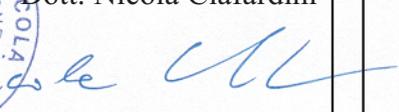


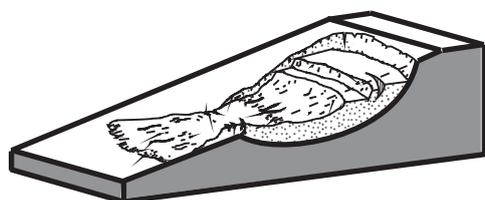
REGIONE MOLISE
COMUNE DI LIMOSANO
(Provincia di Campobasso)

OGGETTO:

REVISIONE DEL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE
ZONA INDUSTRIALE ED ARTIGIANALE

ELABORATO: RELAZIONE GEOLOGICA	<i>Codice elaborato</i> RG1	DATA: Ottobre 2021
	<i>Elaborato 1 di 1</i>	IL GEOLOGO: Dott. Nicola Ciafardini 
	<i>Scala</i>	
COMMITTENTE: Comune di Limosano		

VISTO:



Studio di Geologia Applicata
Dott. Geol. Nicola Ciafardini
Tel e Fax 0874.871243 - Cell. 335.6234546
E-mail: nicolaciafardini@tiscali.it
via Colle S. Giovanni, 45/1 - 86029 Trivento (CB)
P.I. 00892620709 - C.F. CFR NCL 66C30 E456G



Somario

PREMESSA.....	2
LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELLE AREE.....	3
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	6
ASPETTI GEOMORFOLOGICI DI DETTAGLIO.....	8
NOTE DI GEOLOGIA.....	11
IDROGEOLOGIA DELL'AREA.....	14
CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA INDICATIVA DEI TERRENI.....	15
SISMICITA'	17
CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO.....	17
AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA.....	18
VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DINAMICA.....	19
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	20

FIGURE IN RELAZIONE

- Stralcio IGMI alla scala 1:50.000
- Stralcio CTR
- Stralci cartografici zonizzazione vigente e proposta di variante

ALLEGATI

- CARTA GEOMORFOLITOLOGICA – ZONA A e ZONA B (SCALA 1:5000)
- CARTA DELLE INTERFERENZE CON IL PAI (SCALA 1:5000)
- STRALCIO CARTA DI PERICOLOSITÀ DA FRANA PAI BIFERNO
- STRALCIO CARTA DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA PAI BIFERNO
- INDAGINI PREGRESSE

PREMESSA

Per conto dell'Amministrazione Comunale, lo scrivente ha redatto il presente studio geologico di supporto alla progettazione relativa alla REVISIONE DEL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE ZONA INDUSTRIALE ED ARTIGIANALE (PROPOSTA DI VARIANTE ZONA D) del Comune di Limosano (CB).

Lo studio è stato eseguito in conformità a quanto previsto dal vigente quadro normativo:

D.M. 17 gennaio 2018: *Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni;*

D.M. 14 gennaio 2008: *Testo Unico – Norme Tecniche per le Costruzioni;*

C.S.L.P.: *Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare 2 febbraio 2009;*

C.S.L.P.: *Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27/07/07;*

O.P.C.M. 3274 del 25 marzo 2003 e ss.mm.ii

Eurocodice 8 (1998) *Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003);*

Eurocodice 7.1 (1997): *Progettazione geotecnica – Parte I: Regole generali. UNI;*

Eurocodice 7.2 (2002): *Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio. UNI;*

Eurocodice 7.3 (2002): *Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove in sito. UNI;*

La metodologia operativa per l'esecuzione del presente lavoro è la seguente:

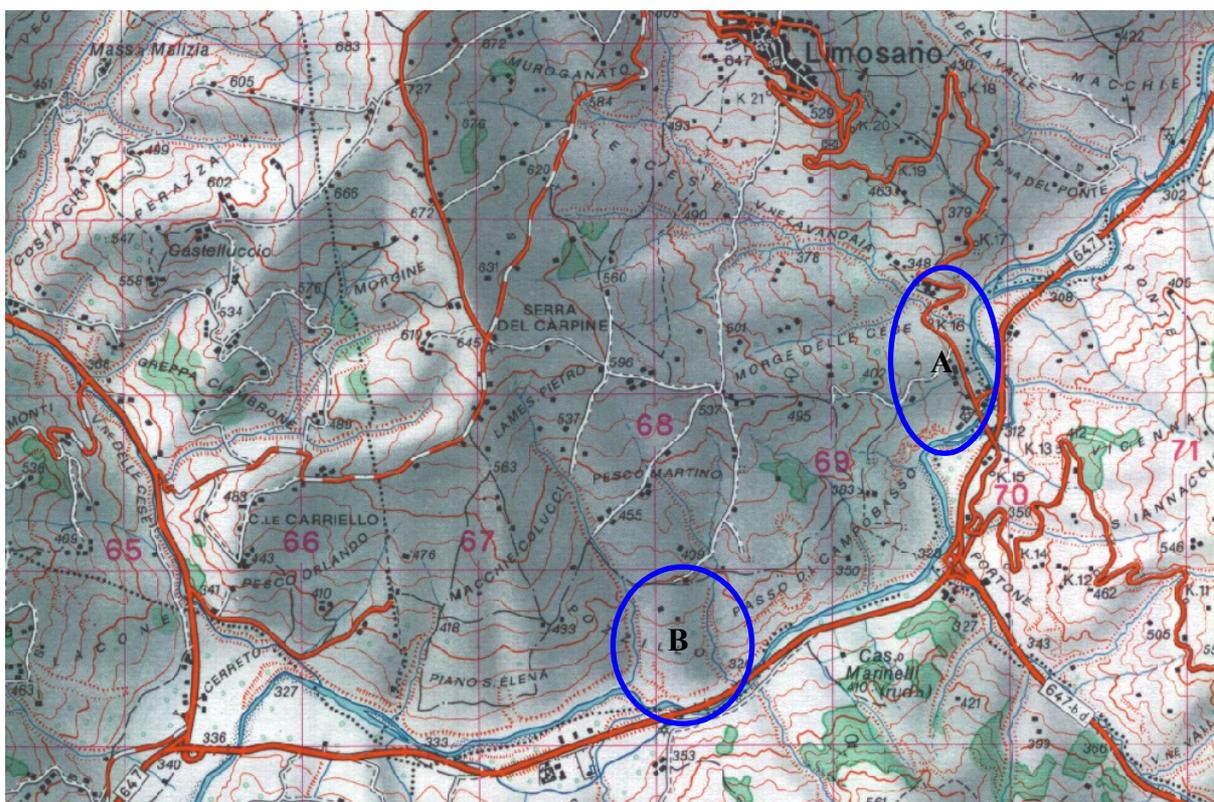
- raccolta e revisione critica delle indagini geognostiche e geofisiche preesistenti;
- reperimento di pubblicazioni e studi a carattere geologico ritenute utili ai fini del presente lavoro con particolare riferimento al progetto di *Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrogeologico dei fiumi Biferno e Minori (PAI)*;
- rilevamento geomorfologico e litologico di dettaglio delle aree sottoposte a variante urbanistica
- controllo dell'idrologia;
- redazione delle carte tematiche necessarie alla progettazione della variante e stesura della relazione illustrativa finale.

Lo studio geologico ha riguardato l'accertamento delle condizioni geomorfologiche delle aree in cui ricadono le due zone D del P.d.F. vigente, con particolare attenzione alla dinamica dei versanti (aree in dissesto), al fine di accertare l'effettiva utilizzazione delle stesse in relazione alla specifica destinazione d'uso.

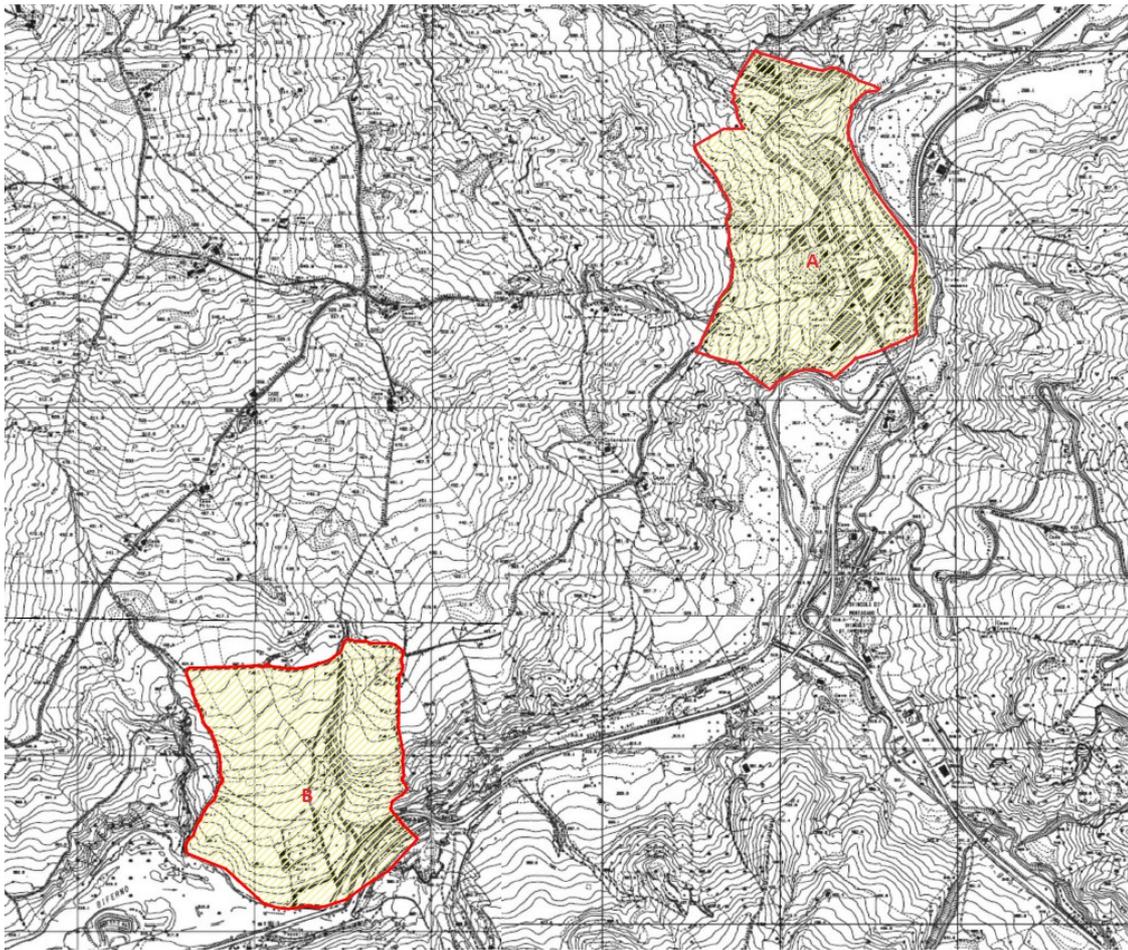
LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELLE AREE

La fascia territoriale d'interesse è topograficamente individuabile nella tavoletta I.G.M.I, in scala 1:25.000, IV NE del F°162 della Carta d'Italia; relativamente alla CTR della Regione Molise ricade nella sezione 393122 (zona A) e 393164 (Zona B) alla scala 1:5000.

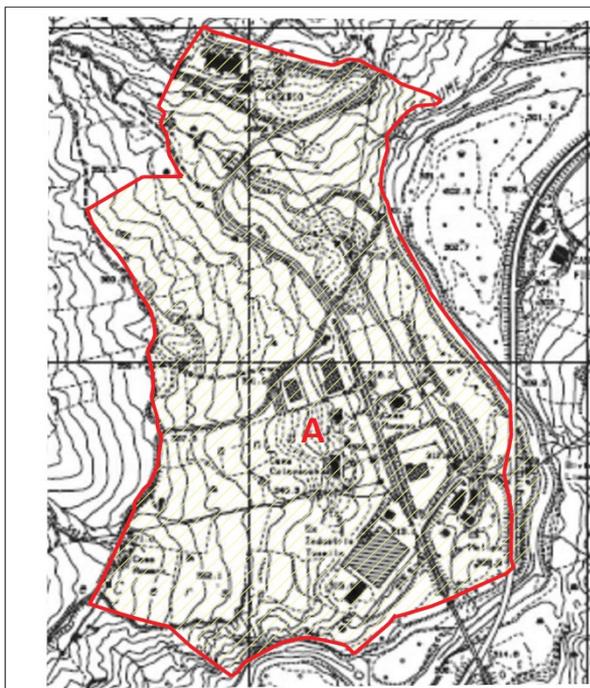
In catasto le due Zone D vigenti si individuano ai fogli 20, 23, 27 (Zona A) e 37 (Zona B) del Comune di Limosano.



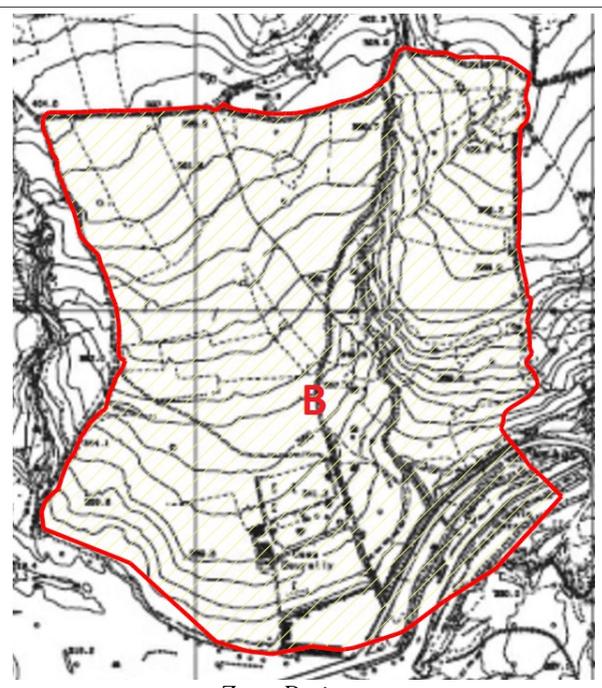
Stralcio della carta IGMI 393 alla scala 1:50,000 con indicazione delle aree oggetto di variante



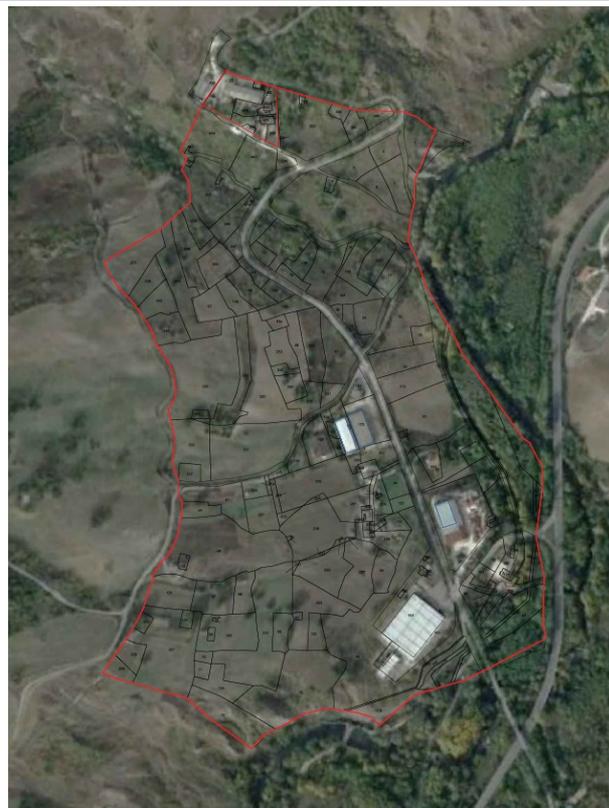
Stralcio CTR con individuazione delle Zone D oggetto di revisione



Zona D vigente



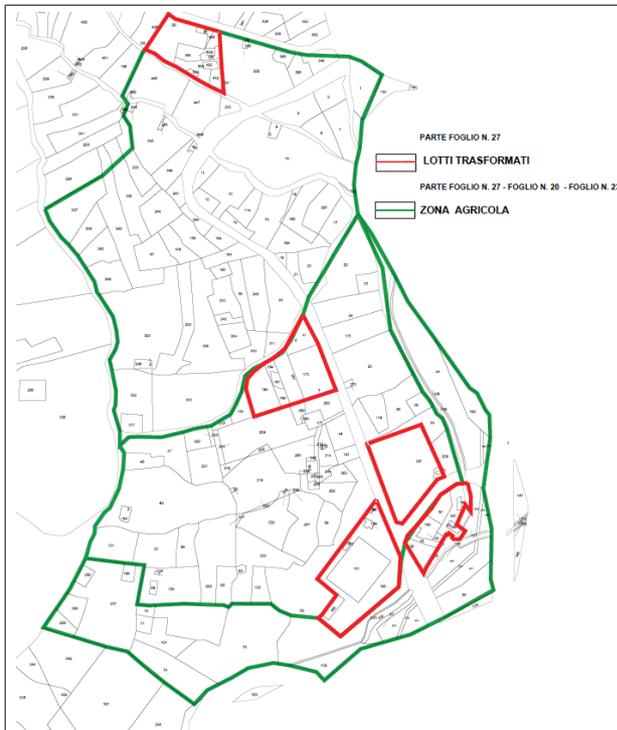
Zona D vigente



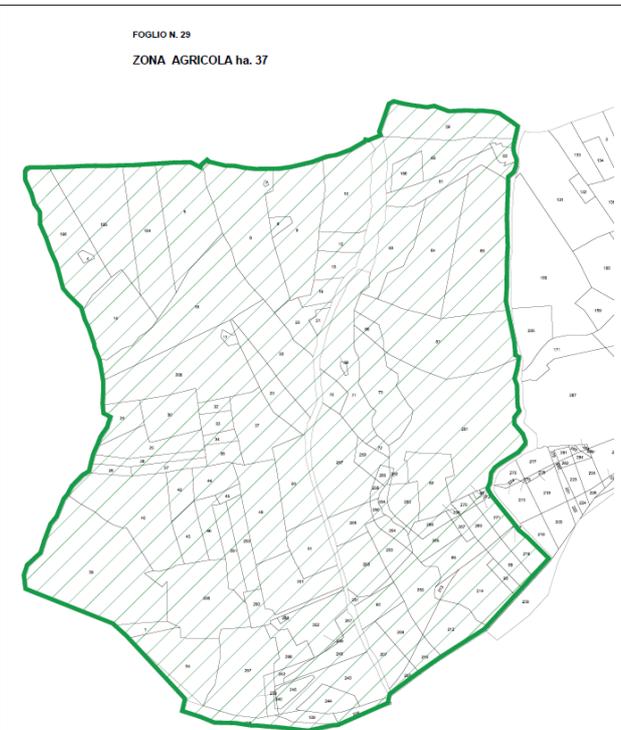
Individuazione su Ortofoto



Individuazione su Ortofoto



Proposta di Variante Area A



Proposta di Variante Area B

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

L'aspetto orografico che caratterizza il territorio evidenzia un paesaggio dai tipici profili collinari nel quale le aree d'interesse si inquadrano in un contesto morfologico di versante contraddistinto da un'alternanza di blande dorsali e di vallecole impluviali variamente incise.

Inquadrabile all'interno del bacino imbrifero sinistro del F. Biferno, le aree oggetto di studio sono drenate da corsi d'acqua a regime sostanzialmente stagionale, alimentati a varie quote da digitazioni impluviali secondarie in massima parte caratterizzate da alvei stretti e variamente incisi che esercitano una notevole azione erosiva sui terreni attraversati, attestando le proprie radici, a luoghi anche piuttosto approfondite, fino alle quote medio-sommitali dei versanti. Il reticolo idrografico superficiale presenta nel complesso un discreto sviluppo areale in virtù soprattutto della modesta permeabilità d'insieme attribuibile alle formazioni localmente impegnate, tendenti a favorire il ruscellamento superficiale a discapito dei processi di infiltrazione nel sottosuolo.

Frequentemente l'elevato ruscellamento con l'azione erosiva ai piedi e lungo i versanti ha comportato una evoluzione degli stessi tale da favorire un elevato indice di dissestabilità. Si rinvengono, così, aree in equilibrio limite la cui stabilità nel tempo è per lo più legata alle vicissitudini meteorologiche stagionali.

La morfologia è strettamente legata alla natura litologica dei principali litotipi affioranti i quali, caratterizzati da diversi gradi di consistenza, offrono una risposta differenziata all'aggressione esogena comportando un'erosione di tipo selettivo con geometrie dei profili a luoghi sostanzialmente dissimili.

Di fatto, alle forme pronunciate che identificano le zone di cresta dei locali rilievi dorsali, fanno riscontro quelle modellate in linee e contorni plastici che contraddistinguono le aree di versante e di fondo valle in cui affiorano termini a dominante pelitica; questi sono in genere più vulnerabili all'azione erosiva e plasticizzante delle acque di infiltrazione e di corruzione come testimoniano i fenomeni di dissesto cartografati in fase di rilevamento.

Le frane denotano una condizione morfoevolutiva tipica del contesto territoriale relativo al medio bacino del F. Biferno non ancora in stato di equilibrio e sostanzialmente regolata dall'alta densità di drenaggio locale, dalle pendenze a luoghi accentuate, dallo scarso indice di copertura vegetale e dalla prevalente costituzione pelitica dei terreni impegnati. In tali componenti sono da ricercare le principali cause del grado di instabilità morfodinamica che contradd-

distingue le fasce di versante sia in destra che in sinistra idrografica attualmente interessate da movimenti gravitativi con estensioni areali, gradi di attività e stadi evolutivi differenti.

Le fenomenologie di frana rilevate presentano una cinematica generalmente lenta, ed uno stato di attività prevalentemente quiescente sebbene non manchino varie condizioni di attività. Nel complesso si tratta di fenomeni classificabili dal punto di vista morfogenetico come colamenti e in subordine come scorrimenti, a cui si affiancano, in maniera piuttosto estesa, deformazioni superficiali lente tipo soliflusso e/o creep. Queste ultime, in particolare, sono legate alla presenza di coltri di copertura degradate e notevolmente vulnerabili all'azione erosiva e plasticizzante esercitata dalle acque di corrivazione che le predispongono a sciogliere verso il basso, agevolate da condizioni clivometriche a luoghi sfavorevoli, soprattutto laddove i valori di acclività risultano non compatibili con le modeste o scadenti caratteristiche di resistenza degli orizzonti superficiali.

ASPETTI GEOMORFOLOGICI DI DETTAGLIO

Di seguito si illustrano gli aspetti geomorfologici più significativi relativamente alle aree ove questi sono presenti.

Zona A

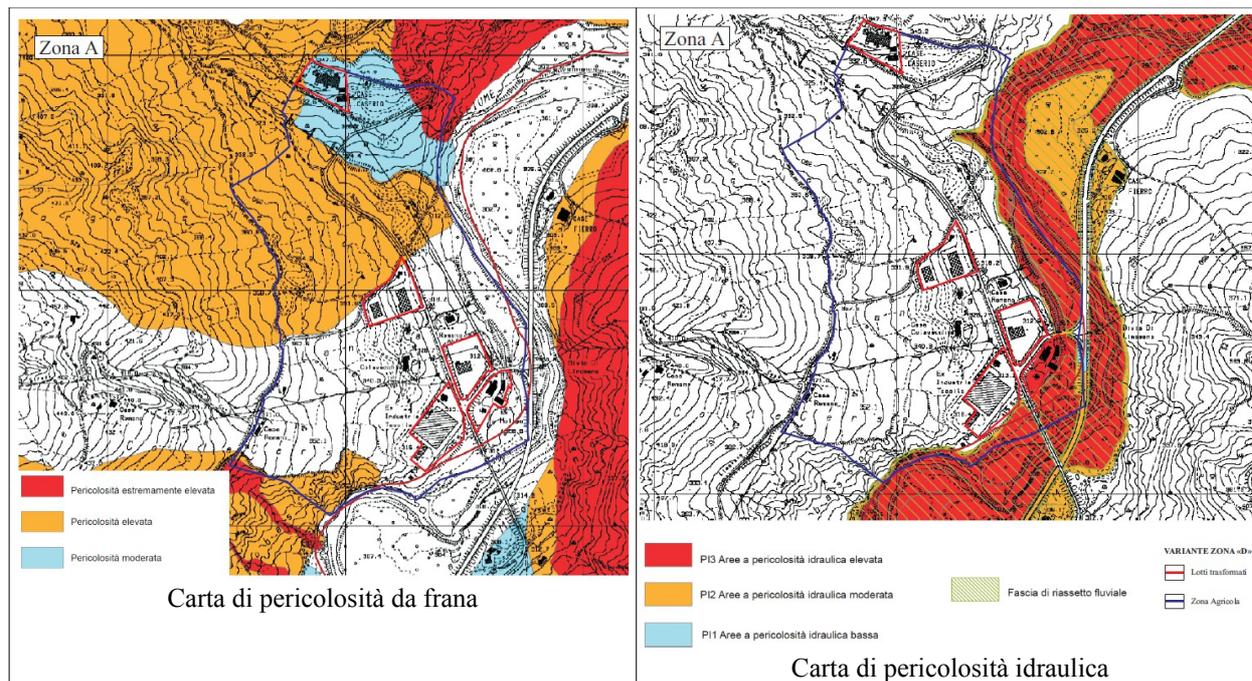
La zona artigianale attuale si individua a SE dell'abitato di Limosano in adiacenza al F. Biferno, all'altezza dello svincolo per Limosano sulla F.V. Bifernina. La zona è situata in gran parte in area di versante con esposizione preferenziale verso E caratterizzato da pendenze medie comprese tra 9° e 11°, mentre la zona della piana alluvionale presenta una morfologia sostanzialmente pianeggiante.

La zona è interessata nella parte settentrionale dal cumulo di una frana quiescente (vedi *Carta geomorfologica* allegata in calce) e marginalmente, nell'estremo settore meridionale da fenomeni di frana attivi.

Riguardo la cartografia del PAI Biferno la porzione centro-settentrionale della zona D rientra in area a Pericolosità elevata (Pf2) con un settore a pericolosità estremamente elevata (PF3) e parte in Pf1 (pericolosità moderata); la parte centro meridionale è caratterizzata da assenza di fenomeni di frana ad eccezione dell'estremo settore SW in cui è presente un areale Pf2.

Per quanto attiene il rischio idraulico, la gran parte della fascia orientale adiacente il F. Biferno rientra in area a pericolosità idraulica elevata (PI3), quasi integralmente compresa nella fascia di riassetto fluviale, ad eccezione di un lembo in cui è presente un insediamento produttivo.

La proposta di variante al Piano di Fabbricazione in tale settore prevede la restituzione di gran parte dell'area alla sua originaria destinazione agricola fatte salve limitate zone (vedi cartografia allegata) in cui insistono attività artigianali in attività o preesistenti e attualmente inattive che conserveranno la destinazione urbanistica attualmente vigente (zona artigianale D).



Zona B

L'area ricade nella porzione periferica meridionale del comprensorio comunale di Limosano, in località "Pesco Martino", a ridosso della F.V. Bifermina.

Dal punto di vista morfologico la zona D è situata lungo un versante esposto a S caratterizzato da pendenze medie comprese tra i 6° e 7° con punte massime di 15-16° nel settore orientale dell'area.

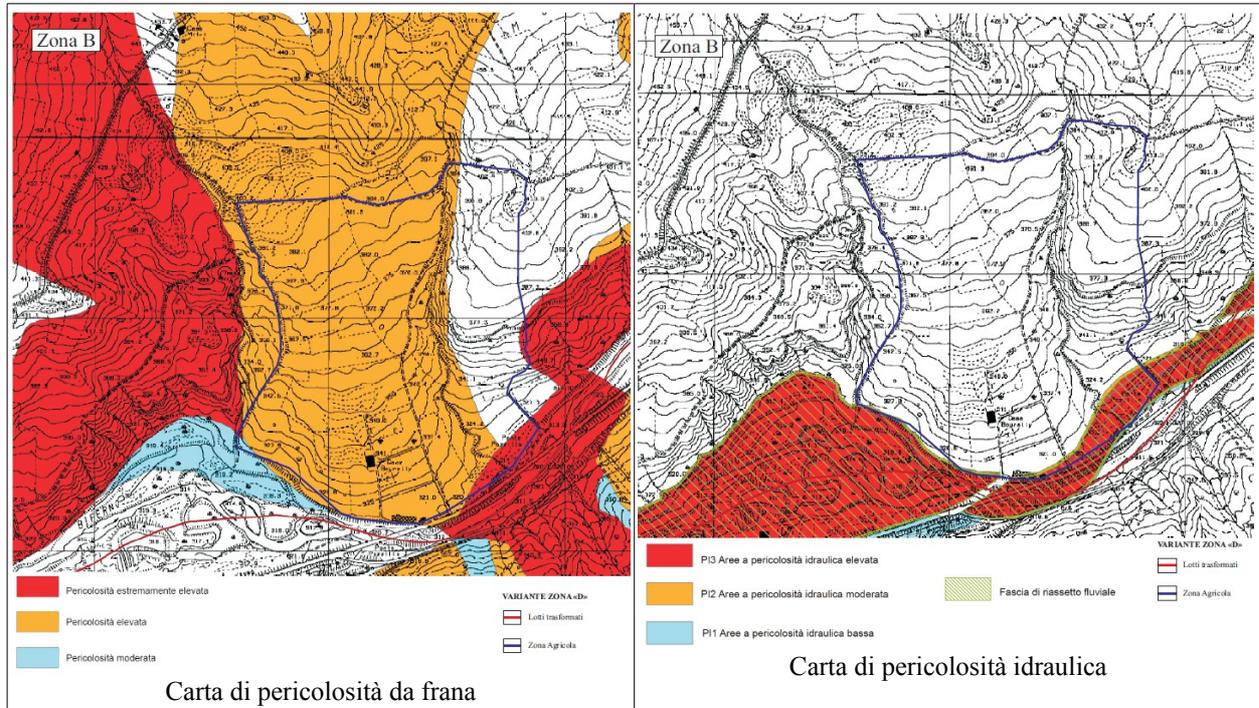
La zona artigianale vigente si sviluppa in gran parte lungo il cumulo di una frana quiescente (vedi *Carta geomorfologica* allegata in calce) e marginalmente, nella porzione sud-orientale, è interessata da fenomeni di frana attivi. La zona centrale è percorsa per tutta la sua lunghezza da un fosso di ruscellamento concentrato caratterizzato da una profonda incisione valliva che denota elevate capacità erosive legate anche alla erodibilità dei terreni argillosi localmente presenti.

Riguardo la cartografia del PAI Biferno i due terzi della zona D rientrano in area a Pericolosità elevata (Pf2) mentre la restante parte ricade a monte di frane attive e presenta caratteristiche morfologiche sfavorevoli legate all'acclività accentuata nella parte medio-bassa del versante ed alla possibilità di espansione regressiva dei fenomeni franosi.

Inoltre, l'estremo settore SE dell'area artigianale ricade nella fascia di riassetto fluviale del F. Biferno (area PI3) che localmente ha subito la migrazione dell'alveo verso NW ad opera del piede della "Frana Covatta" che nel 1996 ha provocato la distruzione di un tratto della

F.V. Bifernina e l'occlusione temporanea dell'alveo fluviale con conseguente allagamento delle aree poste a monte.

La proposta di variante al Piano di Fabbricazione in tale settore prevede la totale restituzione dell'area alla sua originaria destinazione agricola.



NOTE DI GEOLOGIA

L'assetto geologico della fascia territoriale d'interesse deriva principalmente da una tettonica di ricoprimento inquadrabile nei grandi movimenti che hanno presieduto alla formazione della catena appenninica e dei rilievi subappenninici. Le fasi tettoniche compressive che hanno interessato i depositi del Bacino Molisano hanno condizionato il relativo scenario geologico-strutturale fino al Pliocene Medio; la tendenza generale connessa a tali fasi tettoniche è quella di una continua migrazione verso l'Avanpaese (est) sia delle coltri alloctone sia dei terreni autoctoni per via dell'effetto combinato di movimenti per traslazione e trascinamento. Le serie sedimentarie, variamente dislocate e smembrate, sono state riversate nel Bacino Molisano determinando sovrapposizioni anomale ed accostamenti in affioramento di unità molto differenti sia per facies che per età e genesi paleogeografica.

Nell'area oggetto di studio affiorano prevalentemente depositi sedimentari marini oligo-miocenici, attribuibili al Complesso caotico delle Argille Varicolori e al Flysch di San Bartolomeo. A tali complessi formazionali si aggiungono quelli di genesi sedimentaria continentale rappresentati dai depositi alluvionali, sia recenti che attuali, affioranti estesamente nella piana circostante l'alveo del F. Biferno. Le formazioni citate risultano arealmente sormontate da terreni di copertura rappresentati da spessori diffusi e irregolari di natura colluviale e dalle coltri di frana.

Sulla base di quanto emerso dai rilievi di superficie e dall'analisi delle indagini reperite, vengono di seguito descritte le diverse formazioni individuate all'interno e a ridosso dell'area d'interesse progettuale (cfr. *Carta geomorfologica* – allegata):

Il ***Complesso delle Argille Varicolori*** è contraddistinto da un elevato grado di complessità geologica che si esprime di fatto attraverso un assetto litostrutturale particolarmente disordinato a cui si deve la notevole variabilità latero-verticale dei termini costituenti. Da ciò deriva la possibilità di suddividere tale complesso in tre facies, una basale a marcata componente argillosa, una intermedia di natura marnoso-calcareo ed una sommitale a dominante calcareo-brecciosa e calcareo-marnosa.

La *facies calcarea* è caratterizzata da calcareniti e brecce calcaree di colore chiaro con sporadiche intercalazioni di marne e argille rossastre e verdi

La *facies marnoso-calcareo* è caratterizzata in prevalenza da sedimenti pelitici costituiti da marne ed argille marnose bianche, rossastre e giallo-verdastre con livelli calcareo-marnosi e calcarei in strati di spessore variabile dal centimetro a qualche decimetro; la struttu-

ra è generalmente scagliosa e l'ammasso si presenta fortemente tettonizzato e con assetto giaciturale caotico.

La *facies argillosa* è costituita da argille rossastre, bluastre e giallo-verdastre con livelli discontinui di spessore da decimetrico a metrico di calcari, calcari marnosi, marne ed arenarie.

Il ***Flysch di San Bartolomeo***: nelle aree di studio è rappresentato in affioramento dalla Litofacies pelitico arenacea.

Litofacies pelitico-arenacea: è rappresentata da argille grigio-verdastre, argille sabbiose, argille marnose e subordinatamente marne chiare con livelli di spessore da centimetrico fino al metro di arenarie quarzose giallastre e grigie. Verso il tetto della litofacies si registra un incremento della frazione arenaceo-sabbiosa.

Il ***Complesso Alluvionale*** caratterizza in maniera estesa l'area di fondovalle del F. Biferno e comprende depositi sia recenti che attuali i quali si rilevano all'interno e a ridosso dell'alveo del F. Biferno a quote variabili fino agli oltre 5 m circa sopra il livello del thalweg attuale; si tratta di materiali essenzialmente incoerenti, di origine continentale, legati a cicli deposizionali successivi, caratterizzati da una granulometria estremamente variabile in funzione dell'energia di trasporto e del regime di sedimentazione, e costituiti prevalentemente da ghiaie medio-grossolane e ciottoli miscelati a livelli e lenti di sabbie, sabbie ghiaioso-limose e, in subordine, di limi sabbioso-argillosi. Tali termini sono generalmente ricoperti da una coltre eluviale pedogenizzata (suolo) il cui spessore è arealmente variabile tra pochi decimetri ad oltre un metro.

Coltri di copertura - sono rappresentate essenzialmente dalle coltri di genesi colluviale e dai depositi di frana. In rapporto alla loro diffusione ed alla concreta difficoltà di considerarle nella redazione di una cartografia tematica tesa ad evidenziare la natura litologica del substrato delle aree interessate dalla progettazione in essere, si è scelto di non distinguerle all'interno dell'allegata carta geomorfologica, perimetrando esclusivamente gli areali in dissesto in cui affiorano materiali sostanzialmente rimaneggiati.

I *depositi colluviali* sono costituiti prevalentemente da limi argilloso-sabbiosi con difusi inclusi litici rappresentati da clasti di calcarei, marnosi e arenacei, di dimensioni variabili da millimetriche a centimetriche e forma generalmente angolata. La colorazione generalmente

brunastra nel primo metro di spessore, negli orizzonti inferiori tende a riprendere il colore di fondo della parte alterata del substrato da cui deriva il colluvio stesso. Altri elementi distintivi sono dati dalla mancanza di struttura e dalla presenza più o meno diffusa di residui vegetali.

Le *coltri di frana* sono rappresentate da materiali rimaneggiati in seguito a fenomeni gravitativi che caratterizzano estesamente gran parte dei versanti dell'area rilevata. Esse sono riconducibili a dissesti di varia tipologia ed entità: dalle deformazioni superficiali lente, alle frane s.s. che vanno dai colamenti superficiali in terra a movimenti con caratteristiche cinematiche tipiche di scorrimenti traslativi. Ai fini di una caratterizzazione litologica, poiché i dissesti interessano essenzialmente le aree a substrato argilloso-limoso, è plausibile analizzare i detriti di frana a prescindere dalla tipologia di dissesto. Il litotipo rappresentativo di tali depositi si identifica in un'argilla limosa e limoso-sabbiosa con percentuali variabili di inclusi litici di dimensioni prevalentemente centimetriche e con possibile presenza di residui vegetali e/o terre organiche a testimonianza di un chiaro rimaneggiamento del terreno.

IDROGEOLOGIA DELL'AREA

I versanti impegnati dalle aree oggetto di studio appartengono al bacino sinistro del fiume Biferno.

La bassa permeabilità d'insieme dei terreni favorisce il ruscellamento superficiale a discapito dell'infiltrazione nel sottosuolo dando luogo ad un reticolo idrografico di tipo detritico ben sviluppato con aste di deflusso secondarie ad andamento lineare.

Gli apporti idrici generatisi a seguito delle precipitazioni più abbondanti producono fenomeni di erosione concentrata con conseguente innesco di dissesti lungo i fianchi vallivi.

Dal punto di vista della permeabilità, i terreni rinvenuti nell'area di studio e distinti in unità della copertura e unità del substrato, possono essere così classificati:

Unità della copertura

- **complesso dei depositi colluviali e di frana**: presentano una permeabilità da **media a bassa**. Localmente, dove sono presenti intercalazioni detritiche, si ha un aumento del grado di permeabilità;

Unità del substrato

- **complesso idrogeologico del Flysch di S. Bartolomeo**: La permeabilità di tale unità, per porosità e fratturazione, è **variabile** in funzione della maggiore o minore presenza delle intercalazioni pelitiche; la circolazione idrica è comunque confinata all'interno degli orizzonti lapidei fratturati e/o sabbioso-conglomeratici e, generalmente, segue l'orientamento della stratificazione. Costituisce l'acquifero in cui è contenuta la falda.
- **complesso idrogeologico delle Argille Varicolori**: Tale complesso è da considerare praticamente **impermeabile**. Rappresenta l'acquicluda che tampona la falda contenuta nel sovrastante complesso arenaceo.

CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA INDICATIVA DEI TERRENI

Per ricostruire la locale situazione stratigrafica l'osservazione di superficie eseguita su affioramenti naturali e, in particolare, lungo le scarpate di frana ben evidenti nei siti d'intervento, è stata integrata dai dati stratigrafici e geotecnici reperiti nei pressi delle aree d'interesse.

Le indagini a disposizione e le analisi visive eseguite nel corso dei sopralluoghi effettuati hanno permesso di accertare che nelle due aree sottoposte a revisione le caratteristiche litologiche e gli spessori della copertura possono essere considerati sostanzialmente simili.

In tale senso è possibile differenziare in via indicativa, tra quelle di copertura e quelle di substrato, le seguenti unità litotecniche:

➤ **Unità Litotecnica A**

Ad essa è associabile la copertura superficiale del complesso dei depositi alluvionali e le coltri di copertura eluvio-colluviale; è rappresentata dalla coltre pedologica ed eluvio-colluviale costituita da una matrice argillosa e limoso-argillosa generalmente destrutturata, diffusamente alterata per processi pedogenetici, inglobante sporadici inclusi litici centimetrici e decimetrici. E' contraddistinta da una scarsa affidabilità geotecnica, da una consistenza morbida e da una elevata compressibilità. La permeabilità si esplica per porosità ed è considerabile generalmente media e legata sostanzialmente al grado di destrutturazione del litotipo. Lo spessore è generalmente pari o di poco superiore al metro, sebbene non manchino circoscritti settori in cui possono manifestarsi locali inspessimenti. I valori medi dei principali parametri fisico-meccanici attribuibili a tale unità litotecnica sono schematizzabili come di seguito:

Peso di volume	$\gamma = 1.70 \div 1.80 \text{ t/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\phi' = 12 \div 15^\circ$
Coesione drenata	$c' = 0.00 \div 0.05 \text{ kg/cm}^2$
Coesione non drenata	$c_u = 0.10 \div 0.30 \text{ kg/cm}^2$

➤ **Unità Litotecnica B**

Racchiude i terreni alluvionali della piana rappresentati da frazioni a dominante granulometrica da media a grossolana marcatamente prevalenti rispetto a quelle a granulometria fine ad essi disordinatamente frammisti. Sono contraddistinti da un medio-buono grado di addensa-

mento e da una marcata variabilità granulometrica latero-verticale con orizzonti ghiaioso-ciotolosi e subordinatamente sabbioso-ghiaiosi a varie quote intercalati a livelli e lenti sabbioso-limose e limoso-sabbioso-argillose, di vario spessore e diversa distribuzione areale. La permeabilità di tipo primario per porosità è considerabile alta. Lo spessore, arealmente variabile e legato anche al trend migrativo dell'alveo all'interno della piana, è valutabile mediamente compreso tra i 4÷6 m circa. I parametri di resistenza stimabili per tale litotipo e sintetizzati nello schema seguente sono stati ricavati dalle prove in sito effettuate nel corso dei sondaggi a disposizione eseguiti nella piana alluvionale, e sono indicativi di un comportamento geotecnico di tipo prevalentemente attritivo potendosi considerare praticamente nulla la coesione:

Peso di volume	$\gamma = 1.90 \div 2.00 \text{ t/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\phi' = 30 \div 32^\circ$
Coesione drenata	$c' = 0.00 \text{ kg/cm}^2$
Densità relativa	$D_r = 50 \div 65\%$

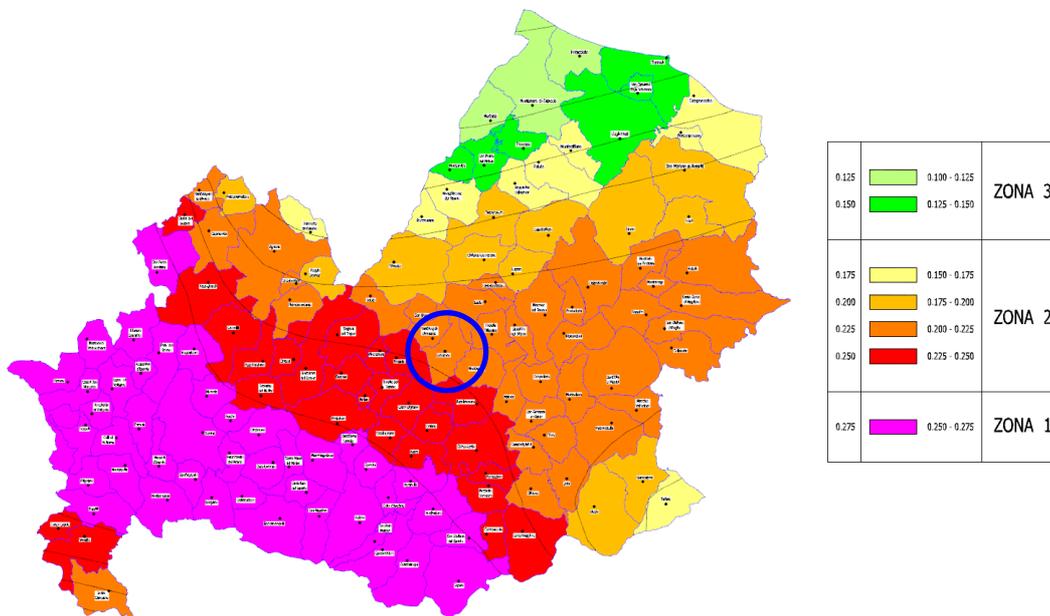
➤ *Unità Litotecnica C*

Ad essa vengono attribuiti i termini pelitici riconducibili alla porzione sommitale alterata del substrato di base a costituzione prevalentemente marnoso-argilloso. Il litotipo di riferimento è rappresentato da un'argilla marnosa, scagliosa, a luoghi variamente sabbiosa di colore variabile dal rossastro al grigio-verdastro dotata di consistenza variabile da rigida a molto rigida con intercalazioni in strati e livelli di calcari marnosi chiari fratturati e di arenarie da tenere a ben cementate. La permeabilità è da considerare bassa o nulla. I parametri indicativi del comportamento geotecnico, di tipo marcatamente coesivo, attribuibili a tale litotipo sono sintetizzati nello schema seguente:

Peso di volume	$\gamma = 1,95 \div 2,00 \text{ t/mc}$
Angolo di attrito interno	$\phi' = 21^\circ \div 23^\circ$
Coesione drenata	$c' = 0,11 \div 0,22 \text{ Kg/cmq}$
Coesione non drenata	$C_u = 0,80 \div >1,50 \text{ Kg/cmq}$

SISMICITA'

Il Comune di LIMOSANO è classificato in **Zona Sismica 2** in base alla classificazione sismica del territorio nazionale riportata nell'Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 25 marzo 2003.



La classificazione sismica regionale associa un valore di $A_{(g)}$, accelerazione orizzontale al suolo espressa come frazione dell'accelerazione di gravità (g) pari a:

ZONA	$A_{(g)}$ d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme tecniche)	$A_{(g)}$ con probabilità di superamento della soglia pari al 10% in 50 anni
2	0,225	0,200÷0,225

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO

Per classificare un sito da un punto di vista sismico è necessario conoscere le caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata. In particolare devono essere noti i valori di V_s che possono essere ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per terreni a grana grossa e le prove statiche.

La classificazione del suolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori delle velocità equivalenti di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2. II riportata nel *D.M. 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni* (Tabella sotto allegata):

A	AMMASSI ROCCIOSI AFFIORANTI O TERRENI MOLTO RIGIDI CARATTERIZZATI DA VALORI DI VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO SUPERIORI A 800 M/S, EVENTUALMENTE COMPRESI IN SUPERFICIE TERRENI DI CARATTERISTICHE MECCANICHE PIÙ SCADENTI CON SPESSORE MASSIMO PARI A 3 M.
B	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 M/S E 800 M/S
C	DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GROSSA MEDIAMENTE ADDENSATI O TERRENI A GRANA FINA MEDIAMENTE CONSISTENTI CON PROFONDITÀ DEL SUBSTRATO SUPERIORI A 30M, CARATTERIZZATI DA UN MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE CON LA PROFONDITÀ E DA VALORI DI VELOCITÀ EQUIVALENTE COMPRESI TRA 180 M/S E 360 M/S .
D	DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GROSSA SCARSAMENTE ADDENSATI O DI TERRENI A GRANA FINA SCARSAMENTE CONSISTENTI, CON PROFONDITÀ DEL SUBSTRATO SUPERIORI A 30M, CARATTERIZZATI DA UN MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE CON LA PROFONDITÀ E DA VALORI DI VELOCITÀ EQUIVALENTE COMPRESI TRA 100 M/S E 180 M/S .
E	TERRENI CON CARATTERISTICHE E VALORI DI VELOCITÀ EQUIVALENTE RICONDUCEBILI A QUELLE DEFINITE PER LE CATEGORIE C E D , CON PROFONDITÀ DEL SUBSTRATO NON SUPERIORE A 30M

In via cautelativa ed in considerazione della presenza diffusa di fenomeni franosi si può assegnare ai siti in esame una categoria di suolo C.

AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Il D.M. 17.01.2018 prevede che nei siti suscettibili di amplificazione topografica venga introdotto un coefficiente moltiplicativo ($S_T \geq 1$) per l'accelerazione massima orizzontale di progetto, che tenga conto di tale caratteristica morfologica.

Categoria topografica	α	Ubicazione dell'opera	S_T
T1	$\alpha < 15^\circ$	-	1.0
T2 Pendii o rilevati isolati	$\alpha > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3 Rilievo con larghezza alla sommità molto inferiore a quella alla base	$15^\circ < \alpha < 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del pendio	1.2
T4	$\alpha > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del pendio	1.4

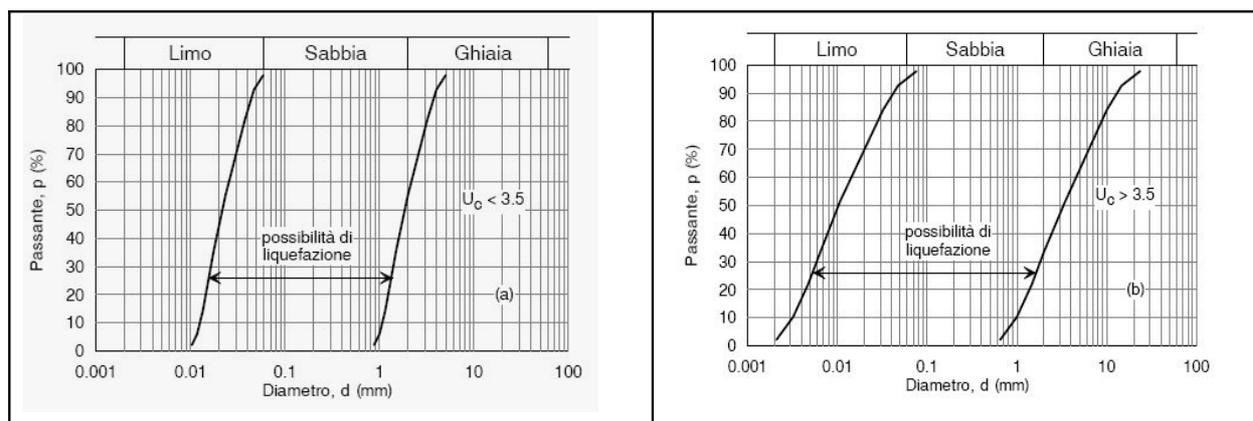
Dove α = inclinazione media del versante

Alle aree in esame, con pendenza “ α ” (MEDIO) $< 15^\circ$ gradi, si assegnerà una categoria topografica T1 con $S_T = 1,00$

VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DINAMICA

Il D.M. 17 gennaio 2018 decreta al punto 7.11.3.4.1 che il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione. Il decreto di cui sopra, al successivo punto 7.11.3.4.2 esplicita i casi di esclusione della verifica a liquefazione. La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle sottoelencate circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano di campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa,
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura a sinistra nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e nella figura a destra nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Non sussistono problematiche sottese a tale parametro in caso di sisma, in relazione alla natura prevalentemente argilloso-marnosa e in subordine ghiaioso-ciottolosa, per le aree di fondovalle, dei terreni; ciò detto la verifica può essere omessa.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio geologico è stato redatto a supporto della progettazione relativa alla REVISIONE DEL PROGRAMMA DI FABBRICAZIONE DELLA ZONA INDUSTRIALE ED ARTIGIANALE (PROPOSTA DI VARIANTE ZONA D) del Comune di Limosano (CB).

In particolare, l'amministrazione comunale ha inteso adeguare lo strumento urbanistico vigente allo strumento di gestione territoriale rappresentato dal Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del Fiume Biferno e Minori (PAI) come previsto dalle Norme di Attuazione. Di fatto gli **Art.21** e **Art. 29** che riguardano le direttive per i Comuni specificano che nell'ambito della normativa vigente degli strumenti urbanistici o dei piani di settore relativa a interventi sui manufatti edilizi esistenti, assumono tutte le misure opportune per ridurre il rischio e realizzare le previsioni del PAI.

In particolare per le strutture altamente vulnerabili ricadenti nella fascia di riassetto fluviale e nelle aree a pericolosità idraulica e da frana promuovono:

- 1 -variazioni di destinazione d'uso al fine di rendere compatibili i manufatti con la loro collocazione;
- 2 - la realizzazione di opere finalizzate alla riduzione del rischio idraulico e da frana ;
- 3 - procedure per la delocalizzazione degli edifici posti in aree a pericolosità idraulica alta (PI3) e a pericolosità da frana estremamente elevata (PF3).

In tale ottica ed in considerazione della attuale situazione socio-economica e demografica che mette in luce un evidente sovradimensionamento della zonazione vigente relativa alla zona D artigianale, si è ritenuto opportuno adeguare lo strumento urbanistico restituendo la gran parte dell'area D alla sua originaria destinazione agricola fatte salve limitate zone (vedi cartografia allegata) in cui insistono attività artigianali in attività o preesistenti e attualmente inattive che conserveranno la destinazione urbanistica attualmente vigente (zona artigianale D).

La compatibilità idrogeologica delle aree da sottoporre a variante è stata verificata sulla base di un apposito rilevamento geologico e geomorfologico delle aree d'interesse nel quale sono state cartografate in dettaglio le aree in frana quiescenti ed attive e le litologie del substrato.

I rilievi eseguiti sono stati confrontati con le carte tematiche relative all'assetto di versante e idraulico del PAI Biferno e sono state evidenziate mediante una carta di sintesi le interferenze tra la zonizzazione del Piano di Fabbricazione e le perimetrazioni del PAI.

Dallo studio eseguito risulta che una ampia porzione delle due zone artigianali non risulta idonea alla destinazione d'uso attuale in quanto interessata da estesi movimenti franosi, prevalentemente quiescenti, e per problemi legati al rischio idraulico da esondazione.

In particolare l'area denominata Zona B viene esclusa integralmente dalla destinazione d'uso artigianale in quanto quasi totalmente interessata da coltri di frana e da areali di possibile espansione degli stessi.

Nella zona A, compatibilmente con la stabilità geomorfologica delle aree, sono stati perimetrati in zona D gli insediamenti produttivi esistenti mentre si propone la trasformazione delle restanti aree in zona agricola; ciò anche in considerazione del totale disinteresse alla trasformazione industriale del sito legato soprattutto alla attuale situazione demografica delle aree interne del Molise.

Per una più chiara comprensione delle problematiche geomorfologiche e morfodinamiche delle aree si rimanda alla visione della cartografia tematica allegata in calce alla presente relazione.

In conclusione, si ritiene la trasformazione ipotizzata dalla proposta di variante sicuramente adeguata alla condizione di stabilità geomorfologica dei siti e, direi purtroppo, aderente alle previsioni di sviluppo socio-economico del territorio.

Lo scrivente resta a disposizione per eventuali chiarimenti

Trivento, Ottobre 2021

Il geologo



Dr. Nicola Ciafardini

CARTA GEOMORFOLITOLOGICA - Zona A

Scala 1:5.000

LITOLOGIA

Depositi alluvionali attuali e recenti

 Ciottoli e ghiaie fortemente eterometrici, generalmente sciolti o poco cementati, immersi in scarsa matrice sabbioso-limosa avana e grigia, con locali lenti e/o livelli di sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigiastro

Argille Varicolori

 Litofacies calcarea: Calcareniti e breccie calcaree di colore chiaro con intercalazioni di marne e argille rossastre e verdi

 Litofacies argillosa: Argille rossastre, bluastre e giallo-verdastre con livelli discontinui di spessore da decimetrico a metrico di calcari, calcari marnosi, marne ed arenarie

MORFOLOGIA

 Aree in frana attive

 Aree in frana quiescenti

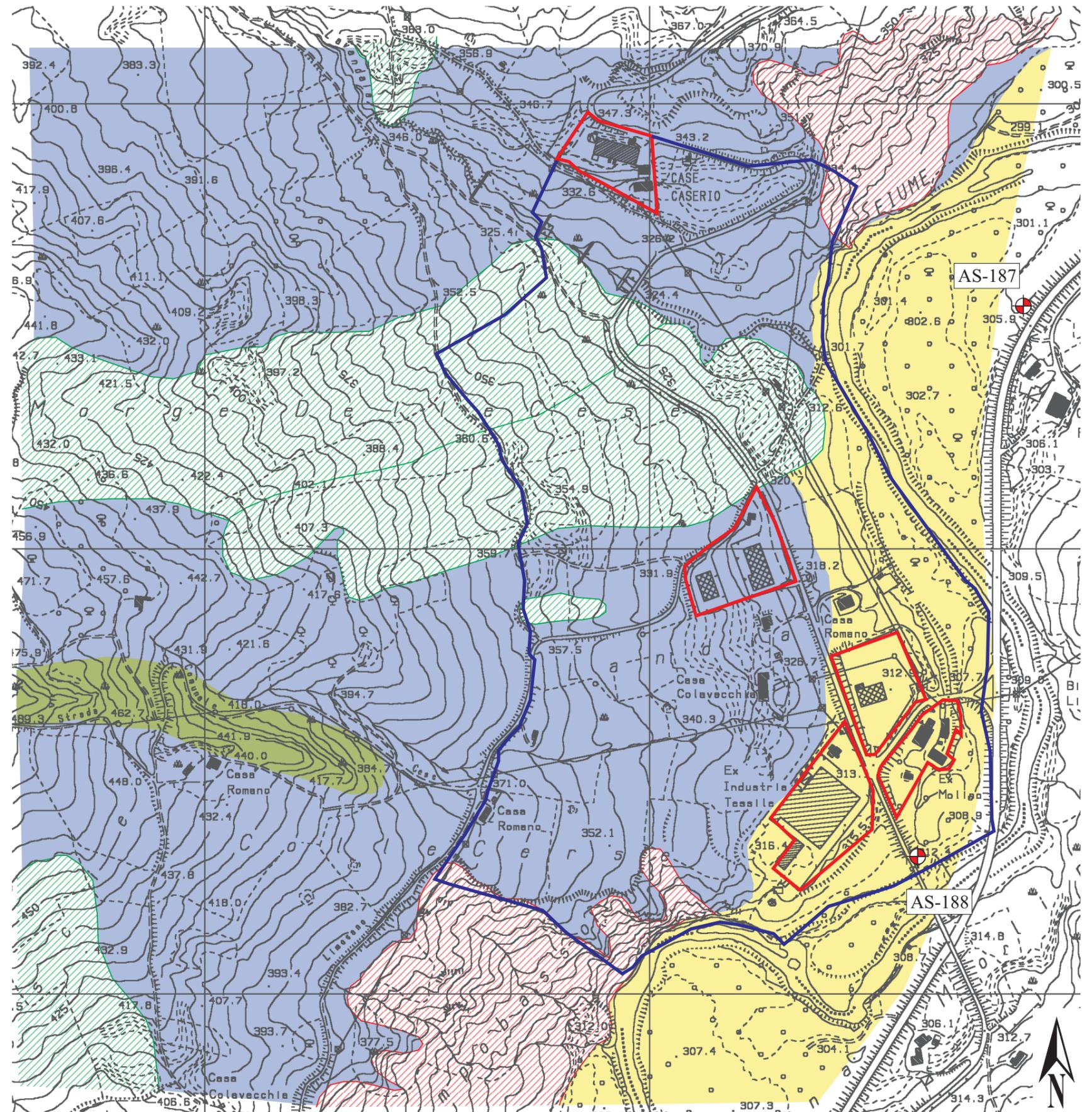
INDAGINI PREGRESSE

 Sondaggio meccanico a c.c.

VARIANTE ZONA «D»

 Lotti trasformati

 Zona Agricola



CARTA GEOMORFOLITOLOGICA - Zona B

Scala 1:5.000

LITOLOGIA

Depositi alluvionali attuali e recenti

 Ciottoli e ghiaie fortemente eterometrici, generalmente sciolti o poco cementati, immersi in scarsa matrice sabbioso-limosa avana e grigia, con locali lenti e/o livelli di sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigiastro

Complesso arenaceo

 Litofacies pelitico-arenacea
Argille grigio-verdastre, argille sabbiose, argille marnose e subordinatamente marne chiare con livelli di spessore da centimetrico fino al metro di arenarie quarzose giallastre e grigie. generalmente verso il tetto della litofacies si registra un incremento della frazione arenaceo-sabbiosa.

Argille Varicolori

 Litofacies calcarea: Calcareniti e breccie calcaree di colore chiaro con intercalazioni di marne e argille rossastre e verdi

 Litofacies argillosa: Argille rossastre, bluastre e giallo-verdastre con livelli discontinui di spessore da decimetrico a metrico di calcari, calcari marnosi, marne ed arenarie

MORFOLOGIA

 Aree in frana attive

 Aree in frana quiescenti

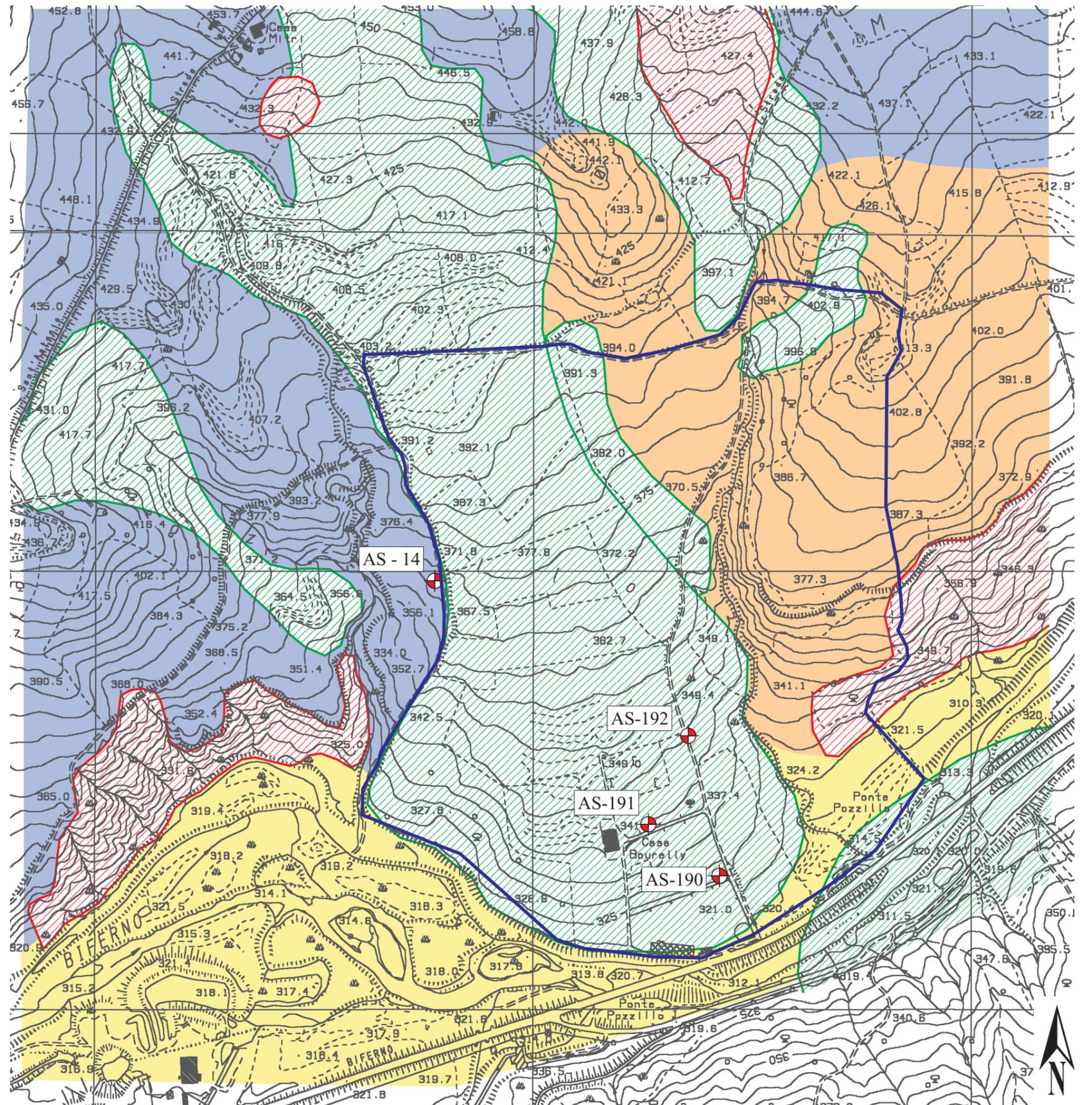
INDAGINI PREGRESSE

 Sondaggio meccanico a c.c.

VARIANTE ZONA «D»

 Lotti trasformati

 Zona Agricola



CARTA DELLE INTERFERENZE CON IL PAI

Zona A
Scala 1:5.000

PERICOLOSITA' DA FRANA - Assetto di Versante

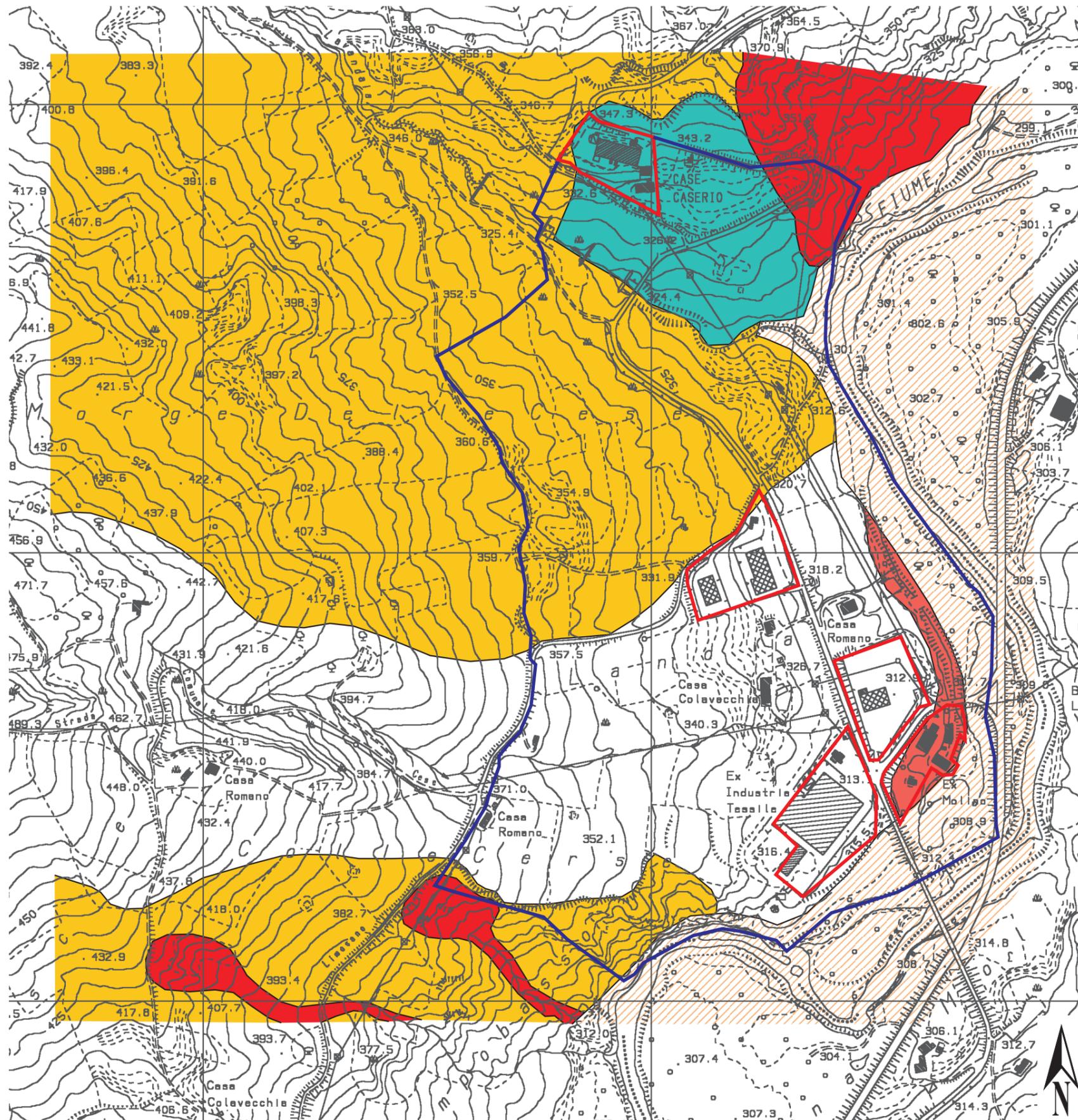
-  Pericolosità estremamente elevata (Pf3)
-  Pericolosità elevata (Pf2)
-  Pericolosità moderata (Pf1)

PERICOLOSITA' IDRAULICA - Assetto Idraulico

-  Pericolosità idraulica elevata (Pi3)
-  Fascia di riassetto fluviale

VARIANTE ZONA «D»

-  Lotti trasformati
-  Zona Agricola



CARTA DELLE INTERFERENZE CON IL PAI

Zona B

Scala 1:5.000

PERICOLOSITA' DA FRANA - Assetto di Versante

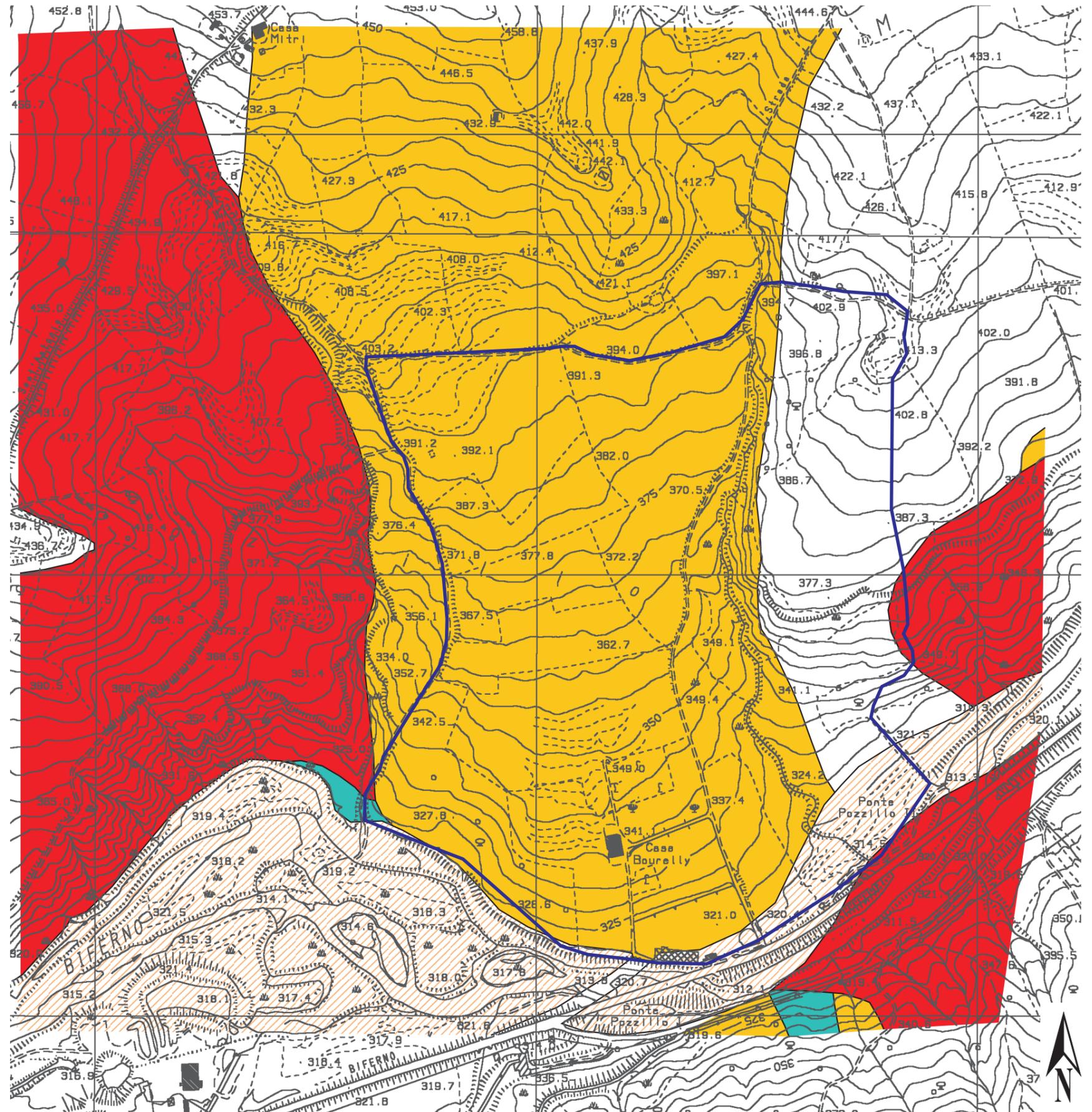
-  Pericolosità estremamente elevata (Pf3)
-  Pericolosità elevata (Pf2)
-  Pericolosità moderata (Pf1)

PERICOLOSITA' IDRAULICA - Assetto Idraulico

-  Fascia di riassetto fluviale

VARIANTE ZONA «D»

-  Lotti trasformati
-  Zona Agricola





PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI FIUMI BIFERNO E MINORI

DATA
DICEMBRE 2011

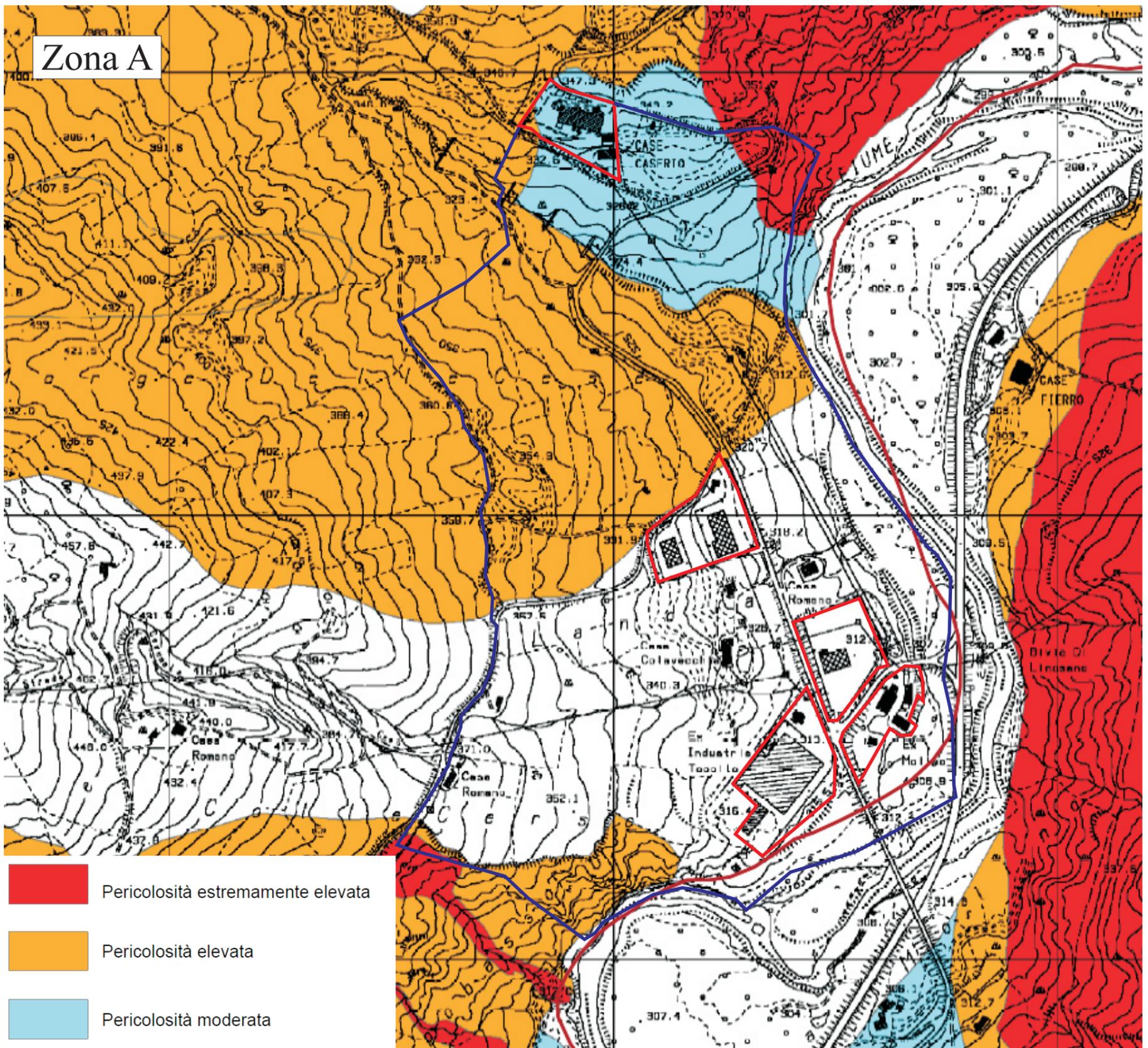
AGGIORNATO
-

SCALA
1:5000

TAVOLA

T 02.22

CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA E DA VALANGA
assetto di versante





PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI FIUMI BIFERNO E MINORI

DATA
DICEMBRE 2011

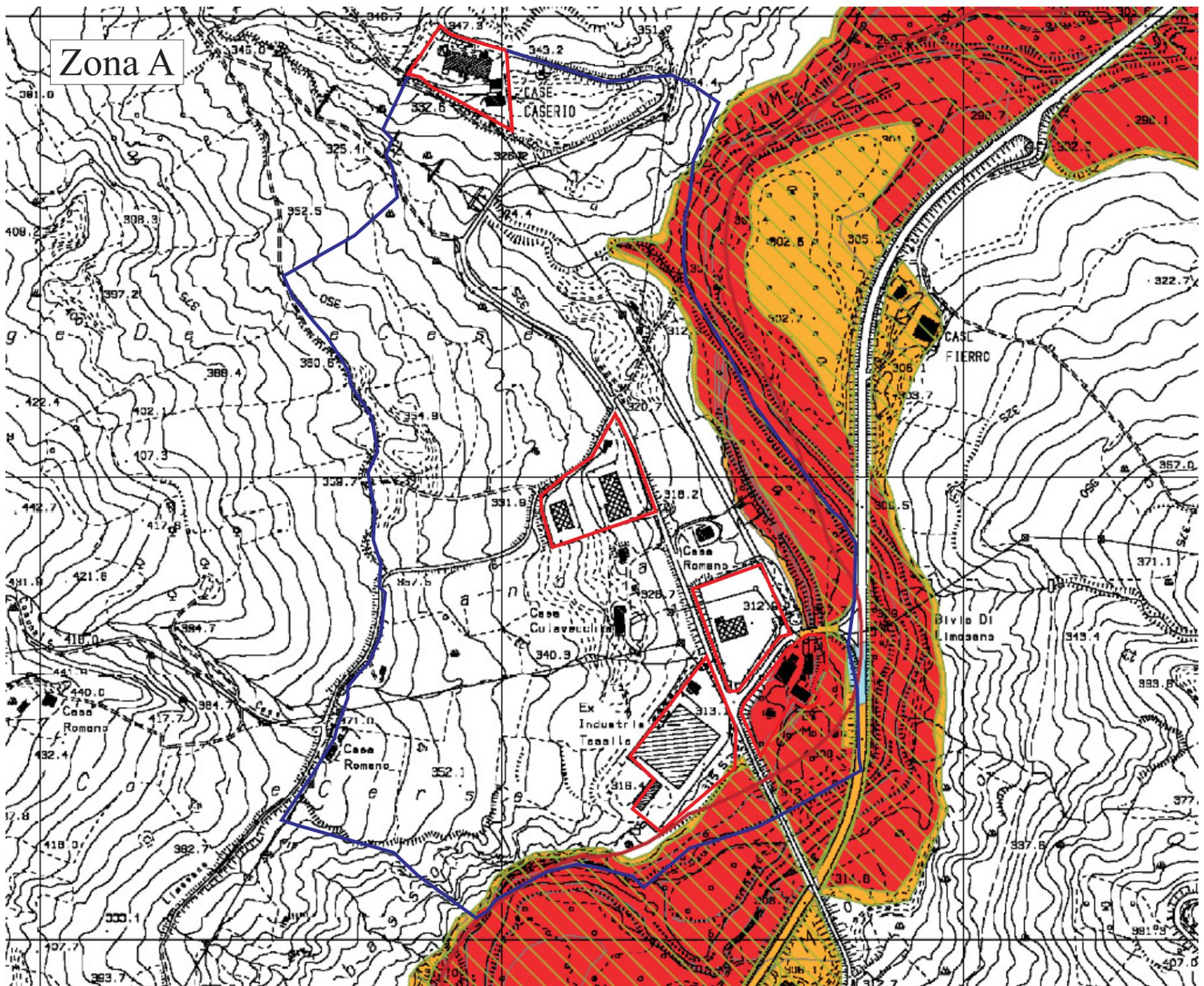
AGGIORNATO
-

SCALA
1:5000

TAVOLA

T 04.07

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA assetto idraulico



-  PI3 Aree a pericolosità idraulica elevata
-  PI2 Aree a pericolosità idraulica moderata
-  PI1 Aree a pericolosità idraulica bassa

-  Fascia di riassetto fluviale
-  Lotti trasformati
-  Zona Agricola



PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI FIUMI BIFERNO E MINORI

DATA
DICEMBRE 2011

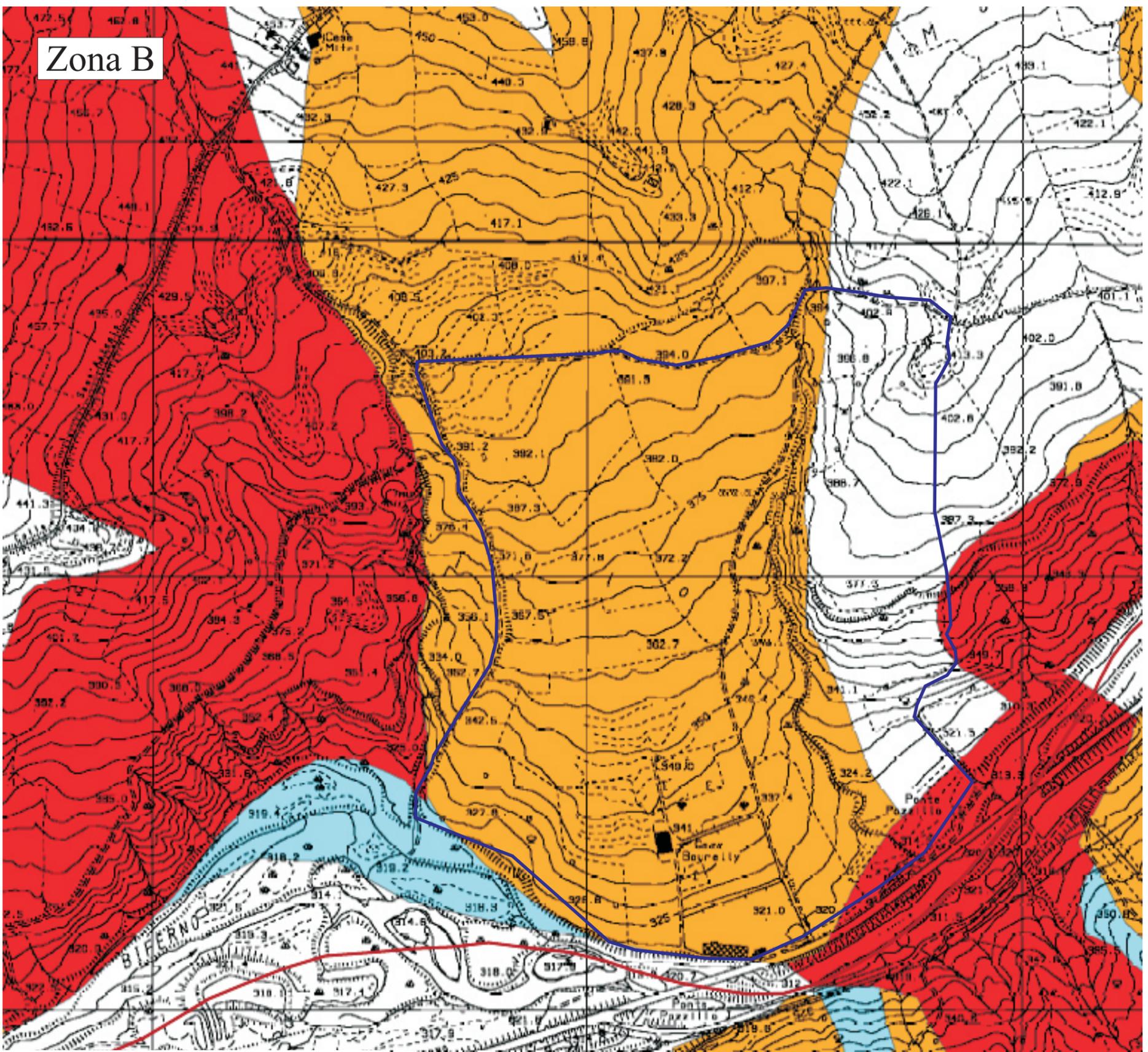
AGGIORNATO
-

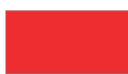
SCALA
1:5000

TAVOLA

T 02.22

CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA E DA VALANGA
assetto di versante



-  Pericolosità estremamente elevata
-  Pericolosità elevata
-  Pericolosità moderata

VARIANTE ZONA «D»

-  Lotti trasformati
-  Zona Agricola

PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI FIUMI BIFERNO E MINORI

DATA
DICEMBRE 2011

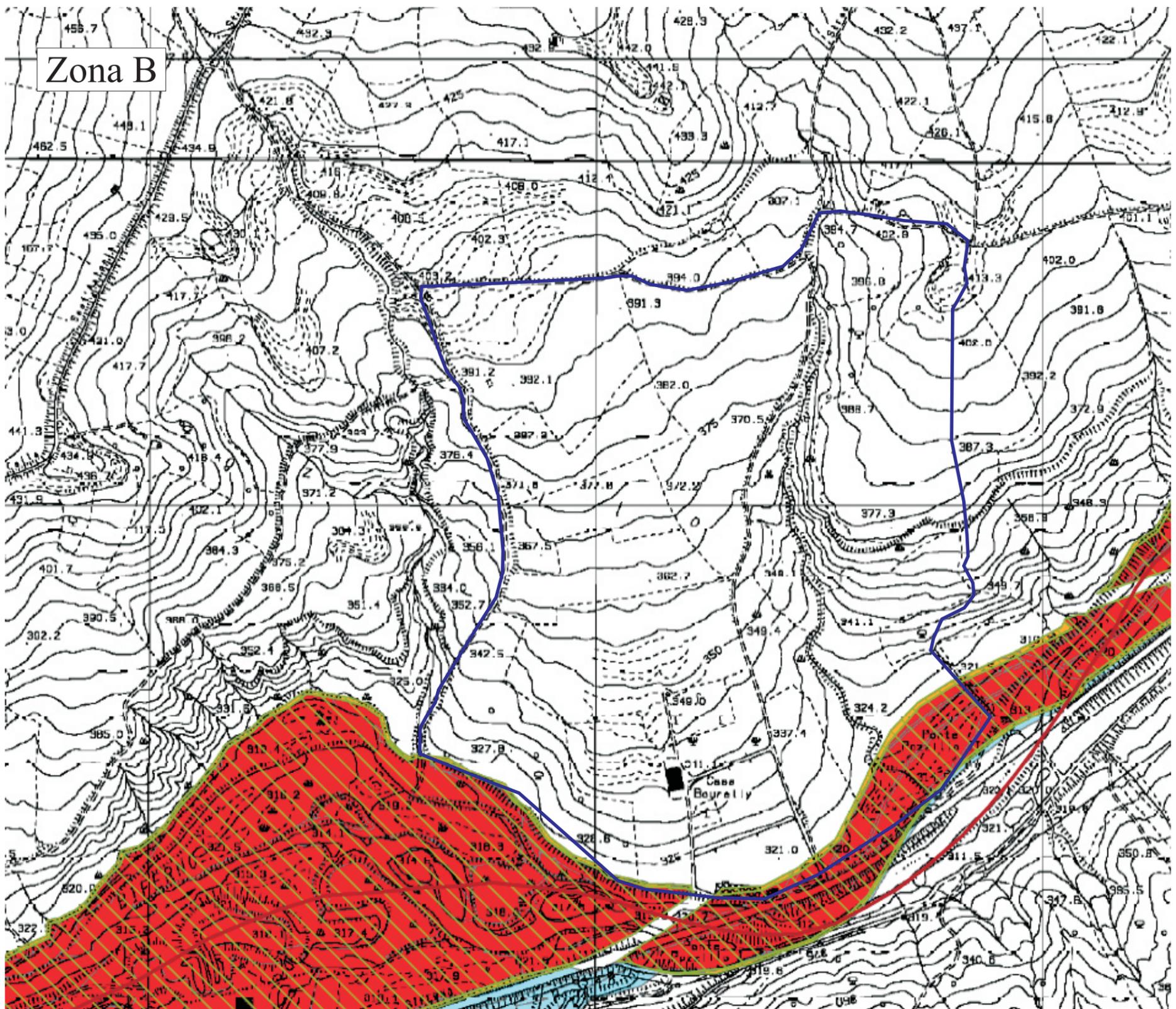
AGGIORNATO
-

SCALA
1:5000

TAVOLA

T 04.07

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA assetto idraulico



-  PI3 Aree a pericolosità idraulica elevata
-  PI2 Aree a pericolosità idraulica moderata
-  PI1 Aree a pericolosità idraulica bassa

 Fascia di riassetto fluviale

VARIANTE ZONA «D»

 Lotti trasformati

 Zona Agricola

TECNOSONDA
Via Veneto 64
86100 Campobasso
0874 60292

REGIONE MOLISE - ERIM

Località: SISTEMA IDRICO MOLISANO CENTRALE
Scala 1:100 Data: Maggio 2002
Attrezzatura: Sonde a rotazione

Sigla: S 187
Quota dal p.c.(m): 307.00

Legenda campioni:		■ =maneggiato	■ =S.P.T.	■ =da vane test	■ =a percussione	■ =indisturbato a pressione	■ =indisturbato rotativo	
Profondità (m)	Strati grafici	DESCRIZIONE				Diametro caro tiere (mm)	S.P.T.	% caro taggio
								75
5,00		Ciottoli e frammenti calcarei in matrice sabbio-limosa					12 - 13 - 13	
5,00							13 - 13 - 14	
1,30		Arenaria tenera giallastra, a granulometria media, alquanto competente.						100
6,30								
8,70		Argilla sabbiosa con intercalazioni di marna calcarea fratturata.						
15,00								
						100		

REGIONE MOLISE - ERIM

TECNOSONDA

Via Veneto 64
86100 Campobasso
0874 80292

Località: SISTEMA IDRICO MOLISANO CENTRALE

Scala 1:100

Data: Maggio 2002

Sigla: S 188

Attrezzatura: Sonde a rotazione

Quota dal p.c.(m): 310.00

Legenda campioni: =maneggiato =S.P.T. =da vane test =a percussione =indisturbato a pressione =indisturbato rotativo

Profondità (m)	Strati grafici	Campioni	DESCRIZIONE	Diametro caro tiere (mm)	S.P.T.	% caro taggio
4,50			Ciottoli e frammenti di varia pezzatura misti a sabbia limosa giallastra.		11 - 12 - 12	75
4,50					12 - 12 - 13	
10,50			Argilla grigiastra molto sabbiosa, di buona consistenza. Numerosi interstrati lapidei di limitato spessore.		7 - 8 - 9	100
15,00						

100

REGIONE MOLISE - ERIM

TECNOSONDA

Via Veneto 64
86100 Campobasso
0874 60292

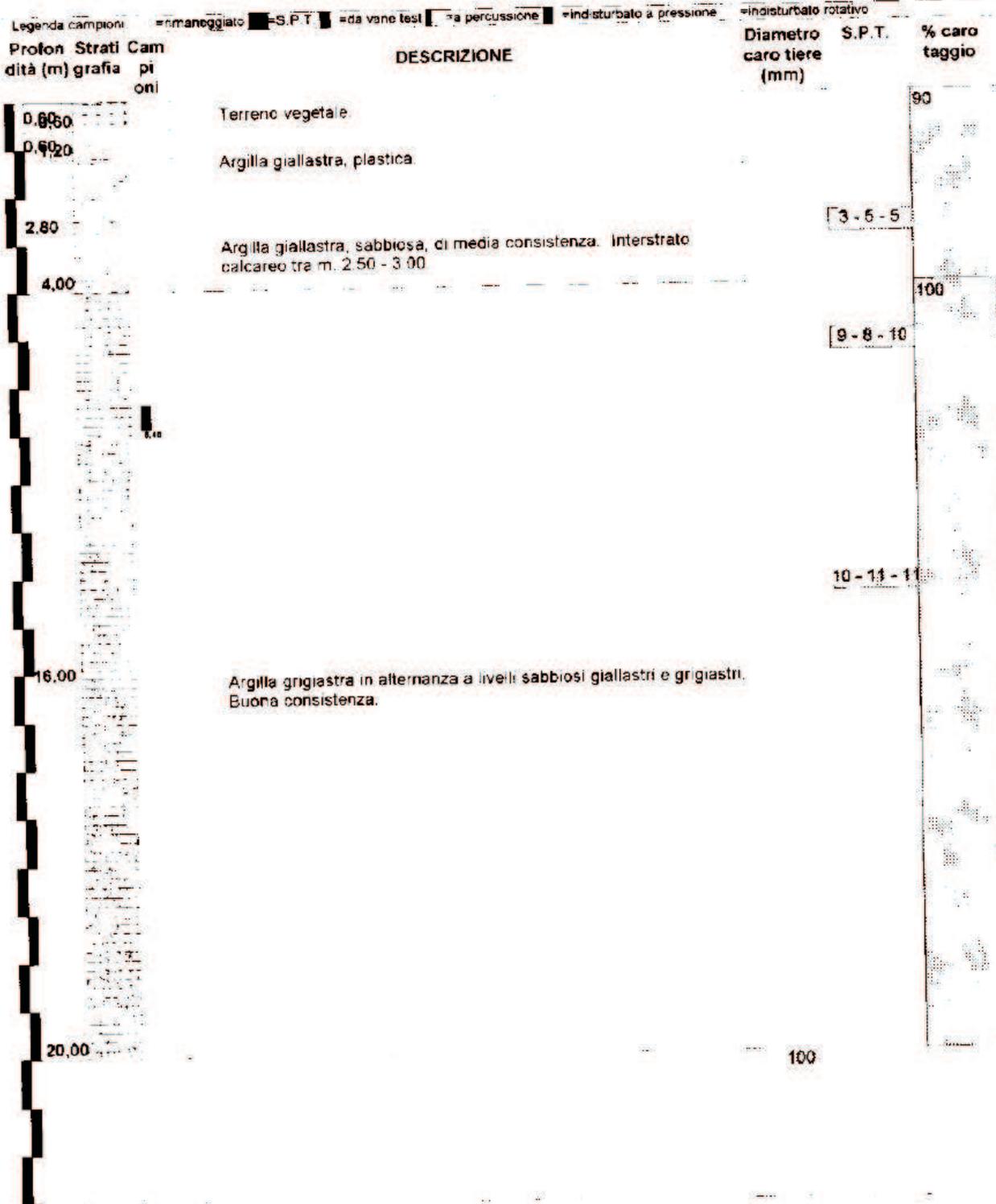
Località: SISTEMA IDRICO MOLISANO CENTRALE

Scala 1:110 Data: Maggio 1991

Attrezzatura: Sonde a rotazione

Sigla: S 14

Quota dal p.c.(m): 375.00



REGIONE MOLISE - ERIM

TECNOSONDA

Via Veneto 64
86100 Campobasso
0874 60292

Località: SISTEMA IDRICO MOLISANO CENTRALE

Scala 1:110 Data: Maggio 2002

Attrezzatura: Sonde a rotazione

Sigla: S 190

Quota dal p.c.(m): 328.00

Legenda campioni: =rimaneggiato =S.P.T. =da vane test =a percussione =indisturbato a pressione =indisturbato rotativo

Profondità (m)	Strati grafici	Campani	DESCRIZIONE	S.P.T.	Falda	% carico taggio
0.00						85
4.70		2,50	Argilla di colore verdastro, a tratti grigiastro con inclusi litici di varia pezzatura, con evidenti tracce di ossidazione.			
4.70						
3.10		5.50	Argilla plastica varicolore con fiamme rossastre, con livelli di arenaria tenera.			100
7.80						
12.20			Argilla marnosa di colore rossastro, a struttura scagliosa, con strati di arenaria ben cementata.			
20.00						

REGIONE MOLISE - ERIM

TECNOSONDA

Via Veneto 64
86100 Campobasso
0874 60292

Località: SISTEMA IDRICO MOLISANO CENTRALE

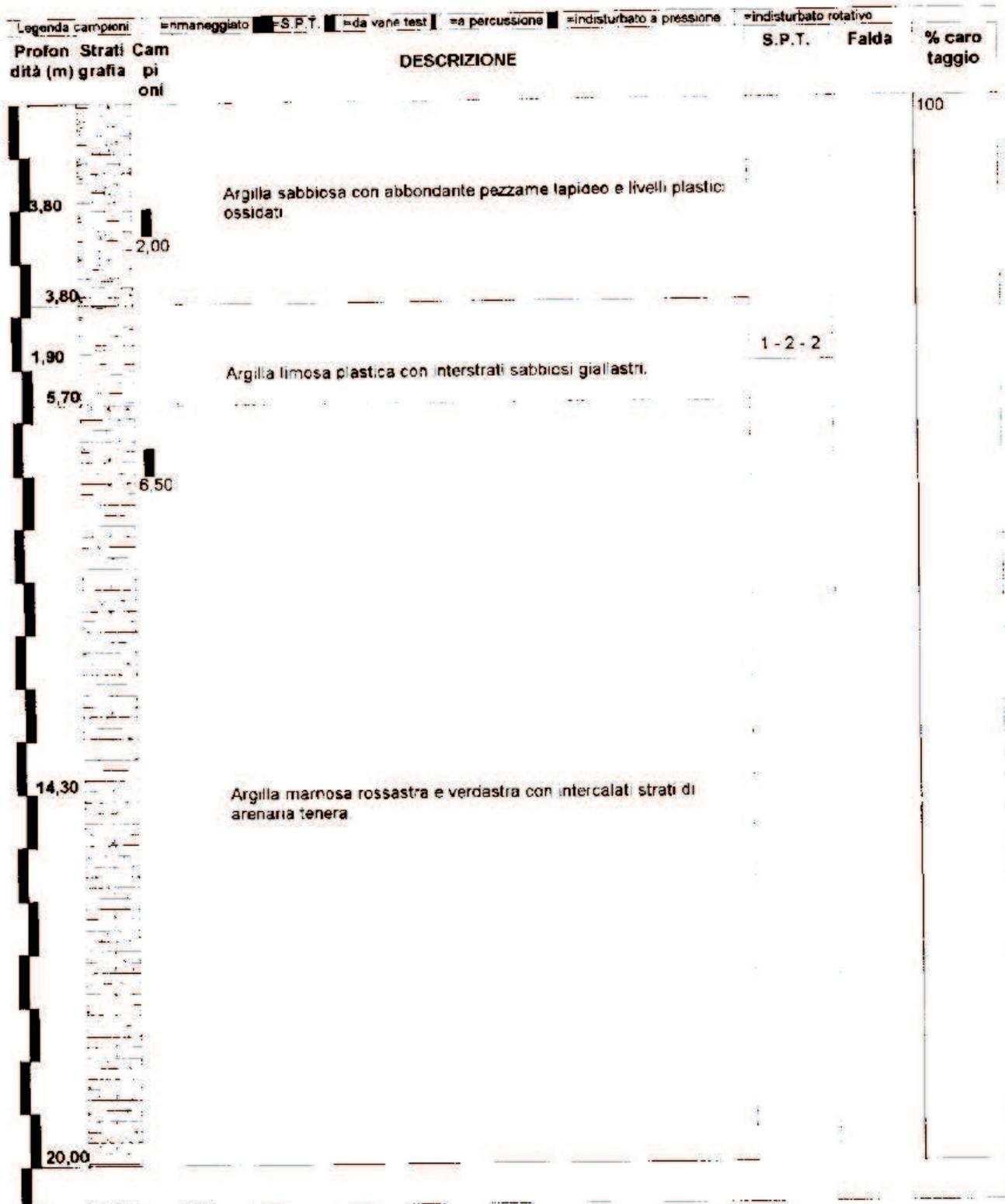
Scala 1:110

Data: Maggio 2002

Sigla: S 192

Attrezzatura: Sonde a rotazione

Quota dal p.c.(m): 350.00



* C.D. ** C.I.U. *** T.D.
Ø'N = da S.P.T.

G=ghiaia S=sabbia L=limo A=argilla

Son- dag gio	Prof. Cam- pio- ne	γ _s	W	γ	G	S	L	A	LL	LP	IP	IC	C'	Ø'	Ø'r	σ	E	K	N	N	N	N
																	ELL σ=1-2		SPT	SPT	SPT	SPT
n°	m.	g/cm³	%	g/cm³	%	%	%	%	%	%	%		Kg/cm²	*	*	KG/cm²	Kg/cm²	Cm/sec.	m.	m.	m.	m.
																			n°colpi	n°colpi	n°colpi	n°colpi
S 14	6.40	2.73	18.94	1.99	0.00	15.52	25.87	58.61	53.59	23.90	29.6	1.17	0.22	25		2.91			2.50	5.00	10.00	
																			10	18	22	

* C.D. ** C.I.U. *** T.D.
Ø'N = da S.P.T.

G=ghiaia S=sabbia L=limo A=argilla

Son- dag gio	Prof. Cam- pio- ne	γ _s	W	γ	G	S	L	A	LL	LP	IP	IC	C'	Ø'	Ø'r	Cu	E	K	N	N	N	N
																	σ=1-2		SPT	SPT	SPT	SPT
n°	m.	g/cm³	%	g/cm³	%	%	%	%	%	%	%		Kg/cm²	*	*	KG/cm²	Kg/cm²	Cm/sec.	m.	m.	m.	m.
																			n°colpi	n°colpi	n°colpi	n°colpi
S 190	2.50	2.69	30.11	1.89	5.56	18.87	26.65	48.92	52.91	29.92	22.99	0.99	0.04	23								
S 190	5.50	2.74	29.12	1.96	0.00	17.02	27.27	55.11	61.90	29.32	32.58	1.00	0.11	21.0	11.4							
S 191	9.00	2.70	19.67	2.03	0.00	12.76	27.50	59.74	61.22	30.64	30.58	1.36					60	7.20E C8	6.00	18		
S 192	2.00	2.66	28.22	1.89	3.18	11.91	30.53	54.38	56.32	27.23	29.09	0.96				0.71			4.50	4		
S 192	6.50	2.71	16.09	2.02	3.53	13.82	28.60	54.05	56.74	26.89	29.85	1.36	0.20	24.50								