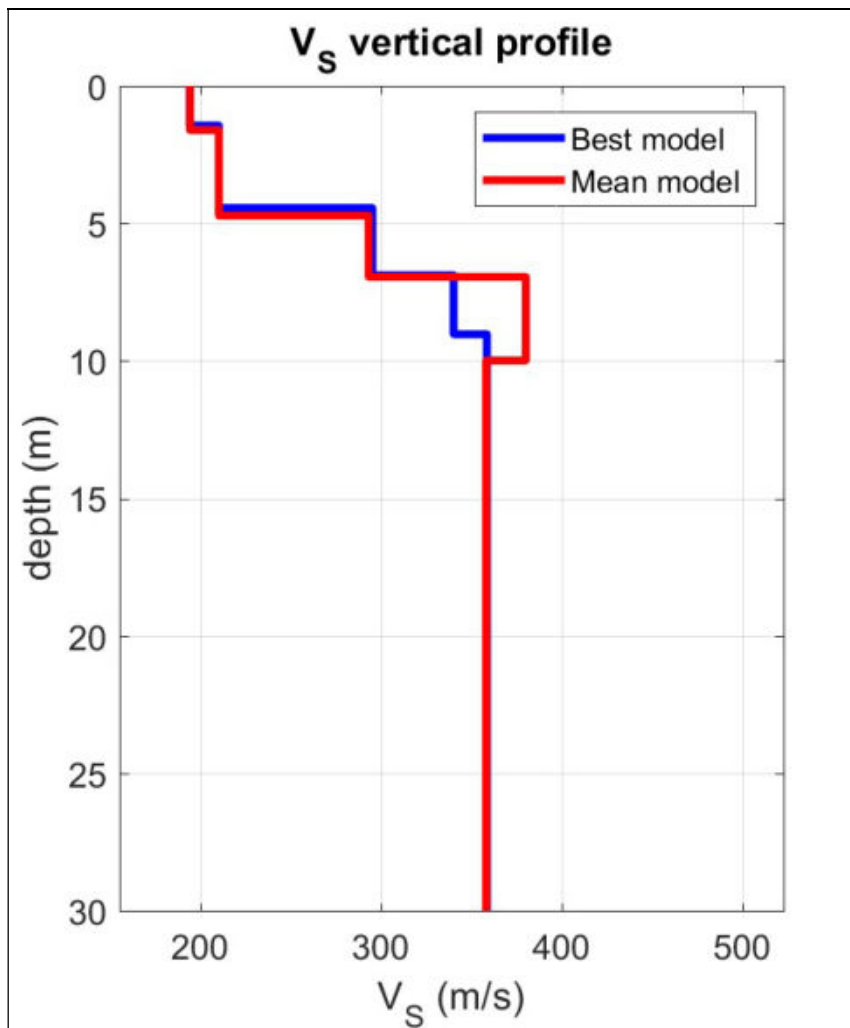


Figura 20 – Modello sismo-stratigrafico della MASW3.

La classificazione del suolo è stata eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità:

Per il caso in esame, utilizzando i valori del modello di velocità relativo alle onde di taglio ed estendendo il semispazio fino alla profondità di 30 metri, risulta che la velocità media è di 317 m/sec.

8.3. Rilevamento geologico e geomorfologico

Nel corso della presente campagna di indagini, è stato eseguito un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio al fine di evidenziare la presenza di potenziali instabilità nelle aree dove saranno ubicate le opere in progetto e lungo il percorso del cavidotto.

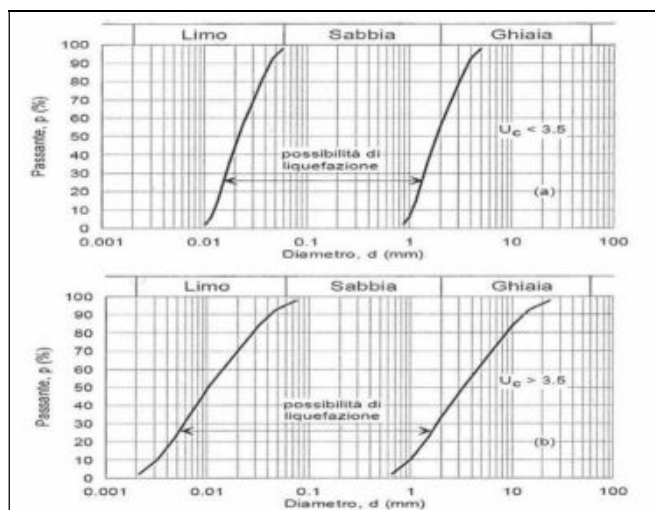
Il rilevamento eseguito ha mostrato l'assenza di fenomeni franosi in atto o prevedibili, a conferma di quanto riportato nella cartografia Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – Progetto IFFI, dell'Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale (I.S.P.R.A.) e nella cartografia geomorfologica del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

Pertanto si ritiene che la posa del cavidotto e la realizzazione delle opere in progetto, non alteri lo stato attuale di stabilità dei pendii, e quindi possa portare all'innescio di fenomeni franosi.

9. Liquefazione

Le NTC 2018, al cap. 7.11.3.4.2, stabiliscono che la verifica nei confronti della liquefazione di un terreno di fondazione possa essere omessa qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.100 g;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura sottostante (terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$).



Per quanto sopra esposto, ed in particolare per i punti n° 2, 3 e 4 si può ritenere che i terreni presenti sulle aree dove ricadranno le opere in progetto, possano essere classificati come non liquefacibili in fase sismica in riferimento alla normativa vigente.

10. Modelli geologici e geotecnici



La sintesi dei dati puntuali rilevati (rilievo geologico, prove penetrometriche dinamiche e indagini geofisiche) sui i siti d'indagine descritti in precedenza, ha permesso di elaborare i seguenti **modelli geologici**.

Descrizione litologica dello strato	N ₂₀	Profondità (m)
Terreno vegetale e di alterazione superficiale, poco addensato e/o consistente. (Litotipo 1)	1 - 5	0,0 – 1,2
Depositi di tufo alterati e/o rimaneggiati, poco addensati e/o consistenti. (Litotipo 2)	1 - 5	1,2 – 1,8
Depositi di tufo da poco a mediamente addensati e/o consistenti. (Litotipo 3)	10 - 20	1,8 – 4,0
Depositi di tufo da mediamente a molto addensati e/o consistenti. (Litotipo 4)	25 - Rif	4,0 - >30,0

Tabella 4 – Modello geologico del sito WTG ON01.

Descrizione litologica dello strato	N ₂₀	Profondità (m)
Terreno vegetale e di alterazione superficiale, poco addensato e/o consistente. (Litotipo 1)	1 - 3	0,0 – 1,2
Depositi di tufo alterati e/o rimaneggiati, poco addensati e/o consistenti. (Litotipo 2)	1 - 2	1,2 – 2,2
Depositi di tufo da mediamente a molto addensati e/o consistenti. (Litotipo 3)	20 - Rif	2,2 - >30,0

Tabella 5 – Modello geologico del sito WTG ON02.

	<p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Impianto Eolico denominato "Montarzo" ubicato nel Comune di Onano (VT) costituito da 11 (undici) aerogeneratori di potenza nominale 6,18 MW per un totale di 68 MW con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei Comuni di Onano (VT), Acquapendente (VT) e Castel Giorgio (TR)</i></p>	
Codifica Elaborato: 224304_D_R_0307Rev.00		

Descrizione litologica dello strato	N ₂₀	Profondità (m)
Terreno vegetale e di alterazione superficiale, poco addensato e/o consistente. (Litotipo 1)	1 - 5	0,0 – 1,0
Depositi di tufo da poco a mediamente addensati e/o consistenti. (Litotipo 2)	5 - 20	1,0 – 1,8
Depositi di tufo da mediamente a molto addensati e/o consistenti. (Litotipo 3)	20 - Rif	1,8 - >30,0



Tabella 6 – Modello geologico del sito WTG 0N04.

Descrizione litologica dello strato	N ₂₀	Profondità (m)
Terreno vegetale e di alterazione superficiale, poco addensato e/o consistente. (Litotipo 1)	1 - 3	0,0 – 1,0
Depositi di tufo da poco a mediamente addensati e/o consistenti. (Litotipo 2)	5 - 15	1,0 – 4,2
Depositi di tufo mediamente addensati e/o consistenti. (Litotipo 3)	15 - 25	4,2 – >30,0

Tabella 7 – Modello geologico dei siti WTG 0N07-WTG 0N10.

Descrizione litologica dello strato	N ₂₀	Profondità (m)
Terreno vegetale e di alterazione superficiale, poco addensato e/o consistente. (Litotipo 1)	1 - 5	0,0 – 0,4
Depositi di tufo da poco a mediamente addensati e/o consistenti. (Litotipo 2)	5 - 15	0,4 - 3,2
Depositi di tufo da mediamente a molto addensati e/o consistenti. (Litotipo 3)	20 - Rif	3,2 – >30,0

Tabella 8 – Modello geologico del sito ON09.

	<p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Impianto Eolico denominato "Montarzo" ubicato nel Comune di Onano (VT) costituito da 11 (undici) aerogeneratori di potenza nominale 6,18 MW per un totale di 68 MW con relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei Comuni di Onano (VT), Acquapendente (VT) e Castel Giorgio (TR)</i></p>	
Codifica Elaborato: 224304_D_R_0307Rev.00		

Descrizione litologica dello strato	N ₂₀	Profondità (m)
Terreno vegetale e di alterazione superficiale, poco addensato e/o consistente. (Litotipo 1)	1 - 3	0,0 – 1,4
Depositi vulcanoclastici alterati e/o rimaneggiati, poco addensati e/o consistenti. (Litotipo 2)	1 - 5	1,4 - 5,0
Depositi di tufo da mediamente a molto addensati e/o consistenti. (Litotipo 3)	20 - Rif	5,0 – >30,0

Tabella 9 – Modello geologico del sito SE.

Per una migliore comprensione dei rapporti stratigrafici tra i depositi descritti nella precedente tabella, si rimanda alle allegate sezioni geolitologiche.

Da quanto sopra e al fine di fornire una rapida sintesi delle eventuali criticità riscontrate nei siti d'indagine, si riporta il seguente prospetto:

- **Rischio geologico:**
 - Rischio di frana attuale: assente
 - Rischio di frana potenziale: assente
 - Rischio di alluvionabilità: assente
 - Rischio di erosione lineare accelerata: assente
 - Rischio di crollo massi: assente

- **Rischio sismico:** medio

- **Rischio cavità:** assente

- **Rischio liquefazione:** assente

- **Rischio subsidenza o sinkhole:** assente

- **Rischio tettonico:** assente

Attraverso la combinazione delle informazioni riassunte nella tabella sovrastante e dei dati provenienti dalle prospezioni geofisiche in precedenza descritte, è possibile descrivere il seguente modello geotecnico.

Definito il volume significativo come quella parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso, è possibile descriverne il comportamento attraverso il **modello geotecnico**, nel quale i valori nominali dei parametri geotecnici sono stati trasformati nei rispettivi **valori caratteristici (k)** dello stesso, così come richiesto al § 6.2.2 delle NTC18 e della Circolare.

Si riporta la tabella dei valori caratteristici nella quale:

- γ_k = densità caratteristica;
- ϕ_k = angolo di attrito interno caratteristico;
- c'_k = coesione drenata caratteristica;
- $C_{u,k}$ = coesione non drenata caratteristica;
- $E_{s,k}$ = modulo elastico (di Young) caratteristico;
- $G_{0,k}$ = modulo di taglio caratteristico;
- μ_k = modulo di Poisson caratteristico.

I modelli geotecnici relativi ai siti d'intervento sono riportati nelle sottostanti tabelle 10÷15, nelle quali gli strati sono stati individuati ricorrendo alla stessa numerazione dei litotipi, riportati nelle precedenti tabelle 4÷9.

Strato	γ_k KN/m ³	ϕ_k °	c'_k daN/cm ²	$C_{u,k}$ daN/c m ²	$E_{s,k}$ (Mpa)	$G_{0,k}$ (Mpa)	μ_k
Litotipo 1	-	-	-	-	-	-	-
Litotipo 2	14,0 - 15,0	21 - 23	0,008 - 0,01	-	10 - 15	15 - 20	0,35
Litotipo 3	15,0 - 16,0	28 - 30	0,01 - 0,03	-	30 - 40	60 - 80	0,30
Litotipo 4	17,0 - 18,0	38 - 40	0,1 - 0,2	-	60 - 80	80 - 100	0,28

Tabella 10 – Valori caratteristici dei parametri geotecnici del sito WTG ON1.

Strato	$\gamma_{k,3}$ KN/m	ϕ_k °	$c'_{k,2}$ daN/cm	$C_{u,k}$ daN/c m	$E_{s,k}$ (Mpa)	$G_{0,k}$ (Mpa)	μ_k
Litotipo 1							
Litotipo 2	14,0 - 15,0	21 - 23	0,008 – 0,01	-	10 - 15	15 - 20	0,35
Litotipo 3	17,0 - 18,0	38 - 40	0,1 - 0,2	-	60 - 80	80 - 100	0,28

Tabella 11 – Valori caratteristici dei parametri geotecnici del sito WTG 0N02.

Strato	$\gamma_{k,3}$ KN/m	ϕ_k °	$c'_{k,2}$ daN/cm	$C_{u,k}$ daN/c m	$E_{s,k}$ (Mpa)	$G_{0,k}$ (Mpa)	μ_k
Litotipo 1	-	-	-	-	-	-	-
Litotipo 2	15,0 - 16,0	29 - 30	0,01 - 0,03	-	30 - 40	60 - 80	0,30
Litotipo 3	17,0 - 18,0	38 - 40	0,1 - 0,2	-	60 - 80	80 - 100	0,28

Tabella 12 – Valori caratteristici dei parametri geotecnici del sito WTG 0N04.

Strato	$\gamma_{k,3}$ KN/m	ϕ_k °	$c'_{k,2}$ daN/cm	$C_{u,k}$ daN/c m	$E_{s,k}$ (Mpa)	$G_{0,k}$ (Mpa)	μ_k
Litotipo 1	-	-	-	-	-	-	-
Litotipo 2	15,0 - 16,0	29 - 30	0,01 - 0,03	-	30 - 40	60 - 80	0,30
Litotipo 3	17,0 - 18,0	38 - 40	0,1 - 0,2	-	60 - 80	80 - 100	0,28

Tabella 13 – Valori caratteristici dei parametri geotecnici dei siti WTG 0N07 e WTG 0N10.

Strato	$\gamma_{k,3}$ KN/m	ϕ_k °	$c'_{k,2}$ daN/cm	$C_{u,k}$ daN/c m	$E_{s,k}$ (Mpa)	$G_{0,k}$ (Mpa)	μ_k
Litotipo 1	-	-	-	-	-	-	-
Litotipo 2	14,0 - 15,0	21 - 23	0,008 – 0,01	-	10 - 15	15 - 20	0,35

Litotipo 3	17,0 - 18,0	38 - 40	0,1 - 0,2	-	60 - 80	80 - 100	0,28
-------------------	-------------	---------	-----------	---	---------	----------	------

Tabella 14 – Valori caratteristici dei parametri geotecnici del sito WTG ON09.

Strato	γ_{k3} KN/m	ϕ_k °	c'_k daN/cm ²	$C_{u,k}$ daN/c m	$E_{s,k}$ (Mpa)	$G_{0,k}$ (Mpa)	μ_k
Litotipo 1	-	-	-	-	-	-	-
Litotipo 2	14,0 - 15,0	21 - 23	0,008 – 0,01	-	10 - 15	15 - 20	0,35
Litotipo 3	17,0 - 18,0	38 - 40	0,1 - 0,2	-	60 - 80	80 - 100	0,28

Tabella 15 – Valori caratteristici dei parametri geotecnici del sito SE.

In riferimento alle tabelle precedenti è opportuno evidenziare quanto segue:

- ✓ Il valore nominale dei parametri geotecnici, dal quale è stato poi ricavato quello caratteristico secondo quanto nel seguito riportato, è riportato in allegato nelle diagrafie delle prove penetrometriche DPSH, per ogni 20 cm;
- ✓ Il punto C 6.2.2.4 della Circolare recita *“Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a*

quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici può essere dettata anche solo dalle caratteristiche dei terreni; basti pensare, ad esempio, all'effetto delle discontinuità sul valore operativo della resistenza non drenata. Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato. È questo il caso, ad esempio, delle verifiche SLU dei pali in condizioni non drenate, in termini di tensioni totali, nelle quali per la determinazione del contributo di resistenza alla punta è appropriata la valutazione del valore caratteristico della resistenza non drenata mediante una media locale effettuata nel volume di terreno interessato dal meccanismo di collasso indotto dalla punta stessa".

✓ I parametri caratteristici sono stati identificati con il metodo statistico in base alle seguenti fonti di letteratura:

- EUROCODICE 7 (EC7) (norma europea prEN1997-1), punto 2.4.5.2 11 e relativa nota;
- Bond, A., Harris, A., Decoding Eurocode 7, Taylor and Francis, 2008.

L'EC7 suggerisce che il valore caratteristico di un determinato parametro debba corrispondere ad una valutazione cautelativa del valore medio di quel parametro e che, se si utilizzano metodi statistici, il valore caratteristico dovrebbe essere cautelativamente rilevato in maniera tale che la probabilità calcolata di valori più sfavorevoli che determinano la manifestazione dello stato limite non sia maggiore del 5%.

11. Azioni sismiche di progetto

Una breve descrizione della sismicità storica dei Comuni di Onano (VT), Acquapendente (VT) e Castel Giorgio (TR) è riportata nel Capitolo 7 del presente lavoro, dal quale si deduce che le aree in esame sono caratterizzate da un'accelerazione orizzontale attesa medio - bassa.

Per un sisma con un periodo di ritorno (T_R) di 50 anni e probabilità di superamento (P_{VR}) pari al 10%, questo valore è generalmente compreso nel range **0,125 – 0,150** Ag/g (INGV: "Mappa della pericolosità sismica del territorio").

11.1. Pericolosità sismica di base

Al fine della definizione delle **azioni sismiche di progetto**, di cui al § 3.2 delle NTC18, occorre partire dalla "**pericolosità sismica di base**".

La stima di quest'ultima, intesa come accelerazione orizzontale massima attesa a_g su suolo rigido, con superficie topografica orizzontale (categoria "A" e T1 delle NTC18), pertanto in condizioni ideali, viene eseguita mediante un approccio "sito dipendente"; ovvero la stima dei parametri spettrali, necessari per la definizione dell'azione sismica sia per la valutazione della sicurezza sia per il progetto degli interventi, è calcolata direttamente per il sito in esame.

Per far ciò sono state calcolate, in base ai parametri correlati al reticolo di riferimento, le coordinate geografiche della zone in esame, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV.

Per il sito WTG ON01 esse sono:

Latitudine: ϕ_{ED50}	42.689673
Longitudine: λ_{ED50}	11.798643

Una volta ricavata la pericolosità sismica di base, fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it> è possibile passare alla definizione delle azioni sismiche, nei vari stati limite, attraverso l'approccio prestazionale introdotto dalle NTC18, e valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r con la seguente relazione:

$$V_r = V_n \text{ (vita nominale della struttura) } \times C_u \text{ (coefficiente d'uso).}$$

Esse si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Queste ultime, relative a ciascuno degli stati limite, cui corrispondono determinate probabilità di superamento P_{V_r} nel periodo di riferimento, sono definite, in condizioni di campo libero, a partire dai seguenti parametri:

- a_g (o P_{ga}) accelerazione orizzontale massima del terreno, determinata su un reticolo a maglia inferiore a 10 Km (corrispondente all'ordinata spettrale per $t = 0$);
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale su suolo rigido.

Tramite il software sperimentale SPETTRI 1.03 del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti è possibile stimare i parametri per la definizione dell'azione sismica per i vari stati limite considerati e per il sito, tenendo conto delle seguenti condizioni:

- Coordinate del sito: Lat 42.689673 e Long 11.798643;
- Vita nominale V_N : 50 anni;
- Classe d'uso: II (*affollamento normale*);
- Coefficiente $C_u=1,0$;
- Vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 50$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della Vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, cui corrispondono periodi di ritorno di anni 30, 50, 475, 975.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella successiva tabella 16.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (m/s^2)	F_o	T_c^* (s)
SLO	30	0,048	2,486	0,248
SLD	50	0,060	2,527	0,257
SLV	475	0,141	2,503	0,282
SLC	975	0,175	2,529	0,287

Tabella 16 – Parametri di azione sismica del sito WTG ON01 per i diversi stati limite

Per il sito WTG ON02 esse sono:

Latitudine: ϕ_{ED50}	42.679930
Longitudine: λ_{ED50}	11.787518

Una volta ricavata la pericolosità sismica di base, fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it> è possibile passare alla definizione delle azioni sismiche, nei vari stati limite, attraverso l'approccio prestazionale introdotto dalle NTC18, e valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r con la seguente relazione:

$$V_r = V_n \text{ (vita nominale della struttura)} \times C_u \text{ (coefficiente d'uso).}$$

Esse si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Queste ultime, relative a ciascuno degli stati limite, cui corrispondono determinate probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, sono definite, in condizioni di campo libero, a partire dai seguenti parametri:

- a_g (o P_{ga}) accelerazione orizzontale massima del terreno, determinata su un reticolo a maglia inferiore a 10 Km (corrispondente all'ordinata spettrale per $t = 0$);
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale su suolo rigido.

Tramite il software sperimentale SPETTRI 1.03 del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti è possibile stimare i parametri per la definizione dell'azione sismica per i vari stati limite considerati e per il sito, tenendo conto delle seguenti condizioni:

- Coordinate del sito: Lat 42.679930 e Long 11.787518;
- Vita nominale V_N : 50 anni;
- Classe d'uso: II (*affollamento normale*);
- Coefficiente $C_u=1,0$;
- Vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 50$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della Vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, cui corrispondono periodi di ritorno di anni 30, 50, 475, 975.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella successiva tabella 17.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (m/s^2)	F_o	T_c^* (s)
SLO	30	0,048	2,483	0,248
SLD	50	0,060	2,524	0,257
SLV	475	0,140	2,501	0,281
SLC	975	0,175	2,528	0,287

Tabella 17 – Parametri di azione sismica del sito WTG ON02 per i diversi stati limite

Per il sito WTG ON04 esse sono:

Latitudine: ϕ_{ED50}	42.677945
Longitudine: λ_{ED50}	11.804476

Una volta ricavata la pericolosità sismica di base, fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it> è possibile passare alla definizione delle azioni sismiche, nei vari stati limite, attraverso l'approccio prestazionale introdotto dalle NTC18, e valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r con la seguente relazione:

$$V_r = V_n \text{ (vita nominale della struttura)} \times C_u \text{ (coefficiente d'uso)}.$$

Esse si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Queste ultime, relative a ciascuno degli stati limite, cui corrispondono determinate probabilità di superamento P_{V_r} nel periodo di riferimento, sono definite, in condizioni di campo libero, a partire dai seguenti parametri:

- a_g (o P_{ga}) accelerazione orizzontale massima del terreno, determinata su un reticolo a maglia inferiore a 10 Km (corrispondente all'ordinata spettrale per $t = 0$);
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale su suolo rigido.

Tramite il software sperimentale SPETTRI 1.03 del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti è possibile stimare i parametri per la definizione dell'azione sismica per i vari stati limite considerati e per il sito, tenendo conto delle seguenti condizioni:

- Coordinate del sito: Lat 42.677945 e Long 11.804476;
- Vita nominale V_N : 50 anni;

- Classe d'uso: II (*affollamento normale*);
- Coefficiente $C_u=1,0$;
- Vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 50$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della Vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, cui corrispondono periodi di ritorno di anni 30, 50, 475, 975.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella successiva tabella 18.

Stato limite	T_r (anni)	a_q (m/s^2)	F_o	T^*_c (s)
SLO	30	0,048	2,484	0,248
SLD	50	0,060	2,525	0,257
SLV	475	0,141	2,502	0,282
SLC	975	0,175	2,529	0,287

Tabella 18 – Parametri di azione sismica del sito WTG ON04 per i diversi stati limite

Per il sito WTG ON07 esse sono:

Latitudine: ϕ_{ED50}	42.671495
Longitudine: λ_{ED50}	11.803930

Una volta ricavata la pericolosità sismica di base, fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it> è possibile passare alla definizione delle azioni sismiche, nei vari stati limite, attraverso l'approccio prestazionale introdotto dalle NTC18, e valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r con la seguente relazione:

$$V_r = V_n \text{ (vita nominale della struttura)} \times C_u \text{ (coefficiente d'uso)}.$$

Esse si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Queste ultime, relative a ciascuno degli stati limite, cui corrispondono determinate probabilità di superamento P_{V_r} nel periodo di riferimento, sono definite, in condizioni di campo libero, a partire dai seguenti parametri:

- a_g (o P_{ga}) accelerazione orizzontale massima del terreno, determinata su un reticolo a maglia inferiore a 10 Km (corrispondente all'ordinata spettrale per $t = 0$);
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale su suolo rigido.

Tramite il *software sperimentale SPETTRI 1.03* del *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti* è possibile stimare i parametri per la definizione dell'azione sismica per i vari stati limite considerati e per il sito, tenendo conto delle seguenti condizioni:

- Coordinate del sito: Lat 42.671495 e Long 11.803930;
- Vita nominale V_N : 50 anni;
- Classe d'uso: II (*affollamento normale*);

- Coefficiente $C_u=1,0$;
- Vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u= 50$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della Vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, cui corrispondono periodi di ritorno di anni 30, 50, 475, 975.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella successiva tabella 19.

Stato limite	T_r (anni)	a_a (m/s^2)	F_o	T_c^* (s)
SLO	30	0,048	2,483	0,248
SLD	50	0,060	2,524	0,257
SLV	475	0,141	2,502	0,282
SLC	975	0,175	2,529	0,287

Tabella 19 – Parametri di azione sismica del sito WTG ON07 per i diversi stati limite

Per il sito WTG ON09 esse sono:

Latitudine: ϕ_{ED50}	42.669665
Longitudine: λ_{ED50}	11.820642

Una volta ricavata la pericolosità sismica di base, fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it> è possibile passare alla definizione delle azioni sismiche, nei vari

stati limite, attraverso l'approccio prestazionale introdotto dalle NTC18, e valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r con la seguente relazione:

$$V_r = V_n \text{ (vita nominale della struttura)} \times C_u \text{ (coefficiente d'uso)}.$$

Esse si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Queste ultime, relative a ciascuno degli stati limite, cui corrispondono determinate probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, sono definite, in condizioni di campo libero, a partire dai seguenti parametri:

- a_g (o P_{ga}) accelerazione orizzontale massima del terreno, determinata su un reticolo a maglia inferiore a 10 Km (corrispondente all'ordinata spettrale per $t = 0$);
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale su suolo rigido.

Tramite il *software sperimentale SPETTRI 1.03* del *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti* è possibile stimare i parametri per la definizione dell'azione sismica per i vari stati limite considerati e per il sito, tenendo conto delle seguenti condizioni:

- Coordinate del sito: Lat 42.669665 e Long 11.820642;
- Vita nominale V_N : 50 anni;
- Classe d'uso: II (*affollamento normale*);
- Coefficiente $C_u=1,0$;
- Vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u= 50$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della Vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, cui corrispondono periodi di ritorno di anni 30, 50, 475, 975.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella successiva tabella 20.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (m/s^2)	F_o	T_c^* (s)
SLO	30	0,049	2,485	0,248
SLD	50	0,060	2,525	0,257
SLV	475	0,141	2,503	0,282
SLC	975	0,175	2,529	0,287

Tabella 20 – Parametri di azione sismica del sito WTG ON09 per i diversi stati limite

Per il sito WTG ON10 esse sono:

Latitudine: ϕ_{ED50}	42.666046
Longitudine: λ_{ED50}	11.806810

Una volta ricavata la pericolosità sismica di base, fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it> è possibile passare alla definizione delle azioni sismiche, nei vari stati limite, attraverso l'approccio prestazionale introdotto dalle NTC18, e valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r con la seguente relazione:

$$V_r = V_n \text{ (vita nominale della struttura)} \times C_u \text{ (coefficiente d'uso)}.$$

Esse si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Queste ultime, relative a ciascuno degli stati limite, cui corrispondono determinate probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, sono definite, in condizioni di campo libero, a partire dai seguenti parametri:

- a_g (o P_{ga}) accelerazione orizzontale massima del terreno, determinata su un reticolo a maglia inferiore a 10 Km (corrispondente all'ordinata spettrale per $t = 0$);
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale su suolo rigido.

Tramite il software sperimentale SPETTRI 1.03 del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti è possibile stimare i parametri per la definizione dell'azione sismica per i vari stati limite considerati e per il sito, tenendo conto delle seguenti condizioni:

- Coordinate del sito: Lat 42.666046 e Long 11.806810;
- Vita nominale V_N : 50 anni;
- Classe d'uso: II (*affollamento normale*);
- Coefficiente $C_u=1,0$;
- Vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 50$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della Vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del

Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, cui corrispondono periodi di ritorno di anni 30, 50, 475, 975.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella successiva tabella 21.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (m/s^2)	F_o	T^*_c (s)
SLO	30	0,049	2,482	0,248
SLD	50	0,060	2,523	0,257
SLV	475	0,141	2,501	0,282
SLC	975	0,175	2,528	0,287

Tabella 21 – Parametri di azione sismica del sito WTG ON09 per i diversi stati limite

Per il sito SE esse sono:

Latitudine: ϕ_{ED50}	42.729520
Longitudine: λ_{ED50}	11.966418

Una volta ricavata la pericolosità sismica di base, fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it> è possibile passare alla definizione delle azioni sismiche, nei vari stati limite, attraverso l'approccio prestazionale introdotto dalle NTC18, e valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r con la seguente relazione:

$$V_r = V_n \text{ (vita nominale della struttura)} \times C_u \text{ (coefficiente d'uso).}$$

Esse si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Queste ultime, relative a ciascuno degli stati limite, cui corrispondono determinate probabilità di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, sono definite, in condizioni di campo libero, a partire dai seguenti parametri:

- a_g (o P_{ga}) accelerazione orizzontale massima del terreno, determinata su un reticolo a maglia inferiore a 10 Km (corrispondente all'ordinata spettrale per $t = 0$);
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale su suolo rigido.

Tramite il software sperimentale SPETTRI 1.03 del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti è possibile stimare i parametri per la definizione dell'azione sismica per i vari stati limite considerati e per il sito, tenendo conto delle seguenti condizioni:

- Coordinate del sito: Lat 42.729520 e Long 11.966418;
- Vita nominale V_N : 50 anni;
- Classe d'uso: II (*affollamento normale*);
- Coefficiente $C_u=1,0$;
- Vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 50$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della Vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità

di superamento P_{Vr} nel periodo di riferimento, pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, cui corrispondono periodi di ritorno di anni 30, 50, 475, 975.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella successiva tabella 22.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (m/s^2)	F_o	T^*_c (s)
SLO	30	0,050	2,512	0,251
SLD	50	0,062	2,539	0,262
SLV	475	0,144	2,498	0,286
SLC	975	0,178	2,535	0,291

Tabella 22 – Parametri di azione sismica del sito SE per i diversi stati limite

11.2. Risposta Sismica Locale (RSL) e categoria di sottosuolo

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, secondo quanto esposto nelle NTC18, per tener conto delle modifiche prodotte dalle locali condizioni stratigrafiche (S) del sottosuolo e dalla configurazione topografica (T) del sito in esame.

Entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido ed orizzontale.

Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, determinano la **risposta sismica locale (RSL)**, così come definita al § 7.11.3.1 delle NTC18.

Gli effetti della RSL possono essere valutati con metodi semplificati, se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro di risposta

elastico, oppure mediante specifiche analisi quando l'azione è descritta mediante accelerogrammi.

Nella fattispecie, dall'analisi e mediazione dei dati ricavati, è stato possibile valutare l'effetto della risposta sismica locale, mediante la classificazione sismica del suolo.

Infatti, l'esecuzione delle prospezioni geofisiche MASW, nonché la modellazione geologica e geotecnica del sedime locale, hanno consentito di procedere con l'approccio semplificato, così come raccomandato al § 3.2.2 delle NTC18, in quanto si è concretizzata la condizione imposta dalle NTC18, necessaria per poterlo applicare, ovvero un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche dei terreni con la profondità.

Per quanto sopra esposto il sottosuolo dei siti d'indagine WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09, WTG ON10 può essere classificato nella **categoria "C"**, avendo presentato una media dei valori della **Vs30 di circa 340 m/sec**, come da campitura evidenziata nella seguente tabella 3.2.II delle NTC18.

§ 3.2.2 NTC18: Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria suolo	Tipo	Velocità onde di taglio
A	Ammassi rocciosi o terreni molto rigidi	$V_s > 800$ m/sec
B	Rocce tenere e terreni a grana grossa molto addensati o terreni fini molto consistenti	360 m/sec $< V_s < 800$ m/sec
C	Terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni fini mediamente consistenti	180 m/sec $< V_s < 360$ m/sec
D	Terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni fini scarsamente consistenti	100 m/sec $< V_s < 180$ m/sec
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D con profondità del substrato non superiore a 30 m	V_s come C e D nello strato superficiale su un substrato con V_s come A

Per quanto attiene le modifiche indotte all'azione sismica di progetto dal fattore topografico, il rilevamento geomorfologico condotto ha consentito di classificare i siti WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09, WTG ON10, come da campitura evidenziata successiva tabella 3.2.III delle NTC18, in **categoria "T1"**.

§ 3.2.2 NTC18: Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$
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 $i > 30^\circ$

L'azione sismica di progetto per i siti WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09, WTG ON10 dovrà pertanto essere determinata considerando la categoria di sottosuolo, nella fattispecie **tipo C**, e la categoria topografica, nella fattispecie **T1**.

Il sottosuolo del sito d'indagine SE può essere classificato nella **categoria "C"**, avendo presentato una media dei valori della **Vs30 di circa 320 m/sec**, come da campitura evidenziata nella seguente tabella 3.2.II delle NTC18.

§ 3.2.2 NTC18: Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria suolo	Tipo	Velocità onde di taglio
A	Ammassi rocciosi o terreni molto rigidi	$V_s > 800$ m/sec

Categoria suolo	Tipo	Velocità onde di taglio
B	Rocce tenere e terreni a grana grossa molto addensati o terreni fini molto consistenti	360 m/sec < Vs < 800 m/sec
C	Terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni fini mediamente consistenti	180 m/sec < Vs < 360 m/sec
D	Terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni fini scarsamente consistenti	100 m/sec < Vs < 180 m/sec
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D con profondità del substrato non superiore a 30 m	Vs come C e D nello strato superficiale su un substrato con Vs come A

Per quanto attiene le modifiche indotte all'azione sismica di progetto dal fattore topografico, il rilevamento geomorfologico condotto ha consentito di classificare il sito SE, come da campitura evidenziata successiva tabella 3.2.III delle NTC18, in **categoria "T1"**.

§ 3.2.2 NTC18: Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$
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 $i > 30^\circ$

L'azione sismica di progetto per il sito SE dovrà pertanto essere determinata considerando la categoria di sottosuolo, nella fattispecie **tipo C**, e la categoria topografica, nella fattispecie **T1**.

12. Considerazioni conclusive

Il presente studio ha avuto come oggetto la valutazione dei caratteri geologici e geomorfologici dell'area in esame nonché il proprio comportamento sismico e le caratteristiche geotecniche dei terreni, al fine di ottenere permessi necessari alla costruzione ed esercizio di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica, costituito da n° 11 aerogeneratori per una potenza massima complessiva di 68,00 MW, nel comune di Onano (VT), e relative opere di connessione ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Onano (VT), Acquapendente (VT) e Castel Giorgio (TR), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 132 kV in antenna su una futura Stazione Elettrica di trasformazione 380/132 kV da inserire in entrata sull'elettrodotto a 380 kV della RTN "Roma Nord – Pian della Speranza", ubicata nel comune di Castel Giorgio (TR).

Nello specifico lo studio si è sviluppato prevedendo una fase preliminare di rilevamento in campagna dei caratteri geologici, geomorfologici e idrogeologici dell'area in esame.

In una fase successiva è stata eseguita una campagna di indagini geologiche, geotecniche, e sismiche, sui terreni interessati dalla realizzazione di alcune delle opere ed infrastrutture in progetto.

In particolare le indagini geotecniche e sismiche sono state eseguite su:

- Siti WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09 e WTG ON10 sono ubicati nel Comune di Onano (VT);
- Sito SE è ubicato nel Comune di Castel Giorgio (TR).

Le indagini sono state condotte ai sensi del D.M. LL.PP. 11.3.1988 "Norme tecniche per indagini su terreni e rocce...omissis", e della Circolare del Min. LL.PP. n° 30483/88, nonché sulla base di quanto riportato al capitolo 6 al quale si rimanda.

La campagna di indagini ha previsto le seguenti attività:

- n. 5 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH;
- n. 3 indagini di sismica attiva in array di tipo Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW);
- Interpretazione delle risultanze delle indagini eseguite.

La sintesi dei dati ottenuti dalle indagini geotecniche e geofisiche ha permesso di ricostruire i modelli geologici, geotecnici e sismici del sedime nelle aree descritte in precedenza, che saranno interessate dagli interventi in progetto.

La stima di eventuali fattori condizionanti dal punto di vista geologico, sulla base di tutto quanto in precedenza descritto, porta alle seguenti conclusioni:

- Le aree dove saranno realizzate le opere in progetto non presentano rischi di liquefazione (§ 7.11.3.4 delle NTC18);
- Le aree dove saranno realizzate le opere in progetto non manifestano fenomeni di subsidenza, cedimenti differenziali, dovuti alla presenza di terreni compressibili;

- Le aree dove saranno realizzate le opere in progetto non appaiono in condizioni di dissesto e/o di frana;
- Le aree dei siti WTG ON01, WTG ON02, WTG ON04, WTG ON07, WTG ON09 e WTG ON10 dove saranno realizzate le opere in progetto, risultano ricadenti in zone stabili suscettibile per fenomeni di amplificazione sismica, come si evince dagli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 condotti, validati dall'Ufficio Geologico e Sismico Regionale ai sensi della D.G.R. Lazio 545/10;
- L'area del sito SE dove saranno realizzate le opere in progetto, risulta ricadente in una zona stabile suscettibile per fenomeni di amplificazione sismica, come si evince dagli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 condotti, validati dall'Ufficio Geologico e Sismico Regionale ai sensi della D.G.R. Lazio 377/10;
- Le aree dove saranno realizzate le opere in progetto non sono comprese in aree R3 o R4 dei Piani della Autorità di Bacino competente (ABT);
- Le aree dove saranno realizzate le opere in progetto non si trovano entro 50 metri da faglie attive e capaci segnalate dall'INGV.

Inoltre si fa presente che alcuni dei siti d'intervento e parte del percorso del cavidotto in progetto, ricadono in zone sottoposte a Vincolo Idrogeologico, così come mostrato nelle "Carte del Vincolo Idrogeologico", allegate in precedenza.

I risultati rimandano la valutazione della compatibilità geotecnica del sedime ad un'analisi delle tensioni indotte dalle strutture in funzione delle tipologie di fondazione.

In considerazione degli aspetti sopra citati, ogni eventuale e successiva valutazione di carattere geotecnico, relativa alla stabilità dell'insieme opera/terreno dovrà derivare da un'analisi dei carichi di progetto; per tale eventualità il sottoscritto resta a disposizione per ogni chiarimento ed approfondimento.

Viterbo, lì 18 Maggio 2022

Geol. Marco Orfei



ALLEGATO 1 – TABULATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE **(DYNAMIC PROBING)** **DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm², rivestimento/fango bentonitico: talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_i \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{SPT} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

R_{pd}	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (δ/N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60 rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

C_S parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

C_d funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

C_r parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.

- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio Vs (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (Ko)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson (1983) - Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli - correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche

< 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.

- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago). Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson (1983) - Qc

Modulo Edometrico-Confinato (Mo)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato Mo (Eed) (Kg/cmq), valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (Ey)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con $I.P.>15$.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA P1 - ON07-ON10

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 16/05/2022
 Profondità prova 7,20 mt
 Falda non rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	9	0,855	7,93	9,27	396,28	463,69
0,40	10	0,851	8,77	10,30	438,32	515,21
0,60	10	0,847	8,01	9,46	400,51	472,85
0,80	6	0,843	4,79	5,67	239,26	283,71
1,00	5	0,840	3,97	4,73	198,54	236,42
1,20	16	0,786	11,90	15,13	594,86	756,56
1,40	12	0,833	9,45	11,35	472,58	567,42
1,60	4	0,830	2,90	3,50	144,98	174,77
1,80	7	0,826	5,05	6,12	252,73	305,85
2,00	6	0,823	4,32	5,24	215,80	262,16
2,20	8	0,820	5,73	6,99	286,67	349,54
2,40	8	0,817	5,71	6,99	285,63	349,54
2,60	10	0,814	6,61	8,12	330,65	406,08
2,80	13	0,761	8,04	10,56	401,96	527,90
3,00	16	0,759	9,86	12,99	492,93	649,72
3,20	12	0,806	7,86	9,75	392,76	487,29
3,40	13	0,753	7,95	10,56	397,72	527,90
3,60	15	0,751	8,54	11,38	427,21	568,95
3,80	14	0,748	7,95	10,62	397,42	531,02
4,00	10	0,796	6,04	7,59	301,93	379,30
4,20	11	0,794	6,62	8,34	331,15	417,23
4,40	20	0,741	11,25	15,17	562,45	758,59
4,60	25	0,689	12,26	17,79	613,13	889,58
4,80	24	0,687	11,74	17,08	586,78	853,99
5,00	17	0,735	8,89	12,10	444,63	604,91
5,20	19	0,733	9,91	13,52	495,57	676,08
5,40	21	0,681	10,18	14,94	508,90	747,24
5,60	20	0,729	9,77	13,40	488,66	670,20
5,80	16	0,727	7,80	10,72	389,94	536,16
6,00	28	0,675	12,68	18,77	633,78	938,28
6,20	27	0,674	12,19	18,10	609,56	904,77
6,40	26	0,672	11,71	17,43	585,50	871,26
6,60	28	0,670	11,89	17,73	594,35	886,62
6,80	34	0,619	13,32	21,53	666,14	1076,61
7,00	30	0,667	12,68	19,00	633,78	949,95
7,20	50	0,566	17,91	31,66	895,55	1583,25

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	7,75	7,54	Incoerente	0	17,46	18,93	8,73	1,47	11,39	
1,4	14	13,24	Incoerente	0	19,61	19,42	21,38	1,47	20,58	
2	5,67	4,95	Incoerente	0	16,38	18,73	30,22	1,47	8,33	
4,2	11,82	9,44	Incoerente	0	19,02	19,22	56,05	1,47	17,38	
5,8	20,25	14,34	Incoerente	0	20,89	20,01	93,69	1,47	29,77	
7,2	31,86	20,6	Incoerente	0	21,87	21,08	125,71	1,47	46,83	

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	11,39	1,00	42,18	79,79	100	35,98

[2] -	20,58	1,40	53,15	99,43	100	52,08
[3] -	8,33	2,00	30,86	60,36	64,18	29,18
[4] -	17,38	4,20	42,03	77,64	77,59	47,13
[5] -	29,77	5,80	48,72	89,06	87,71	63,27
[6] -	46,83	7,20	55,57	100	100	77,77

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	11,39	1,00	11,39	30,25	23,25	31,19	34,19	34,19	39,17	<30	28,07	30,42	39,9	30,09
[2] -	20,58	1,40	20,58	32,88	25,88	33,76	33,21	37,24	41,92	30-32	32,57	33,17	44,57	35,29
[3] -	8,33	2,00	8,33	29,38	22,38	30,33	30,99	33,02	0	<30	26,18	29,5	36,34	27,91
[4] -	17,38	4,20	17,38	31,97	24,97	32,87	30,84	36,26	38,87	30-32	31,15	32,21	41,75	33,64
[5] -	29,77	5,80	29,77	35,51	28,51	36,34	30,6	39,62	40,47	32-35	36,13	35,93	44,99	39,4
[6] -	46,83	7,20	46,83	40,38	33,38	41,11	30,69	42,24	42	35-38	41,5	41,05	47,71	45,6

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	11,39	1,00	11,39	23,62	8,94	13,25	26,03	12,94
[2] -	20,58	1,40	20,58	31,75	16,15	23,88	32,79	17,45
[3] -	8,33	2,00	8,33	---	6,54	9,71	---	---
[4] -	17,38	4,20	17,38	29,18	13,64	20,18	30,43	15,88
[5] -	29,77	5,80	29,77	38,19	23,36	34,52	39,55	21,95
[6] -	46,83	7,20	46,83	47,90	36,74	54,26	52,10	30,32

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	11,39	1,00	11,39	6,70	4,99	7,93	8,71
[2] -	20,58	1,40	20,58	12,11	6,84	14,33	12,73
[3] -	8,33	2,00	8,33	---	4,37	5,80	7,37
[4] -	17,38	4,20	17,38	10,23	6,19	12,10	11,33
[5] -	29,77	5,80	29,77	17,52	8,69	20,73	16,75
[6] -	46,83	7,20	46,83	27,55	12,13	32,61	24,21

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[1] -	11,39	1,00	11,39	Terzaghi-Peck 1948	14,66
[2] -	20,58	1,40	20,58	Terzaghi-Peck 1948	15,71
[3] -	8,33	2,00	8,33	Terzaghi-Peck 1948	14,28
[4] -	17,38	4,20	17,38	Terzaghi-Peck 1948	15,36
[5] -	29,77	5,80	29,77	Terzaghi-Peck 1948	16,63
[6] -	46,83	7,20	46,83	Terzaghi-Peck 1948	17,97

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
[1] -	11,39	1,00	11,39	Terzaghi-Peck 1948	18,93
[2] -	20,58	1,40	20,58	Terzaghi-Peck 1948	19,58
[3] -	8,33	2,00	8,33	Terzaghi-Peck 1948	18,70
[4] -	17,38	4,20	17,38	Terzaghi-Peck 1948	19,37
[5] -	29,77	5,80	29,77	Terzaghi-Peck 1948	20,15
[6] -	46,83	7,20	46,83	Terzaghi-Peck 1948	20,98

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
--	------	------------------	----------------------------------	--------------	---------

[1] -	11,39	1,00	11,39	(A.G.I.)	0,33
[2] -	20,58	1,40	20,58	(A.G.I.)	0,31
[3] -	8,33	2,00	8,33	(A.G.I.)	0,34
[4] -	17,38	4,20	17,38	(A.G.I.)	0,32
[5] -	29,77	5,80	29,77	(A.G.I.)	0,3
[6] -	46,83	7,20	46,83	(A.G.I.)	0,26

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	11,39	1,00	11,39	62,74	54,20
[2] -	20,58	1,40	20,58	109,41	77,79
[3] -	8,33	2,00	8,33	46,76	44,77
[4] -	17,38	4,20	17,38	93,34	70,16
[5] -	29,77	5,80	29,77	154,81	97,48
[6] -	46,83	7,20	46,83	236,99	128,56

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	11,39	1,00	11,39	Ohta & Goto (1978) Limi	91,16
[2] -	20,58	1,40	20,58	Ohta & Goto (1978) Limi	119,57
[3] -	8,33	2,00	8,33	Ohta & Goto (1978) Limi	109,36
[4] -	17,38	4,20	17,38	Ohta & Goto (1978) Limi	139,47
[5] -	29,77	5,80	29,77	Ohta & Goto (1978) Limi	167,88
[6] -	46,83	7,20	46,83	Ohta & Goto (1978) Limi	190,99

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	11,39	1,00	11,39	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	20,58	1,40	20,58	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	8,33	2,00	8,33	Seed e Idriss (1971)	--
[4] -	17,38	4,20	17,38	Seed e Idriss (1971)	--
[5] -	29,77	5,80	29,77	Seed e Idriss (1971)	--
[6] -	46,83	7,20	46,83	Seed e Idriss (1971)	--

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

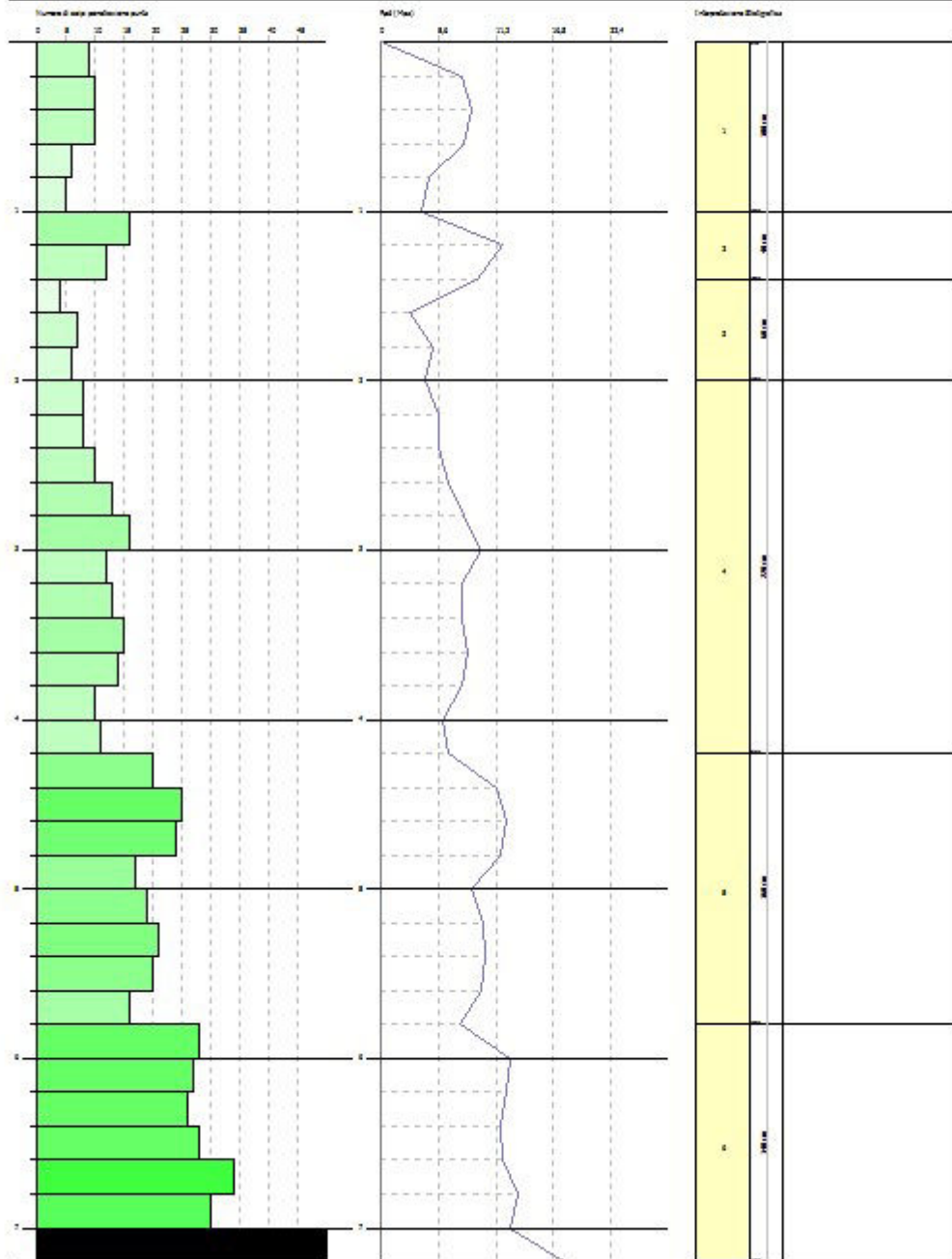
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	11,39	1,00	11,39		---
[2] -	20,58	1,40	20,58		---
[3] -	8,33	2,00	8,33		---
[4] -	17,38	4,20	17,38		---
[5] -	29,77	5,80	29,77		---
[6] -	46,83	7,20	46,83		---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1 - ON07-ON10
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Operatore:
Cantierista:
Località:

Data: 10/08/2023

Scala: 1:25



PROVA P2 - ON01

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 16/05/2022
 Profondità prova 6,80 mt
 Falda non rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	8	0,855	7,04	8,24	352,25	412,17
0,40	6	0,851	5,26	6,18	262,99	309,12
0,60	3	0,847	2,40	2,84	120,15	141,85
0,80	4	0,843	3,19	3,78	159,51	189,14
1,00	3	0,840	2,38	2,84	119,12	141,85
1,20	4	0,836	3,16	3,78	158,17	189,14
1,40	6	0,833	4,73	5,67	236,29	283,71
1,60	6	0,830	4,35	5,24	217,47	262,16
1,80	6	0,826	4,33	5,24	216,63	262,16
2,00	10	0,823	7,19	8,74	359,67	436,93
2,20	18	0,770	12,11	15,73	605,68	786,47
2,40	21	0,717	13,16	18,35	658,01	917,55
2,60	16	0,764	9,93	12,99	496,55	649,72
2,80	10	0,811	6,59	8,12	329,50	406,08
3,00	7	0,809	4,60	5,69	229,87	284,25
3,20	22	0,706	12,61	17,87	630,72	893,37
3,40	22	0,703	12,57	17,87	628,40	893,37
3,60	20	0,751	11,39	15,17	569,61	758,59
3,80	20	0,748	11,35	15,17	567,74	758,59
4,00	18	0,746	10,19	13,65	509,34	682,74
4,20	24	0,694	12,63	18,21	631,48	910,31
4,40	25	0,691	13,11	18,96	655,65	948,24
4,60	29	0,689	14,22	20,64	711,23	1031,91
4,80	28	0,687	13,69	19,93	684,58	996,33
5,00	28	0,685	13,65	19,93	682,51	996,33
5,20	30	0,683	14,58	21,35	729,10	1067,49
5,40	32	0,631	14,37	22,77	718,54	1138,66
5,60	28	0,679	12,74	18,77	637,22	938,28
5,80	36	0,627	15,13	24,13	756,72	1206,36
6,00	35	0,625	14,67	23,46	733,59	1172,85
6,20	38	0,624	15,88	25,47	794,23	1273,38
6,40	36	0,622	15,01	24,13	750,37	1206,36
6,60	52	0,570	18,78	32,93	939,14	1646,58
6,80	70	0,569	25,21	44,33	1260,64	2216,55

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	6	6,18	Incoerente	0	16,57	18,73	3,31	1,47	8,82	
1,2	3,5	3,31	Incoerente	0	15,1	18,53	12,67	1,47	5,14	
2	7	6,22	Incoerente	0	17,06	18,83	25,53	1,47	10,29	
3	14,4	12,18	Incoerente	0	19,81	19,52	42,26	1,47	21,17	
4	20,4	15,95	Incoerente	0	20,99	20,01	62,66	1,47	29,99	
6,4	30,75	21,48	Incoerente	0	21,77	20,99	99,28	1,47	45,2	
6,8	61	38,63	Incoerente	0	24,52	21,87	130,31	1,47	89,67	

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	8,82	0,40	37,88	72,81	100	30,33
[2] -	5,14	1,20	24,83	52,28	63,99	21,21

[3] -	10,29	2,00	36,15	68,74	74,21	33,63
[4] -	21,17	3,00	49,2	90,86	91,81	52,93
[5] -	29,99	4,00	53,93	99,39	97,8	63,5
[6] -	45,2	6,40	58,41	100	100	76,47
[7] -	89,67	6,80	72,81	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	8,82	0,40	8,82	29,52	22,52	30,47	35,88	33,22	0	<30	26,5	29,65	37,88	28,28
[2] -	5,14	1,20	5,14	28,47	21,47	29,44	32,1	31,73	0	<30	23,78	28,54	32,8	25,14
[3] -	10,29	2,00	10,29	29,94	22,94	30,88	31,7	33,78	37,62	<30	27,42	30,09	38,36	29,35
[4] -	21,17	3,00	21,17	33,05	26,05	33,93	31,77	37,42	40,72	30-32	32,82	33,35	44,01	35,58
[5] -	29,99	4,00	29,99	35,57	28,57	36,4	31,48	39,67	41,91	32-35	36,21	36	46,26	39,49
[6] -	45,2	6,40	45,2	39,91	32,91	40,66	31,15	42,09	42	35-38	41,04	40,56	48,42	45,07
[7] -	89,67	6,80	89,67	52,62	45,62	53,11	31,67	38,56	42	>38	51,67	53,9	53,2	57,35

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	8,82	0,40	8,82	---	6,92	10,28	---	---
[2] -	5,14	1,20	5,14	---	4,03	---	---	---
[3] -	10,29	2,00	10,29	22,45	8,07	11,98	25,22	12,40
[4] -	21,17	3,00	21,17	32,21	16,61	24,57	33,22	17,74
[5] -	29,99	4,00	29,99	38,33	23,53	34,77	39,71	22,06
[6] -	45,2	6,40	45,2	47,06	35,46	52,37	50,90	29,52
[7] -	89,67	6,80	89,67	66,29	70,35	103,83	83,60	51,32

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	8,82	0,40	8,82	---	4,47	6,14	7,58
[2] -	5,14	1,20	5,14	---	3,73	3,58	5,97
[3] -	10,29	2,00	10,29	6,05	4,77	7,16	8,23
[4] -	21,17	3,00	21,17	12,46	6,96	14,74	12,99
[5] -	29,99	4,00	29,99	17,65	8,73	20,88	16,84
[6] -	45,2	6,40	45,2	26,60	11,80	31,47	23,50
[7] -	89,67	6,80	89,67	52,76	20,76	62,44	42,95

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[1] -	8,82	0,40	8,82	Terzaghi-Peck 1948	14,34
[2] -	5,14	1,20	5,14	Terzaghi-Peck 1948	13,87
[3] -	10,29	2,00	10,29	Terzaghi-Peck 1948	14,53
[4] -	21,17	3,00	21,17	Terzaghi-Peck 1948	15,78
[5] -	29,99	4,00	29,99	Terzaghi-Peck 1948	16,65
[6] -	45,2	6,40	45,2	Terzaghi-Peck 1948	17,86
[7] -	89,67	6,80	89,67	Terzaghi-Peck 1948	19,29

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
[1] -	8,82	0,40	8,82	Terzaghi-Peck 1948	18,74
[2] -	5,14	1,20	5,14	Terzaghi-Peck 1948	18,44
[3] -	10,29	2,00	10,29	Terzaghi-Peck 1948	18,85
[4] -	21,17	3,00	21,17	Terzaghi-Peck 1948	19,62
[5] -	29,99	4,00	29,99	Terzaghi-Peck 1948	20,16

[6] -	45,2	6,40	45,2	Terzaghi-Peck 1948	20,91
[7] -	89,67	6,80	89,67	Terzaghi-Peck 1948	21,77

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	8,82	0,40	8,82	(A.G.I.)	0,34
[2] -	5,14	1,20	5,14	(A.G.I.)	0,34
[3] -	10,29	2,00	10,29	(A.G.I.)	0,33
[4] -	21,17	3,00	21,17	(A.G.I.)	0,31
[5] -	29,99	4,00	29,99	(A.G.I.)	0,29
[6] -	45,2	6,40	45,2	(A.G.I.)	0,26
[7] -	89,67	6,80	89,67	(A.G.I.)	0,17

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	8,82	0,40	8,82	49,34	46,36
[2] -	5,14	1,20	5,14	29,70	33,33
[3] -	10,29	2,00	10,29	57,03	50,93
[4] -	21,17	3,00	21,17	112,36	79,15
[5] -	29,99	4,00	29,99	155,88	97,92
[6] -	45,2	6,40	45,2	229,23	125,81
[7] -	89,67	6,80	89,67	436,44	191,20

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	8,82	0,40	8,82	Ohta & Goto (1978) Limi	73,08
[2] -	5,14	1,20	5,14	Ohta & Goto (1978) Limi	86,98
[3] -	10,29	2,00	10,29	Ohta & Goto (1978) Limi	112,12
[4] -	21,17	3,00	21,17	Ohta & Goto (1978) Limi	138,44
[5] -	29,99	4,00	29,99	Ohta & Goto (1978) Limi	156,91
[6] -	45,2	6,40	45,2	Ohta & Goto (1978) Limi	181,82
[7] -	89,67	6,80	89,67	Ohta & Goto (1978) Limi	214,34

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	8,82	0,40	8,82	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	5,14	1,20	5,14	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	10,29	2,00	10,29	Seed e Idriss (1971)	--
[4] -	21,17	3,00	21,17	Seed e Idriss (1971)	--
[5] -	29,99	4,00	29,99	Seed e Idriss (1971)	--
[6] -	45,2	6,40	45,2	Seed e Idriss (1971)	--
[7] -	89,67	6,80	89,67	Seed e Idriss (1971)	--

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

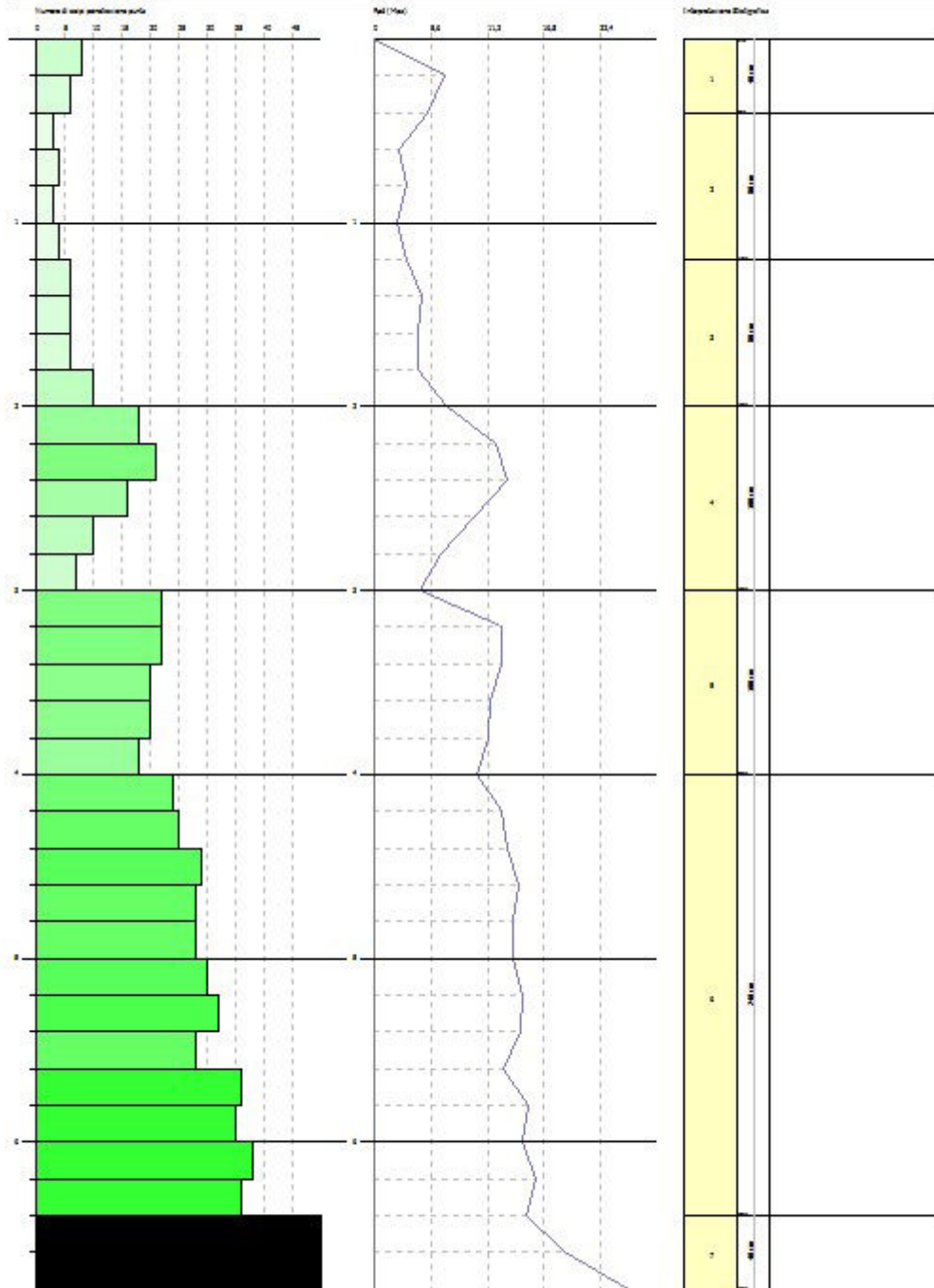
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	8,82	0,40	8,82		---
[2] -	5,14	1,20	5,14		---
[3] -	10,29	2,00	10,29		---
[4] -	21,17	3,00	21,17		---
[5] -	29,99	4,00	29,99		---
[6] -	45,2	6,40	45,2		---
[7] -	89,67	6,80	89,67		---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2 - ON01
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Strada
Comune
Lavoro

Data: 14/08/2023

Scala: 1:20



PROVA P3 - ON02

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 16/05/2022
 Profondità prova 2,60 mt
 Falda non rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	4	0,855	3,52	4,12	176,13	206,08
0,40	2	0,851	1,75	2,06	87,66	103,04
0,60	3	0,847	2,40	2,84	120,15	141,85
0,80	2	0,843	1,60	1,89	79,75	94,57
1,00	2	0,840	1,59	1,89	79,42	94,57
1,20	2	0,836	1,58	1,89	79,09	94,57
1,40	1	0,833	0,79	0,95	39,38	47,28
1,60	1	0,830	0,72	0,87	36,25	43,69
1,80	1	0,826	0,72	0,87	36,10	43,69
2,00	1	0,823	0,72	0,87	35,97	43,69
2,20	1	0,820	0,72	0,87	35,83	43,69
2,40	19	0,767	12,74	16,60	636,85	830,16
2,60	70	0,614	34,92	56,85	1746,02	2842,55

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,6	2,5	2,45	Incoerente	0	14,51	18,44	4,35	1,47	3,68	
2,2	1,38	1,26	Incoerente	0	13,73	18,34	19,69	1,47	2,03	
2,6	44,5	36,73	Incoerente	0	22,95	21,38	35,26	1,47	65,42	

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	3,68	0,60	20,4	46,69	72,16	17,23
[2] -	2,03	2,20	7,91	31,53	36,57	12,47
[3] -	65,42	2,60	82,15	100	100	96,91

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	3,68	0,60	3,68	28,05	21,05	29,03	33,87	31,11	0	<30	22,43	28,1	30,21	23,58
[2] -	2,03	2,20	2,03	27,58	20,58	28,57	29,63	30,39	0	<30	20,52	27,61	24,42	21,37
[3] -	65,42	2,60	65,42	45,69	38,69	46,32	33,99	42,44	42	>38	46,33	46,63	54,13	51,17

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	3,68	0,60	3,68	---	2,89	---	---	---
[2] -	2,03	2,20	2,03	---	1,59	---	---	---
[3] -	65,42	2,60	65,42	56,62	51,32	75,77	65,77	39,43

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	3,68	0,60	3,68	---	3,43	2,56	5,34
[2] -	2,03	2,20	2,03	---	3,10	1,41	4,61
[3] -	65,42	2,60	65,42	38,49	15,87	45,55	32,34

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[1] -	3,68	0,60	3,68	Terzaghi-Peck 1948	13,67
[2] -	2,03	2,20	2,03	Terzaghi-Peck 1948	13,45
[3] -	65,42	2,60	65,42	Terzaghi-Peck 1948	18,90

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
[1] -	3,68	0,60	3,68	Terzaghi-Peck 1948	18,32
[2] -	2,03	2,20	2,03	Terzaghi-Peck 1948	18,18
[3] -	65,42	2,60	65,42	Terzaghi-Peck 1948	21,55

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	3,68	0,60	3,68	(A.G.I.)	0,35
[2] -	2,03	2,20	2,03	(A.G.I.)	0,35
[3] -	65,42	2,60	65,42	(A.G.I.)	0,22

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	3,68	0,60	3,68	21,69	27,17
[2] -	2,03	2,20	2,03	12,40	18,89
[3] -	65,42	2,60	65,42	324,49	157,70

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	3,68	0,60	3,68	Ohta & Goto (1978) Limi	67,94
[2] -	2,03	2,20	2,03	Ohta & Goto (1978) Limi	82,51
[3] -	65,42	2,60	65,42	Ohta & Goto (1978) Limi	166,96

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	3,68	0,60	3,68	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	2,03	2,20	2,03	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	65,42	2,60	65,42	Seed e Idriss (1971)	--

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	3,68	0,60	3,68		---
[2] -	2,03	2,20	2,03		---
[3] -	65,42	2,60	65,42		---

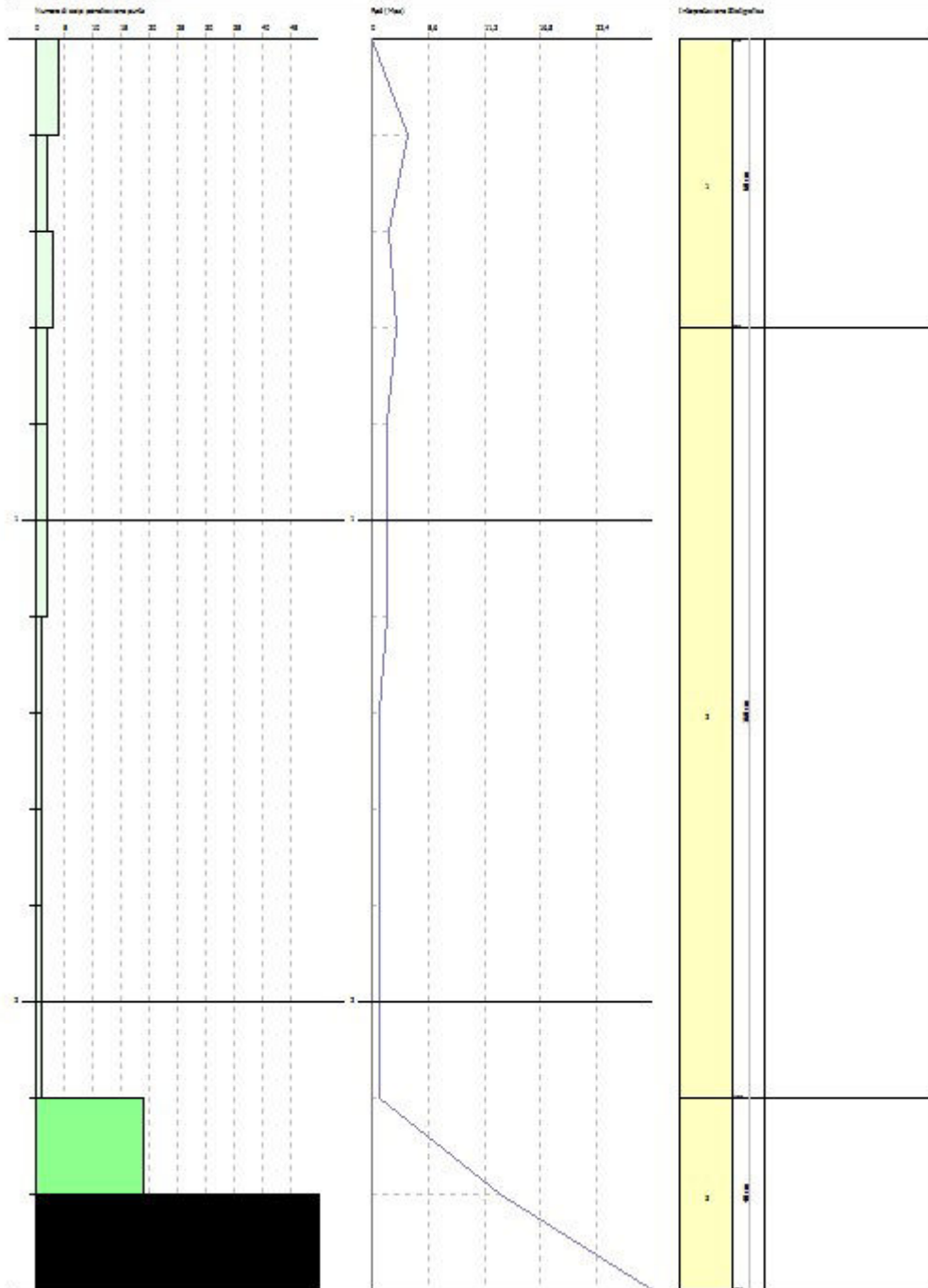
08276
2824796

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3 - ON02
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Struttura
Cantier
Lato S

Data: 14/08/2023

Scala 1:1



08276/01

08276/02

			falda		(Sabbie)	(Sabbia ghiaiosa)	(Sabbia)	
[1] -	9,56	1,00	9,56	---	7,50	11,13	---	---
[2] -	19,4	2,00	19,4	30,83	15,22	22,52	31,92	16,87
[3] -	37,73	2,60	37,73	43,00	29,60	43,73	45,40	25,86
[4] -	86,73	3,00	86,73	65,19	68,04	100,43	81,44	49,88

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	9,56	1,00	9,56	---	4,62	6,66	7,91
[2] -	19,4	2,00	19,4	11,41	6,60	13,51	12,21
[3] -	37,73	2,60	37,73	22,20	10,29	26,27	20,23
[4] -	86,73	3,00	86,73	51,03	20,16	60,39	41,66

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[1] -	9,56	1,00	9,56	Terzaghi-Peck 1948	14,44
[2] -	19,4	2,00	19,4	Terzaghi-Peck 1948	15,58
[3] -	37,73	2,60	37,73	Terzaghi-Peck 1948	17,31
[4] -	86,73	3,00	86,73	Terzaghi-Peck 1948	19,29

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
[1] -	9,56	1,00	9,56	Terzaghi-Peck 1948	18,79
[2] -	19,4	2,00	19,4	Terzaghi-Peck 1948	19,51
[3] -	37,73	2,60	37,73	Terzaghi-Peck 1948	20,57
[4] -	86,73	3,00	86,73	Terzaghi-Peck 1948	21,78

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	9,56	1,00	9,56	(A.G.I.)	0,34
[2] -	19,4	2,00	19,4	(A.G.I.)	0,32
[3] -	37,73	2,60	37,73	(A.G.I.)	0,28
[4] -	86,73	3,00	86,73	(A.G.I.)	0,18

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	9,56	1,00	9,56	53,22	48,70
[2] -	19,4	2,00	19,4	103,51	75,04
[3] -	37,73	2,60	37,73	193,43	112,66
[4] -	86,73	3,00	86,73	422,97	187,35

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	9,56	1,00	9,56	Ohta & Goto (1978) Limi	88,44
[2] -	19,4	2,00	19,4	Ohta & Goto (1978) Limi	123,57
[3] -	37,73	2,60	37,73	Ohta & Goto (1978) Limi	150,56
[4] -	86,73	3,00	86,73	Ohta & Goto (1978) Limi	180,6

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	9,56	1,00	9,56	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	19,4	2,00	19,4	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	37,73	2,60	37,73	Seed e Idriss (1971)	--
[4] -	86,73	3,00	86,73	Seed e Idriss (1971)	--

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	9,56	1,00	9,56		---
[2] -	19,4	2,00	19,4		---
[3] -	37,73	2,60	37,73		---
[4] -	86,73	3,00	86,73		---

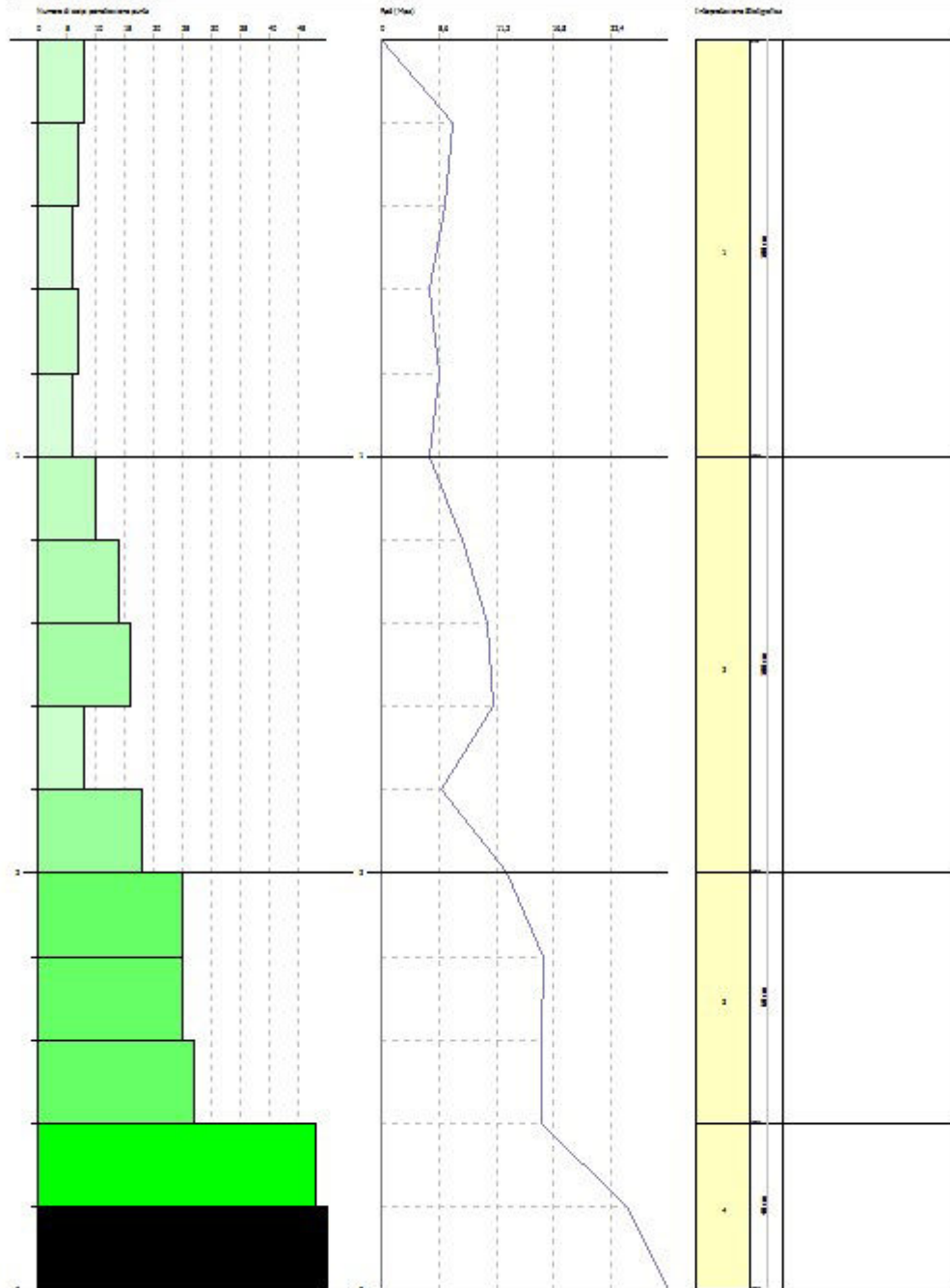
08276
2824796

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P4 - OND4
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Struttura
Cantier
Lavoro

Data: 14/08/2023

Scala 1:10



08276/01

08276/02

PROVA P5 - ON09

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 16/05/2022
 Profondità prova 3,80 mt
 Falda non rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	11	0,855	9,69	11,33	484,34	566,73
0,40	8	0,851	7,01	8,24	350,66	412,17
0,60	3	0,847	2,40	2,84	120,15	141,85
0,80	1	0,843	0,80	0,95	39,88	47,28
1,00	2	0,840	1,59	1,89	79,42	94,57
1,20	3	0,836	2,37	2,84	118,63	141,85
1,40	2	0,833	1,58	1,89	78,76	94,57
1,60	1	0,830	0,72	0,87	36,25	43,69
1,80	1	0,826	0,72	0,87	36,10	43,69
2,00	2	0,823	1,44	1,75	71,93	87,39
2,20	10	0,820	7,17	8,74	358,33	436,93
2,40	3	0,817	2,14	2,62	107,11	131,08
2,60	6	0,814	3,97	4,87	198,39	243,65
2,80	14	0,761	8,66	11,37	432,87	568,51
3,00	17	0,759	10,47	13,81	523,74	690,33
3,20	12	0,806	7,86	9,75	392,76	487,29
3,40	22	0,703	12,57	17,87	628,40	893,37
3,60	16	0,751	9,11	12,14	455,69	606,88
3,80	70	0,598	31,78	53,10	1588,84	2655,08

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,6	5,5	5,54	Incoerente	0	16,28	18,73	4,88	1,47	8,09	
2	1,71	1,58	Incoerente	0	14,02	18,34	19,58	1,47	2,51	
3,6	12,5	10,15	Incoerente	0	19,22	19,32	44,77	1,47	18,38	
3,8	70	53,1	Incoerente	0	24,52	22,16	62,6	1,47	102,9	

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	8,09	0,60	35,63	68,98	100	28,62
[2] -	2,51	2,00	11,21	35,08	40,53	13,89
[3] -	18,38	3,60	45,35	83,72	84,52	48,75
[4] -	102,9	3,80	89,81	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	8,09	0,60	8,09	29,31	22,31	30,27	34,9	32,93	0	<30	26,02	29,43	37,06	27,72
[2] -	2,51	2,00	2,51	27,72	20,72	28,7	29,99	30,6	0	<30	21,14	27,75	26,28	22,09
[3] -	18,38	3,60	18,38	32,25	25,25	33,15	31,42	36,57	39,72	30-32	31,6	32,51	42,68	34,17

[4] -	102,9	3,80	102,9	56,4	49,4	56,81	33,48	34,45	42	>38	54,29	57,87	57,03	60,37
-------	-------	------	-------	------	------	-------	-------	-------	----	-----	-------	-------	-------	-------

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	8,09	0,60	8,09	---	6,35	9,43	---	---
[2] -	2,51	2,00	2,51	---	1,97	---	---	---
[3] -	18,38	3,60	18,38	30,01	14,42	21,34	31,17	16,37
[4] -	102,9	3,80	102,9	71,01	80,73	119,14	93,33	57,81

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	8,09	0,60	8,09	---	4,32	5,63	7,26
[2] -	2,51	2,00	2,51	---	3,20	1,75	4,82
[3] -	18,38	3,60	18,38	10,81	6,40	12,80	11,77
[4] -	102,9	3,80	102,9	60,55	23,42	71,65	48,73

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[1] -	8,09	0,60	8,09	Terzaghi-Peck 1948	14,25
[2] -	2,51	2,00	2,51	Terzaghi-Peck 1948	13,52
[3] -	18,38	3,60	18,38	Terzaghi-Peck 1948	15,47
[4] -	102,9	3,80	102,9	Terzaghi-Peck 1948	19,10

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
[1] -	8,09	0,60	8,09	Terzaghi-Peck 1948	18,68
[2] -	2,51	2,00	2,51	Terzaghi-Peck 1948	18,22
[3] -	18,38	3,60	18,38	Terzaghi-Peck 1948	19,44
[4] -	102,9	3,80	102,9	Terzaghi-Peck 1948	21,65

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	8,09	0,60	8,09	(A.G.I.)	0,34
[2] -	2,51	2,00	2,51	(A.G.I.)	0,35
[3] -	18,38	3,60	18,38	(A.G.I.)	0,32
[4] -	102,9	3,80	102,9	(A.G.I.)	0,14

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	8,09	0,60	8,09	45,49	43,97
[2] -	2,51	2,00	2,51	15,14	21,51
[3] -	18,38	3,60	18,38	98,38	72,60
[4] -	102,9	3,80	102,9	496,71	207,98

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	8,09	0,60	8,09	Ohta & Goto (1978) Limi	77,85
[2] -	2,51	2,00	2,51	Ohta & Goto (1978) Limi	84,38
[3] -	18,38	3,60	18,38	Ohta & Goto (1978) Limi	138,09
[4] -	102,9	3,80	102,9	Ohta & Goto (1978) Limi	196,31

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
--	------	------------------	----------------------------------	--------------	-----------------

[1] -	8,09	0,60	8,09	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	2,51	2,00	2,51	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	18,38	3,60	18,38	Seed e Idriss (1971)	--
[4] -	102,9	3,80	102,9	Seed e Idriss (1971)	--

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	8,09	0,60	8,09		---
[2] -	2,51	2,00	2,51		---
[3] -	18,38	3,60	18,38		---
[4] -	102,9	3,80	102,9		---

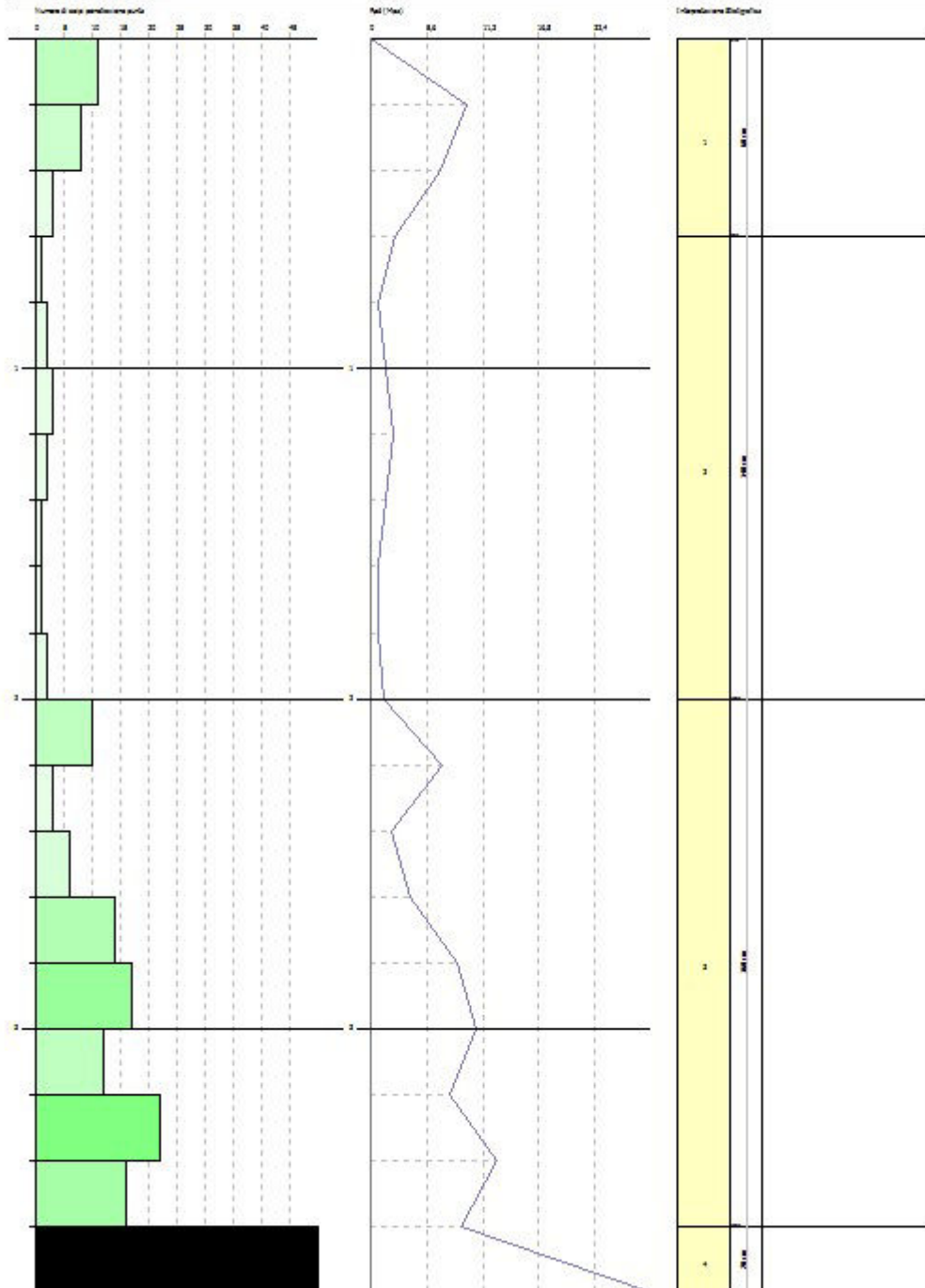
08276
2824796

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P5 - ON09
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Strada
Comune
Località

Data: 14/08/2023

Scala 1:20

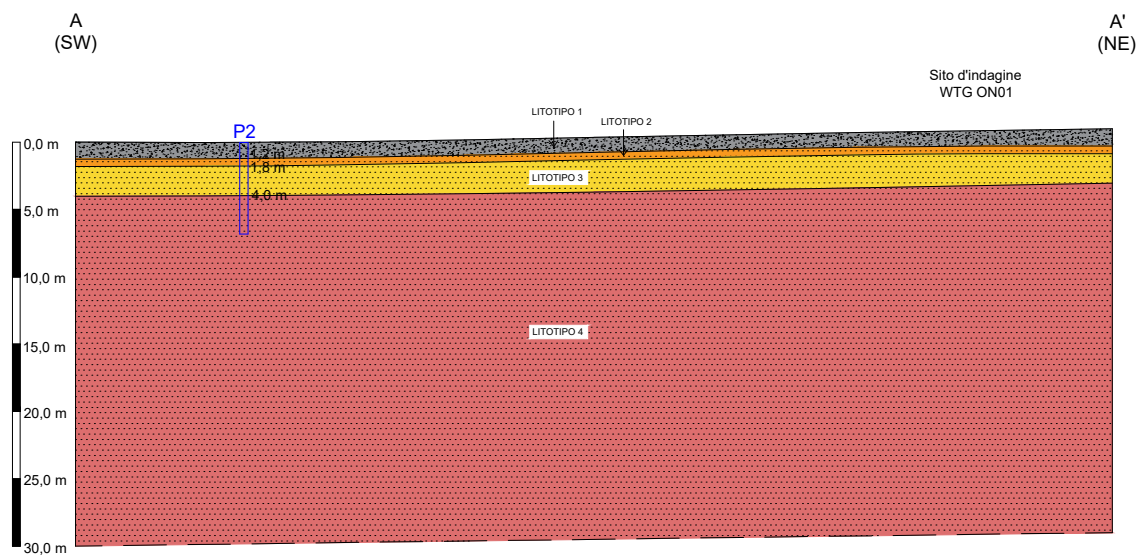


08276/1





08276/2

ALLEGATO 2 – SEZIONI GEOLOGICHE

SEZIONE GEOLITOLOGICA A-A'



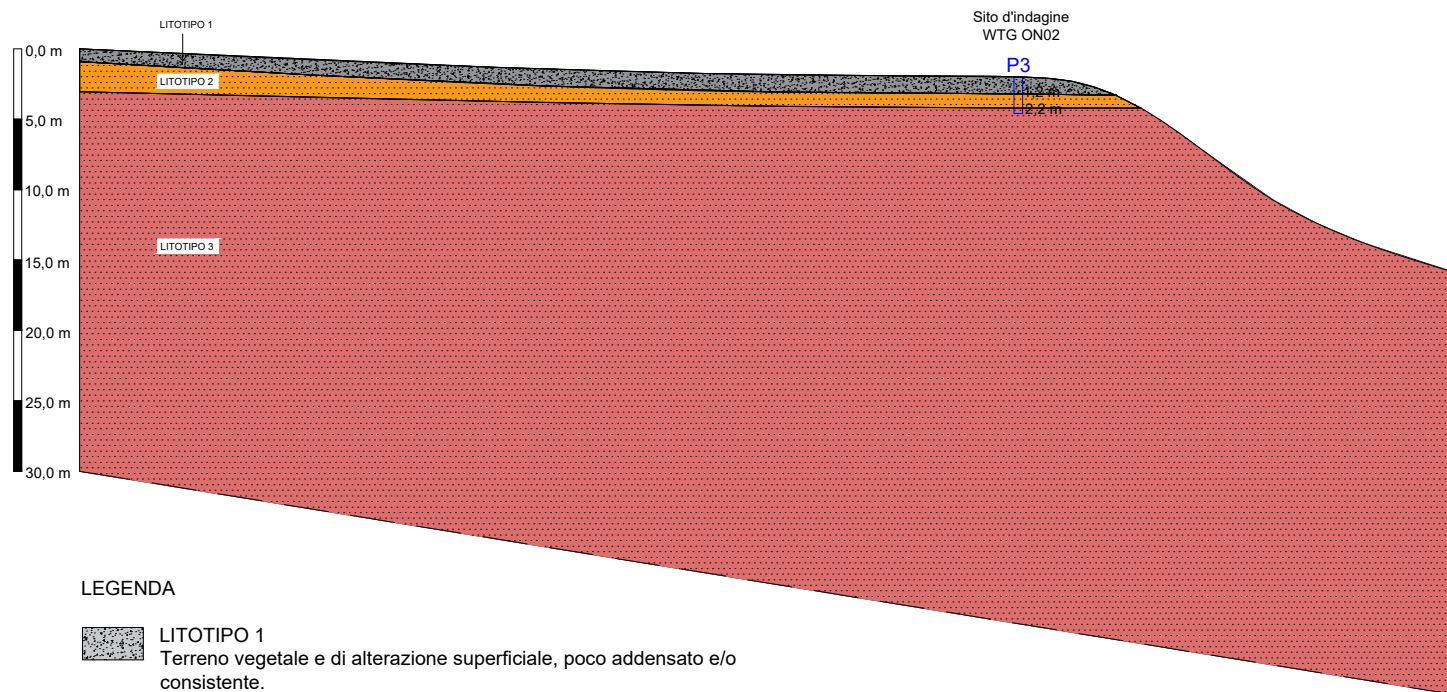
LEGENDA

-  LITOTIPO 1
Terreno vegetale e di alterazione superficiale, poco addensato e/o consistente.
-  LITOTIPO 2
Depositi di tufo alterati e/o rimaneggiati, poco addensati e/o consistenti.
-  LITOTIPO 3
Depositi di tufo da poco a mediamente addensati e/o consistenti
-  LITOTIPO 4
Depositi di tufo da mediamente a molto addensati e/o consistenti.


SEZIONE GEOLITOLOGICA B-B'


B
(NW)


B'
(SE)



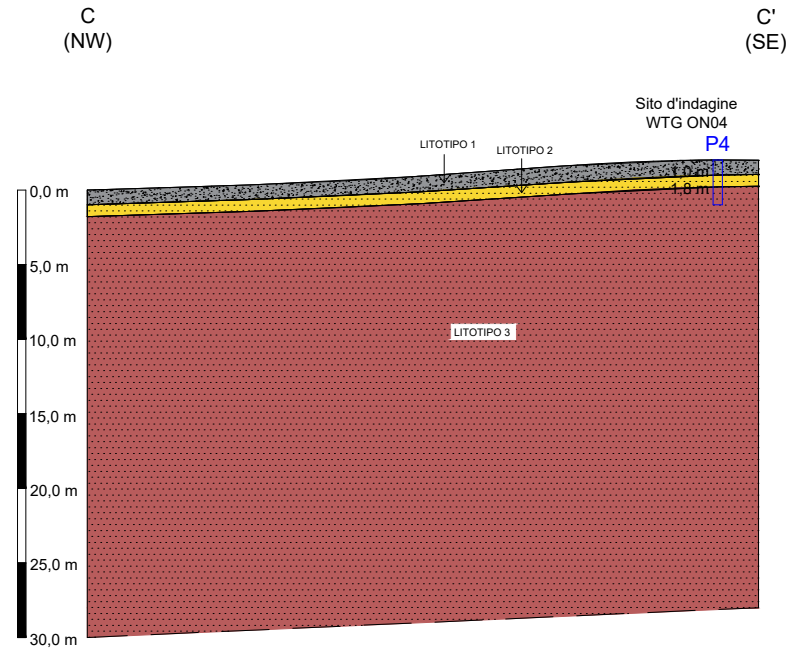
LEGENDA

 LITOTIPO 1
Terreno vegetale e di alterazione superficiale, poco addensato e/o consistente.




 LITOTIPO 2
Depositi di tufo alterati e/o rimaneggiati, poco addensati e/o consistenti.

 LITOTIPO 3
Depositi di tufo da mediamente a molto addensati e/o consistenti.

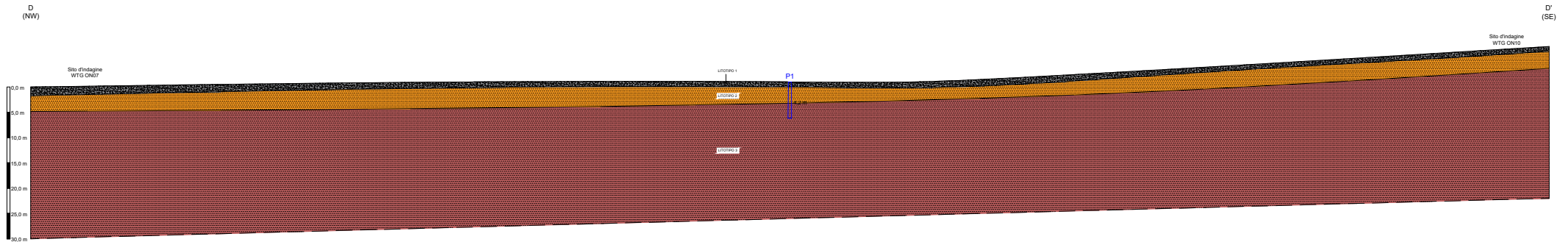
SEZIONE GEOLITOLOGICA C-C'






LEGENDA

-  LITOTIPO 1
Terreno vegetale e di alterazione superficiale, poco addensato e/o consistente.
-  LITOTIPO 2
Depositi di tufo da poco a mediamente addensati e/o consistenti.
-  LITOTIPO 3
Depositi di tufo da mediamente a molto addensati e/o consistenti.

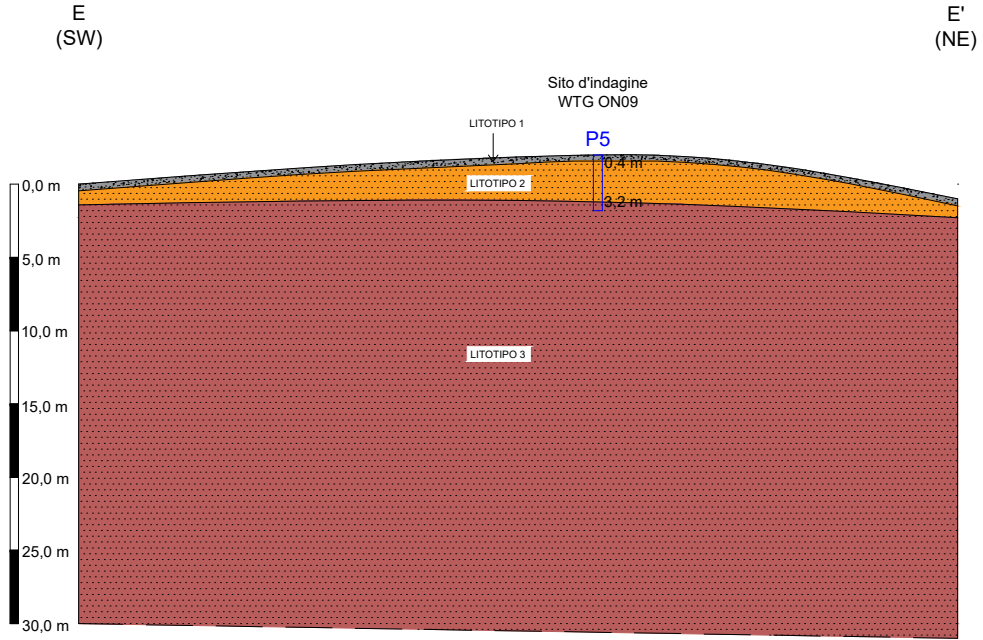
SEZIONE GEOLITOLOGICA D-D'




LEGENDA


-  LITOTIPO 1
Terreno vegetale e di alterazione superficiale, poco addensato e/o consistente.
-  LITOTIPO 2
Depositi di tufo da poco a mediamente addensati e/o consistenti.
-  LITOTIPO 3
Depositi di tufo mediamente addensati e/o consistenti.


SEZIONE GEOLITOLOGICA E-E'



LEGENDA

-  LITOTIPO 1
Terreno vegetale e di alterazione superficiale, poco addensato e/o consistente.

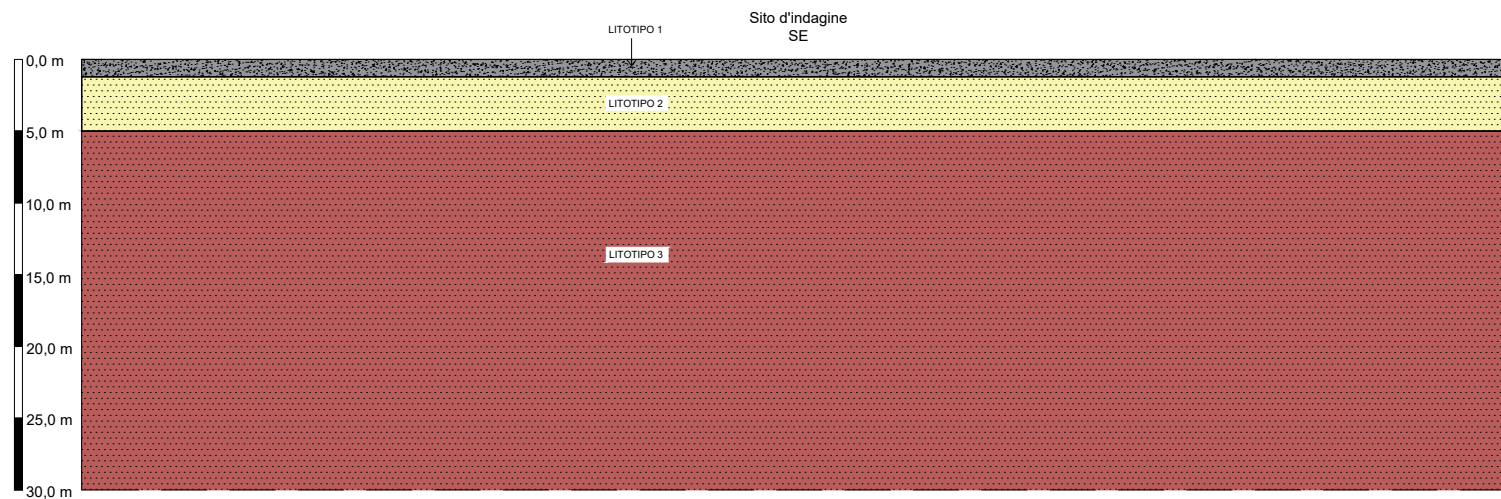
-  LITOTIPO 2
Depositi di tufo da poco a mediamente addensati e/o consistenti.

-  LITOTIPO 3
Depositi di tufo da mediamente a molto addensati e/o consistenti.

SEZIONE GEOLITOLOGICA F-F'


F
(SW)


F'
(NE)



LEGENDA

 LITOTIPO 1
Terreno vegetale e di alterazione superficiale, poco addensato e/o consistente.

 LITOTIPO 2
Depositi vulcanoclastici alterati e/o rimaneggiati poco addensati e/o consistenti.

 LITOTIPO 3
Depositi di tufo da mediamente a molto addensati e/o consistenti.

ALLEGATO 3 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1: Esecuzione prova penetrometrica DPSH1 nei pressi dei siti WTG ON07 e ON10.



Foto 2: Esecuzione prova penetrometrica DPSH2 sul sito WTG ON01.



Foto 3: Esecuzione prova penetrometrica DPSH3 sul sito WTG ON02.



Foto 4: Esecuzione prova penetrometrica DPSH4 sul sito WTG ON04.



Foto 5: Esecuzione prova penetrometrica DPSH5 sul sito WTG 0N09.



Foto 6: Esecuzione della stesa geofisica MASW1 nei pressi dei siti WTG ON07 e ON10.



Foto 7: Esecuzione della stesa geofisica MASW2 sul sito WTG ON01.



Foto 8: Esecuzione stesa geofisica MASW3 sul sito SE.