



COMUNE DI OSINI
Provincia dell'Ogliastra
PROGETTO ARCHITETTONICO

**REALIZZAZIONE DI N.7 ALLOGGI DI E.R.P.
 NELLA ZONA B2 SULLA CIRCONVALLAZIONE
 A SUD-OVEST DELL'ABITATO**

PROGRAMMA COSTRUTTIVO DI EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA

D.G.R. 10/12/2002 N° 39/97 – D.G.R. 20/10/2011 N° 42/23

FABBRICATI

N° 2

ALLOGGI

N° 7

VANI

N° 31.96

○ PRELIMINARE PROGETTO ● DEFINITIVO ● ESECUTIVO	OGGETTO: RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA	ALL. GE
<i>IL PROGETTISTA</i> Dott. Ing. Guerino MURGIA	<i>IL GEOLOGO</i> Dott. Geologo. Gianfranco MULAS	scala data DICEMBRE 2014 agg. agg. agg.
<i>I COLLABORATORI</i> Sophos Engineering s.r.l. Via Aosta n° 1 - 08100 NUORO Tel. 0784230351 Fax 07841826563	<i>IL COMMITTENTE</i> AREA azienda regionale per l'edilizia abitativa DISTRETTO DI NUORO Via Piemonte n.°2 - 08100 Nuoro (Tel. 0784/242200 - Fax 0784/32280)	<i>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</i> Arch. Giovanni LAROCCA CONTE



Geologi Gianfranco e Luca Mulas

GEOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA - LABORATORIO GEOTECNICO

VIA MARGO POLO N°6 08100 NUORO TELEFONO E TELEFAX 0784206114 - MOBILE 3483801875

E-MAIL GEOLOGO.MULAS@GMAIL.COM



Regione Autonoma della Sardegna



A R E A

azienda regionale per l'edilizia abitativa

DISTRETTO DI NUORO
Via Poisson 4 - 08100 Nuoro
Tel. 0784206114 - Fax 0784206115

A R E A AZIENDA REGIONALE EDILIZIA ABITATIVA NUORO



COMUNE DI OSINI

PROVINCIA OGLIASTRA



PROGETTO

REALIZZAZIONE DI N° 7 ALLOGGI DI E.R.P.

NELLA ZONA B2 SULLA CIRCONVALLAZIONE A SUD-OVEST DELL'ABITATO



RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA AI SENSI DEL D.M. 11/03/1988

TAVOLA -

DATA : APRILE 2014

IL GEOLOGO:

DOTT. GIANFRANCO MULAS

 **ORDINE DEI GEOLOGI**
REGIONE SARDEGNA
N. 181 Dott. Geol. GIANFRANCO MULAS

IL PROGETTISTA:

ING. GUERINO MURGIA

IL COLLABORATORE:

GEOL. LUCA MULAS

IL COMMITTENTE :

A.R.E.A. AZIENDA REGIONALE EDILIZIA ABITATIVA NUORO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ARCH. GIOVANNI LAROGGA CONTE

Regione Autonoma della Sardegna



AREA

AGENZIA REGIONALE EDILIZIA ABITATIVA

NUORO



azienda regionale per l'edilizia abitativa

DISINTESSO IN DISINTESSO
(CONTRATTI DI EDILIZIA ABITATIVA)

COMUNE DI OSINI



PROVINCIA DI OGLIASTRA



PROGETTO

PER LA RELIZZAZIONE DI

N° 7 ALLOGGI

DI EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA

RELAZIONE

GEOLOGICA e GEOTECNICA

ai sensi del

D.M. 11/03/1988

INDICE

PREMESSA	pag. 1
LAVORI IN PROGETTO	pag. 3
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	pag. 4
RELAZIONE GEOLOGICA	pag. 5
RELAZIONE GEOTECNICA	pag. 16
INTERVENTI DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE DEL RISCHIO	pag. 24
PIANO DI MANUTENZIONE E MONITORAGGIO	pag. 25
CONCLUSIONI GEOLOGICO TECNICHE	pag. 25
VALUTAZIONE DEL RISCHIO	pag. 26
COMPATIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA	pag. 27

ALLEGATI

Prove penetrometriche
Verifiche stabilità versante
Cartografia di inquadramento
Documentazione fotografica
Cartografia PAI



PREMESSA

Il presente elaborato è stato realizzato nel mese di Aprile del 2014 su incarico dell'Agenzia Regionale per l'Edilizia Abitativa di Nuoro, ex IACP, Istituto Autonomo per le Case Popolari, nell'ambito della progettazione dei lavori necessari alla costruzione di sette alloggi per edilizia residenziale pubblica, da realizzare ad Osini, bella periferia meridionale.

Lo studio odierno riprende integralmente quello realizzato nel 2004 nello stesso ambito geografico e per le stesse finalità progettuali, che però non hanno avuto seguito per cause diverse, tra cui la localizzazione puntuale degli interventi edilizi, che interferivano con una struttura di salvaguardia idraulica presente nell'area di costruzione.

Oggi, a seguito di una rimodulazione dell'intervento, con una modestissima delocalizzazione dei fabbricati rispetto al canale di raccolta delle acque meteoriche che occupa una porzione marginale del lotto, e che non interferisce più con i corpi di fabbrica in progetto, si procede ad una rivisitazione delle considerazioni geologiche e geotecniche, anche in virtù del fatto che ai sensi del Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Unico della Sardegna, l'area su cui si sviluppano le opere ricade, secondo la variante redatta dal CINSIA, all'interno di una superficie compresa nella classe Hg2 con pericolosità per frana di livello medio del sub-bacino n° 6 Sud Orientale per cui, ai sensi di quanto enunciato negli articoli 23, 25, 31, 32, e 33, delle Norme di Attuazione dello stesso Piano e delle modifiche e correzioni apportate con la D.G.R. n° 17/14 del 26/04/06, nonché con riferimento all'allegato F del medesimo strumento, si rende necessario a le considerazioni specifiche come vero e proprio studio di compatibilità ai sensi del P.A.I.

L'intento dello studio originario è stato quello di verificare le caratteristiche generali dell'area interessata dal progetto, valutarne l'attitudine all'uso previsto, di stabilire eventuali limiti e prescrizioni particolari a cui assoggettare il sito e le strutture da realizzare, oltre che a individuare la necessità eventuale di porre in essere ipotetici interventi necessari per la messa in sicurezza dell'area, qualora dallo studio fosse risultata tale necessità, con particolare riferimento alle problematiche di tipo idrogeologico.

Proprio il risultato dello studio geologico originario aveva messo in evidenza la possibile interferenza tra le strutture fondali e un canale di raccolta e di scolo delle acque meteoriche che si sviluppa, in condizione tombinata nella porzione marginale sudoccidentale del lotto, in



adiacenza alla viabilità urbana.

Questa struttura, peraltro, aveva condizionato la disposizione dei fabbricati costituenti un intervento analogo realizzato recentemente, portando ad isolare rispetto agli altri il più meridionale di cinque corpi di fabbrica che costituivano una schiera continua, evitando così la sovrapposizione dell'edificio all'opera idraulica che, comunque, si sviluppa come un canale in cemento armato, completamente tombinato e in condizione totalmente interrata.

Il nuovo progetto relativo al lotto di sette alloggi prevede lo spostamento poco a nord della schiera di edifici, portandola poco più a monte del canale di raccolta delle acque piovane ed evitando qualsiasi interferenza diretta o indiretta con questo.

Tale soluzione comporta per contro un incremento del volume degli scavi abbastanza rilevante ma, paradossalmente, ciò incrementa il coefficiente di sicurezza generale dell'area rispetto alla stabilità del versante che, proprio nell'area di nuova occupazione degli edifici e che quindi dovrà essere assoggettata a scavo, è costituita da una colmata di materiali di riporto di natura antropica, assolutamente sciolti ed incoerenti, quindi potenzialmente meno stabili di tutti i terreni in posto.

Osini, unitamente ad altri comuni della Sardegna centro orientale, è inserito in un contesto geologico particolarmente delicato, avendo storicamente manifestato seri problemi di salvaguardia idrogeologica, sia nel nucleo urbano di Osini Vecchio, ma anche, sebbene in minore misura, in quello di Osini Nuovo.

Tali problemi sono collegati essenzialmente sia alle caratteristiche litostratigrafiche del sito su cui è stato realizzato il centro abitato, sia a quelle geomorfologiche ed idrogeologiche.

Le elaborazioni e le deduzioni che vengono illustrate in questa relazione sono frutto, oltre che di una serie di indagini ed osservazioni specifiche relative al presente studio, anche alle conoscenze acquisite direttamente dallo scrivente in precedenza.

In modo particolare si è fatto ricorso alle nozioni acquisite in fase di realizzazione del Piano Urbanistico Comunale, in cui lo scopo essenziale è stato quello di definire i lineamenti del territorio, inteso sia come aree urbane sia come agro, e del per il piano attuativo degli interventi per il completamento del trasferimento dell'abitato di Osini, in cui venivano individuate le aree e definite le linee guida per la realizzazione degli interventi stessi.



Tra gli altri si è fatto riferimento allo studio del Prof. Barroccu, specificamente indirizzato ad opere di urbanizzazione di un'area prossima a quella cui si riferisce il progetto odierno, ma soprattutto indicazioni di dettaglio estremamente precise e puntuali sono state tratte dallo studio realizzato dallo scrivente nell'ambito della progettazione e delle osservazioni eseguite durante la realizzazione di un intervento edilizio analogo sviluppato poco a valle e prima citato. Indicazioni particolarmente dettagliate circa il quadro geologico ed idrogeologico generale sono state desunte inoltre dallo studio del Professor Moretti che per primo, immediatamente dopo il fenomeno alluvionale del 1951, studiò con dettaglio le caratteristiche generali e locali di Osini, mettendo chiaramente in evidenza le reali problematiche che affliggono la zona.

LAVORI IN PROGETTO

I lavori previsti dal progetto sono tutti quelli necessari per costruire ex novo un complesso edilizio residenziale costituito da sette unità abitative configurate in un'unica schiera continua, ciascuna formata da tre livelli soprastanti, di cui almeno due seminterrati.

Sono previsti scavi di sbancamento per profondità fino a poco più di sei metri rispetto alla superficie topografica odierna, sicuramente fino a profondità tali da consentire l'appoggio delle strutture fondali su terreni dotati di caratterizzazione geotecnica per lo meno mediocre, quindi escludendo del tutto i terreni corticali, a tratti potenti oltre due metri, di riporto antropico assolutamente scadenti.

Tale condizione sarà, in alcuni casi, raggiunta con scavi a sezione obbligata e non con splateamenti vasti.

E' anche contemplata la realizzazione della sistemazione esterna delle aree di pertinenza, quali rampe e piazzali di accesso, da conseguire con la formazione di rilevati e rinterri sorretti da appositi muri di sostegno in cemento armato, anche per i quali si prevede un apposito approfondimento del piano fondale.



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area interessata dal progetto è ubicata nella periferia meridionale del paese di Osini Nuovo, immediatamente a valle della strada che fiancheggia il canale di guardia.

Dal punto di vista cartografico esso risulta inquadrabile come segue:

- *Carta IGM in scala 1:100.000 foglio n° 218 ISILI e foglio n° 219 LANUSEI*
- *Carta IGM in scala 1:25.000 foglio n° 531 sez. III Ussassai e foglio n° 531 sez. II Lanusei*
- *Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 fogli n° 531 sezione D2 - 531140 OSINI .*

Si inserisce, dal punto di vista fisiografico, a mezza costa versante di raccordo tra l'altopiano calcareo di Taccu e la valle del rio Pardu, in una fascia in cui si verifica un modesto addolcimento delle pendenze, dovuta però principalmente a fenomeni di accumulo di materiali detriti di frana provenienti dalla porzione retrostante più elevata del versante.

In particolare la zona di intervento è ubicata nella porzione terminale della falda detritica costituita in da grossi massi carbonatici ciclopici, che giace su una media coltre di detriti a grana più minuta e composizione mista, in parte carbonatica ed in parte scistosa, che a loro volta sovrastano un sottile strato di terreni scistosi completamente alterati, questi in concordanza con le stesse litologie metamorfiche ma dotate di carattere litoide o al più sublitoide.

Per quanto attiene ad una più esatta individuazione dell'area in cui sarà eseguita la ricerca, facendo capo al sistema di riferimento chilometrico di Gauss Boaga, questa può essere inclusa all'interno di un poligono cui vertici hanno a le seguenti coordinate assolute:

- | | | |
|------|--------------|--------------|
| - NE | E: 15 42 498 | N: 44 07 972 |
| - NO | E: 15 42 473 | N: 44 07 979 |
| - SO | E: 15 42 459 | N: 44 07 935 |
| - SE | E: 15 42 482 | N: 44 07 915 |

Rispetto alla perimetrazione definita dalla versione originaria del PAI, l'area ricade nella tavola 5 di 27 , mentre in relazione alla variante dello stesso Piano è contenuta nella tavola B6_Osini_2_Hg a.



RELAZIONE GEOLOGICA

LITOLOGIA

Nella carta geologica sono riportati i principali aspetti litologici e tettonici .

Deve essere precisato che, visto il carattere fondamentalmente metamorfico delle principali litologie che costituiscono il basamento, non sempre il passaggio e la demarcazione tra le diverse formazioni può essere individuato e descritto con assoluta precisione, trovandosi spesso in situazioni di passaggio graduale e sfumato.

Altrettanto può dirsi per le diverse facies che costituiscono la stessa formazione.

Partendo dalla più recente alla più antica, sono state distinte le seguenti litologie:

a) Depositi alluvionali recenti ed attuali

Sono rappresentati da sabbie grossolane e da ghiaie, disposte esclusivamente lungo i corsi d'acqua attuali, ed in particolar modo dove attualmente il bilancio è a favore dei processi di deposito e sedimentazione.

La loro potenza è in genere limitata a valori non superiori al metro ed in genere si attesta attorno a cinquanta ÷ sessanta centimetri.

Solo occasionalmente in alcune aree depresse ed in concomitanza con i versanti a monte, caratterizzati da litologie particolarmente erodibili ed in presenza di situazioni idrologiche superficiali particolari, tali depositi possono arrivare ad assumere estensioni e spessori superiori.

In particolar modo risultano sviluppati i depositi del rio Pardu, che possono raggiungere estensioni planimetriche superiori al centinaio di metri ai lati dell'alveo, e potenze anche superiori a i quattro metri.

Sono tutti depositi di età recente ed attuale che costituiscono le piane di esondazione ordinaria dei corsi d'acqua che li hanno generati, e che comunque sono presenti solo marginalmente nell'area di interesse, occupando il fondo del compluvio presente a ridosso della strada che costeggia il canale di guardia con un sottile strato di ghiaia grossolana, potente meno di trenta



centimetri, e presente in maniera discontinua.

b) Detrito di falda

E' una formazione anche questa di età recente ed attuale, costituita da depositi caotici di natura per lo più gravitativa, generata dai processi di disfacimento tanto delle rocce del basamento metamorfico e cristallino, che ricoprono, quanto della copertura sedimentaria mesozoica, che orlano alla base delle scarpate.

Nel primo caso hanno una composizione essenzialmente sabbiosa con medio scheletro ghiaioso ed abbondante matrice limo argillosa.

Nel secondo caso sono prevalentemente costituiti da ammassi eterogenei di ciottoli e massi da pluridecimetrici a metrici, in matrice argillosa.

La loro giacitura è sempre discordante rispetto alle litologie di base e la loro ubicazione è di solito limitata alle fasce di più netta rottura di pendio concava.

L'abitato di Osini Nuovo si sviluppa pressoché per intero su detriti carbonatici, mentre Osini vecchio è totalmente edificato su detriti di origine metamorfica.

Tutta la superficie dell'area su cui si sviluppa il progetto è rappresentata, originariamente, in affioramento da detriti di falda di natura carbonatica per lo più composti da blocchi ciclopici, con uno strato di potenza estremamente variabile da punto a punto, ma che può variare da meno di cinquanta centimetri ad oltre quattro metri.

Al di sotto si ritrova un sottile strato sempre costituito da depositi di pendio, ma di natura mista, calcarea e metamorfica e con potenza relativamente limitata, comunque mai superiore ad un metro e mezzo, con una composizione granulometrica molto più contenuta e che solitamente non supera la pezzatura massima di venti centimetri, con una notevole abbondanza di materiali intermedi e con una buona matrice finegranulare coesiva.

Procedendo in profondità sono presenti le metamorfiti del basamento che, in qualunque posizione planimetrica, presentano uno stato di alterazione da medio a medio-alto per spessori medi di circa cinquanta centimetri e, comunque, non superiori ad un metro.



Oltre tale profondità le metamorfiti solitamente presentano carattere litoide o sublitoide, seppure contraddistinte da abbondante fratturazione.

d) Calcari e Dolomie

Affiorano nella zona occidentale estrema, a monte dell'abitato, e costituiscono un testimone residuo di una piattaforma carbonatica originariamente più estesa, che si sviluppava dalla Barbagia di Seulo, a sud, fino alla Gallura, a nord con una serie sedimentaria complessa costituita da conglomerati basali che evolvono verso depositi dolomitici intermedi e calcari verso le porzioni sommitali.

La potenza complessiva originaria dell'intero complesso è supponibile in oltre seicento metri mentre il lembo residuo attuale, che costituisce il Tacco di Osini, presenta uno spessore massimo di circa cento metri, e appare costituito essenzialmente dalle facies intermedie della serie, con calcari dolomitici e calcari nettamente stratificati, intensamente fratturati e profondamente carsificati.

Il bordo orientale di questi sedimenti, che rappresenta il fronte di arretramento di una grossa faglia, è orlato con continuità da una fascia di depositi di pendio e di frana generati dal crollo e dal ribaltamento di numerosi blocchi dislocati.

L'età dei depositi carbonatici varia dalla fine del Triassico a tutto il Cretaceo, ma per le facies presenti nell'area indagata la si può restringere al Giurassico medio e superiore.

e) Metasedimenti – filladi – metaconglomerati – arenarie – quarziti – metarcose

Questi terreni costituiscono, nella zona, il basamento antico e sono quelli in affioramento nel settore centrale ed orientale.

Alla base della sequenza è possibile individuare una formazione, definita di Solanas, costituita da alternanze di metarenarie, metasiltiti e metapeliti varicolori, depositi originariamente in ambiente di tipo conoide fluviale e fluvio lacustre secondo un processo sedimentario di tipo torbido databile, per analogia con situazioni simili, all'Ordoviciano inferiore.



Nella cartografia tale formazione è stata unificata al complesso metamorfico di basso grado, definito in letteratura come "Postgotlandiano", essendo anche questo formato da alternanze piuttosto irregolari di metarenarie, metasiltiti e filladi sebbene il passaggio alla unità sottostante sia marcato da una discontinuità tettonica accompagnata da cataclasiti e miloniti, che portano a supporre una analogia di facies sedimentaria e una identica età per le due formazioni. dell'area in esame e costituiscono l'estremo lembo orientale di una formazione molto vasta, che arriva sino ai monti del Gennargentu.

L'area direttamente interessata dal progetto è contraddistinta in affioramento, nella porzione orientale e centrale, da una coltre di depositi di pendio a granulometria media di natura sia carbonatica che metamorfica di potenza compresa tra uno e due metri, che giacciono al di sopra di una falda, più estesa e potente, costituita essenzialmente da materiali esclusivamente carbonatici con granulometria estremamente varia, ma per lo più grossolana fino a ciclopica.

La potenza del detrito carbonatico, presente in affioramento diretto nella porzione mediana e occidentale varia tra cinque e venti metri e giace direttamente su uno strato metamorfico profondamente alterato, dello spessore medio di dieci ÷ quindici metri, che passa gradualmente verso gli scisti di base lapidei.

Gli scisti non sono mai presenti in affioramento diretto.

TETTONICA

Da un punto di vista generale, si può osservare che l'area in esame è stata interessata da due cicli orogenetici, il ciclo ercinico ed il ciclo alpino, mentre risultano poco evidenti ed indiretti i segni della fase Sarda dell'orogenesi Caledoniana.

All'orogenesi ercinica sono imputabili i più intensi fenomeni plicativi e metamorfici che hanno interessato le formazioni paleozoiche ed hanno determinato la messa in posto dei plutoni intrusivi. Sempre a tale episodio è ascritta la strutturazione di fondo del basamento sardo, secondo direttrici fondamentali poi riprese in episodi successivi, così come devono essere ricondotti a questo periodo i movimenti dislocativi che hanno generato gli importanti accavallamenti ed i sovrascorrimenti riconosciuti nel settore, ed evidenziati dalla



sovrapposizione di due unità tettoniche.

L'accavallamento che ha determinato tale sovrapposizione ha avuto luogo nel Carbonifero, contemporaneamente ai principali eventi plicativi, metamorfici e magmatici, in connessione con il sollevamento della catena ercinica che ha originato lo sviluppo di pieghe isoclinali coricate e sovrascorrimenti accompagnati da fasce cataclastiche di brecciatura e milonitizzazione.

La sovrapposizione è facilmente deducibile dalla presenza di litologie antiche, il complesso metamorfico di basso grado e la formazione di Solanas, alloctone, soprastanti litotipi più recenti, autoctoni, quali l'unità di Meana Sardo .

Alla prima fase essenzialmente plicativa è seguita una fondamentalmente disgiuntiva trascorrente, che ha dato origine alle faglie maggiori, orientate secondo due gruppi di direttrici principali, NNO-SSE e NO-SE.

Il primo sistema appare frequentemente ripreso e ringiovanito dalla tettonica alpina, che da canto suo ha generato strutture dirette principalmente N-S e NE-SO. I segni più evidenti di tale strutturazione sono riscontrabili dalla dislocazione fragile subita dai sedimenti carbonatici che ancora oggi mostrano, sebbene rielaborate, le principali direzioni di faglia.

Dal punto di vista strutturale l'area di progetto non appare interessata direttamente da alcuna struttura principale, mentre è possibile ipotizzare la presenza di una faglia principale ai piedi della cornice carbonatica alle spalle del paese, faglia diretta circa NNO-SSE, che ha dislocato sia il basamento metamorfico Paleozoico che la copertura carbonatica Mesozoica.

Dal punto di vista statico non sono evidenti fenomeni instabili in atto o potenziali, non solo nell'ambito del progetto ma anche nel suo intorno immediato, ed in particolar modo appare sufficientemente sicura la situazione generata dal franamento e rotolamento di massi distaccatisi dall'altopiano carbonatico.

Non sono state osservate, infatti, situazioni che possano generare condizioni di pericolo per l'abitato, e gran parte dei massi già dislocati sono in condizioni di equilibrio stabile quando non fanno parte di un deposito cementato.



MORFOLOGIA

Morfologicamente tutto il settore è caratterizzato in maniera fondamentale dai litotipi presenti, dal loro grado di alterazione e dalla tettonizzazione.

L'intensa strutturazione di tutto il settore, unitamente alla precoce emersione ed alla stasi della situazione di continentalità di tutta la zona, hanno determinato una intensa articolazione morfologica del territorio esaminato, sia per via di processi attuali e recenti sia, e soprattutto, a causa di dinamiche antiche.

In linea di massima si possono individuare tre unità morfologiche in cui forme e processi, in atto o fossili, risultano omogenei: altopiani ed alti strutturali, versanti, fasce collinari e fondovalle.

La prima unità può essere ricondotta quasi per intero al tacco di Osini, l'esteso altopiano presente nella porzione occidentale .

Allo stato attuale l'altopiano appare stabile e privo di sensibili processi morfodinamici in atto, se si escludono i lentissimi processi di evoluzione carsica superficiale.

Solo nelle zone con netta rottura di pendio concavo dove si ha una assenza pressoché totale della vegetazione, possono aversi fenomeni di denudamento generalizzato.

Per contro il bordo orientale dell'altopiano risulta orlato da una cornice che rappresenta l'evoluzione regressiva di un antico specchio di faglia, e la cui evoluzione è proceduta attraverso il crollo e la frana di numerosi blocchi con dimensioni estremamente variabili.

Ai piedi è presente una fascia non interrotta di questi depositi, caotici, eterometrici, sviluppata in maniera non uniforme spesso secondo una sorta di conoide oramai contraddistinta da un buon grado di cementazione e caratterizzata da buona stabilità.

La seconda unità è quella dei versanti, oltretutto quella più diffusa e rappresentativa.

E' costituita da superfici a media ed alta pendenza, quasi sempre superiore al venticinque per cento e spesso con valori maggiori del cinquanta per cento, generate dalla prolungata azione erosiva dei corsi d'acqua che, complice il forte grado di alterazione delle rocce del basamento, risultano caratterizzati da un altissimo potere erosivo, soprattutto a discapito dei litotipi a medio e basso grado metamorfico.



Tali processi dinamici fluviali appaiono essere stati particolarmente intensi nel passato ma risultano essere frequenti anche attualmente e caratterizzati da notevole azione demolitrice, tanto che una delle forme attive più frequenti è quella degli alvei con la tendenza all'approfondimento.

Un processo attualmente piuttosto irrilevante, soprattutto in funzione del regime termopluviometrico, è la soliflussione, tipico delle fasce più superficiali e maggiormente alterate dei litotipi metamorfici di basso grado disposti su superfici molto inclinate.

Questa limitatezza appare collegabile essenzialmente alla giacitura delle rocce del basamento che nel versante interessato è a reggipoggio, quindi nella situazione stratigrafico strutturale ottimale per limitare tali fenomeni.

Localmente la pendenza del versante risulta addolcita, attestandosi su valori compresi tra il dieci ed il venti per cento, secondo una sorta di terrazzi che, solitamente hanno un'origine mista, originariamente generati da processi erosivi ed in seguito rielaborati da fenomeni di sedimentazione di versante.

Sono aree fondamentalmente stabili, soprattutto dal punto di vista statico, mentre possono manifestare modesti fenomeni di instabilità locale a causa di eventuali processi idraulici ed idrogeologici non controllati.

La superficie interessata dal progetto è interamente compresa all'interno di questa unità morfologica e, in particolare, nella sotto unità appena descritta, caratterizzata da forme meno più dolci e pendenze meno acclivi.

Nella terza unità fisiografica, quella delle fasce collinari e dei fondovalle, possono essere incluse le aree a debole pendenza, che nell'area riportata in cartografia sono presenti esclusivamente a ridosso dell'alveo del rio Pardu, quindi fuori della zona di interesse.

IDROGEOLOGIA

I corsi d'acqua presenti sono a carattere prevalentemente torrentizio con portate variabili in funzione dell'andamento pluviometrico.



Data la natura dei terreni, le forti pendenze medie presenti e il regime discontinuo e temporalesco delle precipitazioni, quasi tutti i corsi d'acqua sono dotati di un elevato potere erosivo lungo le aste di ordine inferiore, mentre solo nell'asta di ordine massimo possono aversi fenomeni di deposizione importanti.

La quasi totalità degli alvei hanno decorso un deflusso occasionale, cioè connesso esclusivamente agli episodi meteorici, con portate proporzionali sia alla durata sia alla intensità delle precipitazioni.

Solo pochi possono essere definiti stagionali, cioè quelli che traggono alimentazione oltre che dalla forma diretta meteorica anche da forme indirette quali sorgenti e risorgive, che risultano meno strettamente influenzabili dalle precipitazioni, pur risentendo in maniera determinante dell'influsso di queste.

Per quanto attiene all'organizzazione vera e propria del reticolo idrografico si può osservare la forte influenza delle elevate presenze medie del substrato, della bassissima permeabilità dei terreni, e della intensa strutturazione tettonica, che determinano aste sufficientemente rettilinee, dirette per lo più secondo le principali direttrici tettoniche o secondo le linee di massima pendenza, con raccordi angolari netti abbastanza frequenti, spesso rettangolari.

Le valli nella maggior parte dei casi sono caratterizzate da un profilo a V, spesso molto stretto a guisa di canalone, solo nei terreni più facilmente erodibili manifestano forme concave, mentre presentano sezione a fondo piatto esclusivamente nei fondovalle dei corsi d'acqua perenni.

Nell'ambito dell'area su cui si sviluppa il progetto non sono presenti elementi idraulici naturali rilevanti, e le sole strutture artificiali sono costituite dal canale di guardia a monte della strada comunale a ridosso della quale si sviluppa il lotto in esame, e il canale diraccolta delle acque meteoriche, in cui versa anche una parte delle acque raccolte dal canale di guardia appena citato, che però è completamente interrato e tombinato, per cui si esclude in entrambe i casi, qualsiasi interferenza, diretta o indiretta con le opere da realizzare.

A tale proposito si significa che sia nel canale di guardia che in quello tombinato di raccolta ed evacuazione delle acque meteoriche affluiscono acque provenienti da un bacino imbrifero molto contenuto, con una superficie inferiore a nove ettari, e con una litologia superficiale in



affioramento e subaffioramento molto permeabile, quindi contraddistinto da un elevato tasso di infiltrazione delle acque meteoriche e da un basso coefficiente di drenaggio superficiale, che limitano enormemente le portate unitarie di deflusso delle acque incanalate o di scorrimento laminare.

Per quanto attiene alle caratteristiche di permeabilità dei terreni si è fatto riferimento diretto alla perimetrazione della carta geologica, individuando quattro classi differenti di comportamento dei materiali in relazione alla circolazione idrica sotterranea:

- Terreni permeabili per porosità;
- Terreni permeabili per fratturazione e carsismo;
- Terreni permeabili per fratturazione;
- Terreni impermeabili.

Deve essere precisato che non sempre la separazione tra le classi C e D risulta essere netta e ben demarcata, ma piuttosto si deve intendere tale suddivisione come orientativa, in quanto i terreni impermeabili in particolari situazioni strutturali possono presentare limitati valori di permeabilità secondaria, soprattutto per le fasce più superficiali in cui le discontinuità risultano beanti e facilmente saturabili.

Tra i materiali permeabili per porosità possono includersi tutti i prodotti alluvionali, recenti ed antichi, i terreni detritici, falde, conoidi e corpi di frana.

In questi terreni è possibile che si instaurino delle falde superficiali o subsuperficiali, non confinate, a pelo libero e di tipo freatico, con estensione estremamente variabile.

La caratteristica comune è quella di essere sempre drenate dai corsi d'acqua, ad esclusione di quelle che si manifestano nelle zone di subalveo.

Le litologie permeabili per carsismo e fratturazione sono esclusivamente quelle carbonatiche, in cui l'evoluzione dei processi carsici risulta particolarmente rilevante, e per le quali non ha senso definire un valore del coefficiente di permeabilità, né assume significato il tentativo di individuazione dei bacini di accumulo, che presentano una distribuzione assolutamente casuale secondo tipologie di cavità e condotte più o meno in pressione.

Alla classe dei litotipi permeabili per fratturazione possono essere ascritte le metamorfiti, la cui



permeabilità, quando inalterate, è da ritenersi generalmente molto scarsa; è legata esclusivamente alla fratturazione e può consentire un modesto immagazzinamento d'acqua soltanto nell'immediata prossimità della superficie, dove è più esteso il reticolo delle fratture, forme più ampie di accumulo si possono riscontrare lungo le superfici di discontinuità a profondità maggiori in cui le fratture sono più aperte e libere da materiali di alterazione.

Per questa classe semipermeabile si possono indicare coefficienti di permeabilità variabili e comprese tra 1×10^{-5} e 1×10^{-7} cm/sec.

Anche i terreni impermeabili, quelli in cui la permeabilità primaria è nulla o presenta valori inferiori a 10^{-7} cm/sec, ed in cui si possono riscontrare minimi valori di permeabilità per fratturazione, limitati alle sole fasce di intensa strutturazione, sono rappresentati dalle metamorfiti.

In definitiva possono essere individuate due tipologie di circolazione idrica sotterranea, una superficiale e subsuperficiale ed una profonda.

La prima si sviluppa sui materiali sciolti più superficiali ed assume i caratteri di una falda freatica, caratterizzata da capacità di accumulo e portate medie, direttamente influenzate dalle precipitazioni, con un livello piezometrico che segue il profilo topografico e profondità variabili, a seconda del periodo stagionale, tra cinquanta centimetri e due ÷ tre metri dal piano di campagna.

La seconda tipologia è individuabile come una serie di reti, più o meno in pressione, che si sviluppano in circuiti individuabili lungo le fasce di fratturazione delle rocce del basamento.

Nessuna forma di circolazione idrica superficiale o subsuperficiale è presente nell'area di sedime delle opere previste dal progetto, mentre non è possibile ipotizzare la profondità di un eventuale falda profonda che comunque, sulla base delle conoscenze acquisite in precedenza, è sempre superiori a trenta metri rispetto alla superficie topografica.

L'area di progetto si sviluppa in superficie interamente su terreni permeabili, con uno spessore medio di quattro metri, che giacciono direttamente su materiali assolutamente impermeabili, entrambe con una giacitura molto inclinata, condizioni che congiuntamente escludono assolutamente la possibilità che sviluppino falde freatiche superficiali o subsuperficiali o,



comunque, forme di accumulo sotterranee poco profonde che possano interferire con le opere in progetto.

Anche per quanto attiene alle manifestazioni sorgentizie può essere eseguita una classificazione simile, considerando il tipo di acquifero da cui traggono origine.

Così le sorgenti che sono generate da un'emergenza topografica delle falde subsuperficiali o superficiali legate ai terreni incoerenti o pseudocoerenti di copertura, sono generalmente caratterizzate da un regime intermittente e da portate estremamente variabili, legate in maniera diretta alle manifestazioni meteoriche, e solo in casi eccezionali conservano un carattere di portata costante o, pur variabile, ma perenne.

Le sorgenti invece collegabili ad una circolazione più profonda, associabile a grosse discontinuità strutturali, quindi caratterizzate da un bacino di alimentazione sicuramente più vasto e talora idrogeologicamente non perfettamente sovrapponibile a quello geografico, risultano caratterizzate da una minore influenza delle precipitazioni, pur restandovi in parte collegate, ma con cicli più prolungati.

Né all'interno né in prossimità dell'area di progetto è stata individuata alcuna emergenza idrica superficiale.



RELAZIONE GEOTECNICA

INDAGINI ED ANALISI

Considerando la notevole mole di conoscenze geotecniche già acquisite direttamente nell'area limitrofa a quella oggi interessata dal progetto, ottenute sia durante la progettazione di un intervento perfettamente analogo, sia durante l'esecuzione dello stesso, da poco portato a compimento, si è ritenuto superfluo eseguire alcuna ulteriore indagine specifica di approfondimento geotecnico.

Piuttosto, per quanto attiene alla caratterizzazione geotecnica dei materiali che saranno coinvolti nei lavori, si fa riferimento diretto anche ai risultati ottenuti con una modesta campagna di indagine realizzata nella fase originaria di elaborazione del presente progetto, nell'anno 2004, durante la quale furono realizzate tre prove penetrometriche necessarie a definire la stratigrafia superficiale e subsuperficiale.

Le prove penetrometriche, del tipo di superficie, continue e dinamiche, eseguite con maglio di massa media, furono realizzate in aree priva sia della copertura detritica formata da massi ciclopici, sia di quella costituita dai terreni di riporto antropico, ed ha avuto come scopo quello di verificare spessore e caratteri tecnici dei terreni subsuperficiali.

INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Dal punto di vista geotecnico possono, in linea di massima, distinguersi quattro gruppi.

Materiali lapidei.

Materiali semilapidei.

Materiali granulari coesivi.

Materiali granulari incoerenti

Nel primo gruppo rientrano tutte le rocce in affioramento.

Sono generalmente caratterizzate da una forte stabilità, statica e dinamica e solo



occasionalmente presentano limitati fenomeni di instabilità potenziale, soprattutto quando i versanti hanno elevata pendenza o su substrati facilmente erodibili.

Sono molto limitati gli affioramenti metamorfici in cui ad un grado di alterazione talora molto evidente, si associa frequentemente una giacitura a franappoggio, stati che determinano situazioni di instabilità potenziali.

Nell'area di intervento i materiali lapidei sono rappresentati dai singoli massi ciclopici costituenti il corpo detritico superficiale, mentre non si rinvencono affioramenti autoctoni.

Sono assolutamente stabili e geotecnicamente eccellenti ma la loro presenza ostacola le opere in progetto e devono essere rimossi totalmente, per cui sono da reputarsi ininfluenti.

Per materiali semilapidei si intendono le rocce di base dotate di un medio ed elevato grado di alterazione, superficiale o subsuperficiale, in genere spinto fino a profondità di cinque ÷ sei metri; questi materiali sono rappresentati da una fascia al contatto fra le metamorfite di basso ed alto grado metamorfico.

Anche in questo caso la stabilità generale è notevole quando la roccia di origine è di tipo gneissico mentre, quando la litologia da cui sono originate è scistosa, sono ipotizzabili gli stati di instabilità potenziale, soprattutto quando le pendenze del terreno superano valori del 50% e quando la giacitura risulta francamente a franappoggio.

Questi materiali sono assolutamente assenti nell'area interessata dal progetto.

I materiali granulari coesivi sono rappresentati dalle rocce scistose che sono state sottoposte a fenomeni alterativi molto avanzati ed esclusivamente in sito, cioè senza che i prodotti generati abbiano subito alcuna forma di trasporto.

Sono presenti al di sotto della coltre detritica corticale e costituiscono l'interfaccia di passaggio tra questa e le rocce metamorfiche del basamento da cui traggono origine.

La loro potenza è sempre molto contenuta ed inferiore ad un metro, con valori statistici nell'ordine dei cinquanta centimetri.

Si tratta di materiali mediamente stabili e che manifestano situazioni di precarietà quasi esclusivamente in concomitanza con processi erosivi concentrati, i quali determinano erosioni



canaliformi e locali scalzamenti alla base.

Sono caratterizzati da angoli di attrito generalmente elevati $25^\circ \div 30^\circ$ e coesione tra 1 e 2 tonnellate per metro quadro.

Solo localmente, dove la roccia di origine ha una composizione tendenzialmente basica, si verificano processi puntuali di argillificazione totale.

Questi materiali costituiscono, all'interno dell'area di progetto, la base di appoggio dei massi lapidei carbonatici e del detrito di falda e, nelle stratigrafie delle prove penetrometriche sono definiti con il termine di metamorfiti alterate.

I materiali granulari incoerenti sono rappresentati da depositi alluviocolluviali che si ritrovano nei bassi morfologici e da quelli francamente alluvionali, presenti quasi esclusivamente lungo gli alvei di scorrimento dei corsi d'acqua principali e in limitate piane di esondazione.

I primi sono costituiti da materiali finegranulari, sabbie e limi argillosi, con angoli di attrito compresi tra 25° e 30° , assolutamente sciolti con coesione nell'ordine delle due tonnellate per metro quadrato.

I secondi sono composti da sabbie grossolane, da ghiaie e da ciottolame, poco o niente addensate e sciolte, assolutamente prive di coesione e con angoli di attrito considerevoli, variabili tra 30° e 35° .

In entrambi i casi si tratta di terreni da mediamente a molto stabili, soprattutto in funzione della condizione morfologica, facilmente erodibili ma difficilmente passibili di fenomeni di instabilità potenziale ed in atto, se non nelle zone di ruscellamento concentrato.

Una categoria ulteriore di materiali è costituita dai depositi di pendio misti, soggiacenti quelli calcarei ciclopici e sovrastanti i terreni scistosi completamente alterati.

Si tratta di depositi di versante a composizione in parte carbonatica ed in parte metamorfica, a granulometria eterogenea ma con pezzatura non superiore in media a venti centimetri, con buono scheletro medio e grossolano ed abbondante matrice limosa ed argillosa, dal comportamento sia attritivo che coesivo, con angolo di attrito compreso tra 30° e 35° e coesione sempre superiore a tre tonnellate per metro quadrato.



Sono materiali che, nell'area di progetto, non si rinvenivano mai in affioramento e sono dotati di una buona stabilità, legata soprattutto al valore medio alto della coesione efficace, pur se abbastanza facilmente erodibili quando sottoposti a processi fluviali di tipo concentrato.

Discorso particolare va' fatto sui materiali detritici presenti alla base della cornice carbonatica. Sono falde detritiche e corpi di frana in cui la componente principale è rappresentata da blocchi di dimensioni estremamente variabili, dal decimetro cubo ad oltre otto metri cubi, immersi in una abbondante matrice argillosa e contraddistinti da un buon grado di cementazione che li rende particolarmente stabili, soprattutto nelle zone più distanti dalla parete subverticale del tacco.

Considerando la sola frazione finegranulare di questi sedimenti si può definire un angolo di attrito medio di 30°, ed una coesione efficace di circa due tonnellate per metro quadrato.

Questi materiali costituiscono i terreni naturali di copertura dell'area di sedime degli edifici in progettazione ma, in tal senso, è doveroso significare che allo stato attuale buona parte della superficie di edificazione è ricoperta da uno strato mediamente potente, fino a circa tre metri nella condizione di maggiore spessore, di terreni di riporto di origine antropica.

Và anche puntualizzato che, per le scelte progettuali operate in fase di progettazione preliminare, cioè allontanare i corpi di fabbrica dal canale di raccolta delle acque meteoriche arretrandoli verso monte, la costruzione degli edifici imporrà la realizzazione di profondi scavi di sbancamento che, in pratica, determineranno l'asportazione totale del materiale di riporto, e consentiranno di posare le strutture di fondazione sia sul detrito carbonatico ciclopico cementato, sia sul detrito misto carbonatico e scistoso coeso e coesivo.

CAPACITA' PORTANTE E CEDIMENTI

Sulla base dei questi parametri geotecnici acquisiti precedentemente e dei risultati delle prove penetrometriche realizzate durante la progettazione iniziale, adottando i valori minori riscontrati, è stata eseguita una valutazione della capacità portante e dei cedimenti.

Il valore della prersione ammissibile scaturisce dai risultati delle prove penetrometriche



realizzate all'interno dell'area interessata dal progetto, come detto in due diversi punti nei quali la stratigrafia generale presentava l'assenza dello strato più superficiale di depositi di pendio di natura esclusivamente carbonatica di dimensioni ciclopiche.

Queste prove sono state eseguite attraverso un penetrometro dinamico medio, dotato di maglio del peso di trenta chilogrammi con volata di venti centimetri, che infigge nel terreno una punta conica con diametro di 32 millimetri, conicità di 60° e superficie di 10 centimetri, tramite una serie di aste di acciaio.

La prova determina il numero di colpi necessari al maglio per affondare la punta di penetrazione per una profondità di dieci centimetri per volta, consentendo di valutare la resistenza all'avanzamento come rapporto tra l'energia impiegata e la superficie di attrito.

Attraverso un apposito programma di calcolo automatizzato dalla resistenza all'avanzamento si riescono a determinare i principali parametri geotecnici dei terreni attraversati.

Lo stesso programma di elaborazione delle prove penetrometriche consente di calcolare la capacità portante massima dei materiali attraversati dalla punta del penetrometro, intendendo come pressione massima sopportabile dal terreno senza che questo sia sottoposto a fenomeni di rottura generalizzata o localizzata, quella che determina cedimenti pari a venticinque millimetri.

Sulla base di tali presupposti l'incremento massimo di pressione a cui è assoggettabile il terreno, cioè la portanza ammissibile, è risultato essere di poco superiore a tre chilogrammi per centimetro quadrato.

Tale valore scaturisce dalla supposizione di una struttura di fondazione superficiale, di tipo continuo a trave rovescia, larga un metro e lunga cinque metri per ogni tratta, posata alla profondità di un metro dal piano di scavo.

Il programma, utilizzando ulteriori algoritmi di calcolo consente di valutare, una volta definite le dimensioni della fondazione, la sua profondità di imposta e il sovraccarico applicato alla fondazione, l'entità massima del cedimento massimo prevedibile, sia nei termini dell'assestamento istantaneo, sia nell'ipotesi di quello a lungo termine.

Ipotizzando che la realizzazione degli edifici in progetto determini un incremento di pressione pari a due chilogrammi per centimetro quadrato, cioè ipotizzando di sfruttare per due terzi la



massima portanza ammissibile, i cedimenti massimi sono quantificabili in circa dodici millimetri per quelli a sviluppo istantaneo, verificabile immediatamente dopo l'applicazione del carico, ed in circa diciotto millimetri per quelli prevedibili a lunga scadenza, cioè dopo circa venti anni dall'applicazione del sovraccarico.

Questo valore risulta essere, oltre che inferiore a quello considerato accettabile prima che si innescino fenomeni di rottura, posto pari a venticinque millimetri, anche minore rispetto al limite dei venti millimetri normalmente posto come limite massimo per le fondazioni superficiali di tipo continuo.

Ad ulteriore precisazione per quanto attiene ai cedimenti ed alle modalità e tempistica del loro sviluppo, si rileva che la differenza tra quello totale e quello immediato è pari a circa cinque millimetri, vaolre non solo limitato in assoluto, ma anche perfettamente adeguato affinché eventuali ipotetici cedimenti differenziali non determinino, nelle strutture in progettazione, anomalie di tipo strutturale o anche solamente di tipo estetico.

Per quanto attiene alle valutazioni circa portanza e cedimenti riferite ai depositi di versante ciclopici, nessuna considerazione attendibile può essere sviluppata viste le caratteristiche stesse del corpo roccioso che, sebbene a carattere detritico, si comporta quasi come un corpo lapideo.

Facendo però riferimento specifico ai lavori di costruzione della casa di riposo per anziani di Osini, eretta su questi terreni in analoga configurazione, si può affermare che un valore di pressione ammissibile netta può esser posto in oltre quattro chilogrammi per centimetro quadrato, conservando entità dei cedimenti minime e tollerabili, che mai hanno ecceduto il mezzo centimetro.

VERIFICHE DI STABILITA'

Utilizzando i parametri geotecnici scaturiti dalle prove penetrometriche, sono state sviluppate due verifiche di stabilità dell'area di sedime del fabbricato in progetto, una nella configurazione originale del terreno e nello stato ante operam, ed una nello stato post operam e nelle condizioni di sovraccarico che si genereranno al termine dei lavori e durante l'esercizio del complesso edilizio, simulando peraltro condizioni di carico estreme, sicuramente più gravose



rispetto a quelle che veramente potranno attuarsi nella realtà.

Le verifiche sono state sviluppate anche simulando la successione stratigrafica più estrema e meno favorevole tra quelle che si possono riscontrare nell'are di intervento, incrementando notevolmente lo spessore medio dei materiali allentati in sito.

A favore della sicurezza, inoltre, è stata ipotizzata la presenza di una falda freatica localizzata all'interfaccia tra il basamento scistoso, nella sua facies alterata, e la copertura detritica.

Questa condizione, di fatto inesistente, è stata supposta in quanto in grado di rendere meno stabili gli ammassi terrigeni della copertura che, sottoposti a carico, potrebbero scivolare sullo strato lubrificato e tendenzialmente meno stabile costituito dagli scisti completamente alterati.

Le verifiche, eseguita in maniera automatizzata attraverso uno specifico programma di calcolo, si sono basate sul presupposto fondamentale che tutta l'area interessata dalle opere venisse omogeneamente sottoposta ad un sovraccarico di 30000 kg/mq, l'equivalente di una pressione pari a 3.0 kg/cmq, cioè un valore pari alla pressione considerata come ammissibile per i terreni fondali, applicato non solo all'area di impronta delle strutture fondali, ma su tutto l'ingombro degli edifici, dei piazzali esterni e della viabilità di accesso.

Si tratta di una condizione estremamente gravosa, oltremodo esasperata a favore della sicurezza, che supera abbondantemente tutte le prescrizioni normative, anche quelle più severe, ma che garantisce risultati conservativi e cautelativi.

Come è possibile osservare negli elaborati di calcolo allegati in calce, ciascun calcolo di verifica esteso a tutta la porzione di versante interessato ha preso in esame complessivamente 5000 superfici di potenziale scivolamento su tutta l'estensione valutata, sia nella condizione ante operam che in quella post operam, esaminandone 50 per volta e di cui si riportano i dati solo dell'iterazione che ha individuato la superficie teoricamente contraddistinta dal minore dei coefficienti di sicurezza.

La verifica ha dimostrato che la condizione meno stabile è quella odierna ed individua la più critica delle possibili superfici di scivolamento sviluppata interamente nello strato corticale dei materiali di riporto antropico, valutando un coefficiente di sicurezza minimo pari ad 1.18, quindi sicuramente inferiore al valore di soglia normativo posto in 1.3, ma comunque superiore



all'unità, quindi indicativo di una condizione di buon equilibrio a medio termine.

Il calcolo sviluppato nella condizione post operam, ricordando che in tale caso la simulazione delle condizioni al contorno è estremamente cautelativa ed a favore della sicurezza, fornisce un coefficiente di sicurezza minimo pari ad 1.35, quindi non solo superiore a quello stimato nella condizione attuale, ma anche maggiore rispetto a quello minimo di norma, per cui assolutamente idoneo a garantire una condizione di sicurezza e di stabilità assoluta a lungo termine.

L'analisi della superficie di scivolamento più critica, cioè quella contraddistinta dal minore dei coefficienti di sicurezza, mostra come questa, pur sviluppandosi sui terreni di copertura, interessi prevalentemente quelli più profondi e si estenda per buona parte all'interfaccia della falda acquifera, che di fatto non ha modo di instaurarsi.

Questa indicazione dimostra che la stabilità verificata si conserverebbe tale anche nelle condizioni idrogeologiche meno favorevoli tra quelle che potrebbero attuarsi nell'area di progetto, fornendo un ulteriore garanzia del livello di sicurezza reale.

Pur considerando l'entità degli sbancamenti da realizzare nell'ambito della costruzione delle opere in progetto, considerando l'estrema limitatezza temporale del periodo in cui gli stessi rimarranno aperti e privi di protezione, e tenendo conto che le relative pareti verranno consolidate attraverso la costruzione di appositi muri di sostegno adeguatamente dimensionati e correttamente costruiti, nessuna valutazione specifica è stata fatta sulla stabilità dei fronti di scavo.

A tale proposito si precisa che le pareti di scavo che si svilupperanno sul detrito ciclopico saranno, comunque, contraddistinte da una stabilità molto alta e quasi assoluta anche a medio termine, visto il livello di cementazione piuttosto rilevante che esiste tra gli elementi che lo compongono, comunque è opportuno raccomandare che anche queste vengano protette dalle opere di sostegno entro un anno dal momento in cui vengono aperti gli scavi.

Questo intervallo di tempo deve essere però dimezzato nel caso le pareti di scavo si sviluppino, anche solo in parte sul detrito misto a granulometria più minuta che, anche se coesivo, è dotato di una stabilità minore, soprattutto in presenza, pur se poco probabile, di acqua.



INTERVENTI DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE DEL RISCHIO

Pur considerando che l'intervento edilizio in progetto determina sostanziali interazioni con i terreni di sedime, soprattutto in relazione all'entità degli scavi di sbancamento necessari per la sua attuazione, non si ritiene necessario prevedere particolari interventi di mitigazione o di compensazione del rischio geologico.

La sicurezza generale dei terreni, secondo le indicazioni fornite dalla valutazione della stabilità del versante, risulta superiore nella condizione post operam rispetto a quella verificata ante operam, per cui si ritiene poter affermare che la realizzazione dell'intervento in progetto non determina alcun incremento della pericolosità geologica per frana e quindi neanche del rischio.

Deve peraltro significarsi che già alcune soluzioni progettuali sono state volte alla mitigazione massima del rischio, sia quello idraulico, allontanando gli edifici dal canale di raccolta delle acque meteoriche, che comunque per la sua dimensione garantisce una sicurezza più che abbondante, sia quello geologico per frana, in quanto l'arretramento dei fabbricati operato rispetto alla posizione originaria per escludere qualsiasi interferenza con le strutture di salvaguardia idraulica, impone scavi di sbancamento superiori e quindi la rimozione di quei materiali di riporto allentati tendenzialmente instabili che altrimenti, permanendo nella localizzazione attuale, avrebbero potuto costituire una condizione di pericolosità, seppure moderata, per le residenze in progetto.

Ulteriore considerazione in merito alla mitigazione del rischio scaturiscono dal fatto che tutti le pareti degli sbancamenti, così come i riporti di terreno, saranno protetti da appositi muri di sostegno e di contenimento, che in fase di progettazione definitiva ed esecutiva saranno correttamente dimensionati per garantire un'adeguata stabilità statica, tali da escludere qualsiasi possibile condizione di instabilità derivabile dall'apertura degli scavi o dalla formazione di rilevati e rinterri di altezza rilevante.

La sicurezza idraulica inoltre viene garantita dalla realizzazione di un apposito pozzetto di interconnessione tra il canale naturale superficiale di raccolta delle acque meteoriche, con quello di smaltimento tombinato e sotterraneo in cui versa anche una piccola tratta del canale di guardia.



PIANO DI MANUTENZIONE E DI MONITORAGGIO

Non essendo previsti particolari interventi di mitigazione del rischio, non si ritiene necessario elaborare alcuno specifico piano di manutenzione delle opere o di monitoraggio delle stesse.

Appare comunque consigliabile verificare, periodicamente e in particolar modo subito dopo il verificarsi di manifestazioni meteoriche particolarmente abbondanti e prolungate, la funzionalità ed il livello di pulizia del sistema di raccolta e di smaltimento delle acque meteoriche.

Una verifica visiva periodica è raccomandabile anche nei confronti delle strutture di contenimento e di sostegno in cemento armato, in particolar modo di quelle che verranno realizzate a protezione dei rilevati.

CONCLUSIONI GEOLOGICO TECNICHE

La superficie interessata dal progetto è, in affioramento, omogeneamente rappresentata da uno strato di materiali detritici caotici, composti da massi carbonatici sempre di grosse dimensioni fino a ciclopici, per lo più isolati tra loro.

Questi materiali giacciono su un deposito di pendio misto, calcareo e scistoso, mediamente addensato e coesivo, disposto in discordanza stratigrafica sulle metamorfiti del basamento che, per circa mezzo metro sono abbondantemente alterate, diventando rapidamente sublapidee.

Una porzione settentrionale del lotto è occupata da materiali di riporto di origine antropica, costituita da terreni completamente allentati provenienti da scavi e da sbancamenti.

Questi ultimi materiali dovranno essere assolutamente e totalmente allontanati dall'area di sedime degli edifici e delle strade interne da realizzare.

In definitiva l'area di progetto risulta globalmente stabile, per cui appare poco probabile il verificarsi di movimenti in grande della falda detritica su cui si svilupperanno gli interventi.

Anche l'instabilità locale appare assolutamente improbabile, purché gli interventi vengano



limitati, sia nella profondità degli scavi, che è bene non superino i sei metri dal piano di campagna, escludendo i picchi derivanti dalla presenza dei massi ciclopici, sia nelle dimensioni delle strutture di fondazione, che non dovrebbero scaricare sul terreno un sovraccarico superiore a quello che determina un incremento di pressione pari a due chilogrammi per centimetro quadrato, riducendo di un terzo la portanza ammissibile in considerazione della possibilità di una moderata variabilità dei terreni fondali.

Per garantire la stabilità è bene che la tensione al suolo non si superi il limite proposto, a meno che non si opti per un maggiore approfondimento del piano di posa delle fondazioni, magari semplicemente attraverso l'incremento della profondità fondale tramite scavi a sezione obbligata che, in tale caso, dovranno raggiungere il basamento metamorfico in facies sublitoide.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Come previsto dal P.A.I., con lo studio di compatibilità geologica e geotecnica i lavori in progetto sono stati valutati anche in considerazione delle relazioni intercorrenti con le condizioni dei dissesti attivi o potenziali del sito specifico e dell'area generale in cui l'intervento è ubicato.

L'area in esame infatti rientra tra quelle censite dal Piano di Assetto Idrogeologico del bacino unico della Sardegna, ed è inclusa all'interno della tavola 5 di 27 del sub bacino n° 6 Sud Orientale, secondo la versione originaria del Piano.

Come già detto l'intervento prevede la costruzione di un piccolo complesso edilizio residenziale, formato da una schiera costituita da cinque unità abitative, ciascuna sviluppata su tre livelli di cui due seminterrati, oltre che di tutti gli interventi di sistemazione esterna e, sebbene le operazioni edificatorie comportino sostanziali modifiche all'attuale configurazione topografica locale, lo studio ha dimostrato che nella condizione post operam la pericolosità dell'area risulta inferiore rispetto a quella odierna.

Tutta l'area interessata è censita e perimetrata dal P.A.I., che la include tra quelle comprese nella classe Hg2 di pericolosità media per frana e l'attuazione dell'intervento in progetto non determina alcuna variazione in tale senso.



Per quanto attiene la classifica degli elementi a rischio, viene inclusa nella classe E4, quella dei centri urbani densamente popolati, essendo inclusa all'interno della cinta urbana ed essendo posta al suo margine meridionale, in cui costituisce un lotto intercluso.

Per questo motivo la classificazione del rischio, nelle condizioni ante operam, include l'area di interesse interamente nella classe Rg 2.

La realizzazione degli interventi in progetto non determina alcun incremento del valore degli elementi a rischio, già a livello massimo e, sulla base di ciò, seguendo la classifica del Piano e utilizzando la valutazione matriciale, in condizioni post operam il valore del rischio rimane esattamente identico a quello che si calcola nelle condizioni ante operam.

Per tale motivo la cartografia allegata relativa alla perimetrazione PAI viene proposta in una unica versione, ante e post operam.

COMPATIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

Sulla base di quanto sopra esposto, seguendo i criteri di valutazione e le delimitazioni indicate e fornite dal Piano di Assetto Idrogeologico della Sardegna si può affermare che, poichè gli interventi contemplati non ricadono in area contraddistinta da alcun livello di pericolosità idraulica, non danno adito ad alcuna variazione, né del grado di pericolosità geologia e geotecnica, nè del livello degli elementi a rischio e quindi tantomeno dello stesso rischio per frana, e poichè è possibile constatare una condizione di totale ed assoluta di stabilità dell'area interessata dal progetto e dai quelle limitrofe, sia nello stato attuale che nelle condizioni post operam, si può escludere assolutamente la necessità di adottare alcuna misura di mitigazione o di compensazione del rischio ulteriore a quelle già contemplate dallo stesso progetto, e si può certificare una perfetta compatibilità dell'intervento dal punto di vista geologico e geotecnico.

Per quanto attiene poi alla compatibilità con le Norme di Attuazione dello stesso Piano, sebbene l'intervento ricade in zona a pericolosità media di classe Hg2, esso risulta essere compatibile con le prescrizioni fornite, e rientra tra quelli ammessi dall'art. 33, comma 2), lettera b).

ANAGEO di Gianfranco MULAS
Via Marco Polo, 2 - 08100 Nuoro
Tel. 0784.206114 - Fax 0874.206926

Committente: I.A.C.P. NUORO
Localita': Osini
Lavoro: N°7 alloggi e.r.p.

ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
PROVA PENETROMETRICA n.1

Dati del Penetrometro: DPM Medio (ISSMFE/Emilia)

W	H	A	D	Wa	Wc
30,0	20,0	60,0	35,7	2,5	18,0

W = peso del maglio (Kg)

H = altezza di caduta (cm)

A = Angolo d'apertura del cono (°)

D = Diametro di base del cono (mm)

Wa = peso delle aste (Kg/m)

Wc = peso della cuffia (Kg)

Passo delle misure = 10,00 cm.

Profondità iniziale di prova = 0,1 m.

Profondità della falda = nn.

Data: 29/07/2004

VALORI DI N

0,1	9	7	11	0	0,2	12	9	14	0
0,3	17	13	20	0	0,4	8	6	9	0
0,5	12	9	14	0	0,6	14	9	17	0
0,7	12	9	14	0	0,8	13	8	15	0
0,9	9	7	11	0	1,0	15	11	17	0
1,1	6	5	8	0	1,2	7	5	8	0
1,3	8	5	9	0	1,4	6	5	8	0
1,5	9	5	11	0	1,6	5	4	6	0
1,7	8	5	9	0	1,8	7	5	8	0
1,9	6	5	8	0	2,0	8	5	9	0
2,1	6	5	8	0	2,2	7	5	8	0
2,3	13	10	15	0	2,4	15	11	17	0
2,5	22	17	25	0	2,6	34	26	38	0
2,7	42	32	45	0	2,8	57	43	60	0
2,9	61	46	63	0	3,0	69	52	69	0

z = profondità

N60 = numero colpi standardizzato

N = numero colpi originale

Nr = numero colpi del rivestimento

Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

z	g	Rd	ld	f	M	E	Go	Vs	k
0,1	17,6	4,2	38	33,2	9,8	7	40,3	96	1,39
0,2	18,5	5,3	42	34,6	11,5	9	47	116	1,8
0,3	19,8	7,6	51	36,9	14,9	13	58,9	133	2,62
0,4	17,2	3,5	34	32,4	9	6	36,7	124	1,19
0,5	18,5	5,2	42	34,6	11,5	9	47	139	1,8
0,6	19,1	5,1	47	34,6	11,5	9	47	144	1,8
0,7	18,5	5,1	42	34,6	11,5	9	47	148	1,8
0,8	18,8	4,5	44	33,9	10,7	8	43,8	149	1,59
0,9	17,6	3,9	38	33,2	9,8	7	40,3	150	1,39
1,0	19,4	6,1	47	35,8	13,2	11	53,2	165	2,2
1,1	16,4	2,5	32	24,5	4,1	2,5	32,8	141	0,99
1,2	16,8	2,6	32	24,6	4,1	2,5	32,8	144	0,99
1,3	17,2	2,7	34	24,9	4,1	2,5	32,8	146	0,99
1,4	16,4	2,7	38	25,6	4,1	2,5	32,8	148	0,99
1,5	17,6	2,7	38	25,4	4,1	2,5	32,8	150	0,99
1,6	16	2,1	28	24,7	3,5	2	28,6	146	0,79
1,7	17,2	2,6	34	24,9	4,1	2,5	32,8	154	0,99
1,8	16,8	2,6	32	24,6	4,1	2,5	32,8	156	0,99
1,9	16,4	2,5	32	24,7	4,1	2,5	32,8	157	0,99
2,0	17,2	2,6	34	24,9	4,1	2,5	32,8	159	0,99
2,1	16,4	2,5	32	24,6	4,1	2,5	32,8	161	0,99

2,2	16,8	2,5	32	24,6	4,1	2,5	32,8	162	0,99
2,3	18,8	5	44	32,2	14,3	10	48,4	245	2
2,4	19,4	5,5	47	32,8	15,3	11	52,1	251	2,2
2,5	20,8	8,4	57	35,9	21,6	17	73,2	272	3,45
2,6	21	12,8	70	39,7	31,1	26	101,8	295	5,35
2,7	21	15,7	76	41,9	37,4	32	119,6	308	6,66
2,8	21	20,9	88	45,3	48,9	43	150,5	326	9,13
2,9	21	22,2	90	46,2	52,1	46	158,6	332	9,82
3,0	21	24,9	94	47,9	58,4	52	174,5	342	11,22

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

da m.	a m.	Litotipo	g	Rd	Id	f	M	E	Go	Vs	k
0.0	1	Depositi di pendio misti	18,5 +/- 0,8	5 +/- 1	42,5 +/- 5	34 +/- 1	11,3 +/- 1,7	8,8 +/- 2	46,1 +/- 6,4	136 +/- 20	1,7 +/- 0,4
1	2,2	Metamorfiti alterate	16,7 +/- 0,4	3 +/- 0	32,6 +/- 2,3	25 +/- 1	4 +/- 0,1	2,4 +/- 0,1	32,4 +/- 1,2	152 +/- 7	0,9 +/- 0
2,2	3	Metamorfiti sublapidee	20,5 +/- 0,8	14 +/- 8	70,7 +/- 19,6	40 +/- 6	34,8 +/- 17,1	29,6 +/- 16,2	109,8 +/- 49	296 +/- 37	6,2 +/- 3,5

z = profondità (m)

g = peso di volume (kN/mc)

Rd = resistenza dinamica (MPa)

Id = indice di densità (%)

f = angolo d'attrito (°)

M = modulo confinato (MPa)

E = modulo di Young (MPa)

Go = modulo di taglio (MPa)

Vs = velocità onde di taglio (m/s)

k = modulo di Winkler (Kg/cm)

STIMA DELLA CAPACITÀ PORTANTE

[soluzione di Meyerhof (1974), Bowles (1988)]

Profondità d'impasto: 1,0

B	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Qa	286,2	286,2	411,2	388,7	362,9	346,6	335,4	327,2	321,0	316,1	312,1	308,8

B = larghezza della fondazione (m)

Qa = portata ammissibile (kPa)

Nota: Portata ammissibile per un cedimento di 25 mm.

ANALISI DEI CEDIMENTI

Elaborazioni valide per un carico di 300,0 kPa

Geometria della fondazione

B	L	Df	Hf	g	Nspt
1,00	5,00	1,00	assente	17,6	15

B = Larghezza della fondazione (m)

L = Lunghezza della fondazione (m)

Df = Profondità d'appoggio (m)

Hf = Profondità della falda (m)

g = peso di volume del terreno (kN/mc)

N = Numero colpi medio a profondità tra 0,5B e 2B

Metodo di Burland-Burbidge (1984)

P	Zi	Ic	Fs	Fh	Ft
50,0	2,9	0,03859	1,42	1,46	1,00

P = Probabilità di stima del valore del cedimento (%)

Zi = Profondità d'influenza (m)

Ic = Indice di Compressibilità (m)

Fs = Fattore di forma

Fh = Fattore di profondità

Ft = Fattore reologico

RISULTATI

Carico (kPa)	Cedimento immediato (cm)	Cedimento a 20 anni (cm)
300	1,2	1,7

Raffronto con altri metodi

Parry	Peck-Hanson	Schultze-Sherif	Anagnostopoulos
1,60	3,25	2,74	1,85

ANAGEO di Gianfranco MULAS
Via Marco Polo, 2 - 08100 Nuoro
Tel. 0784.206114 - Fax 0874.206926

Committente: I.A.C.P. NUORO
Localita': Osini
Lavoro: N°7 alloggi e.r.p.

ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE PROVA PENETROMETRICA n.2

Dati del Penetrometro: DPM Medio (ISSMFE/Emilia)

W	H	A	D	Wa	Wc
30,0	20,0	60,0	35,7	2,5	18,0

W = peso del maglio (Kg)

H = altezza di caduta (cm)

A = Angolo d'apertura del cono (°)

D = Diametro di base del cono (mm)

Wa = peso delle aste (Kg/m)

Wc = peso della cuffia (Kg)

Passo delle misure = 10,00 cm.

Profondità iniziale di prova = 0,1 m.

Profondità della falda = nn.

Data: 29/07/2004

VALORI DI N

z (m)	N	N60	Nc	Nr	z (m)	N	N60	Nc	Nr
0,1	11	8	12	0	0,2	15	9	17	0
0,3	12	9	14	0	0,4	9	7	11	0
0,5	9	7	11	0	0,6	11	8	12	0
0,7	15	11	17	0	0,8	17	11	20	0
0,9	14	11	17	0	1,0	12	9	14	0
1,1	9	7	11	0	1,2	13	10	15	0
1,3	5	4	6	0	1,4	6	5	8	0
1,5	7	5	8	0	1,6	5	4	6	0
1,7	7	5	8	0	1,8	6	5	8	0
1,9	6	5	8	0	2,0	7	5	8	0
2,1	6	5	8	0	2,2	7	5	8	0
2,3	6	5	8	0	2,4	9	7	11	0
2,5	15	11	16	0	2,6	19	14	20	0
2,7	25	19	27	0	2,8	33	25	35	0
2,9	42	32	44	0	3,0	46	35	47	0
3,1	59	44	58	0	3,2	64	48	62	0

z = profondità

N60 = numero colpi standardizzato

N = numero colpi originale

Nr = numero colpi del rivestimento

Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

z	g	Rd	ld	f	M	E	Go	Vs	k
0,1	18,2	4,8	39	32,9	10,7	8	43,8	99	1,59
0,2	19,4	5,3	47	33,6	11,5	9	47	116	1,8
0,3	18,5	5,3	42	33,6	11,5	9	47	125	1,8
0,4	17,6	4,1	38	32,2	9,8	7	40,3	127	1,39
0,5	17,6	4	38	32,2	9,8	7	40,3	133	1,39
0,6	18,2	4,6	39	32,9	10,7	8	43,8	141	1,59
0,7	19,4	6,2	47	34,8	13,2	11	53,2	154	2,2
0,8	19,8	6,2	51	34,8	13,2	11	53,2	158	2,2
0,9	19,1	6,1	47	34,8	13,2	11	53,2	162	2,2
1,0	18,5	5	42	33,6	11,5	9	47	159	1,8
1,1	17,6	3,8	38	31,2	9,8	7	40,3	156	1,39
1,2	18,8	5,4	43	33,5	11,8	8	74,4	148	2
1,3	16	2,2	28	24,7	3,5	2	28,6	140	0,79
1,4	16,4	2,7	32	25,6	4,1	2,5	32,8	148	0,99
1,5	16,8	2,7	32	25,6	4,1	2,5	32,8	150	0,99
1,6	16	2,1	28	24,7	3,5	2	28,6	146	0,79
1,7	16,8	2,6	32	25,6	4,1	2,5	32,8	154	0,99
1,8	16,4	2,6	32	25,6	4,1	2,5	32,8	156	0,99
1,9	16,4	2,6	32	25,6	4,1	2,5	32,8	157	0,99
2,0	16,8	2,6	32	25,6	4,1	2,5	32,8	159	0,99

2,1	16,4	2,6	32	25,6	4,1	2,5	32,8	161	0,99
2,2	16,8	2,5	32	25,6	4,1	2,5	32,8	162	0,99
2,3	16,4	2,5	32	25,6	4,1	2,5	32,8	164	0,99
2,4	17,6	3,5	32	25,6	4,1	2,5	58,4	160	1,39
2,5	19,4	5,5	45	32,8	15,3	11	52,1	253	2,2
2,6	20,3	6,9	51	34,4	18,5	14	62,9	266	2,82
2,7	21	9,3	59	36,8	23,7	19	79,8	282	3,86
2,8	21	12,2	67	39,3	30	25	98,7	297	5,14
2,9	21	15,4	75	41,9	37,4	32	119,6	312	6,66
3,0	21	16,8	78	42,9	40,5	35	128,2	319	7,32
3,1	21	21	86	45,6	50	44	153,2	334	9,36
3,2	21	22,7	89	46,8	54,2	48	163,9	341	10,28

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

da m.	a m.	Litotipo	g	Rd	Id	f	M	E	Go	Vs	k
0,0	1,2	Depositi di pendio misti	16,9 +/- 5,4	5 +/- 2	39 +/- 13	33 +/- 2	10,4 +/- 3,5	8 +/- 2,9	42,4 +/- 14,2	128 +/- 45	1,6 +/- 0,5
1,2	2,4	Metamorfiti alterate	15,1 +/- 4,7	2 +/- 1	28,6 +/- 9,1	25 +/- 1	3,6 +/- 1,1	2,2 +/- 0,7	29,3 +/- 9,3	141 +/- 45	0,8 +/- 0,2
2,4	3,2	Metamorfiti sublapidee	20,7 +/- 0,5	14 +/- 6	68,7 +/- 16	40 +/- 7	33,6 +/- 14,2	28,4 +/- 13,5	107,2 +/- 40,9	300 +/- 32	5,9 +/- 2,9

z = profondità (m)

Rd = resistenza dinamica (MPa)

f = angolo d'attrito (°)

E = modulo di Young (MPa)

Vs = velocità onde di taglio (m/s)

g = peso di volume (kN/mc)

Id = indice di densità (%)

M = modulo confinato (MPa)

Go = modulo di taglio (MPa)

k = modulo di Winkler (Kg/cm²)

STIMA DELLA CAPACITÀ PORTANTE

[soluzione di Meyerhof (1974), Bowles (1988)]

Profondità d'imposta: 1,0

B	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Qa	339,4	372,9	387,2	347,4	325,4	311,4	301,8	294,8	289,4	285,2	281,8	279,0

B = larghezza della fondazione (m)

Qa = portata ammissibile (kPa)

Nota: Portata ammissibile per un cedimento di 25 mm.

ANALISI DEI CEDIMENTI

Elaborazioni valide per un carico di 300,0 kPa

Geometria della fondazione

B	L	Df	Hf	g	Nspt
1,00	5,00	1,00	assente	17,6	14

B = Larghezza della fondazione (m)

L = Lunghezza della fondazione (m)

Df = Profondità d'appoggio (m)

Hf = Profondità della falda (m)

g = peso di volume terreno (kN/mc)

N = Numero colpi medio a profondità tra 0,5B e 2B

Metodo di Burland-Burbidge (1984)

P	Zi	Ic	Fs	Fh	Ft
50,0	1,9	0,04250	1,42	1,46	1,00

P = Probabilità di stima del valore del cedimento (%)

Zi = Profondità d'influenza (m)

Ic = Indice di Compressibilità (m)

Fs = Fattore di forma

Fh = Fattore di profondità

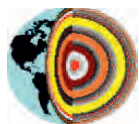
Ft = Fattore reologico

RISULTATI

Carico (kPa)	Cedimento immediato (cm)	Cedimento a 20 anni (cm)
300	1,2	1,8

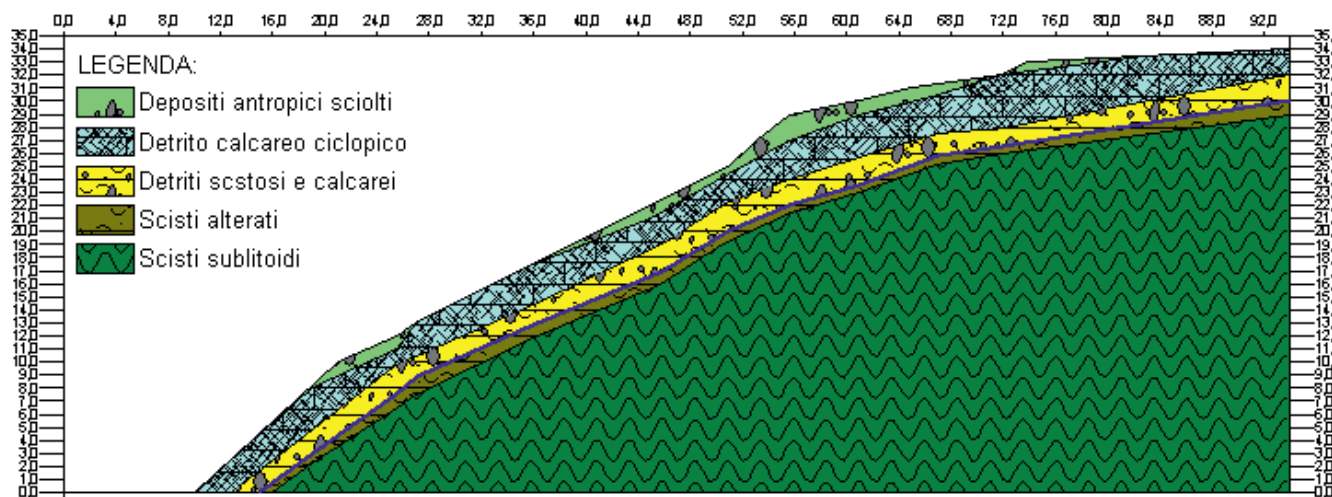
Raffronto con altri metodi

Parry	Peck-Hanson	Schultze-Sherif	Anagnostopoulos
1,71	3,48	3,75	2,01



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Ante Operam



Coordinate del profilo topografico

Ascisse X (m)

Ordinate Y (m)

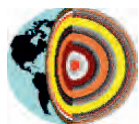
0	0
10	0
21	10
25,5	12
27	13
36	17,5
51	25
53	27
55,5	29
61	30
65	31
72	32
74	33
94	34

Coordinate del profilo del tetto della falda n. 1

Ascisse X (m)

Ordinate Y (m)

15	0
19	2,9
25,4	7,5
27,1	8,9
35,9	12,8
45,9	17
51	20
55,6	22
60,9	23,5
67	25,8
71,9	26,5
94	30



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Ante Operam

Coordinate del profilo del tetto dello strato n. 1

Ascisse X (m)	Ordinate Y (m)
0	0
10	0
21	10
25,5	12
27	13
36	17,5
51	25
53	27
55,5	29
61	30
65	31
72	32
74	33
94	34

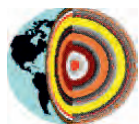
Parametri geotecnici degli strati

Strato n. _____

1

Descrizione litologica:

Depositi antropici sciolti	
Angolo di attrito (°):	35
Densità relativa (%):	65
Coesione(kg/cm ^q):	0
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1725
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	1950
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cm ^q):	150
Coefficiente di Poisson:	0
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	25
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cm ^q):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Ante Operam

Coordinate del profilo del tetto dello strato n. 2

Ascisse X (m)	Ordinate Y (m)
0	0
10	0
19	8
25,5	11
27	13
36	17,5
45	21
51	24,5
55,5	27
61	29
67	30,5
72	32
84	33,5
94	34
94	0
0	0

Parametri geotecnici degli strati

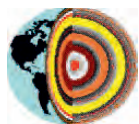
Strato n. _____

2

Descrizione litologica:

Detrito calcareo ciclopico

Angolo di attrito (°):	38
Densità relativa (%):	80
Coesione(kg/cmq):	0,3
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	2250
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2350
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	350
Coefficiente di Poisson:	0
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	32
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cmq):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Ante Operam

Coordinate del profilo del tetto dello strato n. 3

Ascisse X (m) Ordinate Y (m)

0	0
12,9	0
25,4	9,7
35,9	14,4
45,9	19
50,9	22,3
55,5	24
60,9	25,7
67,1	27,5
71,9	28
94	32
94	0
0	0

Parametri geotecnici degli strati

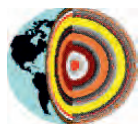
Strato n. _____

3

Descrizione litologica:

Detriti scistosi e calcarei

Angolo di attrito (°):	33
Densità relativa (%):	80
Coesione(kg/cm ^q):	0,15
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1950
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2150
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cm ^q):	180
Coefficiente di Poisson:	0
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	28
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cm ^q):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello impermeabile



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Ante Operam

Coordinate del profilo del tetto dello strato n. 4

Ascisse X (m) Ordinate Y (m)

0	0
15	0
19	2,9
25,4	7,5
27,1	8,9
35,9	12,8
45,9	17
51	20
55,6	22
60,9	23,5
67	25,8
71,9	26,5
94	30
94	0
0	0

Parametri geotecnici degli strati

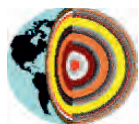
Strato n. _____

4

Descrizione litologica:

Scisti alterati

Angolo di attrito (°):	25
Densità relativa (%):	85
Coesione(kg/cm ²):	0,3
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	2150
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2390
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cm ²):	150
Coefficiente di Poisson:	0
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	20
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cm ²):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello impermeabile



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Ante Operam

Coordinate del profilo del tetto dello strato n. 5

Ascisse X (m)	Ordinate Y (m)
0	0
16	0
19	2,2
25,5	6,5
27	7,5
36	11,9
45,7	16
50,5	19
55,8	21,5
61	23
66,9	25,1
72	26
94	29
94	0
0	0

Parametri geotecnici degli strati

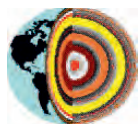
Strato n. _____

5

Descrizione litologica:

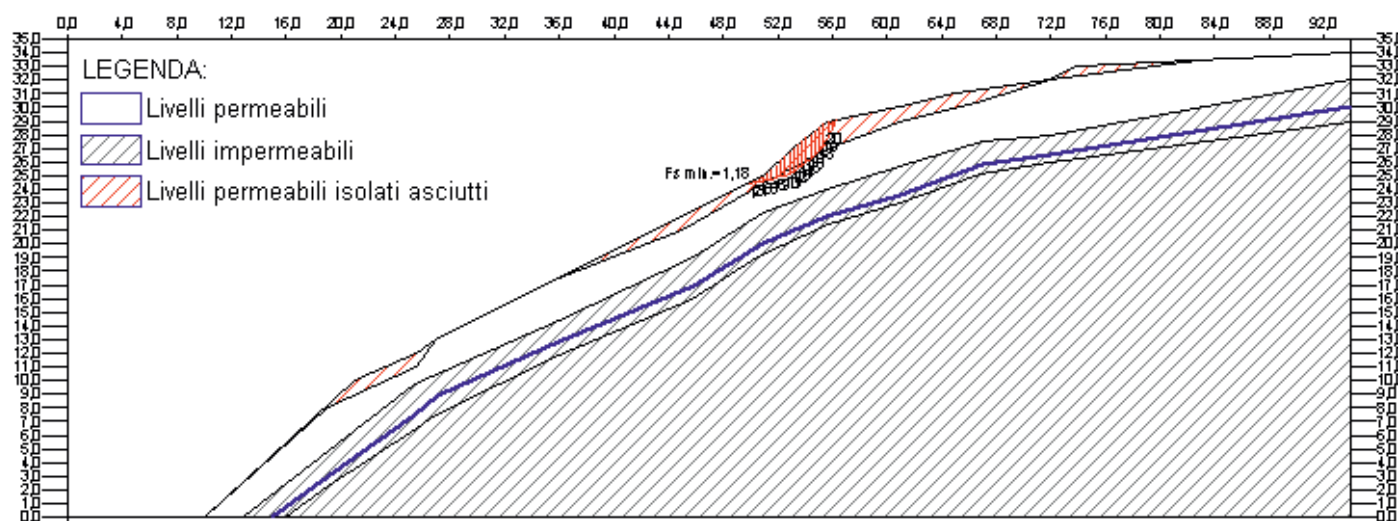
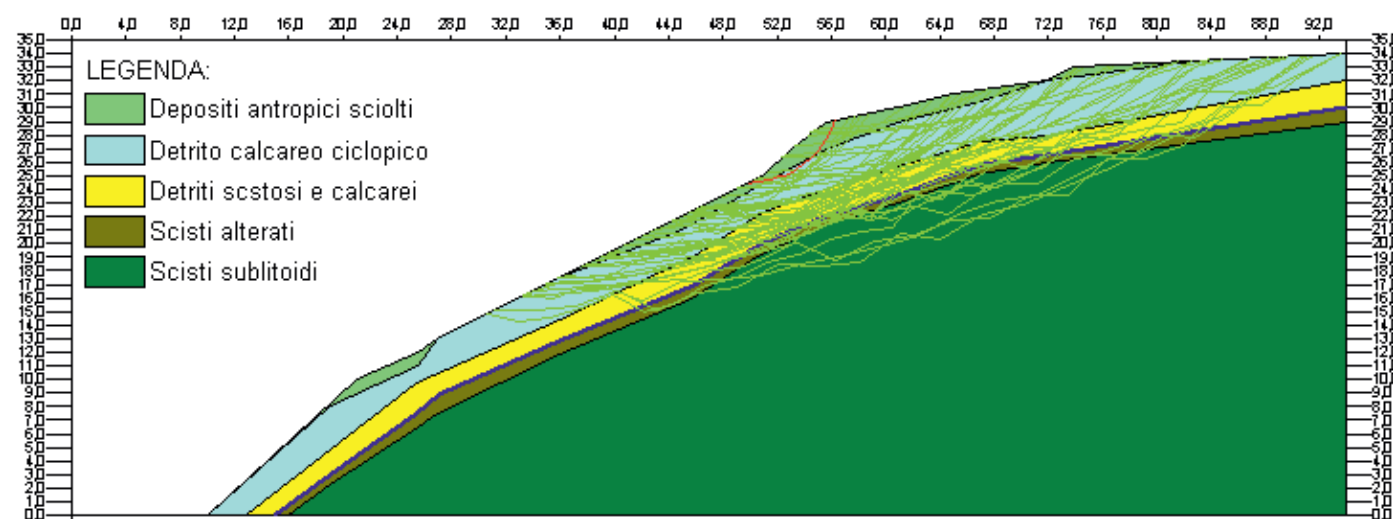
Scisti sublitoidi

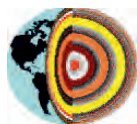
Angolo di attrito (°):	35
Densità relativa (%):	90
Coesione(kg/cmq):	0,5
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	2450
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2620
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	500
Coefficiente di Poisson:	0
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	30
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cmq):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello impermeabile



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Ante Operam





VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Ante Operam

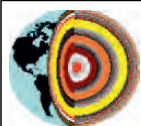
Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza

Numero	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer
1	45,98	22,49	69,04	31,58	1,851	1,886	1,844			
2	47,95	23,47	66,46	31,21	1,845	1,88	1,836			
3	38,71	18,85	65,46	31,07	1,591	1,638	1,581			
4	45,63	22,32	74,66	33,03	2,097	2,13	2,088			
5	39,45	19,22	69,95	31,71	1,755	1,793	1,748			
6	45,97	22,49	79,94	33,3	2,314	2,344	2,307			
7	31,15	15,07	91,11	33,86	2,697	2,847	2,712			
8	33,37	16,18	91,55	33,88	2,698	2,79	2,697			
9	50,3	24,65	90,8	33,84	3,776	3,992	3,6			
10	40,79	19,89	81,65	33,38	2,703	3,131	2,759			
11	35,06	17,03	66,75	31,25	1,59	1,64	1,581			
12	39,72	19,36	68,85	31,55	1,698	1,738	1,689			
13	38,02	18,51	64,8	30,95	1,569	1,618	1,56			
14	35,21	17,11	64,88	30,97	1,565	1,617	1,554			
15	34,12	16,56	71,04	31,86	1,792	1,835	1,782			
16	46,48	22,74	83,75	33,49	2,55	2,578	2,544			
17	54,27	28,02	79,09	33,25	3,868	3,885	3,861			
18	51,31	25,31	89,67	33,78	3,417	3,439	3,412			
19	37,65	18,33	74,07	33	1,837	1,876	1,829			
20	46,49	22,74	57,85	29,43	1,358	1,43	1,331			
21	40,04	19,52	89,24	33,76	2,798	2,989	2,793			
22	41,64	20,32	57,4	29,34	1,447	1,519	1,42			
23	45,09	22,04	69,1	31,59	1,85	1,886	1,842			
24	36,36	17,68	93,47	33,97	3,208	3,459	3,167			
25	45,12	22,06	69,85	31,69	1,898	1,934	1,889			
26	44,32	21,66	84	33,5	2,678	2,953	2,629			
27	46,38	22,69	58,78	29,6	1,406	1,464	1,388			
28	49,99	24,5	56,29	29,14	1,23	1,329	1,175			
29	54,78	28,42	67,62	31,37	2,483	2,507	2,483			
30	52,56	26,56	71,25	31,89	3,029	3,052	3,021			
31	46,16	22,58	70	31,71	1,95	1,982	1,944			
32	44,26	21,63	86,62	33,63	2,994	3,135	2,912			
33	39,59	19,3	88,37	33,72	3,042	3,239	3,024			
34	50,6	24,8	86,94	33,65	3,101	3,126	3,096			
35	30,69	14,84	76,63	33,13	2,228	2,391	2,187			
36	54,49	28,19	82,64	33,43	4,241	4,254	4,237			
37	50,72	24,86	63,46	30,62	1,933	1,974	1,917			
38	49,31	24,16	58,21	29,49	1,403	1,467	1,375			
39	53,27	27,22	61,36	30,09	1,648	1,684	1,645			
40	43,46	21,23	84,95	33,55	3,212	3,6	2,975			
41	39,1	19,05	74,23	33,01	1,852	1,89	1,845			
42	35,89	17,44	66	31,14	1,587	1,636	1,578			
43	44,43	21,71	76,91	33,15	2,098	2,132	2,09			
44	49,12	24,06	80,88	33,34	2,598	2,627	2,591			
45	33,41	16,2	72,59	32,29	2,104	2,269	2,049			
46	33,29	16,14	67,86	31,41	1,637	1,685	1,626			
47	34,99	17	62,62	30,4	1,527	1,584	1,514			
48	42,25	20,63	74,67	33,03	1,943	1,978	1,935			
49	42,68	20,84	93,69	33,98	3,344	3,507	3,276			
50	52,41	26,41	89,46	33,77	3,741	3,76	3,738			

Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0,0

Coefficiente beta.....: 0,0

Accelerazione sismica verticale (g):..... 0,0



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Ante Operam

Analisi di stabilità: riepilogo delle forze agenti sui conci

Superficie	Concio	Forze stabilizzanti(kg)	Forze instabilizzanti(kg)	Deficit di forza(kg)	Somma deficit(kg)
28	20	33,58	149,67	116,09	116,09
	19	112,37	438,65	326,28	442,36
	18	200,66	591,53	390,87	833,23
	17	261,17	641,66	380,49	1213,72
	16	322,8	683,66	360,86	1574,59
	15	751,1	692,06	-59,04	1515,55
	14	762,26	655,95	-106,32	1409,23
	13	768,35	605,57	-162,78	1246,45
	12	781,93	570,09	-211,85	1034,61
	11	761,99	496,81	-265,18	769,42
	10	741,19	420,83	-320,36	449,06
	9	717,83	357,79	-360,04	89,02
	8	656,16	273,28	-382,88	-293,86
	7	600,81	201,76	-399,05	-692,92
	6	543,36	142,49	-400,88	-1093,79
	5	484,36	94,56	-389,8	-1483,59
	4	119,5	42,51	-76,98	-1560,57
	3	55,97	14,35	-41,62	-1602,19
	2	28,12	4,78	-23,35	-1625,54
	1	0	0	0	-1625,54

Accelerazione sismica orizzontale (g) : 0,0

Accelerazione sismica verticale (g) : 0,0

Coefficiente beta : 0,0

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm du)	(m)
28	1,175	Janbu semplificato	1	49,993	24,496	0,32	2,5	0,023	0	0	0	0	27,5	0	0
			2	50,308	24,51	0,32	5	0,066	54,34	0	0	0	27,5	0	0
			3	50,938	24,58	0,32	7,6	0,104	108,69	0	0	0	27,5	0	0
			4	51,253	24,638	0,32	10,5	0,158	233,91	0	0	0	27,5	0	0
			5	51,568	24,712	0,32	13,2	0,232	413,48	0	0	0	29,3	0,08	0
			6	51,883	24,802	0,33	15,8	0,305	522,16	0	0	0	29,3	0,08	0
			7	52,198	24,908	0,33	18,7	0,374	630,85	0	0	0	29,3	0,08	0
			8	52,513	25,033	0,34	21,7	0,436	739,53	0	0	0	29,3	0,08	0
			9	52,828	25,176	0,35	24,4	0,493	864,75	0	0	0	29,3	0,08	0
			10	53,143	25,339	0,35	27,2	0,54	919,1	0	0	0	29,3	0,08	0
			11	53,458	25,526	0,37	30,7	0,57	973,44	0	0	0	29,3	0,08	0
			12	53,773	25,736	0,38	33,7	0,587	1027,78	0	0	0	29,3	0,08	0
			13	54,088	25,971	0,39	36,8	0,596	1011,24	0	0	0	29,3	0,08	0
			14	54,403	26,24	0,41	40,4	0,596	1011,24	0	0	0	29,3	0,08	0
			15	54,718	26,545	0,44	44,1	0,585	994,7	0	0	0	29,3	0,08	0
			16	55,033	26,891	0,47	47,7	0,562	923,82	0	0	0	27,5	0	0
			17	55,348	27,293	0,51	51,9	0,523	815,14	0	0	0	27,5	0	0
			18	55,663	27,776	0,58	56,9	0,447	706,45	0	0	0	27,5	0	0
			19	55,978	28,415	0,71	63,8	0,303	489,08	0	0	0	27,5	0	0
			20	56,293	29,144	0,79	66,6	0,106	163,03	0	0	0	27,5	0	0

Carichi N= Carichi normali (kg)

Carichi T= Carichi tangenziali (kg)

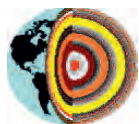
Phi= Angolo di resistenza al taglio (°)

C= Coesione (kg/cmq)

Accelerazione sismica orizzontale (g) : 0,0

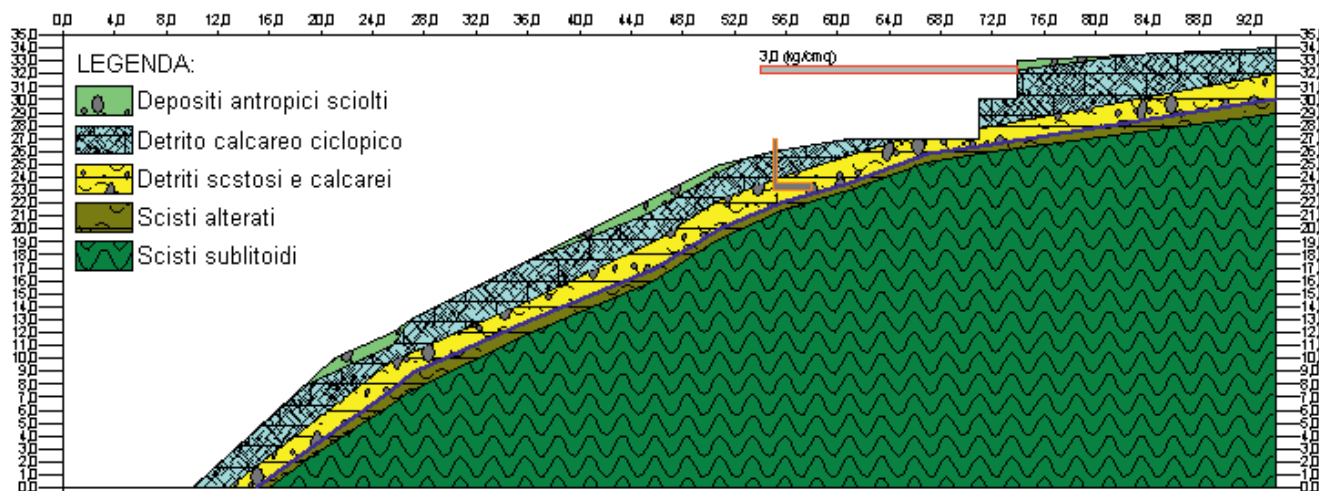
Accelerazione sismica verticale (g) : 0,0

Coefficiente beta : 0,0



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Post Operam

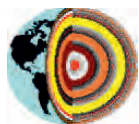


Coordinate del profilo topografico

Ascisse X (m)	Ordinate Y (m)
0	0
10	0
21	10
25,5	12
27	13
36	17,5
51	25
55	26
61	27
71	27
71	30
74	30
74	33
94	34

Coordinate del profilo del tetto della falda n. 1

Ascisse X (m)	Ordinate Y (m)
15	0
19	2,9
25,4	7,5
27,1	8,9
35,9	12,8
45,9	17
51	20
55,6	22
60,9	23,5
67	25,8
71,9	26,5
94	30



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Post Operam

Coordinate del profilo del tetto dello strato n. 1

Ascisse X (m) Ordinate Y (m)

0	0
10	0
21	10
25,5	12
27	13
36	17,5
51	25
55	26
61	27
71	27
71	30
74	30
74	33
94	34

Parametri geotecnici degli strati

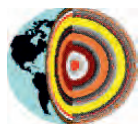
Strato n. _____

1

Descrizione litologica:

Depositi antropici sciolti

Angolo di attrito (°):	35
Densità relativa (%):	65
Coesione(kg/cm ^q):	0
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1725
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	1950
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cm ^q):	150
Coefficiente di Poisson:	0
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	25
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cm ^q):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Post Operam

Coordinate del profilo del tetto dello strato n. 2

Ascisse X (m)	Ordinate Y (m)
0	0
10	0
19	8
25,5	11
27	13
36	17,5
45	21
51	24,5
55,5	27
61	29
67	30,5
72	32
84	33,5
94	34
94	0
0	0

Parametri geotecnici degli strati

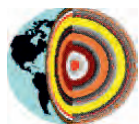
Strato n. _____

2

Descrizione litologica:

Detrito calcareo ciclopico

Angolo di attrito (°):	38
Densità relativa (%):	80
Coesione(kg/cmq):	0,3
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	2250
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2350
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	350
Coefficiente di Poisson:	0
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	32
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cmq):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Post Operam

Coordinate del profilo del tetto dello strato n. 3

Ascisse X (m)	Ordinate Y (m)
0	0
12,9	0
25,4	9,7
35,9	14,4
45,9	19
50,9	22,3
55,5	24
60,9	25,7
67,1	27,5
71,9	28
94	32
94	0
0	0

Parametri geotecnici degli strati

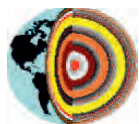
Strato n. _____

3

Descrizione litologica:

Detriti scistosi e calcarei

Angolo di attrito (°):	33
Densità relativa (%):	80
Coesione(kg/cm ^q):	0,15
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1950
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2150
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cm ^q):	180
Coefficiente di Poisson:	0
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	28
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cm ^q):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Post Operam

Coordinate del profilo del tetto dello strato n. 4

Ascisse X (m) Ordinate Y (m)

0	0
15	0
19	2,9
25,4	7,5
27,1	8,9
35,9	12,8
45,9	17
51	20
55,6	22
60,9	23,5
67	25,8
71,9	26,5
94	30
94	0
0	0

Parametri geotecnici degli strati

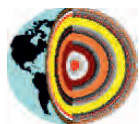
Strato n. _____

4

Descrizione litologica:

Scisti alterati

Angolo di attrito (°):	25
Densità relativa (%):	85
Coesione(kg/cm ²):	0,3
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	2150
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2390
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cm ²):	150
Coefficiente di Poisson:	0
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	20
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cm ²):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello impermeabile



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Post Operam

Coordinate del profilo del tetto dello strato n. 5

Ascisse X (m)	Ordinate Y (m)
0	0
16	0
19	2,2
25,5	6,5
27	7,5
36	11,9
45,7	16
50,5	19
55,8	21,5
61	23
66,9	25,1
72	26
94	29
94	0
0	0

Parametri geotecnici degli strati

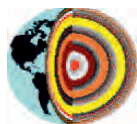
Strato n. _____

5

Descrizione litologica:

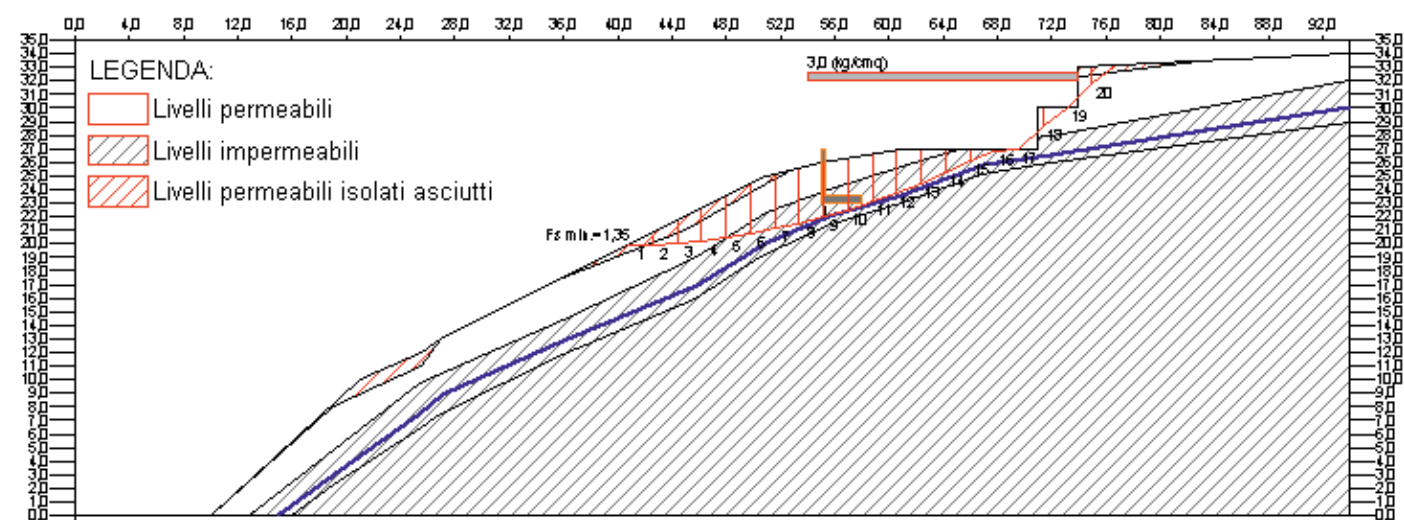
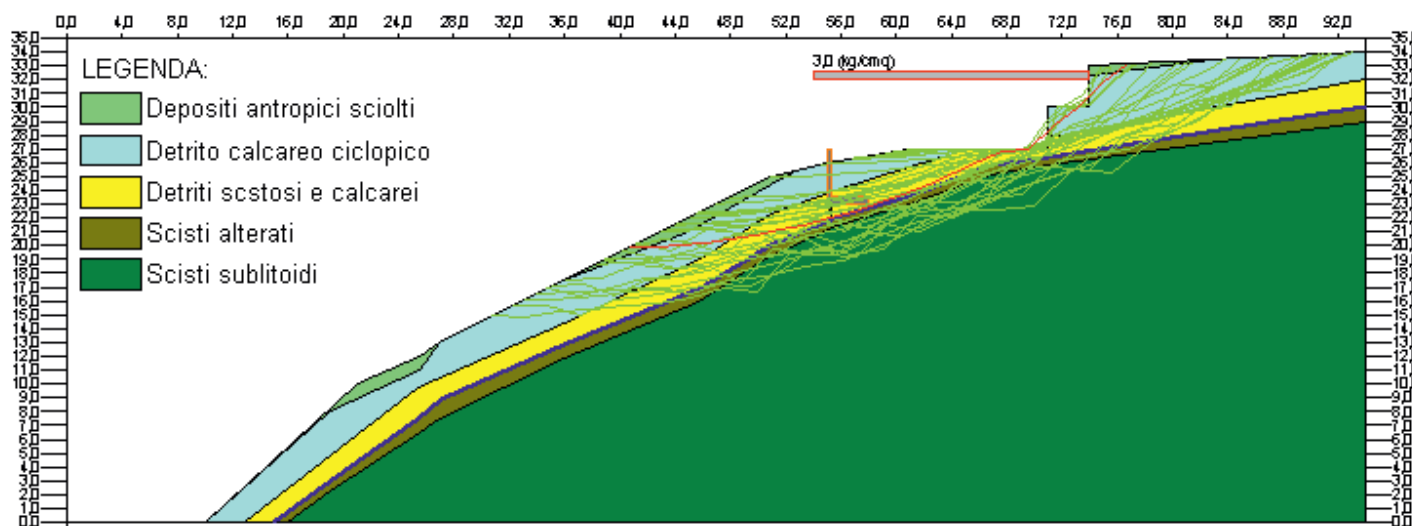
Scisti sublitoidi

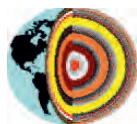
Angolo di attrito (°):	35
Densità relativa (%):	90
Coesione(kg/cmq):	0,2
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	2450
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2620
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	500
Coefficiente di Poisson:	0
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	30
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cmq):	0
Comportamento meccanico:	
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello impermeabile



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Post Operam





VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Ante Operam

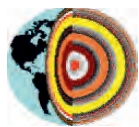
Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza

Numero	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer
1	54,58	25,89	69,51	27	9,6	9,559	9,545			
2	60,75	26,96	93,11	33,96	5,665	5,662	5,382			
3	47,67	23,34	74,67	33,03						
4	40,82	19,91	76,74	33,14	1,63	1,431	1,346			
5	63,22	27	91,56	33,88	4,804	4,798	4,71			
6	35,15	17,08	73,68	30						
7	50,93	24,96	91,48	33,87	4,293	4,244	4,221			
8	47,05	23,03	74,96	33,05	2,099	1,908	1,635			
9	57,86	26,48	87,39	33,67						
10	54,67	25,92	91,84	33,89						
11	51,1	25,02	87,35	33,67						
12	44	21,5	77,38	33,17	2,024	1,859	1,68			
13	38,92	18,96	68,42	27	1,514	1,38	1,358			
14	48,36	23,68	74,17	33,01						
15	45,51	22,25	86,97	33,65	2,545	2,466	2,45			
16	61,67	27	83,39	33,47						
17	57,06	26,34	86,56	33,63	4,74	4,697	4,345			
18	40,16	19,58	90,47	33,82	2,772	2,736	2,608			
19	56,64	26,27	74,42	33,02						
20	30,8	14,9	78,65	33,23	2,145	2,104	1,72			
21	62,08	27	82,37	33,42						
22	47,9	23,45	87,29	33,66	3,102	3,022	3,005			
23	58,58	26,6	83,99	33,5	4,199	4,143	3,802			
24	45,06	22,03	66,86	27	2,187	2,047	2,024			
25	59,85	26,81	90,75	33,84	5,292	5,276	5,04			
26	38,17	18,58	74,21	33,01						
27	43,06	21,03	69,76	27	2,154	2,026	2,005			
28	50,89	24,94	76,89	33,14						
29	34,74	16,87	81,56	33,38	2,004	1,917	1,8			
30	32,27	15,64	81,06	33,35	2,16	2,142	1,857			
31	60,19	26,87	67,3	27	37,17	37,158	37,158			
32	46,54	22,77	82,17	33,41						
33	33,99	16,5	89,47	33,77	2,439	2,411	2,208			
34	38,39	18,69	70,46	27	1,924	1,788	1,761			
35	57,44	26,41	66,23	27	11,265	11,223	11,211			
36	33,15	16,08	69,9	27	1,755	1,607	1,571			
37	45,62	22,31	75,66	33,08	1,995	1,824	1,642			
38	44,14	21,57	77,34	33,17	2,039	1,875	1,689			
39	39,01	19,01	89,29	33,76	2,767	2,804	2,505			
40	43,42	21,21	70,23	27	2,147	2,029	2,009			
41	51,46	25,11	77,82	33,19						
42	36,16	17,58	86,43	33,62	2,491	2,444	2,299			
43	45,77	22,39	67,45	27	2,388	2,257	2,236			
44	40,93	19,96	84,93	33,55	2,713	2,769	2,454			
45	32,42	15,71	77,08	33,15						
46	41,22	20,11	92,14	33,91	3,291	3,362	3,085			
47	35,16	17,08	80,51	33,33	1,919	1,906	1,723			
48	59,78	26,8	91,03	33,85	5,336	5,32	5,09			
49	62,58	27	92,61	33,93	5,075	5,071	4,975			
50	56,8	26,3	75,46	33,07	5,464	5,346	2,517			

Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0,0

Coefficiente beta.....: 0,5

Accelerazione sismica verticale (g):..... 0,0



VERIFICA STABILITA' DEL VERSANTE

Situazione Post Operam

Analisi di stabilità: riepilogo delle forze agenti sui conci

Superficie	Concio	Forze stabilizzanti(kg)	Forze instabilizzanti(kg)	Deficit di forza(kg)	Somma deficit(kg)
4	20	6595,25	1315,03	-5280,22	-5280,22
	19	19642,79	18584,7	-1058,08	-6338,3
	18	34582,17	36172,45	1590,28	-4748,03
	17	26344,82	37648,22	11303,39	6555,37
	16	32280,89	3268,29	-29012,6	-22457,23
	15	30804,53	21767,35	-9037,17	-31494,41
	14	31710,46	25294,84	-6415,62	-37910,02
	13	33704,46	24629,48	-9074,98	-46985
	12	35500,77	23895,49	-11605,28	-58590,28
	11	36938,86	22387,23	-14551,63	-73141,91
	10	39250,65	21713,31	-17537,34	-90679,25
	9	41176,9	20164,48	-21012,41	-111691,66
	8	29993,49	12798,03	-17195,46	-128887,12
	7	10521,25	3309,67	-7211,58	-136098,7
	6	10108,29	2697,47	-7410,82	-143509,51
	5	9126,39	1966,73	-7159,66	-150669,18
	4	10900,91	1231,47	-9669,44	-160338,63
	3	8955,37	662,5	-8292,87	-168631,51
	2	7124,49	262,36	-6862,13	-175493,63
	1	832,88	46,29	-786,58	-176280,2

Accelerazione sismica orizzontale (g) : 0,0

Accelerazione sismica verticale (g) : 0,0

Coefficiente beta : 0,5

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie co n coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm du (m)
4	1,346	Janbu semplificato		40,823	19,911									
			1	42,618	19,974	1,8	2	0,75	1333,35	0	0	0	32	0
			2	44,414	20,086	1,8	3,6	2,205	4188,6	0	0	0	33,9	0,24
			3	46,21	20,259	1,8	5,5	3,561	6922,63	0	0	0	33,9	0,24
			4	48,006	20,485	1,81	7,2	4,816	9845,22	0	0	0	33,9	0,24
			5	49,801	20,77	1,82	9	5,969	12552,31	0	0	0	29,3	0,12
			6	51,597	21,113	1,83	10,8	6,884	14383,98	0	0	0	29,3	0,12
			7	53,393	21,514	1,84	12,6	7,291	15205,54	0	0	0	29,3	0,12
			8	55,189	21,977	1,85	14,5	7,308	15138,2	0	34913,31	9013,79	29,3	0,12
			9	56,984	22,498	1,87	16,2	7,081	14680,28	0	55403,94	16074,05	29,3	0,12
			10	58,78	23,089	1,89	18,2	6,621	13468,15	0	53226,1	17505,51	29,3	0,12
			11	60,576	23,739	1,91	19,9	6,044	11905,84	0	50656,48	18335,16	29,3	0,12
			12	62,372	24,463	1,94	22	5,142	9993,37	0	49959,73	20156,46	29,3	0,12
			13	64,167	25,254	1,96	23,8	3,846	7272,82	0	49309,03	21699,98	29,3	0,12
			14	65,963	26,121	1,99	25,8	2,357	4255,94	0	48504,53	23442,85	29,3	0,12
			15	67,759	26,891	1,95	23,2	0,887	1400,69	0	49519,18	21215,74	29,3	0,12
			16	69,555	27	1,8	3,5	0,098	0	0	53773,37	3268,29	29,3	0,12
			17	71,35	28,615	2,42	42	1,243	2424,27	0	40053,87	36027	29,3	0,12
			18	73,146	30,121	2,34	40	1,352	2424,27	0	41280,43	34614,78	33,9	0,24
			19	74,942	31,74	2,42	42	1,283	2141,44	0	19027,55	17150,95	33,9	0,24
			20	76,738	33,137	2,28	37,9	1,174	2141,44	0	0	0	33,9	0,24

Carichi N= Carichi normali (kg)

Carichi T= Carichi tangenziali (kg)

Phi= Angolo di resistenza al taglio (°)

C= Coesione (kg/cmq)

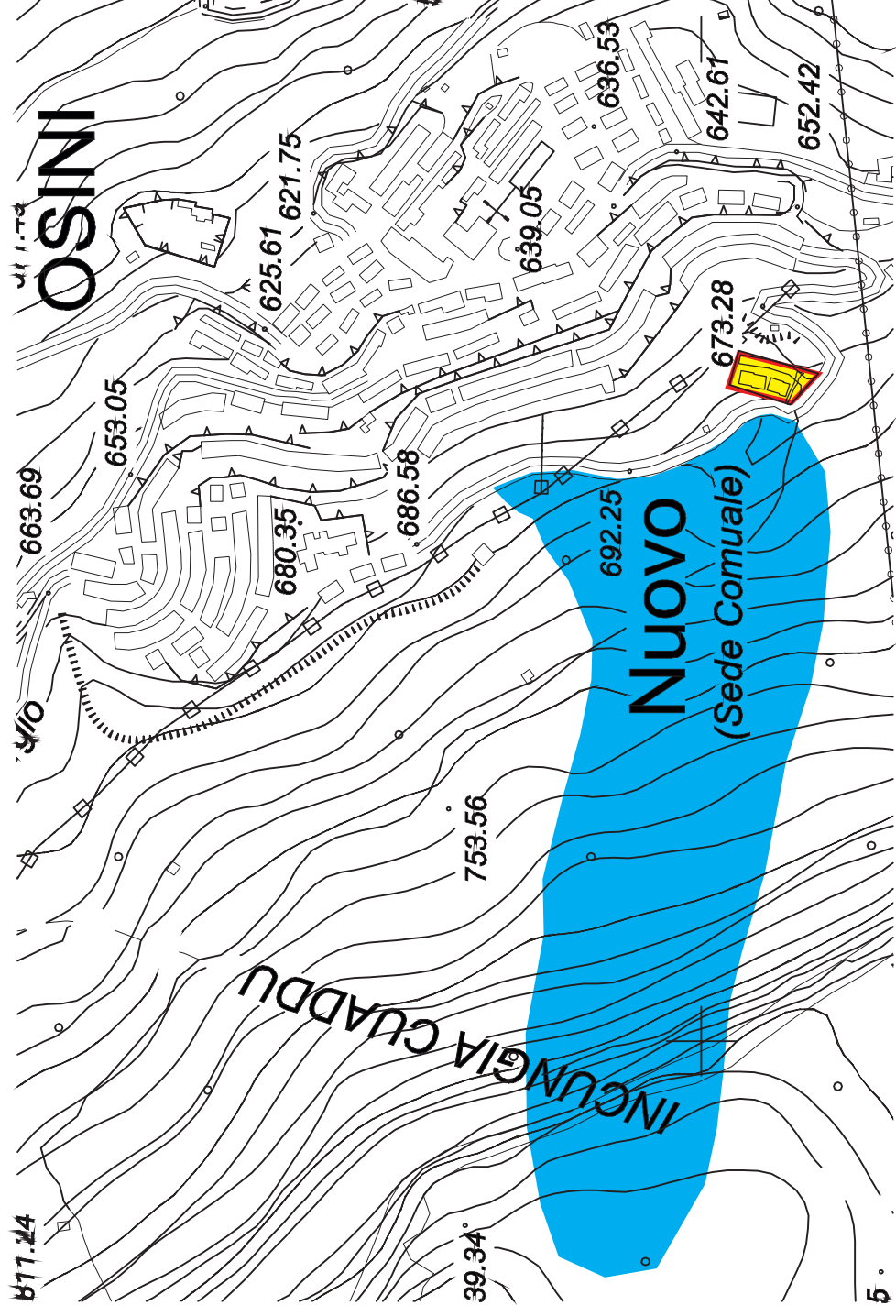
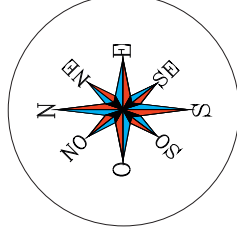
Accelerazione sismica orizzontale (g) : 0,0

Accelerazione sismica verticale (g) : 0,0

Coefficiente beta : 0,5

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

scala 1 : 5.000



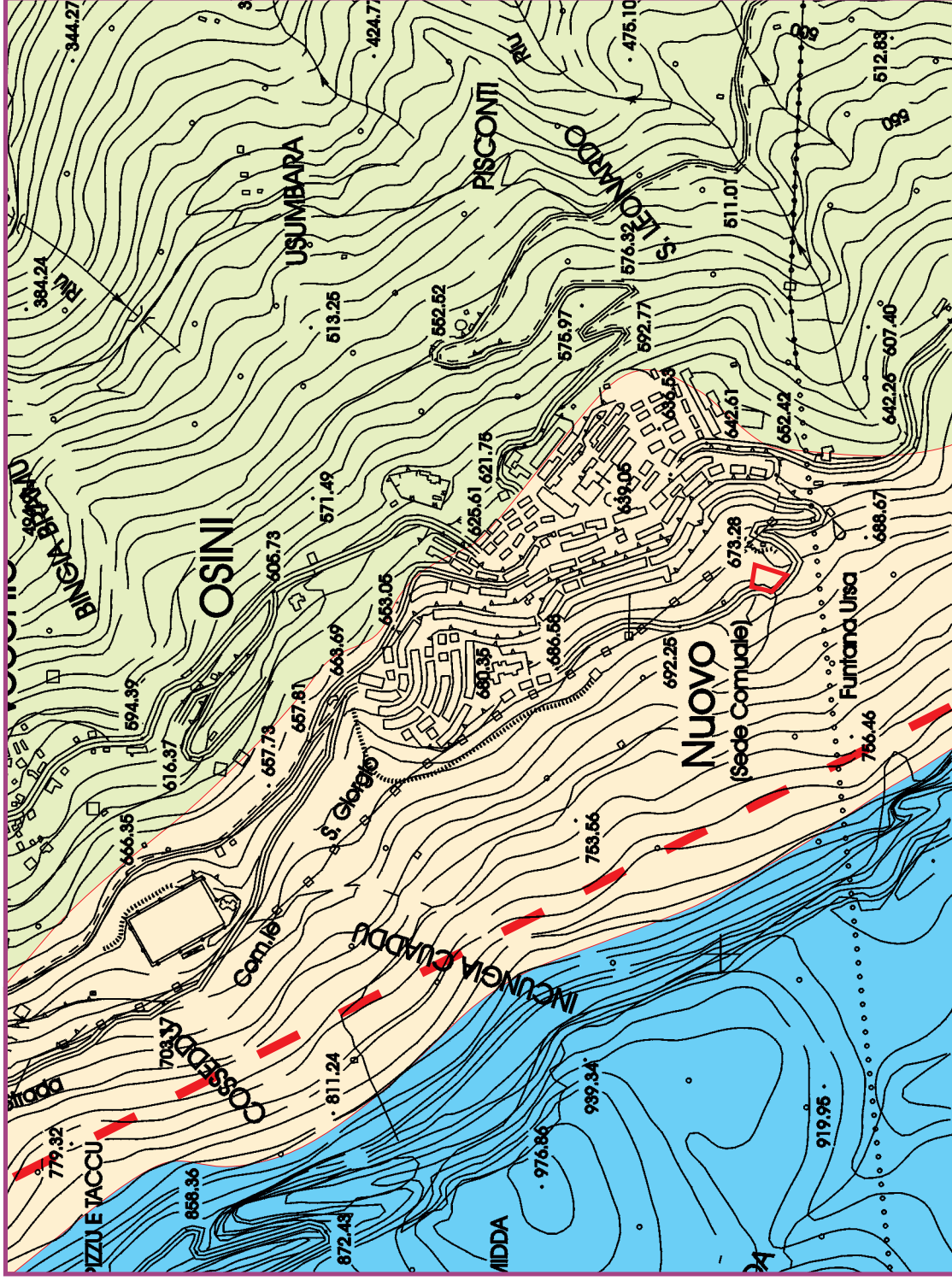
Area di intervento



Bacino imbrifero

CARTA GEOLOGICA

scala 1 : 5.000

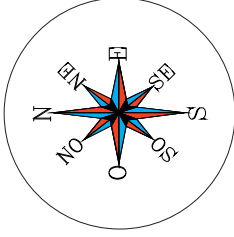


LEGENDA

- | | | | |
|----------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Detrito di falda (attuale) | Calcarei e dolomie (Giurese) | Metamorfiti (Paleozoico) | Faglia presunta |
|----------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|

CARTA DELLE PENDENZE

scala 1 : 5.000



Legenda



PENDENZA < 12.5 %



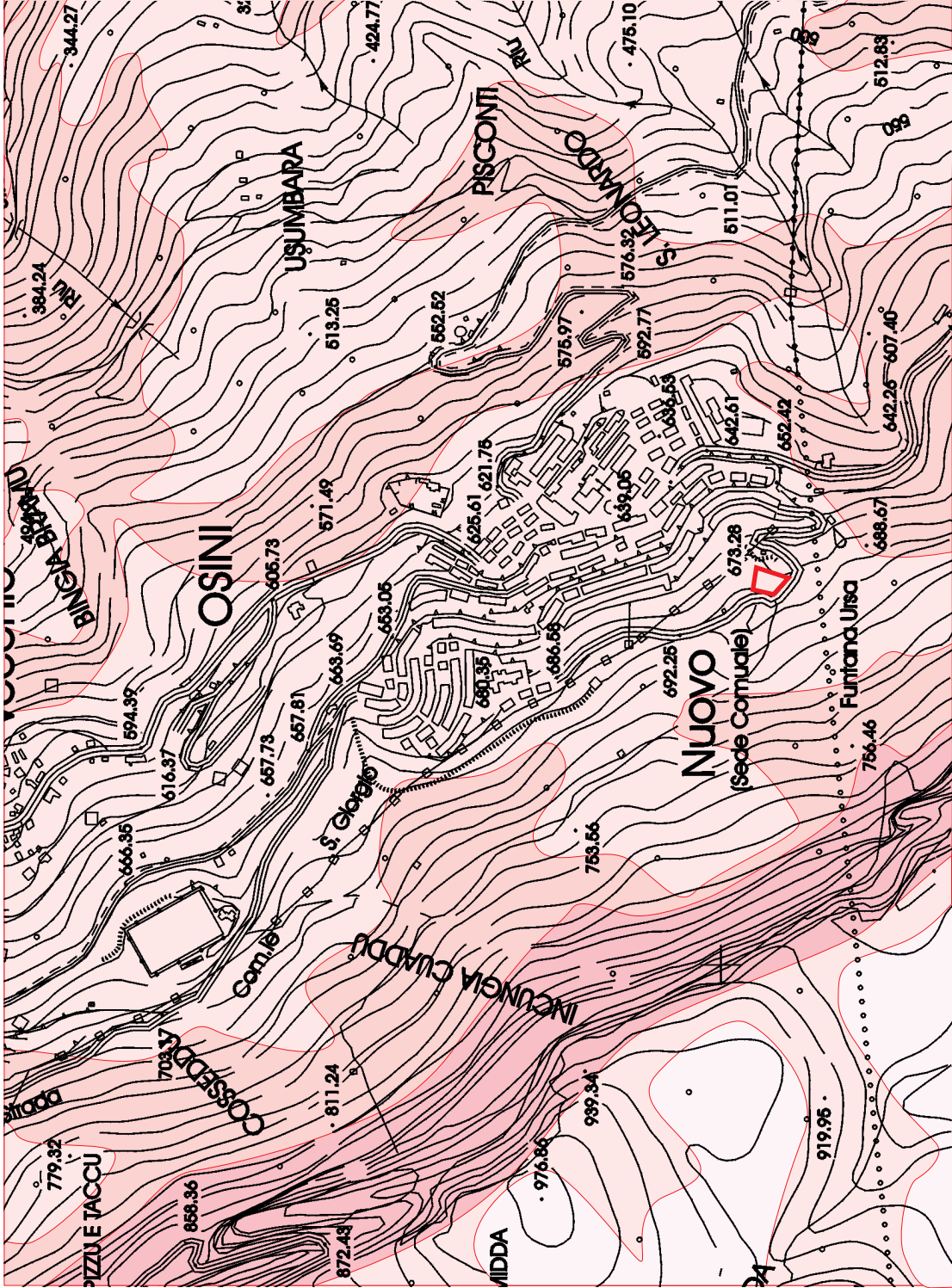
PENDENZA >12.5 % E < 25 %



PENDENZA > 25 % E < 50 %

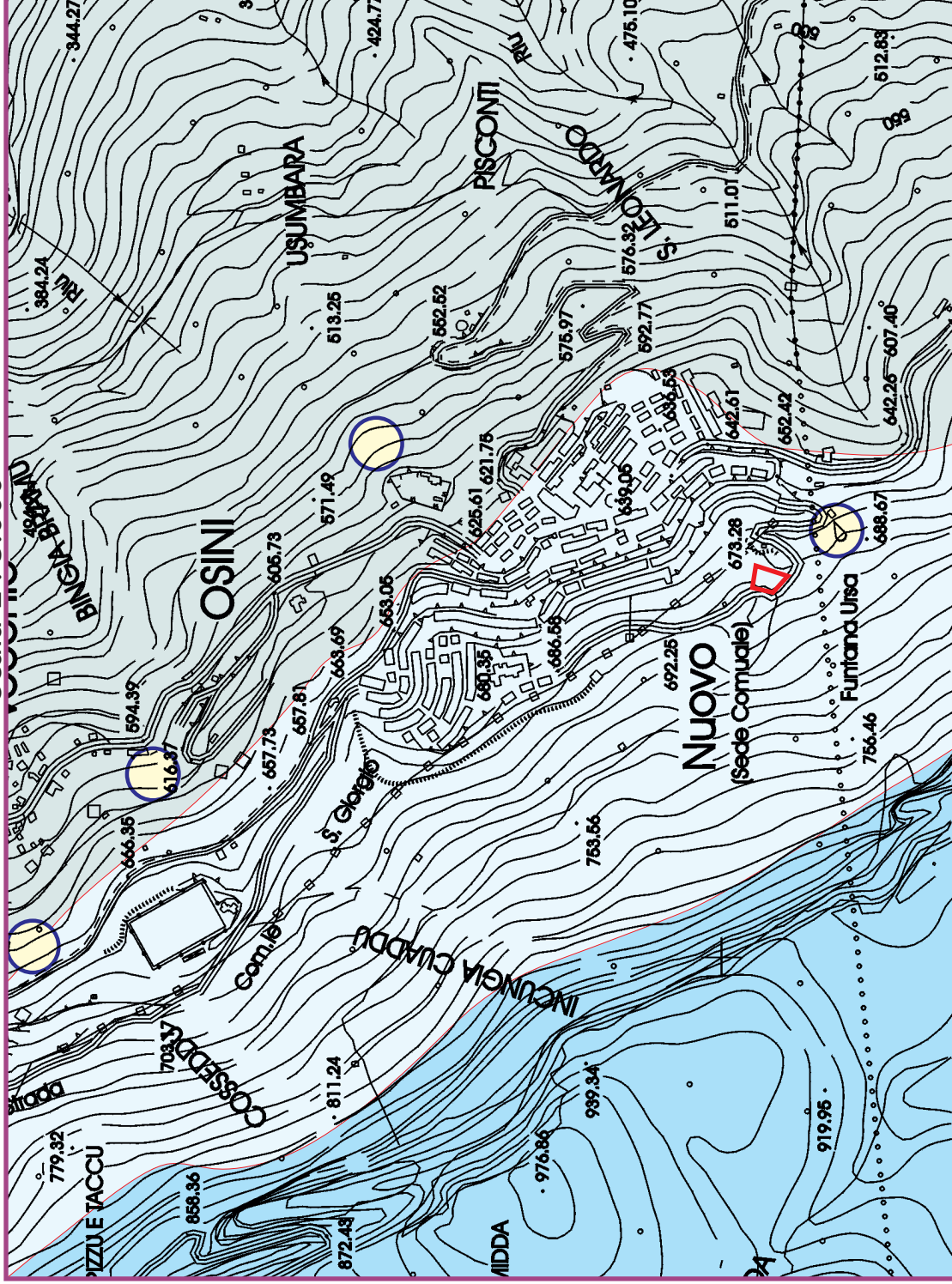


PENDENZA > 50 %



CARTA IDROGEOLOGICA

scala 1 : 5.000



LEGENDA

- | Terreni permeabili per porosità | Terreni impermeabili o permeabili per fratturazione | Sorgenti o fonti principali |
|---|---|---|
|  |  |  |

Vista satellitare vasta



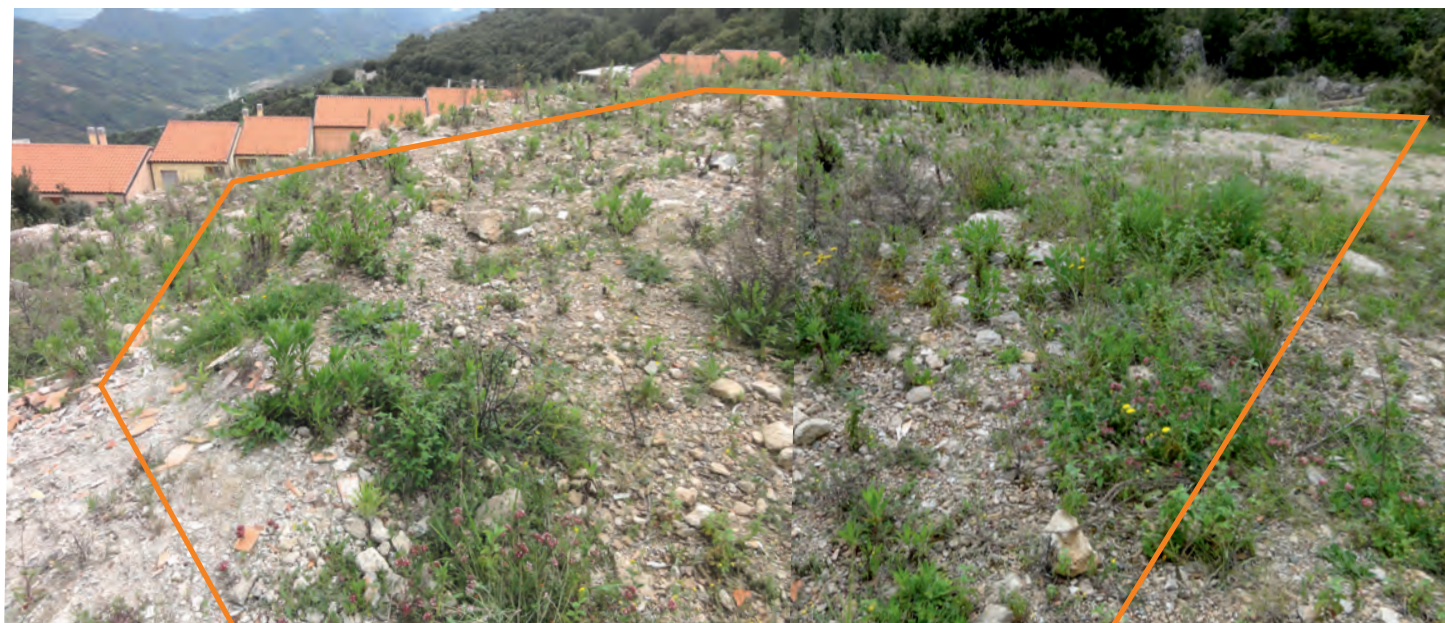
Vista satellitare di dettaglio



Area di intervento vista da sud



Area di intervento vista da nord



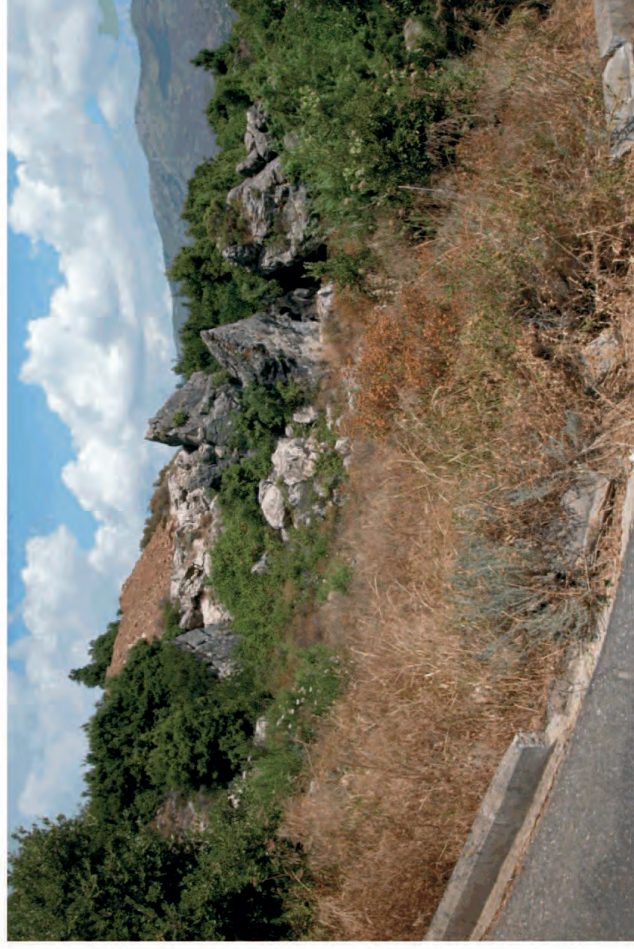
Detrito ciclopico



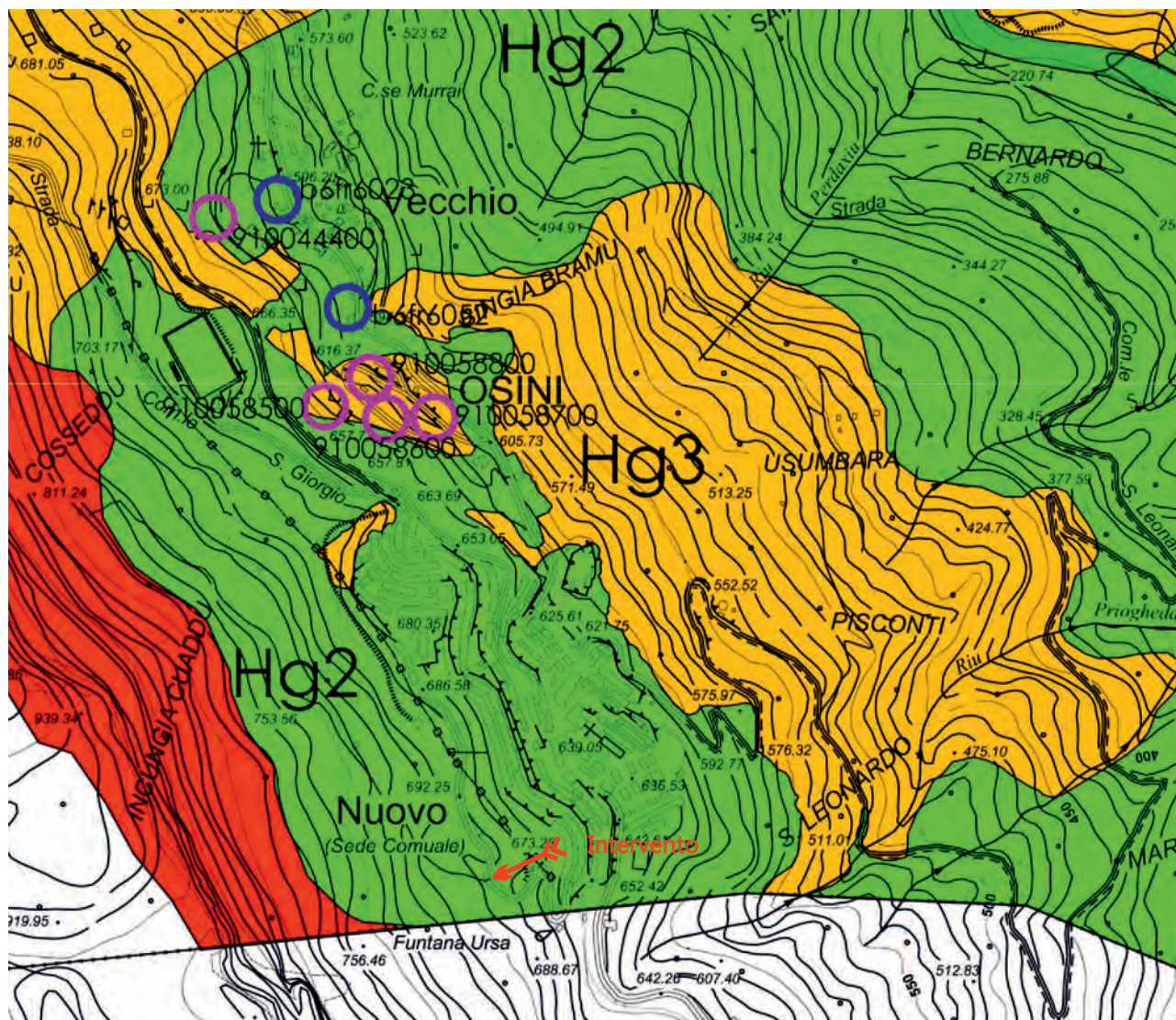
Detrito misto



Area di intervento - Particolari



CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA PER FRANA



LEGENDA



HG4

ZONE IN CUI SONO PRESENTI FRANE ATTIVE, CONTINUE E STAGIONALI; ZONE IN CUI È PREVISTA L'ESPANSIONE AREALE DI NA FRANA ATTIVA; ZONE IN CUI SONO PRESENTI EVIDENZE GEOMORFOLOGICHE DI MOVIMENTI INCIPIENTI.



HG3

ZONE CON FRANE QUIESCENTI CON TEMPI DI RIATTIVAZIONE PLURIENNALI O PLURIDECENNALI; ZONE DI POSSIBILE ESPANSIONE AREALE DI FRANE QUIESCENTI; ZONE CON INDIZI GEOMORFOLOGICI DI INSTABILITÀ DEI VERSANTI POTENZIALI; FRANE DI NEOFORMAZIONE PRESUMIBILMENTE IN TEMPI PLURIENNALI O PLURIDECENNALI.



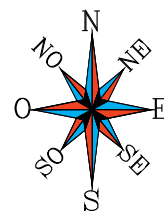
HG2

ZONE CON FRANE STABILIZZATE NON PIÙ RIATTIVABILI NELLE CONDIZIONI CLIMATICHE ATTUALI A MENO DI INTERVENTI ANTROPICI; ZONE IN CUI ESISTONO CONDIZIONI GEOLOGICHE E MORFOLOGICHE SFAVOREVOLI ALLA STABILITÀ DEI VERSANTI MA PRIVE AL MOMENTO DI INDICAZIONI MORFOLOGICHE DI MOVIMENTI GRAVITATIVI.



HG1

ZONE CON FENOMENI FRANOSI PRESENTI O POTENZIALI MARGINALI.



scala 1 : 10.000

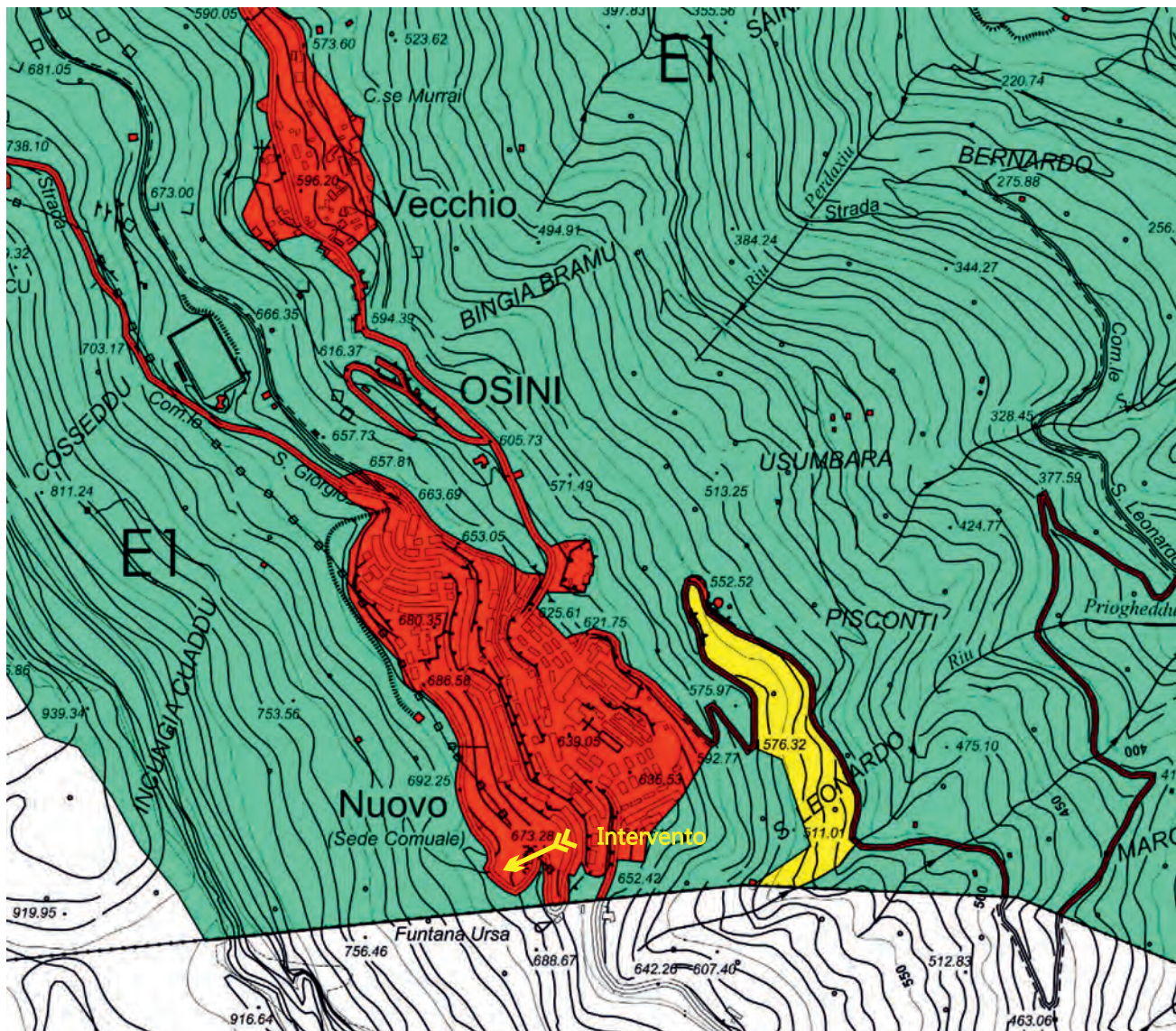


FRANE IFFI



FRANE PAI

CARTA DEGLI ELEMENTI A RISCHIO



E4

CENTRI URBANI ED AREE URBANIZZATE CON CONTINUITÀ (DENSITÀ ABITATIVA SUPERIORE AL 20% DELLA SUPERFICIE FONDARIA); NUCLEI RURALI MINORI DI PARTICOLARE PREGIO; ZONE DI COMPLETAMENTO; ZONE DI ESPANSIONE; GRANDI INSEDIAMENTI INDUSTRIALI E COMMERCIALI; SERVIZI PUBBLICI PREVALENTEMENTE CON FABBRICATI DI RILEVANTE INTERESSE SOCIALE; INFRASTRUTTURE PUBBLICHE (INFRASTRUTTURE VIARIE PRINCIPALI STRATEGICHE); DISCARICHE SPECIALI O TOSSICO-NOCCIVE; ZONA ALBERGHIERA; ZONA CAMPEGGI E VILLAGGI TURISTICI; BENI ARCHITETTONICI, STORICI E ARTISTICI.



E3

NUCLEI URBANI NON DENSAMENTE POPOLATI; INFRASTRUTTURE PUBBLICHE (STRADE STATALI, PROVINCIALI E COMUNALI STRATEGICHE, FERROVIE, LIFELINES, OLEODOTTI, ELETTRODOTTI, ACQUEDOTTI); AREE SEDI DI SIGNIFICATIVE ATTIVITÀ PRODUTTIVE (INSEDIAMENTI ARTIGIANALI, INDUSTRIALI, COMMERCIALI MINORI); ZONE PER IMPIANTI TECNOLOGICI E DISCARICHE RSU O INERTI, ZONE A CAVA



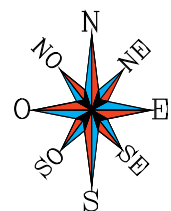
E2

AREE CON LIMITATA PRESENZA DI PERSONE; AREE EXTRAURBANE, POCO ABITATE; EDIFICI SPARSI. ZONA AGRICOLA GENERICA (CON POSSIBILITÀ DI EDIFICAZIONE); ZONA DI PROTEZIONE AMBIENTALE, RISPETTO, VERDE PRIVATO; PARCHI, VERDE PUBBLICO NON EDIFICATO; INFRASTRUTTURE SECONDARIE



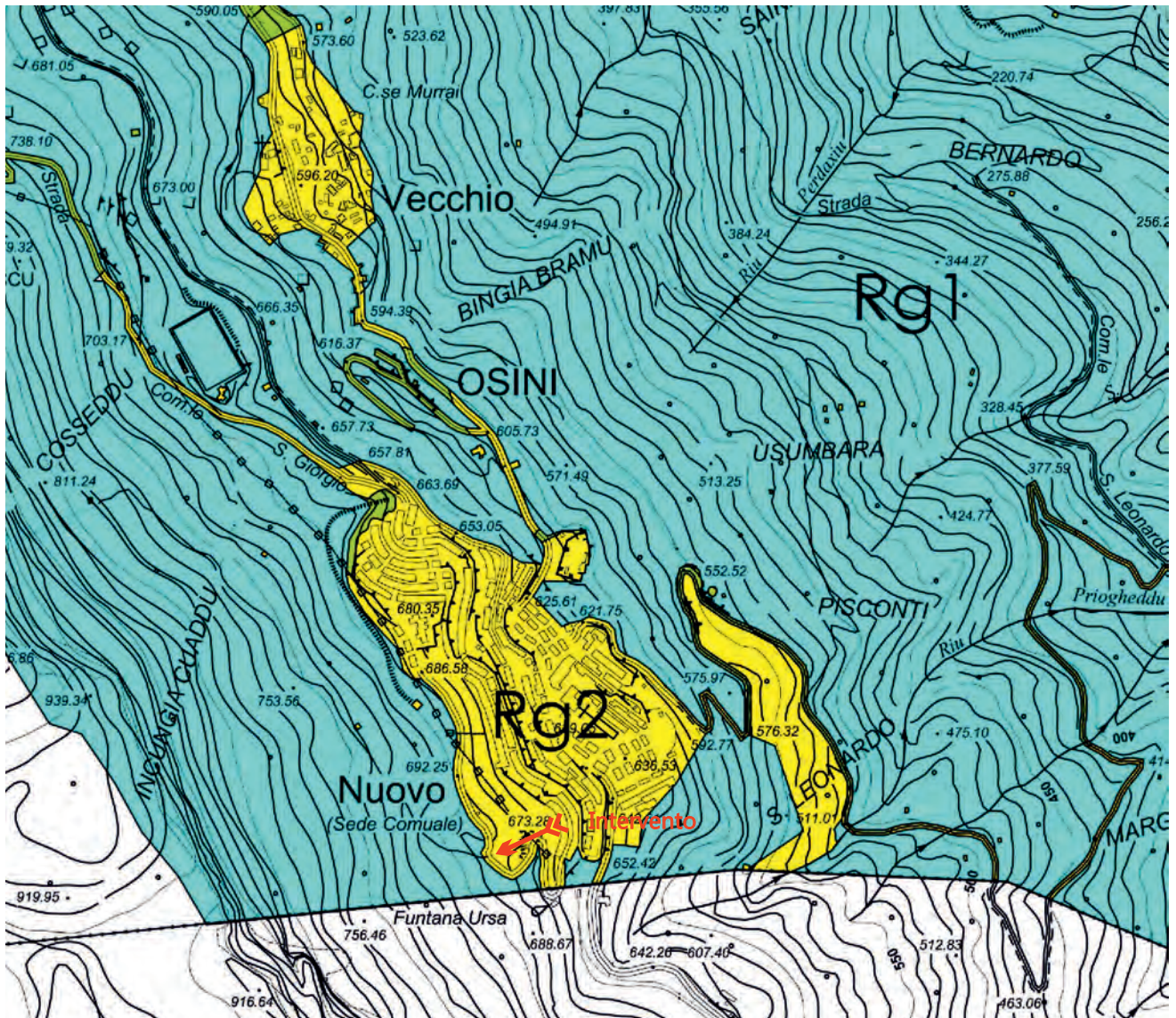
E1

AREE LIBERE DA INSEDIAMENTI E AREE IMPRODUTTIVE; ZONA BOSCHIVA; ZONA AGRICOLA NON EDIFICABILE; DEMANIO PUBBLICO NON EDIFICATO E/O EDIFICABILE



scala 1 : 10.000

CARTA DEL RISCHIO GEOLOGICO PER FRANA



LEGENDA



Rg4

SONO POSSIBILI LA PERDITA DI VITE UMANE E LESIONI GRAVI ALLE PERSONE, DANNI GRAVI AGLI EDIFICI, ALLE INFRASTRUTTURE E AL PATRIMONIO AMBIENTALE, LA DISTRUZIONE DELLE ATTIVITÀ SOCIO ECONOMICHE.



Rg3

POSSIBILI PROBLEMI PER L'INCOLUMITÀ DELLE PERSONE, DANNI FUNZIONALI AGLI EDIFICI E ALLE INFRASTRUTTURE CON CONSEGUENTE INAGIBILITÀ DEGLI STESSI, L'INTERRUZIONE DI FUNZIONALITÀ DELLE ATTIVITÀ SOCIO ECONOMICHE E DANNI RILEVANTI AL PATRIMONIO AMBIENTALE.



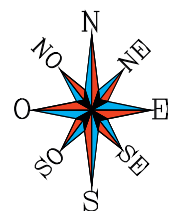
Rg2

DANNI MINORI AGLI EDIFICI, ALLE INFRASTRUTTURE E AL PATRIMONIO AMBIENTALE CHE NON PREGIUDICANO L'INCOLUMITÀ DELLE PERSONE, L'AGIBILITÀ DEGLI EDIFICI E LA FUNZIONALITÀ DELLE ATTIVITÀ ECONOMICHE.



Rg1

DANNI SOCIALI, ECONOMICI E AL PATRIMONIO AMBIENTALE MARGINALI.



scala 1 : 10.000

