



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA



Provincia di Udine  
*Provincie di Udin*



COMUNE DI FAGAGNA

**VARIANTE GENERALE AL  
PIANO REGOLATORE  
GENERALE DEL COMUNE DI  
FAGAGNA**

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA,  
SISMICA E IDRAULICA**

DATA: **DICEMBRE 2018**

COMMITTENTE: **COMUNE DI FAGAGNA**

GEOLOGO: **ZIRALDO GIANLUIGI**

Via Lucca 23  
33034- Fagagna(UD)



Tel-Fax: 0432 800601  
Cel: 338 2515235  
E-mail: g.ziraldo@libero.it

## PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Fagagna, è stata svolta un'indagine geologica in corrispondenza delle aree interessate dalla "VARIANTE GENERALE AL PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI FAGAGNA".

Tali aree sono quelle visualizzate planimetricamente nell'allegato 1, su stralci della Carta Tecnica Regionale scala 1 : 5.000.

L'indagine eseguita è stata finalizzata alla definizione delle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni considerati e dell'intorno geomorfologico che interagisce con tali caratteristiche, al fine di verificare la compatibilità dell'utilizzazione dei terreni stessi con la sicurezza dei nuovi insediamenti urbani previsti (accertamento di fattibilità geologica, geotecnica, sismica ed idraulica) ai sensi delle norme di Legge vigenti ed in conformità alle indicazioni formulate dalla Regione Friuli Venezia Giulia al fine di una corretta valutazione della componente geologica nella pianificazione territoriale (sez. "H" D. M. 11.03.1988, art. 10 L. R. 9.5.88 n. 27 e successive modifiche ed integrazioni, artt. 14, 15 e 16 L.R. 11.08.2009 n° 16). Queste caratteristiche, che in definitiva, si identificano con quelle che concorrono a determinare il rischio geologico-sismico di una certa area, sono rispettivamente:

- le proprietà litostratigrafiche e geotecniche dei depositi superficiali;
- la profondità della falda freatica;
- il potenziale di liquefazione dei materiali caratterizzanti il sottosuolo;
- le caratteristiche del reticolo idrografico superficiale, in rapporto in particolare a fenomeni di esondazione e/o allagamento in genere;
- le condizioni di stabilità locale dei terreni;
- la morfologia del substrato se posto a profondità tale da poter produrre un incremento alla sollecitazione dinamica;
- le caratteristiche tettoniche.

Lo studio eseguito è stato così articolato:

- acquisizione della documentazione cartografica esistente a livello comunale e in particolare quella relativa a " Studio geologico-tecnico di zonizzazione in prospettiva sismica - Piano regolatore generale Comune di Fagagna - Ziraldo G., 1998" e "Microzonazione sismica - Comune di Fagagna - Ziraldo G., 2014".;
- acquisizione delle prove geofisiche e geognostiche inserite negli studi di cui al punto precedente, integrati con i dati relativi ad indagini più recenti, afferenti sia a interventi pubblici che privati,

- reperiti attraverso una minuziosa ricerca condotta presso gli archivi dell'Ufficio Tecnico comunale (Edilizia Privata e Urbanistica) e presso i geologi professionisti localmente operanti:-
- acquisizione dei dati del sottosuolo contenuti nei database geognostici dell'ISPRA e del Servizio Geologico della Regione Friuli Venezia Giulia;
  - rilevamento geologico e geomorfologico speditivo del territorio comunale per la verifica, il riscontro e le eventuali integrazioni dei dati cartografici comunali e sovracomunali, con esame delle situazioni di dissesto segnalate e valutazione del loro grado di evoluzione;
  - realizzazione di nuove indagini geofisiche in corrispondenza delle aree maggiormente significative per estensione e previsioni insediative, costituite da una prova MASW basata sull'analisi delle onde sismiche superficiali e da sei prove con tomografo digitale (HVSR) effettuate mediante acquisizione passiva del rumore sismico ambientale che hanno permesso di meglio caratterizzare i terreni nei confronti dei parametri più importanti dal punto di vista sismico.

La variante proposta è di tipo puntuale e comprende 98 modifiche zonizzative allo strumento urbanistico vigente, da riferirsi a cancellazione e declassamento di aree edificabili, nuove previsioni insediative ed infrastrutturali, rettifica di elementi geometrici e cartografici.

La variante in oggetto si prefigge, inoltre, l'adeguamento del P.R.G.C. vigente al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini regionali (in seguito indicato come PAIR), attraverso il recepimento sia nelle cartografie, sia nelle norme di attuazione del P.R.G.C., delle perimetrazioni delle diverse aree a pericolosità idraulica e delle prescrizioni e dei vincoli d'uso previsti nell'utilizzo delle aree stesse.

Il seguente rapporto verte sui seguenti punti:

- a) localizzazione geografica;
- b) assetto geologico e geomorfologico dell'area;
- c) metodologia di indagine;
- d) caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche del sottosuolo;
- e) caratteristiche idrogeologiche;
- f) vulnerabilità della falda;
- g) caratteristiche dell'idrografia superficiale;
- h) stabilità dei terreni;
- i) progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di interesse regionale (PAIR) - adeguamento;
- l) definizione della pericolosità sismica di base e degli eventi di riferimento;
- m) zonizzazione geologico-tecnica di massima del territorio in prospettiva sismica;

n) considerazioni conclusive - attestazione di compatibilità - prescrizioni.

## a) LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

Il territorio comunale di Fagagna è situato nel settore centro-occidentale della Provincia di Udine, ad una distanza di 12 Km. circa a nord-ovest del capoluogo di provincia, più o meno in corrispondenza del nucleo centrale della regione friulana.

Sotto il profilo amministrativo, il Comune di Fagagna è delimitato:

- a nord dai Comuni di Colloredo di Monte Albano e Moruzzo;
- ad est dal Comune di Martignacco;
- a sud dai Comuni di Mereto di Tomba e S. Vito di Fagagna;
- ad ovest dal Comune di Rive d'Arcano.

La superficie occupata, che ha una conformazione allungata con l'asse maggiore orientato da nord a sud, è pari a 37.19 Kmq., con una popolazione residente, al 01.10.2017, di 6334 abitanti.

I centri abitati sono costituiti dal capoluogo, che occupa la porzione mediana del territorio comunale, e dalle frazioni di Villalta, Ciconicco, S. Giovanni in Colle, Battaglia, Madrisio, intervallati da diffusi settori di territorio agricolo.

Si possono identificare, nel contesto dell'insieme di tutti quei fattori fisico-ambientali che contribuiscono a caratterizzare l'aspetto del territorio, due settori con litologie e morfologia ben diversificate fra loro (vedi allegato n° 3):

- una zona pianeggiante pedecollinare in corrispondenza del settore meridionale del Comune, inserita nell'ambito del tratto più settentrionale della "Alta Pianura fra Tagliamento e Torre-Isonzo". Questa unità, che si colloca stratigraficamente nel Pleistocene superiore e la fase glaciale a cui appartiene viene chiamata "wurmiana", si sviluppa ai piedi della cerchia frontale dell'anfiteatro morenico del Tagliamento sino alla cosiddetta linea delle risorgive che la separa dalla "Bassa Pianura friulana", limitata ad occidente dal F. Tagliamento e ad est dal T. Torre - F. Isonzo. Risulta costituita da una serie di conoidi, a morfologia subpianeggiante o leggermente convessa, che si sono accumulate in corrispondenza dello sbocco dei principali scaricatori glaciali nella pianura antistante il fronte glaciale; queste sovrapponendosi ed intersecandosi hanno originato un unico e spesso deposito glacio-alluvionale. Queste conoidi, specie nel settore della pianura più prossimo alle colline moreniche, sono frequentemente marcate da tracce diffuse di corsi d'acqua estinti a canali anastomizzati e da paleoalvei ad acque incanalate, la cui disposizione indica un paleodefusso delle acque con direzione prevalente nord-sud;
- una zona collinare, caratterizzata dall'alternarsi di rilievi, depressioni e ampie superfici subpianeggianti, che occupa la porzione centro-meridionale dello "anfiteatro morenico

tilaventino", che é quella vasta costruzione glaciale che si estende, fra il Campo d'Osoppo a nord e l'Alta Pianura friulana a sud, dal M. di Ragogna sino ai primi contrafforti rocciosi delle Prealpi Giulie (da Magnano in Riviera a Tarcento) delineando un ampio arco semicircolare, con la convessità rivolta verso valle, di 21 km. circa di diametro ed occupando una superficie più o meno di 220 kmq.

L'anfiteatro morenico tilaventino, si articola in una serie di cerchie collinari ad andamento semicircolare e concentrico, da cui il termine "anfiteatro" attribuito a questi ammassi morenici, separate fra loro da zone subpianeggianti o pianeggianti localmente depresse. Queste cerchie si succedono da sud verso nord in ordine decrescente di ampiezza ed altezza. Nel complesso sono riconoscibili tre ordini di cordoni morenici principali, a tratti interrotti per la presenza di profonde incisioni operate dalle correnti di disgelo glaciali o per l'influenza esercitata dai colli flyschoidi di Buja e Buriis e quelli conglomeratici di Susans e di Ragogna, che mentre in un primo tempo sono stati completamente scavalcati dalla massa glaciale, successivamente hanno ostacolato la regolare avanzata della fronte del ghiacciaio, frazionandolo in singoli lobi. In particolare, l'area morenica di Fagagna occupa una buona parte del lobo centrale della prima cerchia, la più esterna, ed alla sua estremità nord-occidentale, un tratto modesto del settore centrale della seconda cerchia.

## **b) ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA**

### **b.1 - Assetto geologico**

I depositi quaternari affioranti nell'ambito del territorio comunale di Fagagna sono quasi ovunque legati sotto il profilo formazionale all'attività del ghiacciaio del Tagliamento che durante il Pleistocene medio e superiore, in fasi successive, ha costruito l'anfiteatro morenico tilaventino, uno dei meglio rappresentati ed estesi in Italia, formato da un insieme di colline disposte in archi concentrici, che rappresentano ciò che rimane dei detriti delle rocce che il ghiacciaio ha eroso, trascinato ed abbandonato durante le espansioni glaciali. Unicamente in corrispondenza delle zone di bassura inframoreniche, ove al ritiro del ghiacciaio esistevano ampi specchi lacustri e paludi progressivamente interrati, sono rinvenibili, con spessori significativi, delle coltri terrigene superficiali di origine più recente.

Secondo l'interpretazione più attuale (Zanferrari et al., 2005), l'anfiteatro tilaventino è costituito dalle cerchie di due sole glaciazioni, che fino a poco tempo fa venivano identificate come Wurm e Riss. Questa suddivisione è oggi abbandonata e le due unità glaciali hanno preso rispettivamente il nome di "Sintema di Spilimbergo" e di "Sintema di Plaino". Il primo comprende i depositi dell'ultima massima avanzata del ghiacciaio tilaventino (Ultimo Massimo Glaciale) che si è verificato tra i 23.000 ed i 16.000 anni fa ed a cui appartengono i depositi glaciali delle cerchie moreniche affioranti sul territorio studiato.

A Fagagna, durante l'Ultimo Massimo Glaciale, la prima fase di massima avanzata del ghiacciaio avvenne tra 26.500 e 25.000 anni fa, con la formazione della cerchia più esterna, che va da Madrisio sino a Villalta, in cui i colli a massima elevazione raggiungono quote dell'ordine dei 210 mt. s.l.m. Ad un primo arretramento del fronte glaciale, che provocò l'incisione dell'apice delle conoidi fluvioglaciali, seguì una seconda fase di avanzata tra i 23.000 ed i 22.000 anni fa, in cui il ghiacciaio scese senza raggiungere la posizione precedente perchè ostacolato dalla presenza degli archi depositati nella prima fase. In questa seconda espansione si formò l'arco morenico più elevato, che si estende dalla località Villaverde sino a comprendere la dorsale dove sorge l'abitato di Fagagna; la quota maggiore si raggiunge nel colle che sovrasta ad ovest il cimitero del capoluogo: 266.20 mt. s.l.m. A partire da circa 22.000 anni il ghiacciaio tilaventino cominciò a ritirarsi progressivamente, anche se, suddiviso in quattro lobi per l'azione di frazionamento esercitata dai colli rocciosi presenti nella zona, ebbe ancora delle piccole avanzate, testimoniate dalla serie di morene, generalmente basse e discontinue, presenti più a monte a cui appartengono i colli presenti

all'estremità nord-occidentale del territorio comunale. Verso i 19.500 anni fa le fronti dei ghiacciai si erano già ritirate all'interno delle valli.

La forma dell'accumulo, la posizione e la sua altezza sono indicative della potenza della lingua glaciale e della sua velocità di ablazione.

Mentre al margine frontale delle coltri glaciali si depositavano i materiali che avrebbero costituito le varie cerchie moreniche, i depositi fluvioglaciali trasportati a valle dalle acque di scioglimento del ghiacciaio (che alimentavano torrenti "scaricatori" api e subglaciali) formavano una vasta piana proglaciale (sandur) lungo tutto il fronte morenico. Si tratta di un complesso di conoidi alluvionali a debole inclinazione, in gran parte coalescenti e con gli apici in corrispondenza dello sbocco degli scaricatori glaciali, sui quali sono ancora riconoscibili le tracce dei corsi d'acqua che li hanno formati.

Nell'area studiata affiorano principalmente tre litofacies: depositi glaciali, costituiti prevalentemente da till d'alloggiamento (depositi subglaciali, messi cioè in posto dalla parte basale del ghiacciaio, frequentemente sovraconsolidati) e till d'ablazione (sedimenti rilasciati durante la fusione della massa glaciale e caratterizzati da un elevato contenuto clastico), depositi fluvioglaciali prevalentemente ghiaiosi, depositi lacustri e palustri riferibili a torbe e argille con forte componente organica. I siti di variante sono compresi tutti all'interno di depositi glaciali e depositi fluvioglaciali

#### - Depositi glaciali

Costituiscono prevalentemente l'ossatura dei cordoni collinari più pronunciati dell'anfiteatro tilaventino, delineando i fronti di massima espansione delle masse glaciali in corrispondenza dei quali si aveva l'accumulo caotico dei materiali trasportati; si presentano a composizione granulometrica assai eterogenea; i clasti, mal classati, sono costituiti da massi, blocchi, ciottoli, ghiaie e sabbie immersi in una matrice limoso-argillosa avente funzione coesiva (diamicton). In relazione alla loro genesi essi presentano un assetto caotico, privo di qualsivoglia stratificazione od orientazione a causa del particolare tipo di trasporto e deposizione senza selezione granulometrica. In generale l'abbondanza del legante argilloso conferisce a questi depositi una tipica colorazione grigia, mentre un colore ocra-nocciola contraddistingue di norma materiali con maggior presenza di limo.

Gli elementi grossolani, dalle forme per lo più rotondeggianti e dalle superfici intaccate dalle tipiche striature glaciali, rappresentano una gamma abbastanza diversa di varietà litologiche, anche se nel complesso sono prevalenti quelle di natura calcareo-dolimitica. Presentano, inoltre, delle

caratteristiche dimensionali estremamente varie, che vanno dalle ghiaie fini sino a massi di volume pari a qualche metro cubo.

La composizione petrografica dei clasti è da collegarsi al percorso del ghiacciaio tilaventino dalle Alpi all'alta pianura; i principali componenti petrografici, variamente rimescolati, risultano essere: calcari, calcari dolomitici, dolomie, calcari marnosi e calcari selciferi tra le rocce sedimentarie; porfidi quarziferi, graniti, grano dioriti, e dioriti tra le rocce ignee; gneiss, filladi quarzifere e micasisti tra le rocce metamorfiche. I massi sono variamente frequenti; essi sono in particolare rinvenibili in corrispondenza dei rilievi collinari più pronunciati, ove assumono talvolta delle dimensioni piuttosto rilevanti (trovanti con volumi fino a vari mc.).

Nell'ambito del complesso modello deposizionale morenico sono presenti eterogeneità litologiche con variazioni nel contenuto in frazione fine che risultano talora molto accentuate anche in zone contigue. Così si possono ritrovare settori (ondulazioni collinari poco accentuate o zone subpianeggianti inframoreniche) con litologia più francamente limoso-sabbiosa prevalente sullo scheletro granulare (depositi limosi).

I depositi colluviali che ricoprono gli accumuli glaciali in oggetto, localmente al di sotto di accumuli di materiali di riporto a granulometria prevalentemente grossolana, assumono delle potenze variabili da pochi decimetri (tratti sommitali dei rilievi) ad un paio di metri circa (al piede di versanti piuttosto ripidi od in corrispondenza delle zone intracollinari lievemente depresse). Sono costituiti in genere da materiali limoso-sabbiosi, inglobanti rari elementi grossolani sparsi disordinatamente nel sedimento, a scheletro talora ghiaioso-ciottoloso.

Di seguito vengono riportate le unità stratigrafiche che interessano i siti di variante compresi entro l'area morenica di Fagagna, da sud verso nord, riportate in: "CARTA GEOLOGICA FOGLIO N° 0664 - S. DANIELE DEL FRIULI - scala 1 : 25.000 - PROGETTO CARG CARTOGRAFIA GEOLOGICA D'ITALIA - 2006 (vedi allegato n° 4):

- "**Subsistema di S. Margherita (Bacino del F. Tagliamento)**" - Pleistocene Superiore costituito da: "Diamicton massivo contenente blocchi, clasti da subangolosi a subarrotondati, striati e sfaccettati, matrice limosa o sabbioso-limosa, deposito da addensato a molto addensato, localmente cementato, tessitura a supporto di matrice (till indifferenziato) (SPB<sub>1c1</sub>)";

- "**Subsistema di Canadusso (Bacino del F. Tagliamento)**" - Pleistocene Superiore costituito da: "Diamicton massivo contenente blocchi, con livelli, lenti e lingue di sabbia e limo ghiaiosi da massivi a laminati, clasti da angolosi a sub arrotondati, striati, sfaccettati e localmente levigati, matrice limosa o sabbioso-limosa, deposito da addensato a molto addensato, tessitura a supporto di matrice (till indifferenziato) (SPB<sub>3c1</sub>)".

- "**Subsistema di Canodusso (Bacino del F. Tagliamento)**" - Pleistocene Superiore costituito da: "Diamicton massivo, molto addensato, con blocchi, con livelli, lenti e lingue di sabbia e limo ghiaiosi da massivi a laminati, clasti da subarrotondati a subangolosi, striati, sfaccettati e levigati, matrice limosa, tessitura a supporto di matrice (till di alloggiamento) (SPB<sub>3c4</sub>)".

- "**Subsistema di Remanzacco (Bacino del F. Tagliamento e del T. Torre)**" - Unità di Majano - Pleistocene Superiore costituito da: "Diamicton massivo contenente blocchi, con livelli, lenti e lingue di sabbia e limo ghiaiosi da massivi a laminati, clasti da angolosi a subarrotondati, striati, sfaccettati e localmente levigati, matrice limosa o sabbioso-limosa, deposito da addensato a molto addensato, tessitura a supporto di matrice (till indifferenziato) (SPB<sub>4Bc1</sub>)".

- "**Subsistema di Remanzacco (Bacino del F. Tagliamento e del T. Torre) - Unità di Majano**" - Pleistocene Superiore costituito da: "Diamicton massivo, addensato, con numerosi blocchi, clasti da angolosi a subangolosi, striati, matrice sabbioso-limosa, tessitura variabile da supporto di matrice a supporto di clasti (till di ablazione) (SPB<sub>4Bc5</sub>)".

#### - Depositi fluvioglaciali

Costituiscono il sottosuolo della pianura antistante l'apparato morenico, con potenze sempre più considerevoli procedendo dai settori posti immediatamente a ridosso della fascia collinare verso sud. Sono rinvenibili pure all'interno delle cerchie moreniche, in corrispondenza delle valli originariamente percorse dagli scaricatori glaciali, ove costituiscono dei corpi allungati a sezione trasversale di forma semilenticolare, e delle zone pianeggianti che si estendono alla base dei versanti meridionali dei cordoni morenici principali. I depositi fluvioglaciali derivano dall'azione di erosione, trasporto e deposito degli scaricatori glaciali che, riprendendo il materiale morenico abbandonato dal ghiacciaio, lo hanno ridepositato tra le cerchie moreniche oppure nel sandur antistante il fronte glaciale. Ne sono derivati depositi discretamente classati, gradati e stratificati in funzione della competenza idraulica degli scaricatori. I clasti si presentano di diversa granulometria (da centimetrici a decimetrici), da subarrotondati a arrotondati e ben arrotondati; la stratificazione è più o meno regolare o lenticolare, talvolta incrociata o troncata.

Sono formati prevalentemente da ghiaie grossolane, poligeniche, in matrice sabbiosa parzialmente limosa, con ciottoli. Talora possono comparire lenti o tasche di sequenze più fini sabbioso-limose collegate a diminuzioni di energia dell'ambiente alluvionale.

Data la prevalenza di elementi grossolani, questi depositi sono caratterizzati da notevole circolazione idrica; l'acqua può portare facilmente in soluzione il carbonato di calcio e ridepositarlo dando luogo a fenomeni di cementazione parziale o totale.

La parte superiore di questi depositi si presenta alterata per la formazione di uno strato pedogenizzato frequentemente rubefatto.

Nella "CARTA GEOLOGICA FOGLIO N° 0664 - S. DANIELE DEL FRIULI - scala 1 : 25.000 - PROGETTO CARG CARTOGRAFIA GEOLOGICA D'ITALIA - 2006 (vedi allegato n° 4) i depositi in oggetto sono classificati come: "Subsistema di Canadusso (Bacino del F. Tagliamento)" - Pleistocene Superiore costituito da: "Ghiaie molto grossolane subarrotondate e ghiaie sabbiose debolmente limose, massive o con stratificazione da orizzontale a inclinata, matrice sabbiosa, tessitura da supporto di clasti a parzialmente aperta, con livelli, lenti e lingue di sabbia (depositi fluvioglaciali - SPB<sub>3b</sub>)".

## b.2 - Assetto geomorfologico

Il territorio di Fagagna ha una morfologia assai movimentata da porre in relazione con la storia geologica di questa zona ed, in particolare, con l'azione modellatrice esercitata dalle lingue glaciali provenienti da nord e dalle acque di scioglimento glaciali (morfo-genesi glaciale e fluvioglaciale), che attraverso i processi combinati di erosione, trasporto e deposito, che si sono succeduti nel tempo, è quella che ha impresso le tracce più caratteristiche al paesaggio attuale. Nel complesso limitata si può considerare, infatti, l'evoluzione morfologica postglaciale, ad opera delle acque di scorrimento superficiale ed incanalate, ed in particolare l'intervento dell'uomo che, comunque, è intervenuto qui in maniera abbastanza significativa con estese bonifiche, accumuli di riporto, chiusura di sezioni fluviali, terrazzamenti e scavi, attività estrattive, ecc.

Dal settore meridionale dalla configurazione morfologica uniforme, si passa verso nord all'area morenica vera e propria, ove i caratteri morfologici appaiono più marcati e le condizioni topomorfiche dei terreni estremamente variabili.

Abbiamo già in precedenza visto come la porzione meridionale del territorio comunale, coincidente con la vasta piana di alluvionamento fluvioglaciale formatasi alla fine del Pleistocene, sia inserita nell'ambito dell'estremità nord-occidentale dell'Alta Pianura friulana. Essa risulta individuata nell'insieme da un andamento pressochè pianeggiante, pur con una generale e debole pendenza verso sud (mediamente 0.6-0.7%), con localmente delle blande ondulazioni appena percettibili o dei lembi di terrazzamento più o meno estesi. Le quote topografiche variano fra 97 e 175 mt. s.l.m., con valori decrescenti da nord verso sud, per un dislivello complessivo di 78 mt.

Gli elementi morfologici maggiormente significativi della pianura pedemorenica sono rappresentati dalla presenza localmente di depressioni naturali del terreno, più o meno vaste e profonde. La loro genesi è connessa con le azioni erosive operate nel tempo dalle acque di fusione

glaciali provenienti dalle porzioni interne dell'anfiteatro. La più importante di tali incisioni è quella che dall'estremità sud-occidentale dell'abitato di Fagagna, da una valletta che interrompe l'arco morenico frontale, si estende, con direzione prevalente nord-sud sino quasi a S. Vito di Fagagna. La sua forma è riconducibile nell'insieme ad un ventaglio con il vertice posto poco a est dell'ex salumificio Di Fant. Risulta delimitata da una serie di scarpate di varia altezza (max 3.50 mt. circa), testimonianza dei successivi restringimenti del letto del torrente subito durante l'escavazione della pianurara, che nell'insieme tendono a diminuire e a sfumare da monte verso valle, sino a sparire a sud del canale Ledra. E' localmente interrotta da modesti solchi di erosione ad essa trasversali. Questo avvalamento, ora pressoché interamente asciutto, si sviluppa, nel tratto terrazzato, per una lunghezza di circa 2 Km. ed una larghezza media di 400-500 mt.

Per quanto concerne l'area prettamente morenica, essa può essere suddivisa nei seguenti tre settori, individuati da ben definiti caratteri fisico-ambientali.

#### - Zone collinari

Comprendono una vasta superficie costituita da una serie articolata di archi collinari che si succedono in ordine variabile di ampiezza ed altezza. Essi devono la loro origine alle oscillazioni della fronte del ghiacciaio, che raggiunse il massimo distanziamento in corrispondenza della dorsale collinare che da Villalta si estende sino a Madrisio, che limita a sud il morfossistema glaciale. Tali archi sono localmente separati da zone subpianeggianti o moderatamente acclivi, più o meno vaste, rappresentanti antiche superfici di deflusso idrico od attraversati da fenditure di erosione vaste e profonde, che rappresentano strutture fluviali relitte, cioè alvei oggi pressoché completamente inattivi, percorsi in passato da corsi d'acqua a regime torrentizio che riversavano le loro acque nella pianura pedecollinare o nei collettori idrografici principali intermorenici.

Le varie dorsali collinari sono spesso organizzate lungo superfici più o meno arcuate ortogonali (morene frontali) o rettilinee disposte parallelamente (morene laterali) rispetto al senso di scorrimento del ghiacciaio tilaventino. La direzione preferenziale di sviluppo dei cordoni principali è quella SW-NE.

La quota maggiore si raggiunge in corrispondenza dell'altura posta immediatamente ad est del cimitero di Fagagna (266.20 mt. s.l.m.) e della dorsale collinare che a sovrasta a nord il centro abitato del capoluogo e su cui sorge il nucleo storico originario costituito dal castello del capoluogo (q. 257.40 mt. s.l.m.), che costituisce l'elemento di maggior evidenza morfologica. Le quote più frequenti dei tratti sommitali dei rilievi oscillano fra i 200 ed i 240 mt. Le quote più basse sono tipiche dei settori collinari di Ciconicco e Villalta e dell'estremità nord-occidentale del territorio comunale (165-190 mt.).

Gli aspetti morfologici più salienti delle zone prettamente collinari, sono dati dalla presenza di dossi che dalle parti sommitali, prevalentemente piane o, più di rado, rotondeggianti, scendono verso le aree limitrofe attraverso dei versanti di varia estensione e pendenza, ricoperti in genere da un fitto manto boschivo sui versanti esposti a nord e da una flora erbacea e cespugliosa sui versanti esposti a sud, localmente interrotti da brevi ripiani o da scarpate artificiali o naturali di altezza contenuta. Detti versanti sono per lo più a dolce declivio (pendenze inferiori al 20%) o ad acclivio moderatamente accentuato (pendenze comprese nell'intervallo 20+35%). Solo localmente, ma per brevi tratti, essi raggiungono delle pendenze elevate, che di rado, comunque, superano di poco il 50%. In linea generale, i versanti caratterizzati dalle pendenze più accentuate sono posti sul lato esterno del cordone morenico, ossia in direzione della pianura, com'è tipico delle morene frontali.

Questi sistemi collinari sono tagliati da valli fossili (prive cioè di un corso d'acqua o con un corso d'acqua ridotto) o da tratti di pianura ad andamento nord- sud, create dall'incisione dei torrenti proglaciali (scaricatori) che fuoriuscivano dall'anfiteatro morenico durante le fasi di espansione glaciale.

La descritta morfologia naturale è stata a luoghi alterata da interventi antropici, che in epoca storica hanno portato alla stabilizzazione ed alla modellazione delle superfici del suolo compatibilmente alle esigenze economiche, produttive ed insediative (ad esempio: tratti stradali in rilevato e trincea, interventi di risistemazione agraria, terrazzamenti e riporti per la rettifica e la regolarizzazione delle asperità del terreno legati sia a pratiche agricole che a lavori di urbanizzazione).

La zona collinare, anche se su una buona parte prevalgono le caratteristiche agricola e boschiva naturale, rappresenta nel contesto del territorio studiato quella a più intensa antropizzazione, costituendo la sede preferenziale degli insediamenti urbani. I vari borghi, specialmente quelli di origine meno recente, si dispongono prevalentemente alla sommità dei colli o nei tratti meno acclivi, in genere dei pendii meridionali per questioni di esposizione a solatio (i versanti più freddi e umidi sono quelli settentrionali perchè posti per più tempo in ombra; per contro quelli meridionali sono più caldi e asciutti perchè fruiscono della massima esposizione ai raggi solari e quindi sono sottoposti ad una più elevata evapotraspirazione), o nei settori subpianeggianti compresi fra i cordoni collinari.

#### **- Zone intramoreniche**

Corrispondono a quelle parti del territorio comprese fra i raggruppamenti collinari in precedenza citati.

Rispetto alle zone prettamente collinari, quelle in oggetto sono individuate da caratteri morfologici meno marcati. Vi si osservano, in particolare, ondulazioni collinari poco pronunciate ed aree pianeggianti o leggermente acclivi, che attraverso delle scarpate variamente accentuate e brusche degradano verso i settori intermorenici maggiormente depressi.

Nell'ambito delle zone considerate emergono localmente dei rilievi isolati, testimonianza delle fasi di stasi del ghiacciaio tilaventino in posizioni intermedie a quelle riferibili alle dorsali collinari principali.

Trattasi di aree prettamente agricole, talvolta interessate da casolari rurali isolati o accentrati in nuclei abitati modesti.

#### **- Zone di bassura**

Corrispondono ai settori più depressi compresi tra i cordoni collinari morenici, che in passato furono sicuramente sede di specchi lacustri "intermorenici", variamente ampi e profondi, completamente interrati e trasformati in paludi in epoca post-glaciale. Non comprendono alcuno dei siti oggetto di variante.

Il rilievo della peculiarità geomorfologiche dei vari siti oggetto di variante, sono state effettuate attraverso sopralluoghi puntuali e sintetizzati nelle schede allegate in calce al presente rapporto.

### **b.3 - Assetto tettonico-strutturale**

Il territorio di indagine sotto il profilo geo-strutturale si inserisce entro un comparto a prevalente strutturazione neoalpina, che comprende il tratto dell'Alta Pianura friulana compreso fra Tricesimo, S. Daniele del Friuli, Basiliano e Buttrio, oltre ad una parte del settore collinare nord-orientale. Lo stile strutturale è caratterizzato da scaglie tettoniche sovraspinte verso sud lungo le principali linee di sovrascorrimento.

Tale comparto, situato a cavallo fra il fronte della catena sudalpina orientale e l'estremità settentrionale dell'avanpaese sudalpino-appenninico, è caratterizzato da una potente coltre sedimentaria, accresciutasi dal Paleozoico all'Attuale, in cui l'unità principale è rappresentata dai sedimenti mesozoici di mare poco profondo, essenzialmente carbonatici, che raggiungono anche i 6000 mt. di spessore. Questi sedimenti, denominati "Piattaforma Mesozoica Friulana", il cui tetto è localmente rinvenibile a 1400-1500 mt. di profondità, risulta essere tettonicamente frammentato e dislocato, con la presenza al di sopra di coperture sedimentarie di spessore variabile riferibili a rocce arenaceo-marnose in facies di Flysch del Paleocene-Eocene Medio, da siltiti, arenarie e

conglomerati di età miocenica e da depositi clastici fini marini o continentali del Pliocene, che nell'insieme costituiscono il basamento prequaternario del sottosuolo della pianura friulana.

Dalla "Carta delle isopache del quaternario" - Carta del sottosuolo della Pianura Friulana, ricostruita sulla base dei rilievi geofisici (sismici, gravimetrici, magnetici e geoelettrici) e delle perforazioni profonde (per ricerche e sfruttamento di idrocarburi e acqua) eseguite in passato nella regione friulana, si evince che i depositi quaternari hanno localmente uno spessore variabile fra 250 e 300 mt. circa e giacciono su di un substrato costituito dalla formazione denominata "Arenaria di Vittorio Veneto (Tortoniano p.p.)", costituita da areniti litiche bianco-giallastre da fini, in genere, a grossolane verso il tetto dell'unità, in strati di spessore decimetrico (10-40 cm.) o metrico, e siltiti grigie di spessore variabile (metrico nella porzione inferiore, che va progressivamente assottigliandosi verso l'alto).

La piattaforma mesozoica friulana è interessata da alcuni importanti elementi strutturali neotettonici, ad orientazione NW-SE, corrispondente alla direzione dinarica, che interessano il basamento prequaternario e, talora, anche le sovrastanti alluvioni cementate del Quaternario antico, impostatisi nel corso della fase tettonica avvenuta nell'Oligocene-Miocene Inferiore ed interessate successivamente da movimenti proseguiti fin nel Pliocene Inferiore. Sono definiti in bibliografia integrando dati di perforazioni profonde e di sismica a riflessione e rifrazione, condotti specie dall'Agip nella pianura friulana per la ricerca di idrocarburi. Uno di questi, "il sovrascorrimento Udine-Buttrio", interessa l'estremità meridionale del territorio comunale, immediatamente a valle della discarica autorizzata di rifiuti solidi urbani, attualmente dismessa (vedi allegato n° 5); è segnalata più o meno in corrispondenza della proiezione in superficie della frattura sepolta. Trattasi di una faglia inversa, con immersione del piano verso nord-est con inclinazioni sui 60-70°, sepolta al di sotto della coltre alluvionale quaternaria, che separa le successioni di piattaforma carbonatica dal Flisch eocenico ed attraversa le formazioni mioceniche ed oligoceniche sovrastanti; chiude a nord il vasto bacino di sedimentazione miocenico. Trova la sua espressione in affioramento lungo i rilievi conglomeratici (Supersintema del Friuli - conglomerati del Pliocene superiore-Pleistocene) che si elevano isolati nell'Alta Pianura friulana, in corrispondenza delle zone di cresta dell'anticlinale relativa (dorsale di Pasian di Prato ad una distanza, verso sud-est, di circa 5.5-6 km. dal limite del Comune di Fagagna, colli di Udine e Buttrio), fatto questo che attesta la deformazione in superficie dei depositi conglomeratici del tardo-Pleistocene e la sua attività recente. Testimonianza di questo, è anche il differente approfondimento del substrato conglomeratico, con una forte variazione di spessore della successione pleistocenica, rilevato in corrispondenza delle perforazioni profonde per pozzi d'acqua

eseguite in località S. Vito di Fagagna e Silvella, nei pressi del confine ovest del territorio comunale, in allineamento con i rilievi isolati che si elevano sulla superficie tardo-pleistocenica della pianura. Queste evidenze morfologiche e stratigrafiche sono indice dell'attività del sovrascorrimento di Udine-Buttrio nel tardo pleistocene-Olocene.

I movimenti collegati a tale discontinuità tettonica generano un sollevamento dell'area posta a nord ed un abbassamento della porzione meridionale.

Il sovrascorrimento in questione è inserito nel catalogo delle "faglie capaci" - progetto ITHACA (Italy Hazards from Capable faults), curato dal Servizio Geologico d'Italia - ISPRA, che è un database creato per la raccolta e la consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia (nell'allegato n° 5 è riportata la scheda specifica ITHACA relativa alla lineazione in questione), con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto censisce in particolare le faglie capaci, la cui individuazione è di fondamentale importanza negli studi di microzonazione sismica.

Per quanto riguarda la definizione di faglia attiva si fa normalmente riferimento alla possibilità che una faglia possa attivarsi in un intervallo di tempo futuro che interessa la nostra società. D'altra parte le faglie che hanno la maggior possibilità di muoversi in futuro prossimo sono da ricercarsi tra quelle che si sono mosse nelle fasi più recenti della storia geologica. Così una delle definizioni più comunemente accettata è quella della U.S. Nuclear Regulatory Commission (1982), che definisce attive le faglie che presentano un'attivazione negli ultimi 35.000 anni o almeno due negli ultimi 500.000 anni). Si definisce come "capace" una faglia in grado di raggiungere la superficie producendo una frattura del terreno; l'andamento di questa rottura in superficie è la superficie della faglia.

Il sovrascorrimento di Udine-Buttrio in rapporto a quanto sopra esposto può essere censito come "faglia inversa potenzialmente attiva e capace (certa)".

In termini di pericolosità e di potenziale sismogenetico, si sottolinea quanto segue:

- la distribuzione nella regione friulana degli epicentri dei terremoti registrati in epoca storica e la sismicità del settore considerato dell'Alta Pianura friulana, evidenziano chiaramente come la struttura in questione, alla pari delle altre strutture ad andamento dinarico che interessano la pianura stessa, sia pur attive dal punto di vista neotettonico, abbiano una scarsa importanza dal punto di vista sismogenetico. Esse contribuiscono in maniera lieve alla sismicità della regione, al contrario degli importanti sovrascorrimenti, di direttrice alpina, che interessano più a nord la fascia prealpina;

- la lineazione in oggetto, a livello locale, non presenta evidenze morfologiche superficiali (scarpate di faglia);
- non sono, inoltre, mai state segnalate nella porzione di territorio da essa interessata, in occasione degli eventi sismici passati, rotture o deformazioni di superficie conseguenti a movimenti profondi lungo la dislocazione tettonica considerata e non esistono evidenze che possa aver avuto una qualsivoglia influenza sulla distribuzione areale dei danni nel corso del sisma del 1976.
- le informazioni storiche fornite dai cataloghi dei terremoti, permettono di escludere che la struttura tettonica in oggetto possa essere stata responsabile di eventi sismici significativi in epoca storica.

Un altro elemento tettonico importante presente nel territorio in esame è rappresentato da una faglia nota in letteratura come "sovrascorrimento di S. Daniele", che si estende da Pinzano al Tagliamento fino a Vendoglio con un andamento planimetrico arcuato a direzione prevalente est-ovest, tipica direttrice tettonica "alpina". Si chiude lateralmente ad oriente in corrispondenza del "sovrascorrimento Susans-Tricesimo". Trattasi di una dislocazione a medio angolo, sepolta al di sotto della coltre detritica quaternaria di origine glaciale, alluvionale e lacustre, a piano inclinato verso nord, che taglia e rigetta le successioni del Miocene Superiore.

Nell'allegato 4, tale lineazione è segnalata all'estremità nord-occidentale del territorio comunale in un contesto prettamente agricolo.

Anche il sovrascorrimento in questione è stato inserito di recente nel catalogo delle "faglie capaci" - progetto ITHACA. Esso non presenta, comunque, evidenze morfologiche superficiali (scarpate di faglia) e geologiche (dislocazione dei depositi quaternari) che ne evidenzino l'attività tardo-quaternaria. Non sono, inoltre, mai state segnalate nella porzione di territorio interessato, in occasione degli eventi sismici passati, rotture o deformazioni di superficie conseguenti a movimenti profondi lungo la dislocazione tettonica considerata e non esistono evidenze che possa aver avuto una qualsivoglia influenza sulla distribuzione areale dei danni nel corso del sisma del 1976. Le informazioni storiche fornite dai cataloghi dei terremoti, permettono di escludere che la struttura tettonica in oggetto possa essere stata responsabile di eventi sismici significativi in epoca storica. Può essere, pertanto, definita come "Faglia inversa potenzialmente attiva (certa)".

Nessuno dei siti oggetto di variante è attraversato o prossimo alle lineazioni tettoniche sopra indicate.

### c) METODOLOGIA DI INDAGINE

Per il primo approccio conoscitivo delle caratteristiche geologico-tecniche delle aree di indagine, si è tenuto conto dei risultati degli studi geologico-tecnici eseguiti sul territorio comunale a supporto dell'attuale pianificazione urbanistica. In particolare si è fatto riferimento a:

- "STUDIO GEOLOGICO-TECNICO DI ZONIZZAZIONE IN PROSPETTIVA SISMICA - COMUNE DI FAGAGNA - ZIRALDO G. - SGOBBINO F., 1998";
- "MICROZONAZIONE SISMICA - COMUNE DI FAGAGNA - ZIRALDO G., 2014", approvato dalla Commissione Tecnica - Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri nel corso della seduta del 20 aprile 2016 (è in corso l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza).

Da tali lavori sono stati tratti i seguenti elaborati allegati in calce alla presente relazione:

- allegato 6 - "Carta morfologica e della degradazione dei versanti";
- allegato 7 - "Carta delle caratteristiche litostratigrafiche dei terreni superficiali e del sottosuolo".
- allegato 8 - "Carta della profondità della falda dal piano campagna";
- allegato 9 - "Carta della rete idrografica e delle sorgenti";
- allegato 10 - "Carta della zonizzazione geologico-tecnica di massima del territorio in prospettiva sismica";
- allegato 11 - "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica".

Considerato quanto sopra, si è proceduto ad acquisire ulteriori dati mediante:

- rilevamento geomorfologico e geologico di superficie dei siti oggetto di variante e di un loro intorno significativo;
- esame dei risultati di una serie di prove geofisico-geognostiche (sondaggi elettrici verticali, prove penetrometriche dinamiche continue, sondaggi geognostici) svolte in passato, in prossimità delle aree in esame, a supporto di indagini varie a carattere geologico-geotecnico. Dette prove sono state effettuate in zone ove affiorano terreni dalle stesse proprietà litogenetiche di quelli costituenti il sottosuolo del sito stesso. I dati ad esse relativi possono, pertanto, ritenersi sufficientemente significativi ed estrapolabili con una certa sicurezza ad attendibilità;
- esame della litologia affiorante lungo sezioni naturali (terrazzi morfologici, alvei fluviali, etc.) ed artificiali (scavi, tagli stradali, etc.) del terreno rinvenute nei dintorni delle aree di indagine.

Nell'ambito del presente studio, al fine di consentire un adeguato approfondimento delle caratteristiche di risposta sismica dei terreni ed, in particolare, caratterizzare le frequenze

fondamentali di risonanza del sottosuolo, sono state, inoltre, eseguite nel 2017, in corrispondenza del sito di variante n° 48 e di altre due aree successivamente stralciate dalla variante in oggetto, oltre alla tradizionale sismica a rifrazione, nuove indagini geofisiche sia di tipo lineare che puntuale, con metodo integrato attivo-passivo, consistite in:

- una prova sismica attiva del tipo MASW che si basa sulla misurazione e sull'analisi delle onde di Rayleigh in un semispazio stratificato e consente di ricavare il parametro  $V_{s30}$  richiesto dalla normativa sismica;
- sei misure a stazione singola con la tecnica HVSR per la determinazione di fenomeni di risonanza e vincolare la profondità dei possibili contrasti di impedenza sismica nel sottosuolo.

#### - MASW

La tecnica di indagine "MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999), permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di 15 o 24 sensori posti sulla superficie del suolo. L'acquisizione di campagna prevede l'energizzazione al suolo, che nel nostro caso si è concretizzata con l'uso di una mazza battente da 15 Kg. su piattello metallico, e l'acquisizione contemporanea di sismografi ad alta risoluzione.

Le acquisizioni sono state effettuate tramite il sismografo Seistronix RAS 24 a 24 canali.

#### - Analisi del rumore sismico ambientale (tecnica HVSR)

Sono state eseguite sei prove tramite la tecnica di indagine sismica passiva che si avvale della metodologia basata sulla tecnica di Nogoshi & Igarashi (1970) o tecnica dei rapporti spettrali HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), in seguito ripresa e perfezionata da Nakamura (1989), al fine di individuare la frequenza fondamentale del sottosuolo o frequenza caratteristica di risonanza del sito. Questo parametro è fondamentale per evidenziare la presenza di contrasti nella velocità propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) all'interno delle coperture detritiche sovrastanti il substrato roccioso compatto, contrasti che sono i principali responsabili dei fenomeni amplificativi del moto sismico in superficie. L'individuazione della frequenza caratteristica di risonanza del sito permette, inoltre, di valutare la possibilità di insorgenza del pericoloso fenomeno della "doppia risonanza", che si manifesta quando la frequenza propria di vibrazione dei fabbricati replica o comunque approssima quella propria del terreno e che, in caso di terremoto, può produrre un'amplificazione sismica rilevante in termini

di accelerazione e spostamenti, con una possibile forte sollecitazione delle strutture che può innescare deformazioni oltre il limite di danno.

Lo strumento utilizzato registra le vibrazioni sismiche ambientali, dette anche microtremori, presenti nella superficie terrestre e generate da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento), dall'attività antropica e dall'attività dinamica terrestre. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato artificialmente, come ad esempio nella sismica attiva.

I microtremori sono rappresentati da oscillazioni molto piccole (accelerazione dell'ordine di  $10^{-15}$  m/sec<sup>2</sup>), che, attraversando strati con caratteristiche differenti (in termini di densità e velocità di propagazione delle onde), subiscono fenomeni di rifrazione, riflessione, attenuazione, ecc. Questi fenomeni sono tali per cui un'onda che viaggia all'interno di un mezzo e viene riflessa da una superficie di discontinuità interferisce con le onde incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime quando la lunghezza d'onda incidente  $\lambda$  è pari a 4 volte lo spessore  $h$  dello strato (condizione di risonanza). Relativamente alle onde S:  $f_r = V_s/4h$ , in cui  $f_r$  rappresenta la frequenza fondamentale dello strato, ossia la frequenza cui corrispondono le maggiori accelerazioni sismiche.

Utilizzando la formula sopraesposta, conoscendo la profondità di una discontinuità (vedi sondaggi meccanici o perforazioni profonde) e la frequenza fondamentale del terreno in superficie (fornita dal tomografo), è possibile risalire alla velocità delle onde S de terreno. Una volta ricavato il valore di  $V_s$  è possibile ricostruire la stratigrafia dell'area e l'andamento delle discontinuità, se presenti.

Per le analisi del microtremore è stato utilizzato il Tromino della Micromed, con software di elaborazione dedicato, conforme alle norme SESAME. Detto strumento è in grado di registrare i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1-250 Hz.) e per una durata sufficientemente lunga (20÷30 minuti). Il moto indotto nel terreno è stato misurato dallo strumento in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z). Le misure registrate sono state poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza) e spettri delle singole componenti (componente verticale del moto in funzione della frequenza per ognuna delle tre direzioni).

Nella relazione allegata (allegato n° 12) a firma del dott. Marini Mauro, è indicata l'ubicazione delle prove geofisiche eseguite, i principi e le modalità operative, le strumentazioni utilizzate ed i risultati delle elaborazioni dei dati acquisiti in campagna.

Si è deciso di riportare, comunque, i risultati ottenuti in corrispondenza delle due aree stralciate, al fine di disporre di informazioni aggiuntive utili a identificare le caratteristiche dinamiche (andamento della velocità delle onde S, valori del periodo proprio delle coperture) dei terreni affioranti in corrispondenza del territorio comunale di Fagagna.

#### d) CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

Le indagini svolte e l'analisi degli elementi contenuti nella: "Carta delle caratteristiche litostratigrafiche dei terreni superficiali e del sottosuolo del Comune di Fagagna" (Studio geologico-tecnico di zonizzazione in prospettiva sismica, 1998), ha evidenziato come le aree di indagine ricadano in corrispondenza degli areali di affioramento delle seguenti litofacies (vedi allegato n° 7).

##### d.1) GHIAIE IN MATRICE SABBIOSA DA, IN GENERE, SCARSAMENTE LIMOSA A TALORA LIMOSA, CON CIOTTOLI, DA DENSI A MOLTO DENSI, CON LENTI O LIVELLI A PREVALENTI CARATTERISTICHE SABBIOSE DI SPESSORE MODESTO (GSm)

Trattasi di materiali di deposito fluvioglaciale, granulometricamente assai eterogenei, costituenti, con spessori via via crescenti procedendo da nord verso sud, il sottosuolo della pianura pedemorenica in cui ricadono 31 dei siti oggetto di indagine.

Sotto il profilo litologico-granulometrico sono contraddistinti dalla presenza di una componente ghiaioso-ciottolosa prevalente, associata ad una frazione sabbiosa percentualmente discreta e ad una parte fine, pressochè esclusivamente limosa, presente in quantità generalmente modeste.

I risultati delle determinazioni granulometriche svolte nell'ambito di precedenti studi su materiali con proprietà litogenetiche simili a quelle dei sedimenti in esame, estratti nel corso di scavi o sondaggi entro il tratto nord-occidentale dell'Alta Pianura, hanno consentito di appurare come detti materiali presentino, nella quasi totalità dei casi, dei caratteri litologico granulometrici molto simili indipendentemente dalla zona di prelievo. Sulla base di tali risultati è possibile, pertanto, definire le caratteristiche dei sedimenti in esame. Mediamente essi sono costituiti da ghiaie (60÷75 %), a grana essenzialmente medio-grossa, con sabbia o sabbiose (15÷30% di sabbia), ad esiguo contenuto in frazione fine (< 10 % di limo), talora limose, con ciottoli frequenti.

Nel tratto sommitale del sottosuolo la frazione fine può raggiungere delle percentuali maggiori di quelle sopraindicate, con una conseguente diminuzione della componente più grossolana (ghiaie con sabbia limosa).

La pezzatura degli elementi grossolani, di natura prevalentemente calcareo-dolomitica, è estremamente variabile. Le classi granulometriche più rappresentative sono comunque quelle che inglobano granuli di dimensioni comprese negli intervalli 2-5 e 10-20 cm.

E' possibile rinvenire con una certa frequenza, intercalate ai materiali ghiaioso-sabbiosi, sabbie grigie a grana grossa a stato di aggregazione medio e, più di rado, lenti limoso-argillose o livelli costituiti da elementi ghiaiosi, a granulometria varia, rivestiti da un esile velo limoso. Queste varie interstratificazioni, in relazione alla loro in genere ridotta potenza (da pochi centimetri a qualche decimetro), assumono uno scarso significato geotecnico.

I materiali in questione sono normalmente sciolti; con una certa frequenza si possono riscontrare, comunque, sottili orizzonti con una leggera cementazione carbonatica. Questi orizzonti sono legati all'alterazione delle soprastanti ghiaie. Le acque che si infiltrano dalla superficie e che attraversano la coltre alluvionale compiono evidenti azioni chimiche di cementazione per l'abbandono dei carbonati di calcio e di magnesio solubilizzati nell'attraversare la massa ghiaiosa. Le numerose determinazioni penetrometriche eseguite in passato sul territorio del Comune di Fagagna e delle zone limitrofe su terreni dalle proprietà litologico-granulometriche e genetiche simili a quelle dei sedimenti in oggetto, evidenziano le buone caratteristiche di aggregazione dei sedimenti stessi, che sono definibili, sotto tale profilo, come "mediamente densi" (valori di densità relativa -  $D_r$  - compresi in genere nell'intervallo 0.40-0.65) nella parte sommitale del sottosuolo per spessori variabili sino ad un massimo di 2-3 mt., "densi" o "molto densi" più in profondità ( $D_r$  maggiore di 0.65).

d.2) GHIAIE IN MATRICE SABBIOSA DA LIMOSA A CON LIMO, CON CIOTTOLI E LOCALMENTE MASSI, DA MEDIAMENTE DENSII NELLE STRATIFICAZIONI PIU' SUPERFICIALI A DENSII O MOLTO DENSII PIU' IN PROFONDITA', CON LENTI O LIVELLI A PREVALENTI CARATTERISTICHE LIMOSE DI SPESSORE LIMITATO (GSM)

I litotipi in oggetto, che come quelli in precedenza descritti si presentano granulometricamente assai eterogenei, costituiscono il sottosuolo dell'area collinare morenica di Fagagna, in cui sono compresi la maggior parte dei siti oggetto di variante.

Si tratta di sedimenti caratterizzati da una distribuzione granulometrica molto estesa, di colore da nocciola a grigio-brunastro, costituiti da una componente ghiaiosa di norma prevalente, associata ad una frazione sabbiosa e ad una parte fine essenzialmente limosa presenti in quantità discrete, con ciottoli e talora massi anche di rilevanti dimensioni. Dal punto di vista della composizione granulometrica, in genere si hanno ghiaie, a grana essenzialmente medio-grossa, presenti in quantità variabili dal 45 al 65%, sabbiose o con sabbia (20-30% di sabbia), da limose a con limo scarsamente argilloso (15-35% di limo scarsamente argilloso). La percentuale della componente fine può essere talora leggermente minore o maggiore dei valori sopraindicati, in

rapporto ad un aumento o ad una diminuzione locale delle percentuali dello scheletro ghiaioso o ghiaioso-ciottoloso.

Per ciò che riguarda gli elementi grossolani, essi hanno delle caratteristiche dimensionali estremamente variabili e rappresentano una vasta gamma di varietà litologiche, anche se nel complesso si riscontra una prevalenza delle facies carbonatiche (calcari in particolare) sui litotipi arenaceo-marnosi. Raggiungono spesso le dimensioni delle ghiaie medie e grosse e, frequentemente, sono presenti ciottoli e, più di rado, massi con dimensioni dell'ordine delle decine di centimetri.

La frazione più grossolana (ghiaia e ciottoli) assume le percentuali maggiori in corrispondenza dei cordoni collinari più pronunciati, ove hanno maggior diffusione anche i massi.

L'esame di numerose pareti di scavo e di scarpate naturali ed artificiali, interessanti i terreni in questione, ha evidenziato come entro questi siano abbastanza frequenti le lenti od i livelli di natura limoso-argillosa o limoso-sabbiosa. Le osservazioni svolte hanno permesso di accertare come questi orizzonti siano caratterizzati da spessori modesti (al massimo qualche decimetro) e pertanto non influenzino in modo apprezzabile il comportamento meccanico globale dell'ammasso terrigeno.

Le resistenze penetrometriche riscontrate nel corso delle prove svolte, entro la zona collinare morenica di Fagagna, in corrispondenza dei sedimenti ghiaioso-sabbioso-limosi considerati, corrispondono a valori di densità relativa compresi in genere fra 0.45 e 0.65 ("terreni mediamente densi") nei tratti di terreno costituenti i primi metri del sottosuolo, maggiori di 0.65 (terreni da "densi" a "molto densi") più in profondità.

#### d.3) TERRENI DI RIPORTO (DI SPESSORE SIGNIFICATIVO SOTTO IL PROFILO FONDAZIONALE)

Sono presenti in una parte del sito di variante n° 24, posto alla periferia sud-occidentale dell'area urbana del capoluogo, in corrispondenza del bordo della sponda sinistra della vasta incisione fluvioglaciale che dalle colline di S. Giovanni in Colle si estende con direzione prevalente nord-sud sino quasi a S. Vito di Fagagna. Si tratta di materiali di riporto antropico di varia natura (terreno vegetale, ghiaie in abbondante matrice limosa, materiali da demolizione prevalentemente lateritici), di spessore variabile sino ad un massimo di 4-4.50 mt., che presentano caratteristiche geotecniche molto variabili in relazione al tipo di materiale deposto (quindi la coesione può variare molto in relazione al contenuto locale di limo o argilla e l'angolo di attrito interno al tenore di materiale sabbioso o ghiaioso grossolano), anche se in genere sono classificabili da sciolti a moderatamente

addensati (valori di densità relativa di norma compresi nell'intervallo 0.35-0.50). Poggiano su colluvio prevalentemente limoso scarsamente addensato dello spessore da 1 a 2.50 mt., che passa in profondità a materiali ghiaioso-sabbiosi con limo ben addensati.

L'area considerata coincide con un ripiano artificiale ventosi a creare a seguito dei lavori di riporto effettuati 35-40 anni fa in corrispondenza della superficie terrazzata che scendeva verso il solco di erosione in precedenza citato. Questo ripiano è limitato sui lati ovest ed est da scarpate, ad acclivio medio di 25-30°, di altezza variabile sino ad un massimo di 5 mt.; la scarpata verso valle termina con un muro in cemento armato dell'altezza di 2 mt.

Alle litofacies *GSm* e *GSM* in precedenza descritte, si sovrappongono delle coltri detritiche superficiali di origine eluviale od eluvio-colluviale, localmente al di sotto di un esiguo strato superficiale di riporto antropico a componente dominante granulare, pressochè ovunque di spessore significativo sotto il profilo fondazionale (in genere da 1 a 2-2.50 mt.), costituite da limo, di norma prevalente, associato a percentuali variabili di sabbia ed argilla, con inclusi grossolani più o meno frequenti, sparsi disordinatamente nel sedimento, a scheletro talvolta ghiaioso-ciottoloso.

In riferimento allo scarso stato di addensamento di tali materiali, si dovrà raggiungere con il piano di posa delle fondazioni i depositi più grossolani sottostanti, individuati da caratteristiche di portanza e di deformabilità nettamente migliori. In altra ipotesi sarà necessario ricorrere ad interventi di bonifica e consolidamento della stratificazione superficiale scadente oppure sostituire quest'ultima con del materiale sciolto arido adeguatamente compattato o con calcestruzzo magro.

Unicamente in corrispondenza dei siti localizzati entro la pianura pedemorenica e nei tratti sommitali dei rilievi collinari, il suolo è ridotto (qualche decimetro) ed è facilmente superabile con zoccoli di fondazione di altezza modesta.

#### d.4) SUBSTRATO GEOLOGICO

Il substrato geologico nella zona considerata è costituito da depositi plio-quadernari continentali di varia genesi precedenti l'ultimo massimo glaciale (LGM), denominati "Sintema di Plaino" - SF nella cartografia CARG. Si tratta di un conglomerato a grado di cementazione elevato, a clasti centimetrici e decimetrici ben arrotondati in matrice sabbioso-pelitica, poligenici (rispecchia i depositi del bacino del F. Tagliamento) ma con netta prevalenza di rocce carbonatiche, con stratificazione da orizzontale a inclinata. Sono presenti intercalazioni di lenti o livelli sabbioso-pelitici.

Il pozzo più profondo sul territorio comunale di Fagagna è quello di "Casali Chiamot", perforato nel settore di pianura antistante il fronte morenico di Ciconicco-Villalta. Dai dati raccolti risulta come il materasso fluvioglaciale ghiaioso-sabbioso assuma localmente uno spessore di 25.50 mt.; al di sotto segue un ammasso conglomeratico praticamente indistinto ed indifferenziato sino alla profondità di 232 mt., ove a fondo foro viene segnalato il rinvenimento di una arenaria fina, grigia, massiccia, probabile tetto del substrato miocenico ("Arenaria di Vittorio Veneto"). Come indicato in bibliografia, a nord del sovrascorrimento di Udine-Buttrio lo spessore dei conglomerati in questione nel loro complesso supera, pertanto, i 200 mt.

Le perforazioni profonde censite nell'ambito della pianura pedecollinare raggiungono lo SF a profondità all'incirca variabili fra 35 mt. e 25 mt., da nord verso sud; a valle del sovrascorrimento di Udine-Buttrio lo SF si approfondisce sino ai - 40 mt. rilevati nel pozzo per acqua della località Silvella. Nel sottosuolo dell'anfiteatro morenico, sulla base di due perforazioni profonde e dei dati acquisiti attraverso le prospezioni geofisiche eseguite nell'ambito dello studio di microzonazione sismica, si ritiene che la profondità del substrato conglomeratico, sempre della stessa natura e origine di quello rinvenibile nella pianura pedemorenica, oscilli fra i 40-60 mt. nelle aree intramoreniche, sino agli oltre 100 mt. in corrispondenza dei rilievi collinari altimetricamente più elevati.

## **e) CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

La ricostruzione di massima delle caratteristiche idrogeologiche dei siti oggetto di indagine, è stata svolta sulla base degli elementi contenuti nell'elaborato "Carta della profondità della falda dal piano campagna ", che descrive arealmente ed in termini quantitativi le caratteristiche in questione entro alcuni settori dell'area comunale di Fagagna, attraverso l'utilizzo di diverse classi di profondità. Detto elaborato, appartenente alla cartografia tematica allegata al Piano Comprensoriale di Ricostruzione della Comunità Collinare del Friuli, venne realizzato mediante l'assemblaggio delle misure freaticometriche rilevate, per lo studio di zonizzazione geologico-tecnica del territorio predetto, mediante una sonda elettrica, in corrispondenza della quasi totalità dei pozzi e delle pompe distribuite, in modo più o meno uniforme, nell'ambito dei centri abitati del Comune e relativi a punti di prelievo idrico utilizzati prima della costruzione dell'acquedotto.

Per definire le modalità di variazione in senso areale della profondità della superficie freatica, utili sono stati, inoltre, i dati raccolti attraverso i rilievi di superficie eseguiti ed i dati freaticometrici riscontrati in corrispondenza dei fori delle prove penetrometriche e dei sondaggi meccanici in passato eseguiti o rilevati attraverso i monitoraggi periodici condotti in una rete fissa di indicatori piezometrici (pozzi per acqua, perforazioni profonde attrezzate a piezometri) presenti nella pianura pedemorenica.

L'allegato n° 8 riporta degli estratti della carta in precedenza citata, che comprendono al loro interno buona parte dei i siti oggetto di variante. Essi individuano vari areali caratterizzati da ben definiti intervalli di profondità della superficie freatica del piano campagna.

Dall'esame di tale allegato, emerge come le aree interessate dalla variante in oggetto siano caratterizzate da una falda a carattere freatico situata a profondità estremamente variabili. Si passa, infatti, da valori di soggiacenza superiori ai 15 mt. dal piano campagna in corrispondenza della pianura pedecollinare e dei tratti sommitali dei rilievi collinari maggiormente sviluppati, a valori di profondità inferiori ai 5 mt. in corrispondenza delle zone subpianeggianti o lievemente acclivi intramoreniche.

Dagli elementi nel complesso raccolti emerge come solo una minima parte dei siti interessati dalla variante in oggetto, tenendo conto anche dell'entità delle oscillazioni stagionali a cui è soggetto localmente il livello della falda, sia contraddistinta dalla presenza nel sottosuolo di una falda acquifera a carattere freatico prossima alla superficie topografica, specialmente durante le fasi di massimo impinguamento della falda stessa (per lo più mesi primaverili ed autunnali, in concomitanza con eventi piovosi di notevole intensità e durata). Essa, in questi casi, viene ad

assumere, specie nel caso della realizzazione di edifici dotati di scantinato parzialmente o completamente interrato, un'importanza pratica rilevante sia sotto i profili geotecnico e progettuale-costruttivo in genere (vedi in particolare: superficie freatica che interessa lo spessore di terreno di interesse geotecnico, con le conseguenti implicazioni a livello di capacità portante dello stesso; necessità di impermeabilizzare le parti interrate delle strutture e/o di realizzare delle adeguate opere di drenaggio profonde, al fine di evitare infiltrazioni di acque sotterranee dai muri sottoquota idrica o fenomeni di umidità da risalita capillare).

Appare a tale proposito evidente l'importanza di svolgere, in fase progettuale, ogni qualvolta si debbano costruire insediamenti ed infrastrutture, accurate indagini e rilevamenti per quanto concerne la soggiacenza e le variazioni di regime della falda, al fine di definirne le caratteristiche idrogeologiche tipiche nei periodi di massimo impinguamento, ai quali sono riferibili le condizioni più gravose. Una costante cautela ed una verifica attenta richiederanno, in particolare, i siti ove la superficie freatica è stata segnalata a profondità inferiori ai 5 mt. (siti nn.: 16, 17, 35, 36, 38, 39, 72, 73, 74, 76, 78, 82).

## f) VULNERABILITA' DELLA FALDA

Con il termine di vulnerabilità intrinseca all'inquinamento, si intende la suscettibilità di un determinato acquifero ad essere impattato negativamente da un carico inquinante. Esso é il risultato dell'effetto combinato di una serie di fattori, fra i quali i più importanti sono le caratteristiche pedologiche, geolitologiche ed idrogeologiche della zona considerata.

Fra i criteri di analisi del grado di vulnerabilità di un sistema idrologico nei confronti dello sversamento sul terreno di forme inquinanti, vi é il modello SINTACS R5 (Civita & De Maio, 2000), che deriva dal metodo DRASTIC messo a punto da Aller et al. negli anni 1985-1987 per L'USEPA (United States Environment Protection Agency). Esso si basa sulla definizione di sette fattori:

- S: soggiacenza della falda;
- I (infiltrazione efficace): volume di acqua meteorica che si infila nel suolo per unità di superficie, al netto delle perdite per evatraspirazione e scorrimento superficiale e che raggiunge direttamente la superficie freatica;
- N (effetto di autodepurazione del non-saturo): capacità di opporsi al trasporto verticale dell'inquinante, sia in termini idrologici, che di interazione chimico-fisica;
- T (tipologia della copertura): capacità del suolo di opporsi alla mobilitazione convettiva e/o diffusiva dell'inquinante mediante processi biochimici e fisici di trasformazione ed adsorbimento colloidale;
- A (caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero): attitudine dei materiali costituenti l'acquifero a trasmettere l'inquinante;
- C (conducibilità idraulica dell'acquifero): capacità dell'acquifero di trasmettere orizzontalmente la sostanza inquinante disciolta;
- S (acclività della superficie topografica): pendenza della superficie del suolo in rapporto alla sua capacità di far defluire o infiltrare le soluzioni contaminate;

Le intensità dei sette fattori sopracitati (punteggi da 1 a 10) vengono poi moltiplicate per un corrispondente coefficiente numerico di entità rapportata all'importanza qualitativa attribuita ad ogni fattore. La sommatoria dei vari prodotti così ottenuti oscilla fra 26 e 260 entro 8 livelli di vulnerabilità del sistema idrologico nei confronti della infiltrazione in falda degli inquinanti considerati:

- da 0 a 80: grado di vulnerabilità "bassissima" (Bb)
- da 80 a 105: " " " " "bassa" (B)
- da 105 a 120: " " " " "medio-bassa" (M)

da 120 a 140:	"	"	"	"medio-alta" (Mm)
da 140 a 166:	"	"	"	"alta" (A)
da 166 a 186:	"	"	"	"altissima (Aa)
da 186 a 210:	"	"	"	"elevata" (E)
da 210 a 260:	"	"	"	"elevatissima" (Ee).

Viene di seguito applicato il modello SINTACS ai siti di variante, al fine di stimare la vulnerabilità dell'acquifero superficiale attraverso l'analisi dei diversi parametri riferendoli all'assetto idrostratigrafico locale dei terreni.

#### - SOGGIACENZA

La soggiacenza della falda, cioè la profondità della superficie piezometrica misurata a partire dal piano campagna, condiziona in maniera significativa la vulnerabilità degli acquiferi, in quanto maggiore è il suo valore e quindi il percorso che un inquinante deve compiere per raggiungere le acque sotterranee, maggiore è la possibilità che esso si abbatta o comunque diminuisca la sua concentrazione.

Il punteggio SINTACS relativo al parametro in oggetto, che diminuisce all'aumentare dello spessore dell'insaturo, può essere stimato in:

- 10 per una soggiacenza "minima" della falda inferiore ai 2 mt.;
- 8-9 per una soggiacenza "minima" della falda compresa fra 2 e 5 mt.;
- 6-7 per una soggiacenza "minima" della falda compresa fra 5 e 10 mt.;
- 4-5 per una soggiacenza "minima" della falda compresa fra 10 e 20 mt.;
- 2-3 per una soggiacenza "minima" della falda compresa fra 20 e 40 mt.;
- 1-2 per una soggiacenza "minima" della falda > di 40 mt.

#### - INFILTRAZIONE EFFICACE

Rappresenta il volume di acqua meteorica che si infila nel suolo per unità di superficie, al netto delle perdite per evapotraspirazione e scorrimento superficiale e che raggiunge direttamente la superficie freatica. Controlla la discesa in profondità dei contaminanti e la loro diluizione sia nell'insaturo, sia nell'acquifero.

Il metodo SINTACS fornisce due sistemi per la valutazione dell'infiltrazione efficace a seconda della presenza di suoli sottili/assenti oppure suoli spessi. Nel secondo caso, tipico del territorio considerato in cui i suoli raggiungono mediamente 1-2 mt. di spessore, il valore dell'infiltrazione efficace è dato dal prodotto tra le precipitazioni medie annue  $\bar{P}$  ed il coefficiente di infiltrazione potenziale  $I_p$  proprio del tipo di suolo presente.

Per un valore di P pari a 1600 mm., stimato sulla base dei dati pluviometrici relativi alle stazioni di osservazione dell'ex Servizio Idrografico regionale circostanti il territorio considerato, ed un coefficiente  $I_p$  assunto pari a 0.35 per suoli limoso-sabbioso-ghiaiosi, 0.20 per suoli limo-sabbiosi scarsamente argillosi e 0.10 per suoli limo-argillosi, si ottiene il valore di infiltrazione efficace  $P_e = 1600 \cdot 0.35 = 560$  mm/anno,  $P_e = 1600 \cdot 0.20 = 320$  mm/anno e  $P_e = 1600 \cdot 0.10 = 160$  mm/anno, a cui si associa rispettivamente un punteggio SINTACS pari a 4, 8 e 7.

#### - EFFETTO DI AUTODEPURAZIONE DEL NON-SATURO

All'interno della zona insatura, che è quella compresa fra il suolo e l'acquifero ed in cui l'acqua segue un percorso prevalentemente verticale, fattori fisici (filtrazione e dispersione) e chimici (reattività chimica dei minerali componenti il terreno, processi di biodegradazione e volatilizzazione) favoriscono i processi di attenuazione dell'inquinante idroveicolato. L'effetto di autodepurazione del non saturo si stima, quindi, a partire dalle caratteristiche litologiche di tale porzione del sottosuolo che nel caso in esame, in rapporto ai vari tipi litologici presenti, comporta i seguenti punteggi SINTACS:

- 8 per alluvioni ghiaioso-sabbiose;
- 5 per morene grossolane;
- 3 per morene medio-fini.

#### - TIPOLOGIA DELLA COPERTURA

E' noto come all'interno del suolo si esplicano importanti processi, dipendenti dalle caratteristiche fisiche e chimiche dello stesso, che nel loro complesso determinano la sua capacità protettiva o la sua azione di mitigazione sugli inquinanti.

Nell'ambito dei siti in esame sono presenti sia suoli sabbioso-limoso-ghiaiosi da sottili (spessore < 75 cm.) a moderatamente profondi (75-100 cm.), a scheletro frequente, abbondante in profondità (pianura pedemorenica), a cui può essere associato un grado di protettività basso, con un punteggio SINTACS medio pari a 7, sia suoli spessi prevalentemente limosi ad alta capacità protettiva (area morenica) con una scarsa capacità di infiltrazione naturale delle acque meteoriche a cui può essere attribuito un grado di protettività alto, con un punteggio SINTACS medio pari a 3 o 4.

#### - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'ACQUIFERO

Al di sotto della superficie piezometrica, una volta che il contaminante ha raggiunto la zona satura e si è miscelato con le acque sotterranee, si verificano i processi di dispersione, diluizione, assorbimento e reattività chimica, dipendenti dalle caratteristiche litologiche dell'acquifero.

Nel caso delle litofacies riscontrate sono previsti i seguenti punteggi SINTACS:

- 8 per alluvioni ghiaioso-sabbiose;

- 7 per morene grossolane;

- 5 per morene medio-fini.

#### - CONDUCEBILITA' IDRAULICA

Il parametro in oggetto è strettamente connesso con la litologia dei depositi ed incide sulla vulnerabilità di un sito determinando la velocità con cui un eventuale inquinante si sposta in falda.

Considerati i complessi idrogeologici riconosciuti, sono stati attribuiti i valori di conducibilità idraulica desunti dalla letteratura o da prove di pompaggio, e quindi i relativi punteggi, secondo la seguente corrispondenza:

- 9 per alluvioni ghiaioso-sabbiose;

- 7 per morene grossolane;

- 5 per morene medio-fini.

#### - ACCLIVITA' DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA

L'acclività della superficie topografica influisce sulla vulnerabilità intrinseca perché da essa dipende la quantità di acqua piovana che, a parità di precipitazioni, è soggetta a ruscellamento, nonché la sua velocità di spostamento.

Il siti in esame sono compresi in genere entro ambiti da subpianeggianti a moderatamente acclivi con gradienti topografici inferiori al 10%, situazione questa che fa sì che un eventuale inquinante possa spostarsi molto lentamente o ristagnare favorendo l'infiltrazione.

Il punteggio SINTACS previsto per i valori di acclività topografica rilevati oscilla per lo più fra 7 e 10.

La metodologia SINTACS R5 utilizza, per ciascuno dei sette parametri analizzati, diversi valori di pesi moltiplicatori in rapporto alla varie situazione idrogeologiche e di impatto prese in esame. Considerando i pesi attribuiti per una situazione di "impatto rilevante", adottata nel caso di aree con insaturo permeabile per porosità ed individuate da un'intensa antropizzazione (aree urbanizzate, aree agricole con colture che prevedono un abbondante uso di concimi chimici, spandimento di liquami, ecc.), si ottiene un indice di vulnerabilità intrinseca, stimato come somma del prodotto del punteggio di ciascun parametro per il relativo peso, variabile, in rapporto soprattutto alla soggiacenza "minima" della falda, da 185-190 (grado di vulnerabilità "elevata") a 135-140 (grado di vulnerabilità "medio-alta").

Fra i siti oggetto di variante, quelli a maggior vulnerabilità degli acquiferi (elevata), sono quelli relativi alla zone caratterizzate dalla presenza di morene grossolane (GSM) con soggiacenza della falda a carattere freatico inferiore ai 5 mt. e di alluvioni fluvioglaciali a granulometria

prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (GSm), ad elevata permeabilità primaria, con suoli limoso-sabbiosi, talora parzialmente ghiaiosi, da sottili a moderatamente profondi e morfologia da pianeggiante a lievemente acclive.

Da quanto sopra esposto emerge come tutti i siti di indagine, sia pur in maniera differenziata, risultino soggette ad una significativa pericolosità rispetto ai problemi di inquinamento a causa di sversamenti superficiali o di perdite da manufatti interrati. Da qui la necessità di un attento controllo di tutte le attività antropiche che possono modificare direttamente o indirettamente la qualità delle acque sotterranee. Per ciascuna di tali attività dovranno essere previsti appropriati interventi di attenuazione dei carichi inquinanti.

## **g) CARATTERISTICHE DELL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE**

I principali corsi d'acqua che caratterizzano l'idrografia del territorio in esame sono:

- il Rio Lini, che è un corso d'acqua a regime permanente, affluente di sinistra del T. Corno, che si forma in una zona acquitrinosa intermorenica situata fra i colli ad ovest di Modotto (località Casali dei Prati). Dopo aver percorso con un andamento alquanto tortuoso e con direzione prevalente est-ovest il settore nord-orientale intermorenico del territorio studiato, all'altezza dei Casali Michelutti piega bruscamente verso nord dirigendosi, attraverso i rilievi collinari della seconda cerchia morenica, verso la palude di Farla ove confluisce nel T. Corno, dopo un percorso di circa 10 Km. Nel tratto considerato, oltre agli apporti di una fitta rete scolante legata ai lavori di bonifica in passato eseguiti nei terreni circostanti, riceve il contributo degli affluenti più importanti: il rio Le Baranzone e lo Scolo Prà Forano in sinistra ed il Rio Vena in destra;
- il Rio Celario (detto anche Scolo o Rio La Madrisana), che un rio a regime temporaneo determinato dall'unione poco a sud di Battaglia di due aste fluviali ben distinte che si formano entro i rilievi collinari situati a nord della località predetta. Tali aste incidono il cordone morenico più esterno con delle sponde estremamente elevate;
- il Fosso Tampognacco, che si origina nei colli situati a nord-est della località Tampognacco dal confluire di due rii di modesta importanza, Dopo un percorso di circa 7 Km. si estingue nella pianura ad est di Plasencis;
- lo scolo di Coroncon (detto anche Scolo La Viuzza dopo la confluenza dello Scolo Pozzalis). Si tratta di una delle maggiori "lavie" che si forma alle pendici sud-occidentali del Colle Lungo, a nord di Madrisio, al confine con il Comune di Rive d'Arcano. Dopo aver attraversato l'arco morenico frontale entro una vallecola stretta e profonda e percorso la sottostante pianura entro un letto incerto costituito da un intreccio di fossi, in parte ritombati, e stradine infossate, si perde, nei terreni agricoli a nord del Castelliere di Savalons, a 12 Km. circa dall'origine;
- il Canale Ledra, che è un importante canale di derivazione derivato dal Ledra-Corno, al fine di fornire acqua ai territori irrigui della pianura pedemorenica o per alimentare delle piccole centrali idroelettriche.

I corsi d'acqua e il canale sopraccitati sono inseriti nell'elenco delle acque di superficie classificate pubbliche, sottoposte a vincolo paesaggistico di cui all'art. 142 comma 1 lettera "c" del D.Lgs. 22.01.2004 n° 42 che tutela per legge "i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici,

*approvato con regio decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna".*

Oltre a tali rii, che presentano portate ordinarie modeste e variabili stagionalmente in base agli apporti meteorici, la rete idrica superficiale è costituita da una serie di tipici corsi d'acqua intermorenici, per lo più anonimi, del tipo pluviale, che non hanno portata permanente e risultano attivabili episodicamente solo in seguito ad eventi di precipitazioni particolarmente intensi e duraturi, in cui convergono e confluiscono le acque di ruscellamento diffuso provenienti dai versanti collinari sovrastanti. Sono caratterizzati, pertanto, da brevi periodi di vivace attività, dominata da piene più o meno intense ed improvvise, che si esauriscono, tuttavia, in breve tempo. Scorrono, nei tratti compresi entro la zona collinare, in vallecole strette e profonde od in fenditure di erosione più pronunciate, limitate entrambe da vari ordini di terrazzi ben evidenti, con sezioni di deflusso in grado di contenere, con un più che sufficiente margine di sicurezza, le portate di massima piena previste. Il trend evolutivo dei processi legati alle acque superficiali dei corsi d'acqua in questione, a seguito di eventi di piena, implica un'erosione concentrata lungo le incisioni con conseguente trasporto di materiale sciolto, di norma molto ridotto in quantità e limitato a granulometrie medio-fini. Fra questi segnaliamo:

- il Rio Le Baranzone, che è un rio a deflusso permanente, tributario del Rio Lini, che percorre in senso est-ovest il settore nord-orientale del territorio comunale di Fagagna, dove viene alimentato da due rii che scendono dal cordone morenico posto ad occidente della località Villaverde, ove hanno creato delle valli molto strette ed incassate fino ad anche 5-6 mt. di profondità;
- il Rio La Peraria, che è un corso d'acqua a carattere temporaneo che si origina in una conca paludosa posta a nord di Ciconicco. Dopo aver inciso l'arco collinare più esterno, defluisce nella pianura con andamento nord-sud. La Peraria durante il suo percorso muta molto spesso di nome. Già dopo la statale che porta a Spilimbergo prende il nome di Lanfora. Il suo alveo, in genere ben evidente, viene a tratti utilizzato come via campestre.

Allo stato attuale si evidenzia che i corsi d'acqua che attraversano il territorio in esame, risultano tutti incassati all'interno dei depositi morenici e adeguatamente regimati e i fenomeni legati alla dinamica dell'asta fluviale sono localizzati nel loro alveo ordinario

Dall'analisi dell'andamento del reticolo idrografico naturale ed artificiale locale, non si evidenziano possibili interferenze dello stesso con gli ambiti oggetto di variante. Quest'ultimi non risultano compresi entro areali soggetti a criticità idrauliche come risulta dall'esame di:

- "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei tributari della laguna di Marano-Grado, ivi compresa la laguna medesima, del torrente Slizza e del Levante" (PAIR) - Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - 2016;
- Carta della rete idrografica e delle sorgenti" - Studio geologico-tecnico di zonizzazione in prospettiva sismica - P.R.G. Comune di Fagagna - Ziraldo G. - Sgobbino F., 1998.

## ***h) STABILITÀ DEI TERRENI***

I rilievi di superficie svolti hanno permesso di appurare come entro le scarpate ed i pendii collinari compresi all'interno di alcuni dei siti di indagine, non siano presenti tracce di fenomeni franosi di alcun genere, né recenti né remoti, e manchino segni di potenziale instabilità quali fratture di tensione a monte od accenni di flessione nella vegetazione arboreo-arbustiva che li ricopre. Queste soddisfacenti condizioni di stabilità sotto il profilo geostatico, trovano riscontro nell'assetto morfologico della superfici interessate (dislivelli limitati, pendii in genere moderatamente acclivi, frequenti terrazzamenti di origine antropica), nell'assenza di fenomeni di erosione superficiale, ruscellamento ed in generale di degradazione, nella presenza di una copertura arboreo-arbustiva nei tratti più acclivi e nelle proprietà litologico-tecniche dei materiali costituenti (percentuali elevate dello scheletro ghiaioso-ciottoloso, buone condizioni di aggregazione dell'insieme terrigeno, discreto grado di coesione per la presenza di una componente fine percentualmente significativa, angoli di attrito interno elevati), che sono sufficienti a bilanciare con sicurezza le sollecitazioni di taglio derivanti dalle condizioni morfologiche locali.

## i) PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI DI INTERESSE REGIONALE (PAIR) - ADEGUAMENTO

Secondo quanto previsto dalla L.R. 03.07.2002 n° 16 e s.m.i. "Disposizioni relative al riassetto organizzativo e funzionale in materia di difesa del suolo e del demanio idrico" ed in ottemperanza al D. Lgs. 03.04.2006 n° 153 "Norme in materia ambientale", la Regione Friuli Venezia Giulia ha provveduto a perimetrare e classificare i bacini di competenza regionale relativamente alla pericolosità idrauliche e geologiche.

Con Decreto del Presidente della Regione 1 febbraio 2017 n° 028/Pres. è stato approvato il "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei tributari della laguna di Marano-Grado, ivi compresa la laguna medesima, del torrente Slizza e del Levante" (PAIR), entrato in vigore dalla data di pubblicazione del decreto di approvazione sul Bollettino Ufficiale della Regione (supplemento ordinario n° 7 allegato al BUR n° 6 del 08.02.2017). Le norme di attuazione del Piano in oggetto, con le relative cartografie hanno carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni ed enti pubblici, nonché per i soggetti privati.

L'adeguamento al PAIR consiste nel recepimento sia nelle cartografie, sia nelle norme di attuazione del PRGC, delle perimetrazioni delle diverse aree a pericolosità e delle norme che disciplinano l'utilizzo delle stesse, apportando ove necessario modifiche agli strumenti urbanistici stessi. In particolare nel caso dello strumento urbanistico in esame sono stati recepiti:

- le disposizioni previste dal PAIR all'interno delle Norme tecniche di attuazione, inserendo l'articolo: "Recepimento del PAIR";
- nella tavola della zonizzazione urbanistica, i perimetri delle aree comprese all'interno delle classi di pericolosità idraulica e geologica definite dal PAIR;
- la nota della Direzione centrale ambiente, energia e politiche prot. N° 0003000/P di data 25.01.2013, che nel caso delle zone a pericolosità idraulica moderata (P1) prescrive per nuovi edifici:
  - di imporre un'altezza minima di 50 cm. del piano di calpestio sopra il piano campagna;
  - il divieto di realizzare locali interrati o seminterrati;
  - adeguate verifiche tecniche per l'eventuale adozione di precauzioni inferiori a quelle sopra indicate.

La variante in oggetto, attraverso il recepimento del PAIR, aggiorna e sostituisce la zonizzazione di piano relativamente alle aree a pericolosità idraulica e geologica (frane), individuate nello studio geologico-tecnico di zonizzazione in prospettiva sismica (Zirardo G. - Sgobbino F.,

1998) eseguito a supporto dello strumento urbanistico vigente, mantenendo sostanzialmente i perimetri ed apportando, in particolare, modifiche alle norme di attuazione attraverso il recepimento delle prescrizioni e vincoli d'uso del territorio previsti dalle norme di attuazione del PAIR.

Dall'esame degli stralci cartografici tratti dal PAIR (vedi all'allegato n° 13), risulta come il territorio del Comune Fagagna sia interessato da diversi ambiti di pericolosità idraulica, legati in particolare a:

- fenomeni di ristagno temporaneo delle acque di precipitazione meteorica a causa di: condizioni altimetriche particolari (zone leggermente depresse), presenza di suoli a granulometria fine a permeabilità esigua, relativa superficialità del livello della falda, limitata efficienza della rete di drenaggio esistente. Gli areali interessati da questi fenomeni corrispondono pressoché esclusivamente alle depressioni intramoreniche, in settori prevalentemente agricoli privi di insediamenti urbani (areali a pericolosità idraulica bassa);
- fenomeni di inondazione in corrispondenza di:
  - l'area in sponda sinistra del Rio Lini in corrispondenza della cuspide nord-occidentale del territorio comunale (pericolosità idraulica elevata).
  - una limitata zona depressa sottostante il nucleo abitato di Casali Florit, in sponda sinistra del Rio Lini (pericolosità idraulica media);
  - i terreni adiacenti la sponda sinistra del Rio Vena al confine con il Comune di Colloredo di Monte Albano (pericolosità idraulica bassa);
  - un tratto del solco fluvioglaciale presente alla periferia sud-occidentale dell'abitato di Fagagna immediatamente a monte della S.S. Fagagna-San Daniele del Friuli, in corrispondenza di una strozzatura creata da un consistente accumulo di materiali di riporto (pericolosità idraulica bassa);

L'area di esondazione delimitata lungo il Rio Lini, a nord, secondo i dati storici acquisiti è quella soggetta a maggior peso in termini di estensione, di velocità e altezze dell'acqua esondata.

I fenomeni di esondazione sopraccitati in nessun caso interessano aree urbane.

Solo il sito di variante n° 10 ricade, parzialmente, entro un'area classificata a pericolosità idraulica bassa (P1); trattasi di una zona altimetricamente depressa, dove le acque superficiali presentano un drenaggio difficoltoso dando origine a ristagni idrici temporanei in occasione di eventi piovosi intensi e duraturi con altezze idriche inferiori ai 30 cm.

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alle forme e processi geomorfologici legati alla dinamica di versante, il rilevamento diretto del territorio comunale e l'analisi dei dati contenuti in:

- a) Studio geologico-tecnico di zonizzazione in prospettiva sismica - P.R.G. Comune di Fagagna
- b) Progetto IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia)
- c) Catasto frane Regione Friuli Venezia Giulia
- d) PAIR
- e) Microzonazione sismica Comune di Fagagna

ha confermato la sostanziale assenza di dissesti gravitativi significativi, legata sia alla conformazione morfologica del territorio (colline a modesta acclività, ampia superficie subpianeggiante o moderatamente acclive), sia alla buona/elevata qualità geotecnica complessiva dei depositi glaciali e fluvioglaciali.

La "carta morfologica e della degradazione dei versanti" appartenente allo studio sopraccitato, riporta nell'area collinare morenica, in zone di nessun interesse insediativo, alcune isolate forme di dissesto, allo stato attuale per buona parte mascherati dal progressivo instaurarsi di vegetazione spontanea. Si tratta di modesti fenomeni, classificabili come "scorrimenti rotazionali", non recenti, presenti localmente lungo ripide scarpate di terrazzamento antropico o al ciglio di terrazzi fluviali che bordano profonde incisioni torrentizie, sovente interessate da fenomeni erosivi al piede. Questi fenomeni, caratterizzati da una modestissima entità del materiale movimentato e dimensioni esigue al limite della cartografabilità, sono individuati da un rischio piuttosto basso, trattandosi di dissesti superficiali, cioè di superfici di scorrimento di neoformazione poco profonde, ad arco molto teso e con inclinazione elevata, che interessano normalmente le porzioni più esterne della scarpata e le coltri eluvio-colluviali. Le cause sono sempre ricercabili in una instabilità di base, per la conformazione geometrica del pendio, associata ad interventi antropici o al decadimento delle proprietà di resistenza meccanica dei terreni ad opera di acque dilavanti superficiali o ad emergenze di acque sotterranee o all'erosione al piede da parte delle acque che scorrono sul fondo delle incisioni.

Sulla base degli elementi acquisiti con i sopralluoghi eseguiti, dell'accertamento dello stato di attività attuale e dell'eventuale avvenuta esecuzione di lavori di consolidamento, i dissesti in questione, nella "carta geologico-tecnica" e nella "carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" - microzonazione sismica - Comune di Fagagna - Ziraldo G.- 2014, sono stati cartografati, tenendo conto della relativa area di influenza, come:

- stato quiescente , nel caso in cui siano tuttora presenti evidenze morfologiche che, non avendo esaurito la loro evoluzione, hanno la possibilità di riattivarsi;
- stato inattivo, qualora non siano state accertate condizioni di possibile riattivazione o di evoluzione.

Il PAIR riporta nella tavola relativa al Comune di Fagagna le aree di influenza di tre dissesti rilevati lungo i pendii collinari a sud e ad est del cimitero del capoluogo, di cui due a pericolosità geologica media (P2) e uno a pericolosità geologica bassa (P1), definiti come "quiescenti" negli elaborati relativi allo studio di microzonazione sismica. Trattasi di modesti dissesti superficiali lungo pendii collinari particolarmente acclivi che hanno coinvolto la coltre eluvio-colluviale, sottoposti in un caso al ripristino del muro a secco parzialmente crollato e negli altri due casi alla rivegetazione spontanea della superficie di distacco.

I siti oggetto di variante non rientrano in nessuna delle classi di pericolosità geologica riportate dal PAIR.

La verifica di confronto tra le elaborazioni specifiche connesse con le previsioni territoriali del PAIR e l'assetto delle previsioni urbanistiche del P.R.G.C. vigente conduce alle seguenti considerazioni conclusive:

- per quanto concerne gli ambiti classificati a pericolosità idraulica dal PAIR, essi corrispondono tutti agli areali a rischio idraulico perimetrati nella "Carta della rete idrografica e delle sorgenti" e nella "Carta delle penalità ai fini edificatori" redatte a supporto dello strumento urbanistico vigente ("*zone soggette ad esondazioni "eccezionali", "aree con falda affiorante o subaffiorante permanentemente umide e acquitrinose", "aree soggette a ristagni d'acqua temporanei imputabili alla morfologia e al drenaggio difficoltoso per situazioni locali di bassa permeabilità dei terreni e/o per la presenza della falda freatica in prossimità del piano campagna"*);
- in termini generali la specificazione nell'assetto del P.R.G.C. vigente degli elementi di carattere idraulico introdotti dal PAIR, in riferimento anche a quanto sopra esposto, non muta il quadro strutturale delle previsioni urbanistiche e non introduce necessità di modifiche agli obiettivi complessivi ed al disegno urbanistico;
- gli elementi di vincolo e le cautele, così come sono state definite nella struttura normativa del PAIR, possono essere quindi semplicemente assunte all'interno delle previsioni di P.R.G.C., sovrapponendosi al suo assetto normativo e cartografico, limitatamente alle parti interessate, così come evidenziato nella cartografia della presente variante.

## **1) DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO**

### **1.1) Premessa**

Il Friuli Venezia Giulia rappresenta il settore sismicamente più attivo di tutta l'Italia settentrionale e uno dei più attivi dell'intero territorio nazionale. La sua sismicità è legata all'evoluzione neogenico-quadernaria della Catena Sudalpina orientale, una catena a sovrascorrimenti sud-vergenti in evoluzione dal Mioene Medio ad oggi, il cui fronte migra progressivamente verso meridione incorporando settori sempre più esterni dell'avanpaese, rappresentato nella pressoché totalità della pianura veneto-friulana. In sintesi, parte della crosta superiore (coincidente in superficie con l'avanpaese) sta sottoscorrendo verso nord, immergendosi al di sotto del fascio di sovrascorrimenti delle Prealpi Carniche e Giulie, che a loro volta la sovrascorrono. Questo processo di raccorciamento crostale in direzione nord-sud, avviene attualmente nell'area friulana con una velocità di circa 2 mm./anno, con una velocità di circa 2 Km. ogni milione di anni, compatibile con un raccorciamento di circa 20 km. per gli ultimi 10 milioni di anni.

### **1.2) Grado di sismicità del territorio del Comune di Fagagna**

La macrosismicità del territorio studiato è stata stimata sulla base dei dati contenuti nella "Carta di zonazione sismogenetica del territorio nazionale" denominata "ZS.9" elaborata dall'INGV (Meletti C., Valensise G., 2004). Detta zonazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quadernari, coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto fra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche. Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità rilevata, è stato considerato il catalogo storico contenente 2488 eventi degli ultimi 1000 anni con intensità epicentrali maggiore o eguale al V-VI grado MCS, la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4.

Secondo tale carta il territorio di Fagagna è ubicato al margine centro-meridionale della "zona 905" (vedi allegato n° 14) che include le sorgenti sismogenetiche responsabili dei terremoti di più elevata magnitudo che si sono manifestati nelle zone alpina e prealpina. Detta zona è compresa nel gruppo dell'arco Alpino e rappresenta le aree di massima convergenza tra le placche adriatica ed europea, caratterizzate da una struttura a pieghe vergenti a sud, associate a faglie inverse. Nella "zona 905" lo strato sismogenetico, ossia l'intervallo di profondità con maggior numero di

terremoti, è 8-12 Km., con profondità efficace di 8 Km.; il meccanismo di fagliazione prevalente previsto per i terremoti più intensi è di faglia inversa.

La mappa dell'INGV riportata nell'allegato 15, denominata DISS 3.2.0 (database of Individual Seismogenic Sources - DISS Version 3), che costituisce la versione più aggiornata e disponibile di DISS, relativamente alla localizzazione e distribuzione e alle informazioni note delle sorgenti sismogenetiche nel contesto italiano nazionale, mostra tre tipologie di sorgenti sismogenetiche:

- sorgenti individuali (IS) per le quali viene proposta una rappresentazione tridimensionale semplificata del piano di faglia. Questo tipo di sorgente mostra caratteristiche definite di estensione, movimento e massima magnitudo attesa;
- sorgenti composite (CS) che sono regioni estese contenenti o un numero non specificato di sorgenti lineari allineate che non è ancora conosciuto singolarmente. Le sorgenti composite non sono associate a un gruppo specifico di terremoti storici,
- sorgenti dibattute (DS) che sono zone proposte in letteratura come potenziali sorgenti, ma considerate ancora non sufficientemente attendibili per entrare nel database.

La mappa del DISS posiziona il territorio del Comune di Fagagna a circa 10 Km. a sud-ovest della zona ITCS066 - "Gemona-Tarcento", le cui caratteristiche sono di seguito sintetizzate:

- minima profondità (km.): 2
- massima profondità (Km.): 8
- direzione (°): 270-300
- inclinazione (°): 30-40
- rake (°): 90-110
- velocità di movimento (mm/anno): 0.1-1.15
- magnitudo massima (MW): 6.5.

La mappa dei "Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale", riportata nella figura allegato n° 18 ed elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, approvata con Ordinanza PCM n° 3519/28.04.2006, rappresenta la mappa di riferimento prevista dall'Ordinanza PCM n° 3274/2003. In questa carta il Comune di Fagagna ricade in una zona con accelerazione massima al suolo (Peak Ground Acceleration) compresa fra 0.175 e 0.250, con i valori maggiori localizzati all'estremità settentrionale del territorio stesso.

Con lo stesso applicativo (vedi allegato n° 19) è possibile anche effettuare una procedura che consente di determinare i parametri del terremoto che maggiormente influenzano la pericolosità sismica del sito considerato (disaggregazione della pericolosità sismica).

La disaggregazione della pericolosità sismica consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza  $R$  capaci di generare terremoti di magnitudo  $M$ . In altri termini si può affermare che il processo di disaggregazione in  $M$ - $R$  fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario o di riferimento) inteso come l'evento di magnitudo  $M$  a distanza  $R$  dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. Per Fagagna, la magnitudo massima attesa con probabilità di superamento del 10% in 50 anni è di 5.360 Mw, con una distanza epicentrale di 10.100 Km.

Nella tabella allegato n° 20 estratta dal Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani (CPTI04), che offre per ogni terremoto una stima il più possibile omogenea della magnitudo momento  $M_w$  e della magnitudo calcolata sulle onde superficiali  $M_s$ , sono stati riportati i principali terremoti degli ultimi 2000 anni per un raggio di 50 Km. con centro in località Fagagna (latitudine 46.103, longitudine 13.094). Essa rivela come numerosi siano stati i terremoti di intensità media ed alta che in epoca storica hanno colpito la fascia pedemontana friulana. Questi eventi sono riconducibili a sorgenti superficiali attivate da meccanismi focali di terremoti a dinamica compressiva con direzione principale orientata all'incirca nord-sud, ortogonale al sistema tettonico alpino.

Dai dati riportati nella tabella allegato n° 21 emerge che il terremoto di maggior intensità in epoca storica è stato quello del 26 marzo del 1511, con intensità epicentrale del 10° MCS, che ha prodotto, in base alla ricostruzione macrosismica, effetti del 8-9° MCS a Fagagna (la struttura sismotettonica che ha generato il terremoto è identificabile con la faglia di Idrija). Trattasi di un terremoto che sconvolse un'ampia area compresa fra l'Italia settentrionale e la Slovenia occidentale, causando ingenti danni e alcune migliaia di morti (500 morti solo a Gemona). Per quanto riguarda la regione friulana, gravissimi furono i danni a Gemona, Cividale, Venzone e Osoppo; a livello locale furono gravemente danneggiati i castelli di Fagagna e Villalta. Oltre a questo terremoto la regione friulana è stata colpita da numerosi altri terremoti, anche distruttivi, sia in epoca storica che strumentale. Fra i maggiori eventi sismici ricordiamo il terremoto del 25 gennaio 1348, conosciuto come terremoto di Villach; nel secolo scorso una ventina di terremoti con magnitudo superiore al 4.0 Richter sono stati rilevati nell'area friulana. Fra questi i disastrosi terremoti del 6 maggio e del 15 settembre 1976 (rispettivamente magnitudo 6.4 e 6.1)

Dal catalogo si nota che un solo sima è localizzato entro il territorio del Comune di Fagagna, avvenuto il 19 agosto 1965 con intensità macrosismica del 5° MCS. Si evidenzia, così, l'assenza di terremoti di una certa entità in corrispondenza ed in prossimità del territorio di Fagagna,

dimostrando come lo stesso sia caratterizzato da una moderata potenzialità sismica il cui aspetto principale risulta legato agli effetti risentiti e prodotti da terremoti di energia elevata ( $ML > 5$ ) avvenuti in aree epicentrali esterne e abbastanza lontane dal territorio in esame (fascia prealpina carnico-giulia in primis e a seguire veneto orientale e Slovenia occidentale - vedi allegati nn. 22 e 23).

### **1.3) Classificazione sismica**

Il territorio del Comune di Fagagna è stato classificato in passato come zona sismica con grado di sismicità  $S = 9$  dal D.M. 15.09.1976, confermato poi dal D.M. 22.09.1980.

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sulla G.U. n° 105 dell'8 maggio 2003 Supplemento Ordinario n° 72, vengono individuate, in prima applicazione, le zone sismiche sul territorio nazionale e fornite le normative tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone sismiche stesse.

Secondo tale Ordinanza il territorio nazionale è suddiviso in 4 zone sismiche, ciascuna delle quali è stata definita in funzione di determinati intervalli dei valori dell'accelerazione orizzontale massima del suolo, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità  $g = 9.81 \text{ mt/sec.}^2$  ( $a_{g\max}$  o PGA - Peak Ground Acceleration) riferita ad un substrato rigido assimilabile al bedrock ("sottosuolo di categoria A") e associata ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni, cioè ad un tempo di ritorno di 475 anni.

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 è stata successivamente integrata dall'Ordinanza P.C.M. n° 3519/28.04.2006 con la quale sono stati approvati i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle zone stesse.

La Deliberazione della Giunta Regionale Friuli Venezia Giulia n. 2325/01.08.2003 - "Recepimento normativa antisismica", classifica il territorio del Comune di Fagagna come sismico di "ZONA 2", corrispondente, secondo l'O.P.C.M. n° 3274/20.03.2003 ad una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0.25 g. e ad una accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compresa fra 0.15 e 0.25.

L'attribuzione al Comune di Fagagna della "ZONA 2" (area ad "alta sismicità") è stata confermata dalla Deliberazione della Giunta Regionale n° 845/06.05.2010 - "Classificazione sismica del territorio del Friuli Venezia Giulia", che, in sostituzione della precedente Deliberazione,

aggiorna l'elenco delle zone dichiarate sismiche in attuazione all'OPCM n° 3519/2006 ed alla L.R. n° 16/11.08.2009 - "Norme per la costruzione in zona sismica e per la tutela fisica del territorio".

#### 1.4) Effetti di sito o di amplificazione sismica locale

In occasione di eventi sismici, l'assetto litologico e geomorfologico locale dei terreni può influenzare la pericolosità sismica di base, determinando effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.

In funzione del comportamento dinamico dei terreni presenti, si distinguono due gruppi di effetti locali: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità. I primi interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; detti effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- gli **effetti di amplificazione topografica**, come è stato osservato e documentato in numerosi terremoti, si manifestano in presenza di morfologie superficiali ed irregolarità topografiche (rilievi conformati a dorsale, creste, versanti acclivi, bordo di terrazzi), che favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche a causa della riflessione sulla superficie libera ed all'interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;
- gli **effetti di amplificazione litologica** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia, ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

In base alle valutazioni eseguite sulla base dei dati raccolti in corrispondenza dei siti di indagine, sono identificabili i seguenti scenari di pericolosità sismica locale:

- zona di fondovalle con presenza di depositi fluvioglaciali granulari e zona collinare morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi, soggette ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di terreni con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 mt/sec. Sono classificabili, in genere, come "zone con medio rischio di amplificazione dell'accelerazione sismica", ascrivibili alla categoria di sottosuolo "B", con profili stratigrafici costituiti da livelli ghiaioso-sabbiosi variamente limosi da densi a molto densi, in cui l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 17 gennaio 2018) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica. Ove il territorio è privo di particolari forme morfologiche, è soltanto la componente litologica che determina lo scenario di pericolosità sismica locale.

Tenuto conto del limitato spessore (< 5 mt.) dei riporti antropici presenti nel sito di variante n° 24, pur considerando il loro medio-basso stato di aggregazione, non sono da aspettarsi fenomeni di densificazione significativi a seguito di scuotimento sismico (vedi punto I.6):

- sommità di rilievi collinari contornata da versanti aventi un'inclinazione compresa fra 15 e 30° (alla sommità di un rilievo il moto sismico in superficie risulta amplificato rispetto a quello di base), scenario tipico dei siti nn. 1, 29, 30 e 79 , corrispondenti alle categorie T2 e T3 (D.M. 14.01.2008), con coefficienti di amplificazione  $S_T$  pari a 1.20, scalati in modo lineare fino al valore di 1 alla base di ciascun versante o alla fine della zona con evidenti rotture morfologiche (i fenomeni di amplificazione sono correlati alla ripidità del rilievo: maggiore è la pendenza media dei versanti, più elevata è l'amplificazione alla sommità del rilievo stesso).

### **I.5) Effetti di instabilità**

Gli effetti in questione interessano i terreni che manifestano un comportamento instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese. Sono, in genere, rappresentati da dissesti e movimenti anche di grandi masse di terreno, incompatibili con la stabilità delle sovrastrutture.

Tali instabilità sono, in particolare, identificabili con:

- innesco e/o riattivazione di fenomeni franosi lungo versanti in roccia o materiale sciolto in equilibrio precario;
- movimenti differenziali e movimenti relativi orizzontali e verticali in presenza di contatti stratigrafici e/o tettonici quali faglie sismogenetiche;
- deformazioni permanenti del suolo nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche. Nel caso di terreni granulari sopra falda sono possibili

cedimenti a causa di fenomeni di densificazione del materiale, mentre per i terreni granulari medio-fini saturi d'acqua sono possibili fenomeni di liquefazione;

- fenomeni di subsidenza nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo o da cavità sotterranee di qualsivoglia natura.

A proposito degli effetti in oggetto si attesta che la totalità dei siti di variante è connotata dalla tipologia di effetti descritta al punto "1.4", caratteristici di terreni che evidenziano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese. Non sono stati individuati, infatti, fenomeni franosi attivi e/o quiescenti e tanto meno aree potenzialmente franose in prospettiva sismica o situazioni litologico-stratigrafiche tali da poter determinare dissesti e movimenti anche di grandi masse di terreno sotto scuotimento sismico.

In particolare, a proposito della liquefazione, con tale termine s'intende un particolare stato di comportamento dei terreni sabbiosi monogranulari sotto falda, che, a seguito dell'azione delle onde sismiche di tipo S (trasversali), subiscono una perdita di resistenza al taglio, per la quale non sono più garantite le condizioni di stabilità, fino al raggiungimento di una nuova configurazione di equilibrio compatibile con la nuova, diminuita, resistenza. Durante la liquefazione le tensioni tangenziali indotte dal terremoto, incrementano le pressioni neutre in modo tale da rendere nulle le tensioni efficaci e quindi annullando la resistenza al taglio.

In nessuno dei siti esaminati è stato segnalato il verificarsi di fenomeni di liquefazione in concomitanza con le scosse sismiche del maggio e settembre 1976. Sotto tale profilo non sussistono, d'altronde, particolari preoccupazioni anche in presenza del livello acquifero ad una distanza prossima o molto prossima al piano campagna. I terreni formanti il sottosuolo dei siti oggetto di variante (morene grossolane e alluvioni a componente ghiaioso-ciottolosa prevalente) presentano, infatti, una costituzione granulometrica che è nettamente discorde rispetto ai fusi granulometrici che sono propri dei materiali per i quali, in base a dati sperimentali ed alle osservazioni di numerosi Autori, è da considerarsi più probabile il verificarsi del fenomeno della liquefazione. Inoltre, le intercalazioni sabbioso-limose talora presenti entro i depositi fluvioglaciali presentano spessori molto ridotti, tali da non essere soggetti a fenomeni di instabilità significativi.

#### 1.6) Stima dei cedimenti sismici

Il sito di variante n° 24 ricade in un areale che nella carta delle microzone omogenee è stata indicato come "Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali". L'assetto litostratigrafico è caratterizzato in superficie dalla presenza di una spessa coltre di materiali di riporto con sottostante colluvio prevalentemente limoso, la cui potenza nel complesso raggiunge i 7 mt. circa, a

stato di addensamento medio-basso, a cui seguono in profondità depositi morenici ghiaioso-sabbiosi con limo ben addensati.

Gli "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" definiscono potenzialmente suscettibili di fenomeni di eccessivo addensamento in caso di sisma quei depositi granulari da sciolti a poco addensati caratterizzati da valori di  $N_{SPT} < 15$ . Definiscono, inoltre, come sedimenti soggetti a fenomeni significativi di cedimento postsismico, dovuto alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulate durante il terremoto, i depositi fini caratterizzati da valori di coesione  $c_u < 70$  KPa e da spessori  $> 5$  m.

In riferimento a quanto sopra esposto, a titolo cautelativo, si è proceduto alla stima dei cedimenti permanenti nei terreni granulari insaturi localmente presenti sottoposti alle vibrazioni del sisma, utilizzando il software "CEDIM" - Giulio Riga, basato sul metodo proposto da Tokimatsu e Seed (1987), che tiene conto delle azioni indotte dal terremoto (in termini di accelerazione o di deformazioni tangenziali) e delle caratteristiche di addensamento del terreno (numero di colpi  $N_{SPT}$ ,  $D_r$ ). Detto metodo comprende:

- la determinazione del numero di colpi  $N_{SPT}$  in funzione della profondità, suddividendo il profilo stratigrafico in strati aventi caratteristiche di resistenza penetrometrica più o meno simili;
- stima della pressione effettiva e totale ( $\sigma'_{v0}$ ,  $\sigma_{v0}$ ) di ciascun strato;
- stima del fattore di correzione  $C_N$  (fattore per normalizzare ad una pressione effettiva di 1 atm.);
- calcolo del numero di colpi normalizzato  $(N_1)_{60} = C_N \cdot (N)_{60}$ , essendo  $C_N = (p_a / \sigma'_{v0})^{0.5}$ ;
- stima del rapporto di sforzo ciclico CSR causato dall'iniziale liquefazione per effetto di un terremoto di magnitudo  $M$ :

$$CSR = (\zeta_{av} / \sigma'_{v0}) \cdot M = 0.65 \cdot (a_{max}/g) \cdot (\sigma_{v0} / \sigma'_{v0}) \cdot r_d$$

convertendo  $CSR = (\zeta_{av} / \sigma'_{v0}) \cdot M$  per un terremoto di magnitudo 7.5:  $(\zeta_{av} / \sigma'_{v0}) \cdot 7.5 = (\zeta_{av} / \sigma'_{v0}) \cdot M \cdot 1/r_m$ , dove i valori del fattore di scala  $r_m$  sono riportati in una specifica tabella;

- stima dello sforzo volumetrico  $\epsilon_c$  in percentuale dopo l'inizio della liquefazione, utilizzando i valori di  $(N_1)_{60}$  e di  $(\zeta_{av} / \sigma'_{v0})_{7.5}$ ;
- calcolo del cedimento di ciascuno strato  $J$  di spessore  $h_J$  (in metri), usando  $\epsilon_{c, eq}$ :

$$\delta_e = \sum_{J=1}^n 2 \cdot \epsilon_{c, eq} / 100 \cdot h_J.$$

I dati inseriti nel programma sono stati:

- resistenze penetrometriche "medie" di cui alle prove penetrometriche SPT e SCPT localmente eseguite (vedi allegato 7°);

- numero di strati: 6;
- profondità "minima" della falda: 10.00 m.;
- magnitudo: 6.50 (valore massimo previsto per la zona sismogenetica 915 in cui ricade l'areale in questione);
- accelerazione massima: 0.30 (picco di accelerazione orizzontale atteso in superficie);
- carico: 2.00 kg/cmq.;
- profondità del carico: 0.50 m.

I risultati forniti dall'elaborazione, riportati nei tabulato allegato in calce al presente capitolo, rappresentano il cedimento postsisma atteso per ogni singolo strato dei sedimenti granulari insaturi nel sottosuolo di un'opera. Il valore del cedimento cumulativo calcolato, dell'ordine dei 2.30 cm., è da considerarsi limitato e ammissibile per i fabbricati presenti nella zona.

#### 1.7) Risultati ottenuti con l'indagine geosismica

Attraverso le indagini geofisiche eseguite, costituite da una prova MASW basata sull'analisi delle onde sismiche superficiali e da sei prove con tomografo digitale (HVSr) effettuate mediante acquisizione passiva del rumore sismico ambientale, risulta possibile fornire una ricostruzione preliminare dell'assetto sismostratigrafico del sottosuolo del sito di variante n° 48, che è quello più significativo per estensione e previsioni insediative, e di altri due siti che, come in precedenza specificato, pur essendo stati successivamente stralciati dalla variante ci permettono di disporre di informazioni aggiuntive sul modello geologico-sismico del territorio comunale.

Di seguito si riassumono i risultati ottenuti, i quali fanno riferimento agli spettri ed ai diagrammi ricavati con le diverse metodologie adottate e riportati nella relazione allegata a firma del dott. Marini Mauro.

L'elaborazione dei dati sismici acquisiti con la tecnica MASW, eseguita all'estremità sud-occidentale di una zona situata immediatamente a sud dell'area industriale-artigianale di Fagagna, in un contesto stratigrafico tipico della pianura pedemorenica, ha evidenziato un modello sismostratigrafico dell'andamento di  $V_s$  con la profondità riassunto nella seguente tabella:

<i>Spessore sismostrati (m.)</i>	<i>Profondità (m.)</i>	<i>Velocità onde S (m/sec.)</i>
1.10	0.00÷1.10	155
0.20	1.10÷1.30	355
3.00	1.30÷4.30	396
33.5	4.30÷37.8	812

al di sotto		1555
-------------	--	------

L'analisi del profilo rilevato evidenzia innanzitutto:

- una sostanziale omogeneità del sottosuolo in termini sismici con una graduale e costante crescita della velocità di propagazione delle onde S al crescere della profondità;
- l'assenza di inversioni di velocità significative, legate a livelli litologici caratterizzati da minore consistenza o addensamento rispetto a quelli sovrastanti
- ad eccezione della coltre di alterazione superficiale, valori di velocità elevati ad indicare buone proprietà geotecniche dei terreni.

Prima di passare ad analizzare i dati rilevati, va sottolineato come il passaggio da un'unità sismica all'altra ha un significato, più che litologico, strettamente sismico, essendo il passaggio stesso una superficie di rifrazione separante verticalmente zone caratterizzate da velocità diverse di propagazione dell'impulso sismico. È stato identificato un primo sismostrato dello spessore di 1.10 mt. ed una velocità di 155 mt/sec., da riferirsi all'eluvium superficiale sabbioso-limoso scarsamente addensato. Seguono sino ad una profondità di 4.30 mt. due livelli con una velocità di 355 e 396 mt/sec., associabili a ghiaie in matrice sabbiosa mediamente addensate. Al di sotto è presente un livello con una velocità di 812 mt/sec. (bedrock sismico) sino ad una profondità di 37.8 mt., associabile a ghiaie in matrice sabbiosa molto dense con frequenti intercalazioni a debole cementazione. L'ultimo sismostrato distinto segna un deciso aumento del valore della  $V_S$  (1555 mt/sec.), in corrispondenza del probabile tetto dell'intervallo granulare compreso nel "Supersistema del Friuli" del Pliocene - Pleistocene superiore, caratterizzato dalla presenza di ghiaie in matrice sabbiosa o sabbioso-pelitica da poco cementate a ben cementate, situazione coerente con i dati stratigrafici desunti dalle perforazioni profonde eseguite nella zona.

La legislazione antisismica (NCT 2018) adotta come parametro fondamentale per la stima degli effetti di sito il valore  $V_{S30}$  (velocità "equivalente" di propagazione entro i primi 30 mt. di profondità a partire dal piano di fondazione), dato dalla seguente espressione:

$$V_{S30} = 30 / \sum_{i=1,n} h_i / v_i$$

dove  $h_i$  e  $v_i$  indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo (in mt/sec.), per un totale di  $n$  strati presenti nei primi 30 metri del sottosuolo dell'opera. Sulla base del modello sismico monodimensionale ( $V_S$ -profondità) in precedenza riportato, con riferimento ad una superficie di posa delle fondazioni a - 1 mt. dal piano campagna, si ricava per il sito in esame una  $V_{S30}$  di 720 mt/sec. Considerando un'incertezza di misura dell'ordine del 20% (Mulargia & Castellaro, 2009, Seism. Res. Lett., 80, 958, 989) si ottiene per difetto un valore di 576 mt/sec.,

che corrisponde alla "CATEGORIA B" di sottosuolo di fondazione così definita: "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 mt/sec. e 800 mt/sec."

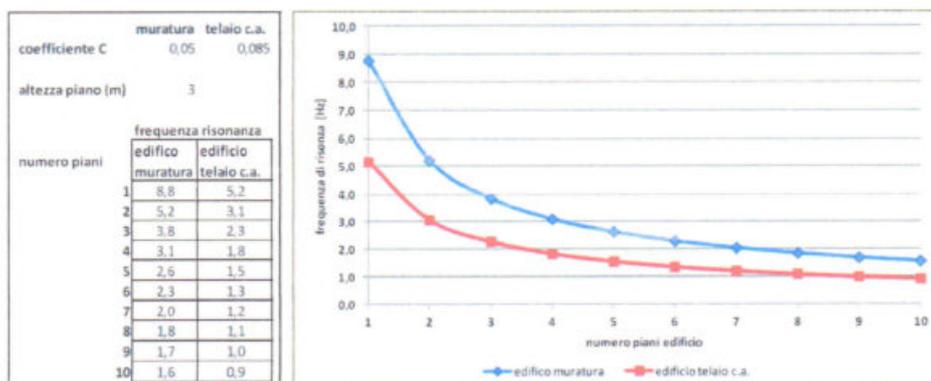
La risposta sismica locale va valutata, oltreché attraverso la stima della  $V_{530}$ , anche in funzione delle amplificazioni del moto di vibrazione in termini frequenze dell'impulso sismico. Infatti, il moto sismico può essere amplificato in corrispondenza di determinate frequenze, corrispondenti alle frequenze naturali  $f_n$  di vibrazione della colonna stratigrafica. In tale ottica, molto importante risulta la prima frequenza naturale di vibrazione  $f_0$  denominata frequenza fondamentale, in corrispondenza della quale la funzione di amplificazione assume un valore massimo.

In riferimento a quanto sopra esposto, il presente studio ha compreso anche una serie di misurazioni del rumore sismico con la tecnica HVSR e l'analisi degli spettri di amplificazione H/V ricavati dalle registrazioni, che rappresentano un utile strumento per valutazioni riguardo la possibile presenza di riflettori sismici e per le prime indicazioni riguardo la vulnerabilità sismica degli edifici rispetto agli effetti di amplificazione locale del moto sismico. Per vulnerabilità sismica s'intende la suscettibilità di un'opera a subire lesioni in seguito alle sollecitazioni indotte dal sisma. E' stato dimostrato che la vulnerabilità agli eventi sismici di un fabbricato è solo marginalmente collegabile alle modalità costruttive dello stesso. Molto più gravoso è l'effetto dell'amplificazione sismica locale, che tende ad aumentare in maniera importante l'intensità delle forze sismiche agenti sulla struttura. In particolare se la frequenza di risonanza dell'edificio è confrontabile con quella dei terreni sottostanti si verifica il fenomeno della risonanza accoppiata che produce effetti di amplificazione che vanno attentamente valutati perché sono proprio questi fenomeni che possono incidere pesantemente sulla stabilità degli edifici.

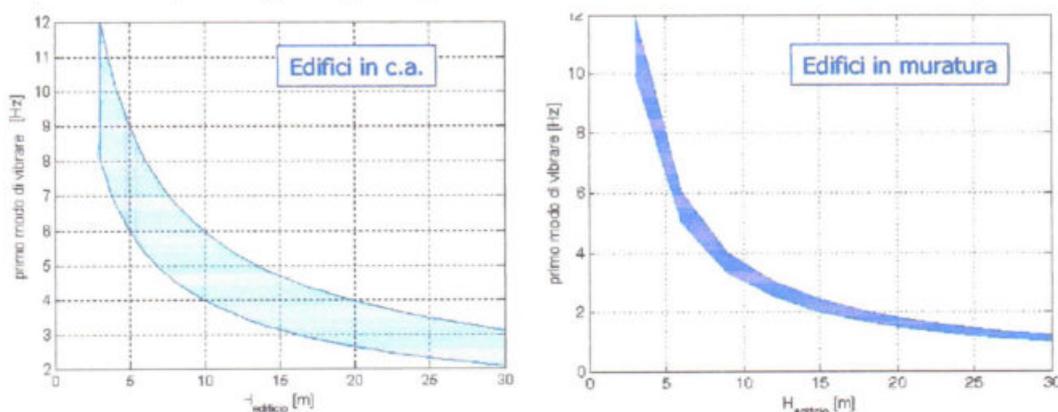
La frequenza di risonanza fondamentale di un edificio, considerata il parametro fondamentale per valutare l'azione sismica a partire dallo spettro di progetto, è governata principalmente dall'altezza e dalle sue caratteristiche strutturali e può essere calcolata, in prima approssimazione, con formule semplificate quali quella indicata dalla normativa vigente:

$$f_s = 1 / C_1 H^{3/4}$$

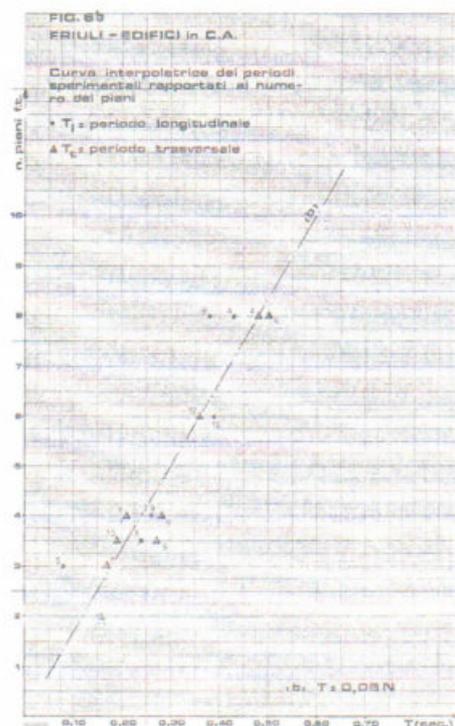
in cui H è l'altezza della costruzione, in metri, dal piano di fondazione e  $C_1$  è un fattore che dipende dalla tipologia costruttiva: costruzioni con struttura a telaio in acciaio  $C_1 = 0.085$ , costruzioni con struttura a telaio in calcestruzzo armato  $C_1 = 0.075$ , costruzioni con qualsiasi altro tipo di struttura  $C_1 = 0.050$  (vedi figura seguente). La relazione è valida per edifici con H non superiore ai 40 mt. e massa distribuita, approssimativamente, in maniera uniforme lungo l'altezza.



In bibliografia esistono anche degli abachi che mettono in correlazione l'altezza di un edificio in c.a. o in muratura con la frequenza di risonanza propria dell'edificio stesso. (vedi figure di seguito riportate - i valori tipici assunti per disegnare questi grafici sono stati ricavati da Masi et al. - 2007).



Il Politecnico e Università di Torino, nel novembre del 1977, nell'ambito del programma di assistenza tecnico-scientifica della Regione Piemonte alla Comunità Collinare del Friuli, ha effettuato una campagna di misure dinamiche sperimentali del periodo proprio fondamentale di vibrazione di edifici particolarmente significativi, che si presentavano non particolarmente lesionati rispetto ai fabbricati circostanti, posti nelle zone maggiormente colpite dal sisma del 1976, in particolare a Buja, Majano, Osoppo e Forgaria. A tale scopo hanno utilizzato un sismografo, un amplificatore di segnali e un registratore scrivente. Riportando i valori misurati del periodo (T) in funzione del numero di piani (N), che varia da 2 a 8, con riferimento a edifici intelaiati in c.a., hanno ottenuto una relazione di tipo lineare, come indicato nella figura di seguito riportata, espressa dalla relazione:  $T = 0.06 N$ . Per quanto concerne gli edifici in muratura misurati, si sono ottenuti dei valori per i periodi propri di pochissimo inferiori a quelli delle costruzioni in cemento armato.



Ovviamente la prassi migliore è quella di misurare i modi principali di vibrare di un edificio con tecniche di sismica passiva simili a quelle in precedenza descritte; verifiche sperimentali hanno dimostrato come via sia una buona rispondenza fra i risultati ottenuti dalla registrazione di eventi sismici e quelli ottenuti da dati di rumore ambientale. La misura diretta è raccomandabile rispetto al calcolo da modello o alla stima tramite relazioni standard in quanto diversi studi hanno evidenziato che i valori ottenuti con formule empiriche non sempre sono in accordo con quelli rilevati mediante osservazioni dirette.

Per quanto attiene la trattazione e valutazione della procedura di acquisizione ed elaborazione e quindi della qualità del dato, si rimanda all'allegato n° 12.

L'elaborazione HVSR dei dati acquisiti ha evidenziato i risultati riportati nelle allegate schede "Analisi HVSR" in cui la linea rossa continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee sottili rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.

Il dato principale rilevabile tramite misure di rumore di fondo è la frequenza di sito, da cui si estrapola la presunta profondità del bedrock. Dall'ampiezza della curva si può, inoltre, avere informazioni qualitative sull'intensità della risposta sismica (per norma si ha amplificazione stratigrafica per valori di  $H/V > 2$ ). In generale l'ampiezza del picco di risonanza è tanto maggiore quanto maggiore è il contrasto di impedenza sismica fra il terreno superiore (a velocità inferiore) e il terreno sottostante (a velocità maggiore).

Considerando la relazione che lega la frequenza di risonanza misurata  $F$  alla profondità  $H$  in funzione della velocità di propagazione "media" delle onde  $S$  del sedimento  $V_s$ :

$$H = V_s/4F$$

possiamo stimare lo spessore della copertura sedimentaria in corrispondenza della stazione di misura, utilizzando nell'espressione le  $V_s$  ricavate dall'indagine MASW e dai dati di archivio. I valori stimati vanno, comunque, considerati in termini puramente indicativi.

In linea generale, i risultati delle prove condotte risultano compatibili con l'assetto geologico dedotto dalle indagini eseguite e dalla bibliografia e, in particolare, con le profondità del substrato geologico evidenziate dalle perforazioni profonde realizzate nella zona.

Dall'analisi dei grafici del rapporto spettrale  $H/V$  ricavati, si possono trarre le seguenti considerazioni per i diversi siti indagati, mettendo in relazione i modi di vibrare del terreno naturale con l'altezza degli edifici.

- **HVSR "Villaverde" (sito stralciato dalla variante posto nell'ambito dell'area collinare morenica)**

Analizzando il risultato della prova emerge come la frequenza di vibrazione principale del terreno, nell'intervallo di frequenza 0.5 e 20 Hz., si collochi sui 1.49 Hz., con rapporto  $H/V$  pari a 3.8, che indica un contrasto di impedenza elevato molto profondo (100 mt. circa). Il picco di risonanza è presumibilmente legato ad un passaggio litologico all'interno del substrato conglomeratico, fatto questo usuale come attestano i dati stratigrafici relativi al sondaggio CARG-FVG S1 "Santa Margherita" (Comune di Moruzzo), effettuato in un contesto stratigrafico analogo, che evidenzia nel "Supersistema del Friuli" frequenti passaggi da intercalazioni granulari scarsamente cementate a molto cementate.

Un altro picco del rapporto  $H/V$  è stato individuato a 2.18 Hz., con ampiezza di 3.0, che indica un contrasto di impedenza significativo più superficiale collocabile all'incirca a - 55-60 mt. dal piano campagna, al passaggio fra i depositi ghiaioso-sabbiosi con limo di copertura ben addensati ed il substrato conglomeratico sottostante, ed un terzo picco a 3.12 Hz., con ampiezza di 2.8, associabile ad intercalazioni cementate all'interno dell'ammasso morenico.

Dal confronto con il grafici che mettono in relazione la frequenza di risonanza del sottosuolo all'altezza degli edifici, con struttura portante in c.a., che si renderebbero maggiormente vulnerabili per il fenomeno della doppia risonanza terreno-struttura, in caso di terremoto, risulta che la principale frequenza di risonanza di 1.49 Hz. può rappresentare un elemento sfavorevole per edifici di oltre 10 piani.

- **HVSR Z1a (sito di variante n° 48)**

Analizzando il risultato della prova emerge come la frequenza di vibrazione principale del terreno, nell'intervallo di frequenza 0.5 e 20 Hz., si collochi sui 0.98 Hz., con rapporto H/V pari a 2.7, che indica un contrasto di impedenza moderato molto profondo (> 150 mt.). Il picco di risonanza è presumibilmente legato ad un passaggio litologico all'interno del substrato conglomeratico, fatto questo usuale come attestano i dati stratigrafici relativi al sondaggio CARG-FVG S1 "Santa Margherita" (Comune di Moruzzo), effettuato in un contesto stratigrafico analogo, che evidenzia nel "Supersintema del Friuli" frequenti passaggi da intercalazioni granulari scarsamente cementate a molto cementate.

Un altro picco del rapporto H/V è stato individuato a 3.6 Hz., con ampiezza di 2.2, che indica un contrasto di impedenza moderato più superficiale collocabile all'incirca a - 35-40 mt. dal piano campagna, probabilmente a marcare il passaggio fra i depositi ghiaioso-sabbiosi con limo di copertura ben addensati ed il substrato conglomeratico sottostante.

Dal confronto con il grafici che mettono in relazione la frequenza di risonanza del sottosuolo all'altezza degli edifici, con struttura portante in c.a., che si renderebbero maggiormente vulnerabili per il fenomeno della doppia risonanza terreno-struttura, in caso di terremoto, risulta che la principale frequenza di risonanza di 0.98 Hz. può rappresentare un elemento sfavorevole per edifici di oltre 10 piani.

#### **- HVSR Z1b (sito di variante n° 48)**

Analizzando il risultato della prova emerge come la frequenza di vibrazione principale del terreno, nell'intervallo di frequenza 0.5 e 20 Hz., si collochi sui 3.6 Hz., con rapporto H/V di 2.2, che indica un contrasto di impedenza di moderata ampiezza collocabile all'incirca a - 35-40 mt. dal piano campagna, al passaggio fra i depositi ghiaioso-sabbiosi con limo di copertura ben addensati ed il substrato conglomeratico sottostante.

Dal confronto con il grafici che mettono in relazione la frequenza di risonanza del sottosuolo all'altezza degli edifici, con struttura portante in c.a., che si renderebbero maggiormente vulnerabili per il fenomeno della doppia risonanza terreno-struttura, in caso di terremoto, risulta che la principale frequenza di risonanza di 3.6 Hz. può rappresentare un elemento sfavorevole per edifici di 4-5 piani.

Si può escludere in via preliminare fenomeni di amplificazione sismica per effetti di doppia risonanza (frequenza naturale edificio = frequenza naturale terreni di fondazione) viste le caratteristiche strutturali dei fabbricati previsti.

- **HVSR Z2a (sito stralciato dalla variante posto nell'ambito della pianura pedemorenica nei pressi dei siti di variante nn. 50, 51 e 85)**

Analizzando i risultati delle prova emerge come la frequenza di vibrazione principale del terreno, nell'intervallo di frequenza 0.5 e 20 Hz., si collochi sui 3.7 Hz., con rapporto H/V di 2.1, che indica un contrasto di impedenza di moderata ampiezza collocabile all'incirca a - 35-40 mt. dal piano campagna, a marcare il passaggio fra i depositi ghiaioso-sabbiosi con limo di copertura ben addensati ed il substrato conglomeratico sottostante.

Dal confronto con il grafici che mettono in relazione la frequenza di risonanza del sottosuolo all'altezza degli edifici, con struttura portante in c.a., che si renderebbero maggiormente vulnerabili per il fenomeno della doppia risonanza terreno-struttura, in caso di terremoto, risulta che la principale frequenza di risonanza di 3.7 Hz. può rappresentare un elemento sfavorevole per edifici di 4-5 piani.

- **HVSR Z2b (sito stralciato dalla variante posto nell'ambito della pianura pedemorenica nei pressi dei siti di variante nn. 50, 51 e 85)**

Analizzando il risultato della prova emerge come la frequenza di vibrazione principale del terreno, nell'intervallo di frequenza 0.5 e 20 Hz., si collochi sui 0.85 Hz., con rapporto H/V pari a 2.3, che indica un contrasto di impedenza di moderata ampiezza molto profondo (> 150 mt.). Il picco di risonanza è presumibilmente legato ad un passaggio litologico all'interno del substrato conglomeratico, fatto questo usuale come attestano i dati stratigrafici relativi al sondaggio CARG-FVG S1 "Santa Margherita" (Comune di Moruzzo), effettuato in un contesto stratigrafico analogo, che evidenzia nel "Supersintema del Friuli" frequenti passaggi da intercalazioni granulari scarsamente cementate a molto cementate.

La prova HVSR mostra un secondo picco alla frequenza di 14.2 Hz (H/V 3.2), in un campo di frequenze di scarso interesse ingegneristico (corrisponde ad un periodo fondamentale di 0.07 sec.); può essere associato o ad un contrasto di impedenza sismica nei primi metri del sottosuolo (probabile intercalazione cementata alla profondità di 5-6 mt. circa).

Dal confronto con il grafici che mettono in relazione la frequenza di risonanza del sottosuolo all'altezza degli edifici, con struttura portante in c.a., che si renderebbero maggiormente vulnerabili per il fenomeno della doppia risonanza terreno-struttura, in caso di terremoto, risulta che la principale frequenza di risonanza di 0.85 Hz. può rappresentare un elemento sfavorevole per edifici di oltre 10 piani.

- **HVSR Z2c (sito stralciato dalla variante posto nell'ambito della pianura pedemorenica nei pressi dei siti di variante nn. 50, 51 e 85)**

Analizzando i risultati delle prova emerge come la frequenza di vibrazione principale del terreno, nell'intervallo di frequenza 0.5 e 20 Hz., si collochi sui 4.2 Hz., con rapporto H/V di 1.9, che indica un contrasto di impedenza di modesta ampiezza collocabile all'incirca a - 30-35 mt. dal piano campagna, al passaggio fra i depositi ghiaioso-sabbiosi con limo di copertura ben addensati ed il substrato conglomeratico sottostante.

Dal confronto con il grafici che mettono in relazione la frequenza di risonanza del sottosuolo all'altezza degli edifici, con struttura portante in c.a., che si renderebbero maggiormente vulnerabili per il fenomeno della doppia risonanza terreno-struttura, in caso di terremoto, risulta che la principale frequenza di risonanza di 4.2 Hz. può rappresentare un elemento sfavorevole per edifici di 4 piani.



# PROCEDURA SEMPLIFICATA PER VALUTARE I CEDIMENTI SISMICI

## CEDIMENTI IN SABBIA ASCIUTTA

Prova N°	Prof. (m)	Spess. (m)	(N1)60cs	Pe (kg/cmq)	Phi (°)	Pm (kg/cmq)	Rd	Gmax (kg/cmq)	Geff / Gmax	Yeff	Dr (%)	Ec,7.5 (%)	Ec,eq (%)	Cedim. (cm)
1	0,9	0,9	29	2,076	41,13	1,165	0,995	1473,76	0,00027	0,000611	85,14	0,0382	0,031	0,05
2	1,5	0,6	16	2,19	35,69	1,338	0,99	1295,1	0,00032	0,000764	63,24	0,0926	0,0751	0,09
3	4,2	2,7	9	2,703	31,77	1,754	0,971	1224,06	0,00041	0,000912	47,43	0,3062	0,2481	1,34
4	5,1	0,89	11	2,864	33,01	1,824	0,964	1334,65	0,0004	0,000871	52,44	0,1977	0,1602	0,28
5	6,9	1,8	13	3,189	34,14	1,995	0,949	1475,83	0,00039	0,000797	57	0,1213	0,0983	0,35
6	10	3,09	30	3,793	41,49	2,117	0,904	2009,17	0,00033	0,000598	86,6	0,0377	0,0306	0,18

CEDIMENTO TOTALE (cm) [2,29]

## CEDIMENTI IN SABBIA SATURA

Prova N°	Prof. (m)	Spess. (m)	% Fini	(N)60	Pt (kg/cmq)	Pe (kg/cmq)	CN	(N1)60	(N1)60cs	Rd	MSF	CSR	CSRmsf	Ec (%)	Cedim. (cm)

CEDIMENTO TOTALE (cm) [0]

CEDIMENTO TOTALE SABBIA ASCIUTTA + SABBIA SATURA (cm) [2,29]

## LEGENDA

Prof.	Profondità dello strato dal p.c.	Yeff	Sforzo di taglio ciclico effettivo
Spess.	Spessore dello strato	Dr	Densità relativa
(N)60	Resistenza penetrometrica misurata nella prova SPT	Ec,75	Sforzo volumetrico in percento (magnitudo 7.5)
(N1)60	Resistenza penetrometrica (N)60 corretta	Ec,eq	Sforzo volumetrico corretto (magnitudo <> 7.5)
(N1)60cs	Resistenza penetrometrica (N1)60 corretta	% Fini	Contenuto in fini
Pe	Tensione verticale litostatica efficace	CN	Fattore correttivo per la tensione efficace alla profondità di prova
Pt	Tensione verticale litostatica totale	MSF	Fattore di scala della magnitudo per CSR
Phi	Angolo di resistenza al taglio del terreno	CSR	Sforzo di taglio indotto dal sisma
Pm	Tensione verticale litostatica efficace media	CRSmsf	CSR corretto per un magnitudo <> 7.5
rd	Coefficiente di riduzione delle tensioni	CRR7.5	Resistenza al taglio mobilitata per un terremoto di magnitudo 7.5
Gmax	Modulo dinamico di taglio massimo	Ec	Sforzo volumetrico in percento
Geff/Gmax	Rapporto tra il modulo di taglio e Gmax	Cedim.	Cedimento dello strato

**m) ZONIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI MASSIMA DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SISMICA**

L'allegato n° 10 riporta degli stralci della "carta della zonizzazione geologico-tecnica di massima del territorio in prospettiva sismica" del Comune di Fagagna (Zirardo G. - Sgobbino F., 1998), redatta sulla base delle indicazioni contenute nel capitolo 5 e nella figura 1 e tabella 1 a questo allegate di "Criteri e Metodologie di studio per indagini geologico-tecniche in prospettiva sismica nelle zone terremotate del Friuli" - Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Università degli Studi di Trieste (1977).

Nell'ambito delle aree oggetto di variante, sono riconoscibili le "zone" di seguito indicate.

**- ZONA Z 2-3**

E' relativa alle aree ove il sottosuolo é formato da sedimenti ghiaioso-sabbiosi parzialmente limosi ben addensati (GSm - classi litologiche C6 o C7 - rigidità sismica 0.9÷1).

**- ZONA Z3**

Corrisponde alle porzioni del territorio ove il sottosuolo é formato da sedimenti ghiaioso-sabbiosi con limo (GSM - classe litologica C8 - rigidità sismica 0.7-0.8).

**- ZONA Z5**

Rappresenta parte del sito di variante n° 24 ove sono presenti superficialmente, per spessori sino ad un massimo di 4-4.50 mt., accumuli di terreno eterogeneo di deposito non recente dovuto ad attività antropiche (terreni di riporto in corrispondenza di un terrapieno legato a rimodellamento del profilo del terreno), da sciolti a moderatamente addensati (NSPT: 5÷10).

In corrispondenza di un tratto, arealmente molto modesto, del sito di variante n° 10 in località S. Giovanni in Colle, viene segnalato in concomitanza di periodi caratterizzati da eventi meteorici intensi e/o prolungati, il possibile verificarsi di fenomeni di ristagno temporaneo delle acque di precipitazione diretta e delle acque di ruscellamento superficiale, con battenti massimi stimabili in 0.20-0.30 mt. Ciò a causa della locale morfologia lievemente depressa e della presenza di un livello superficiale di colluvio prevalentemente limoso a permeabilità esigua. L'areale in questione è censito nella cartografia del PAIR (P1).

## **n) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE - ATTESTAZIONE DI COMPATIBILITA' - PRESCRIZIONI**

Il presente studio è parte integrante della "VARIANTE GENERALE AL PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI FAGAGNA".

Coerentemente con quanto previsto dalle norme geotecniche e dalle disposizioni antisismiche vigenti e dalla legislazione per la pianificazione territoriale, sono state analizzate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrauliche e sismiche, che concorrono nell'insieme alla valutazione del grado di pericolosità geologica del territorio e costituiscono il presupposto necessario per verificare la sostenibilità delle azioni di trasformazione del territorio stesso. Dette caratteristiche sono state sintetizzate nelle schede "allegato n° 24".

Questo lavoro si è avvalso degli studi e del materiale cartografico disponibile relativamente al territorio in esame. In particolare la cartografia di analisi derivante da: "Studio geologico-tecnico di zonizzazione in prospettiva sismica" - P.R.G. Comune di Fagagna - Ziraldo G. - Sgobbino F., 1998, è stata controllata, aggiornata ed integrata mediante una nuova campagna di rilevamento geomorfologico di dettaglio mirato essenzialmente alla verifica dell'evoluzione dei fenomeni geomorfici a suo tempo riscontrati sul territorio stesso. Si è tenuto conto, in particolare, dello Studio di microzonazione sismica del territorio comunale e di quanto previsto dal PAIR.

Dalle analisi è emerso quanto segue:

- i siti oggetto di variante sono compresi entro zone da subpianeggianti a moderatamente acclivi, con dei radi settori a profilo più o meno accidentato in genere interessati da interventi antropici di risagomatura e riprofilatura operati in passato con finalità per lo più urbanistiche ed edificatorie, che hanno portato a ripiani a debole pendenza delimitati da brevi scarpate o da muri di sostegno;
- nella totalità delle aree il sottosuolo risulta costituito da depositi morenici od alluvionali, a componente grossolana prevalente, a grado di addensamento da medio ad elevato (terreni con caratteristiche geomeccaniche complessivamente buone, stabili sotto il profilo geologico-tecnico in prospettiva sismica, amplificazione stratigrafica locale del sisma da trascurabile a moderata), ricoperti da coltri superficiali più o meno spesse di origine eluvio-colluviale e/o riporto;
- in corrispondenza di una parte del sito di variante n° 24, è presente una coltre terrigena superficiale costituita da terreni di riporto con sottostante colluvio prevalentemente limoso, a stato di addensamento da basso a moderato;

- il rilevamento di campagna, l'esecuzione delle indagini e la lettura della bibliografia e cartografia geologica disponibile, in particolare il catalogo delle faglie capaci ITHACA, permettono di escludere la presenza localmente di faglie attive e capaci che possano originare fratture superficiali che possano coinvolgere i siti di variante;
- in alcuni dei siti considerati (siti nn. 16, 17, 35, 36, 38, 39, 72, 73, 74, 76, 78, 82:) la falda acquifera, a carattere freatico, è situata a breve distanza dal piano campagna (profondità < 5 mt.), specialmente durante le fasi di massimo impinguamento della falda stessa (per lo più mesi primaverili ed autunnali, in concomitanza con eventi piovosi di notevole intensità e durata), con le conseguenti implicazioni a livello geotecnico, progettuale e costruttivo;
- la limitata soggiacenza della falda e la natura litologica dei depositi superficiali conferisce agli acquiferi un grado di vulnerabilità all'inquinamento elevato. Sarà dunque importante verificare le modalità di realizzazione di eventuali strutture interrato che prevedano lo stoccaggio o la circolazione di fluidi potenzialmente inquinanti quali scarichi, fognature e cisterne interrato;
- i siti oggetto di variante non ricadono e non interferiscono con ambiti a vincolo idraulico del PAIR. Unicamente parte del sito di variante n° 10 rientra fra gli areali classificati (vedi cartografia allegata al "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di interesse regionale" - settembre 2016) a "pericolosità idraulica moderata - P1" determinata da ristagni idrici temporanei in occasione di eventi piovosi intensi e duraturi. In questo areale, si applicano le prescrizioni ed i vincoli d'uso previsti per le aree a pericolosità idraulica bassa P1 del PAIR;
- in corrispondenza dei siti di indagine non sono stati rilevate evidenze morfologiche che indichino situazioni di criticità geostatica, né sussistono fenomeni di dissesto in atto o quiescenti. I depositi morenici che caratterizzano i principali rilievi presenti nel territorio comunale presentano, infatti, caratteristiche nel complesso favorevoli alla stabilità dei versanti ed i versanti più acclivi presentano una buona copertura boschiva.
- per quanto attiene alla microzonazione sismica, i siti in variante, così come indicato nell'allegato n° 11, ricadono nelle microzone definite come "zone stabili suscettibili di amplificazione per effetto dell'assetto litostratigrafico locale";
- in corrispondenza di quattro aree (nn. 1, 29, 30 e 79) sono state riconosciute particolarità morfologiche in grado di influire sulla risposta locale del terreno alla sollecitazione sismica in termini di incremento della stessa;
- il territorio del Comune di Fagagna è stato classificato (D.M. 15.09.1976 - D.M. 22.09.1980) come zona sismica con grado di sismicità  $S = 9$  (accelerazione sismica orizzontale = 0.07 g) ed è

inserito nella nuova classificazione sismica (Deliberazione della Giunta Regionale n. 845 del 06.05.2010) in "Zona 2".

In conclusione, ai sensi di:

- art. 13 della Legge 02.02.1974 n° 64;
- art. 10 della L.R. 09.05.1988 n° 27;
- sez. "H" del D.M. 11.03.1988;
- e successive modifiche ed integrazioni,
- artt. 15 e 16 della L.R. 11.08.2009 n° 16,

si può affermare che lo studio svolto ha confermato "LA FATTIBILITA' DAL PUNTO DI VISTA GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDRAULICO E VALANGHIVO DELLA VARIANTE GENERALE AL PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI FAGAGNA, ESSENDO LE PREVISIONI DI QUESTA (ZONIZZAZIONE, NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE) COMPATIBILI CON LE CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E GEOSTATICHE DEL TERRITORIO", a condizione che i processi di trasformazione del territorio previsti siano soggetti ai vincoli ed alle prescrizioni di seguito indicate, che dovranno essere recepite nelle norme di attuazione dello strumento urbanistico in oggetto, ai sensi dell'art. 10, comma 4 bis, della L. R. 27/1988. Si mantiene il riferimento alla "Carta della zonizzazione geologico-tecnica di massima del territorio in prospettiva sismica" (Zirardo G. - Sgobbino F., 1998), tenuto conto che il Comune di Fagagna non ha ancora provveduto a recepire lo studio di microzonazione sismica all'interno dello strumento urbanistico vigente.

*A) ZONE "Z2-3" - "Z3" (terreni con caratteristiche geotecniche complessivamente buone)*

Non si evidenziano particolari limitazioni di carattere geologico all'utilizzo urbanistico delle zone in oggetto.

Sono previste potenziali amplificazioni del moto sismico come effetto dell'assetto litostratigrafico, di entità da trascurabile a limitata.

I progetti dovranno essere supportati da uno studio geologico-tecnico, nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11.03.1988 e del D.M. 17.01.2018, basato su specifiche indagini geognostiche (sondaggi, prove penetrometriche, pozzetti esplorativi, indagini di laboratorio sui campioni prelevati, ecc.).

Nei terreni in pendio va verificata la stabilità globale dell'appoggio in relazione alla geometria ed alla natura delle fondazioni prescelte, tenendo conto di tutti i fattori influenzanti

**B) ZONA Z5 (terreni con caratteristiche geotecniche mediocri)**

Comprende aree di accumulo di rifiuti inerti eterogenei, con caratteristiche geotecniche scadenti, con marcato carattere eteropico.

L'edificabilità é subordinata strettamente alla possibilità di soluzione dei problemi tecnici legati alle condizioni locali ed alle caratteristiche progettuali dell'intervento (necessari interventi di bonifica, di miglioramento dei terreni e/o tecniche fondazionali particolari).

L'eventuale utilizzo di questi terreni deve essere preceduto da un compiuto accertamento delle effettive condizioni geologico-geotecniche locali (pozzetti di ispezione corredati da prove penetrometriche dinamiche continue e/o sondaggi geognostici ).

**C) AREE CON PROFONDITA' DELLA FALDA INFERIORE AI 5 MT. DAL PIANO CAMPAGNA**

Qualora la costruzione di vani interrati ricada nella fascia di profondità del terreno interessata dalla falda, nella fase storica di massimo impinguamento, deve essere contestualmente garantita la sicurezza ed integrità idraulica dei vani stessi mediante un'adeguata impermeabilizzazione e collaudo della stessa.

La progettazione di eventuali impianti di fognatura e/o scarico di acque deve tenere in debita considerazione la possibilità che si verifichino fenomeni di rigurgito al fine di garantire il regolare deflusso delle acque anche in condizioni idrauliche critiche. Nel caso di nuove edificazioni, i parametri geotecnici da utilizzare dovranno tenere nella dovuta considerazione la superficialità della falda al fine di individuare una corretta scelta fondazionale che tenga conto anche di eventuali sottopressioni idriche.

**D) BORDO DI TERRAZZI MORFOLOGICI DI ORIGINE FLUVIALE O SCARPATE  
GENERATE DALL'ATTIVITA' ANTROPICA DI ALTEZZA SUPERIORE AI 10 MT.,  
SOMMITA' DI RILIEVI COLLINARI CONFORMATI A DORSALE CON DISLIVELLI  
ALTIMETRICI DEI VERSANTI > DI 30 MT., PENDII CON INCLINAZIONE MEDIA > DI  
15°, CON AREE DI INFLUENZA POSTE A MONTE E LUNGO L'INTERO SVILUPPO DEI  
VERSANTI FINO ALLA ROTTURA DI PENDENZA CORRISPONDENTE AL RACCORDO  
CON IL RIPIANO SOTTOSTANTE**

Nelle zone in oggetto, in concomitanza con eventi sismici, vi può essere un'amplificazione locale della sollecitazione sismica (amplificazioni morfotettoniche), fatto questo di cui si dovrà tener conto nel dimensionamento delle opere e nell'utilizzo in genere dei siti interessati attraverso la stima della risposta sismica dei terreni in termini di fattore di amplificazione. Gli studi saranno

condotti con i metodi quantitativi semplificati proposti dal D.M. 17.01.2018 o per edifici ed opere strategiche mediante studi specifici di risposta sismica locale.

Gli elementi morfologici in oggetto vanno considerati, sulla base del D.M. 17/01/2018 per altezze superiori ai 30 mt. Tuttavia, si consiglia di valutare anche altezze comprese fra 10 e 30 mt. in accordo con quanto indicato negli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica - Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome - 2008" e fra i 5-10 mt. con i criteri contenuti in: "La zonizzazione geologico-tecnica del territorio - Coefficiente di risposta morfotettonica  $C_2$  - L. Broili - 1977".

Per qualsivoglia opera da realizzarsi in prossimità del bordo superiore di terrazzi, scarpate o pendii naturali ripidi, le verifiche di stabilità globale dell'appoggio e della struttura sottostante andranno condotte nel stretto rispetto di quanto previsto dal D.M. 17.01.2018. In particolare, si dovrà garantire che l'inserimento dell'opera non diminuisce il grado di sicurezza della struttura morfologica sottostante, ciò al fine di mantenere intatte queste particolari forme del territorio, specie quelle che limitano alvei fluviali, nella loro configurazione paesaggistica, nei loro aspetti vegetazionali, nel disegno dei loro profili e delle loro forme e nelle pregevoli qualità ambientali che le caratterizzano.

Ove siano presenti rotture di pendenza (cigli di scarpata o pendii ripidi, orli di terrazzo, ecc.), di norma da considerarsi non utilizzabili ai fini edificatori, dovrà essere mantenuta una fascia di rispetto assoluto di almeno 10 mt. misurati dal bordo superiore delle strutture morfologiche in oggetto.

#### **E) FASCIA DI RISPETTO DI 10 M. DAGLI ORLI DI SCARPATE DI EROSIONE FLUVIALE**

E' oggetto di tutela l'orlo di terrazzo morfologico evidenziato nello stralcio della "carta morfologica e della degradazione dei versanti" a valle del limite ovest del sito di variante n° 48. Costituendo elemento essenziale del paesaggio, affinché ciò sia mantenuto, è vietata l'esecuzione di scavi e/o sbancamenti, livellamenti ed altri lavori che possano alterare l'attuale profilo planoaltimetrico.

Il terrazzo morfologico sarà conservato integro nella sua attuale conformazione, anche nelle fasce di raccordo, al piede ed al ciglio, per una larghezza minima di 10 mt. (circa pari al doppio dell'altezza della scarpata).

#### **F) RECEPIMENTO DEL PAIR**

Nelle aree del territorio comunale classificate a pericolosità idraulica e geologica dal Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini di interesse regionale (PAIR) valgono le norme di attuazione del Piano stesso, che vengono, in parte, di seguito riportate.

In aggiunta, nelle aree classificate a pericolosità idraulica P1, quale misura minima di sicurezza, si dovrà procedere all'innalzamento del piano di calpestio dei nuovi edifici ad una quota di almeno 50 cm. sopra il piano campagna ed al divieto di realizzare vani accessibili al di sotto di tale quota. L'eventuale adozione di precauzioni inferiori dovrà essere giustificata in uno specifico elaborato di valutazione dei possibili fenomeni di allagamento del territorio comunale.

A seguito del recepimento del PAIR, le perimetrazioni degli ambiti di pericolosità idraulica riportati nel P.R.G.C. vigente nelle: "Carta della rete idrografica e delle sorgenti" e "Carta delle penalità ai fini edificatori" ("*zone soggette ad esondazioni "eccezionali", "aree con falda affiorante o subaffiorante permanentemente umide e acquitrinose", "aree soggette a ristagni d'acqua temporanei imputabili alla morfologia e al drenaggio difficoltoso per situazioni locali di bassa permeabilità dei terreni e/o per la presenza della falda freatica in prossimità del piano campagna"*), che corrispondono come perimetro a quelli riportati nel PAIR, e le disposizioni relative contenute nelle Norme di attuazione, sono superati dalle prescrizioni del PAIR.

## **ESTRATTO NORME "PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI DI INTERESSE REGIONALE"**

### **TITOLO I: DISPOSIZIONI GENERALI**

#### **ART. 1 – Oggetto, contenuti e finalità del Piano**

**1.** Il Piano per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici di rilievo regionale, nel seguito "Piano", è redatto ed approvato, quale stralcio dei piani di bacino dei tributari della laguna di Marano e Grado, compresa la laguna medesima, del torrente Slizza e del levante, interessanti il territorio della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, nel seguito "Regione".

**2.** Il Piano ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, tecnico-operativo e normativo che:

- individua e perimetra le aree fluviali e quelle di pericolosità geologica ed idraulica;
- stabilisce direttive sulla tipologia e la programmazione preliminare degli interventi di mitigazione o di eliminazione delle condizioni di pericolosità;
- dette prescrizioni per le aree di pericolosità e per gli elementi a rischio classificati secondo diversi gradi;

**3.** Il Piano persegue finalità prioritarie di riduzione delle conseguenze negative per la salute umana, di protezione di abitati, infrastrutture, nonché riconosciute specificità del territorio, interessate o interessabili da fenomeni di pericolosità.

4. Per il perseguimento degli obiettivi e delle finalità del Piano, la Regione può emanare direttive che individuano criteri ed indirizzi:

a. per la realizzazione di nuove opere e per la programmazione degli interventi di manutenzione sulle medesime, nonché sugli alvei e sui versanti;

b. per la progettazione e l'attuazione degli interventi di difesa, per i dissesti idraulici, geologici e per la definizione di un quadro valutativo del rischio alluvioni;

c. relativi alle norme e ai contenuti del Piano medesimo.

## **ART. 2 – Definizioni**

Ai fini delle presenti norme si intendono per:

**"interventi di manutenzione ordinaria"**, gli interventi edilizi che riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti;

**"interventi di manutenzione straordinaria"**, le opere e le modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari e non comportino modifiche delle destinazioni di uso;

**"interventi di restauro e risanamento conservativo"**, gli interventi edilizi rivolti a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso, ne consentano destinazioni d'uso con essi compatibili. Tali interventi comprendono il consolidamento, il ripristino e il rinnovo degli elementi costitutivi dell'edificio, l'inserimento degli elementi accessori e degli impianti richiesti dalle esigenze dell'uso, l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio;

**"interventi di ristrutturazione"**, gli interventi rivolti a trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente. Tali interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio, l'eliminazione, la modifica e l'inserimento di nuovi elementi ed impianti. Nell'ambito degli interventi di ristrutturazione edilizia sono ricompresi anche quelli consistenti nella demolizione e ricostruzione con la stessa volumetria e sagoma di quello preesistente, fatte salve le sole innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica;

**"interventi di nuova costruzione"**, gli interventi di trasformazione edilizia ed urbanistica del territorio non rientranti nelle categorie sopra definite. Sono comunque da considerarsi tali:

1. la costruzione di manufatti edilizi fuori terra o interrati, ovvero l'ampliamento di quelli esistenti all'esterno della sagoma esistente, fermo restando, per gli interventi pertinenziali, quanto previsto al successivo punto 6);

2. gli interventi di urbanizzazione primaria e secondaria realizzati da soggetti diversi dal comune;

3. la realizzazione di infrastrutture e di impianti, anche per pubblici servizi, che comporti la trasformazione in via permanente di suolo inedificato;

4. l'installazione di torri e tralicci per impianti radio-ricetrasmittenti e di ripetitori per i servizi di telecomunicazione;

5. l'installazione di manufatti leggeri, anche prefabbricati, e di strutture di qualsiasi genere, quali roulotte, campers, case mobili, imbarcazioni, che siano utilizzati come abitazioni, ambienti di lavoro, oppure come depositi, magazzini e simili, e che non siano diretti a soddisfare esigenze meramente temporanee;

6. gli interventi pertinenziali che le norme tecniche degli strumenti urbanistici, in relazione Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici di interesse regionale 4 alla zonizzazione e al pregio ambientale e paesaggistico delle aree, qualifichino come interventi di nuova costruzione, ovvero che comportino la realizzazione di un volume superiore al 10% del volume dell'edificio principale;

7. la realizzazione di depositi di merci o di materiali, la realizzazione di impianti per attività produttive all'aperto ove comportino l'esecuzione di lavori cui consegua la trasformazione permanente del suolo inedificato;

**"piena di riferimento"**, l'evento di piena o di progetto, individuato rispetto ad un determinato tempo di ritorno, rispetto al quale, in ogni bacino, sono state perimetrate e classificate le aree a pericolosità idraulica;

**"aree fluviali"**, le aree del corso d'acqua morfologicamente riconoscibili o all'interno delle quali possono svolgersi processi morfodinamici e di invaso che le caratterizzano anche in relazione alla piena di riferimento nonché le aree delimitate dagli argini di qualsiasi categoria (anche se non classificati e/o in attesa di classifica) o, in mancanza, da sponde e/o rive naturali o artificiali;

**"coltivazioni arboree"**, piante con fusti eretti o ascendenti che possono superare i due- metri, non flessibili sotto la spinta dell'acqua;

**"coltivazioni pluriennali con strutture di sostegno fisso"**, piante perenni con fusto incapace di mantenersi spontaneamente eretto;

**"infrastrutture a rete"**, rete di impianti e servizi interconnessi tra loro da specifici punti nodali;

**"preesistenze nelle aree fluviali"**, edificazioni e infrastrutture esistenti alla data di approvazione del Piano.

### **ART. 3 – Elaborati del Piano**

1. Il Piano é costituito dai seguenti elaborati:

a. relazione generale che definisce il sistema delle conoscenze dei bacini e le metodologie di classificazione utilizzate, illustra le analisi effettuate, riporta il quadro delle azioni strutturali e non strutturali di difesa con l'indicazione dei relativi costi determinati anche in via parametrica;

b. cartografia che rappresenta, laddove individuate, le aree fluviali, le condizioni di pericolosità, nonché, laddove disponibili adeguate conoscenze, gli elementi a rischio e le opere di mitigazione esistenti;

c. normativa di attuazione che regola l'uso del territorio nelle aree di dissesto individuate, formula indirizzi per la programmazione degli interventi con finalità di difesa, fornisce indicazioni e criteri per la pianificazione territoriale ed urbanistica.

### **ART. 4 – Classificazione del territorio in classi di pericolosità ed elementi a rischio**

1. Il Piano, sulla base delle conoscenze acquisite e dei principi generali contenuti nella normativa vigente, classifica i territori in funzione delle diverse condizioni di pericolosità, nonché classifica gli elementi a rischio, nelle seguenti classi:

pericolosità

P4 (pericolosità molto elevata)

P3 (pericolosità elevata);

P2 (pericolosità media); P1 (pericolosità moderata);

a cui si aggiunge, per la pericolosità idraulica, la classe F (area fluviale)

elementi a rischio

R4 (rischio molto elevato);

R3 (rischio elevato);

R2 (rischio medio);

R1 (rischio moderato).

2. Le classi di pericolosità identificano il regime dei vincoli alle attività di trasformazione urbanistica ed edilizia di cui al titolo II delle presenti norme di attuazione; le classi degli elementi a rischio, ove definite, costituiscono elementi di riferimento prioritari per la programmazione degli interventi di mitigazione e per le misure di protezione civile.

3. Agli elementi a rischio si applica la stessa disciplina della corrispondente classe di pericolosità.

4. Nel caso in cui all'interno di un'area classificata pericolosa siano presenti elementi a rischio classificati di grado diverso si applica la disciplina della corrispondente classe di rischio.

5. Le limitazioni e i vincoli posti dal Piano a carico di soggetti pubblici e privati rispondono all'interesse generale della tutela e della protezione degli ambiti territoriali considerati e della riduzione delle situazioni di rischio e pericolo, non hanno natura espropriativa e non comportano corresponsione di indennizzi.

#### **ART. 7 – Indirizzi di Protezione Civile**

I Piani regionali, provinciali, comunali di Protezione Civile devono tenere in considerazione le preesistenze nelle aree fluviali e le aree classificate pericolose dal Piano.

### **TITOLO II: DISCIPLINA DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO**

#### **ART. 8 – Disposizioni comuni per le aree a pericolosità idraulica, geologica e per le zone di attenzione**

1. Le Amministrazioni comunali non possono rilasciare concessioni, autorizzazioni, permessi di costruire od equivalenti, previsti dalle norme vigenti, in contrasto con il Piano.

2. Possono essere portati a conclusione tutti i piani e gli interventi i cui provvedimenti di approvazione, autorizzazione, concessione, permessi di costruire od equivalenti previsti dalle norme vigenti, siano stati rilasciati prima della pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione dell'avvenuta approvazione del Piano (8/02/2017).

**3.** Nelle aree classificate pericolose e nelle zone di attenzione, ad eccezione degli interventi di mitigazione della pericolosità e del rischio, di tutela della pubblica incolumità e di quelli previsti dal Piano di bacino, è vietato, in rapporto alla specifica natura e tipologia di pericolo individuata:

**a.** eseguire scavi o abbassamenti del piano di campagna in grado di compromettere la stabilità delle fondazioni degli argini, ovvero dei versanti soggetti a fenomeni franosi;

**b.** realizzare tombinature dei corsi d'acqua;

**c.** realizzare interventi che favoriscano l'infiltrazione delle acque nelle aree franose;

**d.** costituire o indurre a formare vie preferenziali di veicolazione di portate solide o liquide;

**e.** realizzare, in presenza di fenomeni di colamento rapido (CR), interventi che incrementino la vulnerabilità della struttura, quali aperture sul lato esposto al flusso;

**f.** realizzare locali interrati o seminterrati nelle aree a pericolosità idraulica o da colamento rapido.

Deroghe potranno essere previste solamente nel caso di realizzazione di strutture di interesse pubblico in zone a pericolosità moderata P1, limitatamente alle situazioni in cui la pericolosità sia dovuta a fenomeni di acqua alta in aree costiere e perilagunari non protette da arginature, e ciò in considerazione della maggiore prevedibilità e della minore durata dei fenomeni attesi rispetto alle esondazioni fluviali. Tali deroghe saranno comunque ammesse esclusivamente nei casi di interventi non diversamente localizzabili ovvero mancanti di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, interventi che dovranno essere resi compatibili con le condizioni di pericolo riscontrate mediante l'adozione di precauzioni volte ad evitare ogni danneggiamento alle strutture e rischio per l'incolumità delle persone presenti nelle stesse al momento del verificarsi dell'evento calamitoso previsto.

**4.** Nelle aree costiere prive di opere di difesa nei confronti dei fenomeni di alta marea eccezionale è possibile la riclassificazione della pericolosità idraulica a seguito dell'innalzamento del piano di campagna a quota di sicurezza nei confronti degli eventi di acqua alta più gravosi, e ciò in considerazione della maggiore prevedibilità e della minore durata dei fenomeni attesi rispetto alle esondazioni conseguenti a rotture arginali, a condizione che le attività necessarie al raggiungimento delle quote di sicurezza non comportino la possibilità di incrementi della pericolosità nelle aree limitrofe. La riclassificazione delle aree interessate dagli interventi suddetti dovrà seguire le procedure di cui all'articolo 6, comma 3, lettera b.1 delle presenti norme.

**5.** Al fine di non incrementare le condizioni di rischio nelle aree fluviali e in quelle pericolose, fermo restando quanto stabilito al comma 3 ed in rapporto alla specifica natura e tipologia di pericolo individuata, tutti i nuovi interventi, opere, attività consentiti dal Piano o autorizzati dopo la sua approvazione, devono essere tali da:

**a.** mantenere le condizioni esistenti di funzionalità idraulica o migliorarle, agevolare e comunque non impedire il normale deflusso delle acque;

**b.** non aumentare le condizioni di pericolo dell'area interessata nonché a valle o a monte della stessa;

**c.** non ridurre complessivamente i volumi invasabili delle aree interessate tenendo conto dei principi dell'invarianza idraulica e favorire, se possibile, la creazione di nuove aree di libera esondazione;

**d.** minimizzare le interferenze, anche temporanee, con le strutture di difesa idraulica, geologica.

**6.** Tutte le opere di mitigazione della pericolosità e del rischio devono prevedere il piano di manutenzione.

7. Tutti gli interventi consentiti dal presente Titolo non devono pregiudicare la definitiva sistemazione né la realizzazione degli altri interventi previsti dalla pianificazione di bacino vigente.

#### **ART. 9 – Disciplina degli interventi nelle aree classificate a pericolosità molto elevata P4**

1. Nelle aree classificate a pericolosità molto elevata P4 può essere esclusivamente consentita l'esecuzione di:

- a. opere di difesa, di sistemazione idraulica e dei versanti, di bonifica e di regimazione delle acque superficiali, di manutenzione idraulica e di sistemazione dei movimenti franosi, di monitoraggio o altre opere comunque volte ad eliminare, ridurre o mitigare, le condizioni di pericolosità o a migliorare la sicurezza delle aree interessate;
- b. interventi di nuova realizzazione e manutenzione di piste per lo sci, qualora non ricadano in aree interessate da fenomeni di caduta massi, purché siano attuati i previsti piani di gestione del rischio;
- c. opere, connesse con le attività di gestione e manutenzione del patrimonio forestale, boschivo e agrario, purché non in contrasto con le esigenze di sicurezza idraulica, geologica;
- d. sentieri e la loro manutenzione, purché non comportino l'incremento delle condizioni di pericolosità e siano segnalate le situazioni di rischio;
- e. interventi strettamente necessari per la tutela della pubblica incolumità e per ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti;
- f. interventi di manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- g. infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, diverse da strade o da edifici, riferite a servizi essenziali non diversamente localizzabili o non delocalizzabili ovvero mancanti di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, o relativo ampliamento, purché, se necessario, dotate di sistemi di interruzione del servizio o delle funzioni; nell'ambito di tali interventi sono anche da ricomprendersi eventuali manufatti accessori e di servizio, di modesta dimensione e, comunque, non destinati all'uso residenziale o che consentano il pernottamento;
- h. infrastrutture viarie, ferroviarie e di trasporto pubblico nonché di piste ciclopedonali, o relativo ampliamento, purché siano contestualmente attuati i necessari interventi di mitigazione della pericolosità o del rischio; in particolare gli interventi di realizzazione di nuove infrastrutture stradali devono anche essere coerenti alle previsioni del piano di protezione civile ove esistente; adeguamenti delle infrastrutture viarie esistenti sono ammissibili anche in deroga all'obbligo di contestuale realizzazione degli interventi di mitigazione solo nel caso in cui gli adeguamenti si rendano necessari per migliorare le condizioni di sicurezza della percorribilità delle stesse;
- i. interventi di demolizione senza ricostruzione;
- j. interventi di manutenzione riguardanti edifici ed infrastrutture, purché non comportino incremento di unità abitative o del carico insediativo;
- k. interventi di adeguamento degli edifici esistenti per motivate necessità igienico-sanitarie per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di abbattimento delle barriere architettoniche, di sicurezza del lavoro e incremento dell'efficienza energetica;
- l. sistemazioni e manutenzioni di superfici scoperte di edifici esistenti;

*m. posizionamento delle strutture di carattere provvisorio, non destinate al pernottamento di persone, necessarie per la conduzione dei cantieri per la realizzazione degli interventi di cui al presente articolo, a condizione che siano compatibili con le previsioni dei piani di protezione civile ove esistenti;*

*n. adeguamento strutturale e funzionale di impianti per la lavorazione degli inerti solo nel caso in cui siano imposti dalle normative vigenti;*

*o. adeguamento strutturale e funzionale di impianti di depurazione delle acque reflue urbane imposti dalla normativa vigente;*

*p. opere di raccolta, regolazione, trattamento, presa e restituzione dell'acqua;*

*q. interventi di riequilibrio e ricostruzione degli ambiti fluviali naturali nonché opere di irrigazione, purché non in contrasto con le esigenze di sicurezza;*

*r. prelievo di materiale litoide, sabbie, limi, argille, torbe o assimilabili solo previa verifica che questo sia compatibile, oltretutto con le pianificazioni di gestione della risorsa, con le condizioni di pericolo riscontrate e che non provochi un peggioramento delle stesse;*

*s. adeguamento di impianti produttivi artigianali o industriali solo nel caso in cui siano imposti dalle normative vigenti; t. opere a verde.*

*2. Gli elaborati progettuali degli interventi di cui al comma 1 devono essere corredati da una relazione tecnica che tenga conto in modo approfondito della tipologia di pericolo, redatta da un tecnico laureato abilitato, se prevista dalla normativa di settore. Le indicazioni contenute nella suddetta relazione devono essere integralmente recepite nel progetto delle opere di cui si prevede l'esecuzione.*

#### **ART. 10 – Disciplina degli interventi nelle aree classificate a pericolosità elevata P3**

*1. Nelle aree classificate a pericolosità elevata P3, possono essere consentiti tutti gli interventi di cui alle aree P4, nonché i seguenti:*

*a. interventi di restauro, risanamento conservativo e ristrutturazione di opere pubbliche o di interesse pubblico qualora non comportino mutamento della destinazione d'uso;*

*b. interventi di restauro, risanamento conservativo e ristrutturazione di infrastrutture ed edifici, qualora non comportino aumento delle unità abitative o del carico insediativo;*

*c. ampliamento degli edifici esistenti, purché non comportino mutamento della destinazione d'uso, né incremento di superficie e di volume superiore al 10% del volume e della superficie totale, così come risultanti alla data di approvazione del Piano, e purché siano anche compatibili con la pericolosità del fenomeno;*

*d. realizzazione di locali accessori di modesta entità a servizio degli edifici esistenti;*

*e. realizzazione di attrezzature e strutture mobili o provvisorie non destinate al pernottamento di persone per la fruizione del tempo libero o dell'ambiente naturale, a condizione che siano compatibili con le previsioni dei piani di protezione civile, che non ostacolino il libero deflusso delle acque e purché non localizzate in aree interessate da fenomeni di caduta massi;*

*f. realizzazione o ampliamento di infrastrutture viarie, ferroviarie e di trasporto pubblico nonché ciclopedonali, non diversamente localizzabili o non delocalizzabili ovvero mancanti di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, purché non comportino l'incremento delle condizioni di pericolosità e non compromettano la possibilità di realizzazione degli interventi di*

mitigazione della pericolosità o del rischio; in particolare gli interventi di realizzazione di nuove infrastrutture stradali devono anche essere compatibili con le previsioni dei piani di protezione civile ove esistenti;

**g.** realizzazione di nuovi impianti di depurazione delle acque reflue urbane ove non diversamente localizzabili, purché dotati degli opportuni accorgimenti tecnico-costruttivi e gestionali idonei anche ad impedire il rilascio nell'ambiente circostante di sostanze o materiali per effetto dell'evento che genera la situazione di pericolosità.

**2.** Gli elaborati progettuali degli interventi di cui al comma 1 devono essere corredati da una relazione tecnica che tenga conto in modo approfondito della tipologia di pericolo, redatta da un tecnico laureato abilitato, se prevista dalla normativa di settore. Le indicazioni contenute nella suddetta relazione devono essere integralmente recepite nel progetto delle opere di cui si prevede l'esecuzione.

#### **ART. 11 - Disciplina degli interventi nelle aree classificate a pericolosità media P2**

**1.** Nelle aree classificate a pericolosità idraulica e geologica media P2, possono essere consentiti tutti gli interventi di cui alle aree P4 e P3.

**2.** L'attuazione delle previsioni e degli interventi degli strumenti urbanistici vigenti alla data di approvazione del Piano (8/02/2017) è subordinata alla verifica da parte delle amministrazioni comunali della compatibilità con le situazioni di pericolosità evidenziate dal Piano e deve essere conforme alle disposizioni indicate dall'art. 8. Gli interventi dovranno essere realizzati secondo soluzioni costruttive funzionali a rendere compatibili i nuovi edifici con la specifica natura o tipologia di pericolo individuata.

**3.** Nelle aree classificate a pericolosità media P2 la pianificazione urbanistica e territoriale può prevedere:

**a.** nuove zone di espansione per infrastrutture stradali, ferroviarie e servizi che non prevedano la realizzazione di volumetrie edilizie, purché ne sia segnalata la condizione di pericolosità e tengano conto dei possibili livelli idrometrici conseguenti alla piena di riferimento;

**b.** nuove zone da destinare a parcheggi, solo se imposti dagli standard urbanistici, purché compatibili con le condizioni di pericolosità che devono essere segnalate;

**c.** piani di recupero e valorizzazione di complessi malghivi, stavoli e casere senza aumento di volumetria diversa dall'adeguamento igienico-sanitario e/o adeguamenti tecnico-costruttivi e di incremento dell'efficienza energetica, purché compatibili con la specifica natura o tipologia di pericolo individuata. Tali interventi sono ammessi esclusivamente per le aree a pericolosità geologica;

**d.** nuove zone su cui localizzare impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, non diversamente localizzabili ovvero mancanti di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, purché compatibili con le condizioni di pericolo riscontrate e che non provochino un peggioramento delle stesse.

#### **ART. 12 – Disciplina degli Interventi nelle aree classificate a pericolosità moderata P1**

**1.** La pianificazione urbanistica e territoriale disciplina l'uso del territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuove infrastrutture e gli interventi sul patrimonio

edilizio esistente nel rispetto dei criteri e delle indicazioni generali del presente Piano conformandosi allo stesso.

**ART. 16 – Principi generali per la redazione dei nuovi strumenti urbanistici o di loro varianti a quelli esistenti**

Negli strumenti urbanistici generali, al fine di limitare gli afflussi nelle reti idrografiche delle acque provenienti dal drenaggio delle superfici impermeabilizzate mediante pavimentazione o copertura, devono essere adottate misure idonee a mantenere invariati i deflussi generati dall'area oggetto di intervento.

**TITOLO III – DISPOSIZIONI FINALI**

**ART. 18 – Efficacia ed effetti del Piano**

1. Le presenti norme sono poste in salvaguardia per effetto dell'adozione del Piano da parte della Giunta regionale.

2. Le presenti norme relative al Piano entrano in vigore il giorno della pubblicazione dell'avviso di approvazione dello stesso sul Bollettino Ufficiale della Regione (8/02/2017).

**G) TUTELA QUALITATIVA DELLE ACQUE SOTTERRANEE**

Qualsiasi intervento che possa costituire una potenziale sorgente di inquinamento (quale lo stoccaggio di sostanze inquinanti e di reflui, gli impianti di depurazione, lo scarico di acque reflue nel suolo, ecc.) dovrà essere preceduto da uno studio circostanziato sulla fattibilità dell'attività in progetto in relazione alla vulnerabilità dell'acquifero, prevedendo soluzioni finalizzate a evitare o mitigare l'impatto sulle risorse idriche sotterranee.

**H) INVARIANZA IDRAULICA**

La realizzazione di future opere di urbanizzazione dovrà considerare che l'incremento delle aree rese impermeabili da asfalti, manufatti e costruzioni, implicherà la diminuzione della superficie utile di assorbimento delle acque meteoriche e, conseguentemente, un aumento del volume di deflusso superficiale che sovraccarica la rete fognaria e la rete idrografica esistenti.

Per ogni intervento urbanistico, al fine di ridurre l'impatto idraulico dello stesso, dovranno essere applicate le prescrizioni generali di "invarianza idraulica" fra lo stato di fatto e lo stato di progetto, secondo quanto disposto dal "Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui all'art. 14, comma 1, lettera K) della legge regionale 29 aprile 2015, n. 11 (Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque)".

Si dovrà favorire la predisposizione di tecniche di stoccaggio temporaneo di acqua meteorica per il riutilizzo successivo ai fini di irrigazione o altro.

**ATTESTAZIONE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA CON LE PRESCRIZIONI NORMATIVE  
PREVISTE, RIFERITA A CIASCUNA DELLE AREE OGGETTO DI VARIANTE**

- L'area 1 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "D", "G" e "H".
- L'area 2 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 3 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 4 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 5 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 6 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 7 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 8 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 9 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 10 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "F", "G" e "H".
- L'area 11 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 12 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 13 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".

- L'area 14 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- Le aree 15A e 15B risultano idonee all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 16 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "C", "G" e "H".
- L'area 17 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "C", "G" e "H".
- L'area 18 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 19 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 20 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G", e "H".
- L'area 21 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- Le aree 22A, 22B e 22C risultano idonee all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 23 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 24 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "B", "G" e "H".
- L'area 25 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 26 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 27 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 28 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 29 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "D", "G" e "H".

- L'area 30 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "D", "G" e "H".
- L'area 31 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 32 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 33 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 34 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 35 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "C", "G" e "H".
- L'area 36A e 36B risultano idonee all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "C", "G" e "H".
- L'area 37 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 38 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "C", "G" e "H".
- L'area 39 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "C", "G" e "H".
- L'area 40 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 41 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 42 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 43 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 44 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 45 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".

- L'area 46 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 47 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 48 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "E", "G" e "H".
- L'area 49 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 50 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 51 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 52 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 53 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 54 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 55 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 56 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 57 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 58 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 59 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 60 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 61 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".

- L'area 62 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 63 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 64 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 65 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 66 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 67 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 68 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 69 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 70 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 71 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 72 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "C", "G" e "H".
- L'area 73 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "C", "G" e "H".
- L'area 74 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "C", "G" e "H".
- L'area 75 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 76A e 76B risultano idonee all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "C", "G" e "H".
- Le aree 77A e 77B risultano idonee all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".

- L'area 78 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "C", "G" e "H".
- L'area 79 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "D", "G" e "H".
- L'area 80 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 81 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 82 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "C", "G" e "H".
- L'area 83 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 84 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 85 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 86 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 87 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 88 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 89 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 90 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 91 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".
- L'area 92 risulta idonea all'utilizzazione urbanistica prevista nel rispetto delle condizioni per l'uso riportate ai punti "A", "G" e "H".



IL GEOLOGO  
 (ZIRALDO GIANLUIGI)  
*Ziralo Gianluigi*

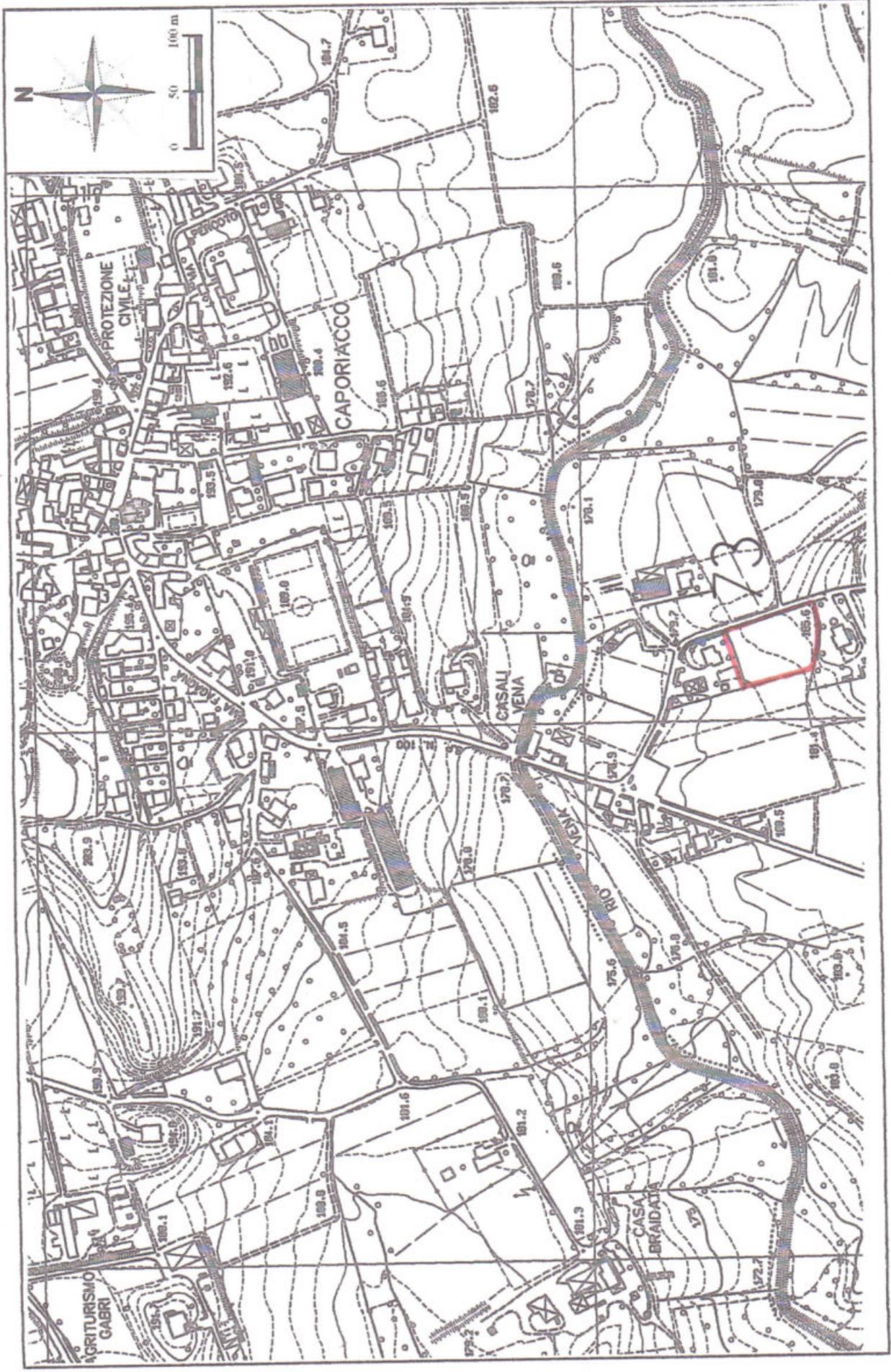
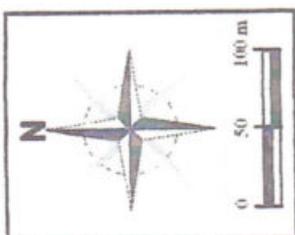
*ALLEGATI*

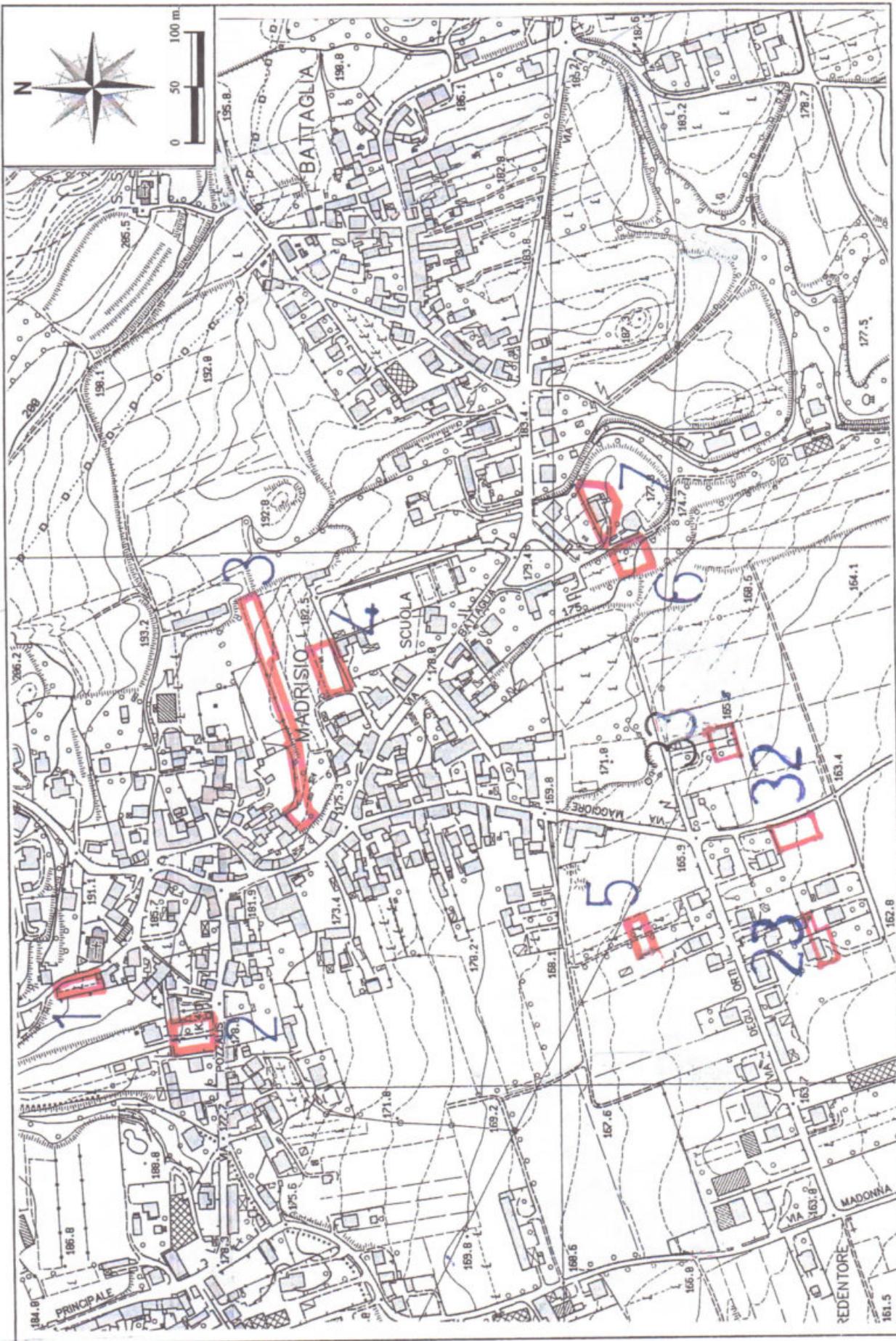
**ALLEGATO 1**

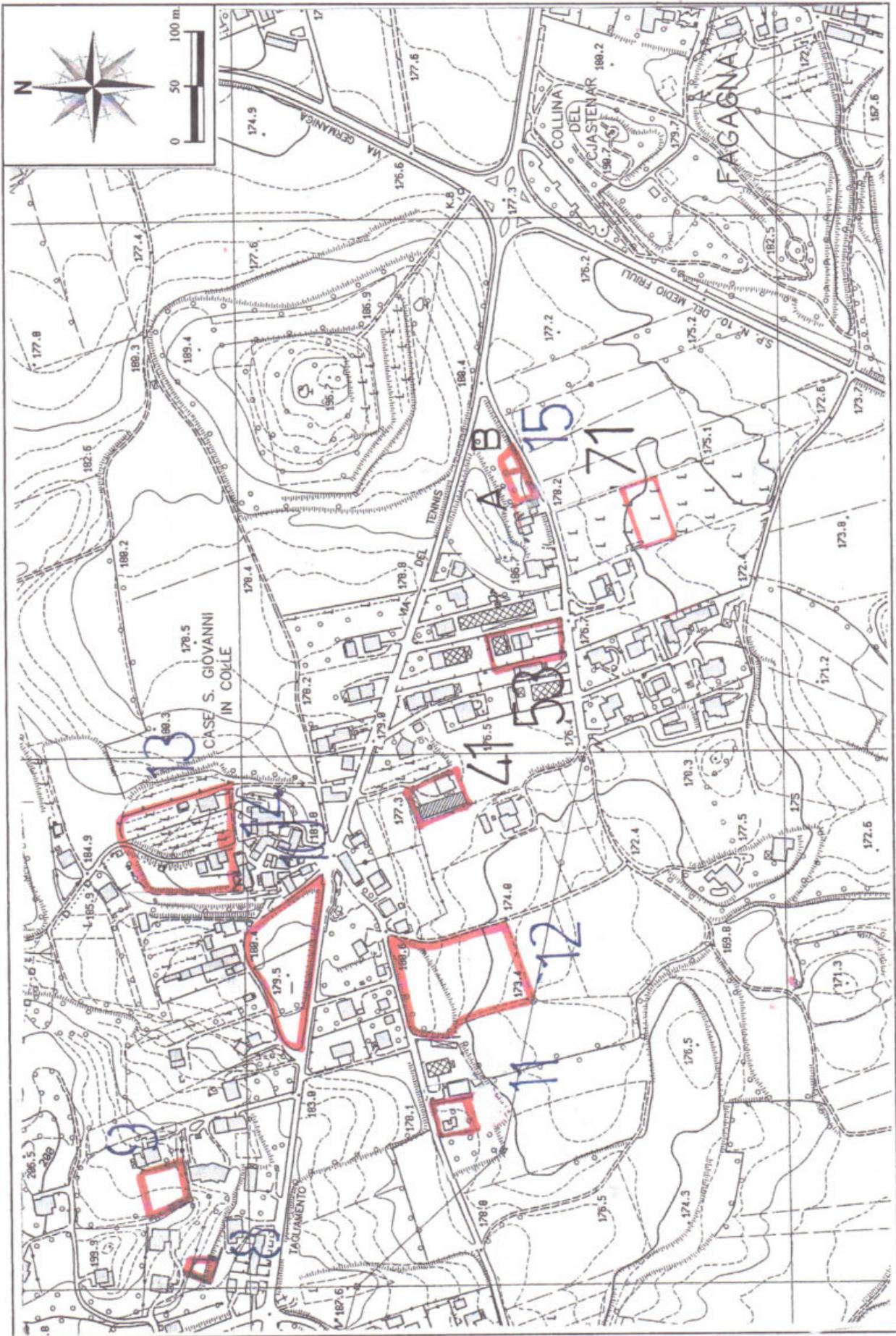
**LOCALIZZAZIONE DEI SITI OGGETTO DI  
VARIANTE**

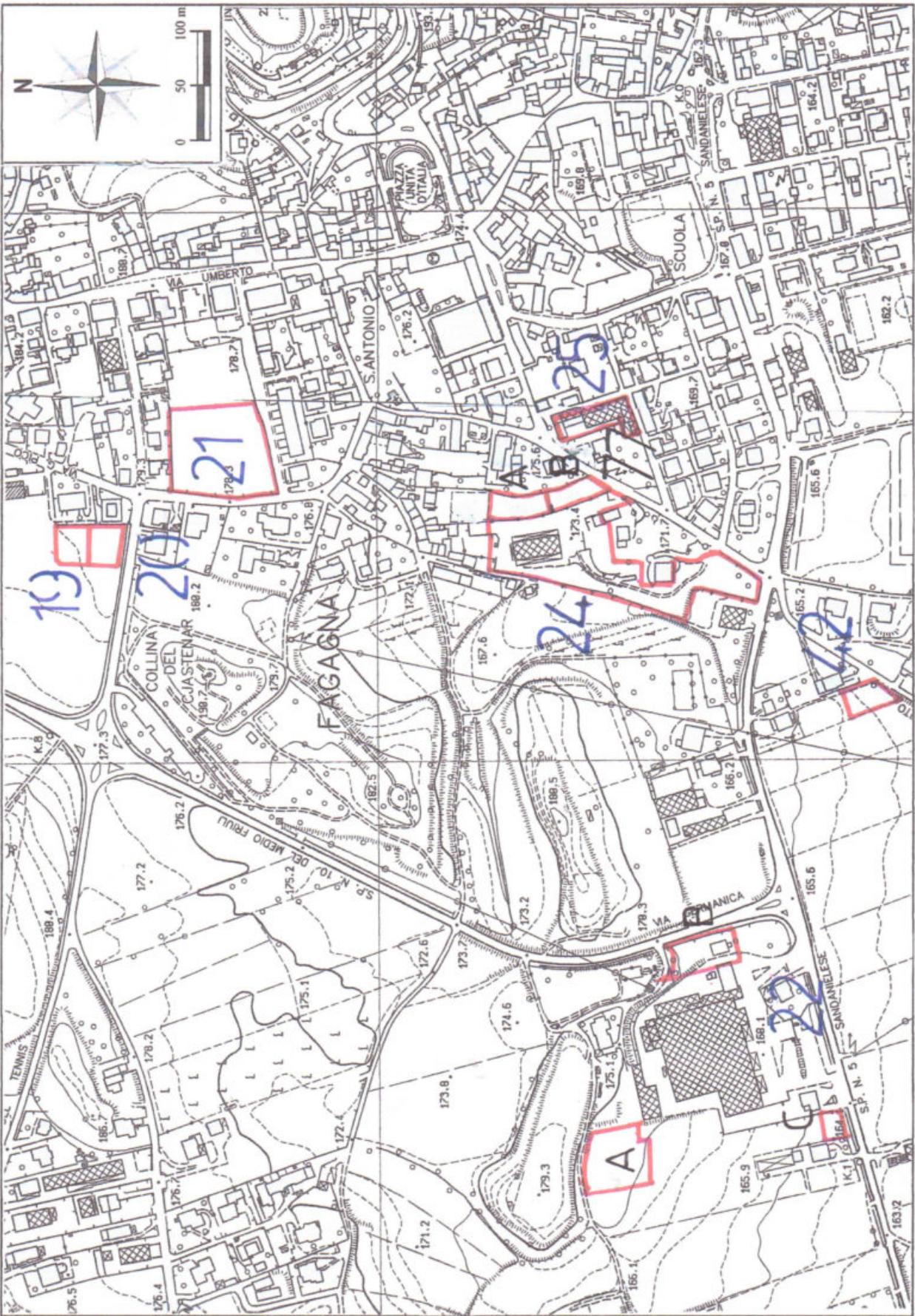


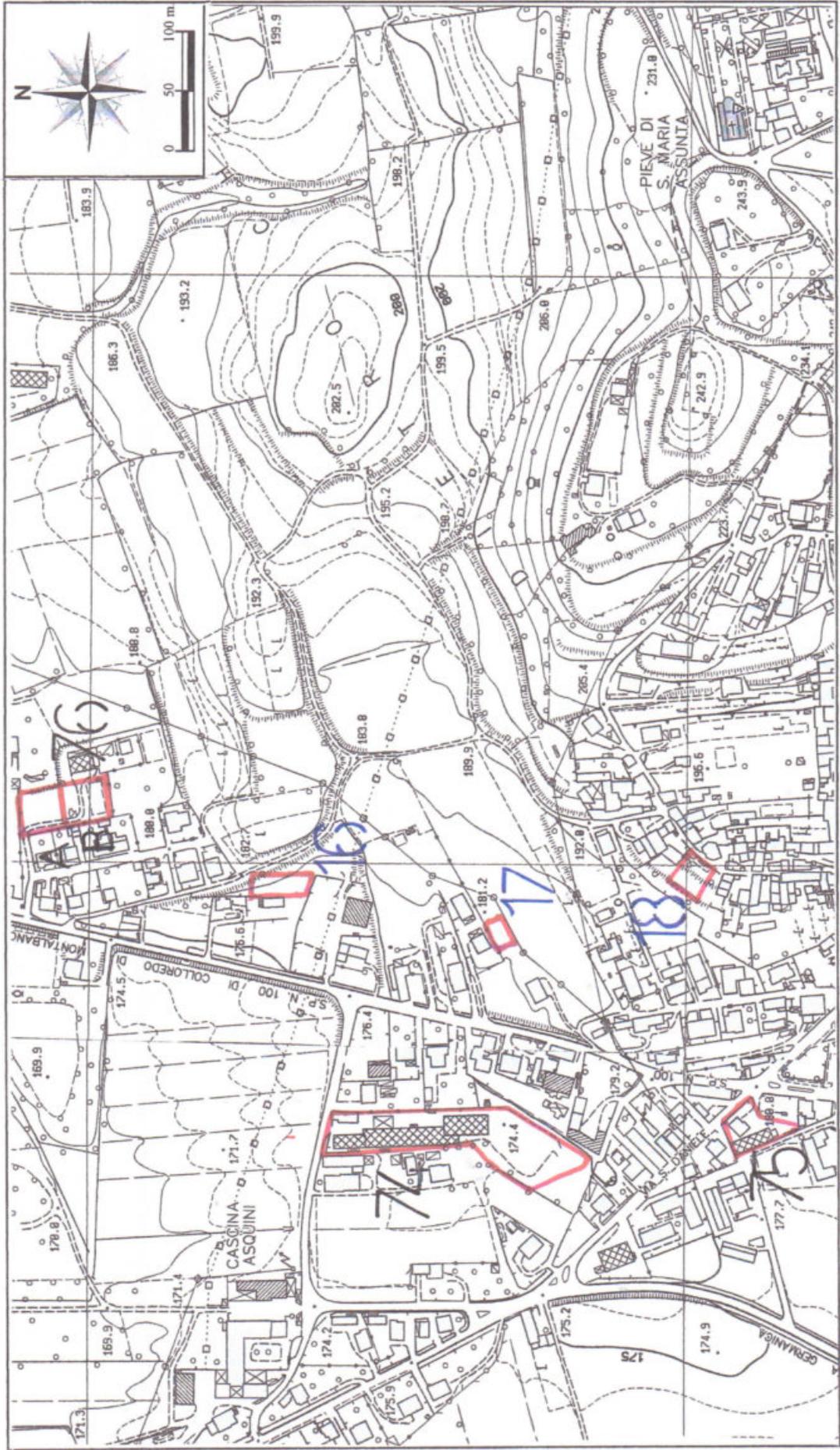




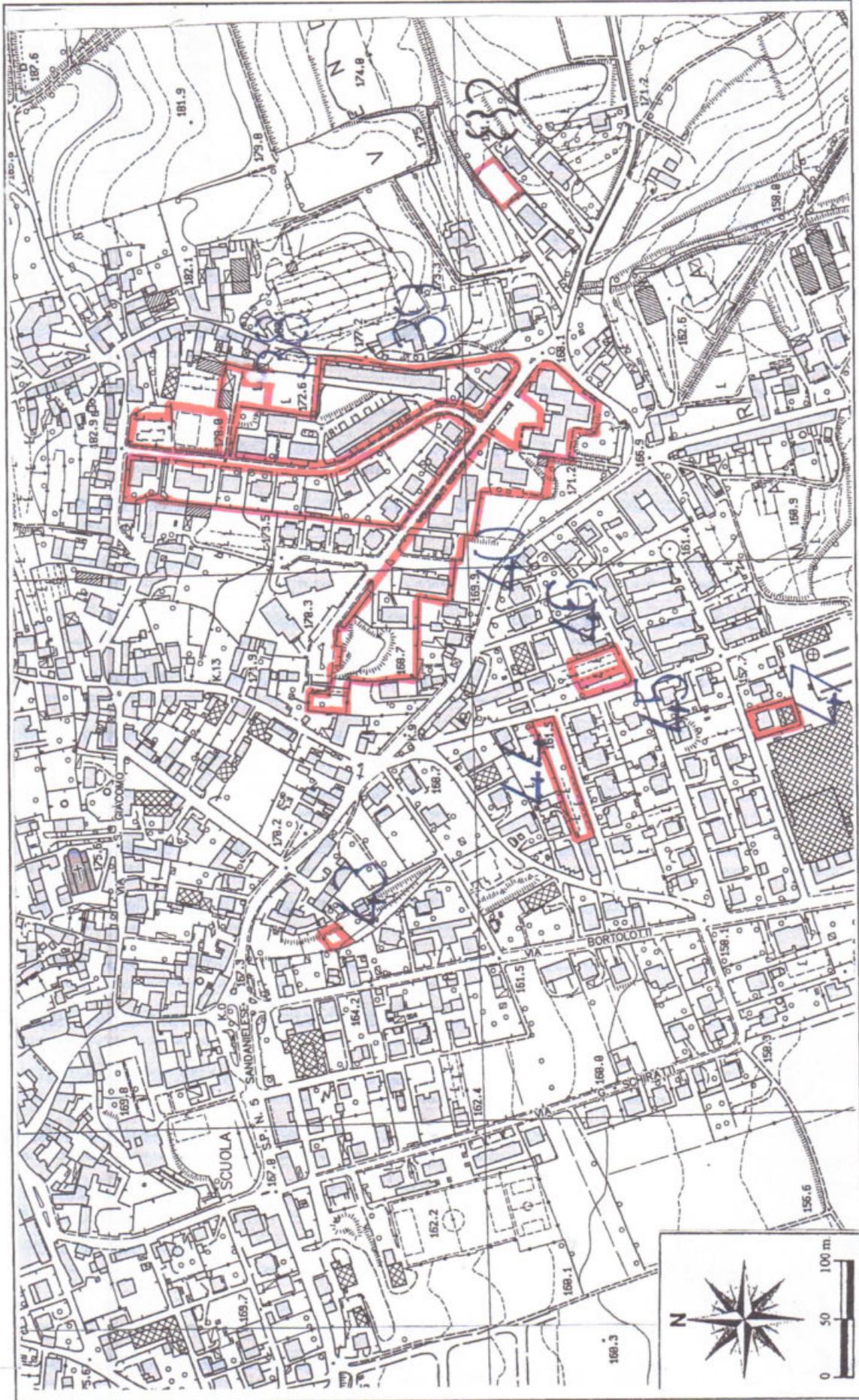




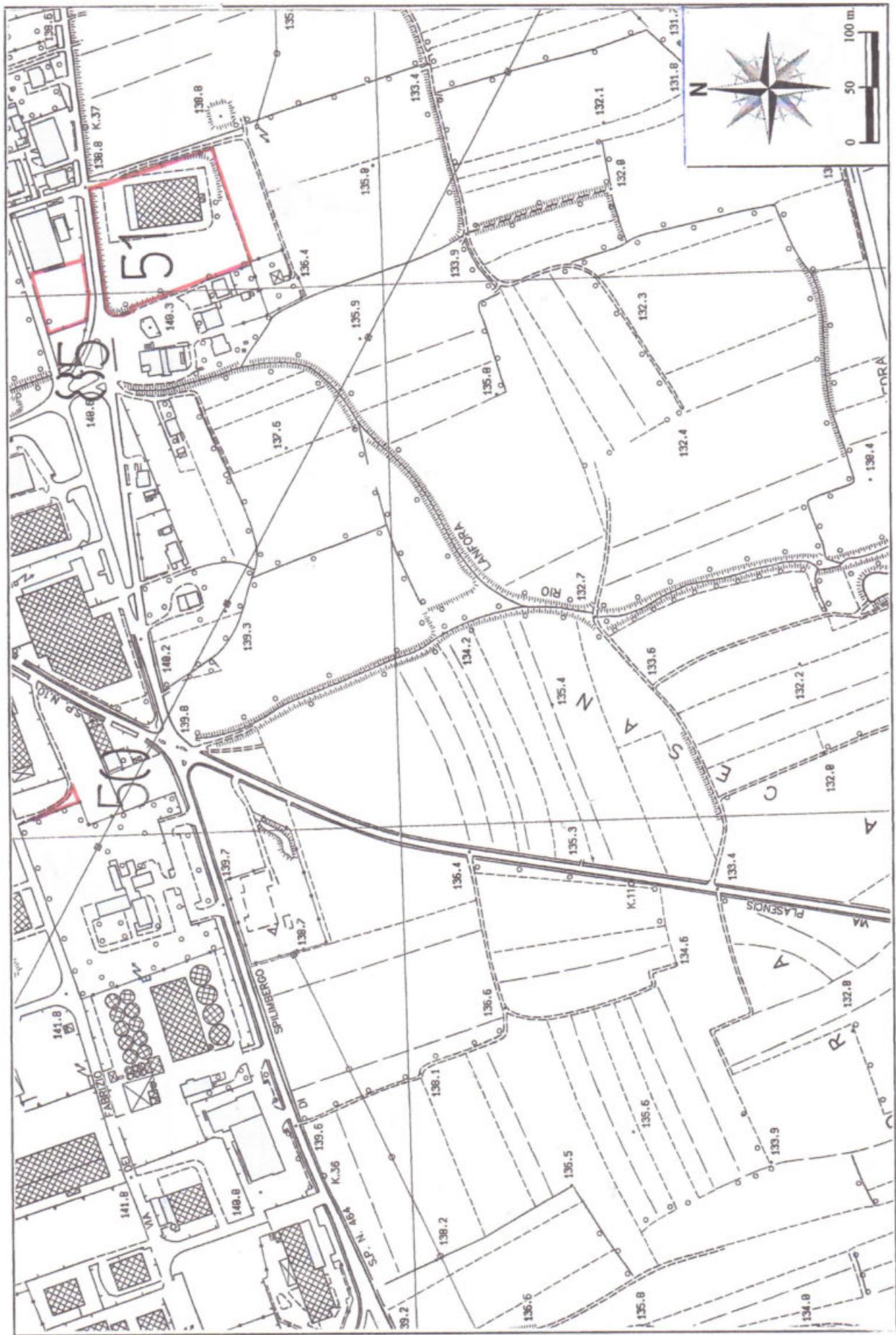
















**ALLEGATO 2**

**MODIFICHE ZONIZZAZIONE  
URBANISTICA**

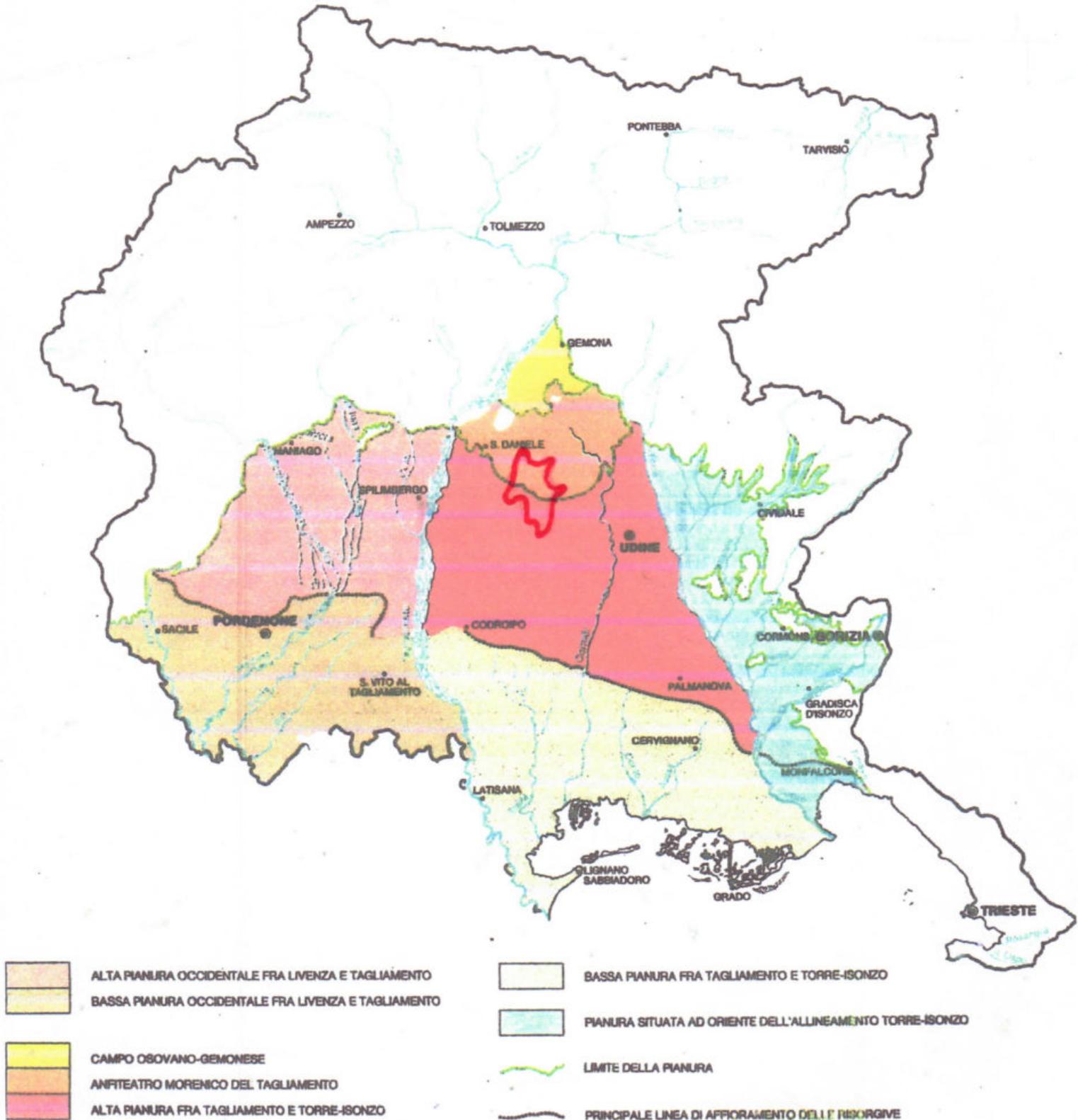
N° PROGRESSIVO	LOCALITA'	N° SCHEDA STRALCIO	ZONA PRGC VIGENTE	NUOVA ZONA	SUPERFICIE (MQ.)
1	MADRISIO	8/2018	EO	SERVIZI PARCHEGGIO	597
2	MADRISIO	1/2018	B1	EO	1.277
3	MADRISIO	63/2016	EO - E4	SERVIZI	2.393
4	MADRISIO	6/2004	E4	B1	810
5	MADRISIO	57/2016	E4	B1	726
6	MADRISIO	1/2013	E4	B1	822
7	MADRISIO	1/2004	E4	B1	1.342
8	BATTAGLIA	6/2008	EOO	B1	382
9	BATTAGLIA	5/2008	E4	B1	1.363
10	S. GIOVANNI IN COLLE	64/2016	C	EOO	5.576
11	S. GIOVANNI IN COLLE	9/2014	E4	B1	1.057
12	S. GIOVANNI IN COLLE	80/2016	C	E7	10.016
13	S. GIOVANNI IN COLLE	7/2018	E4	EO-A4	9.259
14	S. GIOVANNI IN COLLE	65/2016	E4	VIABILITA	196
15A	S. GIOVANNI IN COLLE	16/2005	E4	B1	795
15B	S. GIOVANNI IN COLLE	17/2005	E4	B1	515
16	CAPOLUOGO	19/2016	E4-B1	B1-E4	598
17	CAPOLUOGO	1/2017	E4	B1	590
18	CAPOLUOGO	9/2005	EO	B1 CON SCHEDA	863
19	CAPOLUOGO	21/2016	E4	B1	1.018
20	CAPOLUOGO	9/2013	E4	B1	637
21	CAPOLUOGO	68/2016	C	SERVIZI	7.041
22A	CAPOLUOGO	1/2009	E5.2	D3	4.013
22B	CAPOLUOGO	1/2009	E5.2	D3	2.323
22C	CAPOLUOGO	1/2009	E5.2	D3	405
23	MADRISIO	2018	E4	B1	514
24	CAPOLUOGO	66/2016	E4-B3	C	11.063
25	CAPOLUOGO	67/2016	D3	C2	2.414
26	CAPOLUOGO	5/2018	B1	SERVIZI PARCHEGGI	992
27	CAPOLUOGO	84/2016	H3	C2	2.870
28	CAPOLUOGO	23/2016	A2-EO	SERVIZI	1.632
29	CAPOLUOGO	7/2016	A4	A2	710
30	CAPOLUOGO	10/2016	EOO	A2	1.038
31	CAPOLUOGO	69/2016	D3	C2	1.931
32	MADRISIO	4/2008	E4	B1	766
33	MADRISIO	2018	E4	B1	390
34	CAPOLUOGO	70/2016	EOO	SERVIZI	1.440
35	CAPOLUOGO	2/2012	EO	B1 CON SCHEDA	730
36A	CAPOLUOGO	71/2016	E4	SERVIZI PARCHEGGI	2.470
36B	CAPOLUOGO	2018	E4		2.341
37	CAPOLUOGO	5/2003	A3	EO (MODIFICA ART.28)	309
38	CAPOLUOGO	5/2015	B3-EO	A3-B3	1.416
39	CAPOLUOGO	71/2016	B3	B2	32.558
40	CAPOLUOGO	72/2016	C	B3	23.876
41	S. GIOVANNI IN COLLE	16/2015	B1	EOO	2.112
42	CAPOLUOGO	2/2013	E5.2	B1	1.148
43	CAPOLUOGO	9/2006	B1	EO	263
44	CAPOLUOGO	11/2006	B1	EO	1.975
45	CAPOLUOGO	74/2016	B1	SERVIZI PARCHEGGI	670
46	CAPOLUOGO	2/2016	B1	EO	850
47	ZONA IND.	29/2016	B1	D3	1.152
48	ZONA IND.	71/2016	E5.2	D2	82.770
49	ZONA IND.	75/2016	D2	SERVIZI (SPORT)	9.278

50	ZONA IND.	4/2016	SERVIZI	D2	336
51 *	CICONICCO	1/2003	NTA	NTA	14.487
52	CICONICCO	2/2005	E5.2	A4.I	306
53	MADRISIO	2018	H3	C2	1.950
54	CICONICCO	2/2018	A4	PARCHEGGI	1.222
55	CICONICCO	40/2016	EO	C CON SCHEDA	10.612
56	CICONICCO	80/2016	C	B3	24.128
57	CICONICCO	39/2016	EO	BI	120
58	CICONICCO	79/2016	E5.2	VIABILITA'	4.422
59	CICONICCO	6/2015	E4	BI	1.134
60	CICONICCO	8/2015	E4	BI	1.308
61	VILLALTA	17/2016	BI	EO	460
62	VILLALTA	82/2016	D3	C2	2.476
63	VILLALTA	81/2016	C	F4	13.005
64	VILLALTA	1/2015	A4	EO	152
65	VILLALTA	15/2016	A4	EO	1.194
66	VILLALTA	16/2016	A4	EO	1.365
67	CICONICCO	53/2016	EO	A4	502
68	VILLALTA	7/2005	C	BI	807
69	VILLALTA	3/2004	E5.2	BI	1.976
70	VILLALTA	7/2015	E5.2	BI	1.541
71	S.GIOVANNI IN COLLE	11/2013	E5.2	BI	1.600
72	MADRISIO	6/2003	F4	BI	2.549
73	CAPOLUOGO	3/2012	D3	E6.2	5.078
74	CAPOLUOGO	2018	D3	C2	9.324
75	CAPOLUOGO	2018	D3	C2	
76A	CAPOLUOGO	10/2004	F4	BI	1.570
76B	CAPOLUOGO	10/2004	BI	F4	1.276
77A	CAPOLUOGO	10/2013	F4	EO	893
77B	CAPOLUOGO	10/2013	F4	BI	966
78	CAPOLUOGO	4/2015	EO	A4	642
79	CAPOLUOGO	2018		VIABILITA' DI PROGETTO	3.098
80	CAPOLUOGO	2018	D3	C2	1.004
81	CAPOLUOGO	2018	D3	C2	1.004
82	CAPOLUOGO	5/2011	F4	BI	845
83	ZONA IND.	10/2010	D2.1	D2	988
84	ZONA IND.	2018	E5.2	E7	2.773
85	CICONICCO	2018	E5.2	H3	2.650
86	CICONICCO	8/2005	F4	BI	1.080
87	VILLALTA	2016	H3	C2	5.884
88	VILLALTA	1/2006	EO	BI	1.308
89	VILLALTA	2/2006	EO	BI	1.284
90	CICONICCO	9/2009	EO	BI	425
91	VILLALTA	11/2015	BI	E5.2	321
92	MADRISIO		E7.4	E5.2	109.155

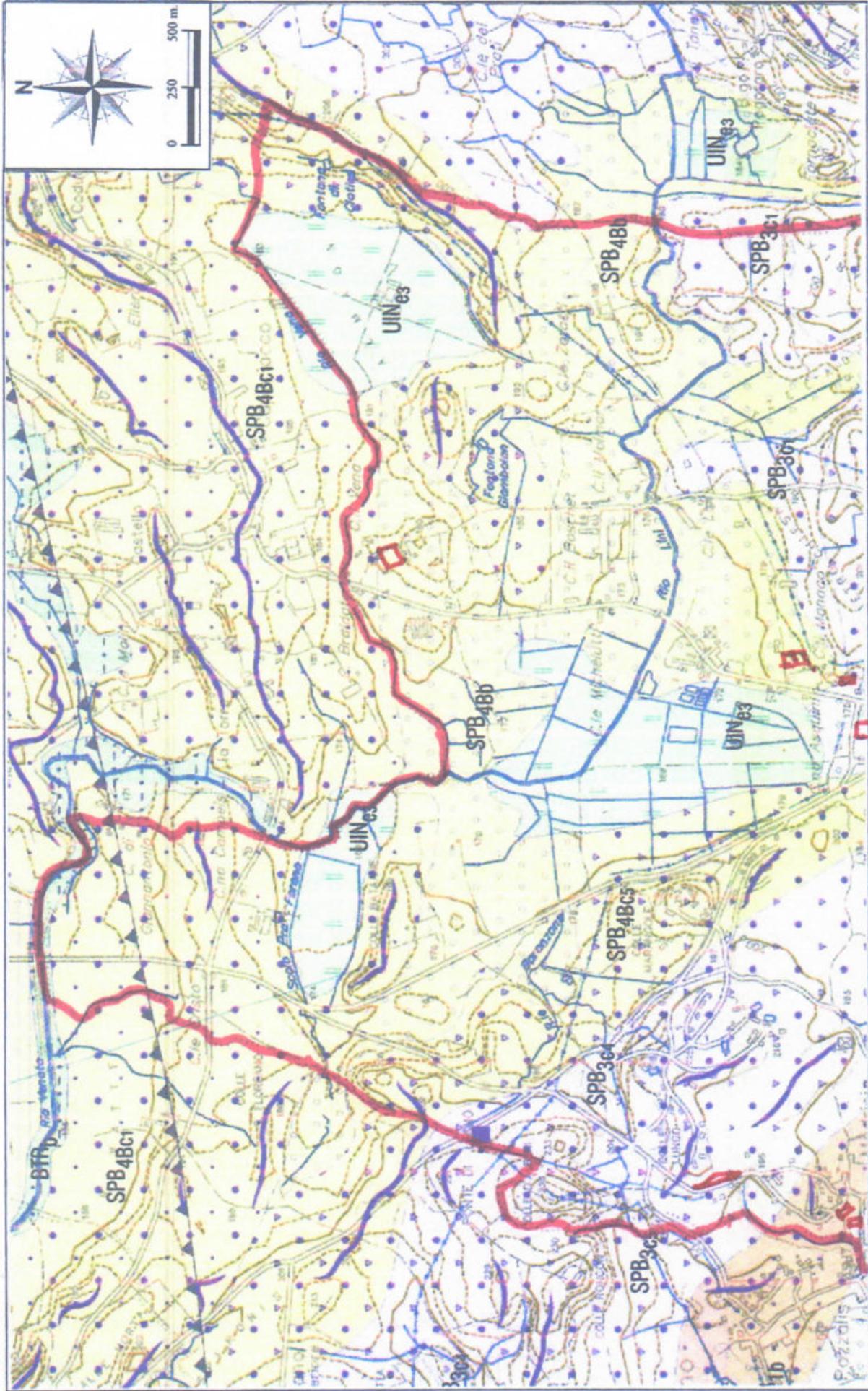
51\*: N.T.A. INTERVENTO UNITARIO RIF. ALL'INTERO AMBITO 40% SUP. COP. PREVIO STUDIO ACCESSIBILITA'

**ILLUSTRAZIONE DELLE ZONE CARTOGRAFATE**

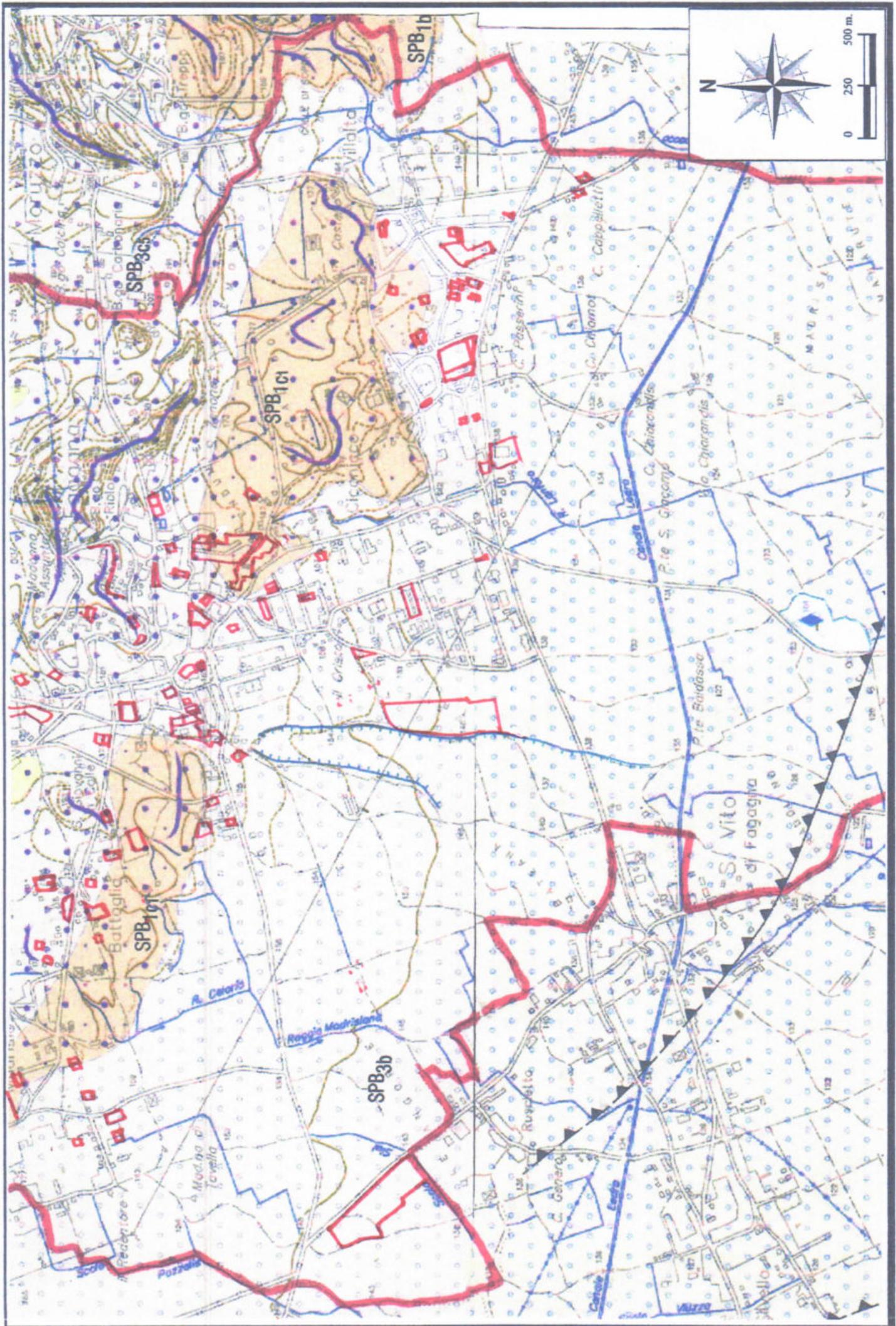
1:12.500 0 5 10 20 Km



 UBICAZIONE DELL'AREA STUDIATA



ALLEGATI 4 a, 4b e 4c – ESTRATTI DA: "CARTA GEOLOGICA ALLA SCALA 1 : 25.000 – FOGLIO 0664 – SAN DANIELE DEL  
FRULI E FOGLIO 0663 – CAMPOFORMIDO" – APAT - DIPARTIMENTO DIFESA DEL SUOLO - SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA –  
REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA – DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE E LAVORI PUBBLICI – SERVIZIO GEOLOGICO – 2006"





# STRALCIO LEGENDA

## SUCCESSIONE CONTINENTALE PLEISTOCENICO-QUATERNARIA

Pleistocene medio ? - Attuale



UN

### unità ubiquitaria

Granitoni massivi contenente clasti anglosi, matrice poltica, tessitura variabile da supporto di clasti a supporto di matrice (depositi di fanali) (UN<sub>1</sub>); ghiaie grossolane malclassate, anglosi, tessitura aperta. Infolge dei clasti omogenee costituite da litipi locali (spesso di versanti) (UN<sub>2</sub>); ghiaie, sabbie delimitate ghiaiose, sabbie limose e pelte, con locali accumuli di sostanza organica e con litipi e letti di ghiaia fine sabbiosa (depositi alluvionali di carsi e acque minerali e di interazioni) (UN<sub>3</sub>); granitoni massivi contenente clasti e clasti di subarrotolati ad anglosi, matrice poltica, tessitura a supporto di matrice (deposito formatosi a spese di substrato rapidamente degradabile o di depositi quarzitari (oltre clasti colluviali e depositi colluviali) (UN<sub>4</sub>); sabbie limose anglosi (laminari) depositi (sabbie) (UN<sub>5</sub>); ghiaie sabbiose limose (limose) anglosi (spesso) (poco addensate), da massivi a stratificati (depositi colluviali) (UN<sub>6</sub>); granitoni stratificati contenente ghiaie grossolane anglosi, matrice poltica, tessitura a supporto di matrice (ghiaie grossolane, subarrotolate, matrice sabbiose delimitate) (limosa, tessitura variabile da supporto di clasti a supporto di matrice) (depositi di origine mista, gravitativa e di debole deviazione) (UN<sub>7</sub>).

PLEISTOCENE sup. - ATTUALE



USG

### unità di Paristagno

Granitoni da massivi a stratificati contenente clasti e clasti anglosi, matrice poltica, tessitura variabile da supporto di clasti a supporto di matrice, alternata a livelli di pellicole massivo (depositi di ghiaie) (USG<sub>1</sub>).

PLEISTOCENE medio ? - PLEISTOCENE sup. ?

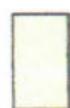


S4

### unità superiore dei bacini secondari

Ghiaie angolose da subarrotolate ad arrotondate, matrice sabbiosa, tessitura da supporto di clasti a sostanzialmente aperta, con litipi e letti sabbiosi-chitinosi (limi sabbiosi e sabbie da massivi a stratificati) (depositi alluvionali) (SIR<sub>1</sub>).

PLEISTOCENE sup. - ATTUALE



STN

### unità inferiore dei bacini secondari

Ghiaie grossolane da anglosi a subarrotolate, massivi o con stratificazioni poco evidenti, matrice sabbiosa, tessitura da supporto di clasti a parzialmente aperta, contenente clasti cementati (depositi alluvionali) (STN<sub>1</sub>; Sono distinte): subunità di Nimis (STN<sub>2</sub>) e la subunità di Forame (STN<sub>3</sub>).

PLEISTOCENE medio ? - PLEISTOCENE sup.



SYL

### SISTEMA DEL PO

Ghiaie grossolane subarrotolate e ghiaie sabbiose, stratificazione da orizzontale a inclinata, matrice sabbiosa, tessitura da supporto di clasti a parzialmente aperta, con litipi e litipi di sabbia e sabbie limose (limite superiore in parte erosivo), in parte costituito dall'interfluviale deposizionale e caratterizzata da suoli con profilo tipo A-C (con orizzonti A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> sulla parte collinare) (SYL<sub>1</sub>). (limite inferiore erosivo) (depositi alluvionali) (SYL<sub>2</sub>).

OLIGOCENE - ATTUALE



SPB

### SISTEMA DI SPILIMBERGO (Bacino del F. Tagliamento)

Sono stratigrafate come sistema di Spilimbergo (distinte) (depositi alluvionali) (affioranti lungo le scarpate delle valli del F. Corno tra il cas. d'Assisi e l'interfluviale del mulaffamento) (sulle rive del F. T. (SPB<sub>1</sub>).

PLEISTOCENE sup.



SPQ

### subsistema di Remanzacco (Bacino del F. Tagliamento e del F. Torre)

Ghiaie grossolane subarrotolate-arrotondate, stratificazioni orizzontali e inclinate, matrice sabbiosa delimitata limosa, tessitura da parzialmente aperta a supporto di matrice, con litipi e litipi di sabbie e pelte. Inizialmente sabbie e pelte superiori (finché diventano prevalenti sui clasti) (depositi alluvionali) (SPB<sub>2</sub>); ghiaie subarrotolate e sabbie localmente cementate, stratificazione inclinata, tessitura a supporto di clasti (depositi di contatto) (SPB<sub>3</sub>); granitoni massivi contenente clasti (con litipi) (limi e litipi di sabbie e limi) (ghiaie da massivi a laminati) (clasti da anglosi a subarrotolati, strat. staccati) e localmente litipi (matrice limosa o sabbiosa) (limosa) (depositi da addensati a mal addensati) (tessitura a supporto di matrice (di interazioni) (SPB<sub>4</sub>); granitoni massivi mal addensati (con clasti) (clasti da subarrotolati a subanglosi, strat. staccati) e litipi (matrice limosa) (tessitura a supporto di matrice (di allargamento) (SPB<sub>5</sub>); granitoni massivi addensati (con clasti) (clasti da anglosi a subanglosi, strat. staccati) (matrice sabbiosa) (limosa) (tessitura variabile da supporto di matrice a supporto di clasti) (di addensazione) (SPB<sub>6</sub>); limi sabbiosi (limari), con gradazione (depositi alluvionali) (SPB<sub>7</sub>); limite superiore in parte erosivo, in parte costituito dall'interfluviale deposizionale (caratterizzata da suoli con profilo tipo A-B-C o A-C) (colore 7.5YR-10YR). (limite inferiore erosivo).

Sono distinte: [unità di Muris (SPB<sub>12</sub>)] [unità di Majano (SPB<sub>13</sub>)] [unità di Colibito (SPB<sub>14</sub>)] (relativa al sistema del Tagliamento).

PLEISTOCENE sup.

Pleistocene medio ? - Attuale

attuale



SP6

**subsistema di Canaduso (Bacino del F. Tagliamento)**

Ghiaie grossolane subarrotolate e ghiaie sabbiose debolmente limose massicce con stratificazione da orizzontale a inclinata, matrice sabbiosa, tessitura da supporto di clasti a parzialmente aperto con livelli limo e lingue di sabbia e limo (SPB<sub>10</sub>) diametri massivi contenente blocchi con livelli limo e lingue sabbie e limo ghiaiosi da massivi a laminati clasti da angolari a subarrotolati, strat. sfaccettate e localmente levigate, matrice limosa o sabbiosa limosa, deposito da arrotolare a medio arrotolato, tessitura a supporto di matrice di indifferenziato (SPB<sub>11</sub>) diametri massivi, molto addensato, con blocchi, con livelli limo e lingue di sabbia e limo ghiaiosi da massivi a laminati clasti da subarrotolati a subangolari, strat. sfaccettate e levigate, matrice limosa, tessitura a supporto di matrice di alloggiamento (SPB<sub>12</sub>) diametri massivi, addensato, con numerosi blocchi, con livelli limo e lingue di sabbia e limo ghiaiosi da massivi a laminati clasti da subarrotolati ad angolari, strat. matrice sabbiosa limosa, tessitura variabile da supporto di matrice a supporto di clasti (SPB<sub>13</sub>) di stratificazione (SPB<sub>14</sub>) limite superiore in parte erosivo, in parte costituito dall'originaria superficie deposizionale caratterizzata da un suolo evento di tipo A-B-C (codice 7/9R-10/9R) limite inferiore erosivo.

**PLEISTOCENE sup.**



SP9

**unità di Arcano (Bacino del F. Tagliamento)**

Ghiaie subarrotolate medio arrotolate, stratificazione da orizzontale a inclinata, poco addensate, debolmente cementate, matrice sabbiosa limosa, tessitura a supporto di clasti, con livelli limo e lingue di sabbia. Limite superiore erosivo rispetto al subsistema di Canaduso. Limite inferiore erosivo sul subsistema di Santa Margherita (codice 7/9R-10/9R).

**PLEISTOCENE sup.**



SP8

**subsistema di Santa Margherita (Bacino del F. Tagliamento)**

Ghiaie grossolane da subangolare a subarrotolate, localmente cementate, stratificazione suborizzontale, matrice sabbiosa, tessitura a supporto di clasti (clasti di sabbia) (SPB<sub>15</sub>) diametri massivi contenente blocchi clasti da subangolari a subarrotolati, strat. sfaccettate, matrice limosa o sabbiosa limosa, deposito da addensato a molto addensato, localmente cementato, tessitura a supporto di matrice di indifferenziato (SPB<sub>16</sub>) diametri massivi, molto addensato, con blocchi clasti da subarrotolati a subangolari, strat. sfaccettate e levigate, matrice limosa, tessitura a supporto di matrice di alloggiamento (SPB<sub>17</sub>) limite superiore in parte erosivo, in parte costituito dall'originaria superficie deposizionale caratterizzata da un suolo evento di tipo A-B-C (codice 7/9R-10/9R) limite inferiore erosivo.

**PLEISTOCENE sup.**



PIC

**SISTEMA DI PREMARACCO (Bacino del F. Natisone)**

Ghiaie subarrotolate-arrotolate, stratificazione orizzontale ed inclinata sovratta, localmente cementate, matrice sabbiosa debolmente limosa, tessitura variabile da supporto di clasti a supporto di matrice, con livelli limo e lingue di sabbia e limo. Limite superiore in parte erosivo, in parte costituito dall'originaria superficie deposizionale caratterizzata da un suolo evento di tipo A-B-C (codice 7/9R-10/9R) limite inferiore erosivo.

**PLEISTOCENE sup.**

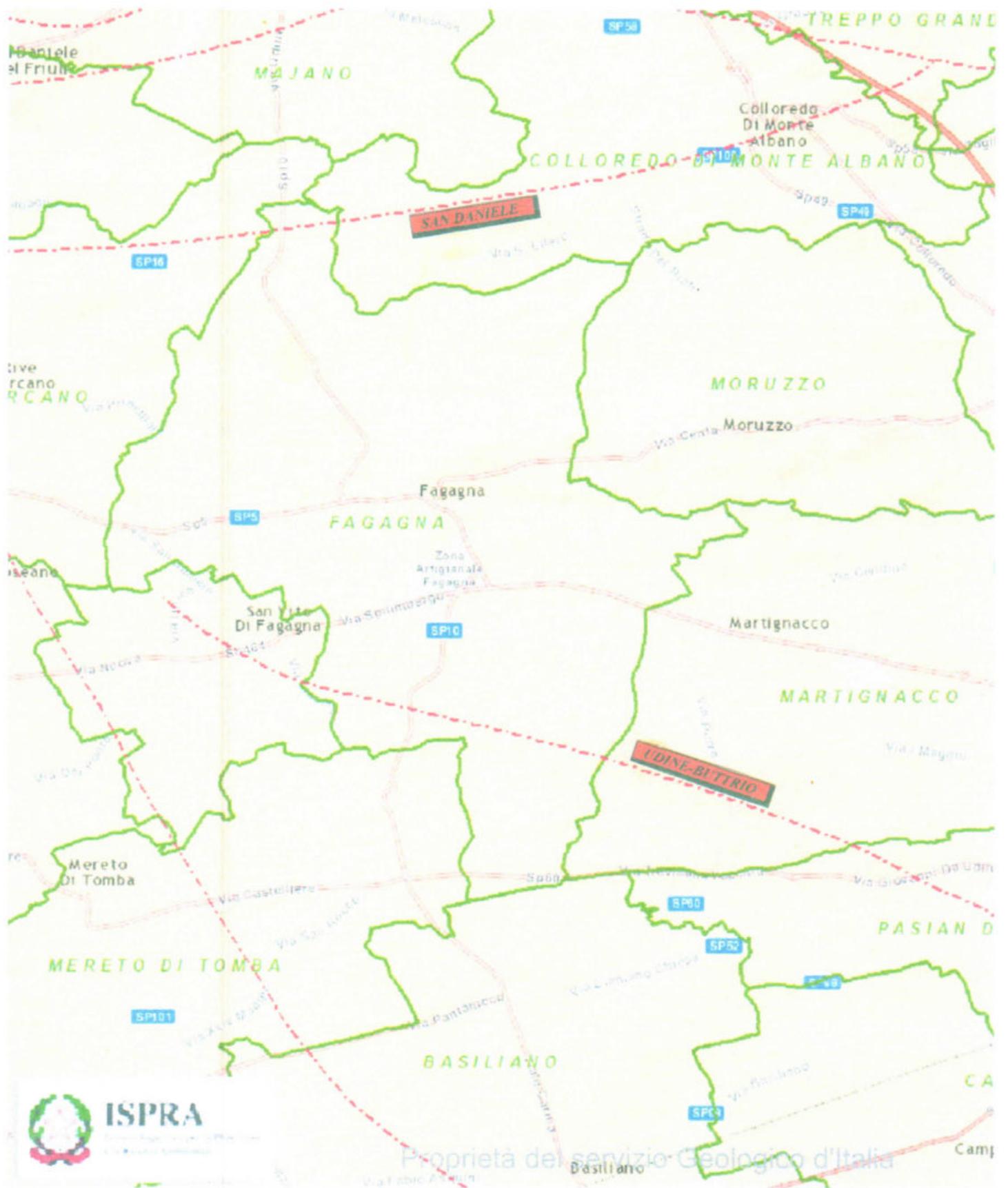
**Sovrasegni dei depositi superficiali**

41		deposito di fine sabbia	b1		deposito di fine sabbia
42		deposito di sabbia grossolana	b2		deposito di sabbia grossolana
		deposito di limo	c1		indifferenziato
		deposito di sabbia	c2		indifferenziato
		deposito di limo	c3		indifferenziato
		deposito di sabbia e limo	d1		deposito di limo e sabbia
		deposito di sabbia e limo	d2		deposito di limo e sabbia
		deposito di sabbia e limo	e1		indifferenziato
		deposito di limo e sabbia	e2		sabbia
43		deposito di limo e sabbia	f1		deposito di silt e sabbia

	stratificazione inclinata		contatto con area non rilevabile
	stratificazione orizzontale		confine stratigrafico netto, diretto o limite di interfaccia dei depositi superiori di
	stratificazione verticale (il solito orizzontale bene)		facile scelta incerta o scelta
	stratificazione rovesciata		taglio diretto
	masso erratico significativo		taglio rovinante destro
	cava attiva		taglio rovinante sinistro
	cava inattiva		sovrascioglimento primario
	cava attiva a troncatura		sovrascioglimento secondario
	discarica		taglio cava porta, inverte
	S1 (139) sondaggio CARGHVG (seconda in m)		sovrascioglimento cava di normale
	Gemone I (2165) sondaggio per ricerca di ammoniaca		sovrascioglimento cava secondario
	Reana (433) sondaggio proprio di significativo		traccia di superficie assiale longitudinale
	paleovalle		traccia di superficie assiale longitudinale per assi inclinati
	alt: di terrazzo		sonata della base dei depositi quaternari nel settore di rampa verso il mare
	cordone morenico		
	alt: di scarpata di terra		

*ALLEGATO 5*

*FAGLIE ATTIVE E CAPACI NEL TERRITORIO  
OGGETTO DI INDAGINE DAL PROGETTO ITHACA  
(ITALY HAZARD FROM CAPABLE FAULTS) – ISPRA  
(LE LINEE VERDI SONO I CONFINI COMUNALI, QUELLE ROSSE LE FAGLIE)*



Proprietà del servizio Geologico d'Italia



Stampato dal  
GeoMapView del Portale  
SGI in data: Aug 30, 2017



Scala 1:72143

**MENU GENERALE**

Chiudi finestra

**ITHACA - Catalogo delle faglie capaci**

ITHACA è un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie. Il database delle faglie capaci è uno strumento fondamentale per: a) analisi di pericolosità ambientale e sismica, b) comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, c) pianificazione territoriale e d) gestione delle emergenze di Protezione Civile. Può essere inoltre di supporto alla ricerca scientifica nell'ambito dell'analisi dei processi geodinamici.

**PHISICAL AND GEOLOGICAL ATTRIBUTES**

GEOLOGIC SETTING	
SYNOPSIS	
FAULT NAME	Udine-Buttrio
FAULT CODE	77511
MACROZONE	2
REGION NAME	Friuli
SYSTEM NAME	Gorizia - Udine
RANK	SUBORDINATE
AVERAGE STRIKE	320
DIP	
LENGTH (Km)	8.2
GEOMETRY	
SEGMENTATION	no
DEPTH (Km)	0
LOCATION RELIABILITY (MAPPING SCALE)	1:25000
LAST ACTIVITY	
ACTIVITY RELIABILITY	Low reliability
RECURRENCE INTERVAL (yr)	0
SLIP-RATE (mm/yr)	0
MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH	0
MAX CREDIBLE SLIP (m)	0
KNOWN SEISMIC EVENTS	
MAX CREDIBLE MAGNITUDE (Mw)	
MAX CREDIBLE INTENSITY (INQUA scale)	
STUDY QUALITY	LOW

## REFERENCES

FAULT CODE	AUTHORS	TITLE	REFERENCES	YEAR
77511	CASTALDINI D. & PANIZZA M. (1991)	Inventario delle faglie attive tra i fiumi Po e Piave ed il lago di Como (Italia settentrionale).	Il Quaternario, 4(2), 333-410.	1991
77511	CASTALDINI D. & PANIZZA M. (1991)	Inventario delle faglie attive tra i fiumi Po e Piave ed il lago di Como (Italia settentrionale).	Il Quaternario, 4(2), 333-410.	1991
77511	GALADINI F. , MELETTI C., VITTORI E.	Major active faults in Italy:available surficial data	Neth. Journ. of Geosciences	2001

**MENU GENERALE**

Chiudi finestra

**ITHACA - Catalogo delle faglie capaci**

ITHACA è un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie. Il database delle faglie capaci è uno strumento fondamentale per: a) analisi di pericolosità ambientale e sismica, b) comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, c) pianificazione territoriale e d) gestione delle emergenze di Protezione Civile. Può essere inoltre di supporto alla ricerca scientifica nell'ambito dell'analisi dei processi geodinamici.

**PHISICAL AND GEOLOGICAL ATTRIBUTES**

GEOLOGIC SETTING	
SYNOPSIS	
FAULT NAME	San Daniele
FAULT CODE	70326
MACROZONE	2
REGION NAME	Friuli
SYSTEM NAME	San Daniele del Friuli
RANK	
AVERAGE STRIKE	270
DIP	
LENGTH (Km)	0
GEOMETRY	
SEGMENTATION	
DEPTH (Km)	0
LOCATION RELIABILITY (MAPPING SCALE)	1:25000
LAST ACTIVITY	
ACTIVITY RELIABILITY	
RECURRENCE INTERVAL (yr)	0
SLIP-RATE (mm/yr)	0
MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH	0
MAX CREDIBLE SLIP (m)	0
KNOWN SEISMIC EVENTS	
MAX CREDIBLE MAGNITUDE (Mw)	0
MAX CREDIBLE INTENSITY (INQUA scale)	
STUDY QUALITY	LOW
NOTES	Servizio Geologico d'Italia

TRATTO DA:

**COMUNITÀ COLLINARE DEL FRIULI**  
ufficio tecnico-urbanistico  
sezione geologica

**Comune di FAGAGNA**

**PIANO REGOLATORE GENERALE**

---

**STUDIO GEOLOGICO - TECNICO**  
**DI ZONIZZAZIONE**  
**IN PROSPETTIVA SISMICA**

---

**ALLEGATO**  
**N° 1**

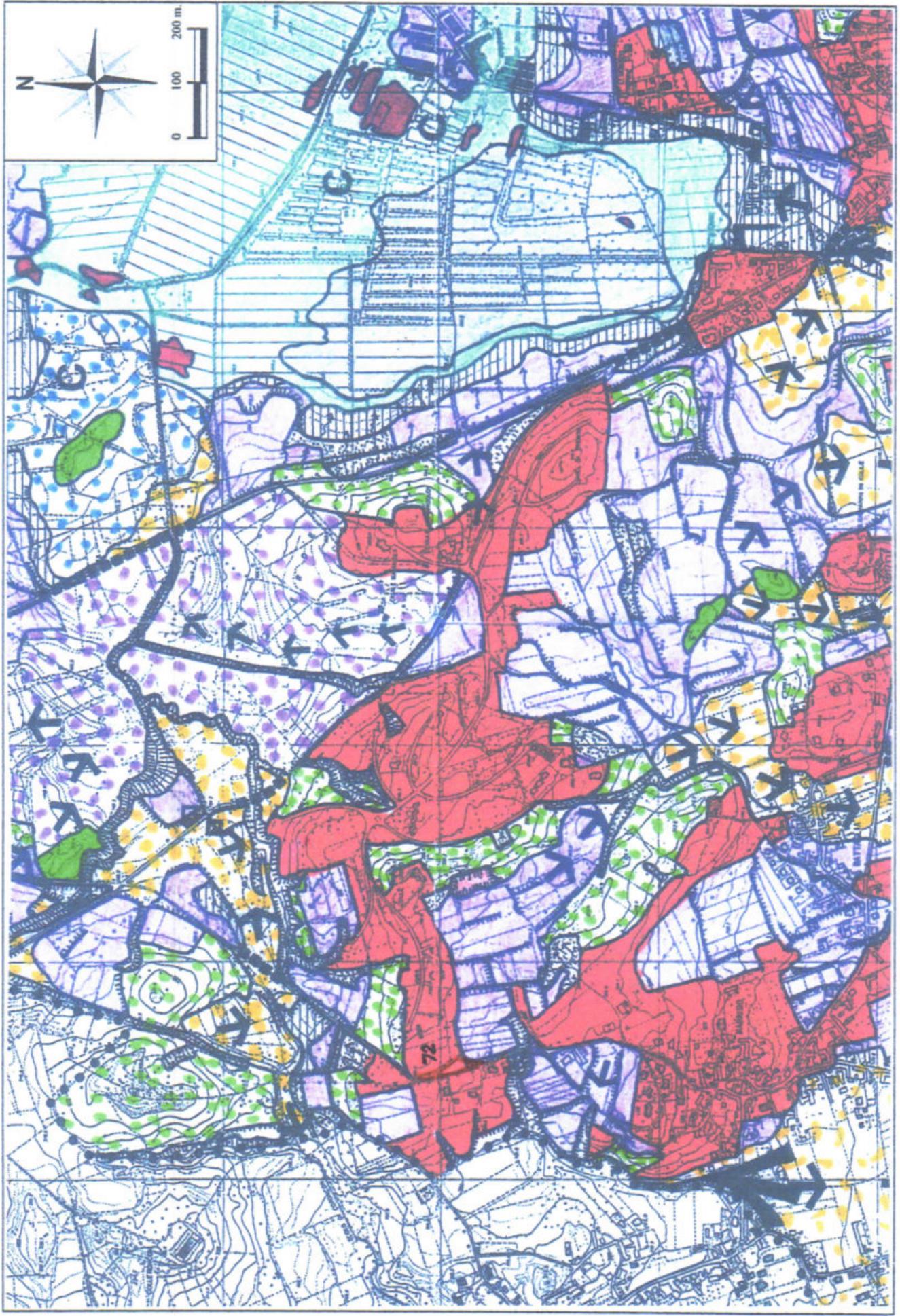
**CARTA MORFOLOGICA E DELLA**  
**DEGRADAZIONE DEI VERSANTI**

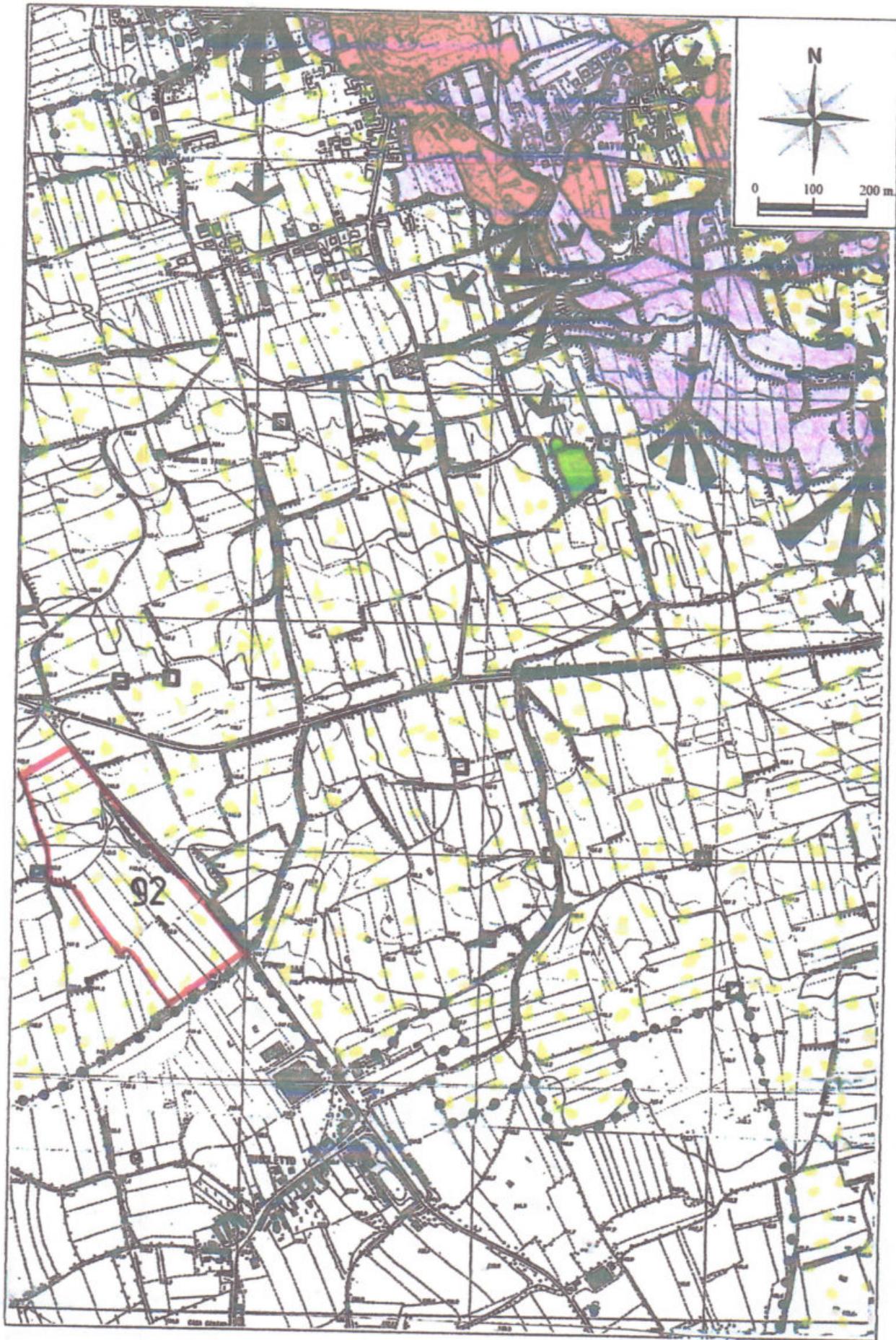
*colloredo di m.a., novembre 1998*

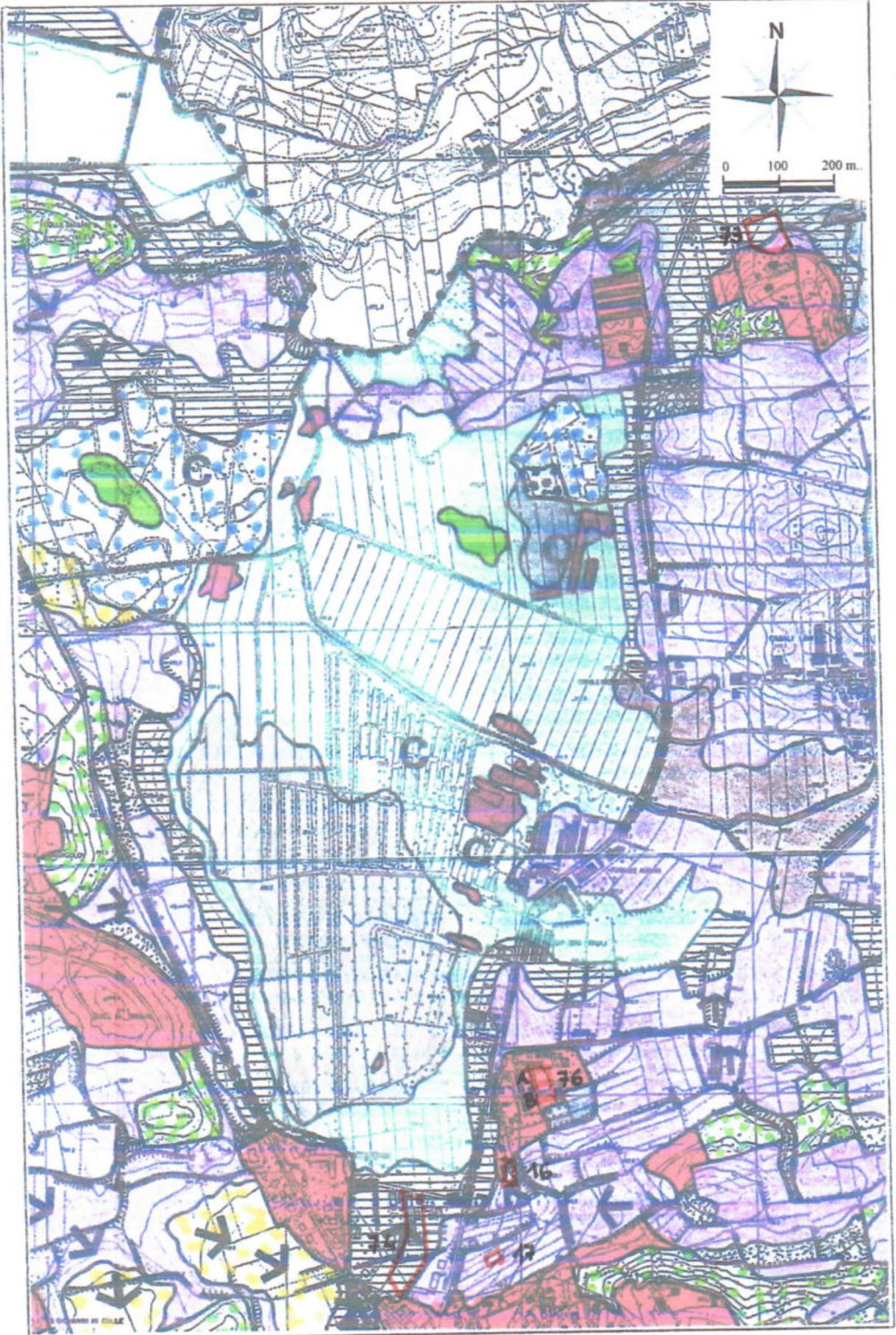
*a cura di ZIRALDO G. - SGOBBINO F.*

LEGENDA

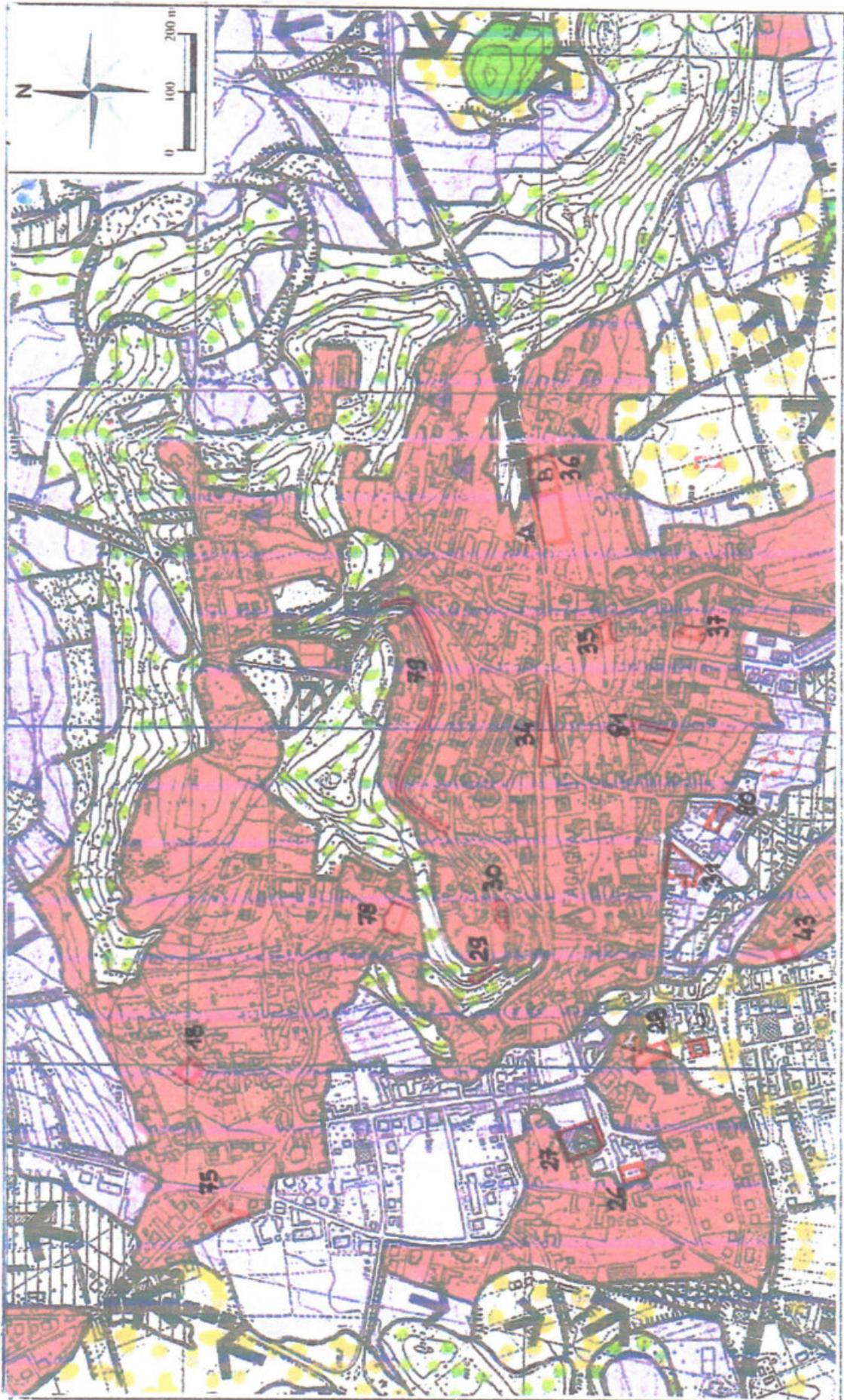
- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|    | CICLO FLUVIALE RECENTE   |    | RILIEVO COLLINARE ISOLATO DI ALTEZZA LIMITATA  |
|    | CICLO FLUVIOGLACIALE   |    | RUSCELLAMENTO DIFFUSO SUPERFICIALE   |
|    | BASSURE INTERMORENICHE DI ANTICO FONDO LACUSTRE  |    | SCOSCENDIMENTI SUPERFICIALI DI DIMENSIONI RIDOTTE  |
|    | BASSURE INTERMORENICHE DI ANTICO FONDO LACUSTRE BONIFICATE   |    | VIMINATA IN PENDII MOLTO RIPIDI  |
|    | DEPRESSIONI PALUSTRI   |    | RIPORTI ANTROPICI (ACCUMULI ETEROGENI ED ETEROMETRICI)   |
|    | DEPRESSIONI PALUSTRI BONIFICATE  |    | DISCARICHE ABUSIVE O ACCUMULI DI INERTI DI MODESTE DIMENSIONI  |
|    | AREE DI DEPOSITO COLLUVIALE  |    | DISCARICHE ABUSIVE DI MATERIALI INERTI MISTI A RIFIUTI SOLIDI URBANI DI MODESTE DIMENSIONI   |
|    | SUPERFICI MORENICHE DA PIANEGGIANTI A LEGGERMENTE INCLINATE (acclività inferiore al 10%)                           |    | DISCARICA CONTROLLATA PER LO SMALTIMENTO DI RIFIUTI SOLIDI URBANI E INDUSTRIALI ASSIMILABILI (DISCARICA DI 1ª CATEGORIA) IN ATTIVITÀ |
|    | SUPERFICI COLLINARI MORENICHE DA MEDIAMENTE INCLINATE AD INCLINATE (pendenza: 10÷25%)                              |    | DISCARICHE CONTROLLATE PER LO SMALTIMENTO DI RIFIUTI SOLIDI URBANI E INDUSTRIALI ASSIMILABILI (DISCARICA DI 1ª CATEGORIA) DISMESSE   |
|    | LEMBI COLLINARI MORENICI A PRATO STABILE O BOSCATI CON PENDII DA RIPIDI A MOLTO RIPIDI (pendenza 25÷50%)           |    | DISCARICA ABUSIVA DI MATERIALI INERTI BONIFICATA   |
|    | SUPERFICI COLLINARI MORENICHE, IN GENERE DIFFUSAMENTE URBANIZZATE, CON TERRAZZAMENTI ARTIFICIALI                   |    | DISCARICA ABUSIVA ABBANDONATA DI RIFIUTI SOLIDI URBANI TALORA MISTI A MATERIALI INERTI, DI SPESSORE SIGNIFICATIVO                    |
|    | AREA PIANEGGIANTE TERRAZZATA ARTIFICIALMENTE   |    | CAVA DI GHIAIA E SABBIA ABBANDONATA  |
|   | AREA MORENICA LEGGERMENTE ONDULATA, RIMANEGGIATA DA SBANCAMENTI E RIPORTI PER LA REALIZZAZIONE DI UN CAMPO DI GOLF |   | CAVA DI GHIAIA E SABBIA COLMATA CON MATERIALI INERTI DI LIMITATO SPESSORE  |
|  | TERRAZZI, SCARPATE, PENDII COLLINARI MOLTO RIPIDI  |  | ZONA INTERESSATA IN PASSATO DA ESTRAZIONE DIFFUSA DI ARGILLA E/O TORBA   |
|  | INCISIONI FLUVIALI E FLUVIOGLACIALI  |  | RILEVATO, RILEVATO STRADALE  |
|  | CONOIDI DI DEIEZIONE   |   |  |
|  | TRACCIA DI CORSO FLUVIALE ESTINTO O DI ANTICO SCARICATORE GLACIALE   |   |  |



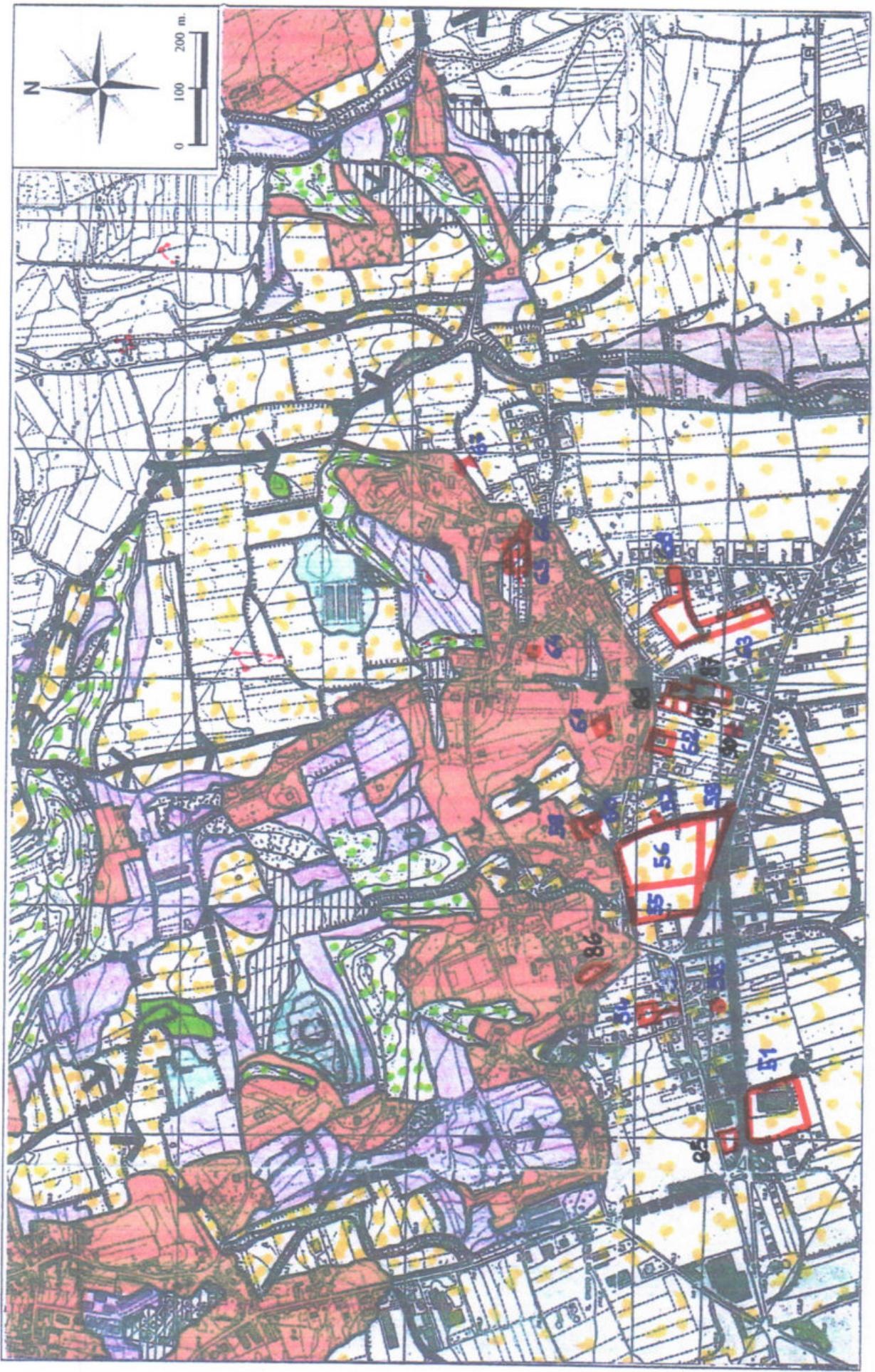


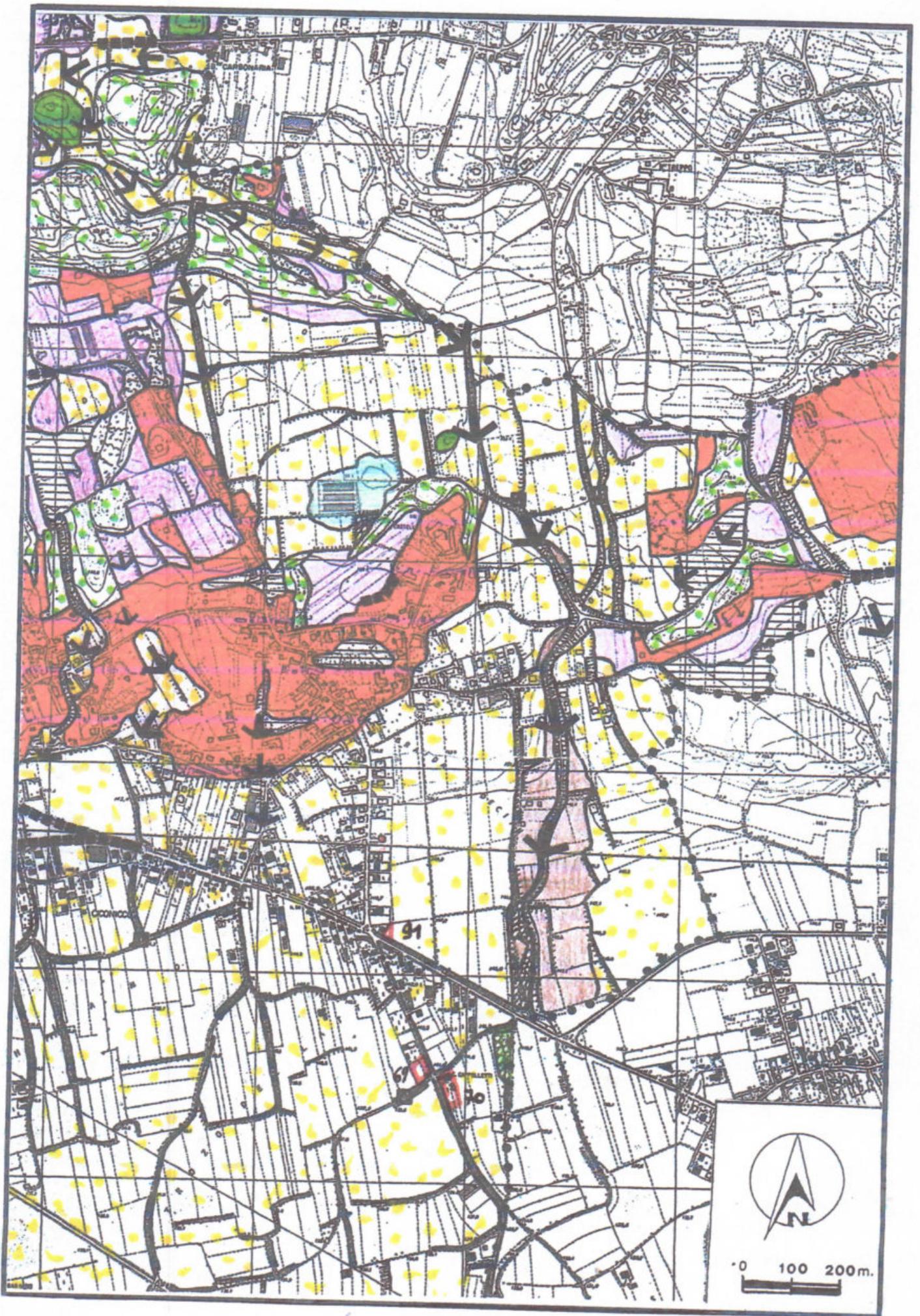












TRATTO DA:

COMUNITÀ COLLINARE DEL FRIULI  
ufficio tecnico-urbanistico  
sezione geologica

Comune di FAGAGNA

PIANO REGOLATORE GENERALE

---

**STUDIO GEOLOGICO - TECNICO  
DI ZONIZZAZIONE  
IN PROSPETTIVA SISMICA**

---



**CARTA DELLE CARATTERISTI  
CHE LITOSTRATIGRAFICHE DEI  
TERRENI SUPERFICIALI E DEL  
SOTTOSUOLO**

*colloredo di m.a., novembre 1998*

*a cura di ZIRALDO G. - SGOBBINO F.*

## LEGENDA



SEDIMENTI GHIAIOSO-SABBIOSI DA IN GENERE SCARSAMENTE LIMOSI A TALORA LIMOSI, CON CIOTTOLI, CON LENTI O LIVELLI A PREVALENTI CARATTERISTICHE SABBIOSE (Gsm) - SUOLO SABBIOSO-LIMOSO A SCHELETRO GHIAIOSO-CIOTTOLOSO DI POTENZA IN GENERE COMPRESA NELL'INTERVALLO 40-70 CM.



SEDIMENTI GHIAIOSO-SABBIOSI CON LIMO, TALORA PREVALENTE, CON CIOTTOLI E LOCALMENTE MASSI (GSM)



SEDIMENTI LIMO-SABBIOSI CON LIMITATE FRAZIONI GHIAIOSE, CON RARI CIOTTOLI, CON INTERCALAZIONI PIÙ O MENO FREQUENTI DI NATURA LIMOSO-ARGILLOSA O LIMOSO-SABBIOSA O POTENTI LIVELLI DI LIMI E ARGILLE A STATO DI CONSISTENZA DA "MEDIO" A PIÙ DI FREQUENTE "COMPATTO" (MSG)



SEDIMENTI GHIAIOSO-SABBIOSI PARZIALMENTE LIMOSI (Gsm) DI SPESSORE LIMITATO (AL MASSIMO QUALCHE METRO) PASSANTI IN PROFONDITÀ A SEDIMENTI LIMO-SABBIOSI CON SUBORDINATE FRAZIONI GHIAIOSE (MSG)



TERRENI DI RIPORTO (DI SPESSORE SIGNIFICATIVO SOTTO IL PROFILO FONDAZIONALE)



SEDIMENTI LIMOSO-ARGILLOSI SCARSAMENTE SABBIOSI CONTENENTI TALVOLTA TRACCE DI SOSTANZE ORGANICHE, CON POSSIBILITÀ DI INTERCALAZIONI ARGILLOSE O TORBOSE



TORBE



DISCARICHE CONTROLLATE OD ABUSIVE DI RIFIUTI SOLIDI URBANI TALORA MISTI A MATERIALI INERTI

## TERRENI SUPERFICIALI



TERRENI DI RIPORTO DI LIMITATO SPESSORE



SEDIMENTI LIMOSO-ARGILLOSI SCARSAMENTE SABBIOSI TALORA CON RARI INCLUSI GROSSOLANI O, SU SUBSTRATI GHIAIOSO-SABBIOSI, A SCHELETRO GHIAIOSO-CIOTTOLOSO, DI SPESSORE PIÙ O MENO COMPRESO FRA 1,50-2 E 4 MT.



SONDAGGIO GEOTECNICO



PERFORAZIONE PROFONDA



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA



SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALE

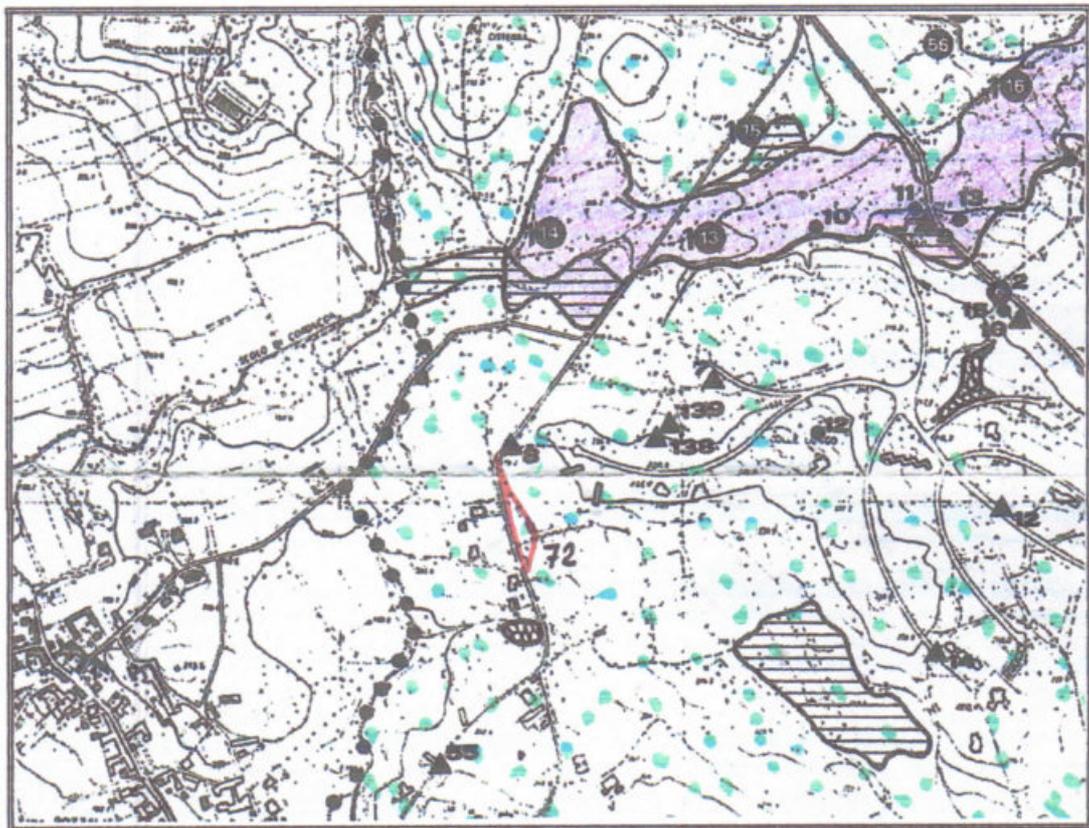
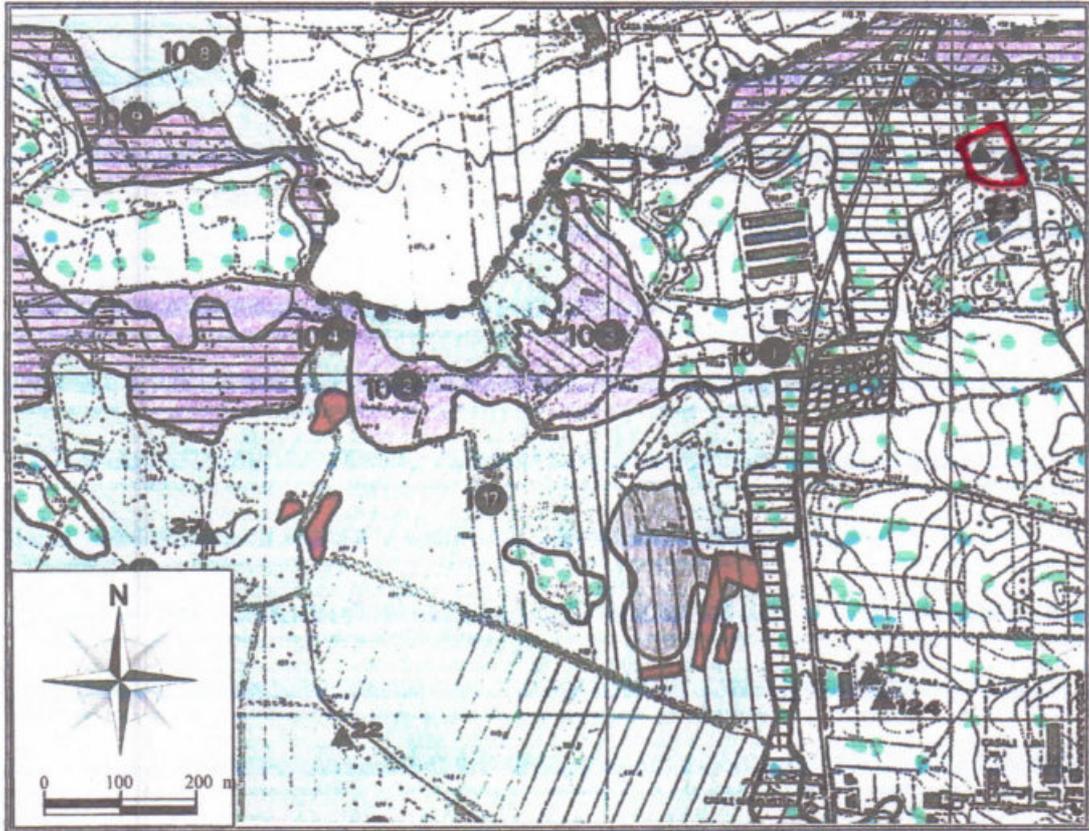
.....W1 PROFILO ELETTRICO "WENNER"

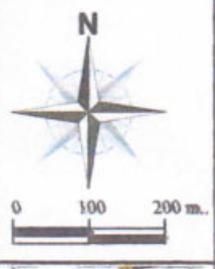
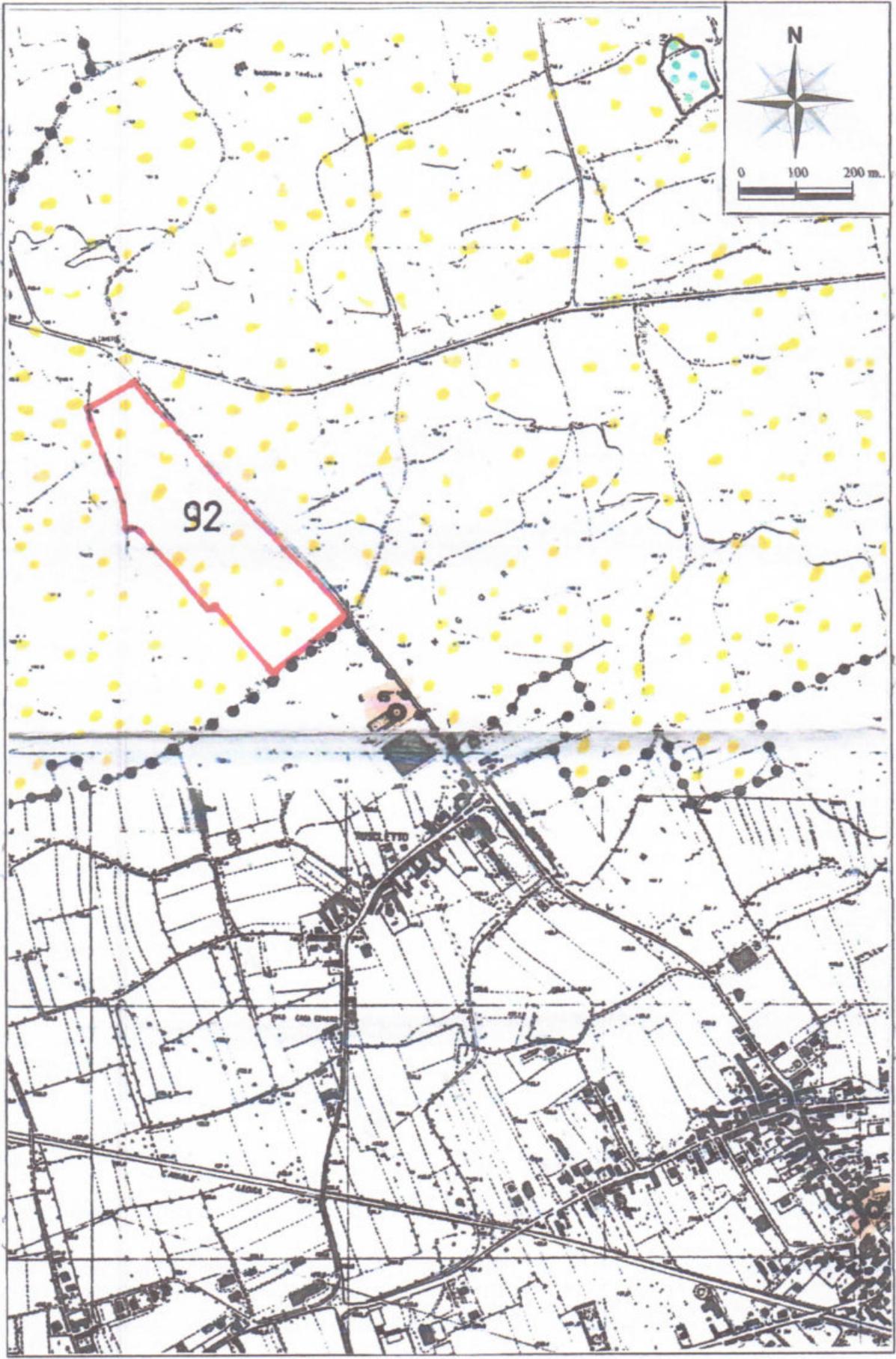


BASE SISMICA

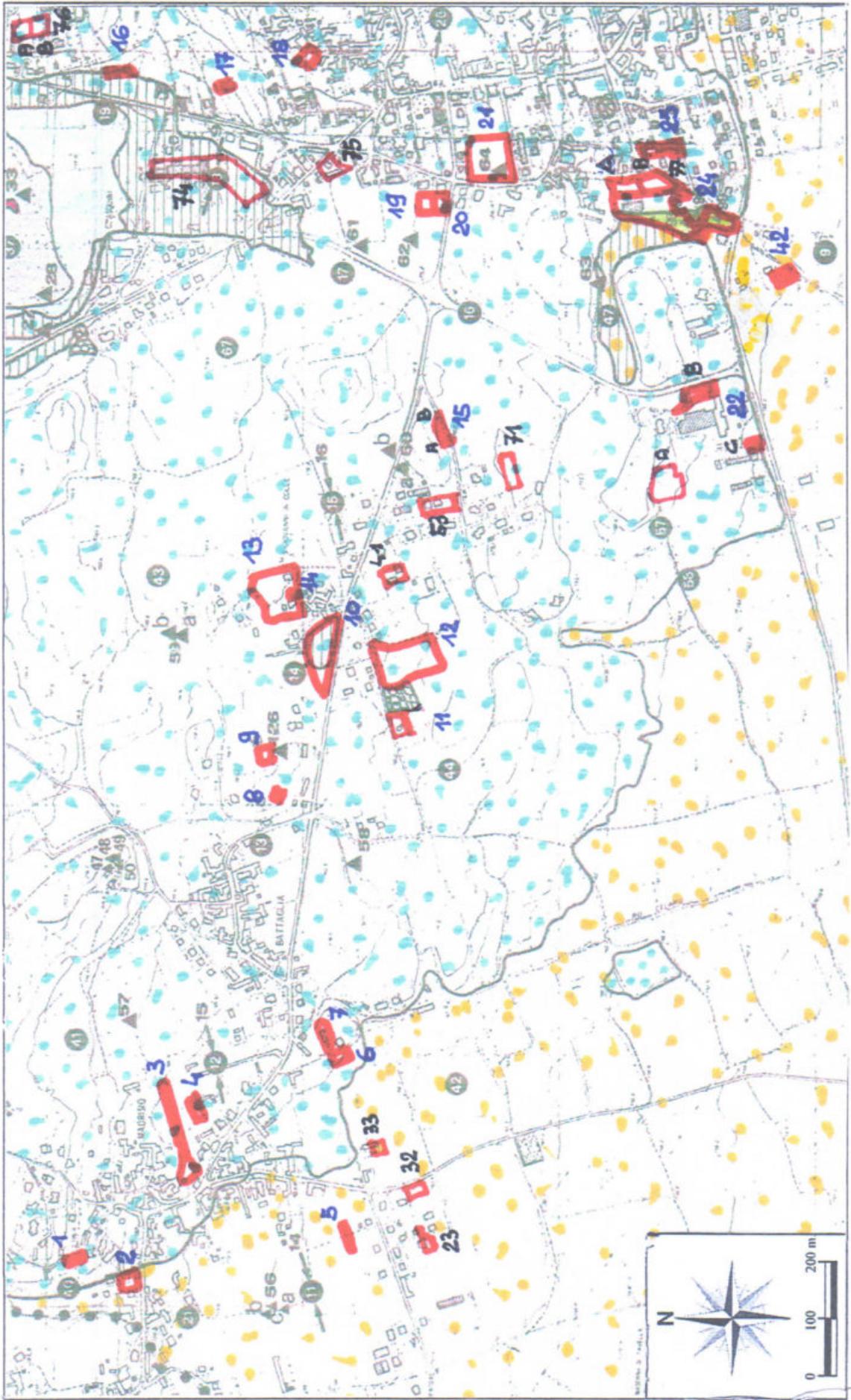


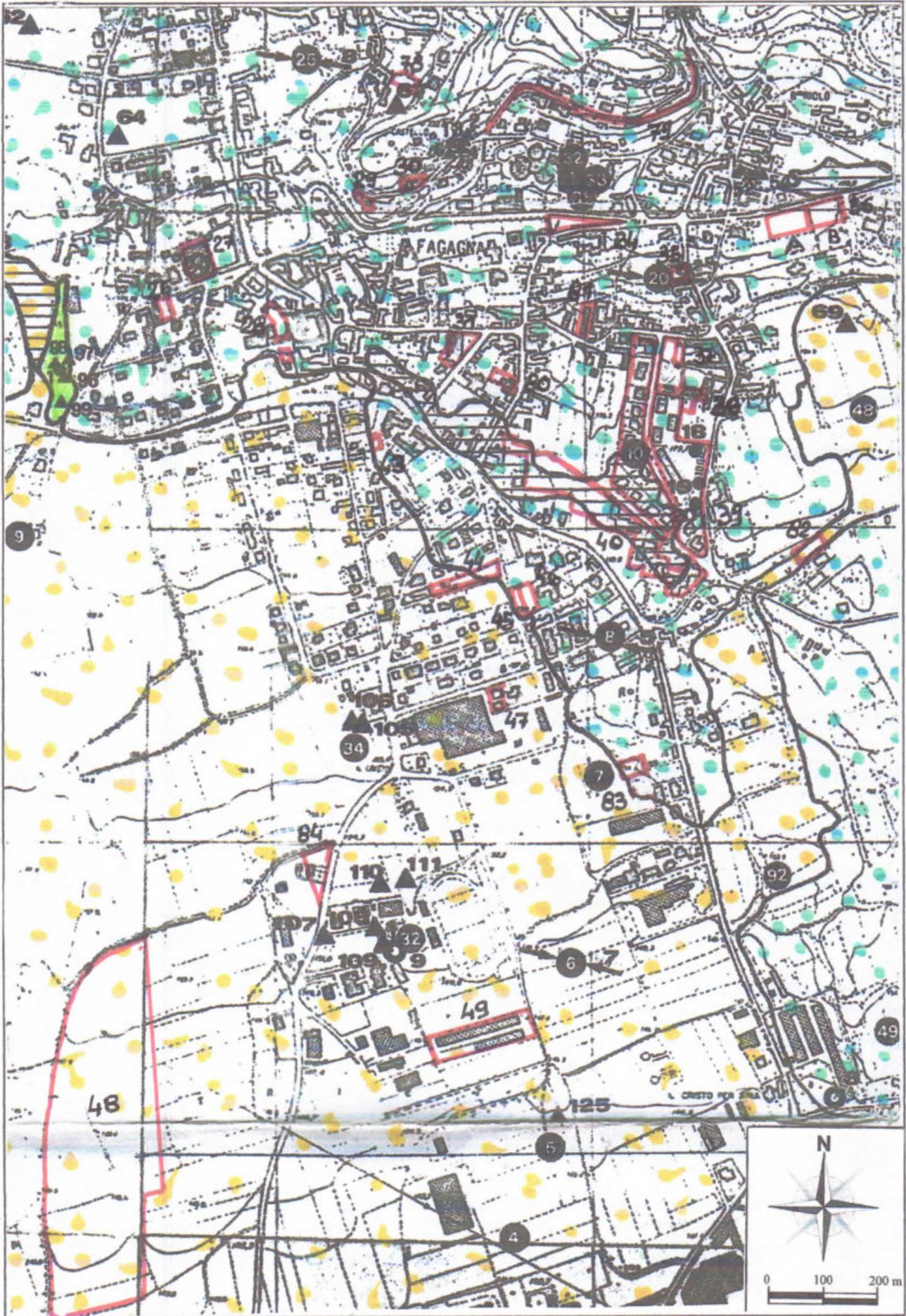
SCAVO

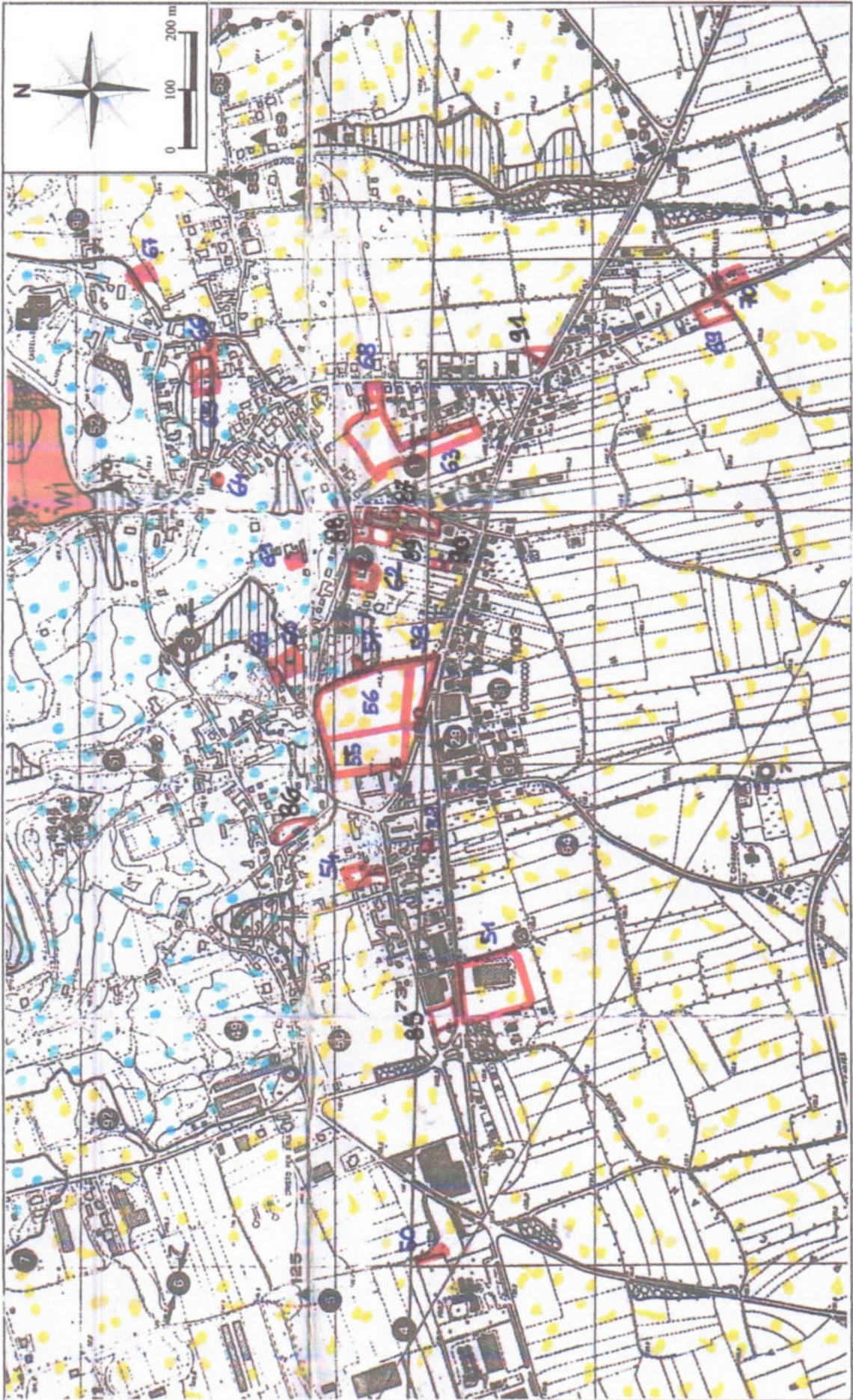




92







*ALLEGATO 7A*

*LITOSTRATIGRAFIE DEI SONDAGGI  
MECCANICI E DEL POZZETTO DI  
ESPLORAZIONE E DIAGRAMMI DELLE PROVE  
PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE  
ESEGUITE IN PASSATO IN CORRISPONDENZA  
DEL SITO DI VARIANTE N. 24*

COMMITTENTE: IMPRESA MONACO SPA

CANTIERE: FAGAGNA (UD)

ESECUZIONE DAL 25/09/95 AL 26/09/95 QUOTA INIZIO: 99.50 m s.l.m. ASSISTENTE: DOTT. GEOL. S. CITRAN

SONDAGGIO

N.1

FAGAGNA (UD)

OPERATORE : SIG. A. MANTOVANI

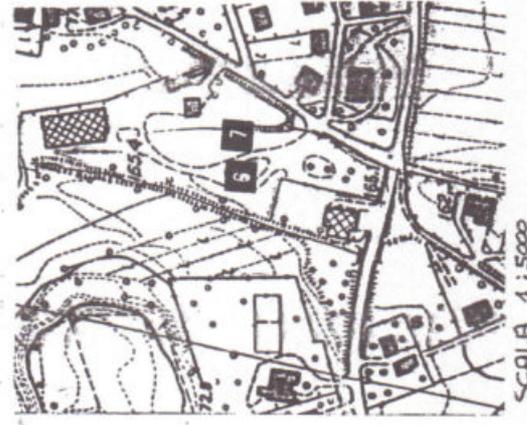
PERFORATRICE: ATLAS A 65

CAMPIONI RIMANEGLIATI  
 da carotiere semplice  
 da S.P.T.

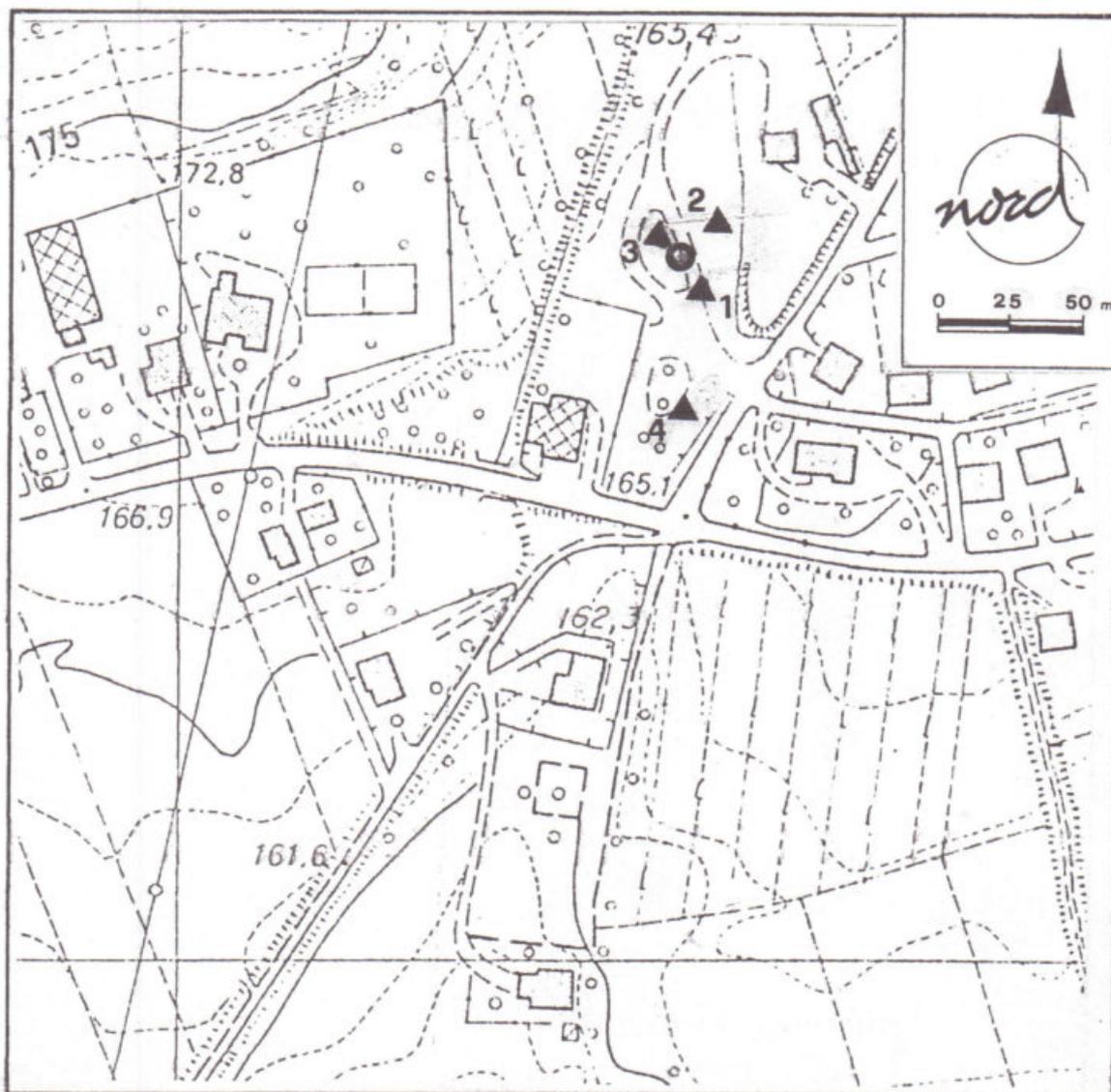
CAMPIONI INDIURRATI  
 con Shelby Tube  
 con Osterberg

OSSERVAZIONI:

QUOTE (m)	STRATI GRAFIA	CAMPIONI		P.P. TOR. (Kg/cmq)	S.P.T.		VANE TEST (Kg/cmq)		DESCRIZIONE	STRATIGRAFICA	CAROTARGIO	PROFOND. MANOVRA	STRUMENTAZIONE	STREZZO di perfor.	Rivestim.	OSSERVAZIONI DEL LIVELLO DI FALDA	
		prof.	t. n°		H	N	prof	Max								DATA	m
2	0-2.00								<p>TERRENO DI RIPIORITO: GHIAIA PREVAL. MEDIO-FINE DA SUBANGOLARE A SUBARROTI. TALORA ALTERATA IN ABBONDANTE MATRICE LIMOSO SABBIOSA CON ARGILLA DI COLORE MARRONE.</p> <p>-4.20 ARGILLA BRUNO ROSSASTRA CON PRESENZA DI GHIAIA SABBIOSO LIMOSA. ELEMENTI PREVALENTEMENTE MEDIO FINI DA ANGOLARI A SUBANGOLARI. TALORA MOLTO ALTERATA TRA 5.5 E 5.6 m LIVELLO SABBIOSO LIMOSO. AUMENTO DELLA FRAZIONE GHIAIOSA DA 6.0 m.</p> <p>-6.90 GHIAIA ETEROMETRICA IN ABBONDANTE MATRICE SABBIOSO-LIMOSA MARRONE CHIARO.</p> <p>- FINE SONDAGGIO A m 9.00</p>								
4	2.00-2.15				2	2.00											
	2.15-2.30				3	2.15											
	2.30-2.45				3	2.30											
	2.45-2.60				2	2.45											
	2.60-2.75				3	2.60											
	2.75-2.90				3	2.75											
	2.90-3.05				2	2.90											
	3.05-3.20				2	3.05											
	3.20-3.35				2	3.20											
	3.35-3.50				2	3.35											
	3.50-3.65				2	3.50											
4.20	3.65-3.80			2.9	> 1	4.20											
	3.80-3.95					4.05											
	3.95-4.10			2.8	> 1	4.10											
	4.10-4.25			2.9	> 1	4.15											
	4.25-4.40					4.30											
	4.40-4.55					4.45											
	4.55-4.70					4.60											
	4.70-4.85					4.80											
	4.85-5.00					4.90											
	5.00-5.15					5.05											
	5.15-5.30					5.20											
	5.30-5.45					5.40											
	5.45-5.60					5.50											
	5.60-5.75					5.70											
	5.75-5.90					5.80											
6.90	5.90-6.05					6.00											
	6.05-6.20					6.10											
	6.20-6.35					6.25											
	6.35-6.50					6.40											
	6.50-6.65					6.55											
	6.65-6.80					6.70											
	6.80-6.95					6.85											
	6.95-7.10					7.00											
	7.10-7.25					7.15											
	7.25-7.40					7.30											
	7.40-7.55					7.45											
9.00	7.55-7.70					7.60											
	7.70-7.85					7.75											
	7.85-8.00					7.90											
	8.00-8.15					8.05											
	8.15-8.30					8.20											
	8.30-8.45					8.35											
	8.45-8.60					8.50											
	8.60-8.75					8.70											
	8.75-8.90					8.80											
	8.90-9.05					8.95											







ALLEGATO - LOCALIZZAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE (▲)  
E DEL POZZETTO DI ISPEZIONE ESEGUITI (○)

NOTA: Nell'ambito del tratto settentrionale dell'area, non è risultato possibile effettuare prove penetrometriche. La presenza del substrato morenico molto compatto a breve distanza dal piano campagna bloccava l'avanzamento della punta dopo pochi decimetri.

COMUNITA' COLLINARE  
DEL FRIULI

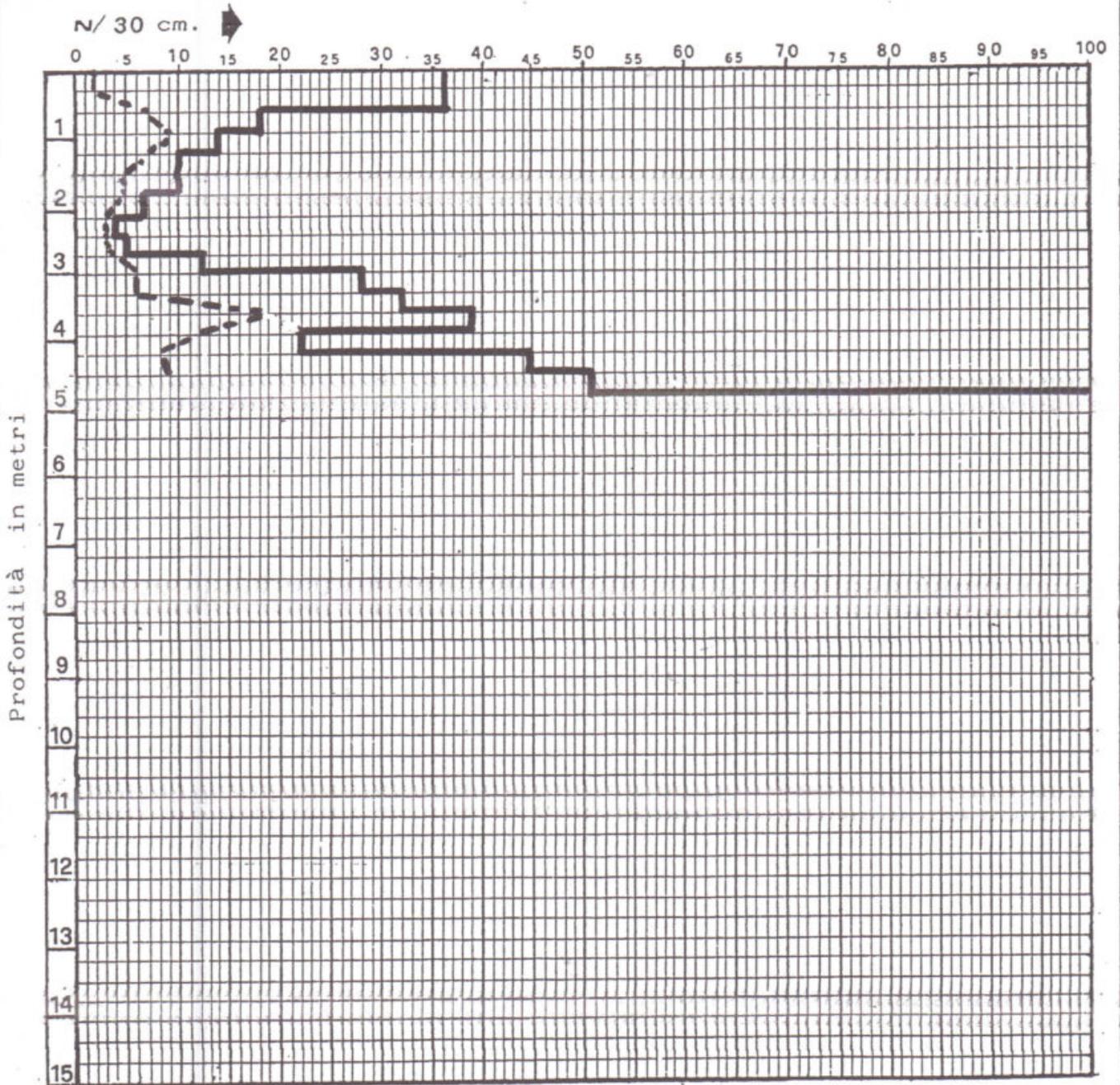
COMUNE DI: FAGAGNA

LOCALITA': FAGAGNA

DATA DI ESECUZIONE: dicembre 1992

STRUMENTAZIONE: SPCT. 73/75 C. DEEP  
DRILL  
PESO MAGLIO: 73 Kg. - CADUTA: 75 cm.

## PENETROMETRIA 1



Con rivestimento sino a mt. 4.50 (— — — —)

Senza rivestimento

Profondità della superficie della falda dal piano campagna: \_\_\_\_\_

Falda non rinvenuta

COMUNITA' COLLINARE  
DEL FRIULI

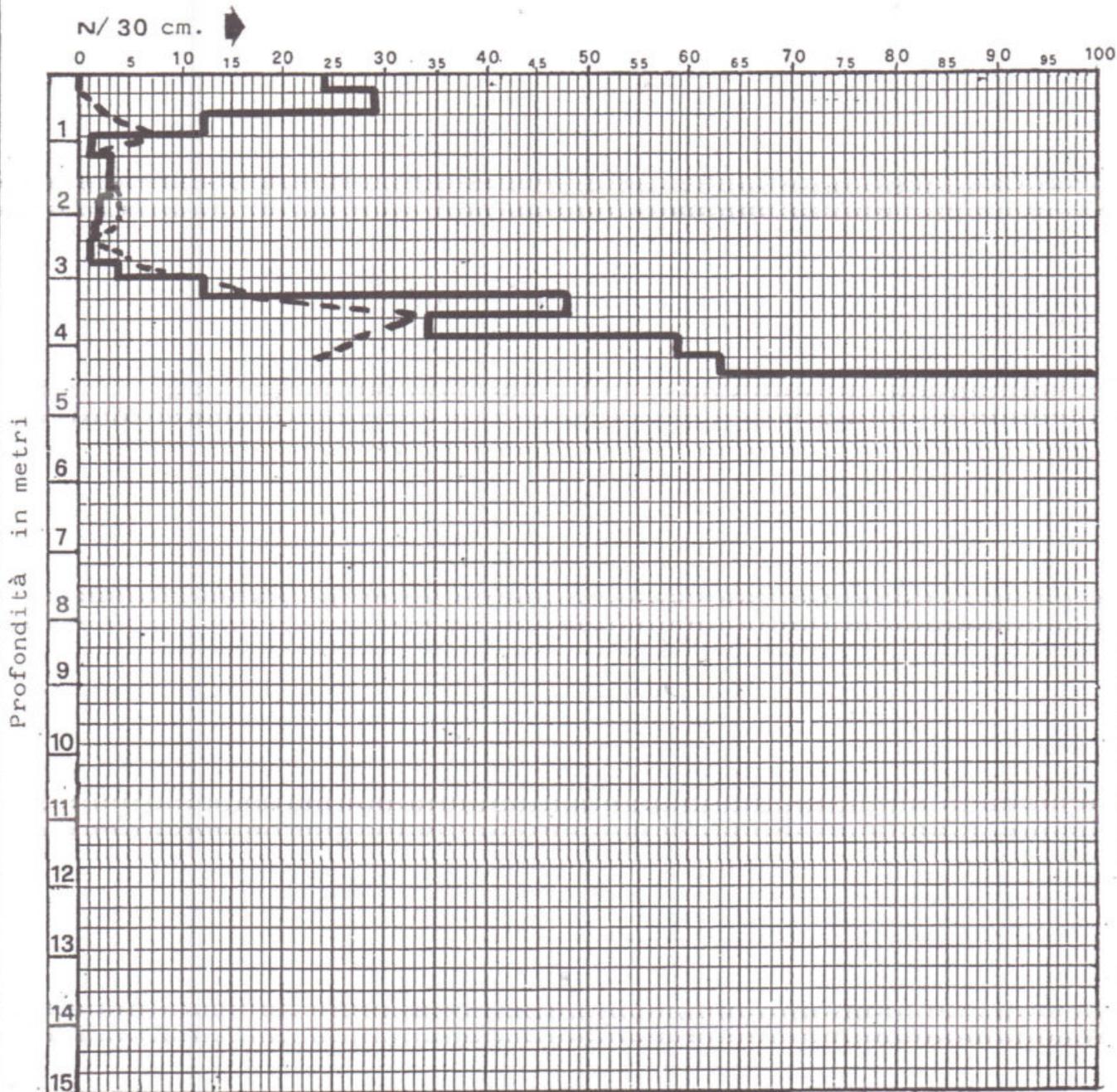
COMUNE DI: FAGAGNA

LOCALITA': FAGAGNA

DATA DI ESECUZIONE: dicembre 1992

STRUMENTAZIONE: SPCT. 73/75 C. DEEP  
DRILL  
PESO MAGLIO: 73 Kg. - CADUTA: 75 cm.

## PENETROMETRIA 2



Con rivestimento sino a mt. 4.20 (— — — —)

Senza rivestimento

Profondità della superficie della falda dal piano campagna: \_\_\_\_\_

Falda non rinvenuta

COMUNITA' COLLINARE  
DEL FRIULI

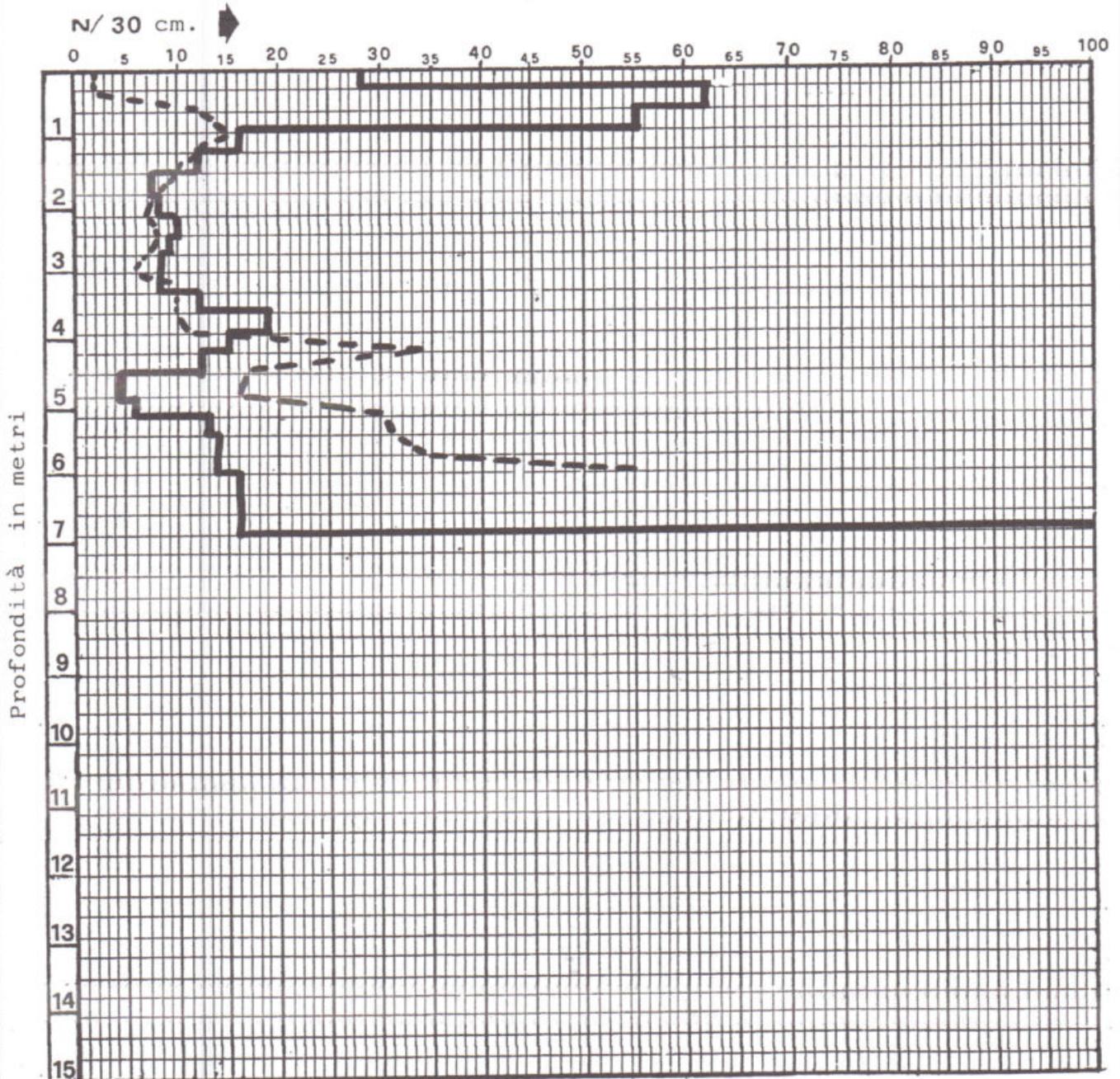
COMUNE DI: FAGAGNA

LOCALITA': FAGAGNA

DATA DI ESECUZIONE: dicembre 1992

STRUMENTAZIONE: SPCT. 73/75 C. DEEP  
DRILL  
PESO MAGLIO: 73 Kg. - CADUTA: 75 cm.

### PENETROMETRIA 3



Con rivestimento sino a mt. 6.00 (---)

Senza rivestimento

Profondità della superficie della falda dal piano campagna: \_\_\_\_\_

Falda non rinvenuta

COMUNITA' COLLINARE  
DEL FRIULI

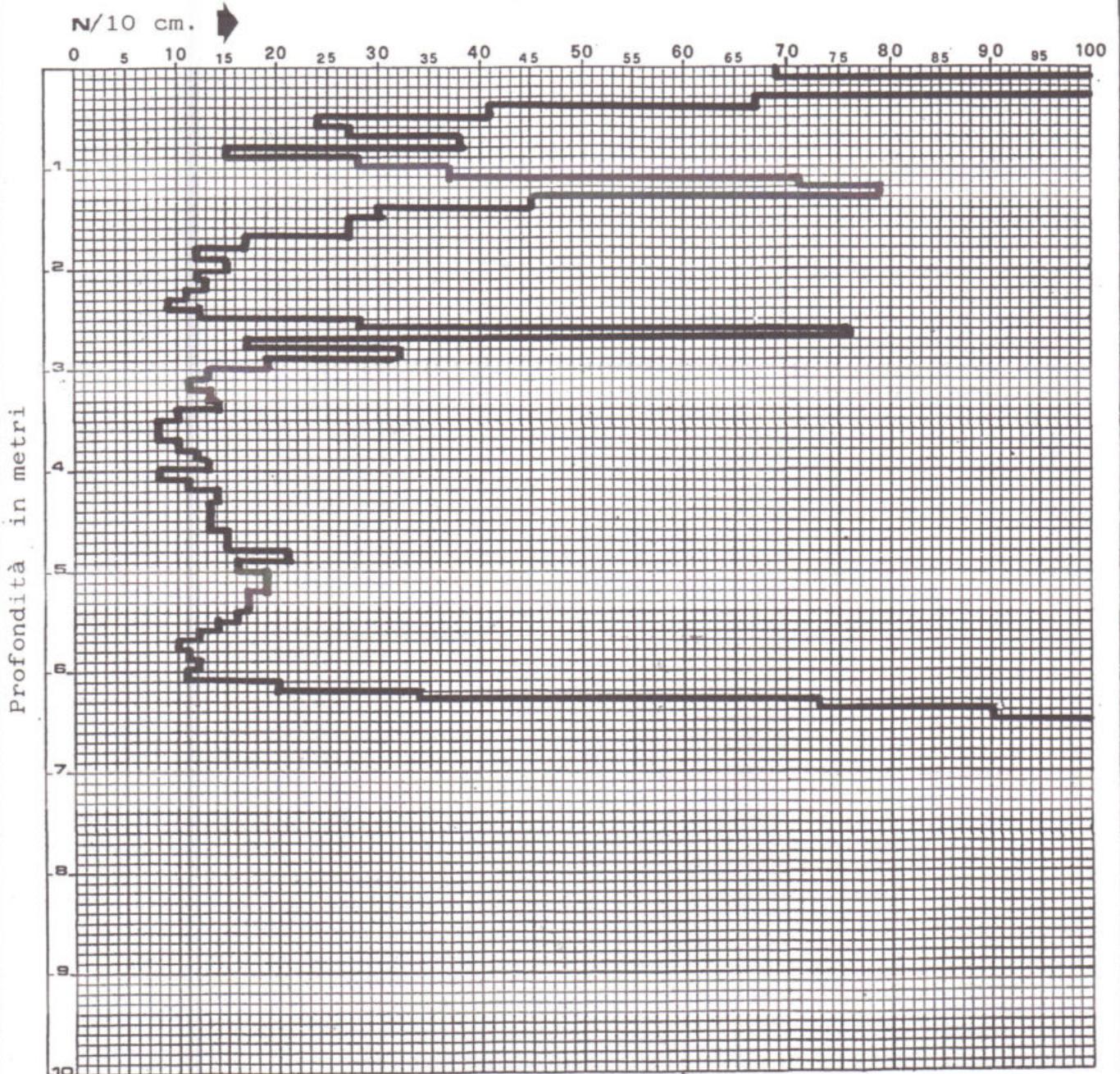
COMUNE DI: FAGAGNA

LOCALITA': FAGAGNA

DATA DI ESECUZIONE: LUGLIO 1993

STRUMENTAZIONE: PSE. 11 - DEEP DRILL  
PESO MAGLIO: 30 Kg. - CADUTA: 20 cm.

PENETROMETRIA ④



Con rivestimento sino a mt.

Senza rivestimento

Profondità della superficie della falda dal piano campagna:

Falda non rinvenuta

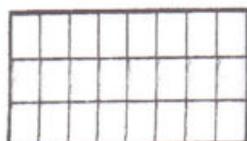
Profondità m.	Profondità strati	Stratigrafia	Descrizione
1 2 3	3.00 3.70		<p>materiali di riporto a granulometria essenzial<u>ment</u>e grossolana</p> <p>sedimenti limoso-sabbiosi parzialmente ghiaiosi di colore marrone scuro</p>

ALLEG. 6 - LITOSTRATIGRAFIA POZZETTO DI ISPEZIONE

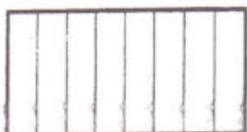
## ALLEGATO 8

**ESTRATTO DALLA "CARTA DELLA PROFONDITA' DELLA  
FALDA DAL PIANO CAMPAGNA" - CARTOGRAFIA TEMATICA  
GEOLOGICO-TECNICA-MORFOLOGICA - PIANO  
COMPENSORIALE DI RICOSTRUZIONE DELLA COMUNITA'  
COLLINARE DEL FRIULI - COMUNE DI FAGAGNA -  
ZIRALDO G., 1981**

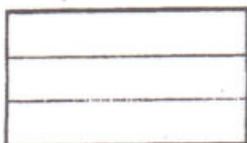
### LEGENDA



AREE CON FALDA A PROFONDITA' FRA 0 E 2 M. DAL PIANO CAMPAGNA



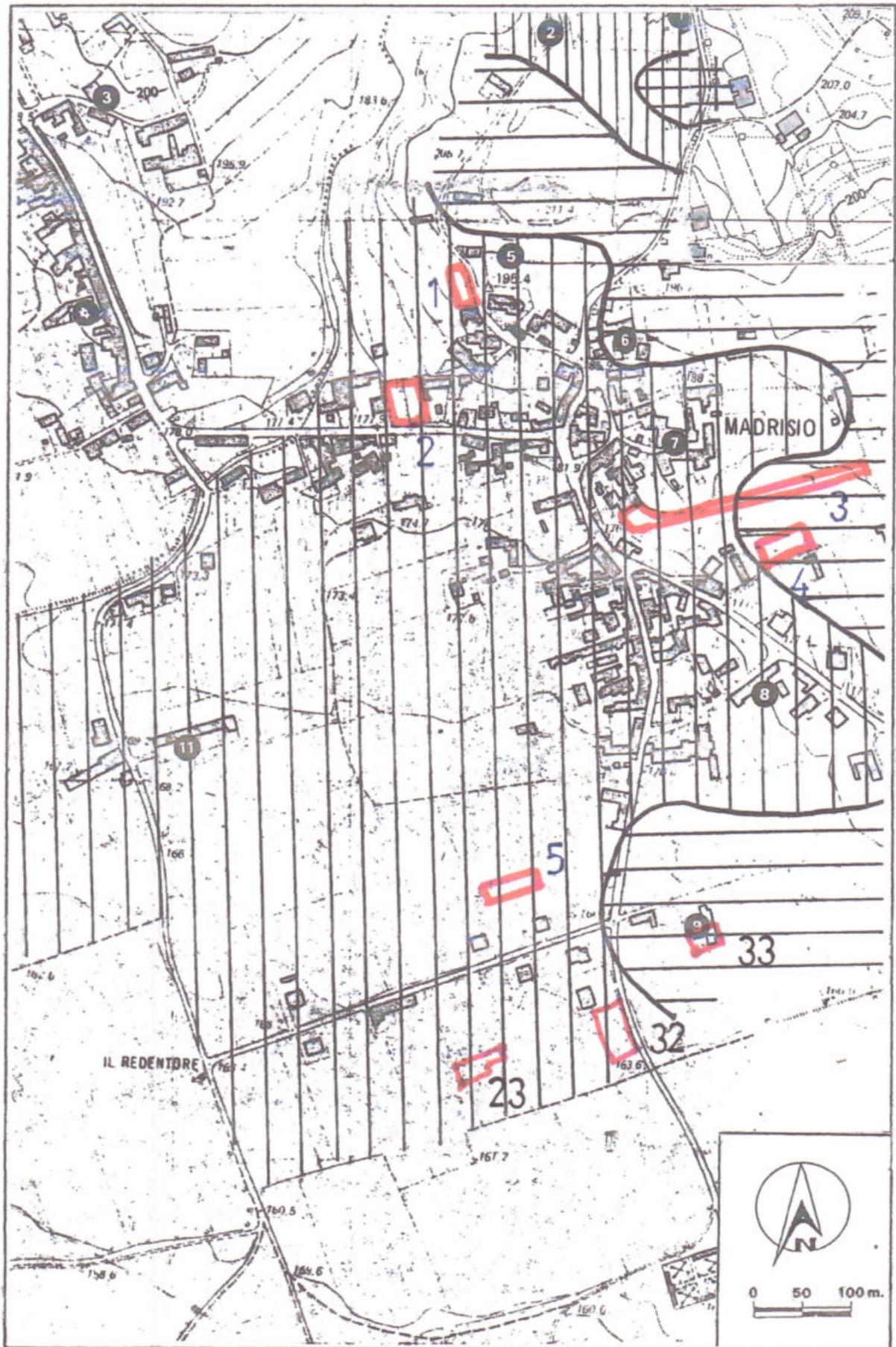
AREE CON FALDA A PROFONDITA' FRA 2 E 5 M. DAL PIANO CAMPAGNA



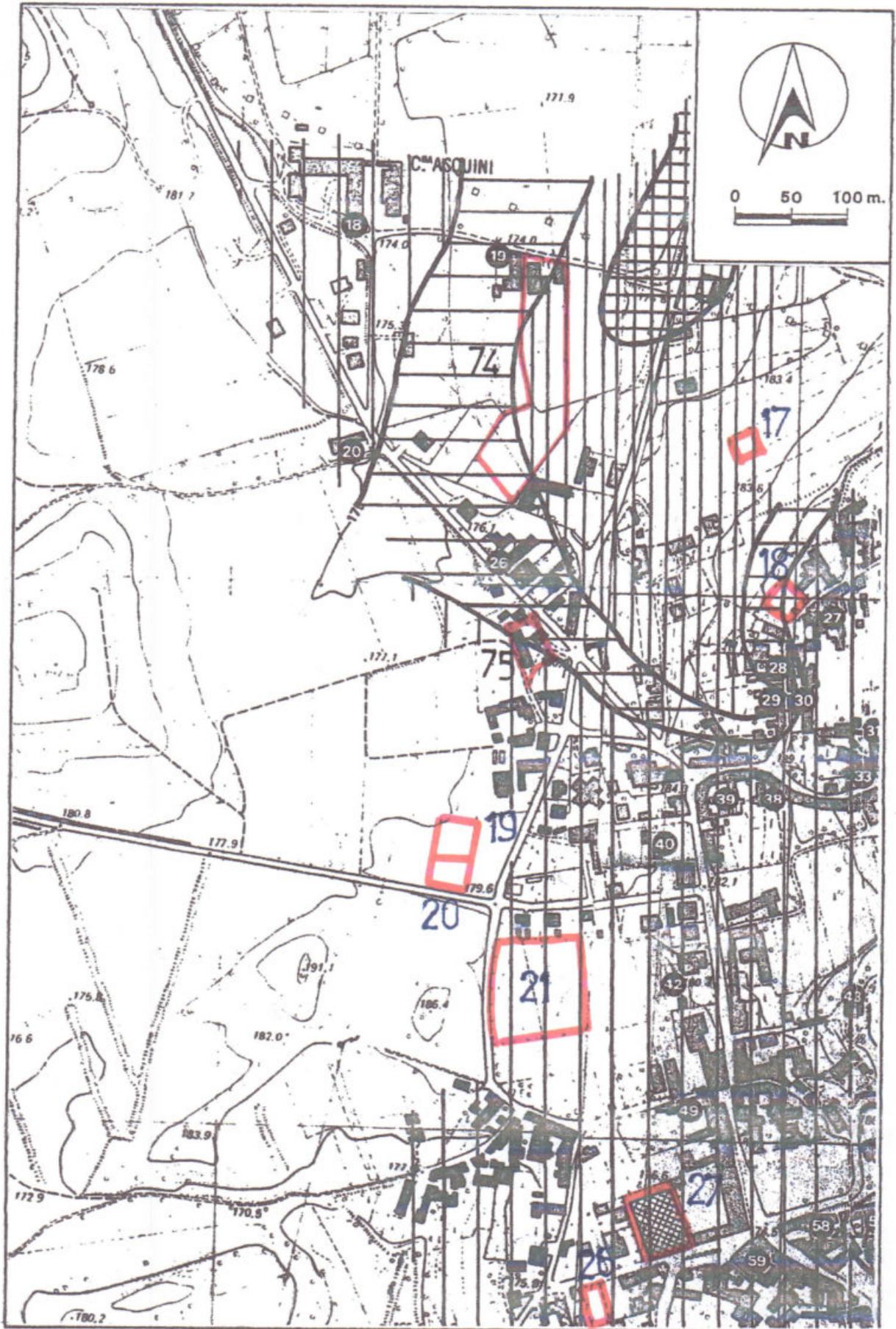
AREE CON FALDA A PROFONDITA' FRA 5 E 10 M. DAL PIANO CAMPAGNA



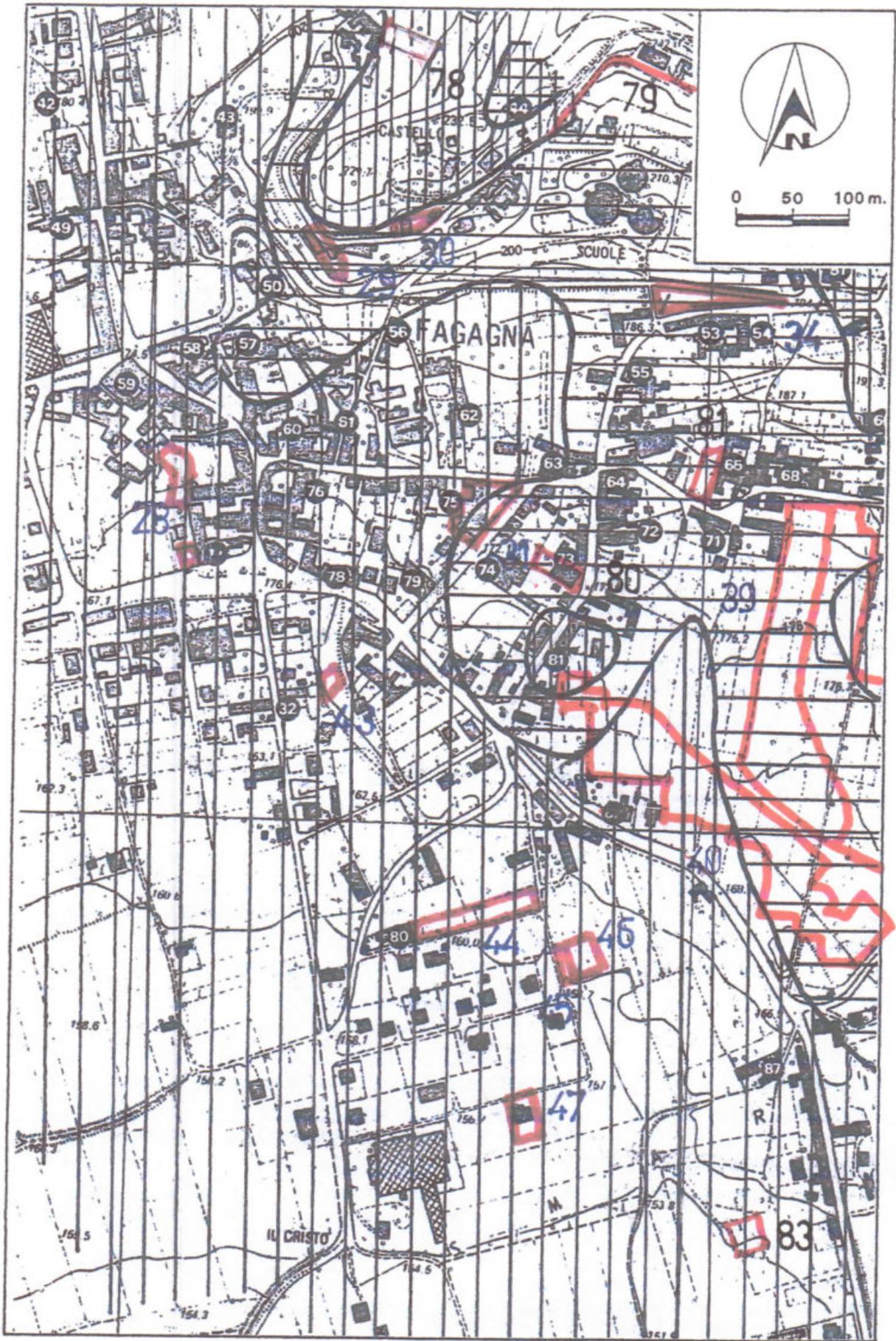
AREE CON FALDA A PROFONDITA' MAGGIORE DI 10 M. DAL PIANO  
CAMPAGNA







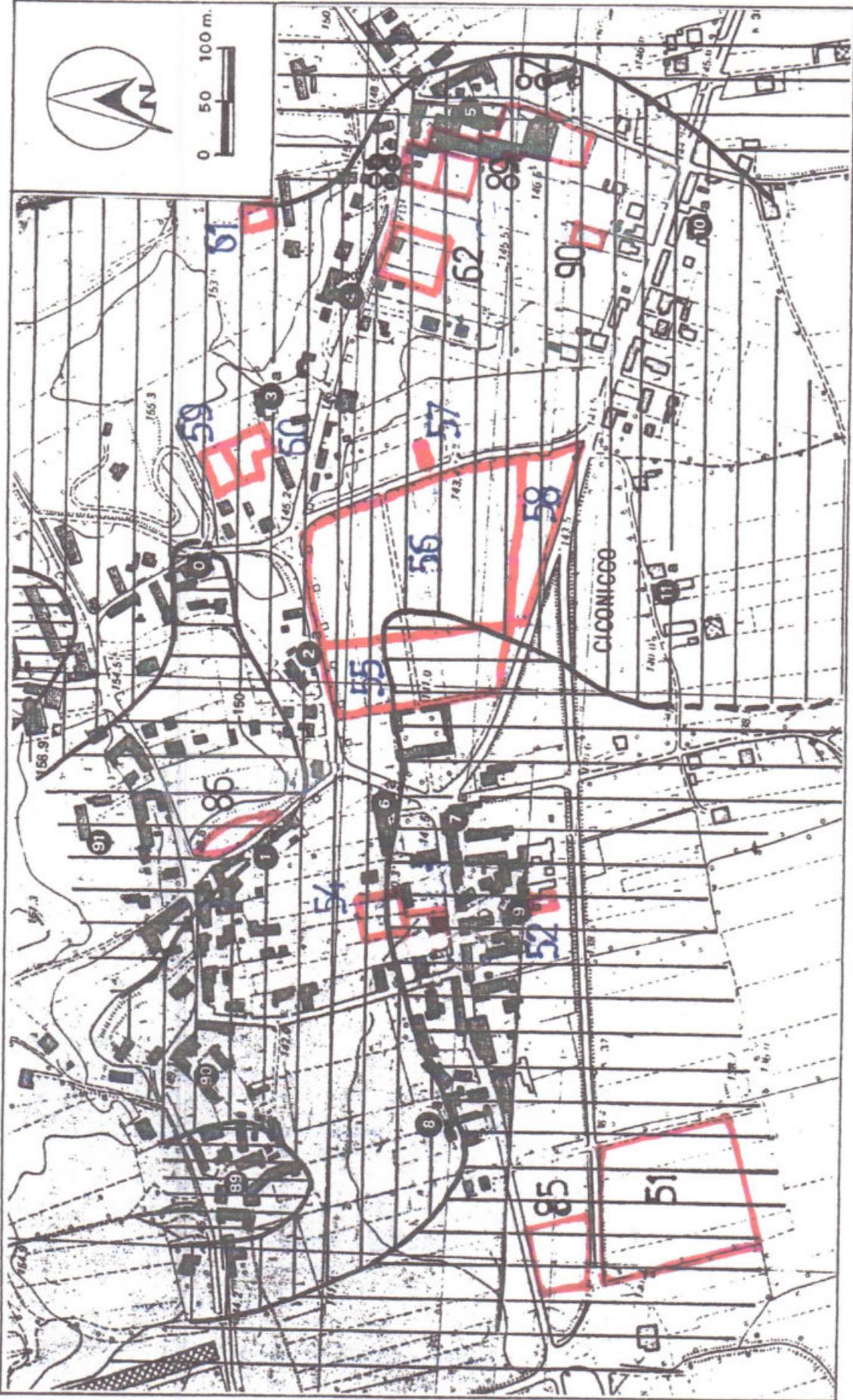








0 50 100 m.





*STRALCI TRATTI DA "CARTA DELLA RETE  
IDROGRAFICA E DELLE SORGENTI" - STUDIO  
GEOLOGICO-TECNICO DI ZONIZZAZIONE IN  
PROSPETTIVA SISMICA - P.R.G. COMUNE DI FAGAGNA -  
ZIRALDO G.-SGOBINO F. 1998  
RELATIVI AI SITI OGGETTO DI VARIANTE COMPRESI O  
PROSSIMI A AREALI CON PROBLEMATICHE DI  
CARATTERE IDRAULICO*

LEGENDA

 CORSO D'ACQUA PERMANENTE

 CORSO D'ACQUA TEMPORANEO

 CANALE LEDRA

 ACQUE PUBBLICHE

 CANALI DI SCOLO

 SORGENTE TEMPORANEA

 SORGENTE PERMANENTE

 ACQUITRINI PERMANENTI O TEMPORANEI,  
STAGNI ARTIFICIALI

 BASSURE INTERMORENICHE PALUSTRI E PRATI UMIDI

 RIO NATURALE CANALIZZATO

 RIO NATURALE UTILIZZATO COME COLLETTORE FOGNARIO

 CANALE FOGNARIO A CIELO APERTO

 SCARICO FOGNARIO

 TRATTO DI INCISIONE FLUVIALE RITOMBATO CON MATERIA  
LI DI RIPORTO

 FOSSO RITOMBATO CON MATERIALI DI RIPORTO

 TRATTO DEL CANALE LEDRA RITOMBATO

 FONDO DI INCISIONE NATURALE UTILIZZATO COME SENTIERO O STRADA (ALLAGABILE IN CONCOMITANZA DI EVENTI PIOVOSI PROLUNGATI O PARTICOLARMENTE INTENSI)

 EDIFICIO REALIZZATO SUL FONDO DI UN'INCISIONE NATURALE

 ARGINI IN MATERIALI DI RIPORTO

 DEPURATORE

 AREA SOGGETTA AD ESONDAZIONI NEL CASO DI EVENTI DI PIENA ECCEZIONALI CON FLUSSI DI ACQUE A BASSA ENERGIA

 AREA SOGGETTA A RISTAGNI D'ACQUA TEMPORANEI IMPUNITABILI ALLA MORFOLOGIA E AL DRENAGGIO DIFFICOLTO SO PER SITUAZIONI LOCALI DI BASSA PERMEABILITÀ DEI TERRENI E/O PER LA PRESENZA DELLA FALDA FREATICA IN PROSSIMITÀ DEL PIANO CAMPAGNA

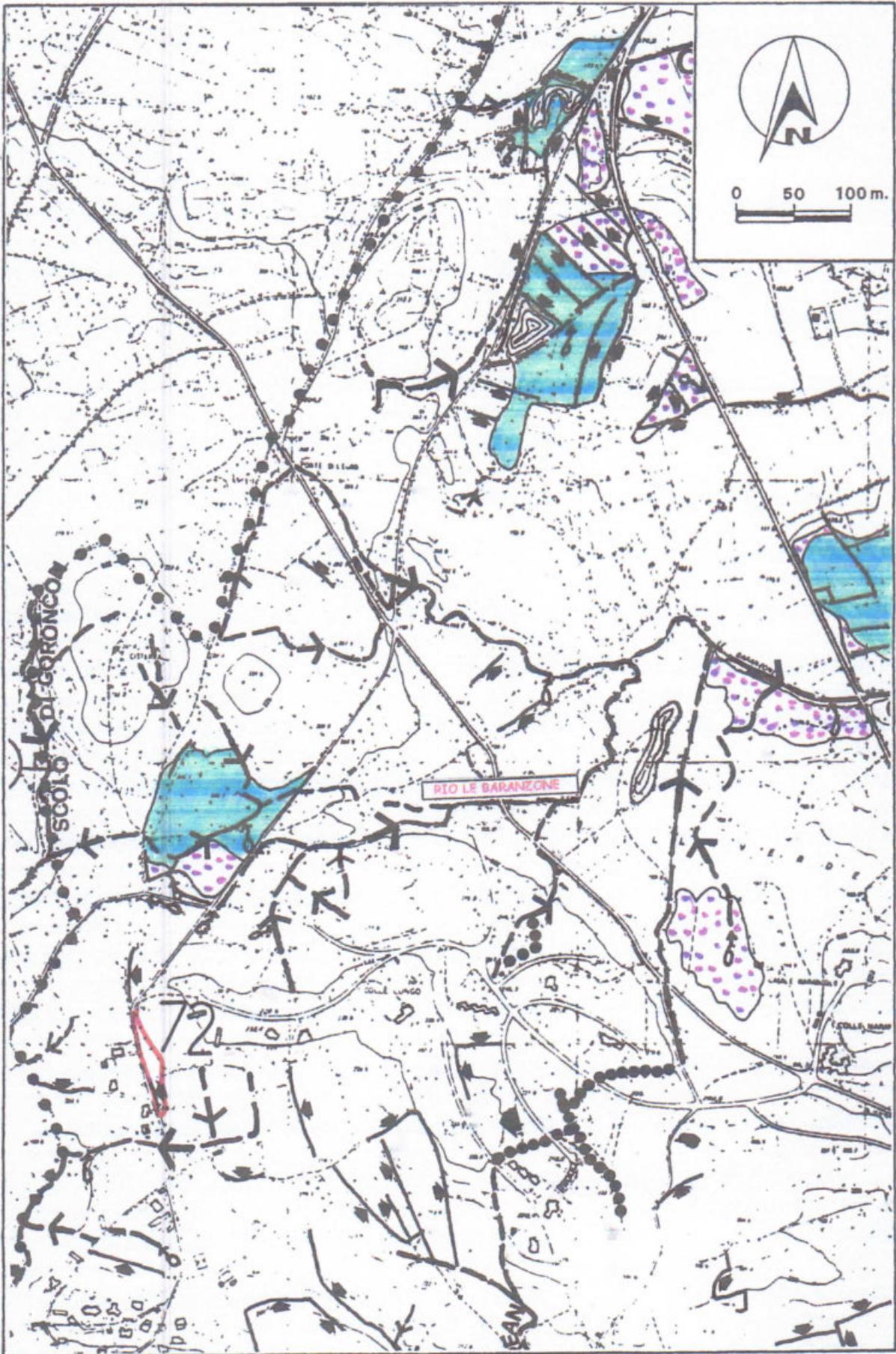
 PERCORSO DELLE CORRENTI DI PIENA IN OCCASIONE DELL'ALLUVIONE DEL SETTEMBRE 1920

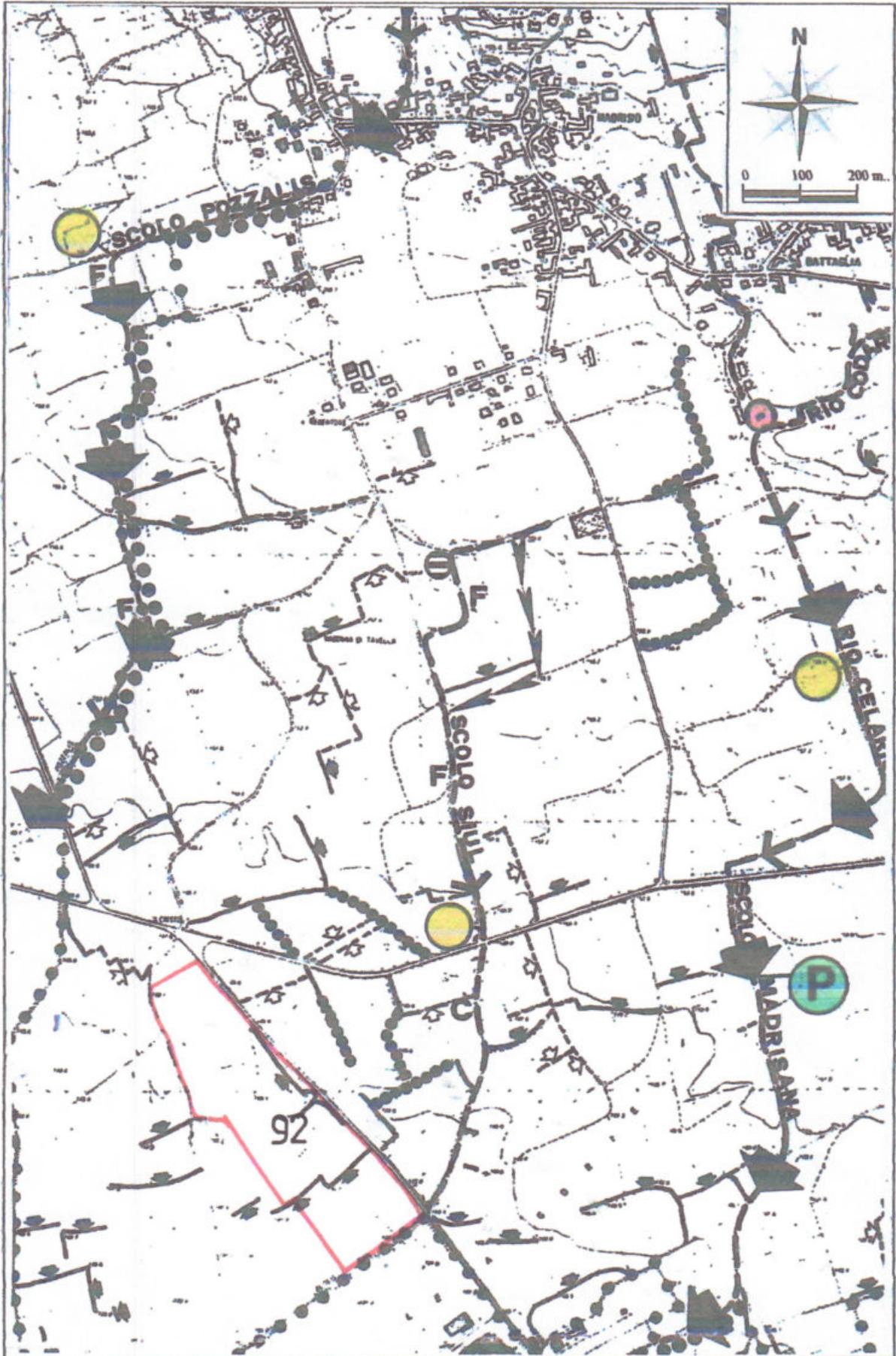
 RIO NATURALE IN CUI SONO NECESSARI LAVORI DI PULIZIA DEL FONDO LOCALMENTE INTASATO DA VEGETAZIONE SPONTANEA

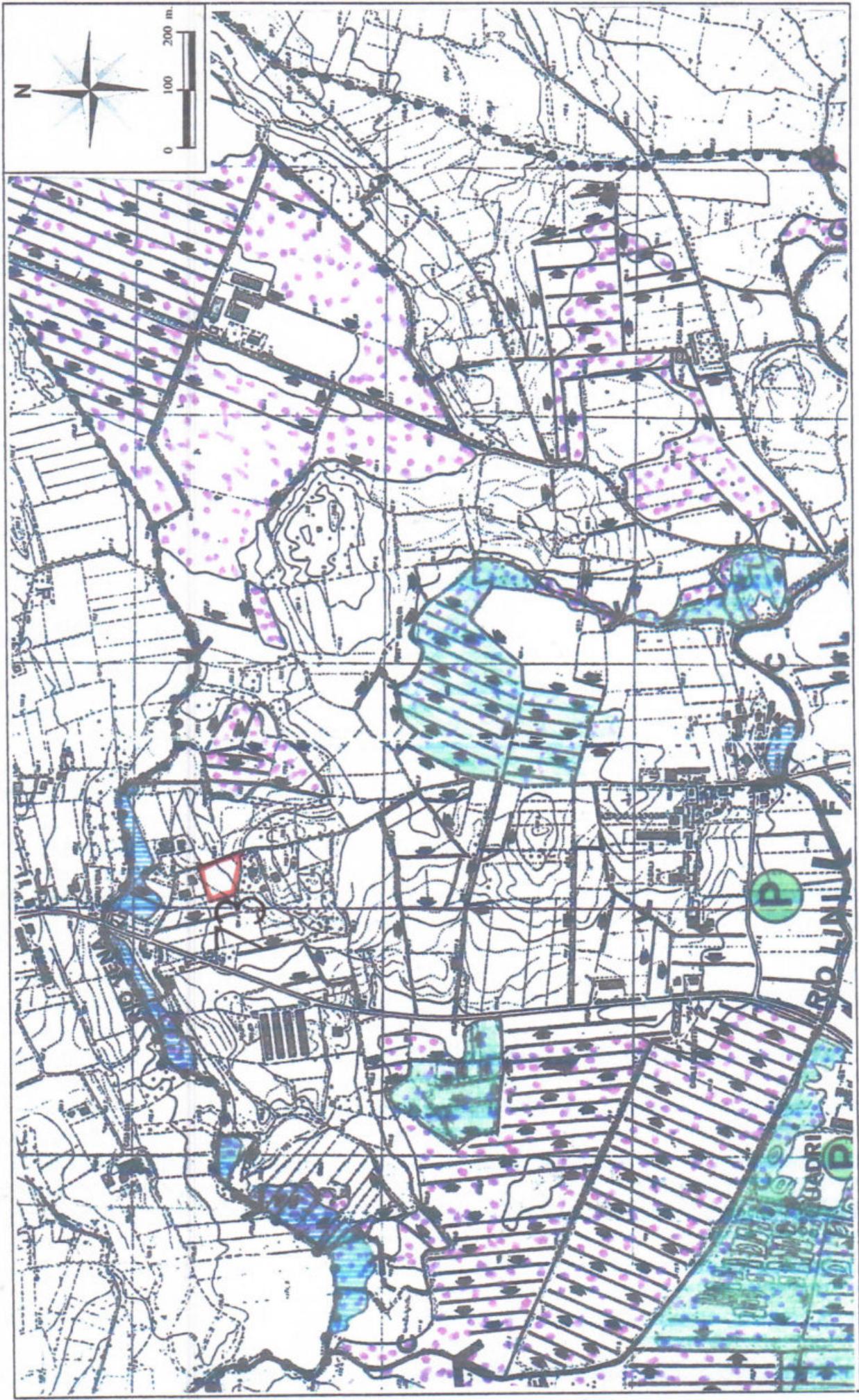
 RIO NATURALE CON DIFFUSI FENOMENI DI INGHIAIAMENTO (NECESSARI LAVORI DI RIPRISTINO DEL LIVELLO ORIGINARIO)

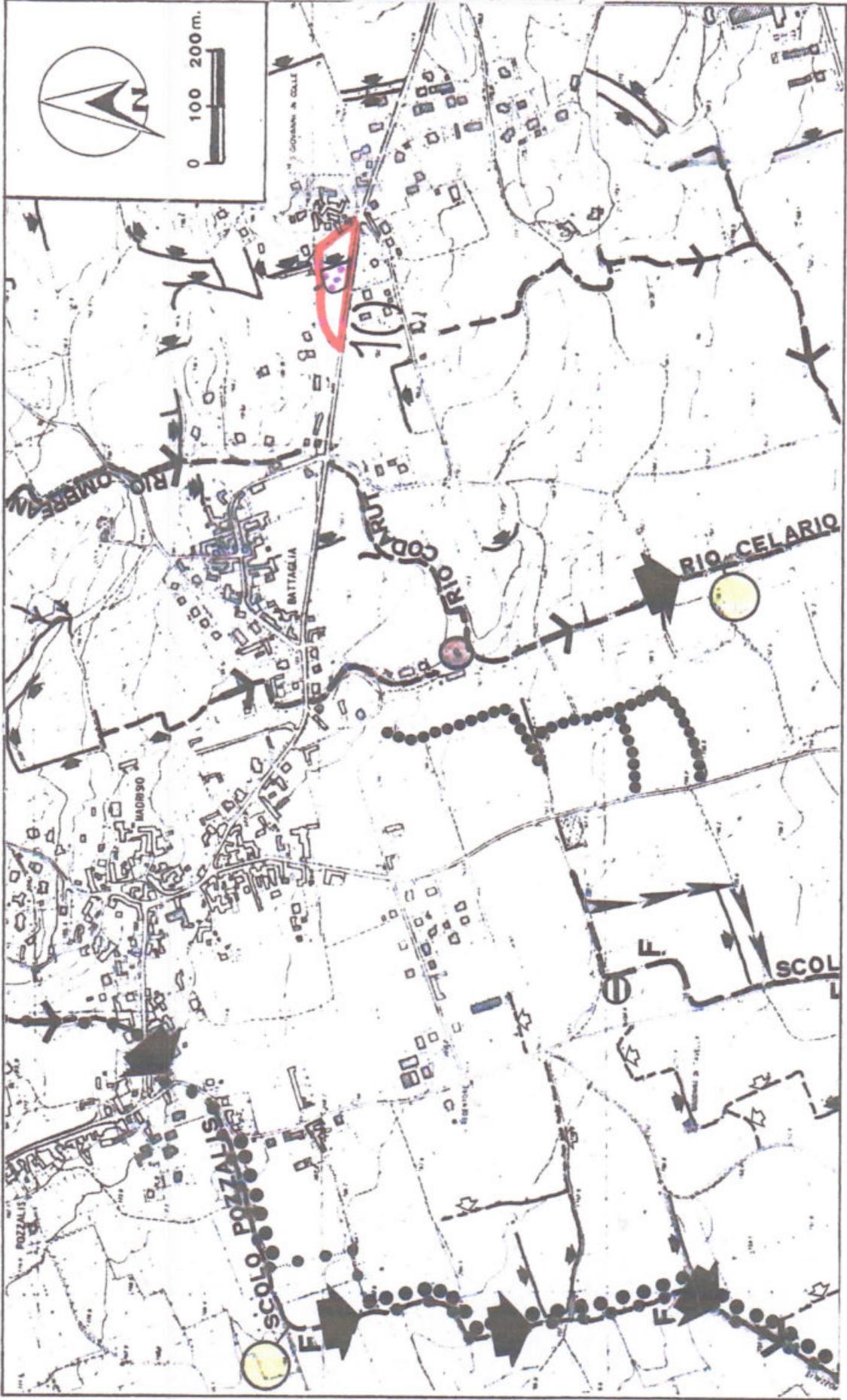
 LOCALIZZAZIONE DEI PONTI E TOMBOTTI CON LUCE INADEGUATA DANNEGGIATI DALLE PIENE DEL SETTEMBRE 1998

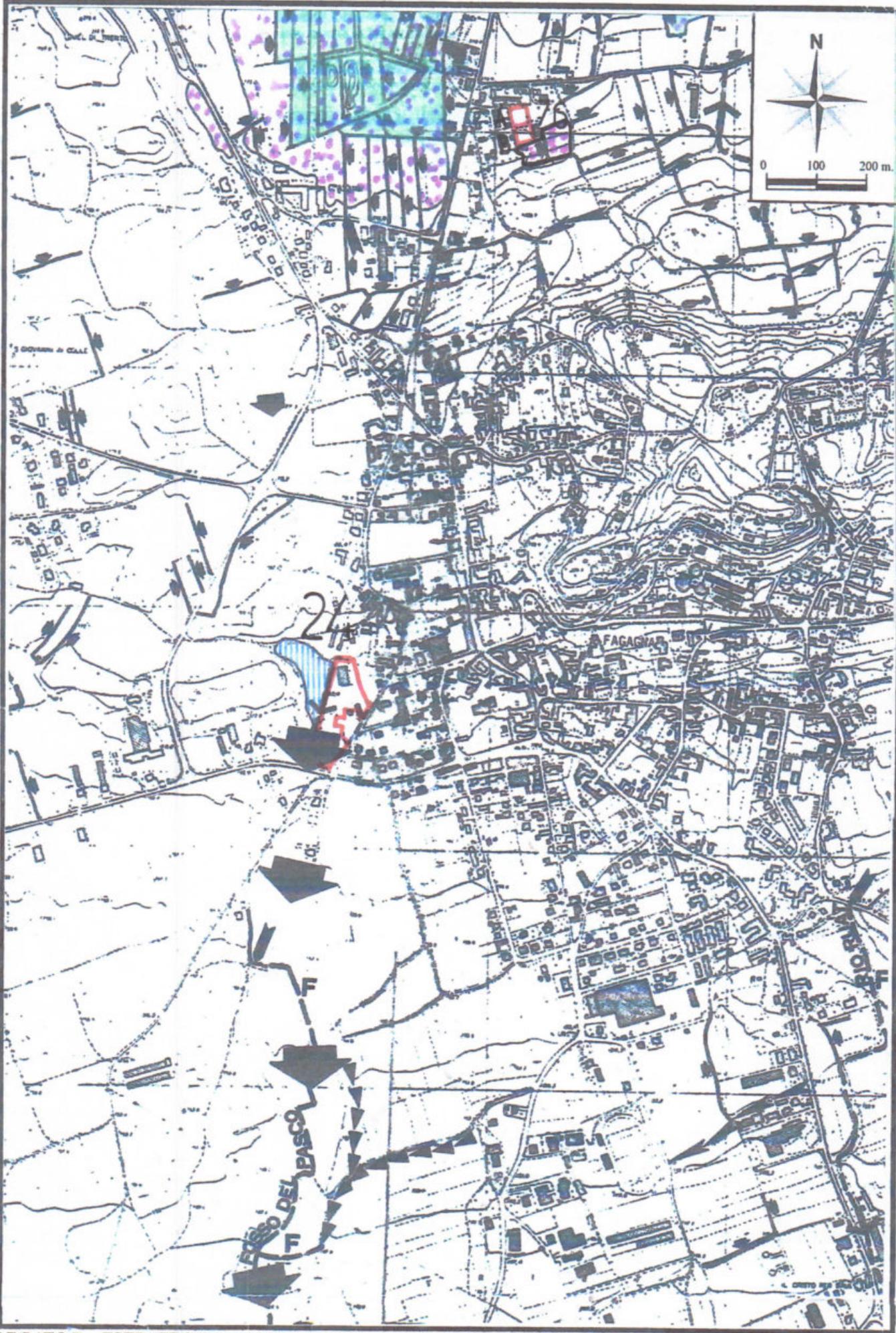
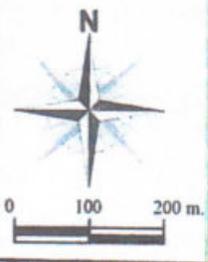
 LIMITE FRA IL BACINO IDROGRAFICO DEL T. CORNO E QUELLO DEL T. LAVIA











TRATTO DA:

**COMUNITÀ COLLINARE DEL FRIULI**  
ufficio tecnico-urbanistico  
sezione geologica

**Comune di FAGAGNA**

**PIANO REGOLATORE GENERALE**

---

**STUDIO GEOLOGICO-TECNICO  
DI ZONIZZAZIONE  
IN PROSPETTIVA SISMICA**

---



**CARTA DELLA ZONIZZAZIONE  
GEOLOGICO-TECNICA DI  
MASSIMA DEL TERRITORIO IN  
PROSPETTIVA SISMICA**

*colloredo di m.a., novembre 1998*

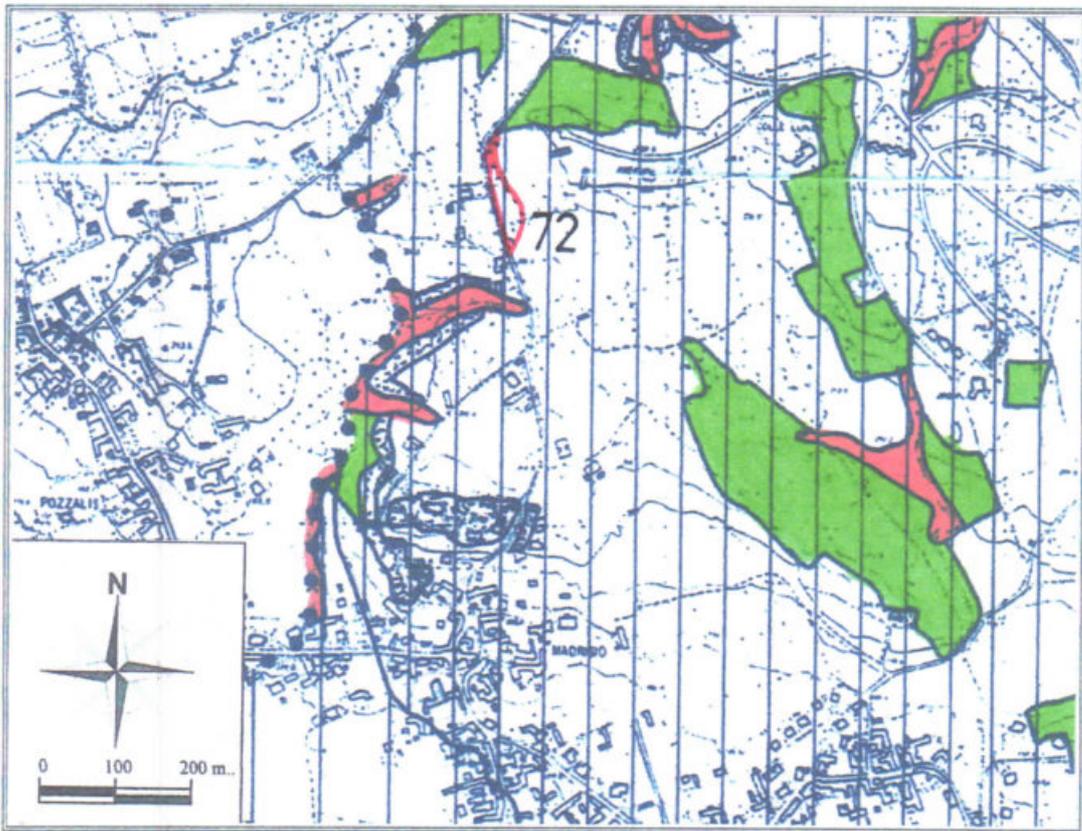
*a cura di ZIRALDO G. - SGOBBINO F.*

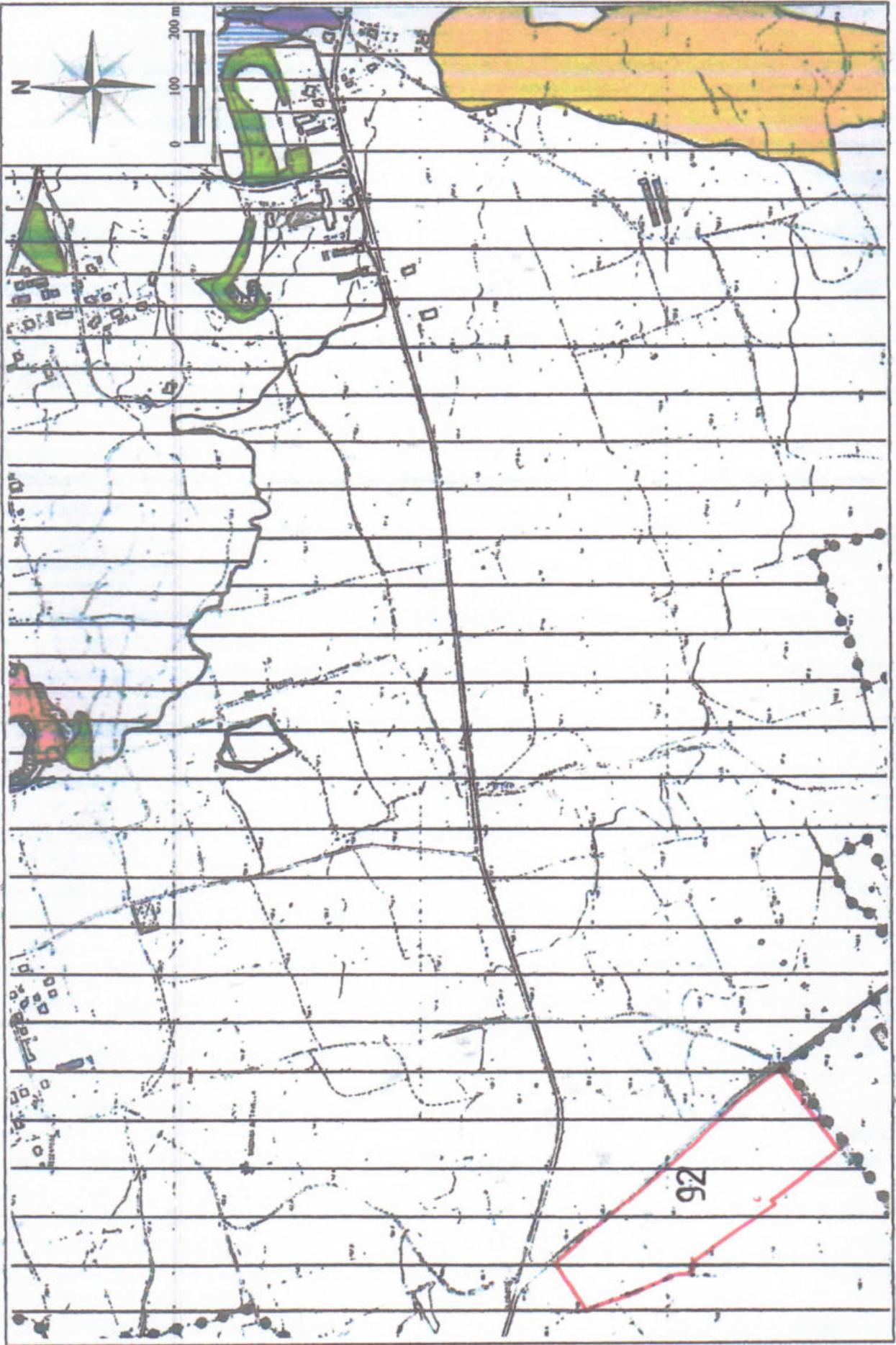
## LEGENDA

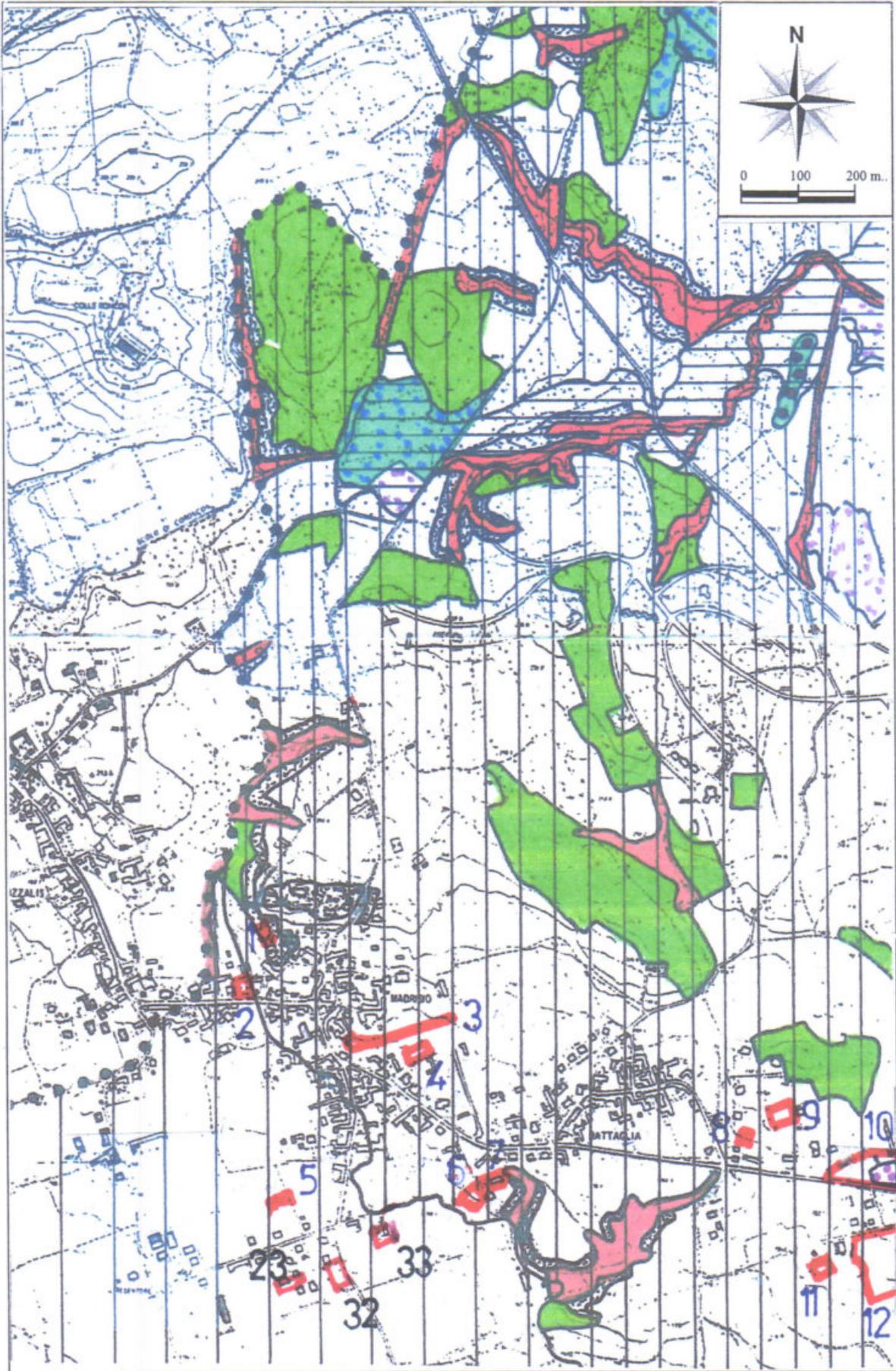
-  ZONA Z2-3 (TERRENI CON CARATTERISTICHE GEOTECNICHE BUONE)
-  ZONA Z3 (TERRENI CON CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DA BUONE A DISCRETE)
-  ZONA Z4 (TERRENI CON CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DA DISCRETE A MEDIOCRI)
-  ZONA Z4-5 (TERRENI CON CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DA DISCRETE A MEDIOCRI - DRENAGGIO DIFFICOLTOSO CON FALDA IN GENERE SUPERFICIALE)
-  ZONA Z5 (TERRENI SCADENTI)
-  ZONA Z6 (TERRENI CON CARATTERISTICHE GEOTECNICHE COMPLESSIVAMENTE PESSIME)
-  DISCARICHE CONTROLLATE OD ABUSIVE DI RIFIUTI SOLIDI URBANI E/O INERTI (INEDIFICABILI)
-  ZONE SOGGETTE AD ESONDAZIONI ECCEZIONALI (INEDIFICABILI)
-  AREE CON FALDA AFFIORANTE O SUBAFFIORANTE PERMANENTEMENTE UMIDE E ACQUITRINOSE (INEDIFICABILI)
-  AREE SOGGETTE A RISTAGNI D'ACQUA TEMPORANEI IMPUTABILI ALLA MORFOLOGIA E AL DRENAGGIO DIFFICOLTOSO PER SITUAZIONI LOCALI DI BASSA PERMEABILITÀ DEI TERRENI E/O PER LA PRESENZA DELLA FALDA FREATICA IN PROSSIMITÀ DEL PIANO CAMPAGNA
-  BORDO DI TERRAZZI O SCARPATE DI ALTEZZA SUPERIORE AI 4-5 MT. (FASCIA DI INFLUENZA DI LARGHEZZA PARI A 3 VOLTE L'ALTEZZA DELLA STRUTTURA), COCUZZOLI E CRESTE COLLINARI (POTENZIALE AMPLIFICAZIONE DELLA SOLLECITAZIONE SISMICA)

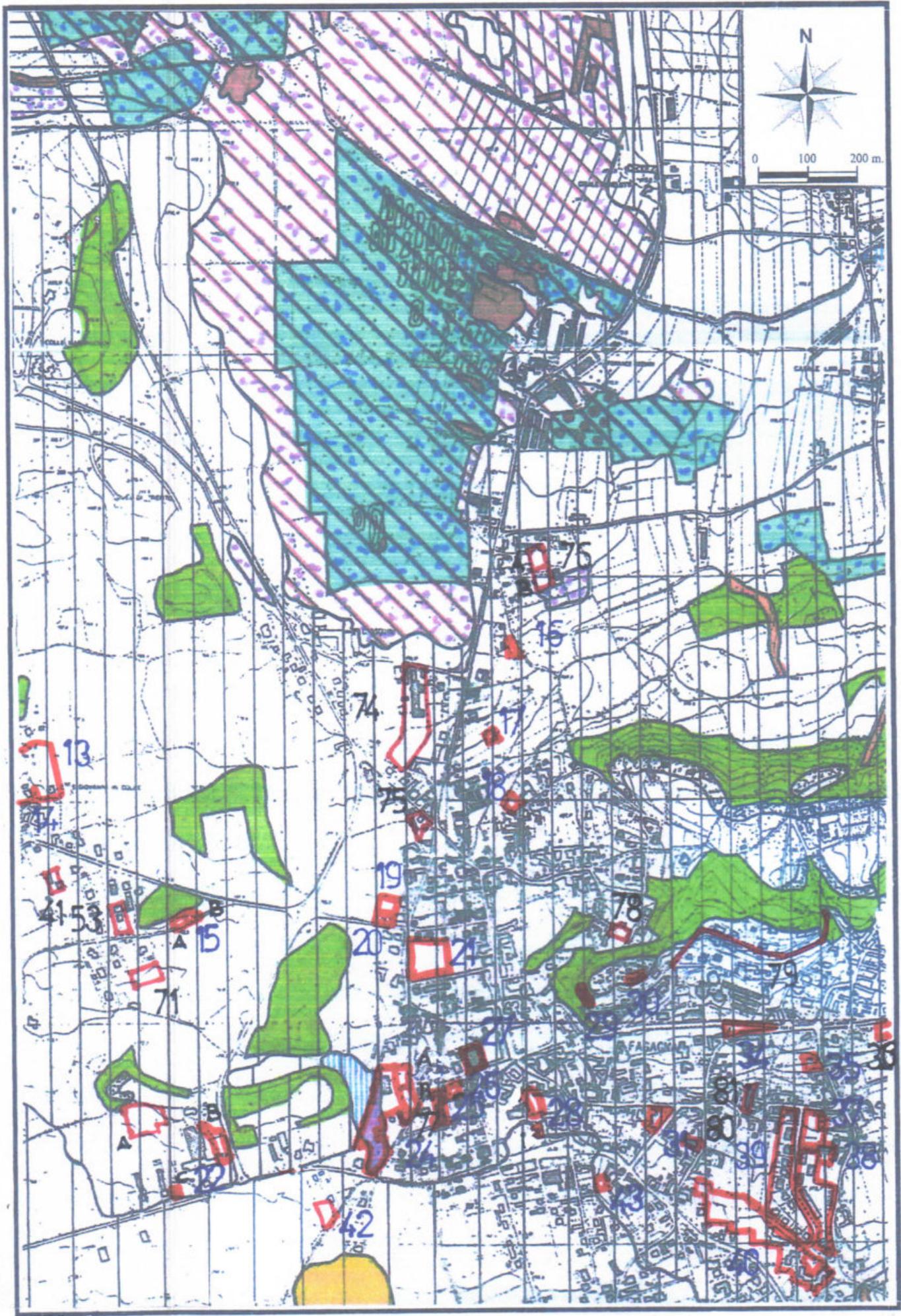
## AMBITI DI TUTELA DI ELEVATO INTERESSE NATURALISTICO

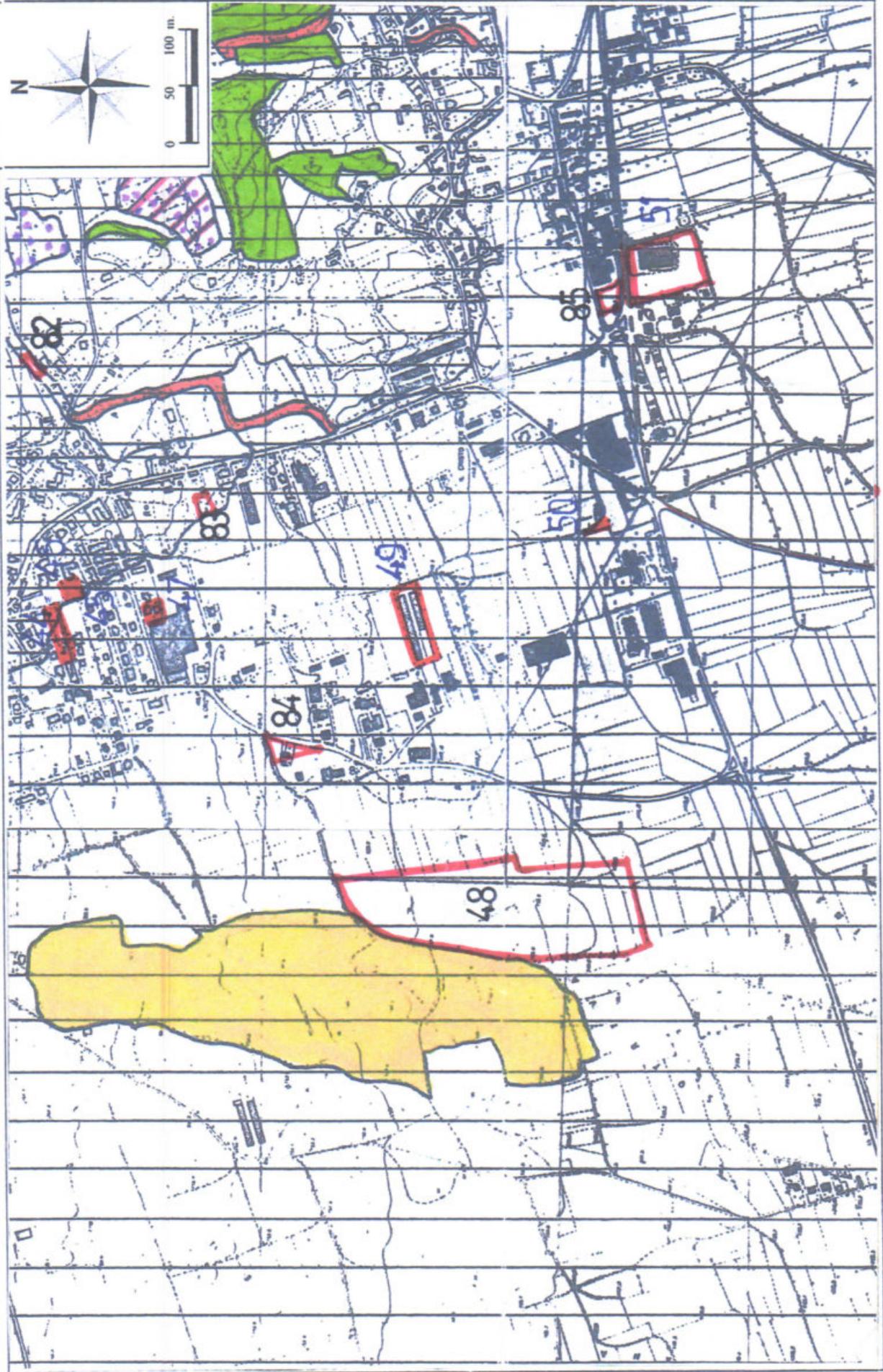
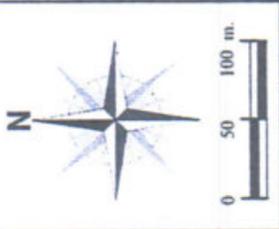
-  STAGNI ARTIFICIALI (ex BACINI DI ESTRAZIONE DELL'ARGILLA)
-  BASSURE INTERMORENICHE PALUSTRI E PRATI UMIDI
-  SOLCHI DI EROSIONE FLUVIALI E FLUVIO-GLACIALI
-  PALEOALVEO
-  LEMBI COLLINARI A PRATO STABILE O BOSCATI

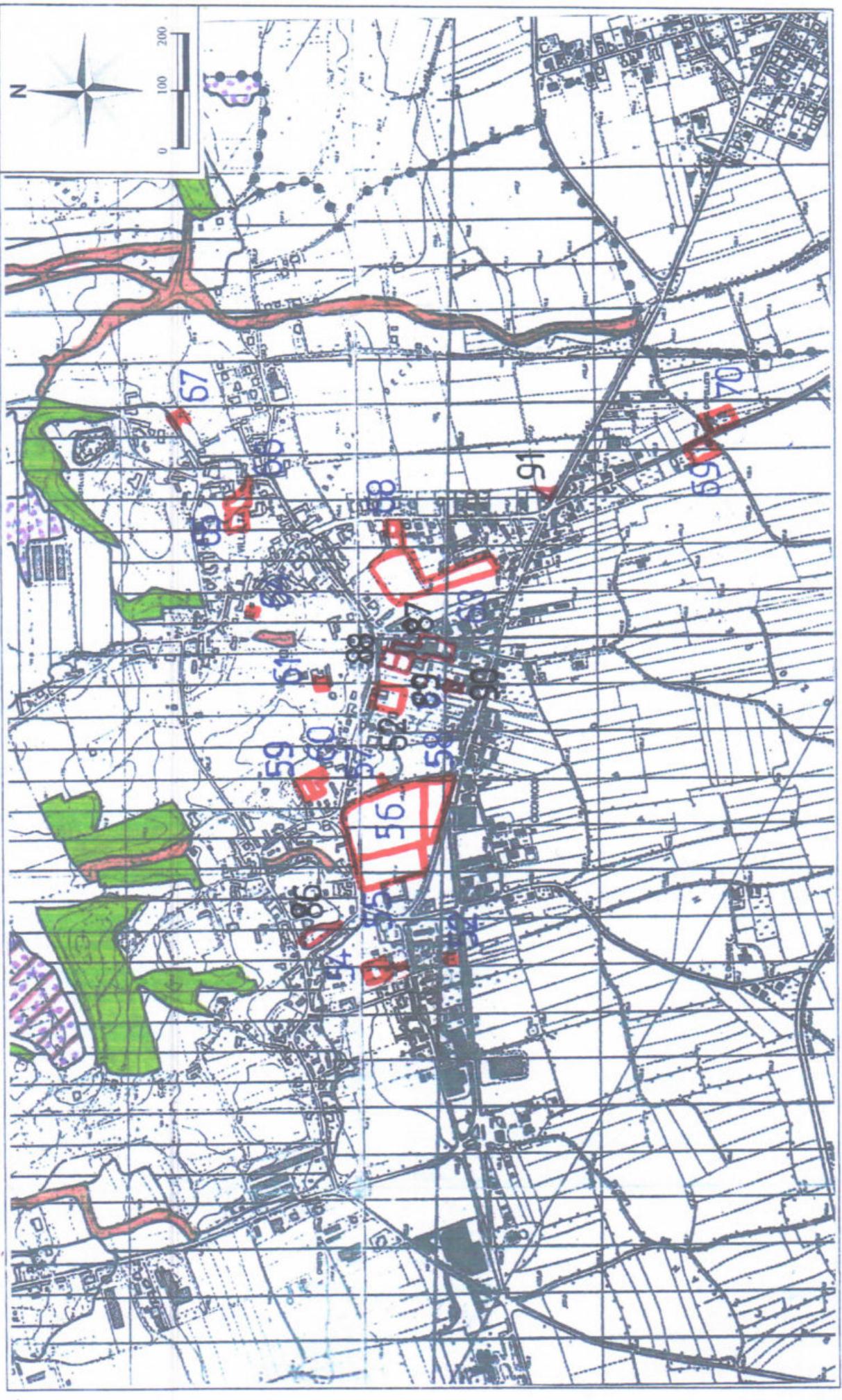










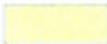
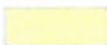


*ALLEGATO II*

*STRALCI CARTOGRAFICI TRATTI DA: "CARTA  
DELLE MICROZONE OMOGENEE IN  
PROSPETTIVA SISMICA" – MICROZONAZIONE  
SISMICA – COMUNE DI FAGAGNA –  
ZIRALDO G., 2014*

## Legenda

### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

	2001	Zona 1
	2002	Zona 2
	2003	Zona 3
	2004	Zona 4
	2005	Zona 5
	2006	Zona 6
	2007	Zona 7
	2008	Zona 8
	2009	Zona 9
	20010	Zona 10
	2011	Zona 11

### Zone di attenzione per instabilità

	3022	ZA EB_Q - Zona di Attenzione per instabilità di versante dolente
	3032	ZA EB_I - Zona di Attenzione per instabilità di versante inattiva
	3060	ZA FAC - Zona di Attenzione per faglie attive e capaci
	3070	Sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti
	3080	Zona di attenzione per cedimenti differenziali

### Punti di misura di rumore ambientale

	MUSB - Stazione microtremore a stazione singola
---	---

### Forme di superficie e sepolte

	Conoidi alluvionale
	Asse di paleovalle
	Asse di valle sepolta larga (C=0-25)
	Orlo di scarpata morfologica (10-20 m)
	Orlo di terrazzo fluviale (10-20 m)
	Cresta
	Pizzo

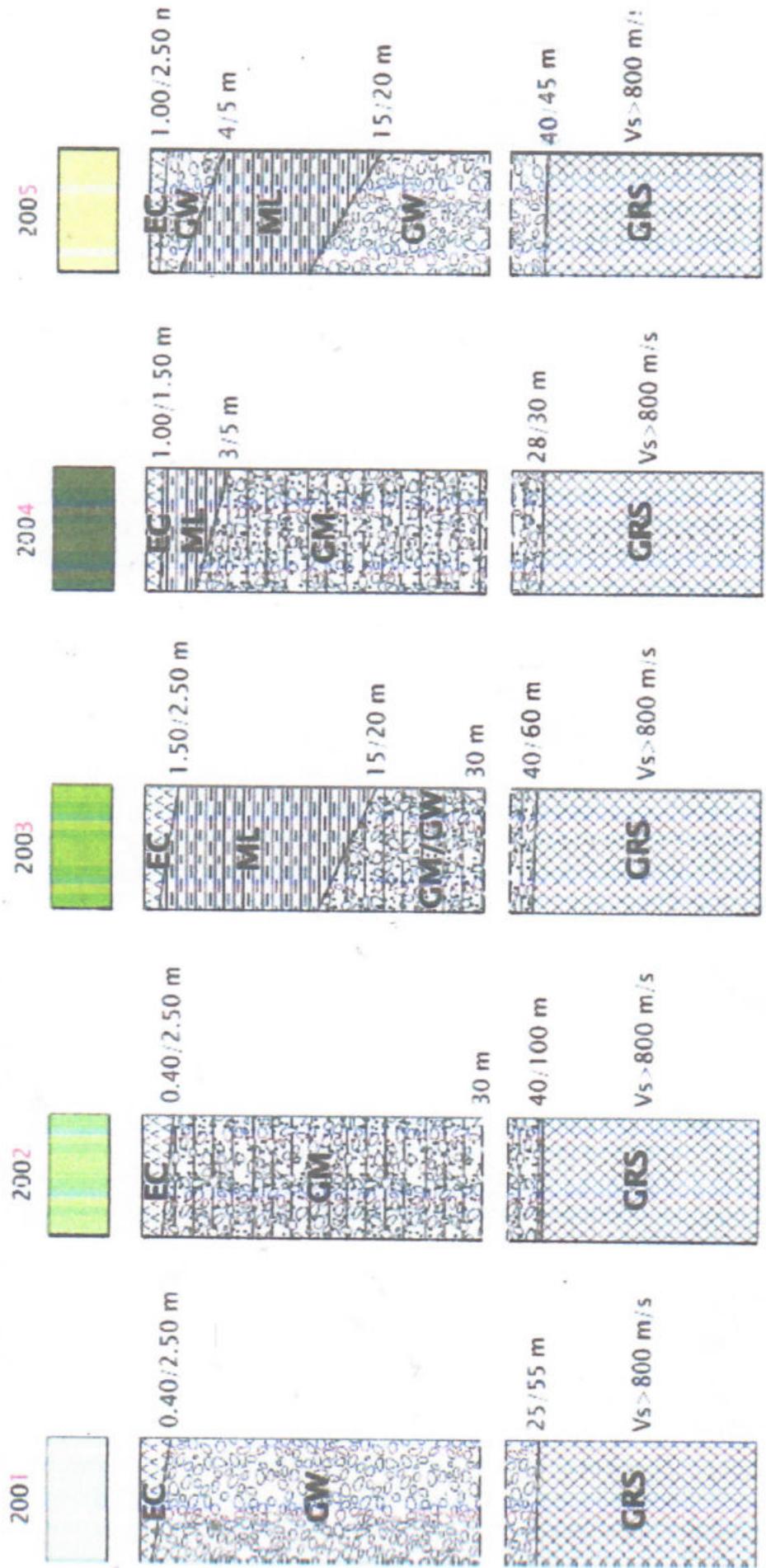
### Faglie attive e capaci

	Faglia inversa (certa)
	Traccia per gli approfondimenti delle amplificazioni topografiche
	Limite comunale e dell'area di studio



ALLEGATO - COLONNE LITOSTRATIGRAFICHE RAPPRESENTATIVE (CARTA DELLE MOPS)

Zone Stabili suscettibili di amplificazioni locali



2006



3/5 m

25 60 m

Vs > 800 m/s

2007



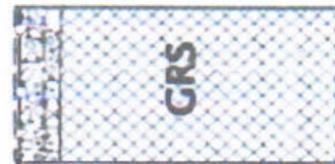
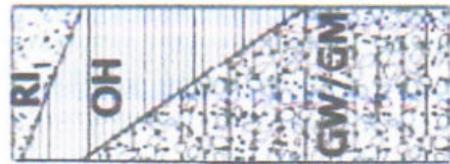
2/3 m

30 m

40 60 m

Vs > 800 m/s

2008



3/5 m

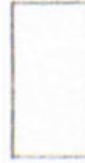
5/20 m

30 m

40 60 m

Vs > 800 m/s

2009

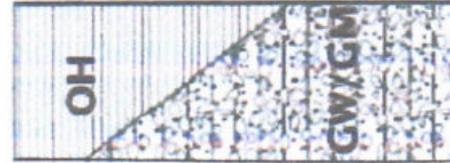


10/20 m

25 m

Vs > 800 m/s

2010



5/20 m

30 m

40 60 m

Vs > 800 m/s

# LEGENDA

			
	2/3 m		
	5/20 m		
	30 m		
	40/60 m		
	Vs > 800 m/s		

**Terreni di copertura**

Ghiaie in matrice sabbiosa da, in genere, scarsamente limosa a talora limosa, con ciottoli, da densi a molto densi, con lenti o livelli a prevalenti caratteristiche sabbiose di spessore modesto (GW)

Ghiaie in matrice sabbiosa da limosa a con limo, con ciottoli e localmente massi, da mediamente densi nelle stratificazioni; più superficiali a densi o molto densi più in profondità, con lenti o livelli a prevalenti caratteristiche limose di spessore limitato (GM)

Limi sabbiosi scarsamente argillosi di bassa plasticità parzialmente ghiaiosi, con radi ciottoli, da mediamente densi a densi, con frequenti intercalazioni limose-argillose a stato di consistenza da medio a più di frequente compatto di spessore variabile anche plurimetrico (ML)

Terreni di riporto costituiti da frammenti detritici eterometrici in matrice sabbiosa e legante limoso a bassa plasticità (materiali di risulta di scavi) con frequenti resti antropici costituiti da scarti edilizi, da scroli a moderatamente addensati (RI)

Terreni di riporto con frequenti resti antropici costituiti da scarti edilizi associati a rifiuti solidi urbani altamente deformabili (RI<sub>1</sub>)

Rifiuti solidi urbani altamente deformabili (RI)

Sedimenti limoso-argillosi scarsamente sabbiosi, a stato di consistenza da molto molle a più di frequente molle; contenenti talvolta tracce di sostanze organiche, con possibilità di intercalazioni argillose o torbose (OH)

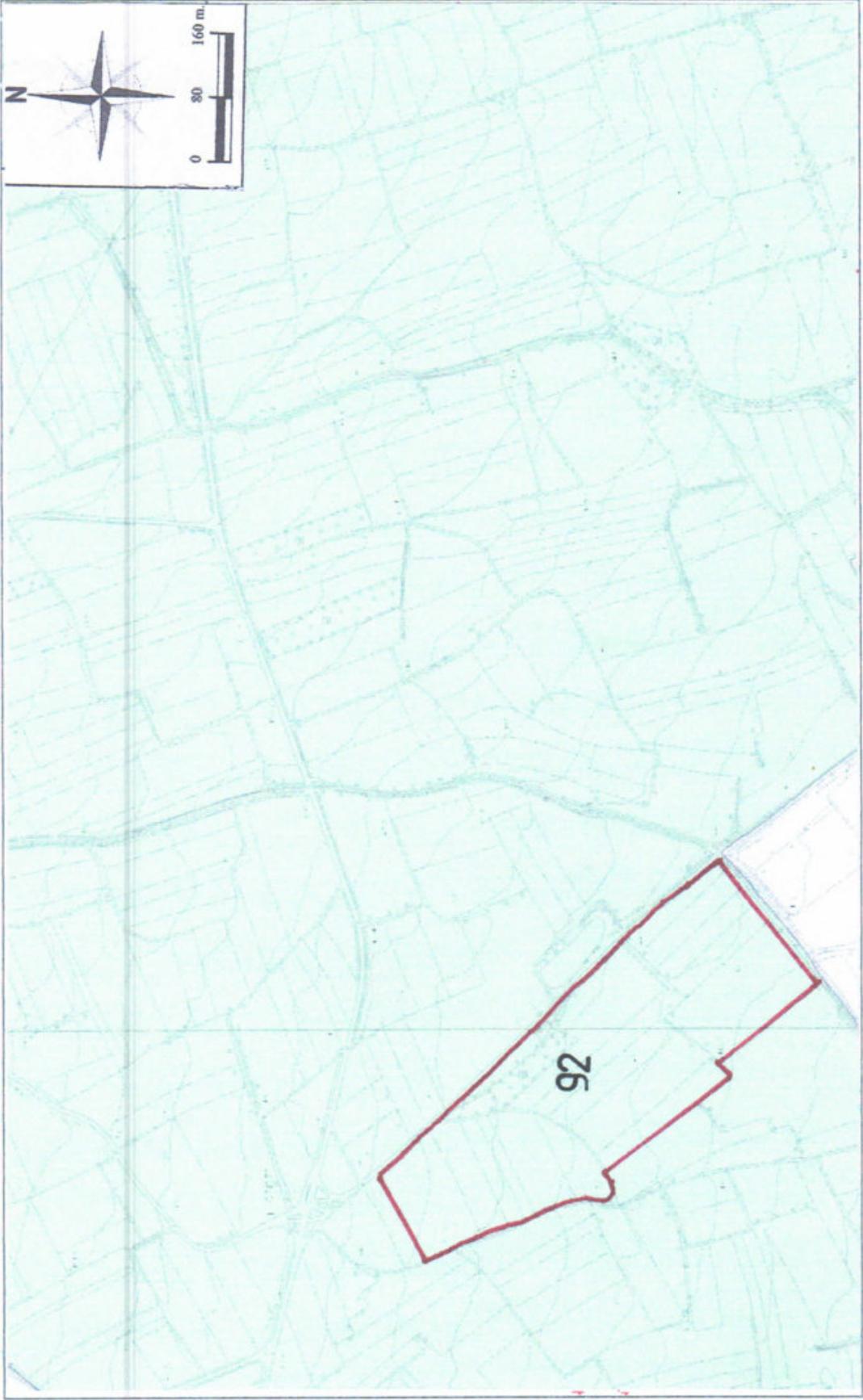
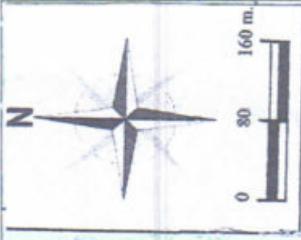
Torbe (PT)

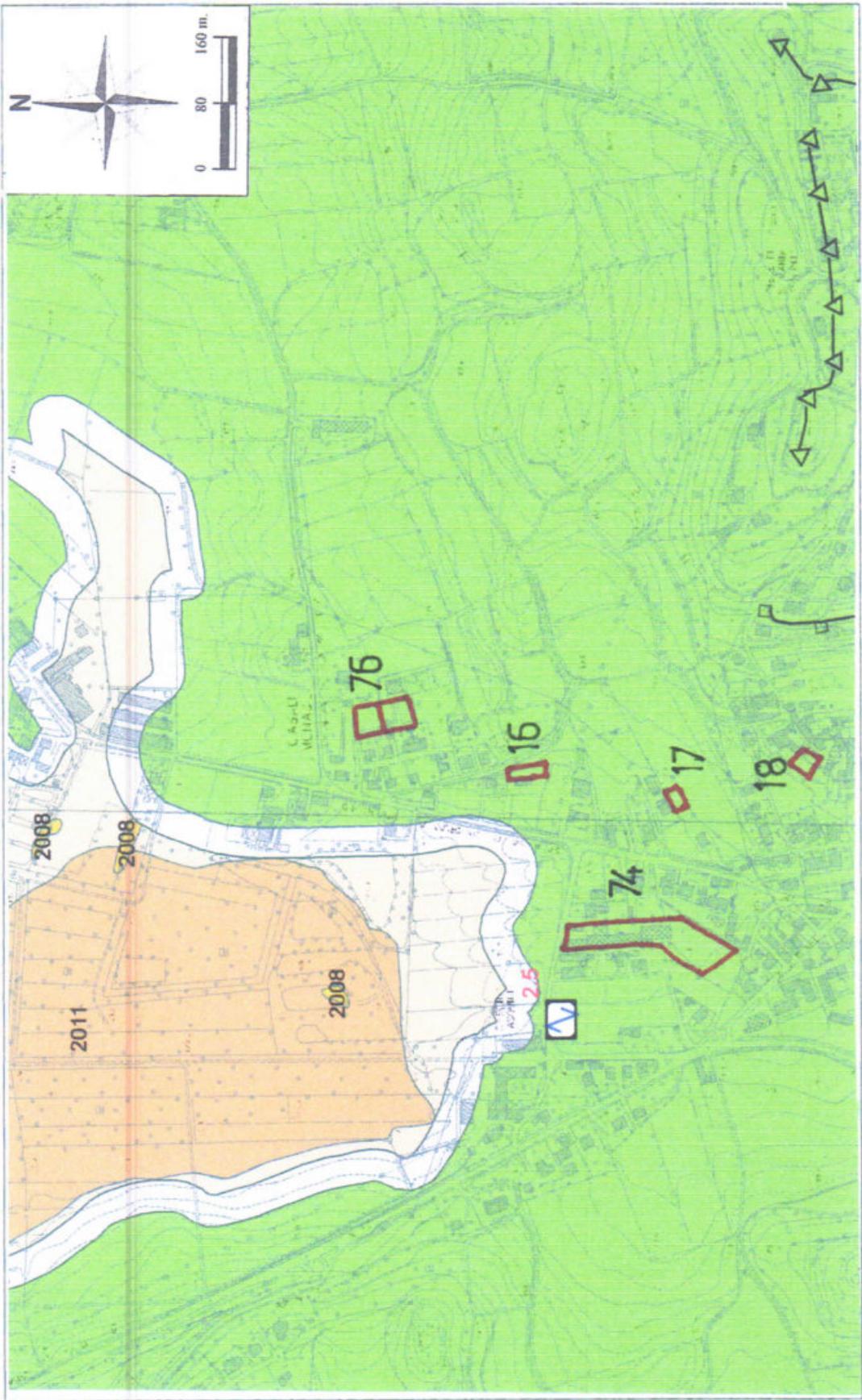
Coltre eluvio colluviale costituita da limi sabbiosi talora parzialmente ghiaiosi, scarsamente addensati (EC)

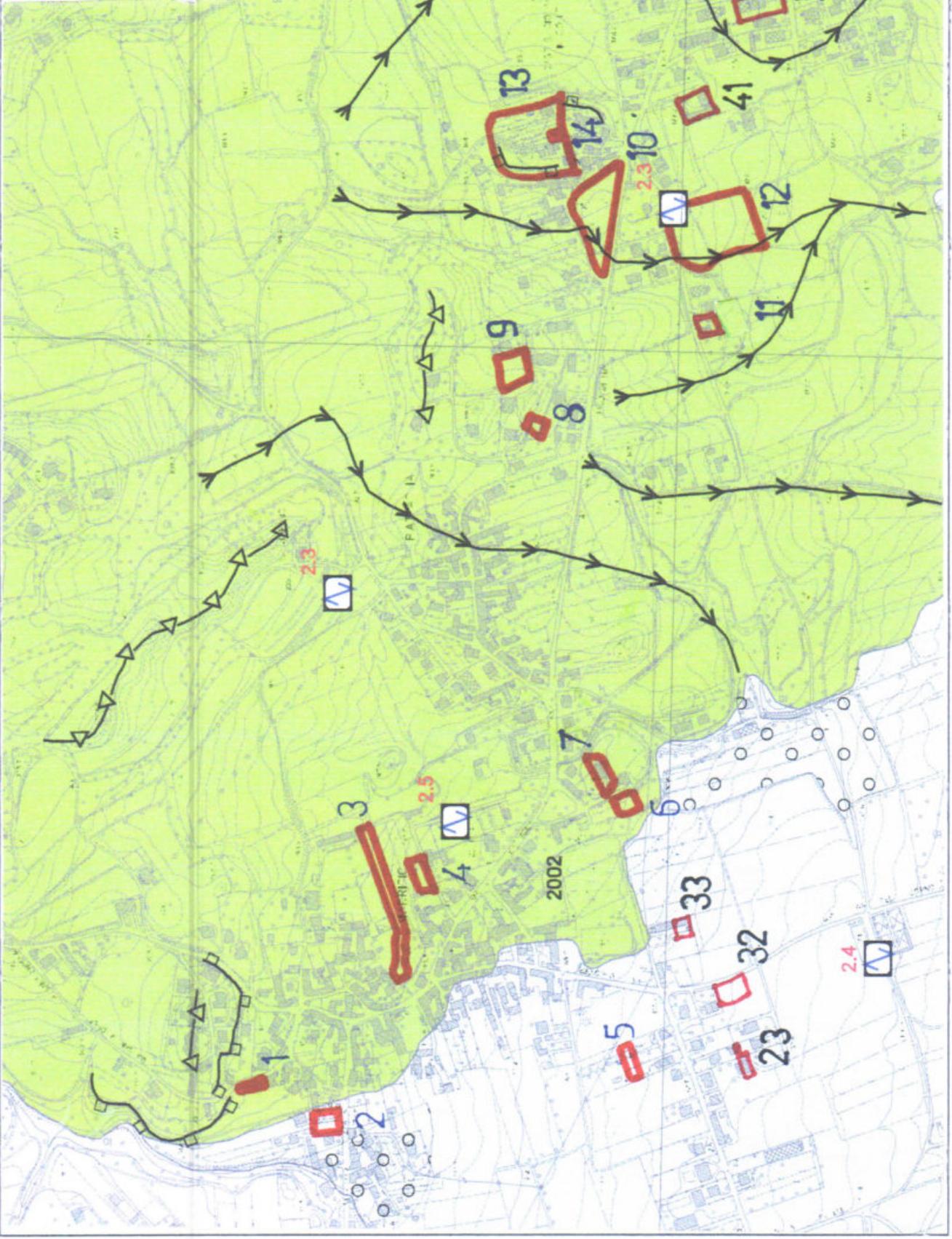
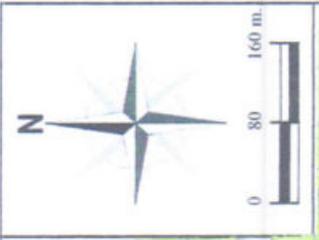
**Substrato geologico**

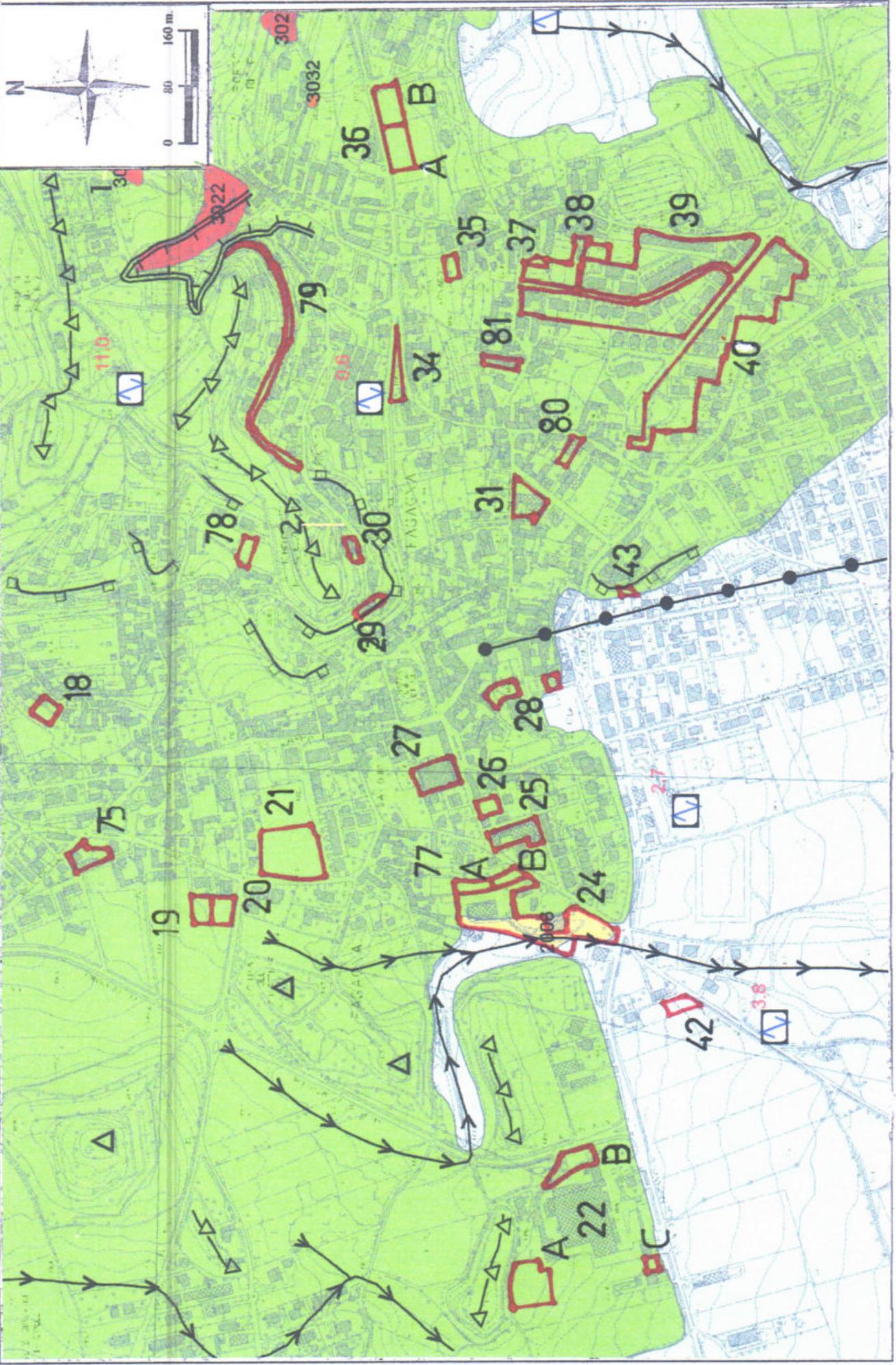
Conglomerati costituiti da ghiaie grossolane in matrice sabbioso-pellica, con intercalazioni di livelli silteso-pellici, a grado di cementazione elevato, con stratificazione da orizzontale ad inclinata (GRS)

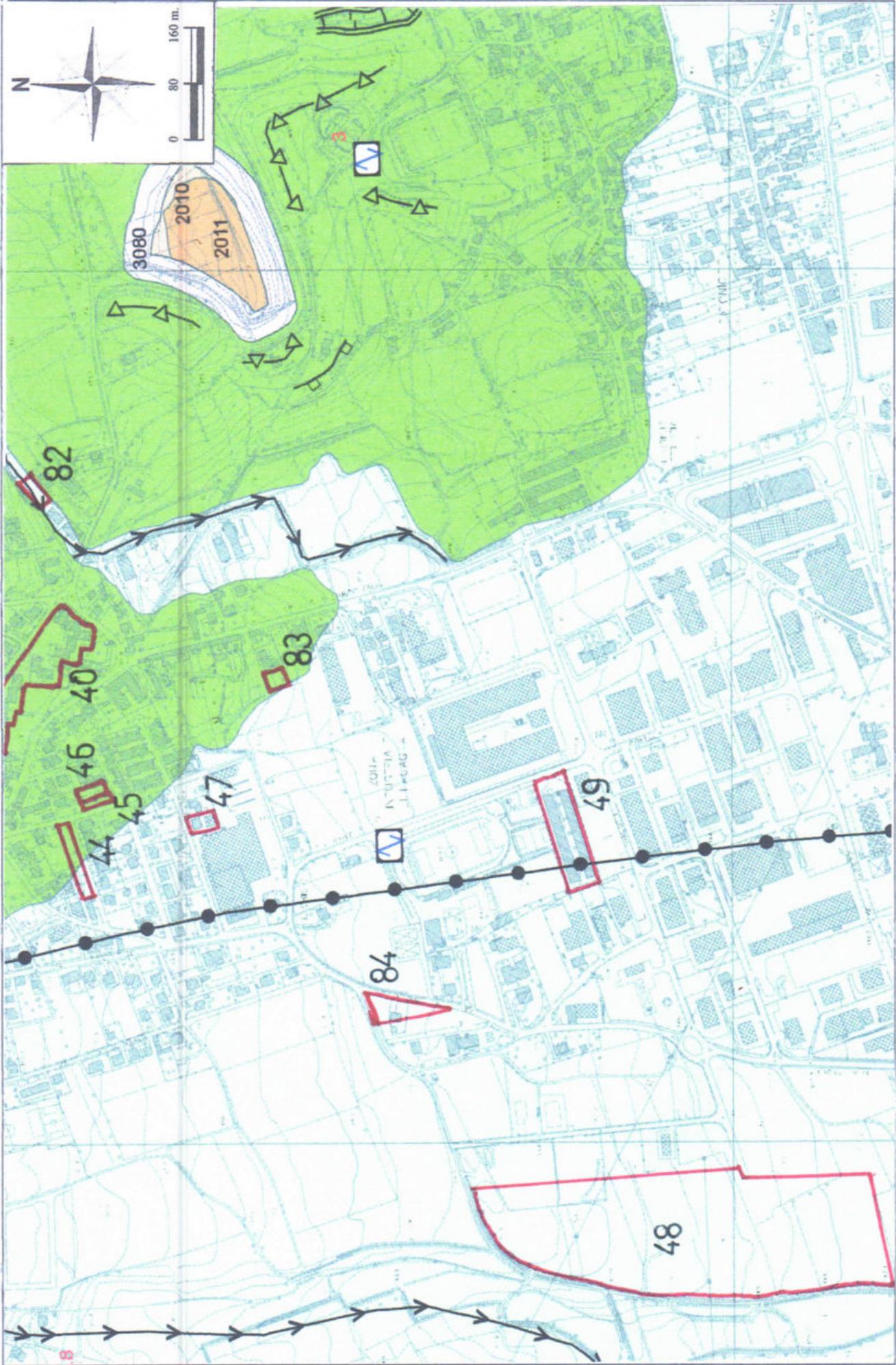












82

44 45 46 40

83

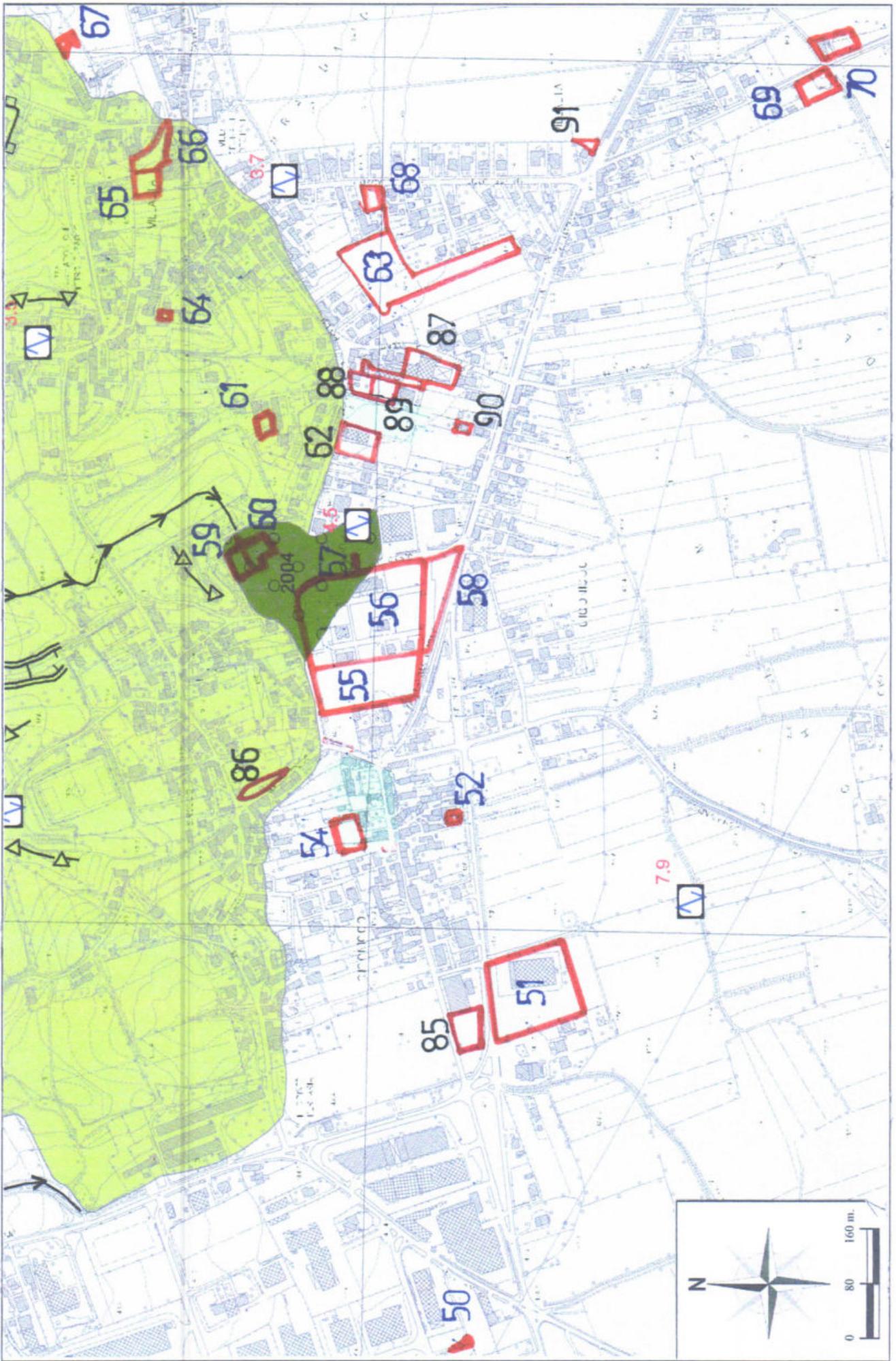
47

49

84

48

8



**REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA**

**PROVINCIA DI UDINE**

**COMUNE DI FAGAGNA**

## **ALLEGATO**

**INDAGINI E ANALISI GEOFISICHE RELATIVE ALLA  
REALIZZAZIONE DI UNA VARIANTE AL P.R.G.C.**

COMMITTENTE : Dott. Geol. Ziraldo Gianluigi

DATA : Luglio 2017

IL TECNICO : dott. geologo MARINI MAURO  
Via Della Bona, 18  
34170 Gorizia  
tel. 3295680110



*Mauro Marini*

**ALLEGATO 12**

## PREMESSA

Su incarico del Dott. Geol. Ziraldo Gianluigi è stata redatta la seguente indagine geofisica, allo scopo di verificare l'andamento stratigrafico ed i relativi parametri geofisici – geotecnici definiti da indagini geofisiche a corredo della relazione geologica realizzata dal Dott. Geol. Ziraldo Gianluigi inerente i lavori di realizzazione della Variante al P.R.G.C. di Fagagna.

## INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE TECNICA HVSR

La finalità di questa indagine è la caratterizzazione sismica del sottosuolo con l'individuazione delle discontinuità sismiche ed in particolare la profondità del substrato rigido o dell'eventuale basamento roccioso compatto. La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito, inoltre con questo tipo d'indagine viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio e lo spessore dei singoli strati, in modo tale da definire il parametro  $V_{S30}$  come definito dalle NTC 14/01/2008. L'indagine geofisica descritta si avvale della metodologia basata sulla tecnica essenzialmente sviluppata da Nakamura e sul rapporto spettrale H/V (tecnica dei rapporti spettrali o HVSR "Horizontal to Vertical Spectral Ratio"). La metodologia d'indagine consiste nel rilevare il rumore sismico ambientale, presente sulla superficie terrestre, generato da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento), dall'attività antropica e dall'attività dinamica terrestre (microtremori, onde sismiche remote). Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti. Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un dispositivo costituito da tre velocimetri elettrodinamici disposti su tre assi ortogonali con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 250 Hz, con frequenza propria pari a 4.37 Hz. I dati registrati vengono memorizzati su supporto informatico. I campioni vengono successivamente elaborati per ottenere gli spettri di velocità in funzione della frequenza. L'analisi eseguita con un software dedicato consente di definire la velocità media delle onde di taglio  $V_S$ . Il codice di calcolo consente di interpretare i rapporti spettrali HVSR basati sulla simulazione del campo d'onde (P, S, Rayleigh e Love) in sistemi multistrato con disposizione piana parallela. Per il raggiungimento di un risultato affidabile è necessario introdurre dei vincoli relativi ai sismostrati quali profondità e velocità definiti da altre indagini (sondaggi, prove penetrometriche, microsismica attiva). Nell'elaborazione si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata con un eventuale filtraggio per limitare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione. Per ciascuna delle finestre valide, con relativo tapering e/o lisciamento, viene valutato lo spettro di Fourier. Per ogni finestra temporale sono registrate due componenti orizzontali ortogonali (che definiscono una unica componente risultante azimutale) e la componente verticale. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia (orizzontale e verticale). Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing. Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la stima deducibile della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di

Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di definire come elaborazione finale il profilo stratigrafico (approssimato) definendo il miglior adattamento del modello alla curva sperimentale, con la relativa definizione di spessori, densità, indice di Poisson, velocità delle onde di taglio. La curva del rapporto spettrale evidenzia, nelle condizioni ottimali, in prossimità dei picchi, il contatto tra copertura e substrato rigido o la presenza di eventuali discontinuità sismiche. La stratigrafia del sottosuolo può essere definita con buon dettaglio per profondità comprese tra 0.5 e 100 m di profondità. L'analisi consente di definire un altro parametro utile nella progettazione strutturale dell'edificio quale la frequenza caratteristica di risonanza del sito. Tale valore evidenzia la condizione di vibrazione del terreno in risonanza con la struttura edificata che produce una amplificazione dell'effetto sismico. La prova è stata realizzata in prossimità dei sondaggi sismici a rifrazione, MASW ed antenna sismica al fine di ottenere dei vincoli nell'interpretazione (spessori e velocità  $V_s$ ).

### **INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE SISMICA A RIFRAZIONE**

La metodologia a rifrazione permette la ricostruzione lineare delle geometrie e degli spessori dei depositi di copertura, la profondità del substrato (entro i limiti di penetrazione del metodo), la verifica di eventuali discontinuità laterali nonché di determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali attraverso la determinazione dei moduli elastici dinamici.

Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Data una sorgente di onde elastiche disponendo una serie di ricevitori lungo la superficie libera del suolo e generando onde elastiche da una sorgente puntiforme le onde dirette e rifratte giungeranno per prima ai punti di ricezione (geofoni).

L'intersezione delle rette con l'asse dei tempi e la pendenza (inverso della velocità) di ciascuna retta consente di definire le caratteristiche della profondità degli strati.

La velocità delle onde P misurate per terreni perfettamente saturi ( $S_r = 100\%$ ) dipende talora in maniera decisiva dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale e perciò tale valore può rappresentare una approssimazione delle proprietà meccaniche del materiale in questione. Le velocità delle onde S e delle onde di superficie, sono caratteristiche delle vibrazioni trasmesse prevalentemente dal solo scheletro solido e consentono una migliore valutazione delle proprietà meccaniche del terreno. Per terreni ubicati al di sotto del livello freatico le uniche onde in grado di fornire informazioni precise sulla rigidità del terreno sono quelle di taglio e subordinatamente le onde di superficie. Generalmente, in un terreno stratificato orizzontalmente le onde SH non trasmutano (conversione in altri tipi di onde elastiche) a differenza delle onde SV e P. Il fenomeno della trasmutazione avviene in tutte le situazioni in cui esiste una differenza di impedenza - rigidità sismica e dall'angolo di incidenza. L'attenuazione che le onde di compressione dipende dalla porosità, dal grado di saturazione, dalla viscosità del mezzo.

L'analisi dei dati è stata effettuata con il metodo dei tempi intercetti con una configurazione lineare congiunta (diretta e inversa) dello stendi mento di geofoni. La scelta di uno studio congiunto con varie metodologie geofisiche (in questa indagine con le tecniche HVSR) o con indagini dirette o indirette di tipo geotecnico ha come fine la definizione di una interpretazione sismica del sottosuolo corretta, corrispondente ad un modello convergente per tutti i metodi di indagine.

### **INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE MASW**

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata una serie di acquisizioni MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva, Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della  $V_s$  (velocità di propagazione delle onde di taglio). Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per

le costruzioni del DM 14 gennaio 2008.

Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio ( $V_S$ ).

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della  $V_{S30}$  (il valore medio della  $V_S$  nei primi 30 m di profondità, inerente gli intervalli di velocità e gli spessori corrispondenti).

Le caratteristiche delle onde, quando uno dei due mezzi semi-infiniti sono separati da un'interfaccia, per esempio quello superiore costituito da aria, si può assumere che non esistano onde trasmesse e in generale esistono solo onde riflesse. È dimostrabile che in un semispazio omogeneo, oltre alle onde P e S già trovate in un mezzo infinito, esiste un nuovo tipo di onda denominata onda di Rayleigh.

L'onda di Rayleigh è il risultato della combinazione di onde P e S in modo che siano soddisfatte le seguenti due condizioni:

1. il moto associato all'onda di Rayleigh si attenua rapidamente con la profondità.
2. lo stato tensionale è nullo sulla superficie libera del semispazio solido.

La velocità con cui si propaga l'onda di Rayleigh sulla superficie libera di un semispazio omogeneo è leggermente inferiore alla velocità  $V_S$  delle onde di taglio S (tra  $0,862 \cdot V_S$  e  $0,955 \cdot V_S$ ) e dipende dal coefficiente di Poisson  $\mu$  (Achenbach, 1999):  $V_R = V_S[(0,862 + 1,14\mu)/(1 + \mu)]$ .

In un semispazio omogeneo la velocità di fase dell'onda di Rayleigh non dipende dalla frequenza o dal numero d'onda  $k$ , quindi si dice che non è dispersiva.

Le componenti orizzontale e verticale sono sfasate di  $90^\circ$ , quindi durante il moto le particelle descrivono un'ellisse. L'asse maggiore dell'ellisse è parallela alla superficie libera orizzontale fino alla profondità di circa  $0,2\lambda$  ( $\lambda$  è la lunghezza d'onda), dove lo spostamento orizzontale cambia segno e quindi gli assi e il senso di percorrenza dell'ellisse si invertono. L'ampiezza degli spostamenti decresce rapidamente con la profondità, così che l'onda di Rayleigh è confinata nella parte superficiale del semispazio, in una striscia di spessore pari a circa  $1,5 \lambda$ .

Nelle analisi sono state prodotte onde di Love con analisi delle loro dispersione.

Le onde di Love sono presenti in un semispazio stratificato. Le onde di Love sono polarizzate orizzontalmente, cioè il moto delle particelle appartiene al piano orizzontale e come le onde di Rayleigh sono onde superficiali, perché si propagano in prossimità della superficie libera del semispazio stratificato. Si può dimostrare che le onde di Love sono il risultato di un'interferenza costruttiva delle onde di taglio SH all'interno di uno o più strati e che quindi non possono esistere in un semispazio omogeneo non stratificato (Aki and Richards, 1980, Pujol, 2002).

Le onde di Love sono dispersive, cioè la loro velocità di propagazione dipende dalla frequenza.

Nei materiali stratificati la velocità delle onde di Love nei livelli sottili è prossima alle  $V_S$  per  $h/\lambda \ll 1$  (con  $h$  lo spessore dello strato e  $\lambda$  la lunghezza d'onda) mentre negli strati potenti  $h/\lambda \gg 1$ , le onde di Love tendono alla velocità delle onde di Rayleigh ( $V_R$ ). Le onde di Love possono accelerare o decelerare in funzione differenza di velocità dello strato rispetto al semispazio confinante. Nelle applicazioni pratiche le onde di Love richiedono un'analisi preliminare tarata sulle caratteristiche dei materiali presenti nei sismostrati.

Secondo la teoria (Teorema di Fourier), i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri

tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione dello spettro di velocità, identificazione delle curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio ( $V_S$ ).

Partendo da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, si può definire la miglior sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale (la curva di dispersione teorica lega velocità e lunghezza d'onda). Nella curva di inversione teorica ed in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno che definiscono i modi (le varie componenti armoniche) delle onde di Rayleigh. Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

La scelta di uno studio congiunto con varie metodologie geofisiche ha come fine la definizione di una interpretazione sismica del sottosuolo maggiormente corretta, corrispondente ad un modello convergente per tutti i metodi di indagine.

### **PARTICOLARITÀ DEL SITO E INDAGINI GEOFISICHE**

Le varie tipologie di indagini geofisiche (MASW e HVSr) presuppongono una stratificazione dei sismostrati a livelli orizzontali (modello 1D per MASW e HVSr) e modelli 2D per la sola sismica a rifrazione. Per l'esecuzione delle prove MASW sono state utilizzate sorgenti sismiche con polarizzazione verticale ed orizzontale. E' stato utilizzato un stendimento con lunghezza pari a 30 m. La scelta di uno studio congiunto con varie metodologie geofisiche ha come fine la definizione di una interpretazione sismica del sottosuolo maggiormente corretta, corrispondente ad un modello convergente per tutti i metodi di indagine.

La particolarità dei depositi esaminati evidenzia una eterogeneità limitata in superficie, l'interpretazione in profondità è maggiormente complessa. In queste condizioni, i dati congiunti dalle prove MASW e HVSr possono definire i modelli delle  $V_{S30}$  (secondo quanto richiesto dalla normativa) con una migliore approssimazione rispetto ad un unico metodo sismico. I dati risultanti dalle interpretazioni HVSr raggiungono una buona affidabilità, in quanto vincolati (Mulargia, Castellano) dai parametri definiti dalla stratigrafia superficiale, dalle prove geotecniche dinamiche leggere e dalle stratigrafie profonde definite nella relazione geologica.

Le elaborazioni sono state eseguite preliminarmente con i software EasyMASW e EasyHVSr (Geostru) e nella fase finale con il software Geopsy (SESAME).

Pur essendo l'amplificazione sismica un fenomeno complesso, che dipende da molte variabili (Anderson, 2007), ci sono almeno due evidenze sperimentali per l'utilizzo della velocità delle onde sismiche di taglio ( $V_S$ ). La  $V_S$  è un indicatore della rigidità  $\mu$  dei terreni secondo la nota formula  $\mu = \rho V_S^2$ , dove  $\rho$  è la densità.

Il fenomeno sismico è però caratterizzato anche da altri tipi di onde sismiche che inducono moti orizzontali sui terreni, quali le onde di superficie (Rayleigh e Love) che hanno peraltro denotano ampiezza e durata praticamente sempre maggiore delle onde S per tutti i terremoti superficiali e locali, ossia per quelli potenzialmente distruttivi e che molto spesso vengono trascurate.

La classificazione sismica semplificata dei suoli di fondazione viene definita dalla  $V_{S30}$ , un parametro semplice che funge da stimatore dell'amplificazione sismica di sito ( $F_a$ ) ed è alla base di molte normative tecniche.

Purtroppo l'analisi statistica sulla sostenibilità di una relazione  $F_a - V_{S30}$ , non evidenzia una elevata correlazione ed esistono ragioni fisiche in grado di spiegare la mancanza di una relazione semplice tra i due parametri.

L'amplificazione sismica è dunque determinata non univocamente dalla rigidità assoluta di un terreno ma anche dal contrasto di impedenza tra unità sismiche.

Se da un lato il parametro  $V_{S30}$  conserva l'informazione sulla rigidità assoluta dei terreni, che è legata al loro smorzamento, dall'altro lato esso annulla l'informazione in merito alla prima causa di amplificazione sismica, ossia la presenza di contrasti di impedenza ( $\rho_1 V_1 / \rho_2 V_2$ ).

Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze (per l'appunto di risonanza) non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un qualsiasi tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque anche senza terremoti ed è il principio alla base della sismica passiva a stazione singola.

### CONCLUSIONI

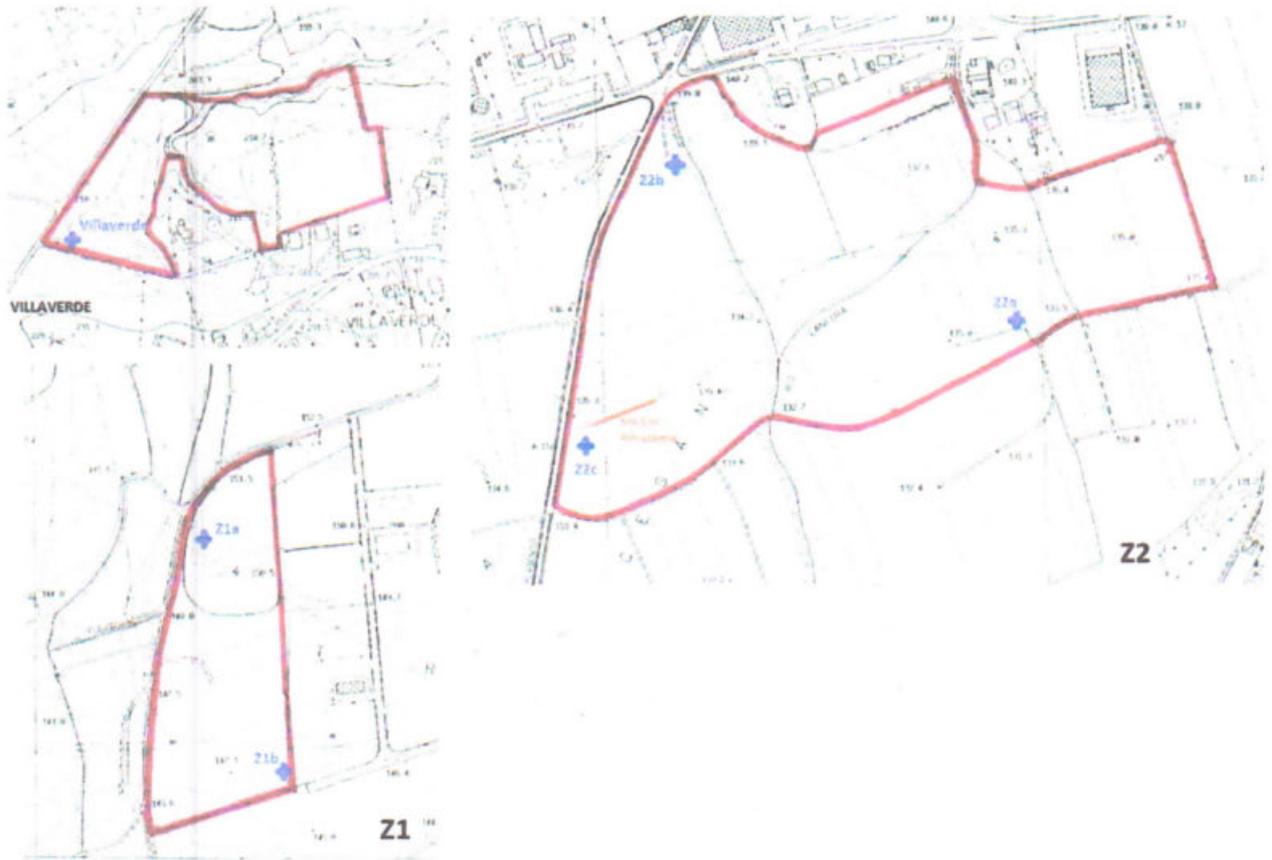
Le analisi hanno evidenziato la profondità del bedrock sismico (primo livello ghiaioso cementato - conglomerato) e l'andamento della velocità di fase. Le prove geofisiche sono state elaborate congiuntamente per ottenere una migliore coerenza dei dati. Un'analisi ulteriore ha considerato le sole prove FKHR migliorando la correlazione tra dati sperimentali e modello (best fit) per gli strati posti a profondità superiore del substrato sismico (valutando la profondità dei contrasti d'impedenza mediante la legge del quarto d'onda). Il sito presenta un limitato disturbo di fondo dovuto al rumore degli impianti industriali; in questo contesto risultano più affidabili le indagini HVSR poste a maggior distanza dalle sorgenti di vibrazioni; le prove in array sismico hanno evidenziato un fitting maggiore mediante l'analisi MSPAC, meno affidabili risultano le prove MASW (per la definizione degli strati più profondi).

SINTESI DEI RISULTATI	Valore	Unità Misura
Profondità bedrock sismico	45 - 49	m
Frequenze proprie terreno $F_0, F_1$	1.25 - 3.5	Hz
$V_{S30}$	619	m/s
Categoria del terreno	B	

IL TECNICO



## Ubicazione delle indagini

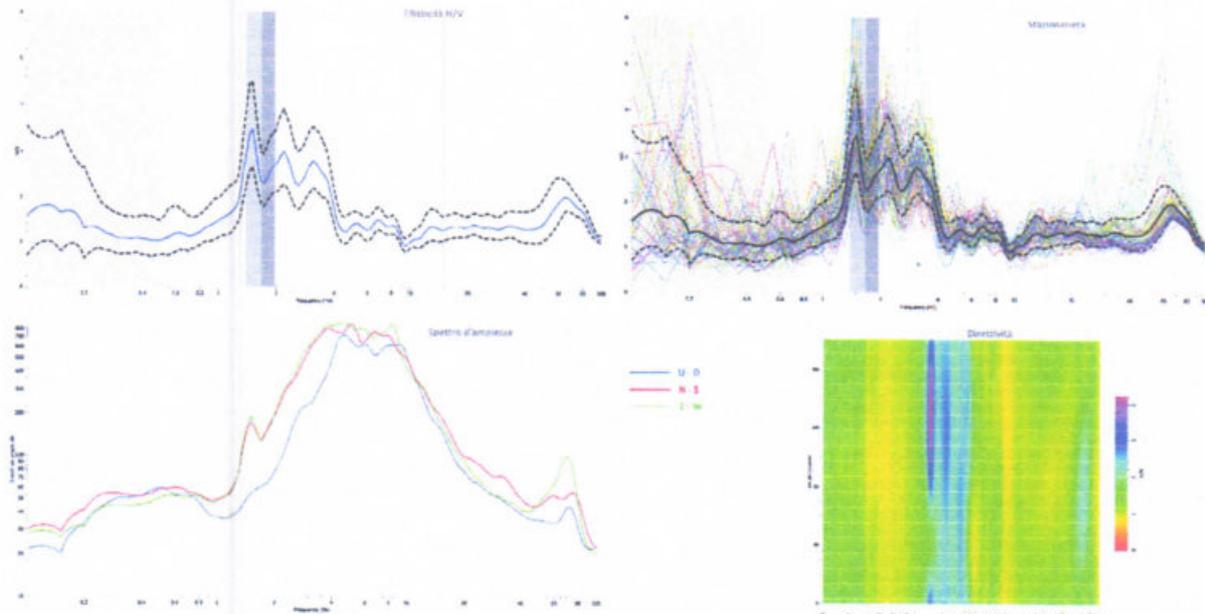


## Tabella di sintesi analisi HVSr

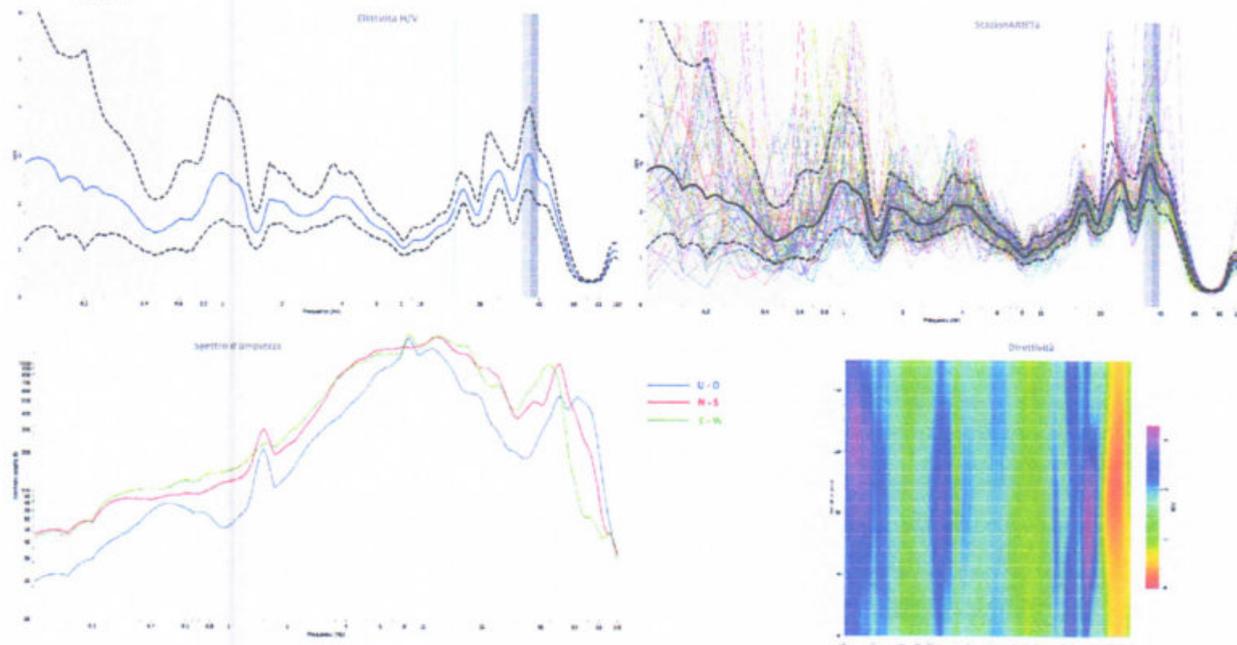
Stazione	F(Hz) / h/v (-)	Fant. (Hz)
Villaverde	1.49/3.5 2.18/3.0 3.12/2.8	1.48
Z1a	0.98/2.7 3.6/2.2	1.50 8.4
Z1b	3.6/2.2	1.51 8.5
Z2a	3.7/2.1	1.48
Z2b	0.85/2.3 3.35/1.7 8.2/2.0 14.2/3.2	---
Z2c	4.2/1.9	> 15

# Analisi HVSR

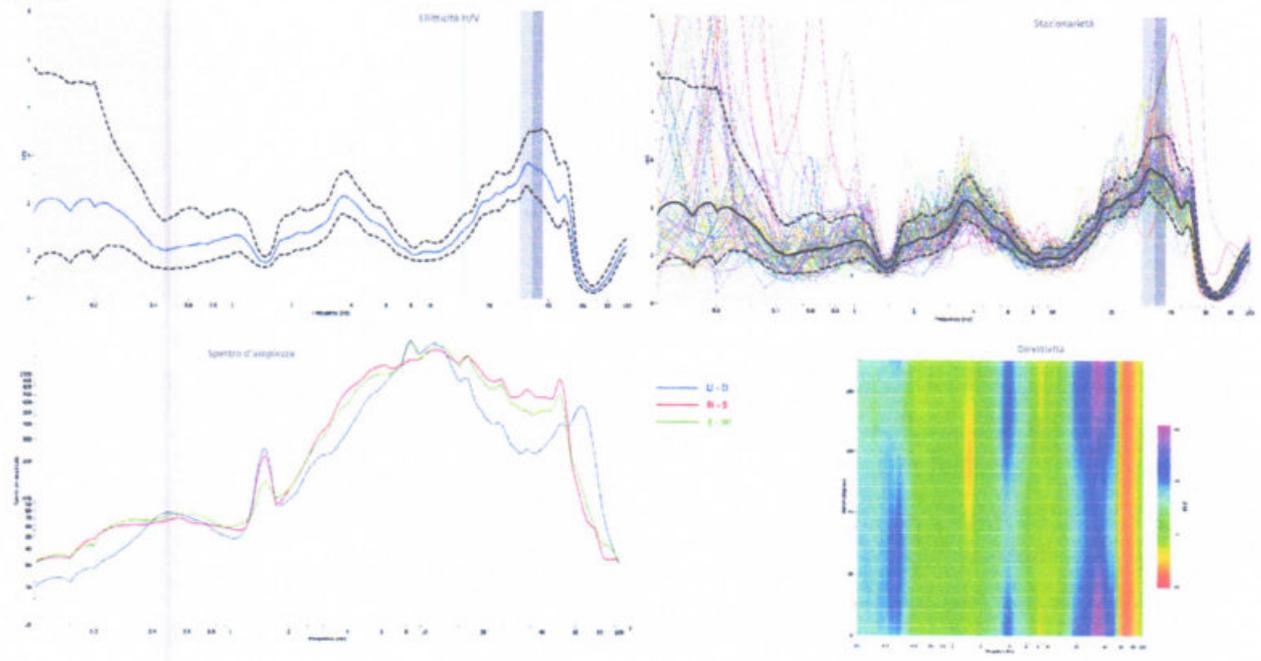
## Villaverde



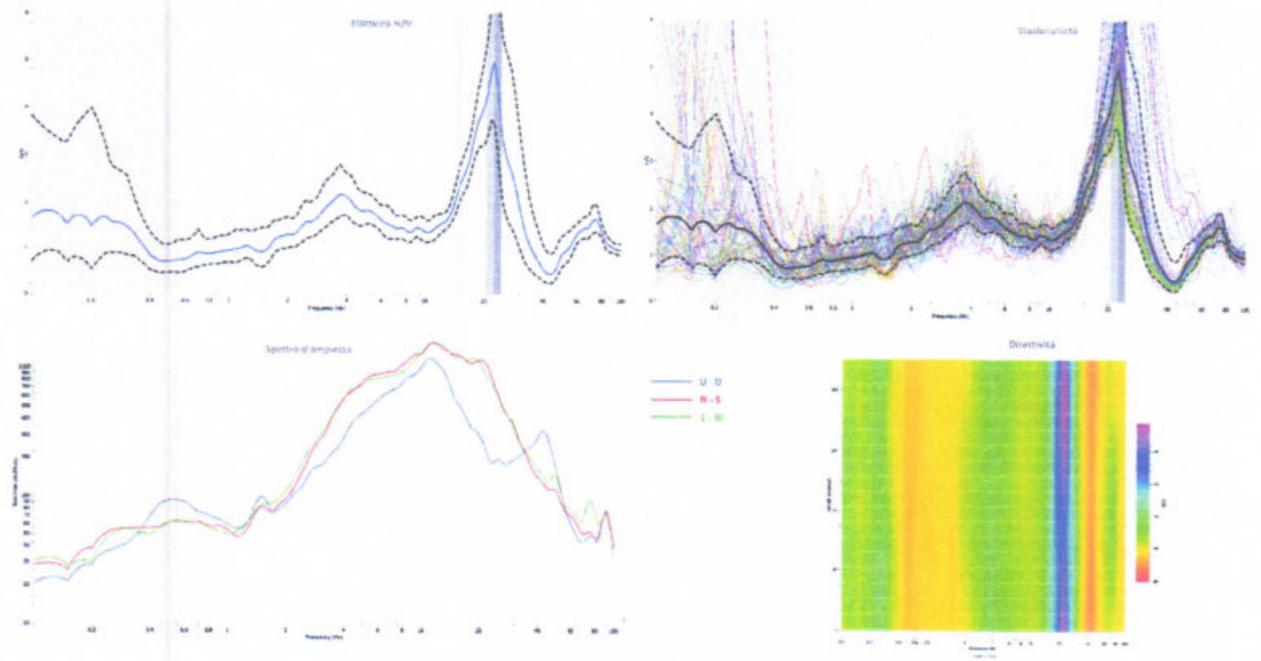
## Zia



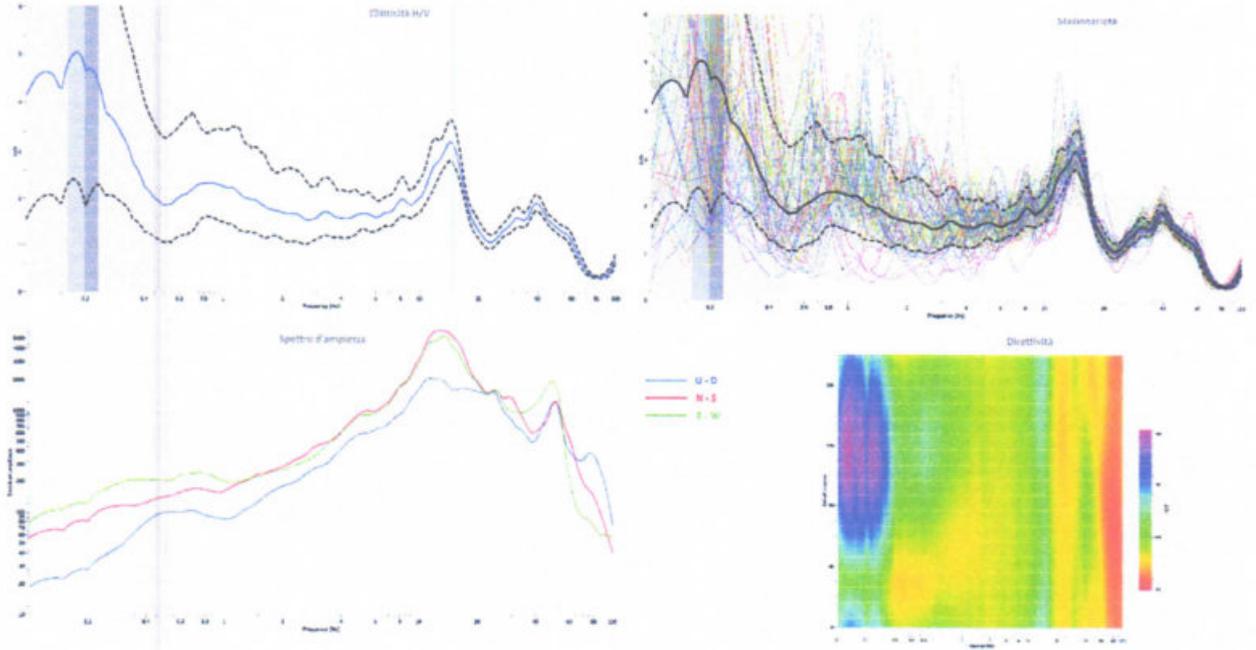
### Z1b



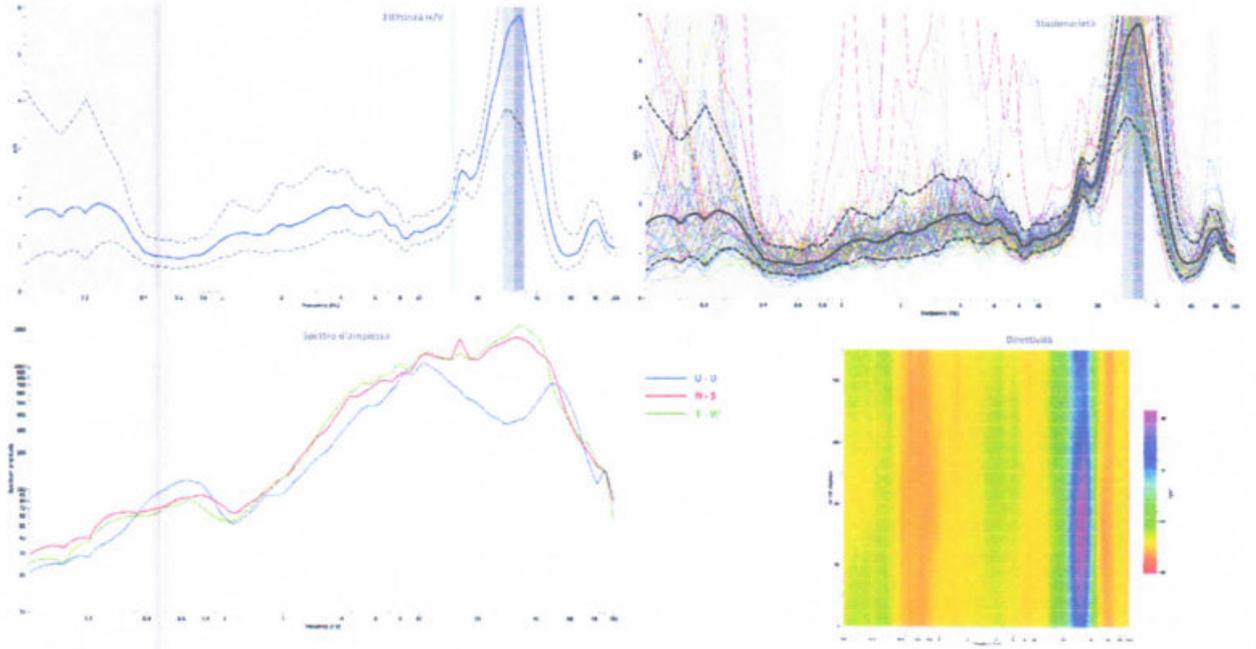
### Z2a



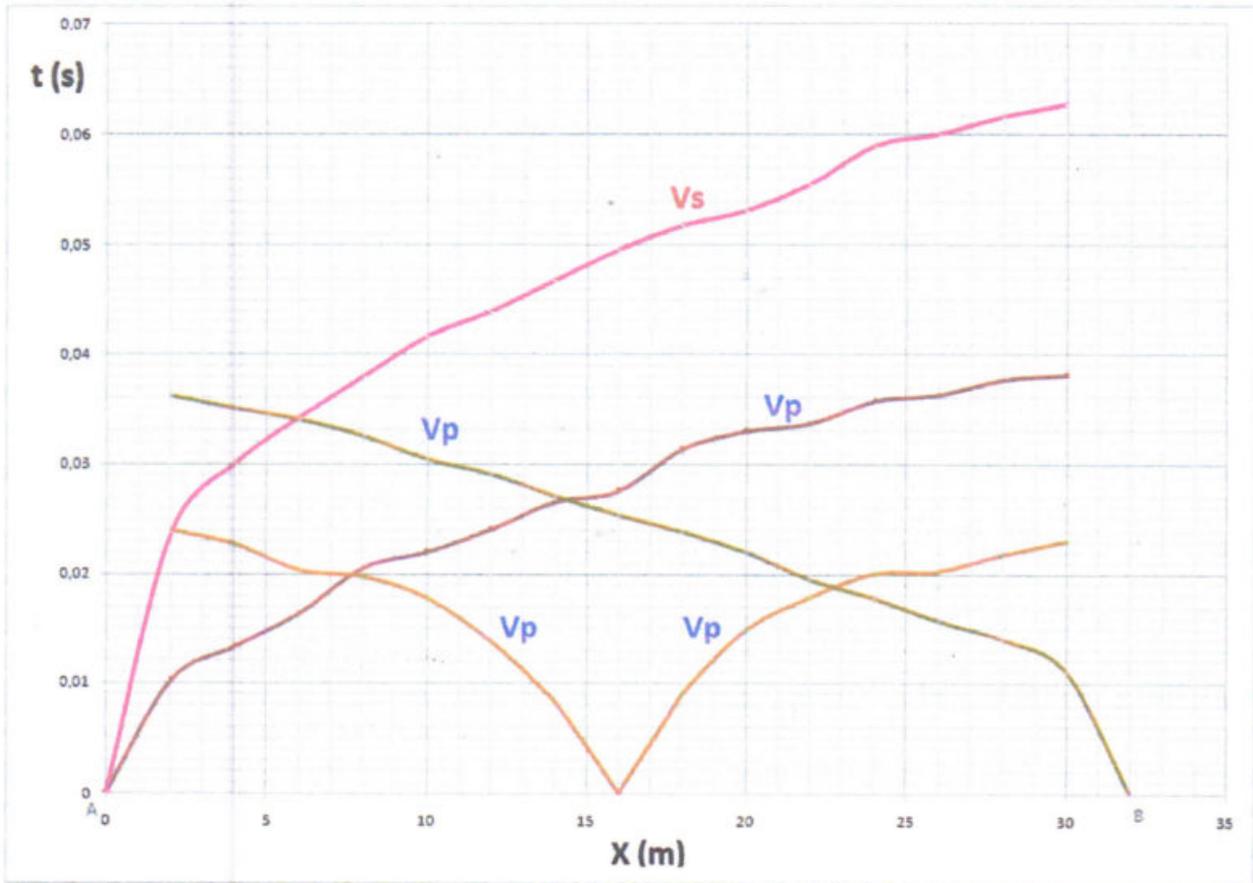
Z2b



Z2c



## Sismica a rifrazione

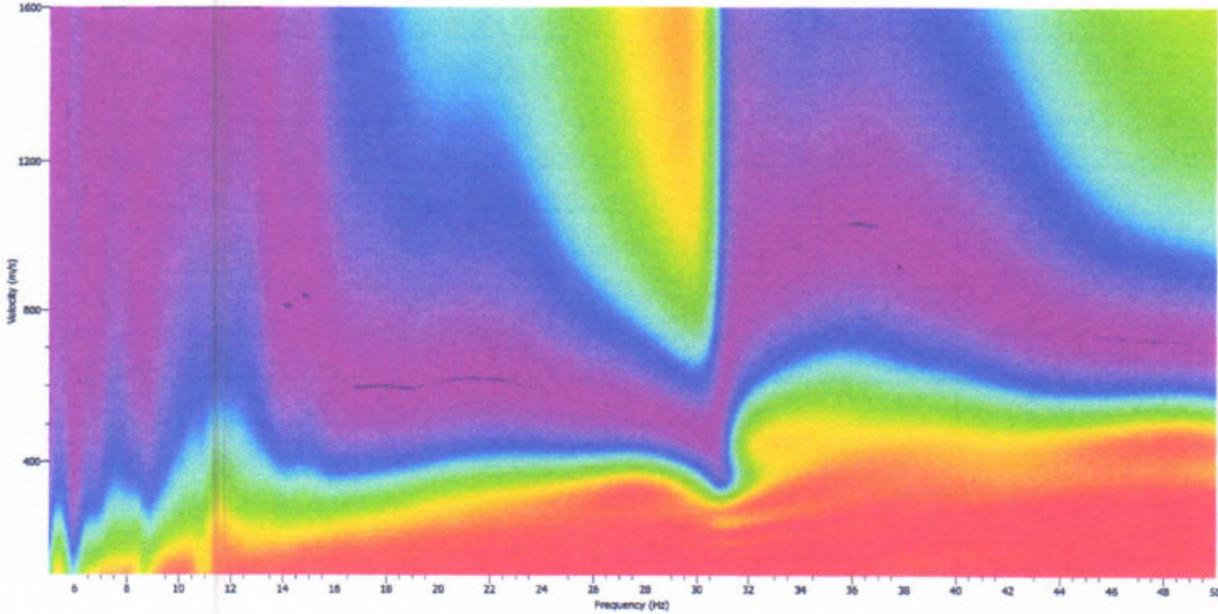


Interpretazione

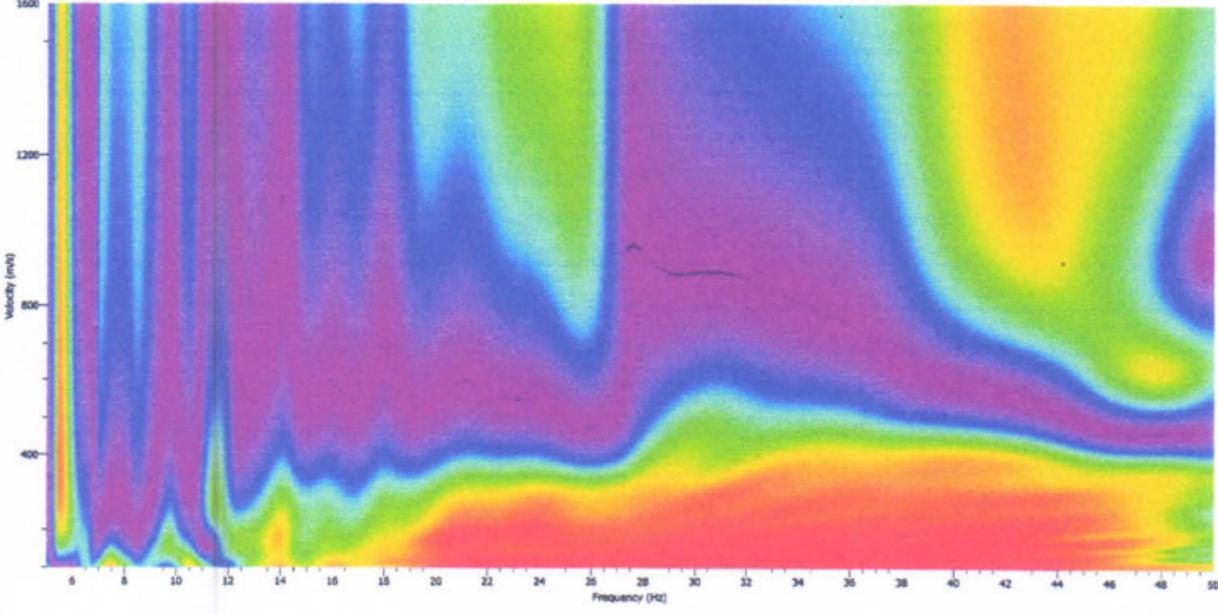
n	H (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	$\nu$ (-)
1	0,8	80	167	0,40
2	6,1	497	745	0,30
3		921	1842	0,39

# Analisi MASW Spettro Velocità di fase – Frequenza

## Polarizzazione Trasversale

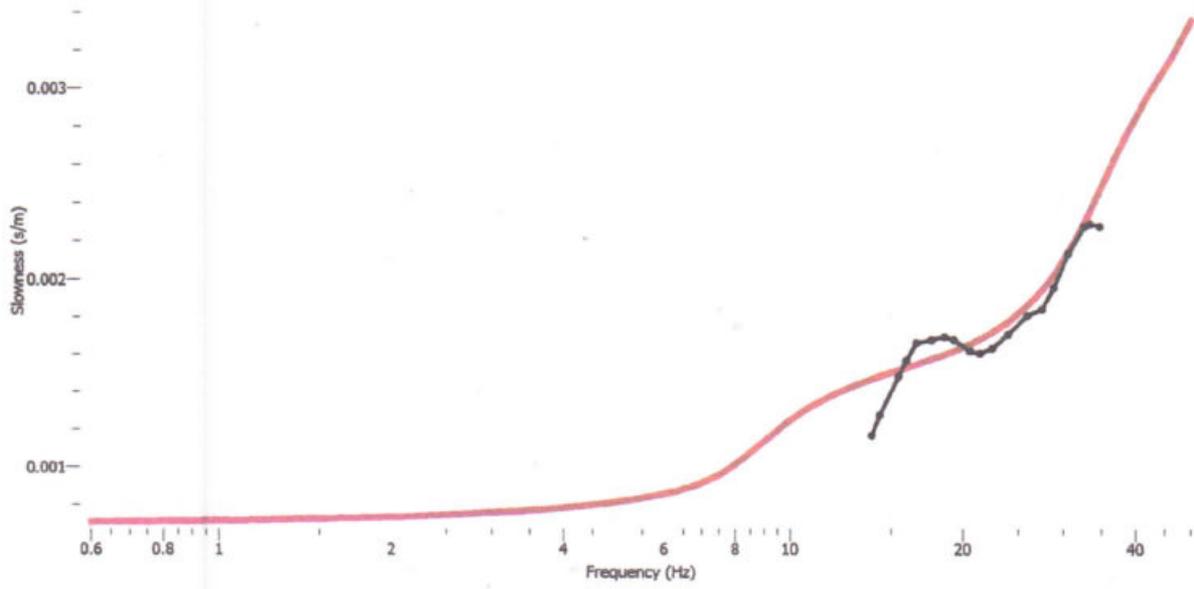


## Polarizzazione Radiale

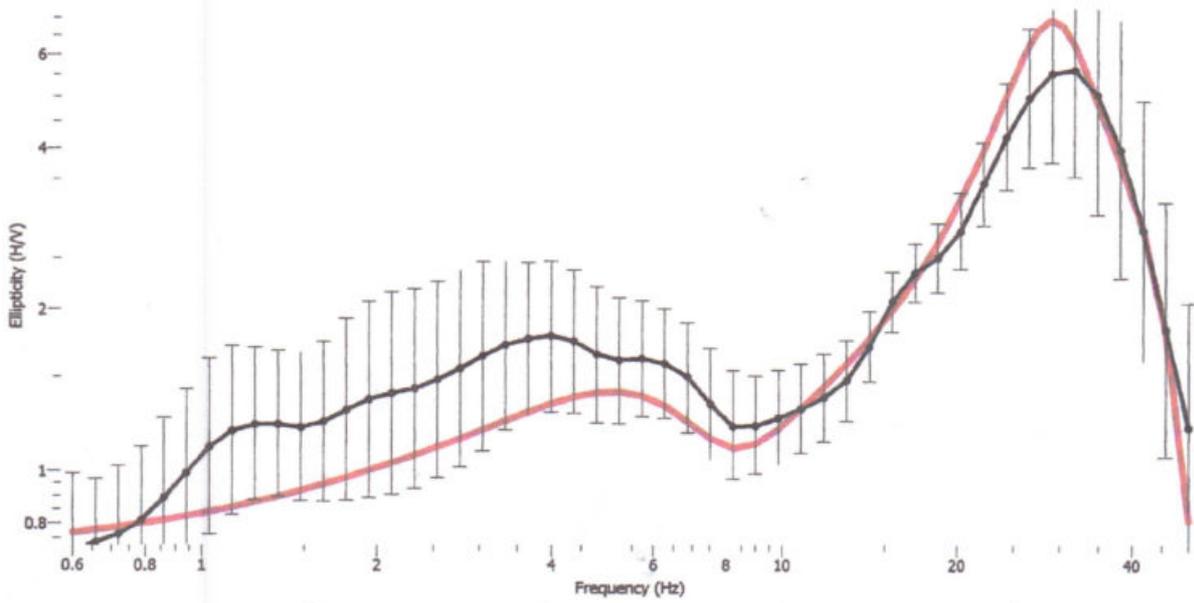


# Analisi congiunta MASW – HVSR sito Z2c

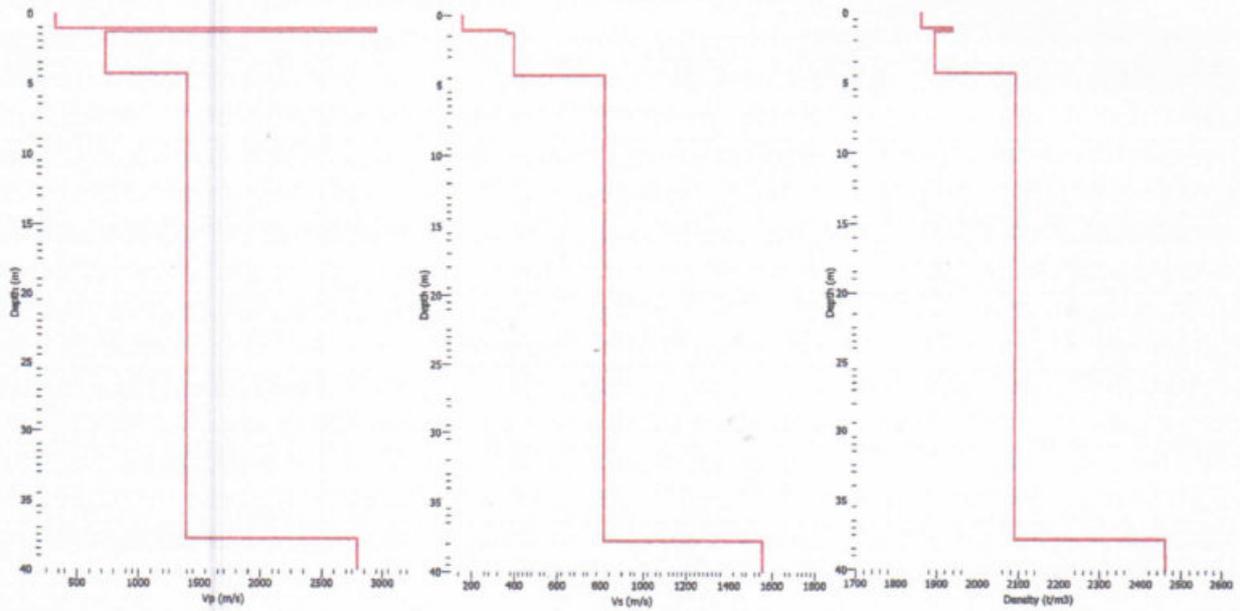
## Curva di dispersione – analisi MASW



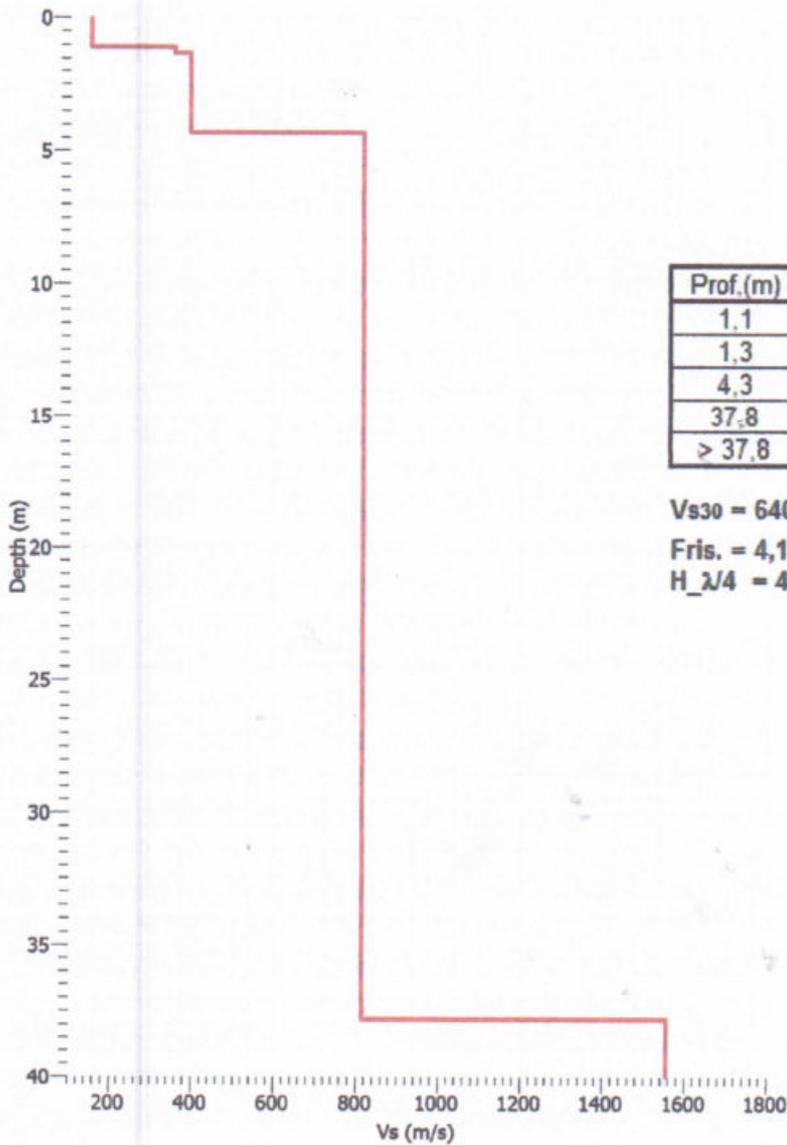
## Ellitticità H/V



### Andamento Vp – Vs – Densità / Profondità



### Dettaglio profilo Vs / Profondità



Prof.(m)	h (m)	Vs (m/s)
1.1	1.1	155
1.3	0.2	355
4.3	3	396
37.8	33.5	812
> 37.8		1555

$V_{s30} = 640 \text{ m/s}$

$F_{ris} = 4,1 \text{ Hz}$

$H_{\lambda/4} = 40,8 \text{ m}$  ( $F = 4,1 \text{ Hz}$ ,  $V_{sm} = 669 \text{ m/s}$ )

**ALLEGATO 13**

***STRALCI CARTOGRAFICI TRATTI DA: "PIANO  
STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO  
DEI BACINI DI INTERESSE REGIONALE" -  
DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE ED  
ENERGIA - SERVIZIO GEOLOGICO - REGIONE  
FRIULI VENEZIA GIULIA - SETTEMBRE 2016***



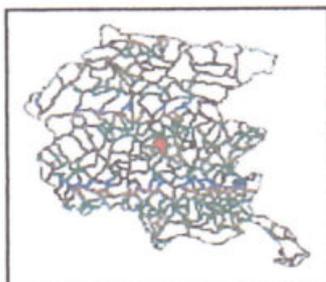
REGIONE AUTONOMA  
FRILLI VENEZIA GIULIA  
DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE ED ENERGIA  
Servizio geologico

## Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di interesse regionale

Comune di Fagagna  
Tavola 01

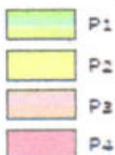
Scala 1:5000

Aggiornamento: settembre 2016

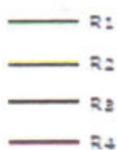


### LEGENDA

#### Classi di pericolosità



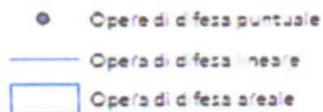
#### Elementi a rischio



#### Codice frana



#### Opere di difesa







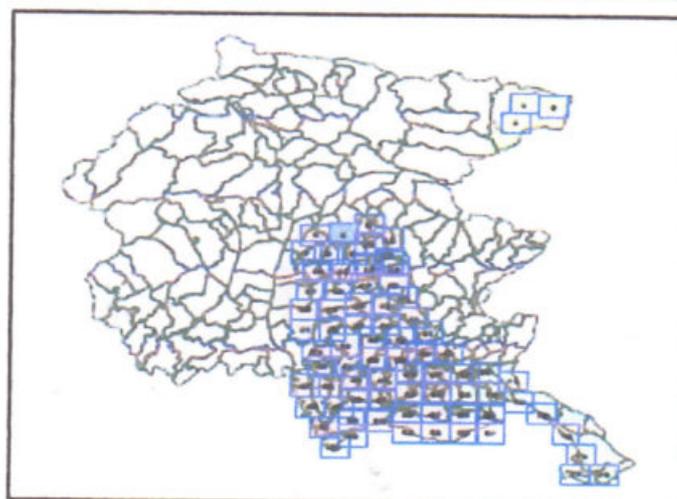
REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA  
DIREZIONE CENTRALE ambiente ed energia  
Servizio Difesa del Suolo

## Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di interesse Regionale

TAVOLE 5-8-9

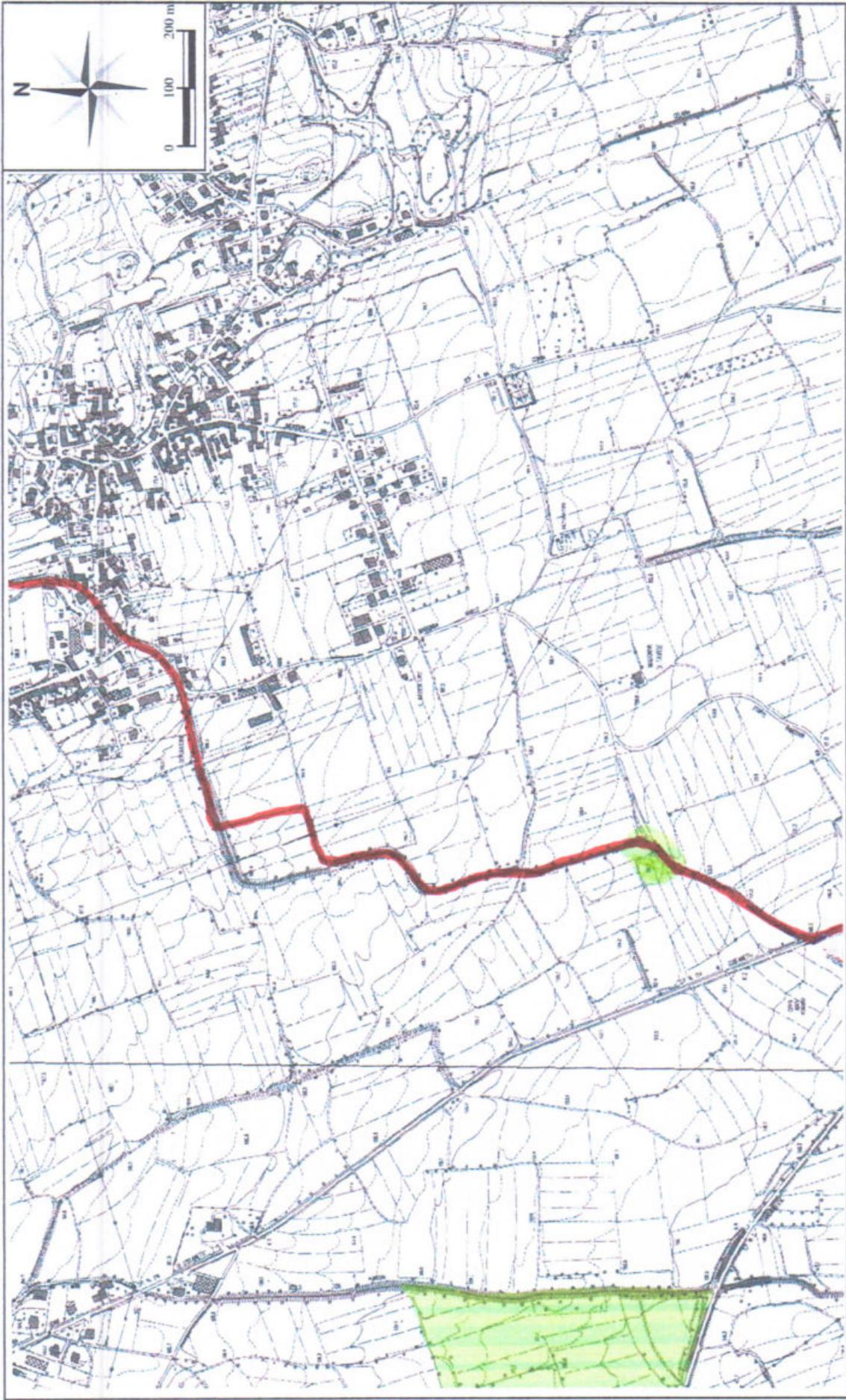
Scala 1:10000

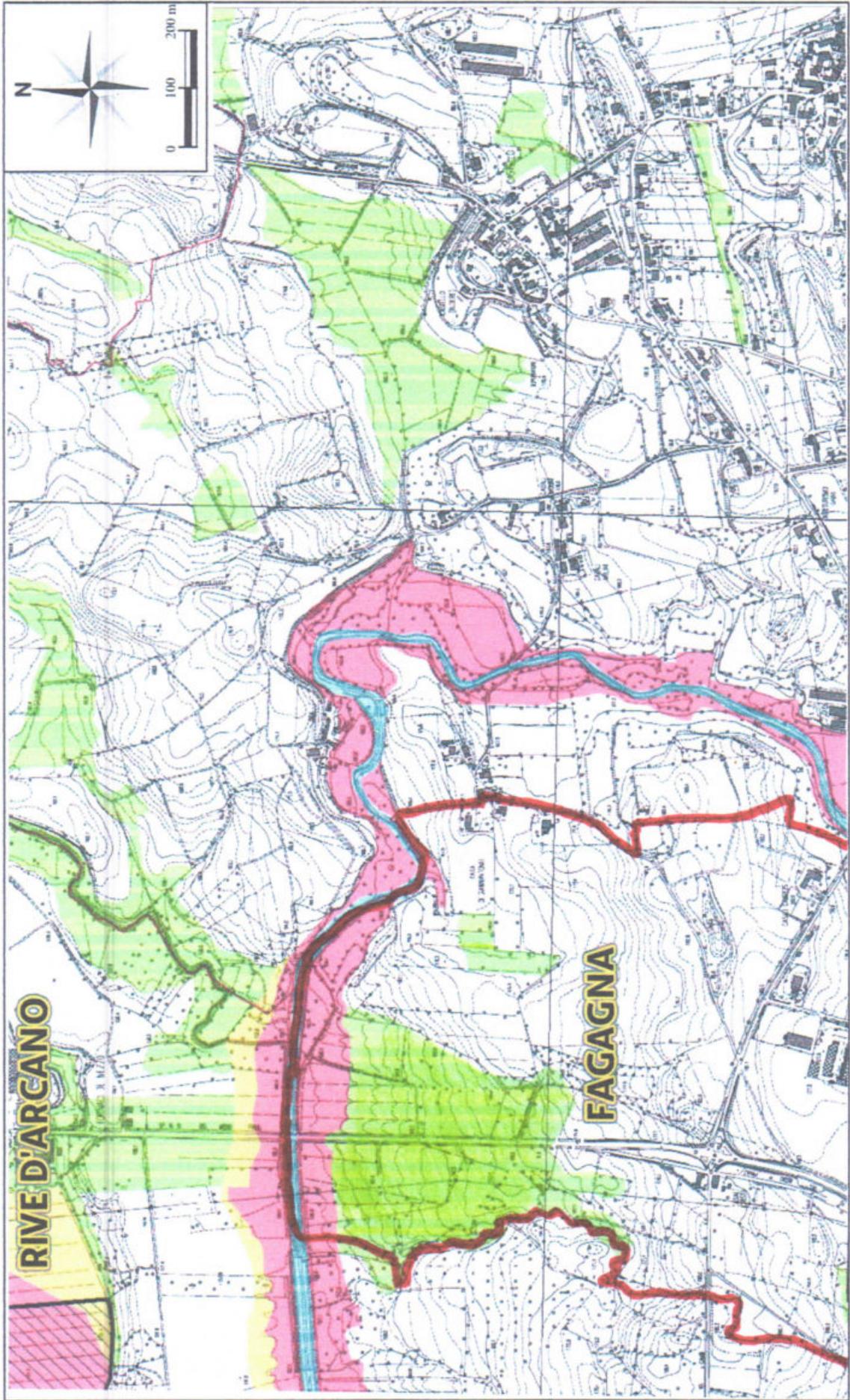
settembre 2016

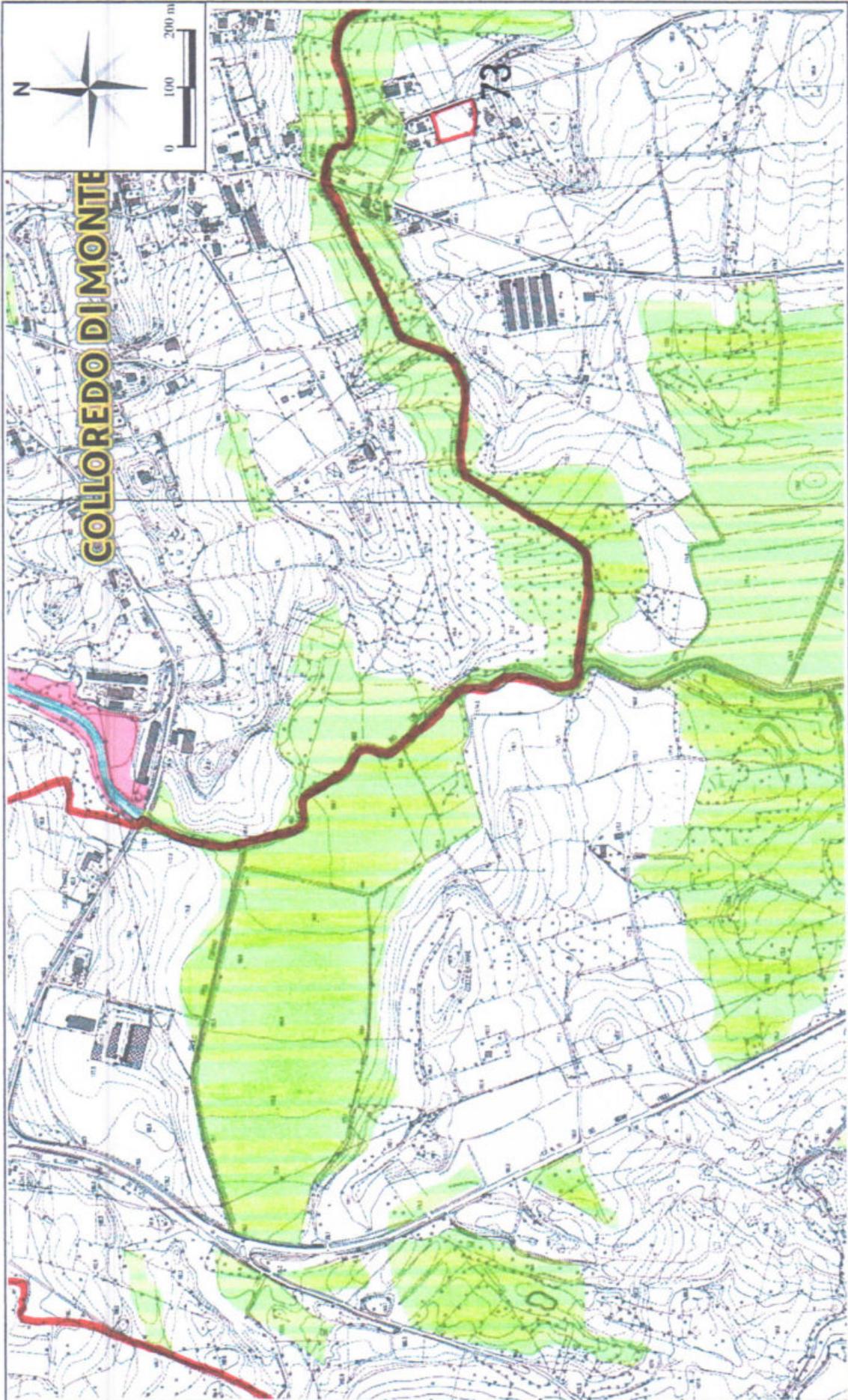


### LEGENDA

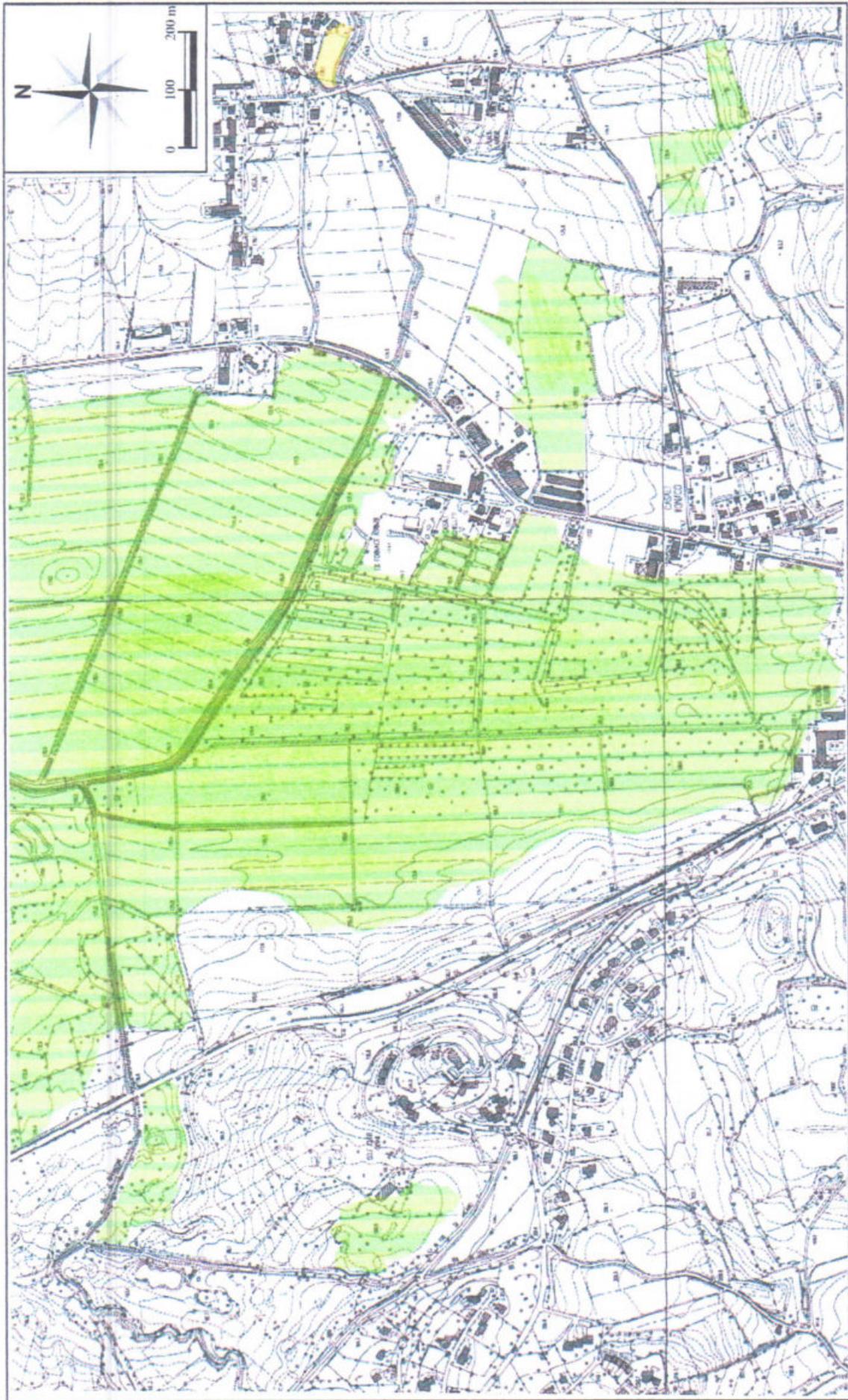
-  F (area fluviale)
-  P1 (pericolosità idraulica bassa)
-  P2 (pericolosità idraulica media)
-  P3 (pericolosità idraulica elevata)
-  Limiti bacini idrografici nazionali
-  Limite comunale
-  Interventi PSSI t. Corno e t. Cormor
-  Zone di attenzione PAI bacini nazionali

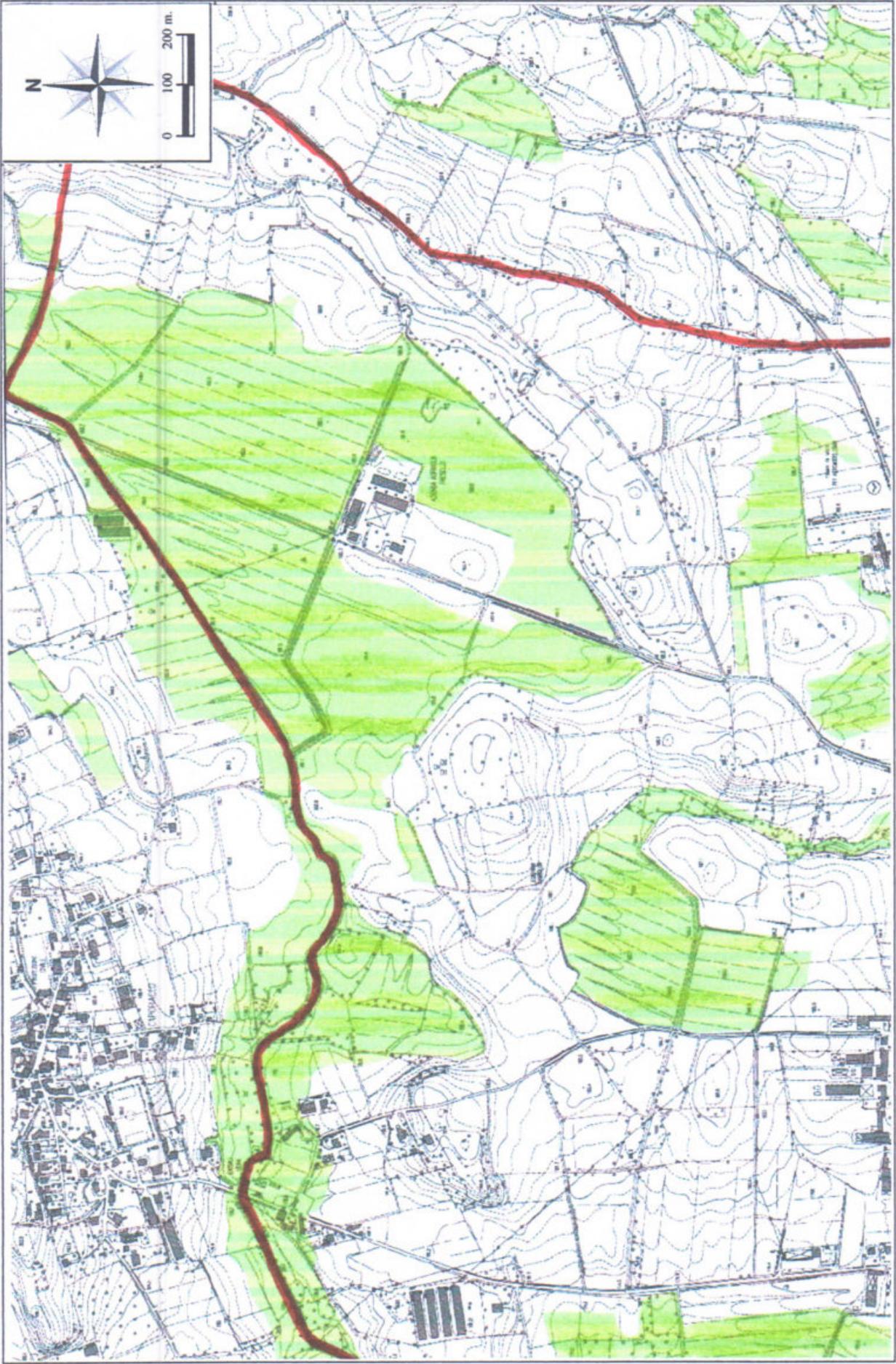




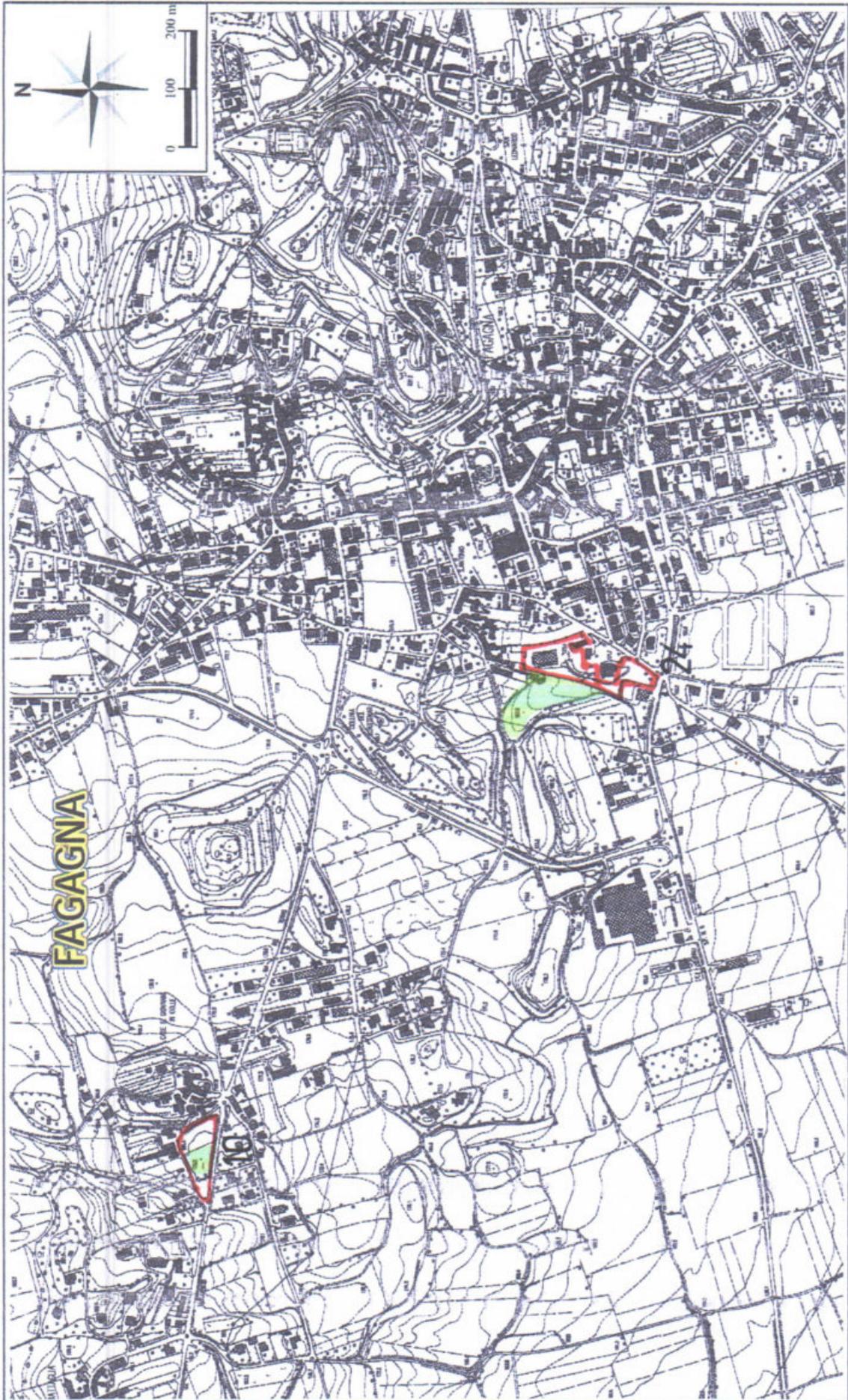


**COLLOREDO DI MONTE**

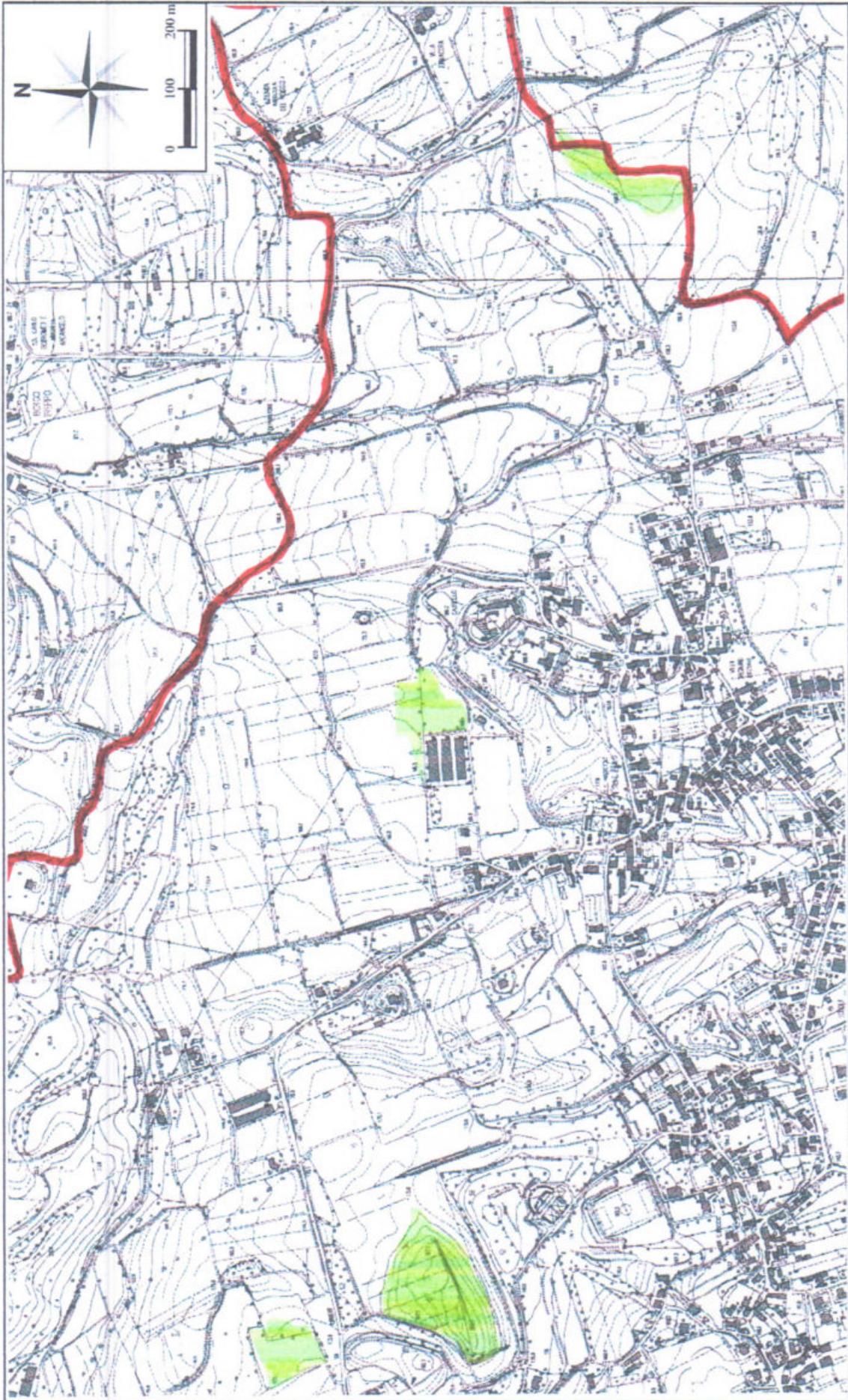


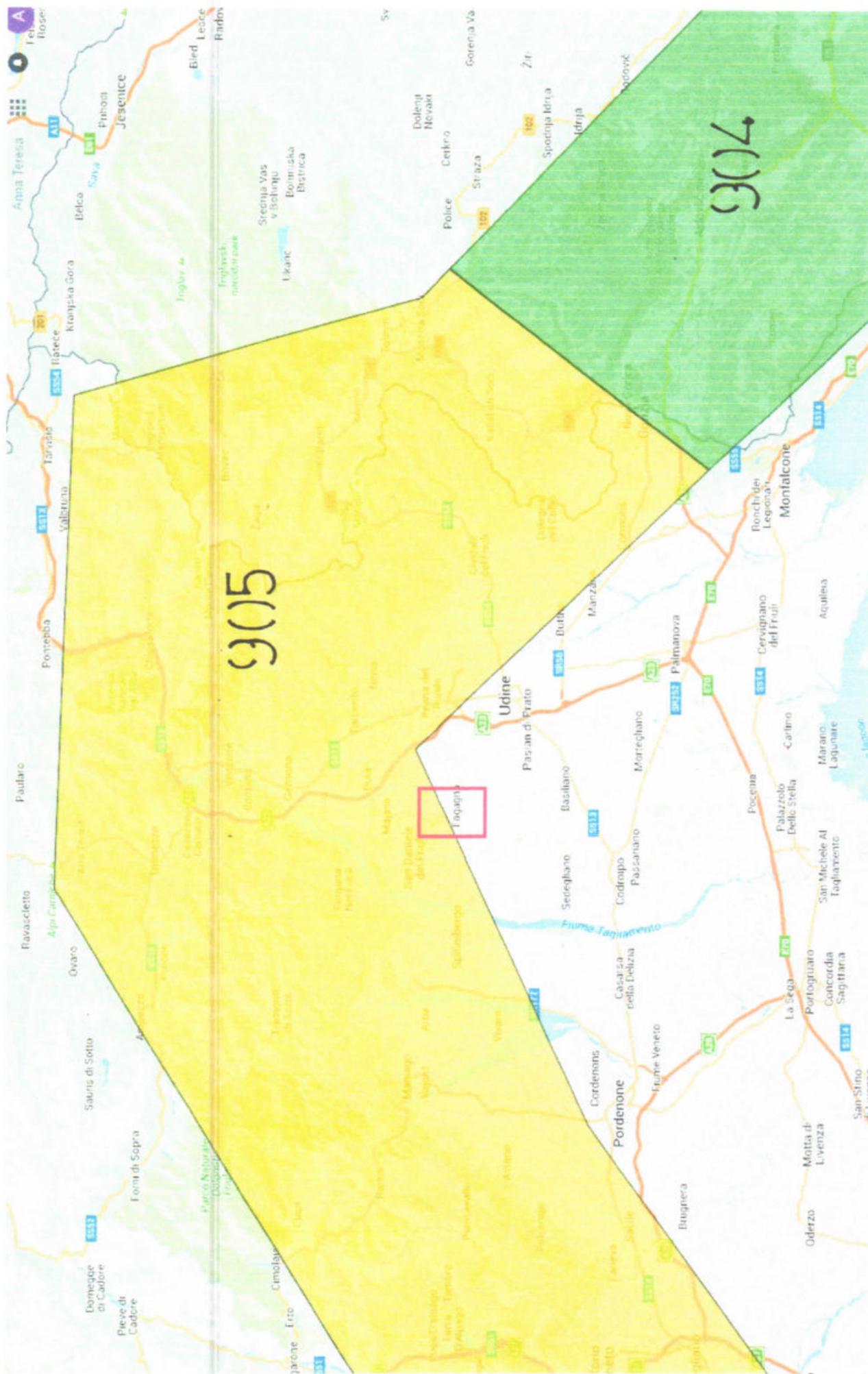




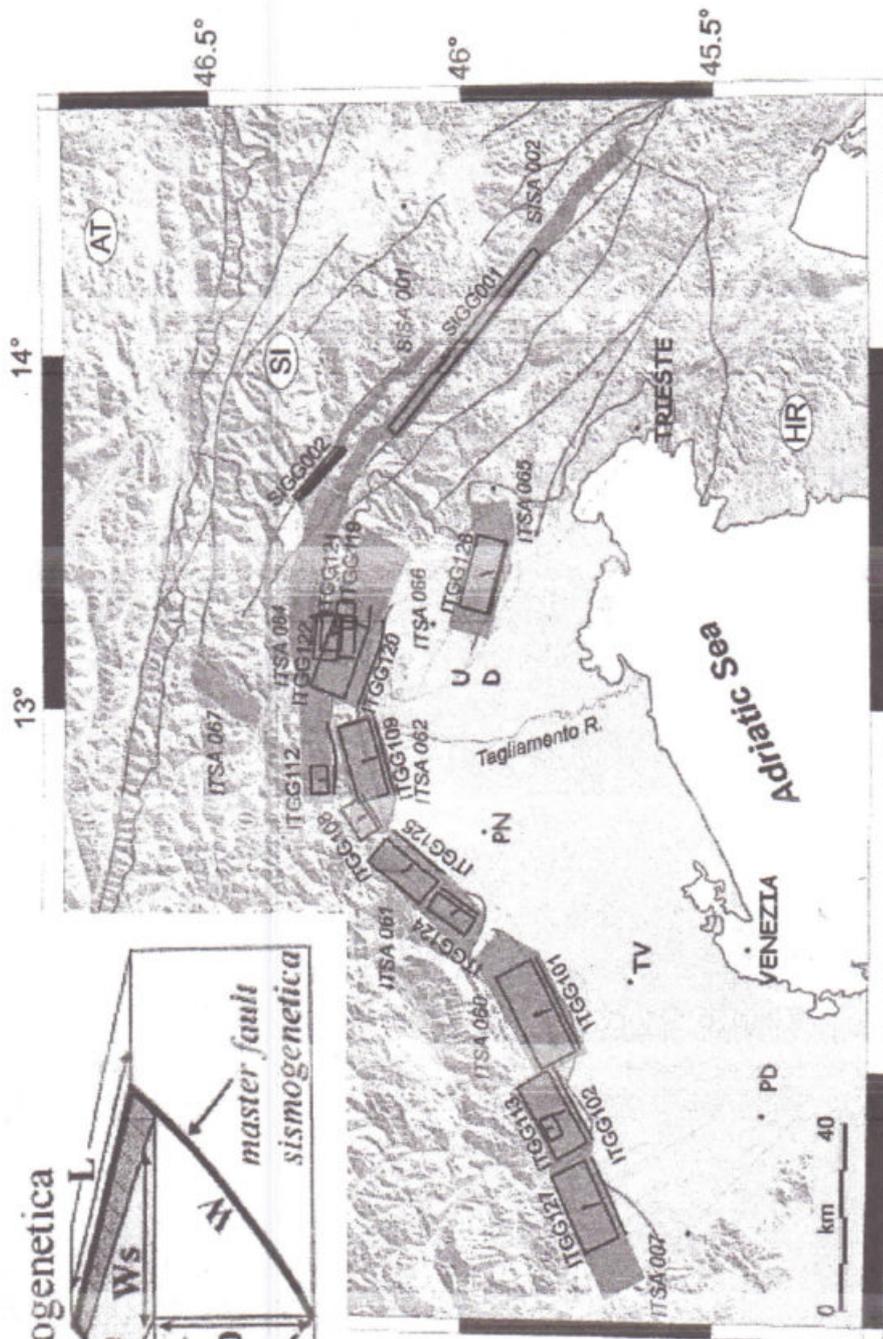
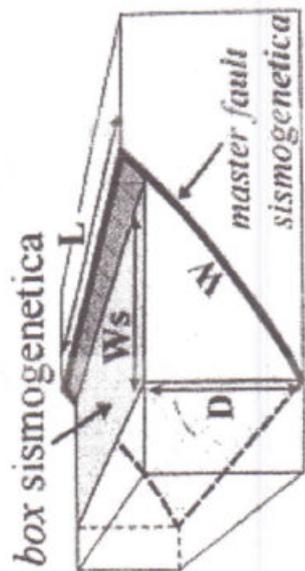


**FAGAGNA**





**ALLEGATO 14 – UBICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE DI FAGAGNA RISPETTO ALLA ZONAZIONE SISMOGENETICAZS9 (INGV – MELETTI E VALENISE, 2004)**



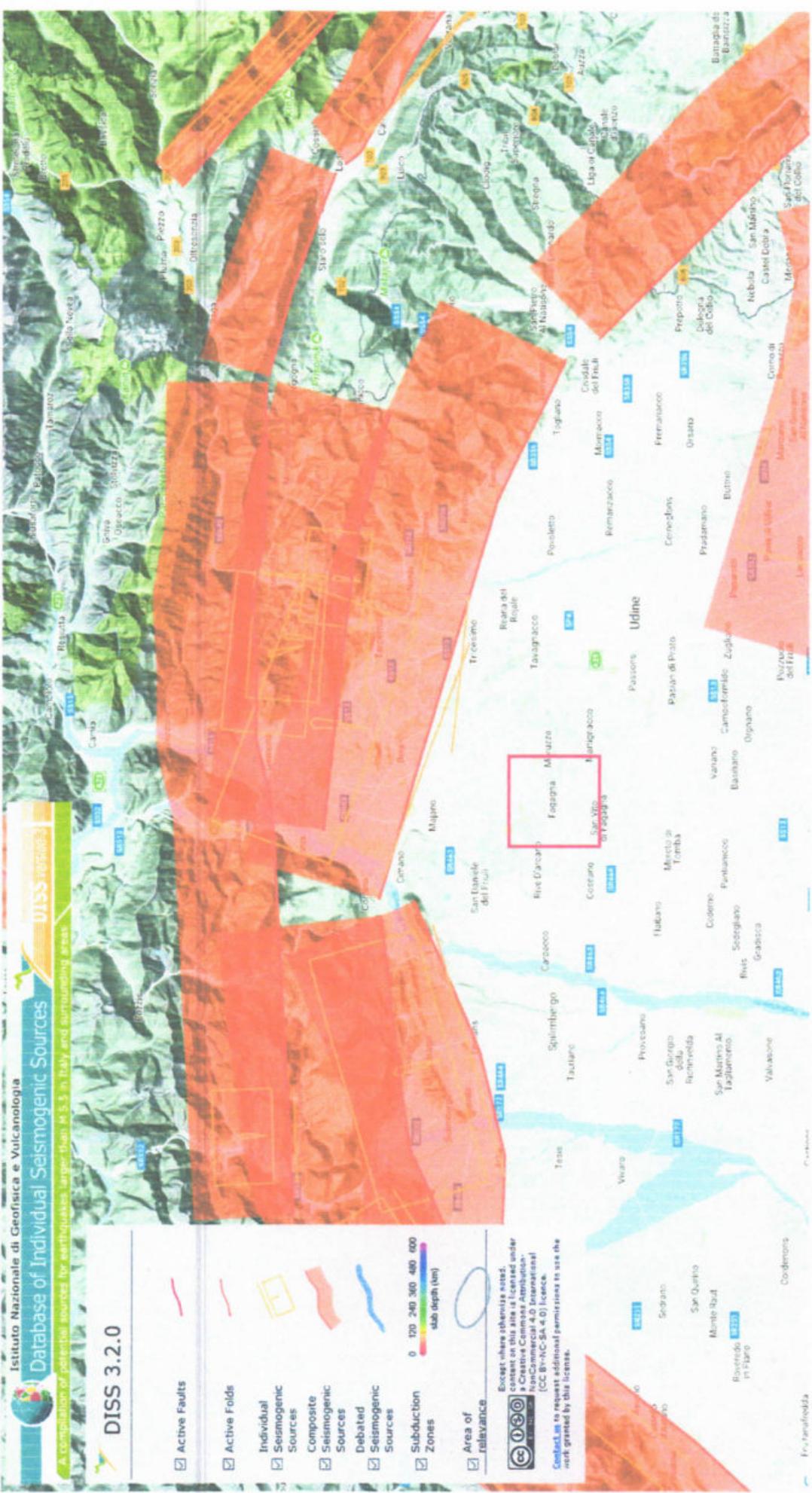
Le sorgenti sismogeniche individuate nell'Italia nord-orientale e nella Slovenia occidentale inserite nel DISS - vers. 03 (Database of Individual Seismogenic Sources).  
 Le sorgenti sismogeniche individuali sono evidenziate in nero. Esse sono rappresentate con un rettangolo che è la proiezione del piano di faglia sulla superficie esterna e da una linea che rappresenta la proiezione della linea di rottura sulla superficie stessa. La freccetta nera all'interno del rettangolo rappresenta la direzione del vettore di movimento (vettore di slip sotto forma di angolo di rake). In grigio le aree con caratteristiche sismogeniche omogenee (aree sismogeniche).  
 (Burrato et al., Tectonophysics, 2008).

ID	Name	LAT	LON	Length (km)	Width (km)	Depth (km)	Strike (°)	Dip (°)	Rake (°)	Slip rate (mm/a)	Associated earthquake	M <sub>w</sub>
ITGG127	Thiene-Bassano	45.69	11.54	18.0	9.5	1.0-5.8	244	30	80	0.10-1.00	Unknown	6.6
ITGG102	Bassano-Cornuda	45.75	11.79	18.0	9.5	1.0-6.4	240	35	80	0.70-0.87	25 Feb 1695	6.6
ITGG113	Monte Grappa	45.85	11.85	5.0	3.9	0.5-2.7	60	35	80	0.10-1.00	12 Jun 1836	5.5
ITGG101	Montello	45.88	12.31	22.0	11.2	1.0-8.2	242	40	80	0.47-1.56	Unknown	6.7
ITGG124	Cansiglio	45.98	12.41	10.0	6.4	1.5-6.4	214	50	60	0.52-0.65	18 Oct 1936	6.1
ITGG125	Polcenigo-Montereale	46.05	12.52	15.0	8.5	2.0-7.5	220	40	80	0.31-0.78	29 Jun 1873	6.4
ITGG108	Maniago	46.17	12.67	8.0	5.5	0.5-3.3	237	30	90	0.10-0.34	10 Jul 1776	5.9
ITGG109	Seguals	46.15	12.77	16.5	9.0	1.0-6.8	254	40	90	0.10-0.26	Unknown	6.5
ITGG112	Tramonti	46.27	12.77	6.0	4.5	1.0-3.6	268	35	90	0.10-1.00	07 Jun 1794	5.8
ITGG120	Gemona South	46.24	13.03	16.0	9.0	2.0-6.5	290	30	105	0.10-1.15	06 May 1976	6.4
ITGG122	Gemona East	46.26	13.13	10.0	6.4	6.5-10.2	276	35	110	0.10-0.61	15 Sep 1976	6.1
ITGG121	Montenars	46.25	13.16	8.0	5.5	2.0-5.2	274	35	90	0.10-0.61	15 Sep 1976	6.0
ITGG119	Tarcento	46.23	13.23	6.0	4.5	2.0-4.3	277	30	90	0.10-0.58	11 Sep 1976	5.7
ITGG126	Medea	45.96	13.27	16.0	9.0	0.5-6.9	285	45	120	0.10-0.28	Unknown	6.4
SIGG002	Bovec-Krn	46.32	13.61	13.0	7.0	3.0-9.9	313	82	171	0.10-2.00	12 Apr 1998	5.8
SIGG001	Idrinja	46.14	13.77	50.0	12.6	1.0-13.4	310	80	176	0.10-2.00	26 Mar 1511	6.8

*Parametri geometrici e cinematici delle Sorgenti sismogeniche individuali individuate in Italia nord-orientale e Slovenia occidentale.*

Le coordinate geografiche sono riferite al vertice occidentale del piano di faglia. Il numero identificativo (ID) della sorgente è lo stesso che viene usato nel DISS Working Group (2006). La magnitudo del terremoto storico associato alla sorgente è tratta dal catalogo CPTIO4 (Working Group CPTI, 2004), mentre la M<sub>w</sub> delle altre sorgenti è stata calcolata attraverso le relazioni empiriche di Wells & Coppersmith (1994). Il tasso di spostamento deriva dai dati morfologici e geologici.

(Burrato et al., Tectonophysics, 2008)



ALLEGATO 17 - PARTICOLARE ALLEGATO 15: ESTRATTO DEL DATABASE INGV-DISS VERSIONE 3, CON RAFFIGURATE LE SORGENTI COMPOSITE (FASCE ROSSE) ED INDIVIDUALI (RETTANGOLI GIALLI) PIU' PROSSIME AL TERRITORIO COMUNALE DI FAGAGNA

# Mappe interattive di pericolosità sismica

**Strumenti**

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

**Navigazione**

**Scala:**  
(Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)

Scala:

**Coordinate del centro della mappa**

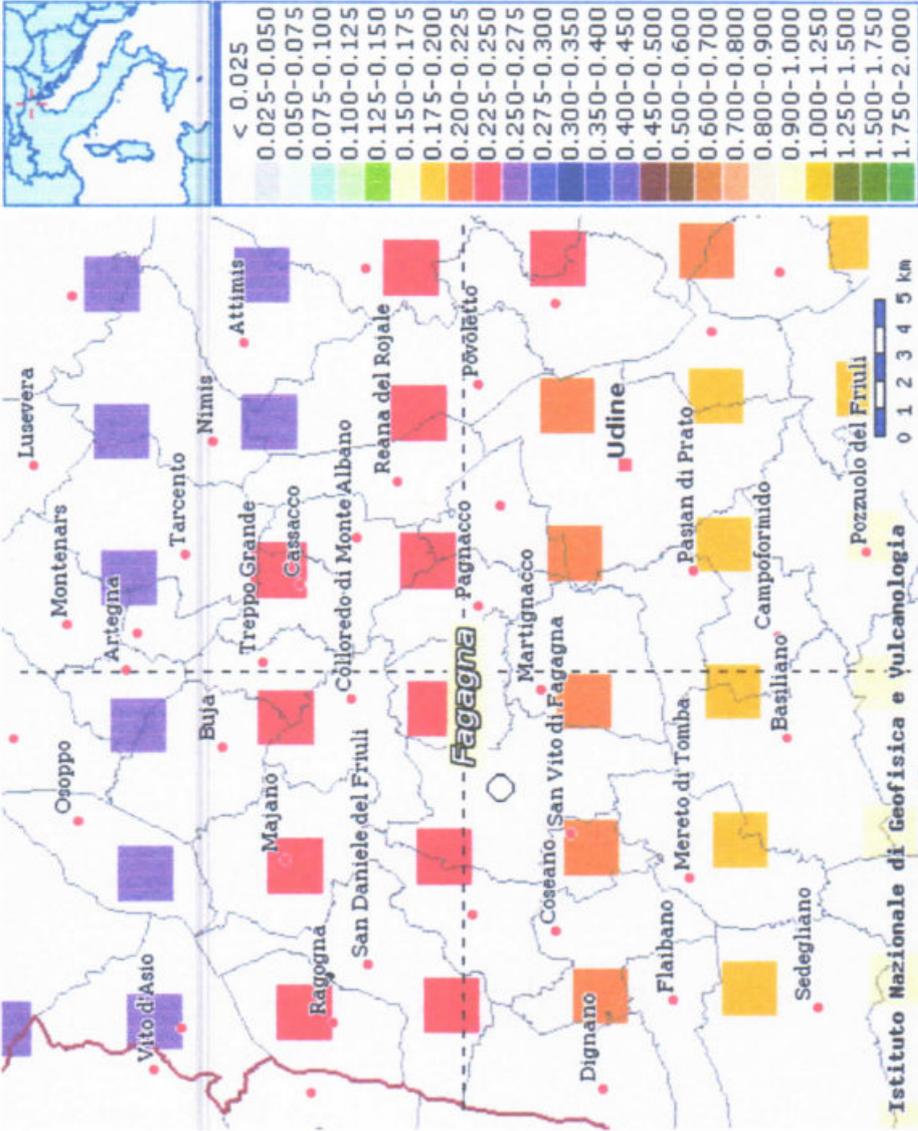
Latitudine:

Longitudine:

**Ricerca Comune**

Il nome contiene:

**Comune evidenziato**



**Leggenda:**

< 0.025
0.025-0.050
0.050-0.075
0.075-0.100
0.100-0.125
0.125-0.150
0.150-0.175
0.175-0.200
0.200-0.225
0.225-0.250
0.250-0.275
0.275-0.300
0.300-0.350
0.350-0.400
0.400-0.450
0.450-0.500
0.500-0.600
0.600-0.700
0.700-0.800
0.800-0.900
0.900-1.000
1.000-1.250
1.250-1.500
1.500-1.750
1.750-2.000

**Selezione mappa**

Visualizza punti della griglia riferiti a:

Ridisegna mappa

Parametro dello scuotimento:

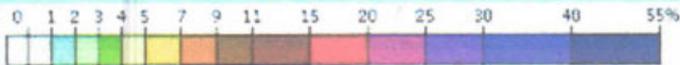
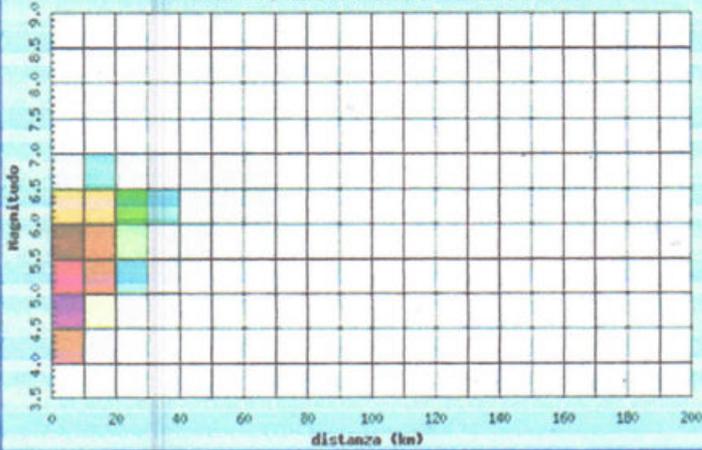
Probabilità Percentile in 50 anni:

Periodo spettrale (sec):

ALLEGATO 18 - MAPPA DELLA PARICOLOSITA' SISMICA DEL COMUNE DI FAGAGNA  
PER A<sub>G</sub> CON T<sub>R</sub> = 475 ANNI (INGV)

**Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**  
**Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni**

(Coordinate del punto lat: 46.1344, lon: 13.1296, ID: 9652)



Contributo percentuale alla pericolosita'

Comune evidenziato

Fagagna

Cancella la Ricerca

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 46.1344, lon: 13.1296, ID: 9652)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	8.360	20.000	16.000	10.700	6.050	0.789	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.996	4.730	7.190	7.890	6.840	1.140	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.085	1.010	2.270	3.010	0.624	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.022	0.490	1.170	0.293	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.271	0.086	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.360	10.100	1.020

# CATALOGO PARAMETRICO DEI TERREMOTI ITALIANI

Nuova ricerca

Raffina la ricerca

## CPTI04 - Risultato dell'interrogazione per parametri

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (46.103, 13.094) e raggio 50 km con valore Io tra 6/7 e 11

N Tr	Ranno	Me	Gi	Or	Ma	Se	RE	Rt	Mp	Insc	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Baw	TV	Mas	Bas	TS	Msp	Disp	259	TZ	Mcft	Nat	Mcpt
61	DI	1279	4	23	19		Friuli	CPTI	3	80	75	45.93	13.4	A	5.37	0.30	5.10	0.45	5.27	0.42	905	A	122	19	61			
64	CP	1280					GORIZIA	OCS87	65	65	65	45.967	13.6		5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45	905	C	20	64				
94	DI	1348	1	25			CARNIA	DOM	46	95	95	46.254	12.883	A	6.66	0.19	6.66	0.19	6.66	0.19	905	C	150	86	94			
116	DI	1389	8	20	13		Hoggio Udinese	CPTI	3	75	65	46.4	13.2	A	5.28	0.23	4.96	0.34	5.14	0.32	905	C	165	87	116			
169	CP	1472	5	14	19		FRIULI	POS85	66	100	90	46.5	13.25		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	905	A	89	169				
210	DI	1511	3	26	14	40	Slovenia	CPTI	70	70	70	46.2	13.43	A	6.51	0.16	6.51	0.16	6.51	0.16	905	C	212	91	210			
215	CP	1514	7	12	21	30	GERONA	POS85	70	70	70	46.283	13.15		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	905	C	92	215				
223	CP	1523	6	27			GERONA	OCS87	70	70	70	46.267	13.133		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	905	C	95	223				
407	CP	1692	5				M. VALCALDA	OCS87	70	70	70	46.35	12.8		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	905	C	99	407				
427	DI	1700	7	28			RAVEO	DOM	28	90	85	46.433	12.868	A	5.77	0.12	5.70	0.18	5.70	0.18	905	C	284	100	427			
459	CP	1716	2	3			ANHOVO PLAVE KOJSKO	RIB82	70	70	70	46.067	13.617		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	905	C	24	459				
468	CP	1719	1	7	20	30	GERONA	OCS87	65	65	65	46.317	13.117		5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45	905	C	101	468				
527	CP	1746	10	8	6		PREMARIACCO	POS85	70	70	70	46.033	13.383		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	905	C	25	527				
596	DI	1776	7	10			TRAMONTI	DOM	19	85	85	46.233	12.706	A	5.82	0.11	5.77	0.17	5.77	0.17	905	C	107	596				
661	DI	1788	10	20			TOLMEZZO	DOM	7	85	85	46.398	13.019	A	5.71	0.13	5.60	0.19	5.60	0.19	905	C	341	116	661			
674	DI	1794	6	7			TRAMONTI	DOM	18	75	75	46.297	12.795	A	5.55	0.14	5.36	0.21	5.51	0.21	905	C	346	119	674			
724	DI	1812	10	25	7		SEQUALS	DOM	34	75	75	46.027	12.589	A	5.70	0.13	5.59	0.20	5.59	0.20	905	C	362	124	724			
886	CP	1853	2	19	10		HOGGIO UDINESE	POS85	70	70	70	46.383	13.1		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	905	C	126	886				
977	CP	1872	5	14	17	45	CIVIDALE	POS85	65	65	65	46.1	13.433		5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45	905	C	27	977				
1014	CP	1877	1	25	3	53	VALEPUNA	OCS87	65	65	65	46.45	13.3		5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45	905	C	128	1014				
1154	CP	1889	10	13	10	10	TOLMEZZO	POS85	70	70	70	46.4	13		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	905	C	134	1154				
1192	CP	1892	6	23	20		CLAUT	POS85	70	70	70	46.283	12.517		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	905	C	135	1192				
1289	CP	1898	2	20	4	57	26 CIVIDALE	POS85	70	70	70	46.1	13.45		5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	905	C	29	1289				
1484	DI	1908	7	10	2	13	35 Carnia	CPTI	121	75	75	46.47	13.18	A	5.34	0.05	5.06	0.08	5.23	0.07	905	C	468	141	1484			
1703	DI	1920	5	5	14	41	CARNIA	DOM	35	65	65	46.384	13.144	A	5.48	0.07	5.26	0.11	5.42	0.10	905	C	143	1703				
1766	DI	1924	12	12	3	29	CARNIA	DOM	78	70	70	46.462	12.981	A	5.53	0.05	5.33	0.07	5.48	0.06	905	C	145	1766				
1805	DI	1928	3	27	8	32	CARNIA	DOM	359	90	85	46.372	12.975	A	5.75	0.05	5.67	0.07	5.67	0.07	905	C	492	147	1805			
1870	DI	1931	12	25	11	41	TANCENIO	DOM	45	70	70	46.259	13.104	A	5.36	0.06	5.09	0.09	5.26	0.08	905	C	151	1870				
2135	DI	1959	4	26	14	45	CARNIA	DOM	122	80	75	46.484	13.021	A	5.23	0.04	4.89	0.06	5.07	0.06	905	C	520	168	2135			
2363	DI	1976	5	6	20		FRIULI	DOM	772	95	95	46.241	13.119	A	6.43	0.06	6.43	0.06	6.43	0.06	905	C	546	177	2363			
2366	DI	1976	9	15	9	21	18 Friuli	CPTI	54	85	85	46.25	13.12	A	5.92	0.03	5.91	0.04	5.91	0.04	905	C	549	178	2366			
2380	CP	1977	9	16	23	48	7 TRASAGHIS	POS85	75	75	75	46.3	12.983		5.54	0.11	5.35	0.17	5.50	0.17	905	C	180	2380				

Numero di record estratti: 32

ALLEGATO 20 - ELENCO DEI TERREMOTI AVENTI EPICENTRO ENTRO UN RAGGIO DI 50 KM. DAL CENTRO ABITATO DI FAGAGNA CON INTENSITA' MASSIMA DA 6/7 A II (MCS) - INGV - CATALOGO CPTI04

Parametro	Descrizione	Provenienza
<b>NDBMI04</b>	Identificativo del record	
<b>NCPTI04</b>	Identificativo del terremoto	CPTI04 (N)
<b>An</b>	Tempo origine: anno	CPTI04 (Anno)
<b>Me</b>	Tempo origine: mese	CPTI04
<b>Gi</b>	Tempo origine: giorno	CPTI04
<b>Or</b>	Tempo origine: ora	CPTI04
<b>Mi</b>	Tempo origine: minuti	CPTI04
<b>Se</b>	Tempo origine: secondi	CPTI04
<b>AE</b>	Denominazione dell'area dei maggiori effetti	CPTI04
<b>Rt</b>	Codice bibliografico dell'elaborato di riferimento (compatto)	CPTI04
<b>Rt1</b>	Codice bibliografico dell'elaborato di riferimento (esplicitato)	
<b>Np</b>	Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto	CPTI04
<b>Np1</b>	Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto in DBMI04	
<b>Ix</b>	Intensità massima (MCS)	CPTI04 (Imx)
<b>Io</b>	Intensità epicentrale (MCS)	CPTI04
<b>LatEp</b>	Latitudine dell'epicentro	CPTI04 (Lat)
<b>LonEp</b>	Longitudine dell'epicentro	CPTI04 (Lon)
<b>Mw</b>	Magnitudo momento	CPTI04 (Maw)
<b>Daw</b>	Errore associato alla stima di Mw	CPTI04
<b>Loc</b>	Denominazione della località	DIR04
<b>Sc</b>	Casi particolari	DIR04
<b>LatIDP</b>	Latitudine	DIR04
<b>LonIDP</b>	Longitudine	DIR04
<b>Is</b>	Intensità al sito (MCS)	
<b>Cou</b>	Codice della nazione di appartenenza della località	
<b>Istat01</b>	Codice ISTAT 2001 del comune di appartenenza della località	
<b>Pr</b>	Sigla della provincia di appartenenza della località	
<b>LocOr</b>	Denominazione della località secondo lo studio originale	Originale
<b>LatOr</b>	Latitudine della località secondo lo studio originale	Originale
<b>LonOr</b>	Longitudine della località secondo lo studio originale	Originale
<b>IsOr</b>	Intensità al sito secondo lo studio originale	Originale

Tab.4 - Formato di DBMI04 come reso disponibile per il download.

**Storia sismica di Fagagna**  
**[46.103, 13.094]**

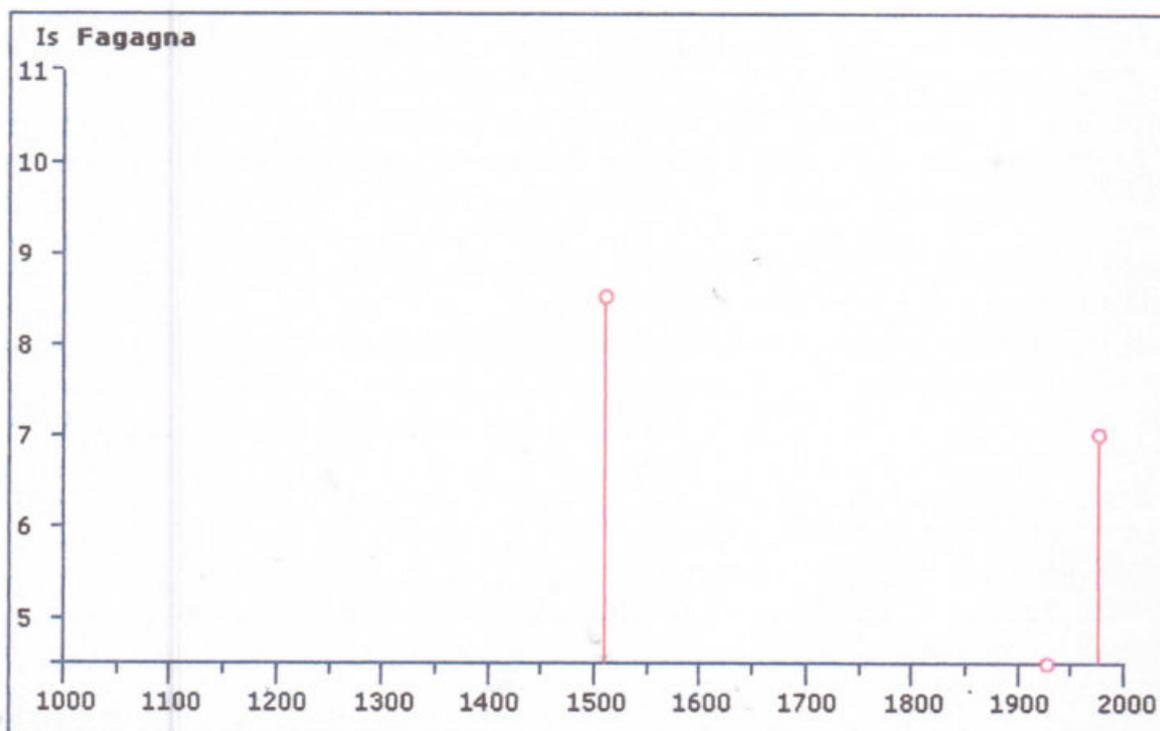


Numero di eventi: 9

Effetti

In occasione del terremoto del:

Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
8-9	1511	03	26	14	40	Slovenia	66	10	6.51
3	1908	07	10	02	13	Carnia	120	7-8	5.34
4-5	1928	03	27	08	32	CARNIA	359	9	5.75
NF	1960	01	06	15	18	CARNIA	26	7	4.85
7	1976	05	06	20		FRIULI	770	9-10	6.43
3-4	1988	02	01	14	21	VENZONE	273	6	4.64
3	1994	04	20	21	25	CADORE	159	6	4.65
2-3	1996	04	13	13	00	CLAUT-BARCIS	164	5-6	4.59
4	1998	04	12	10	55	SLOVENIA-FRIULI	227	6	5.70

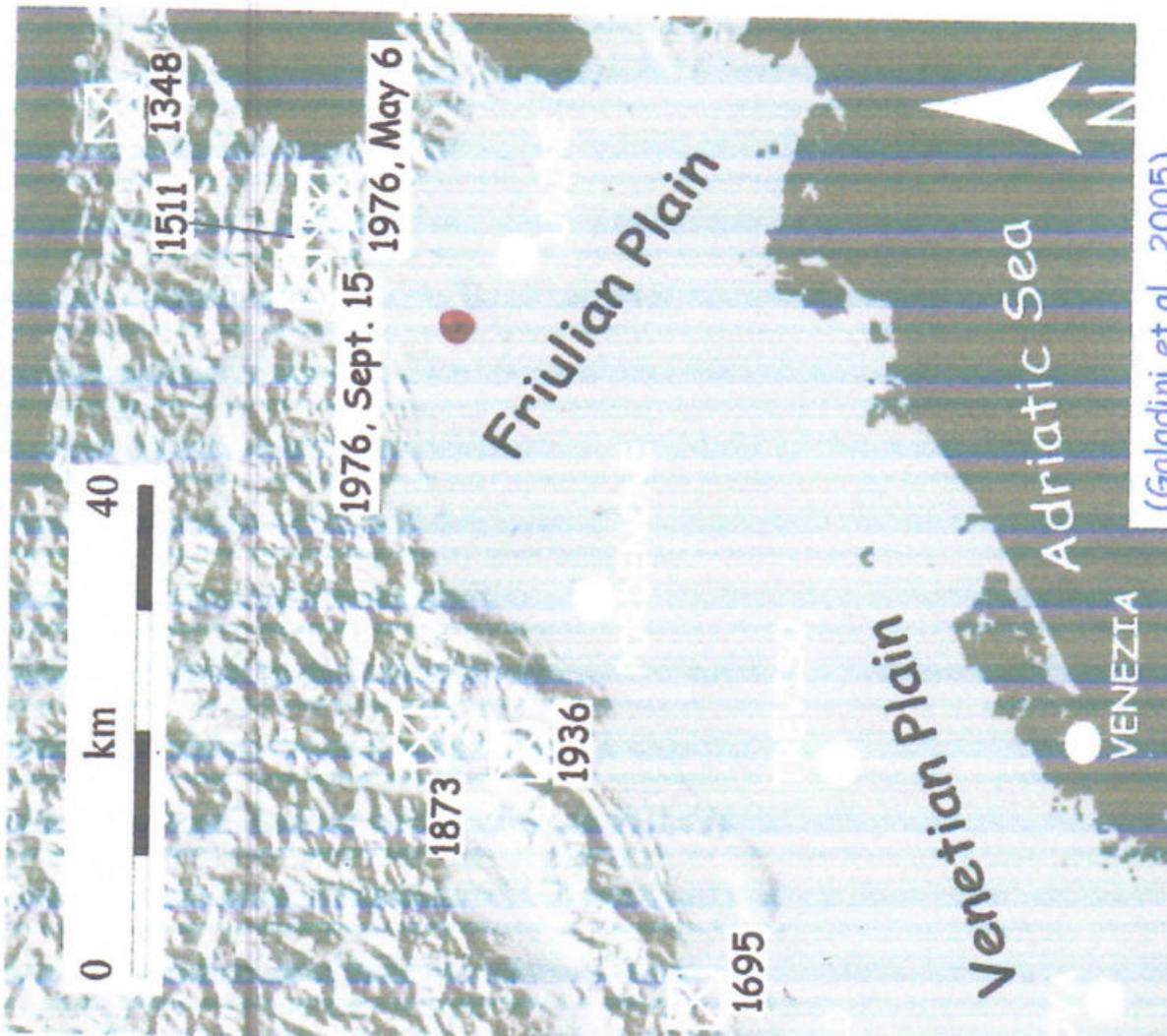


**ALLEGATO 21 - DIAGRAMMA DELLA STORIA SISMICA DI FAGAGNA  
 LIMITATAMENTE AI TERREMOTI CON INTENSITA' EPICENTRALE UGUALE  
 O SUPERIORE A 4/5 M - INGV -**

Date	I <sub>0</sub> (MCS)	Mc	Mm	Ms	Ma
1117, Jan 3	9.5	6.56	6.3		6.49
1348, Jan 25	9.5	6.98	6.3		6.66
1511, Mar 26	9.0	6.88	6.0		6.51
1695, Feb 25	9.5	6.67	6.3		6.61
1873, Jun 29	9.5	6.34	6.3		6.33
1936, Oct 18	9.0	6.10	6.0	5.8	5.88
1976, May 6	9.5	6.34	6.3	6.5	6.43
1976, Sept 15	8.5	6.22	5.8	5.9	5.91

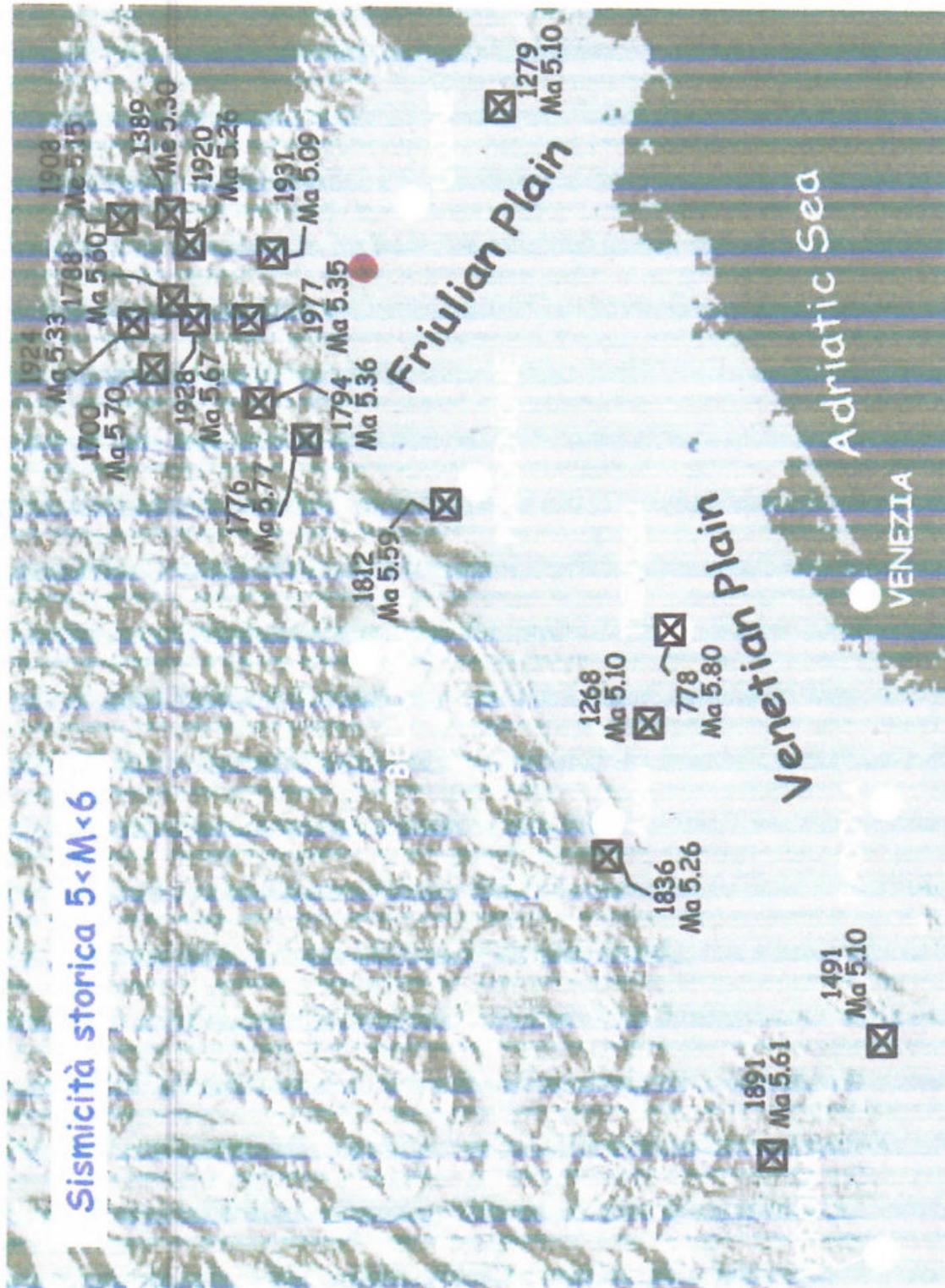
Sismicità storica

M > 6



(Galadini et al., 2005)

ALLEGATO 22 - TRATTO DA "FAGLIE ATTIVE AL FRONTE DELLA CATENA SUDALPINA ORIENTALE (ITALIA NE-STATO DELL'ARTE" -M. ELIANA POLI



ALLEGATO 23 - TRATTO DA "FAGLIE ATTIVE AL FRONTE DELLA CATENA SUDALPINA ORIENTALE (ITALIA NE): STATO DELL'ARTE" - M. ELIANA POLI

*ALLEGATO 24*

*SCHEDE DI SINTESI*

## LEGENDA

**PIANEGGIANTE:** P < 5%, I < 3°

**SUBPIANEGGIANTE:** P 5÷9%, I 3÷5°

**VERSANTI DEBOLMENTE ACCLIVI:** P 9÷18%, I 5÷10°

**VERSANTI MODERATAMENTE ACCLIVI:** P 18÷27%, I 10÷15°

**VERSANTI ACCLIVI:** P 27÷47%, I 15÷25°

**VERSANTI RIPIDI:** P 47÷70%, I 25÷35°

**GSm:** SEDIMENTI GHIAIOSO-SABBIOSI DA, IN GENERE, SCARSAMENTE LIMOSI A TALORA LIMOSI, CON CIOTTOLI, CON LENTI O LIVELLI A PREVALENTI CARATTERISTICHE SABBIOSE, A STATO DI ADDENSAMENTO "MEDIO-ALTO" - EFFETTI ATTESI DI AMPLIFICAZIONE DELLA SOLLECITAZIONE SISMICA PER CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE (ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONI LOCALI);

**GSM:** SEDIMENTI GHIAIOSO-SABBIOSI CON LIMO, TALORA PREVALENTE, A STATO DI ADDENSAMENTO "MEDIO-ALTO", CON CIOTTOLI E LOCALMENTE MASSI - EFFETTI ATTESI DI AMPLIFICAZIONE DELLA SOLLECITAZIONE SISMICA PER CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE (ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONI LOCALI);

**TR:** TERRENI DI RIPOSTO A COMPONENTE GROSSOLANA PREVALENTE DI SPESSORE SIGNIFICATIVO DAL PUNTO DI VISTA FONDAZIONALE (MAX 4-4.50 M. CIRCA), A STATO DI ADDENSAMENTO MEDIO-BASSO - EFFETTI ATTESI DI AMPLIFICAZIONE DELLA SOLLECITAZIONE SISMICA PER CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE (ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONI LOCALI);

**AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA:** CRESTE COLLINARI - PENDII CON INCLINAZIONE MEDIA > 15°: CONDIZIONI MORFOLOGICHE COSTITUENTI ELEMENTO PREDISPONENTE A FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE DELLA SOLLECITAZIONE SISMICA;

**PI** - AREALE A PERICOLOSITA' IDRAULICA BASSA: RISTAGNI D'ACQUA TEMPORANEI IMPUTABILI ALLA MORFOLOGIA ED AL DRENAGGIO DIFFICOLTOSO PER SITUAZIONI DI BASSA PERMEABILITA' DEI TERRENI SUPERFICIALI.

NUMERO PROGRESSIVO LOCALITA'	FORMAZIONE GEOLOGICA	ANDAMENTO MORFOLOGICO	CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEL SOTTOSUOLO	MINIMA PROFONDITA' DELLA FALDA DAL P.C. (m)	ZONIZZAZIONE GEOLOGICA - TECNICA IN PROSPETTIVA SISMICA	PERIOSITA' IDRAULICA	PERICOLITA' GEOLOGICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	AMPLIFICAZIONE SISMICA DI TIPO TOPOGRAFICO EFFETTI SISMICI DI INSTABILITA' INCIDENZE TETTONICHE
1 MADRISIO	DEPOSITI MORENICI	Ripiano antropicco al bordo di un paleoveo fluvio-glaciale limitato localmente da un terrazzo di altezza di circa 10 m.	GSM	> 10	Z3	NO	NO	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	
2 MADRISIO	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	> 10	Z3	NO	NO		NO
3 MADRISIO	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante lungo un pendio collinare debolmente acclive	GSM	5+10 > 10	Z3	NO	NO		NO
4 MADRISIO	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	5+10	Z3	NO	NO		NO
5 MADRISIO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSM	> 10	Z2-3	NO	NO		NO
6 MADRISIO	DEPOSITI MORENICI	Ripiano antropicco lungo un breve pendio collinare debolmente acclive con terrazzamenti antropici	GSM	5+10	Z3	NO	NO		NO
7 MADRISIO	DEPOSITI MORENICI	Ripiano limitato da un solco di erosione di profondita' da 2 a 3 m. circa	GSM	5+10	Z3	NO	NO		NO
8 BATTAGLIA	DEPOSITI MORENICI	Ripiano al bordo di un breve pendio collinare con terrazzamenti antropici	GSM	5+10	Z3	NO	NO		NO
9 BATTAGLIA	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante al bordo di un breve pendio collinare debolmente acclive con diffusi terrazzamenti antropici	GSM	5+10	Z3	NO	NO		NO
10 S. GIOVANNI IN COLLE	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	5+10	Z3	PI	NO		NO
11 S. GIOVANNI IN COLLE	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante limitato a valle da una scarpata di altezza < 3 m.	GSM	> 10	Z3	NO	NO		NO

NUMERO PROGRESSIVO LOCALITA'	FORMAZIONE GEOLOGICA	ANDAMENTO MORFOLOGICO	CARATTERISTICHE LITOSTRAFICHE DEL SOTTUOLO	MINIMA PROFONDITA' DELLA FALDA DAL P.C. (mt.)	ZONIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA IN PROSPETTIVA SISMICA	PERISOSTITA' IDRAULICA	PERICOLITA' GEOLOGICA	AMPLIFICAZIONE SISMICA DI TIPO TOPOGRAFICO EFFETTI SISMICI DI INSTABILITA' INCIDENZE TETTONICHE
12 S. GIOVANNI IN COLLE	DEPOSITI MORENICI	<i>Areale subpianeggiante intersecato da una scarpata di altezza &lt; di 3 m.</i>	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO
13 - 14 S. GIOVANNI IN COLLE	DEPOSITI MORENICI	<i>Ripiano con modeste scarpate limitato ad ovest e ad est da un breve pendio collinare (h max 7-8 m. circa) con diffusi terrazzamenti antropici</i>	GSM	5+10	Z3	NO	NO	NO
15A - B S. GIOVANNI IN COLLE	DEPOSITI MORENICI	<i>Ripiano antropico alla base di un breve pendio collinare terrazzato artificialmente</i>	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO
16 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	<i>Areole in corrispondenza di un pendio collinare debolmente acclive</i>	GSM	2+5	Z3	NO	NO	NO
17 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	<i>Areole in corrispondenza di un pendio collinare debolmente acclive</i>	GSM	2+5	Z3	NO	NO	NO
18 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	<i>Areole in corrispondenza di un pendio debolmente acclive con terrazzamenti antropici</i>	GSM	5+10	Z3	NO	NO	NO
19-20 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	<i>Areole subpianeggianti</i>	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO
21 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	<i>Areole subpianeggianti</i>	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO
22 A - B - C FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	<i>Areoli da subpianeggianti a lievemente occlivi con locali brevi terrazzamenti antropici</i>	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO
23 MADRISIO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	<i>Areale subpianeggiante</i>	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO
24. FAGAGNA	TERRENI DI RIPORTO	<i>Ripiano antropico limitato a valle da una scarpata e/o muro di sostegno in c.a. di altezza variabile sino ad un massimo di circa 7-8 m.</i>	TR	> 10	Z5	NO	NO	NO

NUMERO PROGRESSIVO LOCALITA'	FORMAZIONE GEOLOGICA	MORFOLOGICO	CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEL SOTTOSUOLO	MINIMA PROFONDITA' DELLA FALDA DAL P.C. (ml)	ZONIZZAZIONE GEOLOGICO - TECNICA IN PROSPETTIVA SISMICA	PERISOLSTITA' IDRAULICA	PERICOLITA' GEOLOGICA	AMPLIFICAZIONE SISMICA DI TIPO TOPOGRAFICO EFFETTI SISMICI DI INSTABILITA' INCIDENZE TETTONICHE
25 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO
26 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO
27 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO
28 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante intersecato da un breve pendio collinare	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO
29 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Ripiano antropico in corrispondenza di un esteso pendio collinare acclive ( $\theta > 15^\circ$ ), al bordo di una scarpata/muro di sostegno in c.a. di altezza complessiva di 11-12 m. circa	GSM	5+10	Z3	NO	NO	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA
30 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Ripiano antropico in corrispondenza di un esteso pendio collinare acclive ( $\theta > 15^\circ$ )	GSM	5+10	Z3	NO	NO	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA
31 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	5+10	Z3	NO	NO	NO
32 MADRISIO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO
33 MADRISIO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	5+10	Z2-3	NO	NO	NO
34 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Ripiano antropico limitato a valle da una scarpata muro di sostegno in c.a. di altezza variabile sino ad un massimo di circa 3 m.	GSM	5+10	Z3	NO	NO	NO
35 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areale sub pianeggiante lungo un pendio collinare debolmente acclive	GSM	2+5	Z3	NO	NO	NO
36 A - B FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areali subpianeggianti lungo un pendio collinare debolmente acclive	GSM	2+5	Z3	NO	NO	NO

NUMERO PROGRESSIVO LOCALITA'	FORMAZIONE GEOLOGICA	ANDAMENTO MORFOLOGICO	CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEL SOTTOSUOLO	MINIMA PROFONDITA' DELLA FALDA DAL P.C. (mt.)	ZONIZZAZIONE GEOLOGICO - TECNICA IN PROSPETTIVA SISMICA	PERISOSTATA IDRAULICA	PERICOLITA' GEOLOGICA	AMPLIFICAZIONE SISMICA DI TIPO TOPOGRAFICO EFFETTI SISMICI DI INSTABILITA'	INCIDENZE TETTONICHE
37 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areele subpianeggianti lungo un pendio collinare debolmente acclive	GSM	5+10	Z3	NO	NO	NO	
38 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areele subpianeggianti lungo un pendio collinare debolmente acclive	GSM	2+5	Z3	NO	NO	NO	
39 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areele subpianeggianti lungo un pendio collinare debolmente acclive	GSM	2+5 5+10	Z3	NO	NO	NO	
40 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areele subpianeggianti con brevi scarpate antropiche	GSM	5+10 >10	Z3	NO	NO	NO	
41 S. GIOVANNI IN COLLE	DEPOSITI MORENICI	Areele subpianeggianti	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO	
42 FAGAGNA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areele subpianeggianti	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	
43 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Breve pendio collinare (altezza 5 m. circa) acclive	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO	
44 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areele subpianeggianti	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO	
45 - 46 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areele subpianeggianti	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO	
47 FAGAGNA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areele subpianeggianti	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	
48 FAGAGNA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areele sub pianeggianti al bordo di un paleovalle fluvio-glaciale limitato da terrazzi con altezza di 4-5 m. circa	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	
49 FAGAGNA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areele subpianeggianti	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	
50 FAGAGNA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areele subpianeggianti	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	

NUMERO PROGRESSIVO LOCALITA'	FORMAZIONE GEOLOGICA	ANDAMENTO MORFOLOGICO	CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEL SOTTOSUOLO	MINIMA PROFONDITA' DELLA VALDA DAL P.C. (ml)	ZONIZZAZIONE GEOLOGICO - TECNICA IN PROSPETTIVA SISMICA	PERIOSITA' IDRAULICA	PERIOSITA' GEOLOGICA	AMPLIFICAZIONE SISMICA DI TIPO TOPOGRAFICO EFFETTI SISMICI DI INSTABILITA' INCIDENZE TETTONICHE
51 FAGAGNA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO
52 CICONICCO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO
53 S. GIOVANNI IN COLLE	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO
54 CICONICCO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	5+10	Z2-3	NO	NO	NO
55 CICONICCO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	5+10 > 10	Z2-3	NO	NO	NO
56 CICONICCO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	5+10	Z2-3	NO	NO	NO
57 CICONICCO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	5+10	Z2-3	NO	NO	NO
58 CICONICCO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	5+10	Z2-3	NO	NO	NO
59 CICONICCO	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	5+10	Z3	NO	NO	NO
60 CICONICCO	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	5+10	Z3	NO	NO	NO
61 CICONICCO	DEPOSITI MORENICI	Ripiano limitato ad ovest da una scarpata antropica con altezza di 2,5 m. circa	GSM	5+10	Z3	NO	NO	NO
62 VILLALTA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale sub pianeggiante	GSm	5+10	Z2-3	NO	NO	NO
63 VILLALTA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO
64 VILLALTA	DEPOSITI MORENICI	Ripiano lungo un pendio debolmente occlive con diffusi terrazzamenti antropici	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO

NUMERO PROGRESSIVO LOCALITA'	FORMAZIONE GEOLOGICA	ANDAMENTO MORFOLOGICO	CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEL SOTTOSUOLO	MINIMA PROFONDITÀ DELLA FALDA DAL P.C. (mt)	ZONIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA IN PROSPETTIVA SISMICA	PERLOSITÀ IDRICA	PERICLOSITÀ GEOLOGICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA DI TIPO SISMICA	EFFETTI SISMICI DI INSTABILITÀ INCIDENZE TETTONICHE
65 VILLATA	DEPOSITI MORENICI	Ripiano antropic in corrispondenza di un pendio collinare debolmente acclive	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO	NO
66 VILLATA	DEPOSITI MORENICI	Ripiano antropic in corrispondenza di un pendio collinare debolmente acclive	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO	NO
67 VILLATA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subp pianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	NO
68 VILLATA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	NO
69 VILLATA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	NO
70 VILLATA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	NO
71 S. GIOVANNI IN COLLE	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO	NO
72 MADRISIO	DEPOSITI MORENICI	Pendio collinare lievemente acclive con terrazzamenti antropici di altezza < 2 mt.	GSM	2+5	Z3	NO	NO	NO	NO
73 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areale lievemente acclive	GSM	2+5	Z3	NO	NO	NO	NO
74 FAGAGNA	Depositi morenici con colluvio superficiale prevalentemente limoso di spessore significativo	Areale subpianeggiante	GSM	2+5	Z3	NO	NO	NO	NO
75 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Ripiano antropic lungo un pendio collinare lievemente acclive	GSM	5+10	Z3	NO	NO	NO	NO
76 A - B FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Ripiano antropic in corrispondenza di un pendio collinare moderatamente acclive interessato da diffusi terrazzamenti antropici di limitata altezza	GSM	2+5	Z3	NO	NO	NO	NO
77 A - B FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO	NO
78 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Ripiano antropic in corrispondenza di un pendio collinare moderatamente acclive interessato da diffusi terrazzamenti antropici di limitata altezza	GSM	2+5	Z3	NO	NO	NO	NO

NUMERO PROGRESSIVO LOCALITA'	FORMAZIONE GEOLOGICA	MORFOLOGICO	CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEL SOTTOSUOLO	MINIMA PROFONDITA' DELLA FALDA DAL P.C. (ml)	ZONIZZAZIONE GEOLOGICO - TECNICA IN PROSPETTIVA SISMICA	PERISOSTATICA IDRAULICA	PERICOLISTIVA GEOLOGICA	AMPLIFICAZIONE SISMICA DI TIPO TOPOGRAFICO	AMPLIFICAZIONE SISMICA DI TIPO TOPOGRAFICA	EFFETTI SISMICI DI INSTABILITA' INCIDENZE TETTONICHE
79 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Tratto sommitale di un eseso pendio collinare da acclive a ripido (1 - 15°), con diffusi terrazzamenti antracnici.	GSM	5+10	Z3	NO	NO	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	NO	NO
80 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	5+10	Z3	NO	NO	NO	NO	NO
81 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areale sub pianeggiante lungo un pendio collinare lievemente acclive	GSM	5+10	Z3	NO	NO	NO	NO	NO
82 FAGAGNA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale sub pianeggiante lungo un pendio collinare lievemente acclive	GSm	2+5	Z2-3	NO	NO	NO	NO	NO
83 FAGAGNA	DEPOSITI MORENICI	Areale subpianeggiante	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO	NO	NO
84 FAGAGNA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	>10	Z2-3	NO	NO	NO	NO	NO
85 CICONICCO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	NO	NO
86 CICONICCO	DEPOSITI MORENICI	Ripiano morfologico limitato a valle da una scarpata di altezza variabile (max 3 mt.)	GSM	> 10	Z3	NO	NO	NO	NO	NO
87 VILLALTA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	NO	NO
88 VILLATA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	NO	NO
89 VILLATA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	NO	NO
90 CICONICCO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	NO	NO
91 VILLATA	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	NO	NO
92 MADRISIO	DEPOSITI FLUVIOGLACIALI	Areale subpianeggiante	GSm	> 10	Z2-3	NO	NO	NO	NO	NO