REGIONE CAMPANIA

COMUNE DI STIO

Parco del Cilento e Vallo di Diano

COMUNE DI STIO

Provincia di Salerno

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE

MIGLIORAMENTO DELLE CARATTERISTICHE DI STABILITA' E DI SICUREZZA DEL CENTRO URBANO DI GORGA TORRENTI FESCALI E GORGA

ACCELERAZIONE DEL P.O. CAMPANIA FESR 2007-13

PROGETTO ESECUTIVO

Data: Luglio 2013		Elabor.	Verif.	Approv.
Riferimenti:		Distinta materiale n °		
Progettista: Maria Rosaria Reielli, Ingegnere		Archiviazione: Il RUP (Geom. Stefano Trotta)		
Geologo: Luigi Lillo, Geologo				
Cliente: Amm. Com. di Stio		Scala:	Foglio di	
Tavola: Relazione Geologica			Disegno n : 1.6	
Documenti di proprietà Comune di Stio	Diritti tutelati a termine di legge			

PREMESSA

Nella presente relazione vengono riportati i risultati dell'indagine geologica eseguita su incarico dell'Amministrazione Comunale di Stio, a corredo del progetto "lavori di miglioramento delle caratteristiche di stabilità e di sicurezza del centro urbano di Gorga. "

L'intervento in esame ha come scopo la mitigazione ed l'eliminazione del rischio idrogeologico in un settore di territorio dichiarato a rischio erosione si sensi della legge 267/98 e a rischio frane dall'autorità di Bacino Sinistra Sele nell'ambito del piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (D.L. 180/98 trasformato in Legge n.267/98).

Nell' ambito di un progetto generale di tali intervento, in questa fase è stato redatto un progetto stralcio di sistemazione riguardante le sistemazioni dei tratti di alveo del torrente Fescali, nel tratto compreso fra l'innesto con il torrente Cupo e l'abitato di Gorga, e del torrente Gorga nel tratto compreso fra l'abitato e la sua immissione in destra orografica nel sottostante Fiume Alento.

Finalità dell'indagine è stata quella di acquisire tutti i dati relativi agli aspetti geologici - geomorfologici ed idrogeologici del bacino in studio in modo da comprendere gli attuali processi erosionali in atto.Una prerogativa allo studio è stata la lettura e l'interpretazione delle foto aeree della zona e della cartografia topografica e tematica esistente

nonchè la ricerca bibliografica di lavori eseguiti da vari autori nell'area in oggetto.

Successivamente in campagna si è eseguito un accurato rilevamento geologico di dettaglio nell'ambito del tratto di bacino in studio, che ha consentito di accertare le caratteristiche litologiche-giacitoriali ed idrogeologiche dei terreni affioranti e di trovare un riscontro insito di quelle situazioni morfologiche individuate in prima analisi dalla lettura delle foto aeree e della cartografia topografica.

L'attenta analisi di questi dati ha permesso di valutare e definire le opere di sistemazione e prevenzione più idonee, e di proporre soluzioni tecniche più adeguate alle locali condizioni geologiche ed integrabili nel contesto paesaggistico ed ambientale della zona.

L'area infatti, rientra in parte nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano ed è compresa nella zona 2.

Per la restituzione dati, oltre alla presente relazione,sono stati prodotti tre elaborati cartografici quali:

la carta geolitologica Sc 1:5000

la carta delle frane Sc 1:5000.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Stio, dal punto di vista geologico, si sviluppa su un ' area alquanto complessa in quanto in essa vengono a contatto, in

un rapporto tettonico, termini ascrivibili alle unità terrigene dell' Appennino meridionale Questo settore di territorio, così come l'intera area cilentana, è caratterizzata da un motivo strutturale dominante, rappresentato dalla sovapposizione dei terreni ascrivibili alle varie coltri di ricoprimento che compongono l' Appennino, sui sedimenti della "piattaforma carbonatica campano lucana avvenuta nel miocene.

E' ormai generalmente accertato che l' Appennino sia una catena a falde di ricoprimento, derivata in gran parte dalla deformazione dell' articolato bordo settentrionale del continente africano. Infatti " l' Appennino centro -meridionale" è una catena che si è realizzata in più fasi di compressione con vergenza nell'insieme Adriatica.

La deformazione delle zone esterne appenniniche si è spostata nel tempo e nello spazio dall'inizio del miocene sino almeno al pliocene medio, coinvolgendo, prima le zone attualmente prospicienti in Mar Tirreno e poi via via fasce più esterne fino all ' avampaese adriatico, che è rimasto pressoché deformato.

Infatti la zona che nell' ambito dell' appennino meridionale ha raggiunto per prima un sostanziale equilibrio è quella più interna (Cilento, Monti Picentini, Penisola Sorrentina). In questa fascia le grossi fasi surrettive si esauriscono nel corso del quaternario medio, determinandone la gran parte dell'assetto morfo strutturale.

L' attuale assetto morfologico del tenitorio comunale di Stio quindi, è conseguenza delle fasi tettoniche plio -pleistoceniche, a cui è da collegare il complesso sistema di faglie che hanno contribuito alla formazione di horst -carbonatici quali il blocco del M. Cervati prevalentemente monoclinalico e bassi strutturali (Valle del Calore e dell' Alento) in cui prevalgono termini tenigeni.

Le formazioni terrigene affioranti nel territorio di Stio ancora oggi costituiscono oggetto di studio nella loro collocazione paleogeoigrafica ed nel loro assetto stratigrafico nel contesto geologico dell'intera ctena appenninica.

Recenti studi condotti da BONARDI (1988) definiscono un assetto strutturale delle formazioni del Cilento, dando una nuova collocazione alle varie formazioni affioranti. A partire dal basso l' Autore individua le Unità Liguridi in s.s. comprendenti l'Unità del Frido e il Melange di Episcopia-S.Severino, sottoposte sia alle Unità Nord - Calabrese costituita dalle ofioliti e dalla Formazione di Timpa della Murge, dalla formazione delle crete nere e dalla formazione del saraceno sia all' Unità dei " Terreni ad affinità sicilidi".Su tali unità poggia l' Unità o Gruppo del Cilento, che risulta costituita dalle formazioni di Pollica, di Torrente Bruca, di S. Mauro, di Momonte Sacro e di Albidonia.

Quest' ultima unità è legata ad un ciclo sedimentario sinorogenico di età Burdigaliano -Langhiano, discordante sul substrato deformato, e viene

assimilato per affinità litologiche e cronostratigrafiche ai depositi miocenici dell 'Unità Alburno cervati del secondo ciclo miocenico Calciruditi di Piaggine (SGROSSO 1981).

GEOMORFOLOGIA

Il territorio comunale di Stio rientra entro i limiti morfologici dei bacini idrografici .del Fiume Alento e Fiume Calore salernitano e ricade nella tavoletta I G M Laurino. La ima più elevata corrisponde a M.te le Coma 1000 m s.l.m.m. sulle cui pendici trovano origine le testate del Fiume Alento.

Dal punto di vista geomorfologico la zona in studio può essere raggruppato in un unico dominio ben delineabile, che con l' area di affioramento dei terreni flyschioidi delle varie unità terrigene.

In questi terreni mancano o sono molto rari le forme a controllo strutturale e questo, non perche mancano situazioni geologiche idonee, bensì le litologie affioranti sono poco conservative rispetto alle forme endogene(tipo i versanti di faglia) le quali vengono velocemente cancellate dai processi erosionali.

Le linee di drenaggio superficiale, quindi, raramente rimarcano i lineamenti tettonici presenti nella massa rocciosa, il loro andamento spesso risente di antiche situazioni morfologiche riconducibili talvolta alla fisiografia grossomodo tabulare modellata dal ciclo erosionale pre calabriano.

Le pendenze in questo dominio sono molto variabili ed i pendi hanno profili trasversali compositi con diverse concavo, convessità.

La morfodinamica in atto è potenziale ed è dominata dall ' erosione lenta per ruscellamento disordinato e diffuso sulle zone piane o con pendenze medio basse, dove agiscono spesso fenomeni di creep lento della coltre eluviale allentata.

Nelle zone di impluvio, prevale l'erosione lineare che innesca in alcuni casi frane di richiamo sui fianchi vallivi e nelle zone di testata. Tale fenomenologia si rinviene nel ventaglio di testata del fiume Alento dove lungo i versanti incisi dalle varie aste torrentizie sono interessate da diffusi fenomeni franosi.

Le frane attive, oggi presenti nel territorio, risultano retaggio della morfogenesi passata,come il caso del dissesto che coinvolge l'abitato di Gorga.

Lungo l'intero versante occidentale di Tempa Casalicchio che degrada verso il fondovalle dell' Alento, si rinvengono tre fenomeni gravitativi profondi di grandi proporzioni con fenomenologia e cinematismo complesso. Non si esclude che trattasi di un unico e grosso fenomeno in parte quiescente, la cui corona è posta a c.a. 700 m di quota , dove nell'ambito del corpo centrale principale si sono innescati e/o riattivati dissesti minori.

La maturità del fenomeno e le evidenze geomorfologiche accertate nell' area fanno ritenere che possa trattarsi di tre distinti fenomeni gravitativi profondi di tipo colamento lento. Il fenomeno interessa il membro calcareo poggia il membro calcareo politico

Due fenomeni gravitativi interessano il centro abitato di Gorga, il più esteso coinvolge la zona occidentale del paese, la corona di distacco ben distinguibile nell' ambito del versante, appare oggi modellata con chiari segni di maturità, ed è posta a valle della strada provinciale Stio Gorga a monte dell'abitato ad una quota di ca.600 m il fenomeno si estende poi lungo l'intero versante sino a raggiungere il fondo valle dell'F. Alento.

Il secondo dissesto si sviluppa nella zona orientale dell' abitato, la cui corona, anch' essa con segni di maturità morfologica, si individua a valle della chiesa ed anche in tal caso il fenomeno si estende sino al fondovalle. Sul lato esterno il cumulo è inciso da una asta torrentizia Vallone Fescali la cui azione erosiva al piede genera continui dissesti sui bordi del cumulo con sensibili arretramenti del ciglio superiore della scarpata.

Entrambi i fenomeni pur se quiescenti, lungo i bordi e nella parte centrale subiscono locali riattivazioni come avvenne nel 1954 quando si ebbe un crollo di un ' abitazione.

IDROGEOLOGIA

L'abitato di Gorga rientra esclusivamente entro i limiti morfologici del bacino idrografico dell'Alento,

Quest'ultimo trova origine sulle pendici occidentali di M.te Corna con un ampio ventaglio di testata le cui aste drenanti si uniscono danno origine al F. Alento a valle dell' abitato di Gorga.

Tutte le incisioni torrentizie presenti nella zona si sviluppano nei .materiali terrigeni.

Il loro reticolo drenante è stato decisamente condizionato dai fenomeni franosi e si presenta come una fitta rete costituita da incisioni alquanto ravvicinate la cui morfologia è classica di alvei in forte approfondimento verticale.

La portata di tali incisioni, è a carattere torrenziale, ossia nulla o quasi nulla nei periodi di scarsa piovosità, elevata nel periodo di massima che gli conferisce, grazie al notevole trasporto solido, un elevato potere erosivo.

Nei termini argillosi che affiorano estesamente nel territorio comunale, data la loro bassa o quasi nulla permeabilità, la circolazione idrica sotterranea è alquanto limitata e di difficile individuazione.

Su tali materiali infatti, non è possibile ipotizzare alcun modello basato su situazioni strutturali e su tipi di permeabilità sicuramente definibili.

Le acque di ruscellamento, quindi, non potendo penetrare nel sottosuolo scorrono lungo i versanti alterando la roccia in posto e generando spesso fenomeni di intensa erosione.

RILEVAMENTO GEOLOGICO

L'abitato di Gorga, frazione del Comune di Stio, ricade nell'ambito territoriale dell'Autorità di Bacino Sx Sele, e ricade sul versante destro orografico del Fiume Alento le cui sorgenti si trovano nelle vicinanze dell'abitato sulle pendici del Monte Corna.

Nel tenitorio comunale affiorano terreni i e appartenenti alle varie Unità tenigene che costituisco buona parte dell ' ossatura dei rilievi collinari del Cilento Unità Del Flysch del Cilento, Unità Nord Calabrese, Unità Terreni ad affinità Sicilide.

Nel tratto del torrente Fescali si rinviene in affioramento detrito di frana costituito da una coltre caotica di pezzame litoide di varie dimensioni e di natura prevalentemente marnoso e calcarenitico immerso in un abbondante martrice argillosa grigio nerastra a luoghi prevalente. Lo spessore di tali materiali nell'ambito di tale zona varia dai 3.00 – 4.0 m nella parte alta dell'abitato a più di 20 m a valle dell'abitato nei pressi del ponte sull' Alento.

Il substrato dell' area è costituito dalla formazione dell' Unita dei terreni ad Affinità Sifilide con il suo membro calcareo argilloso caotico

costituito da una successione caotica di calcari e calcari marnosi disarticolati di colore biancastro a volte verdastri, in cui sono inglobati lenti di argi1liti di colore che varia dal rosso al verdastro.

Nel tratto del torrente Gorga il substrato dell' area è costituito dalla formazione dell' Unita Silentina nota in geologia regionale come Formazione di Pollica la quale è presente con due sotto unità litostratigrafiche, Membro arenaceo conglomeratici, Membro arenaceo politico inferiore.

Nell'area in esame affiora quest'ultimo , costituito da un ' alternanza ritmica di arenarie quarzoso - micacee di colore variabile da grigio chiaro ad ocre, a livelli pelitici grigio verdastri. Tale formazione affiora estesamente sul versante sx del Fiume Alento e nella zona occidentale e settentrionale dell ' abitato di Gorga. Su tale formazione e sempre presente un manto eluviale pedogenizzato,con spessore dell' ordine del metro,costituito da pezzame litoide arecaceo di medie dimensioni immerso in un abbondante matrice argillosa sabbiosa grigio giallastra.

Nell'ambito del Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogelogico redatto ai sensi dell'art.1 comma 1 del Decreto legge11 giugno 1998n.180 e s.m.i. e dell'art. 1 bis della Legge 11 dicembre 2000 n.365, gran parte dell' abitato di Gorga rientra nelle aree definite a Rischio Elevato R3 e pericolosità Elevata.

L'abitato di Gorga infatti risulta interessato da un antico movimento franoso che coinvolge il tratto di versate compreso fra la località Tempa ed il sottostante Fiume Alento.

Tale fenomeno franoso con cinematismo e tipologia complessa allo stato originale, evoluta successivamente ad un movimento di tipo colamento lento, interessa gran parte dell'abitato). Trattasi di un antico fenomeno gravitativo allo stato quiescente nella zona di testata e nella parte centrale del corpo di frana.

Chiari segni di movimenti in atto si registrano nella zona centrale dell'abitato compresa fra Via Monsignor Stromillo e piazza IV novembre dove sui fabbricati si evidenziano quadri fessurativi in evoluzione e con un incremento sensibile negli ultimi due anni .

Alcuni fabbricati ristrutturati nell'ultimo decennio ripresentano segni di dissesto nelle strutture sia orizzontali che verticali, la pavimentazione stradale realizzate in pietra negli anni 90-92 presenta numerose lesioni di trazione anche di quattro cinque centimetri . In Via Firenze tale lesione lo scorso anno è stata riparta mediante la rimozione e sostituzione delle pietre, attualmente la lesione si è ripresentata con maggiore ampiezza ed interessando in parte un fabbricato. Immediatamente a monte di quest'area nel 1954 a seguito degli eventi atmosferici che colpirono la regione, si ebbe il crollo di un edificio a seguito di una riattivazione del fenomeno franoso.

Situazione quest'ultima da non escludere anche in futuro visto che la ns zona è interessata negli ultimi tempi da eventi atmosferici di eccezionale portata (novembre 1996 maggio 1998), e che eventuali forti e copiose adduzioni di acqua nel sottosuolo fanno si che il fenomeno si riattivi con una ipoetica evoluzione a colamento rapido con gravissime conseguenze a persone e patrimonio.

Infine i fenomeni franosi che interessano l'abitato e zone limitrofe, sono dissecati e/o limitati sui bordi da incisioni naturali in forte approfondimento verticale con chiari fenomeni di scalzamento alla base con successivo richiamo delle sponde. Gli interventi di bonifica e di sistemazione idraulica realizzati dal genio Civile di Salerno negli anni 60 – 70 lungo il Vallone che attraversa l'abitato e nel vallone Fescali nella zona di confluenza con il fiume Alento, allo stato attuale risultano fortemente danneggiati e pertanto del tutto inefficaci.

Lungo il tratto di alveo in esame sono state accertate tre fenomeni di intensa erosione spondale in dx orografica (lato abitato) con evoluzione del fenomeno in scorrimenti rotazionali, mentre in sponda sx tale fenomenologia è alquanto spinta e diffusa tanto da interessare quasi interamente il tratto.

PROPOSTA DI INTERVENTI

La sistemazione idraulica dei tratti dei bacini del Torrente Fescali a valle dell'abitato di Gorga,e del torrente Gorga a nord ovest dell'abitato

dovrà prevedere un insieme coordinato di opere di natura idraulica e di natura forestale mirate essenzialmente alle difesa del suolo dall'erosione, cercando di controllare la velocità nell'alveo a mezzo di correzione delle pendenze.

Riferendosi ai dati scaturiti dallo studio geologico effettuato, che ha consentito di individuare le caratteristiche proprie dei bacini imbriferi del Torrente Fescali e del torrente Gorga nel tratto esaminato, si ravvisa la necessità di intervenire con opere di sistemazione sia estensive che distensive

Nei tatti di alveo esaminato si sono accertati vari fenomeni di erosione di sponda che provocano scalzamento al piede e richiamo di materiale da entrambi i fianchi vallivi, innescando quindi sugli stessi fenomeni di dissesto superficiale. Maggiori danni nel torrente fescali si rinvengono lungo la sponda sinistra orografica, mentre nel torrente Gorga in sponda destra orografica.

In entranbi i tratti si prevede di realizzare interventi di difesa degli argini con difese spondali in gabbioni, con l'inserimento di talee di essenze arbustive e la piantagione di essenze arboree autoctone. Tali interventi, nell'alveo del torrente Fescali interesseranno tre punti sulla sponda dx così come riportati in progetto a protezione ed a salvaguardia dell'abitato,mentre nell'alveo del torrente Gorga tali interventi interesseranno due punti sulla sponda dx così come riportati in progetto

e precisamente nei tratti compresi fra la sez n. 140 e n. 135 e le sez n. 98 e la n. 88

Lungo il tratto di alveo sono previste delle opere trasversali (briglie di ritenuta) le quali oltre alla stabilizzazione del fondo dell'alveo, consentono la riduzione della pendenza longitudinale dell'asta e quindi la conseguente capacità di trasporto solido. Esse hanno la funzione di ritenere i materiali trasportati e di determinare così con il passare del tempo una nuova configurazione di equilibrio. Complessivamente nel torrente fescali saranno realizzate 19 briglie in gabbioni, mentre nel torrente Gorga saranno realizzate 9 briglie in gabbioni a partire dall'innesto con il fiume Alento a risalire sino alla strada provinciale. Per il tratto che va da quest ultimo punto sino all' abitato , dove sono state già realizzate precedentemente briglie anche esse in gabbioni, sono previsti soltanto interventi di ripristino delle stesse.

Sul torrente Fescali infine, sull'attraversamento della strada comunale Trone Corna è previsto la sostituzione dell'attuale attraversamento ritenuto insufficiente (tubo ϕ 80), con uno scatolare in cemento di 2.0 m.

CONCLUSIONI

Le prerogative del progetto tese al raggiungimento di una configurazione stabile e paesaggisticamente integrabile del territorio, hanno indirizzato lo studio all'individuazione approfondita degli elementi peculiari dell'ambiente e del territorio portando all'utilizzo esclusivo di interventi di ingegneria naturalistica.La sistemazione idraulica dei tratti di alveo, oggetto del presente lavoro, prevede un insieme di opere di natura idraulica mirate essenzialmente alle difesa del suolo dall'erosione e finalizzate alla mitigazione del rischio idrogeologico dell'area.

Riferendosi ai dati scaturiti dallo studio geologico effettuato, si ravvisa la necessità di intervenire in questa fase con opere di sistemazione che riguardano la regimentntazione e canalizzazione delle acque superficiali, e la stabilizzazione di questo tratto di letto fluviale.

L' elemento predominante e destabilizzante per tutte le zone, è la cattiva regimentazione idraulica dell' asta torrentizia che drenano i versanti impostati nei termini terrigeni che dominano tale settore di territorio.

In queste incisioni si instaurano fenomeni di erosione di sponda che provocano scalzamento al piede e richiamo di materiale da entrambi i fianchi vallivi, innescando quindi sugli stessi fenomeni di dissesto che tendono a migrare verso monte e quindi coinvolgere l'abitato posto a monte.

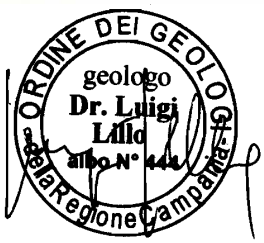
Per ovviare a tale fenomeno nel tratto in esame sono state previste opere di difesa spondale mediante la messa in opera di gabbioni , con l'inserimento di talee di essenze arbustive e la piantagione di essenze arboree autoctone, che meglio si adattano in tale situazione sia per il loro comportamento flessibile sia per il loro minore impatto ambientale.

In questi punti sono stati eseguite sezioni con verifiche di stabilità prima e dopo l'intervento. L'instabilità in questo tratto è essenzialmente legata all'erosione concentrata al piede. La verifica eseguita con l'inserimento delle opere ha fornito un coefficiente di sicurezza accettabile. Vedi calcoli allegati.

L'insieme di questi interventi ha come scopo l'eliminazione del rischio idrogeologico; l'eliminazione dell'erosione, delle sponde e del conseguente allargamento dell' alveo dei torrenti oltre alla difesa dell'abitato di Gorga.

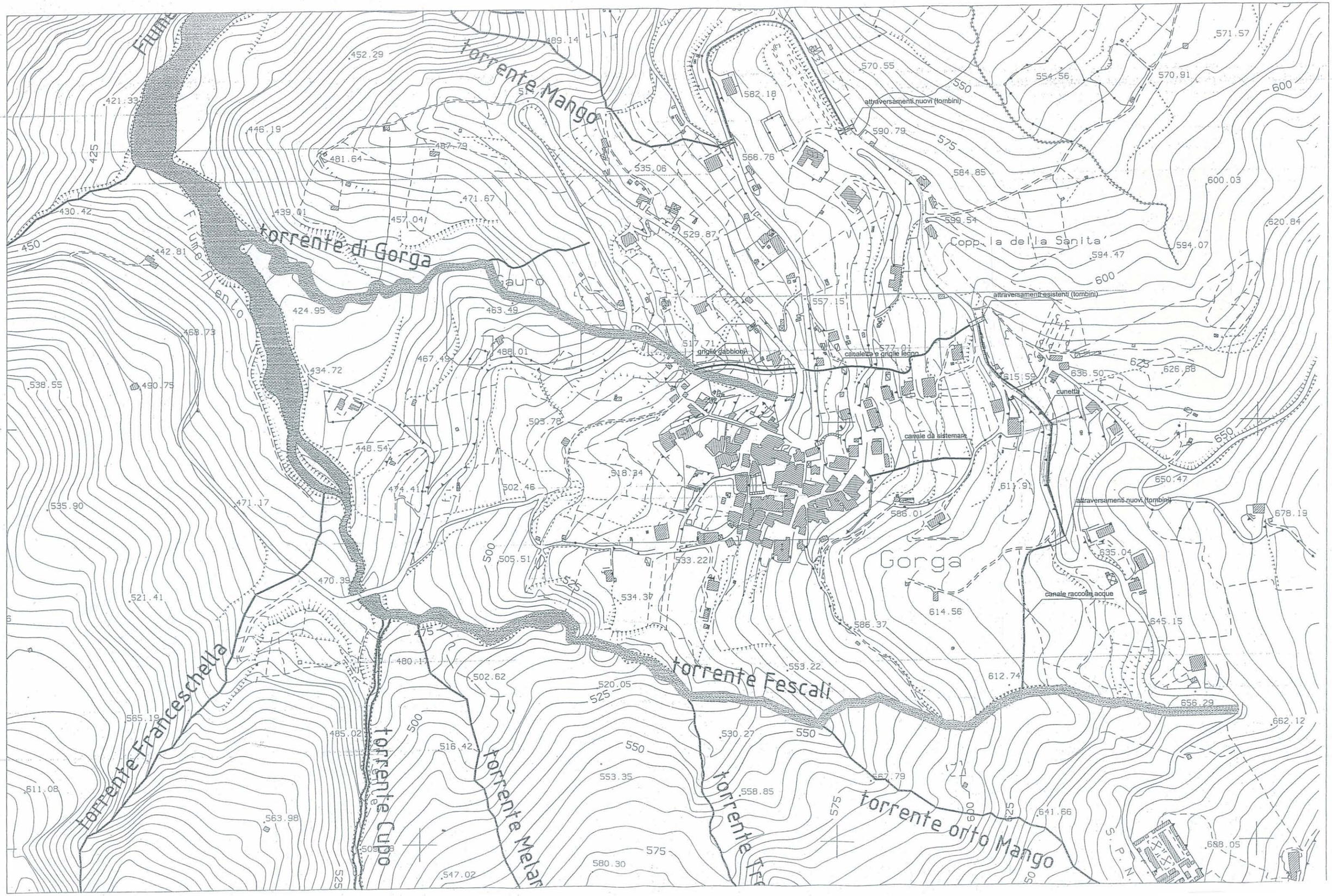
Del che è relazione.

Dr geol Luigi Lillo

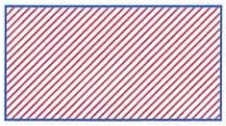


STRALCIO CARTA IGM

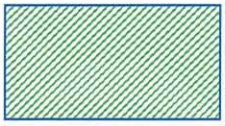
SCALA 1:25.000

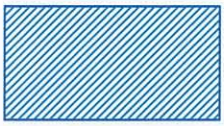

Fiume
torrente Mango
torrente di Gorga
Fiume Allento
Coppola della Sanita'
Gorga
torrente Francheschella
torrente Cugno
torrente Melar
torrente Fescali
torrente orto Mango
attraversamenti nuovi (tombini)
attraversamenti esistenti (tombini)
griglie dabbioni
canaletta e griglie legno
cunetta
canale da sistemare
canale raccolta acque
189.14
452.29
421.33
446.19
481.64
487.79
535.06
566.76
582.18
570.55
590.79
584.85
554.56
570.91
571.57
600.03
620.84
599.54
594.47
594.07
529.87
471.67
439.01
457.04
430.42
442.81
424.95
463.49
557.15
517.71
577.01
615.59
635.50
626.68
538.55
490.75
468.73
434.72
467.19
488.01
503.79
448.54
518.34
474.41
502.46
611.91
586.01
650.47
678.19
535.90
471.17
521.41
470.39
505.51
533.22
534.37
635.04
614.56
586.37
645.15
612.74
553.22
520.05
502.62
656.29
662.12
565.19
485.02
516.42
530.27
553.35
558.85
567.79
641.66
611.08
563.98
580.30
547.02
688.05

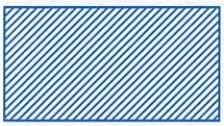
LEGENDA GEOLITOLOGICA

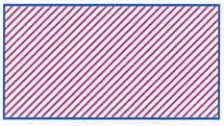

Cumuli di frana attivi

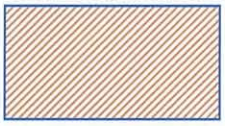
Cumuli di frana quiescenti


Alluvioni di fondovalle

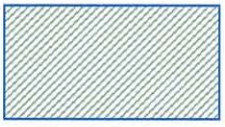

Membro arenaceo-conglomeratico (formazione di Pollica)


Membro arenaceo-pelitico inferiore (formazione di Pollica)

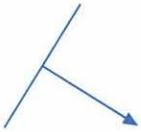

Formazione delle crete nere (unita' Nord-Calabrese)


Membro calcareo-pelitico (terreni ad affinita' sicilide)

Membro calcareo-argilloso caotica (terreni ad affinita' sicilide)

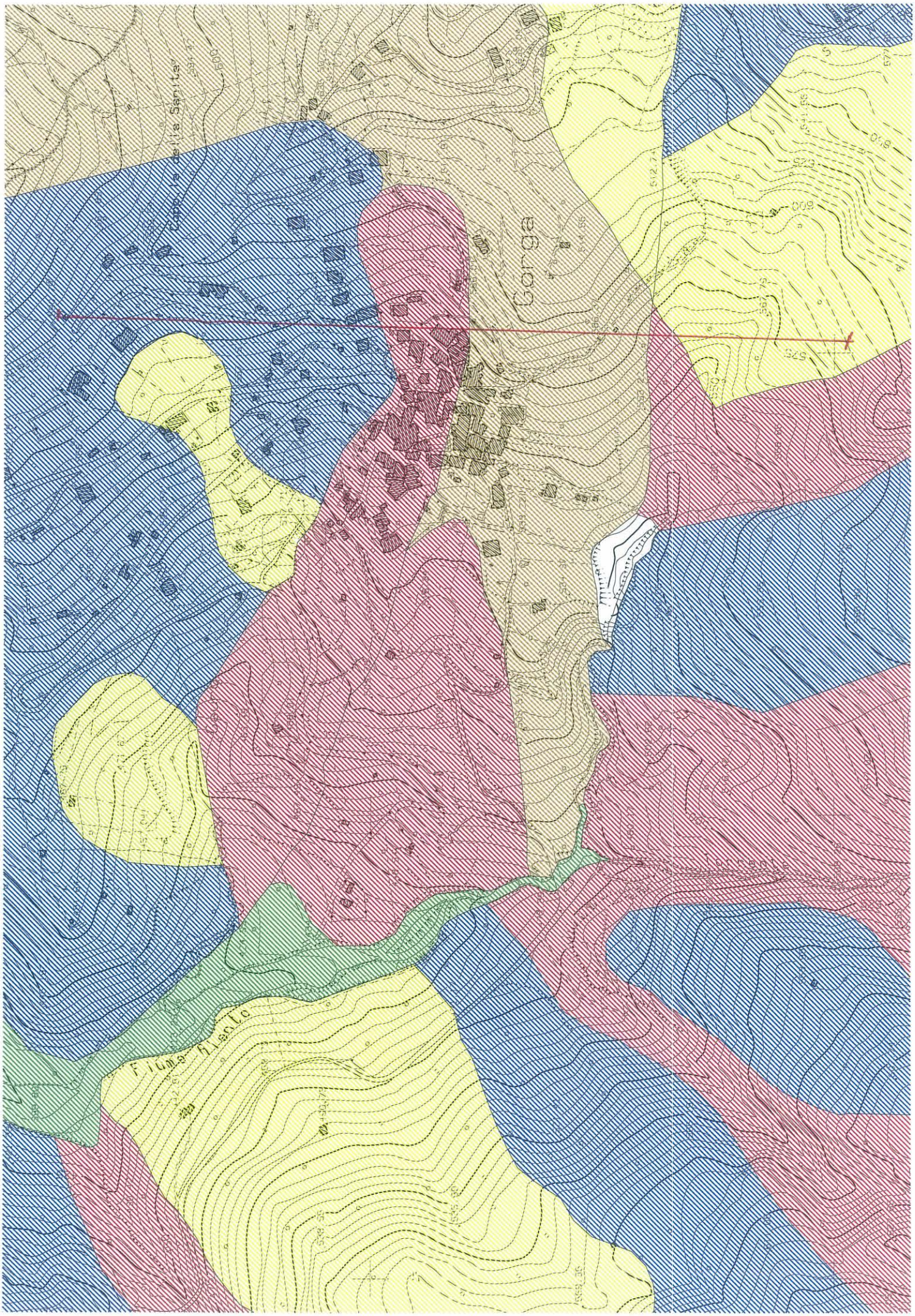

Calcari paleocenici di piattaforma

Limite geologico


Giacitura degli strati

Giacitura contorta

Alveo in approfondimento


Gorge
Fiume Alento

SEZ. GEOLOGICA SCHEMATICA

detrito d. frana

FORMAZIONE Pollica UNITÀ SILENTINA

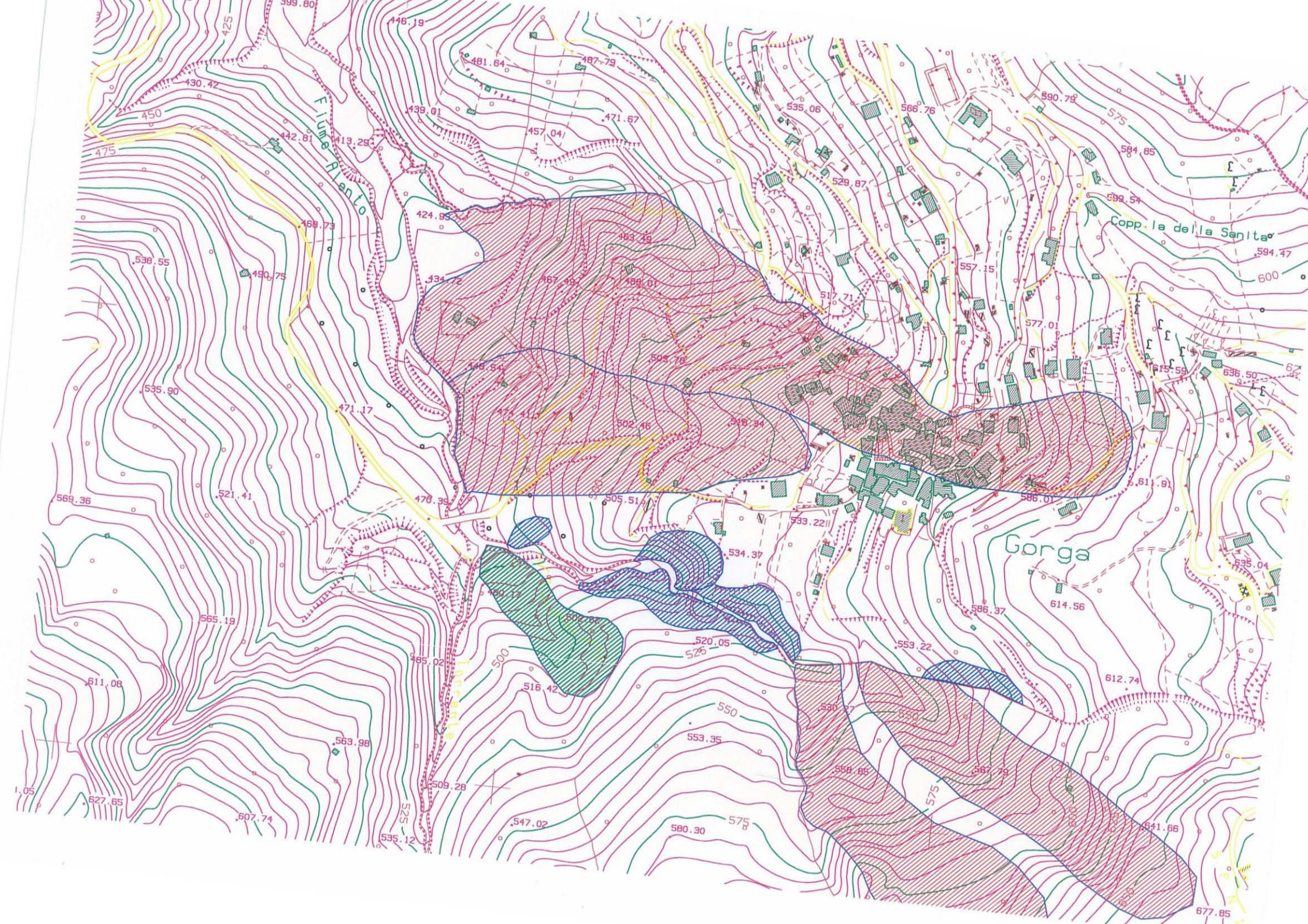
MEMBRO CALCAREO-ARGILLOSO TERRENI AD AFFINITÀ SICILIDI

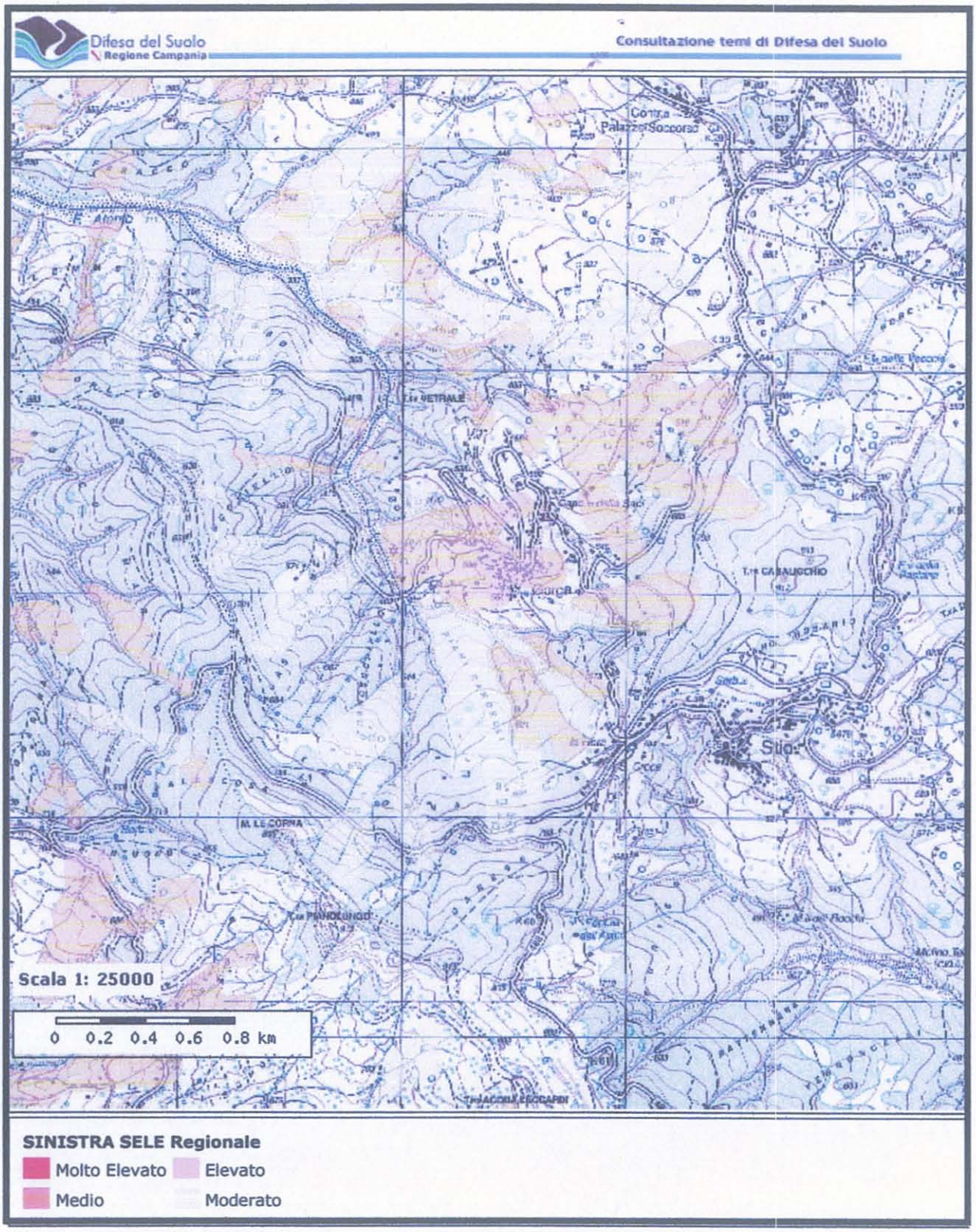
CARTA FRANE

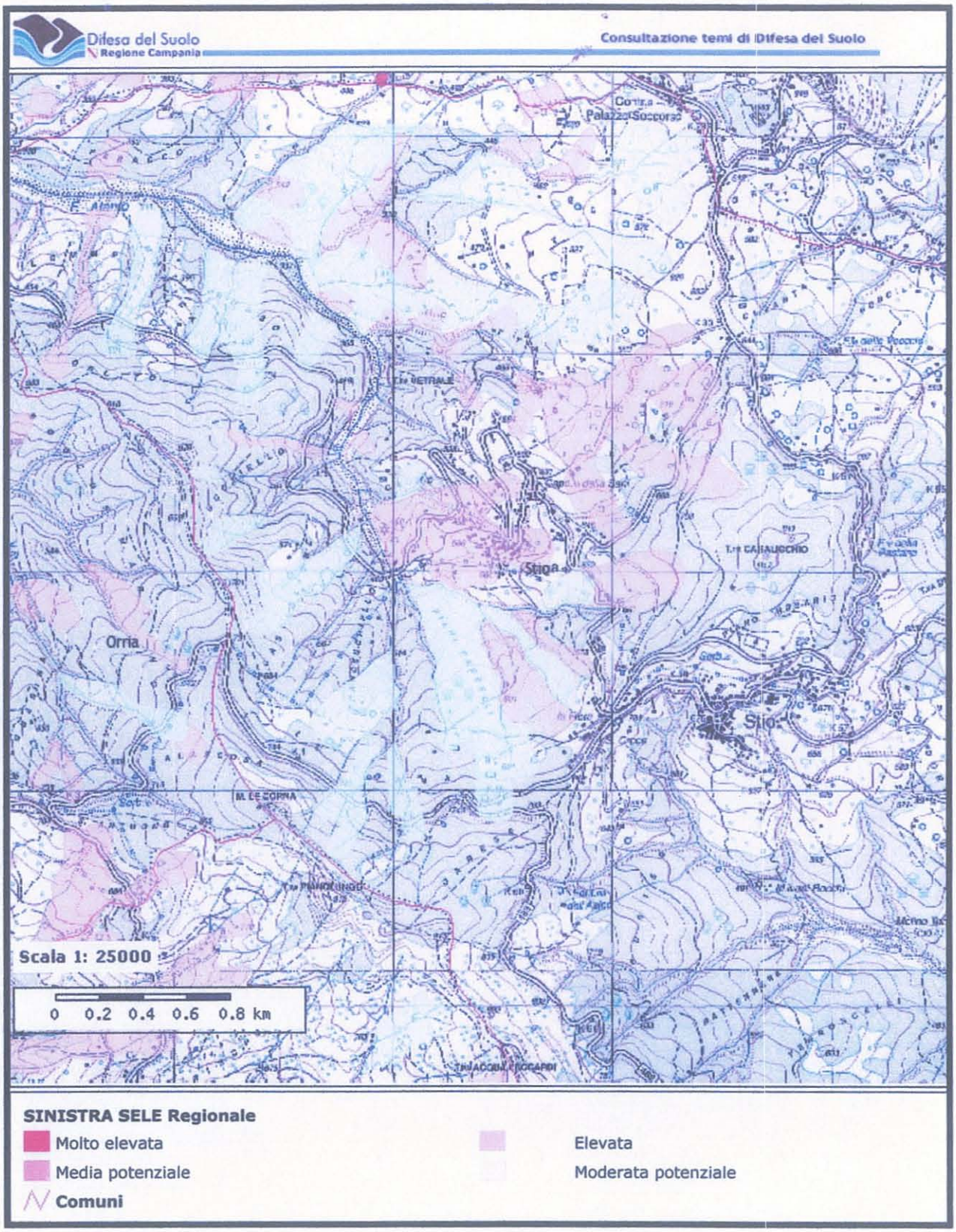
colate lente attive

Scorrimento rotazionale attivo

Scorrimento rotazionale quiescente


Fiume Alento
Copp. la della Sanita
Gorga


Difesa del Suolo
Regione Campania
Consultazione temi di Difesa del Suolo
Corna Palazzo Soccorso
F. Alento
Le VETRALE
T.re CASALUCCHIO
Sito
M. LE CORNA
Le PANDOLINOLI
Scala 1: 25000
0 0.2 0.4 0.6 0.8 km
SINISTRA SELE Regionale
Molto Elevato
Elevato
Medio
Moderato


Difesa del Suolo
Regione Campania
Consultazione temi di Difesa del Suolo
Orria
Stio
Scala 1: 25000
0 0.2 0.4 0.6 0.8 km
SINISTRA SELE Regionale
Molto elevata
Elevata
Media potenziale
Moderata potenziale
Comuni

SEZ. N. 1

DISLIVELLO 10m 410m slm valle 420 slm monte

Lunghezza 40 m

I strato spessore 2.0mY= 1.9t/mcm C=5t/mq Φ25°

II strato indefinito Y=2.2 t/mcm C=10t/mq Φ30°(formazione Pollica)

Dr. Luigi Lillo
-Stio Cilento-

Committente:

Località: Data:

Riferimenti:

Parametri geotecnici degli strati

Strato n.	1

Descrizione litologica:

Coltre alteritica

Angolo di attrito (°):	20
Densità relativa (%):	20
Coesione(kg/cmq):	0,1
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1900
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2000
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	50
Coefficiente di Poisson:	0,2
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	0
Coefficiente di pressione neutra:	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile

Dr. Luigi Lillo
-Stio Cilento-

Strato n.	2

Descrizione litologica:

Formazione di Pollica	
Angolo di attrito (°):	30
Densità relativa (%):	0
Coesione(kg/cmq):	1
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	2200
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2200
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	100
Coefficiente di Poisson:	0,4
O.C.R.:	1
Angolo di attrito residuo (°)	0
Coefficiente di pressione neutra:	0
Comportamento meccanico:	Livello coesivo
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile

Dr. Luigi Lillo
-Stio Cilento-

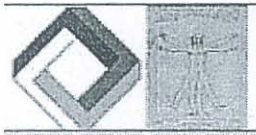
Committente:

Località: Data:

Riferimenti:

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

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
1	2,795	Janbu semplificato		0,58	308,42									
			1	1,222	308,567	0,66	12,9	1,083	2003,04	0	0	0	20	0,1
			2	1,864	308,713	0,66	12,9	1,071	2003,04	0	0	0	20	0,1
			3	2,506	308,86	0,66	12,9	1,06	2003,04	0	0	0	20	0,1
			4	3,148	309,007	0,66	12,9	1,048	2003,04	0	0	0	20	0,1
			5	3,79	309,153	0,66	12,9	1,036	2003,04	0	0	0	20	0,1
			6	4,432	309,279	0,65	11,1	1,031	2003,04	0	0	0	20	0,1
			7	5,074	309,404	0,65	11	1,033	2003,04	0	0	0	20	0,1
			8	5,716	309,528	0,65	11	1,036	2003,04	0	0	0	20	0,1
			9	6,358	309,653	0,65	11	1,038	2003,04	0	0	0	20	0,1
			10	7	309,778	0,65	11	1,04	2003,04	0	0	0	20	0,1
			11	7,642	309,902	0,65	11	1,043	2003,04	0	0	0	20	0,1
			12	8,284	310,027	0,65	11	1,045	2003,04	0	0	0	20	0,1
			13	8,926	310,152	0,65	11	1,047	2003,04	0	0	0	20	0,1
			14	9,568	310,277	0,65	11	1,05	2003,04	0	0	0	20	0,1
			15	10,21	310,428	0,66	13,3	1,057	2003,04	0	0	0	20	0,1
			16	10,852	310,707	0,7	23,5	1,056	2003,04	0	0	0	20	0,1
			17	11,494	310,986	0,7	23,5	1,042	2003,04	0	0	0	20	0,1
			18	12,136	311,265	0,7	23,5	1,027	1877,85	0	0	0	20	0,1
			19	12,778	311,544	0,7	23,5	1,013	1752,66	0	0	0	20	0,1
			20	13,42	311,807	0,69	22,3	1,004	1752,66	0	0	0	20	0,1
			21	14,062	312,068	0,69	22,1	1,001	1752,66	0	0	0	20	0,1
			22	14,704	312,329	0,69	22,1	0,998	1752,66	0	0	0	20	0,1
			23	15,346	312,589	0,69	22,1	0,996	1752,66	0	0	0	20	0,1
			24	15,988	312,85	0,69	22,1	0,993	1752,66	0	0	0	20	0,1
			25	16,63	313,111	0,69	22,1	0,991	1752,66	0	0	0	20	0,1
			26	17,272	313,371	0,69	22,1	0,988	1752,66	0	0	0	20	0,1
			27	17,914	313,612	0,69	20,6	0,992	1752,66	0	0	0	20	0,1
			28	18,556	313,839	0,68	19,5	1,007	1752,66	0	0	0	20	0,1
			29	19,198	314,066	0,68	19,5	1,026	1877,85	0	0	0	20	0,1
			30	19,84	314,293	0,68	19,5	1,045	2003,04	0	0	0	20	0,1
			31	20,482	314,52	0,68	19,5	1,033	1877,85	0	0	0	20	0,1
			32	21,124	314,7	0,67	15,6	0,995	1752,66	0	0	0	20	0,1



Dr. Luigi Lillo
-Stio Cilento-

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
			33	21,766	314,825	0,65	11,1	0,98	1752,66	0	0	0	20	0,1
			34	22,408	314,951	0,65	11,1	0,982	1752,66	0	0	0	20	0,1
			35	23,05	315,077	0,65	11,1	0,983	1752,66	0	0	0	20	0,1
			36	23,692	315,203	0,65	11,1	0,985	1752,66	0	0	0	20	0,1
			37	24,334	315,328	0,65	11,1	0,987	1752,66	0	0	0	20	0,1
			38	24,976	315,454	0,65	11,1	0,988	1752,66	0	0	0	20	0,1
			39	25,618	315,58	0,65	11,1	0,99	1752,66	0	0	0	20	0,1
			40	26,26	315,722	0,66	12,5	0,987	1752,66	0	0	0	20	0,1
			41	26,902	315,867	0,66	12,7	0,977	1752,66	0	0	0	20	0,1
			42	27,544	316,012	0,66	12,7	0,966	1752,66	0	0	0	20	0,1
			43	28,186	316,158	0,66	12,7	0,955	1752,66	0	0	0	20	0,1
			44	28,828	316,303	0,66	12,7	0,944	1752,66	0	0	0	20	0,1
			45	29,47	316,448	0,66	12,7	0,934	1752,66	0	0	0	20	0,1
			46	30,112	316,564	0,65	10,2	0,932	1752,66	0	0	0	20	0,1
			47	30,754	316,663	0,65	8,8	0,946	1752,66	0	0	0	20	0,1
			48	31,396	316,762	0,65	8,8	0,965	1752,66	0	0	0	20	0,1
			49	32,038	316,861	0,65	8,8	0,984	1752,66	0	0	0	20	0,1
			50	32,68	316,96	0,65	8,8	1,002	1752,66	0	0	0	20	0,1

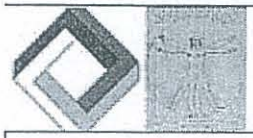
LEGENDA

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



Dr. Luigi Lillo
-Stio Cilento-

Committente:

Località: Data:

Riferimenti:

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

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
1	2,795	Janbu semplificato		0,58	308,42									
			1	1,222	308,567	0,66	12,9	1,083	2003,04	0	0	0	20	0,1
			2	1,864	308,713	0,66	12,9	1,071	2003,04	0	0	0	20	0,1
			3	2,506	308,86	0,66	12,9	1,06	2003,04	0	0	0	20	0,1
			4	3,148	309,007	0,66	12,9	1,048	2003,04	0	0	0	20	0,1
			5	3,79	309,153	0,66	12,9	1,036	2003,04	0	0	0	20	0,1
			6	4,432	309,279	0,65	11,1	1,031	2003,04	0	0	0	20	0,1
			7	5,074	309,404	0,65	11	1,033	2003,04	0	0	0	20	0,1
			8	5,716	309,528	0,65	11	1,036	2003,04	0	0	0	20	0,1
			9	6,358	309,653	0,65	11	1,038	2003,04	0	0	0	20	0,1
			10	7	309,778	0,65	11	1,04	2003,04	0	0	0	20	0,1
			11	7,642	309,902	0,65	11	1,043	2003,04	0	0	0	20	0,1
			12	8,284	310,027	0,65	11	1,045	2003,04	0	0	0	20	0,1
			13	8,926	310,152	0,65	11	1,047	2003,04	0	0	0	20	0,1
			14	9,568	310,277	0,65	11	1,05	2003,04	0	0	0	20	0,1
			15	10,21	310,428	0,66	13,3	1,057	2003,04	0	0	0	20	0,1
			16	10,852	310,707	0,7	23,5	1,056	2003,04	0	0	0	20	0,1
			17	11,494	310,986	0,7	23,5	1,042	2003,04	0	0	0	20	0,1
			18	12,136	311,265	0,7	23,5	1,027	1877,85	0	0	0	20	0,1
			19	12,778	311,544	0,7	23,5	1,013	1752,66	0	0	0	20	0,1
			20	13,42	311,807	0,69	22,3	1,004	1752,66	0	0	0	20	0,1
			21	14,062	312,068	0,69	22,1	1,001	1752,66	0	0	0	20	0,1
			22	14,704	312,329	0,69	22,1	0,998	1752,66	0	0	0	20	0,1
			23	15,346	312,589	0,69	22,1	0,996	1752,66	0	0	0	20	0,1
			24	15,988	312,85	0,69	22,1	0,993	1752,66	0	0	0	20	0,1
			25	16,63	313,111	0,69	22,1	0,991	1752,66	0	0	0	20	0,1
			26	17,272	313,371	0,69	22,1	0,988	1752,66	0	0	0	20	0,1
			27	17,914	313,612	0,69	20,6	0,992	1752,66	0	0	0	20	0,1
			28	18,556	313,839	0,68	19,5	1,007	1752,66	0	0	0	20	0,1
			29	19,198	314,066	0,68	19,5	1,026	1877,85	0	0	0	20	0,1
			30	19,84	314,293	0,68	19,5	1,045	2003,04	0	0	0	20	0,1
			31	20,482	314,52	0,68	19,5	1,033	1877,85	0	0	0	20	0,1
			32	21,124	314,7	0,67	15,6	0,995	1752,66	0	0	0	20	0,1

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
			33	21,766	314,825	0,65	11,1	0,98	1752,66	0	0	0	20	0,1
			34	22,408	314,951	0,65	11,1	0,982	1752,66	0	0	0	20	0,1
			35	23,05	315,077	0,65	11,1	0,983	1752,66	0	0	0	20	0,1
			36	23,692	315,203	0,65	11,1	0,985	1752,66	0	0	0	20	0,1
			37	24,334	315,328	0,65	11,1	0,987	1752,66	0	0	0	20	0,1
			38	24,976	315,454	0,65	11,1	0,988	1752,66	0	0	0	20	0,1
			39	25,618	315,58	0,65	11,1	0,99	1752,66	0	0	0	20	0,1
			40	26,26	315,722	0,66	12,5	0,987	1752,66	0	0	0	20	0,1
			41	26,902	315,867	0,66	12,7	0,977	1752,66	0	0	0	20	0,1
			42	27,544	316,012	0,66	12,7	0,966	1752,66	0	0	0	20	0,1
			43	28,186	316,158	0,66	12,7	0,955	1752,66	0	0	0	20	0,1
			44	28,828	316,303	0,66	12,7	0,944	1752,66	0	0	0	20	0,1
			45	29,47	316,448	0,66	12,7	0,934	1752,66	0	0	0	20	0,1
			46	30,112	316,564	0,65	10,2	0,932	1752,66	0	0	0	20	0,1
			47	30,754	316,663	0,65	8,8	0,946	1752,66	0	0	0	20	0,1
			48	31,396	316,762	0,65	8,8	0,965	1752,66	0	0	0	20	0,1
			49	32,038	316,861	0,65	8,8	0,984	1752,66	0	0	0	20	0,1
			50	32,68	316,96	0,65	8,8	1,002	1752,66	0	0	0	20	0,1

LEGENDA

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

Dr. Luigi Lillo
-Stio Cilento-

Committente:

Località: Data:

Riferimenti:

Analisi di stabilità: riepilogo delle forze agenti sui conci

Superficie	Concio	Forze stabilizzanti(kg)	Forze instabilizzanti(kg)	Deficit di forza(kg)
1	1	1369,28	446,02	-923,26
	2	1369,28	445,93	-923,34
	3	1369,28	446,02	-923,26
	4	1369,28	446,02	-923,26
	5	1369,28	445,93	-923,34
	6	1369,65	385,06	-984,59
	7	1369,67	382	-987,67
	8	1369,67	381,91	-987,76
	9	1369,67	382	-987,67
	10	1369,67	382	-987,67
	11	1369,67	382	-987,67
	12	1369,67	382	-987,67
	13	1369,67	382	-987,67
	14	1369,67	381,91	-987,76
	15	1369,2	459,14	-910,06
	16	1368,64	798,7	-569,95
	17	1368,64	798,62	-570,02
	18	1326,86	748,71	-578,15
	19	1285,07	698,86	-586,21
	20	1284,09	664,4	-619,68
	21	1283,95	659,31	-624,65
	22	1283,95	659,31	-624,65
	23	1283,95	659,24	-624,71
	24	1283,95	659,31	-624,65
	25	1283,95	659,31	-624,64
	26	1283,95	659,31	-624,65
	27	1282,97	616,09	-666,88
	28	1282,38	584,38	-698
	29	1325,34	626,12	-699,22
	30	1368,3	667,86	-700,43
	31	1325,34	626,12	-699,22
	32	1280,97	470,98	-809,99
	33	1280,22	336,93	-943,29
	34	1280,22	337,01	-943,21
	35	1280,22	336,93	-943,29
	36	1280,22	337,01	-943,21
	37	1280,22	336,93	-943,29
	38	1280,22	337,01	-943,21
	39	1280,22	336,93	-943,29
	40	1280,38	378,74	-901,64
	41	1280,42	386,56	-893,86
	42	1280,42	386,64	-893,78
	43	1280,42	386,56	-893,86
	44	1280,42	386,56	-893,86
	45	1280,42	386,56	-893,86
	46	1280,14	310,59	-969,55
	47	1280,05	267,35	-1012,7
	48	1280,05	267,35	-1012,7
	49	1280,05	267,43	-1012,62
	50	1280,05	267,35	-1012,7

Accelerazione sismica orizzontale (g): 0,0

Dr. Luigi Lillo
-Stio Cilento-

Committente:

Località: Data:

Riferimenti:

Analisi di stabilità: riepilogo generale delle superfici verificate

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
1	2,807	Fellenius		0,58	308,42									
			1	1,222	308,567	0,66	12,9	1,083	2003,04	0			20	0,1
			2	1,864	308,713	0,66	12,9	1,071	2003,04	0			20	0,1
			3	2,506	308,86	0,66	12,9	1,06	2003,04	0			20	0,1
			4	3,148	309,007	0,66	12,9	1,048	2003,04	0			20	0,1
			5	3,79	309,153	0,66	12,9	1,036	2003,04	0			20	0,1
			6	4,432	309,279	0,65	11,1	1,031	2003,04	0			20	0,1
			7	5,074	309,404	0,65	11	1,033	2003,04	0			20	0,1
			8	5,716	309,528	0,65	11	1,036	2003,04	0			20	0,1
			9	6,358	309,653	0,65	11	1,038	2003,04	0			20	0,1
			10	7	309,778	0,65	11	1,04	2003,04	0			20	0,1
			11	7,642	309,902	0,65	11	1,043	2003,04	0			20	0,1
			12	8,284	310,027	0,65	11	1,045	2003,04	0			20	0,1
			13	8,926	310,152	0,65	11	1,047	2003,04	0			20	0,1
			14	9,568	310,277	0,65	11	1,05	2003,04	0			20	0,1
			15	10,21	310,428	0,66	13,3	1,057	2003,04	0			20	0,1
			16	10,852	310,707	0,7	23,5	1,056	2003,04	0			20	0,1
			17	11,494	310,986	0,7	23,5	1,042	2003,04	0			20	0,1
			18	12,136	311,265	0,7	23,5	1,027	1877,85	0			20	0,1
			19	12,778	311,544	0,7	23,5	1,013	1752,66	0			20	0,1
			20	13,42	311,807	0,69	22,3	1,004	1752,66	0			20	0,1
			21	14,062	312,068	0,69	22,1	1,001	1752,66	0			20	0,1
			22	14,704	312,329	0,69	22,1	0,998	1752,66	0			20	0,1
			23	15,346	312,589	0,69	22,1	0,996	1752,66	0			20	0,1
			24	15,988	312,85	0,69	22,1	0,993	1752,66	0			20	0,1
			25	16,63	313,111	0,69	22,1	0,991	1752,66	0			20	0,1
			26	17,272	313,371	0,69	22,1	0,988	1752,66	0			20	0,1
			27	17,914	313,612	0,69	20,6	0,992	1752,66	0			20	0,1
			28	18,556	313,839	0,68	19,5	1,007	1752,66	0			20	0,1
			29	19,198	314,066	0,68	19,5	1,026	1877,85	0			20	0,1
			30	19,84	314,293	0,68	19,5	1,045	2003,04	0			20	0,1
			31	20,482	314,52	0,68	19,5	1,033	1877,85	0			20	0,1
			32	21,124	314,7	0,67	15,6	0,995	1752,66	0			20	0,1

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
			33	21,766	314,825	0,65	11,1	0,98	1752,66	0			20	0,1
			34	22,408	314,951	0,65	11,1	0,982	1752,66	0			20	0,1
			35	23,05	315,077	0,65	11,1	0,983	1752,66	0			20	0,1
			36	23,692	315,203	0,65	11,1	0,985	1752,66	0			20	0,1
			37	24,334	315,328	0,65	11,1	0,987	1752,66	0			20	0,1
			38	24,976	315,454	0,65	11,1	0,988	1752,66	0			20	0,1
			39	25,618	315,58	0,65	11,1	0,99	1752,66	0			20	0,1
			40	26,26	315,722	0,66	12,5	0,987	1752,66	0			20	0,1
			41	26,902	315,867	0,66	12,7	0,977	1752,66	0			20	0,1
			42	27,544	316,012	0,66	12,7	0,966	1752,66	0			20	0,1
			43	28,186	316,158	0,66	12,7	0,955	1752,66	0			20	0,1
			44	28,828	316,303	0,66	12,7	0,944	1752,66	0			20	0,1
			45	29,47	316,448	0,66	12,7	0,934	1752,66	0			20	0,1
			46	30,112	316,564	0,65	10,2	0,932	1752,66	0			20	0,1
			47	30,754	316,663	0,65	8,8	0,946	1752,66	0			20	0,1
			48	31,396	316,762	0,65	8,8	0,965	1752,66	0			20	0,1
			49	32,038	316,861	0,65	8,8	0,984	1752,66	0			20	0,1
			50	32,68	316,96	0,65	8,8	1,002	1752,66	0			20	0,1
1	2,795	Janbu semplificato		0,58	308,42									
			1	1,222	308,567	0,66	12,9	1,083	2003,04	0			20	0,1
			2	1,864	308,713	0,66	12,9	1,071	2003,04	0			20	0,1
			3	2,506	308,86	0,66	12,9	1,06	2003,04	0			20	0,1
			4	3,148	309,007	0,66	12,9	1,048	2003,04	0			20	0,1
			5	3,79	309,153	0,66	12,9	1,036	2003,04	0			20	0,1
			6	4,432	309,279	0,65	11,1	1,031	2003,04	0			20	0,1
			7	5,074	309,404	0,65	11	1,033	2003,04	0			20	0,1
			8	5,716	309,528	0,65	11	1,036	2003,04	0			20	0,1
			9	6,358	309,653	0,65	11	1,038	2003,04	0			20	0,1
			10	7	309,778	0,65	11	1,04	2003,04	0			20	0,1
			11	7,642	309,902	0,65	11	1,043	2003,04	0			20	0,1
			12	8,284	310,027	0,65	11	1,045	2003,04	0			20	0,1
			13	8,926	310,152	0,65	11	1,047	2003,04	0			20	0,1
			14	9,568	310,277	0,65	11	1,05	2003,04	0			20	0,1
			15	10,21	310,428	0,66	13,3	1,057	2003,04	0			20	0,1
			16	10,852	310,707	0,7	23,5	1,056	2003,04	0			20	0,1
			17	11,494	310,986	0,7	23,5	1,042	2003,04	0			20	0,1
			18	12,136	311,265	0,7	23,5	1,027	1877,85	0			20	0,1
			19	12,778	311,544	0,7	23,5	1,013	1752,66	0			20	0,1
			20	13,42	311,807	0,69	22,3	1,004	1752,66	0			20	0,1
			21	14,062	312,068	0,69	22,1	1,001	1752,66	0			20	0,1

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
			22	14,704	312,329	0,69	22,1	0,998	1752,66	0			20	0,1
			23	15,346	312,589	0,69	22,1	0,996	1752,66	0			20	0,1
			24	15,988	312,85	0,69	22,1	0,993	1752,66	0			20	0,1
			25	16,63	313,111	0,69	22,1	0,991	1752,66	0			20	0,1
			26	17,272	313,371	0,69	22,1	0,988	1752,66	0			20	0,1
			27	17,914	313,612	0,69	20,6	0,992	1752,66	0			20	0,1
			28	18,556	313,839	0,68	19,5	1,007	1752,66	0			20	0,1
			29	19,198	314,066	0,68	19,5	1,026	1877,85	0			20	0,1
			30	19,84	314,293	0,68	19,5	1,045	2003,04	0			20	0,1
			31	20,482	314,52	0,68	19,5	1,033	1877,85	0			20	0,1
			32	21,124	314,7	0,67	15,6	0,995	1752,66	0			20	0,1
			33	21,766	314,825	0,65	11,1	0,98	1752,66	0			20	0,1
			34	22,408	314,951	0,65	11,1	0,982	1752,66	0			20	0,1
			35	23,05	315,077	0,65	11,1	0,983	1752,66	0			20	0,1
			36	23,692	315,203	0,65	11,1	0,985	1752,66	0			20	0,1
			37	24,334	315,328	0,65	11,1	0,987	1752,66	0			20	0,1
			38	24,976	315,454	0,65	11,1	0,988	1752,66	0			20	0,1
			39	25,618	315,58	0,65	11,1	0,99	1752,66	0			20	0,1
			40	26,26	315,722	0,66	12,5	0,987	1752,66	0			20	0,1
			41	26,902	315,867	0,66	12,7	0,977	1752,66	0			20	0,1
			42	27,544	316,012	0,66	12,7	0,966	1752,66	0			20	0,1
			43	28,186	316,158	0,66	12,7	0,955	1752,66	0			20	0,1
			44	28,828	316,303	0,66	12,7	0,944	1752,66	0			20	0,1
			45	29,47	316,448	0,66	12,7	0,934	1752,66	0			20	0,1
			46	30,112	316,564	0,65	10,2	0,932	1752,66	0			20	0,1
			47	30,754	316,663	0,65	8,8	0,946	1752,66	0			20	0,1
			48	31,396	316,762	0,65	8,8	0,965	1752,66	0			20	0,1
			49	32,038	316,861	0,65	8,8	0,984	1752,66	0			20	0,1
			50	32,68	316,96	0,65	8,8	1,002	1752,66	0			20	0,1
1	2,798	General Limit Equilibrium		0,58	308,42									
			1	1,222	308,567	0,66	12,9	1,083	2003,04	0			20	0,1
			2	1,864	308,713	0,66	12,9	1,071	2003,04	0			20	0,1
			3	2,506	308,86	0,66	12,9	1,06	2003,04	0			20	0,1
			4	3,148	309,007	0,66	12,9	1,048	2003,04	0			20	0,1
			5	3,79	309,153	0,66	12,9	1,036	2003,04	0			20	0,1
			6	4,432	309,279	0,65	11,1	1,031	2003,04	0			20	0,1
			7	5,074	309,404	0,65	11	1,033	2003,04	0			20	0,1
			8	5,716	309,528	0,65	11	1,036	2003,04	0			20	0,1
			9	6,358	309,653	0,65	11	1,038	2003,04	0			20	0,1
			10	7	309,778	0,65	11	1,04	2003,04	0			20	0,1

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
			11	7,642	309,902	0,65	11	1,043	2003,04	0			20	0,1
			12	8,284	310,027	0,65	11	1,045	2003,04	0			20	0,1
			13	8,926	310,152	0,65	11	1,047	2003,04	0			20	0,1
			14	9,568	310,277	0,65	11	1,05	2003,04	0			20	0,1
			15	10,21	310,428	0,66	13,3	1,057	2003,04	0			20	0,1
			16	10,852	310,707	0,7	23,5	1,056	2003,04	0			20	0,1
			17	11,494	310,986	0,7	23,5	1,042	2003,04	0			20	0,1
			18	12,136	311,265	0,7	23,5	1,027	1877,85	0			20	0,1
			19	12,778	311,544	0,7	23,5	1,013	1752,66	0			20	0,1
			20	13,42	311,807	0,69	22,3	1,004	1752,66	0			20	0,1
			21	14,062	312,068	0,69	22,1	1,001	1752,66	0			20	0,1
			22	14,704	312,329	0,69	22,1	0,998	1752,66	0			20	0,1
			23	15,346	312,589	0,69	22,1	0,996	1752,66	0			20	0,1
			24	15,988	312,85	0,69	22,1	0,993	1752,66	0			20	0,1
			25	16,63	313,111	0,69	22,1	0,991	1752,66	0			20	0,1
			26	17,272	313,371	0,69	22,1	0,988	1752,66	0			20	0,1
			27	17,914	313,612	0,69	20,6	0,992	1752,66	0			20	0,1
			28	18,556	313,839	0,68	19,5	1,007	1752,66	0			20	0,1
			29	19,198	314,066	0,68	19,5	1,026	1877,85	0			20	0,1
			30	19,84	314,293	0,68	19,5	1,045	2003,04	0			20	0,1
			31	20,482	314,52	0,68	19,5	1,033	1877,85	0			20	0,1
			32	21,124	314,7	0,67	15,6	0,995	1752,66	0			20	0,1
			33	21,766	314,825	0,65	11,1	0,98	1752,66	0			20	0,1
			34	22,408	314,951	0,65	11,1	0,982	1752,66	0			20	0,1
			35	23,05	315,077	0,65	11,1	0,983	1752,66	0			20	0,1
			36	23,692	315,203	0,65	11,1	0,985	1752,66	0			20	0,1
			37	24,334	315,328	0,65	11,1	0,987	1752,66	0			20	0,1
			38	24,976	315,454	0,65	11,1	0,988	1752,66	0			20	0,1
			39	25,618	315,58	0,65	11,1	0,99	1752,66	0			20	0,1
			40	26,26	315,722	0,66	12,5	0,987	1752,66	0			20	0,1
			41	26,902	315,867	0,66	12,7	0,977	1752,66	0			20	0,1
			42	27,544	316,012	0,66	12,7	0,966	1752,66	0			20	0,1
			43	28,186	316,158	0,66	12,7	0,955	1752,66	0			20	0,1
			44	28,828	316,303	0,66	12,7	0,944	1752,66	0			20	0,1
			45	29,47	316,448	0,66	12,7	0,934	1752,66	0			20	0,1
			46	30,112	316,564	0,65	10,2	0,932	1752,66	0			20	0,1
			47	30,754	316,663	0,65	8,8	0,946	1752,66	0			20	0,1
			48	31,396	316,762	0,65	8,8	0,965	1752,66	0			20	0,1
			49	32,038	316,861	0,65	8,8	0,984	1752,66	0			20	0,1
			50	32,68	316,96	0,65	8,8	1,002	1752,66	0			20	0,1

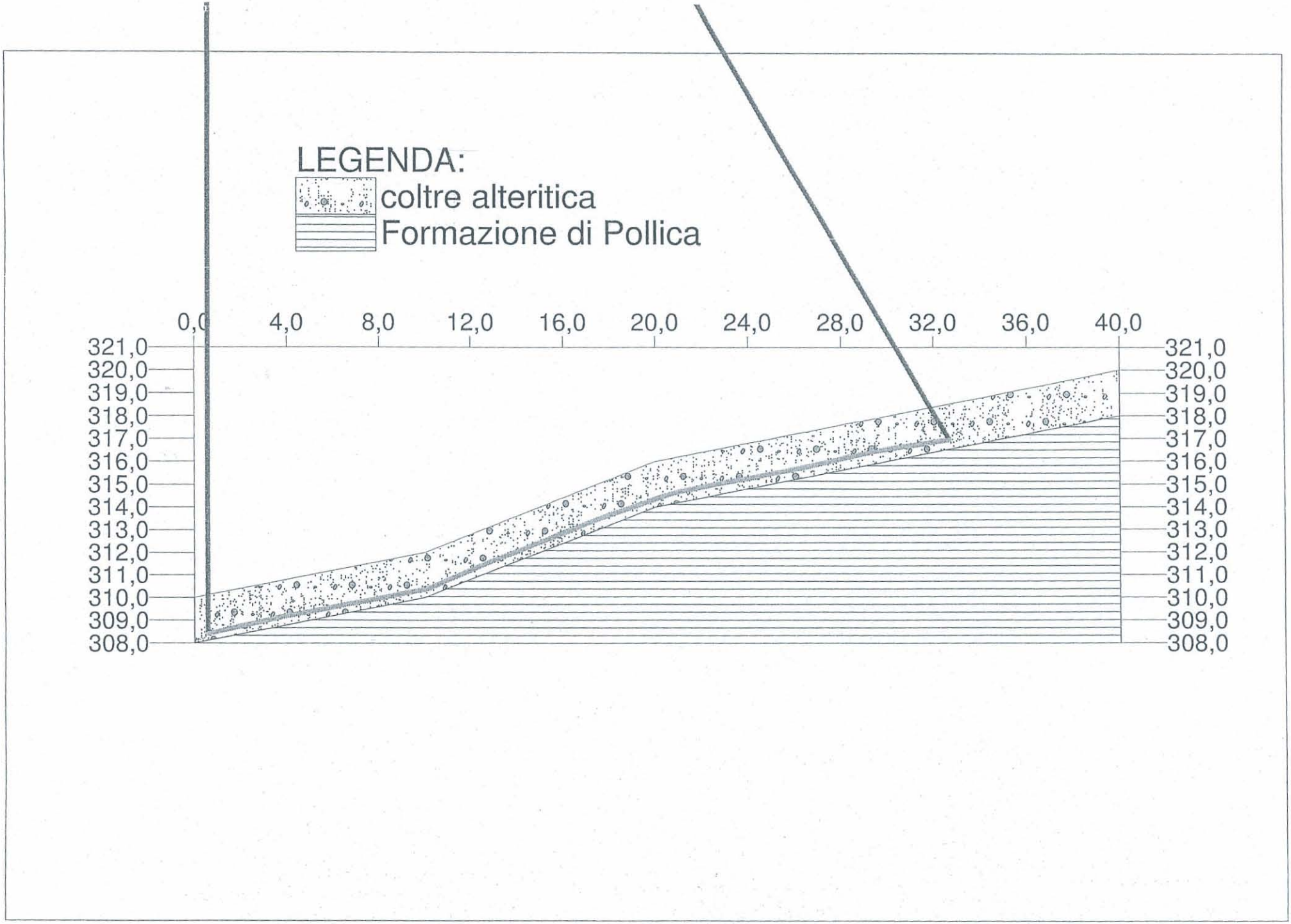
Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezze m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq

LEGENDA

Carichi N= Carichi normali (kg) Carichi T= Carihci tangenziali (kg)

Phi= Angolo di resistenza al taglio (°) C= Coesione (kg/cmq)

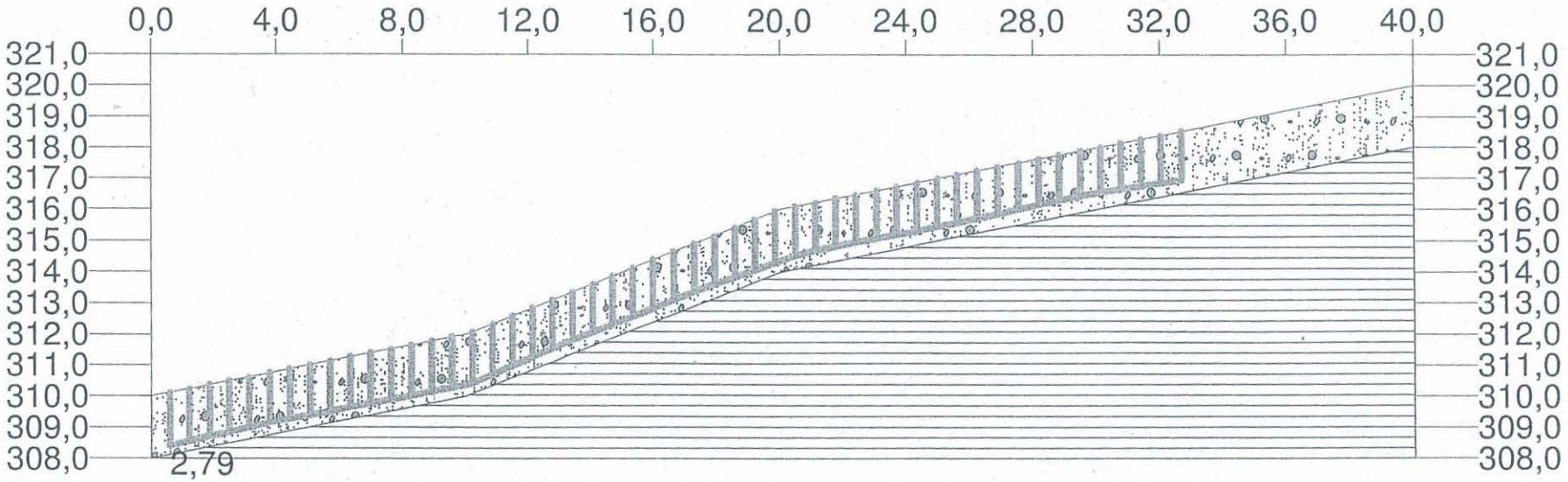
Accelerazione sismica orizzontale (g)..... 0,0


LEGENDA:
coltre alteritica
Formazione di Pollica
0,0
4,0
8,0
12,0
16,0
20,0
24,0
28,0
32,0
36,0
40,0
321,0
320,0
319,0
318,0
317,0
316,0
315,0
314,0
313,0
312,0
311,0
310,0
309,0
308,0

LEGENDA:

coltre alteritica

Formazione di Pollica



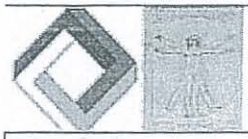
SEZ. N. 2

DISLIVELLO 15m 440m slm valle 455 slm monte

Lunghezza 40 m

I strato spessore 2.0 mY= 1.9t/mcm C=5t/mq Φ25°

II strato indefinito Y=2.2 t/mcm C=10 t/mq Φ30°(formazione Pollica)



Dr. Luigi Lillo
-Stio Cilento-

Committente:

Località: Data:

Riferimenti:

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	1,48	338,8	38,04	352,3	1,957		1,946	1,95		

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

Dr. Luigi Lillo
-Stio Cilento-

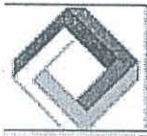
Committente:

Località: Data:

Riferimenti:

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

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
1	1,946	Janbu semplificato		1,48	338,8									
			1	2,211	339,194	0,83	28,3	1,408	2500,7	0	0	0	20	0,1
			2	2,942	339,587	0,83	28,3	1,388	2500,7	0	0	0	20	0,1
			3	3,674	339,981	0,83	28,3	1,367	2500,7	0	0	0	20	0,1
			4	4,405	340,358	0,82	27,3	1,353	2500,7	0	0	0	20	0,1
			5	5,136	340,731	0,82	27	1,346	2500,7	0	0	0	20	0,1
			6	5,867	341,104	0,82	27	1,34	2500,71	0	0	0	20	0,1
			7	6,598	341,477	0,82	27	1,335	2500,7	0	0	0	20	0,1
			8	7,33	341,843	0,82	26,6	1,332	2500,71	0	0	0	20	0,1
			9	8,061	342,207	0,82	26,4	1,333	2500,7	0	0	0	20	0,1
			10	8,792	342,57	0,82	26,4	1,334	2500,7	0	0	0	20	0,1
			11	9,523	342,933	0,82	26,4	1,336	2500,71	0	0	0	20	0,1
			12	10,254	343,266	0,8	24,4	1,33	2500,7	0	0	0	20	0,1
			13	10,986	343,482	0,76	16,5	1,325	2500,71	0	0	0	20	0,1
			14	11,717	343,699	0,76	16,5	1,327	2500,7	0	0	0	20	0,1
			15	12,448	343,915	0,76	16,5	1,329	2500,71	0	0	0	20	0,1
			16	13,179	344,131	0,76	16,5	1,331	2500,71	0	0	0	20	0,1
			17	13,91	344,348	0,76	16,5	1,334	2500,71	0	0	0	20	0,1
			18	14,642	344,564	0,76	16,5	1,336	2500,71	0	0	0	20	0,1
			19	15,373	344,778	0,76	16,3	1,339	2500,71	0	0	0	20	0,1
			20	16,104	344,993	0,76	16,3	1,342	2500,7	0	0	0	20	0,1
			21	16,835	345,207	0,76	16,3	1,346	2500,7	0	0	0	20	0,1
			22	17,566	345,422	0,76	16,3	1,35	2500,7	0	0	0	20	0,1
			23	18,298	345,636	0,76	16,3	1,353	2500,7	0	0	0	20	0,1
			24	19,029	345,85	0,76	16,3	1,357	2500,7	0	0	0	20	0,1
			25	19,76	346,065	0,76	16,3	1,361	2500,7	0	0	0	20	0,1
			26	20,491	346,279	0,76	16,3	1,346	2500,7	0	0	0	20	0,1
			27	21,222	346,476	0,76	15	1,312	2361,77	0	0	0	20	0,1
			28	21,954	346,619	0,75	11,1	1,295	2222,85	0	0	0	20	0,1
			29	22,685	346,762	0,75	11,1	1,297	2222,85	0	0	0	20	0,1
			30	23,416	346,905	0,75	11,1	1,299	2222,85	0	0	0	20	0,1
			31	24,147	347,048	0,75	11,1	1,302	2222,85	0	0	0	20	0,1
			32	24,878	347,191	0,75	11,1	1,304	2222,85	0	0	0	20	0,1



Dr. Luigi Lillo
-Stio Cilento-

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
			33	25,61	347,334	0,75	11,1	1,306	2222,85	0	0	0	20	0,1
			34	26,341	347,477	0,75	11,1	1,309	2222,85	0	0	0	20	0,1
			35	27,072	347,62	0,75	11,1	1,311	2222,85	0	0	0	20	0,1
			36	27,803	347,762	0,75	11,1	1,314	2222,85	0	0	0	20	0,1
			37	28,534	347,905	0,75	11,1	1,316	2361,77	0	0	0	20	0,1
			38	29,266	348,085	0,75	13,8	1,305	2361,77	0	0	0	20	0,1
			39	29,997	348,409	0,8	23,9	1,228	2083,92	0	0	0	20	0,1
			40	30,728	348,733	0,8	23,9	1,178	2083,92	0	0	0	20	0,1
			41	31,459	349,057	0,8	23,9	1,208	2222,85	0	0	0	20	0,1
			42	32,19	349,381	0,8	23,9	1,238	2222,85	0	0	0	20	0,1
			43	32,922	349,705	0,8	23,9	1,269	2222,85	0	0	0	20	0,1
			44	33,653	350,029	0,8	23,9	1,299	2222,85	0	0	0	20	0,1
			45	34,384	350,353	0,8	23,9	1,329	2361,78	0	0	0	20	0,1
			46	35,115	350,728	0,82	27,1	1,341	2500,71	0	0	0	20	0,1
			47	35,846	351,121	0,83	28,3	1,328	2500,71	0	0	0	20	0,1
			48	36,578	351,514	0,83	28,3	1,308	2361,78	0	0	0	20	0,1
			49	37,309	351,907	0,83	28,3	1,288	2222,85	0	0	0	20	0,1
			50	38,04	352,3	0,83	28,3	1,268	2222,85	0	0	0	20	0,1

LEGENDA

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

Dr. Luigi Lillo
-Stio Cilento-

Committente:

Località: Data:

Riferimenti:

Analisi di stabilità: riepilogo delle forze agenti sui conci

Superficie	*Concio*	*Forze stabilizzanti(kg)*	*Forze instabilizzanti(kg)*	*Deficit di forza(kg)*
1	1	1631,85	1185,62	-446,24
	2	1631,85	1185,55	-446,31
	3	1631,85	1185,62	-446,24
	4	1631,65	1146,24	-485,41
	5	1631,63	1136,24	-495,39
	6	1631,63	1136,24	-495,39
	7	1631,63	1136,31	-495,31
	8	1631,6	1119,32	-512,28
	9	1631,59	1112,96	-518,63
	10	1631,6	1112,89	-518,71
	11	1631,6	1112,96	-518,63
	12	1631,79	1034,73	-597,06
	13	1635,31	709,75	-925,56
	14	1635,31	709,66	-925,65
	15	1635,31	709,66	-925,65
	16	1635,31	709,75	-925,56
	17	1635,31	709,66	-925,65
	18	1635,32	709,02	-926,3
	19	1635,4	703,58	-931,81
	20	1635,39	703,67	-931,72
	21	1635,39	703,58	-931,81
	22	1635,39	703,58	-931,81
	23	1635,39	703,58	-931,81
	24	1635,39	703,67	-931,72
	25	1635,39	703,58	-931,81
	26	1635,39	703,58	-931,81
	27	1587,3	613,22	-974,08
	28	1539,06	426,57	-1112,49
	29	1539,06	426,57	-1112,49
	30	1539,06	426,57	-1112,49
	31	1539,06	426,57	-1112,49
	32	1539,06	426,65	-1112,41
	33	1539,06	426,57	-1112,49
	34	1539,06	426,57	-1112,49
	35	1539,06	426,57	-1112,49
	36	1539,06	426,57	-1112,49
	37	1588,68	453,32	-1135,37
	38	1587,75	561,63	-1026,12
	39	1493,23	844,44	-648,79
	40	1493,23	844,44	-648,79
	41	1539,46	900,67	-638,79
	42	1539,46	900,74	-638,72
	43	1539,46	900,74	-638,72
	44	1539,46	900,74	-638,72
	45	1585,69	956,96	-628,73
	46	1631,64	1140,15	-491,49
	47	1631,85	1184,12	-447,72
	48	1587,31	1118,27	-469,04
	49	1542,77	1052,49	-490,28
	50	1542,77	1052,49	-490,28

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

Dr. Luigi Lillo
-Stio Cilento-

Committente:

Località: Data:

Riferimenti:

Analisi di stabilità: riepilogo generale delle superfici verificate

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
1	1,957	Fellenius		1,48	338,8									
			1	2,211	339,194	0,83	28,3	1,408	2500,7	0			20	0,1
			2	2,942	339,587	0,83	28,3	1,388	2500,7	0			20	0,1
			3	3,674	339,981	0,83	28,3	1,367	2500,7	0			20	0,1
			4	4,405	340,358	0,82	27,3	1,353	2500,7	0			20	0,1
			5	5,136	340,731	0,82	27	1,346	2500,7	0			20	0,1
			6	5,867	341,104	0,82	27	1,34	2500,71	0			20	0,1
			7	6,598	341,477	0,82	27	1,335	2500,7	0			20	0,1
			8	7,33	341,843	0,82	26,6	1,332	2500,71	0			20	0,1
			9	8,061	342,207	0,82	26,4	1,333	2500,7	0			20	0,1
			10	8,792	342,57	0,82	26,4	1,334	2500,7	0			20	0,1
			11	9,523	342,933	0,82	26,4	1,336	2500,71	0			20	0,1
			12	10,254	343,266	0,8	24,4	1,33	2500,7	0			20	0,1
			13	10,986	343,482	0,76	16,5	1,325	2500,71	0			20	0,1
			14	11,717	343,699	0,76	16,5	1,327	2500,7	0			20	0,1
			15	12,448	343,915	0,76	16,5	1,329	2500,71	0			20	0,1
			16	13,179	344,131	0,76	16,5	1,331	2500,71	0			20	0,1
			17	13,91	344,348	0,76	16,5	1,334	2500,71	0			20	0,1
			18	14,642	344,564	0,76	16,5	1,336	2500,71	0			20	0,1
			19	15,373	344,778	0,76	16,3	1,339	2500,71	0			20	0,1
			20	16,104	344,993	0,76	16,3	1,342	2500,7	0			20	0,1
			21	16,835	345,207	0,76	16,3	1,346	2500,7	0			20	0,1
			22	17,566	345,422	0,76	16,3	1,35	2500,7	0			20	0,1
			23	18,298	345,636	0,76	16,3	1,353	2500,7	0			20	0,1
			24	19,029	345,85	0,76	16,3	1,357	2500,7	0			20	0,1
			25	19,76	346,065	0,76	16,3	1,361	2500,7	0			20	0,1
			26	20,491	346,279	0,76	16,3	1,346	2500,7	0			20	0,1
			27	21,222	346,476	0,76	15	1,312	2361,77	0			20	0,1
			28	21,954	346,619	0,75	11,1	1,295	2222,85	0			20	0,1
			29	22,685	346,762	0,75	11,1	1,297	2222,85	0			20	0,1
			30	23,416	346,905	0,75	11,1	1,299	2222,85	0			20	0,1
			31	24,147	347,048	0,75	11,1	1,302	2222,85	0			20	0,1
			32	24,878	347,191	0,75	11,1	1,304	2222,85	0			20	0,1

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
			33	25,61	347,334	0,75	11,1	1,306	2222,85	0			20	0,1
			34	26,341	347,477	0,75	11,1	1,309	2222,85	0			20	0,1
			35	27,072	347,62	0,75	11,1	1,311	2222,85	0			20	0,1
			36	27,803	347,762	0,75	11,1	1,314	2222,85	0			20	0,1
			37	28,534	347,905	0,75	11,1	1,316	2361,77	0			20	0,1
			38	29,266	348,085	0,75	13,8	1,305	2361,77	0			20	0,1
			39	29,997	348,409	0,8	23,9	1,228	2083,92	0			20	0,1
			40	30,728	348,733	0,8	23,9	1,178	2083,92	0			20	0,1
			41	31,459	349,057	0,8	23,9	1,208	2222,85	0			20	0,1
			42	32,19	349,381	0,8	23,9	1,238	2222,85	0			20	0,1
			43	32,922	349,705	0,8	23,9	1,269	2222,85	0			20	0,1
			44	33,653	350,029	0,8	23,9	1,299	2222,85	0			20	0,1
			45	34,384	350,353	0,8	23,9	1,329	2361,78	0			20	0,1
			46	35,115	350,728	0,82	27,1	1,341	2500,71	0			20	0,1
			47	35,846	351,121	0,83	28,3	1,328	2500,71	0			20	0,1
			48	36,578	351,514	0,83	28,3	1,308	2361,78	0			20	0,1
			49	37,309	351,907	0,83	28,3	1,288	2222,85	0			20	0,1
			50	38,04	352,3	0,83	28,3	1,268	2222,85	0			20	0,1
1	1,946	Janbu semplificato		1,48	338,8									
			1	2,211	339,194	0,83	28,3	1,408	2500,7	0			20	0,1
			2	2,942	339,587	0,83	28,3	1,388	2500,7	0			20	0,1
			3	3,674	339,981	0,83	28,3	1,367	2500,7	0			20	0,1
			4	4,405	340,358	0,82	27,3	1,353	2500,7	0			20	0,1
			5	5,136	340,731	0,82	27	1,346	2500,7	0			20	0,1
			6	5,867	341,104	0,82	27	1,34	2500,71	0			20	0,1
			7	6,598	341,477	0,82	27	1,335	2500,7	0			20	0,1
			8	7,33	341,843	0,82	26,6	1,332	2500,71	0			20	0,1
			9	8,061	342,207	0,82	26,4	1,333	2500,7	0			20	0,1
			10	8,792	342,57	0,82	26,4	1,334	2500,7	0			20	0,1
			11	9,523	342,933	0,82	26,4	1,336	2500,71	0			20	0,1
			12	10,254	343,266	0,8	24,4	1,33	2500,7	0			20	0,1
			13	10,986	343,482	0,76	16,5	1,325	2500,71	0			20	0,1
			14	11,717	343,699	0,76	16,5	1,327	2500,7	0			20	0,1
			15	12,448	343,915	0,76	16,5	1,329	2500,71	0			20	0,1
			16	13,179	344,131	0,76	16,5	1,331	2500,71	0			20	0,1
			17	13,91	344,348	0,76	16,5	1,334	2500,71	0			20	0,1
			18	14,642	344,564	0,76	16,5	1,336	2500,71	0			20	0,1
			19	15,373	344,778	0,76	16,3	1,339	2500,71	0			20	0,1
			20	16,104	344,993	0,76	16,3	1,342	2500,7	0			20	0,1
			21	16,835	345,207	0,76	16,3	1,346	2500,7	0			20	0,1

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
			22	17,566	345,422	0,76	16,3	1,35	2500,7	0			20	0,1
			23	18,298	345,636	0,76	16,3	1,353	2500,7	0			20	0,1
			24	19,029	345,85	0,76	16,3	1,357	2500,7	0			20	0,1
			25	19,76	346,065	0,76	16,3	1,361	2500,7	0			20	0,1
			26	20,491	346,279	0,76	16,3	1,346	2500,7	0			20	0,1
			27	21,222	346,476	0,76	15	1,312	2361,77	0			20	0,1
			28	21,954	346,619	0,75	11,1	1,295	2222,85	0			20	0,1
			29	22,685	346,762	0,75	11,1	1,297	2222,85	0			20	0,1
			30	23,416	346,905	0,75	11,1	1,299	2222,85	0			20	0,1
			31	24,147	347,048	0,75	11,1	1,302	2222,85	0			20	0,1
			32	24,878	347,191	0,75	11,1	1,304	2222,85	0			20	0,1
			33	25,61	347,334	0,75	11,1	1,306	2222,85	0			20	0,1
			34	26,341	347,477	0,75	11,1	1,309	2222,85	0			20	0,1
			35	27,072	347,62	0,75	11,1	1,311	2222,85	0			20	0,1
			36	27,803	347,762	0,75	11,1	1,314	2222,85	0			20	0,1
			37	28,534	347,905	0,75	11,1	1,316	2361,77	0			20	0,1
			38	29,266	348,085	0,75	13,8	1,305	2361,77	0			20	0,1
			39	29,997	348,409	0,8	23,9	1,228	2083,92	0			20	0,1
			40	30,728	348,733	0,8	23,9	1,178	2083,92	0			20	0,1
			41	31,459	349,057	0,8	23,9	1,208	2222,85	0			20	0,1
			42	32,19	349,381	0,8	23,9	1,238	2222,85	0			20	0,1
			43	32,922	349,705	0,8	23,9	1,269	2222,85	0			20	0,1
			44	33,653	350,029	0,8	23,9	1,299	2222,85	0			20	0,1
			45	34,384	350,353	0,8	23,9	1,329	2361,78	0			20	0,1
			46	35,115	350,728	0,82	27,1	1,341	2500,71	0			20	0,1
			47	35,846	351,121	0,83	28,3	1,328	2500,71	0			20	0,1
			48	36,578	351,514	0,83	28,3	1,308	2361,78	0			20	0,1
			49	37,309	351,907	0,83	28,3	1,288	2222,85	0			20	0,1
			50	38,04	352,3	0,83	28,3	1,268	2222,85	0			20	0,1
1	1,95	General Limit Equilibrium		1,48	338,8									
			1	2,211	339,194	0,83	28,3	1,408	2500,7	0			20	0,1
			2	2,942	339,587	0,83	28,3	1,388	2500,7	0			20	0,1
			3	3,674	339,981	0,83	28,3	1,367	2500,7	0			20	0,1
			4	4,405	340,358	0,82	27,3	1,353	2500,7	0			20	0,1
			5	5,136	340,731	0,82	27	1,346	2500,7	0			20	0,1
			6	5,867	341,104	0,82	27	1,34	2500,71	0			20	0,1
			7	6,598	341,477	0,82	27	1,335	2500,7	0			20	0,1
			8	7,33	341,843	0,82	26,6	1,332	2500,71	0			20	0,1
			9	8,061	342,207	0,82	26,4	1,333	2500,7	0			20	0,1
			10	8,792	342,57	0,82	26,4	1,334	2500,7	0			20	0,1

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq
			11	9,523	342,933	0,82	26,4	1,336	2500,71	0			20	0,1
			12	10,254	343,266	0,8	24,4	1,33	2500,7	0			20	0,1
			13	10,986	343,482	0,76	16,5	1,325	2500,71	0			20	0,1
			14	11,717	343,699	0,76	16,5	1,327	2500,7	0			20	0,1
			15	12,448	343,915	0,76	16,5	1,329	2500,71	0			20	0,1
			16	13,179	344,131	0,76	16,5	1,331	2500,71	0			20	0,1
			17	13,91	344,348	0,76	16,5	1,334	2500,71	0			20	0,1
			18	14,642	344,564	0,76	16,5	1,336	2500,71	0			20	0,1
			19	15,373	344,778	0,76	16,3	1,339	2500,71	0			20	0,1
			20	16,104	344,993	0,76	16,3	1,342	2500,7	0			20	0,1
			21	16,835	345,207	0,76	16,3	1,346	2500,7	0			20	0,1
			22	17,566	345,422	0,76	16,3	1,35	2500,7	0			20	0,1
			23	18,298	345,636	0,76	16,3	1,353	2500,7	0			20	0,1
			24	19,029	345,85	0,76	16,3	1,357	2500,7	0			20	0,1
			25	19,76	346,065	0,76	16,3	1,361	2500,7	0			20	0,1
			26	20,491	346,279	0,76	16,3	1,346	2500,7	0			20	0,1
			27	21,222	346,476	0,76	15	1,312	2361,77	0			20	0,1
			28	21,954	346,619	0,75	11,1	1,295	2222,85	0			20	0,1
			29	22,685	346,762	0,75	11,1	1,297	2222,85	0			20	0,1
			30	23,416	346,905	0,75	11,1	1,299	2222,85	0			20	0,1
			31	24,147	347,048	0,75	11,1	1,302	2222,85	0			20	0,1
			32	24,878	347,191	0,75	11,1	1,304	2222,85	0			20	0,1
			33	25,61	347,334	0,75	11,1	1,306	2222,85	0			20	0,1
			34	26,341	347,477	0,75	11,1	1,309	2222,85	0			20	0,1
			35	27,072	347,62	0,75	11,1	1,311	2222,85	0			20	0,1
			36	27,803	347,762	0,75	11,1	1,314	2222,85	0			20	0,1
			37	28,534	347,905	0,75	11,1	1,316	2361,77	0			20	0,1
			38	29,266	348,085	0,75	13,8	1,305	2361,77	0			20	0,1
			39	29,997	348,409	0,8	23,9	1,228	2083,92	0			20	0,1
			40	30,728	348,733	0,8	23,9	1,178	2083,92	0			20	0,1
			41	31,459	349,057	0,8	23,9	1,208	2222,85	0			20	0,1
			42	32,19	349,381	0,8	23,9	1,238	2222,85	0			20	0,1
			43	32,922	349,705	0,8	23,9	1,269	2222,85	0			20	0,1
			44	33,653	350,029	0,8	23,9	1,299	2222,85	0			20	0,1
			45	34,384	350,353	0,8	23,9	1,329	2361,78	0			20	0,1
			46	35,115	350,728	0,82	27,1	1,341	2500,71	0			20	0,1
			47	35,846	351,121	0,83	28,3	1,328	2500,71	0			20	0,1
			48	36,578	351,514	0,83	28,3	1,308	2361,78	0			20	0,1
			49	37,309	351,907	0,83	28,3	1,288	2222,85	0			20	0,1
			50	38,04	352,3	0,83	28,3	1,268	2222,85	0			20	0,1

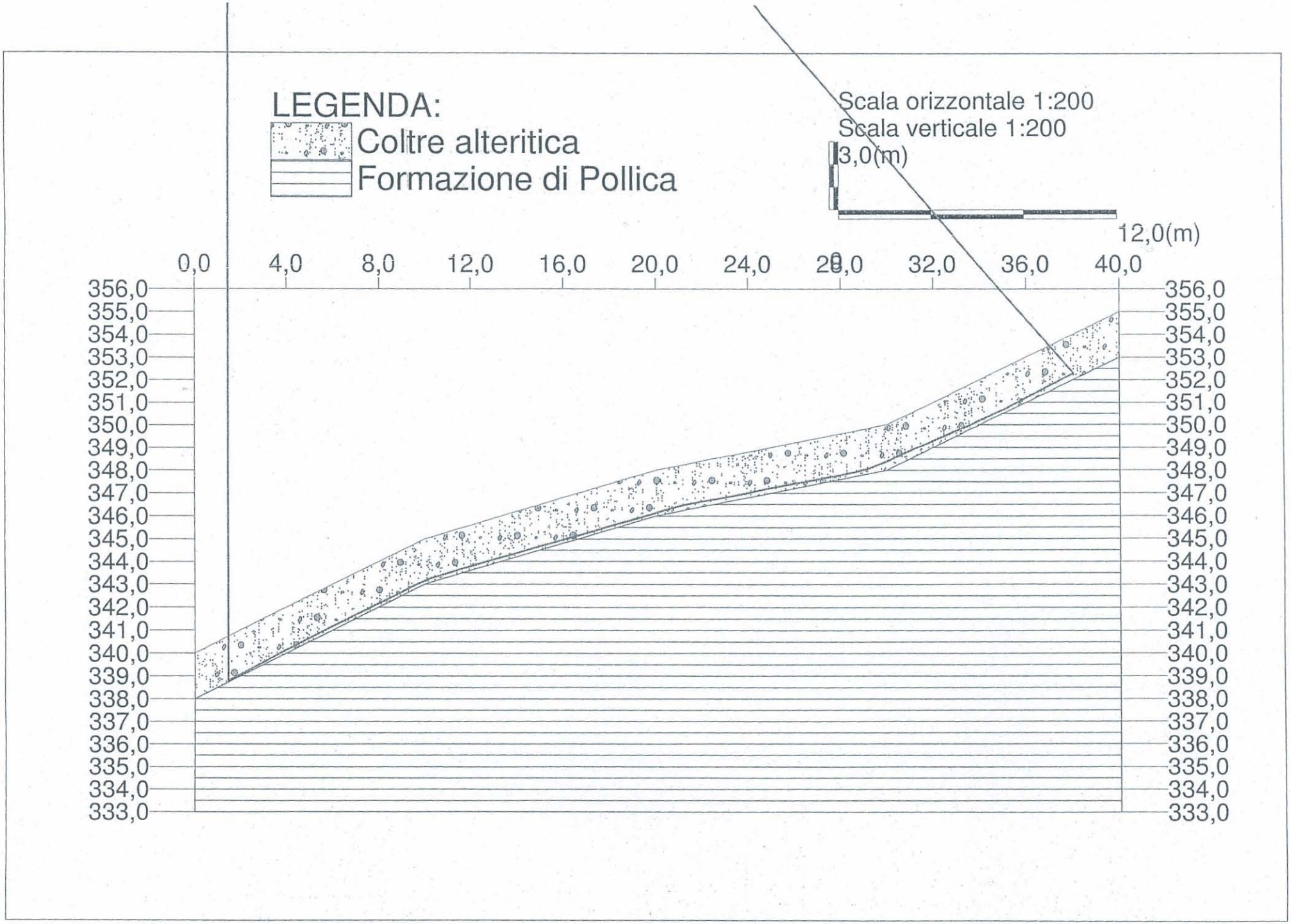
Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C kg/cmq

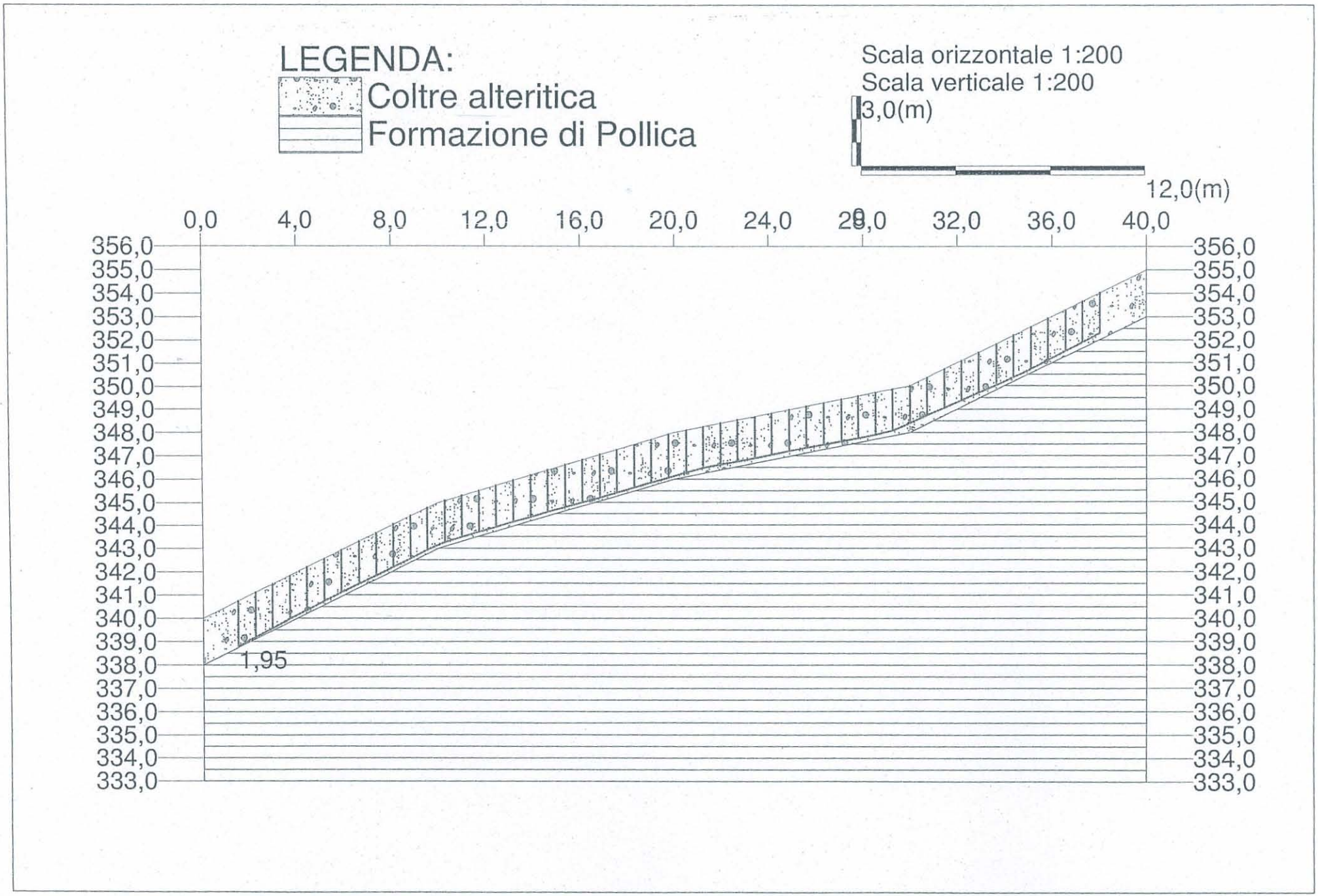
LEGENDA

Carichi N= Carichi normali (kg) Carichi T= Carihci tangenziali (kg)

Phi= Angolo di resistenza al taglio (°) C= Coesione (kg/cmq)

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


LEGENDA:
Coltre alteritica
Formazione di Pollica
Scala orizzontale 1:200
Scala verticale 1:200
3,0(m)
12,0(m)
0,0
4,0
8,0
12,0
16,0
20,0
24,0
28,0
32,0
36,0
40,0
356,0
355,0
354,0
353,0
352,0
351,0
350,0
349,0
348,0
347,0
346,0
345,0
344,0
343,0
342,0
341,0
340,0
339,0
338,0
337,0
336,0
335,0
334,0
333,0


LEGENDA:
Coltre alteritica
Formazione di Pollica
Scala orizzontale 1:200
Scala verticale 1:200
3,0(m)
12,0(m)
0,0
4,0
8,0
12,0
16,0
20,0
24,0
28,0
32,0
36,0
40,0
356,0
355,0
354,0
353,0
352,0
351,0
350,0
349,0
348,0
347,0
346,0
345,0
344,0
343,0
342,0
341,0
340,0
339,0
338,0
337,0
336,0
335,0
334,0
333,0
1,95

RELAZIONE DI CALCOLO

Definizione
Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità
La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.
Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:
(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)
Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = \tau_f / \tau$.
Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius, Bishop, Janbu ecc.*).
Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

Metodo dei conci
La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n, il problema presenta le seguenti incognite:

n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i
$(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;

(n-1) forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
n valori della coordinata *a* che individua il punto di applicazione delle E_i;
(n-1) valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i;
una incognita costituita dal fattore di sicurezza *F*.

Complessivamente le incognite sono *(6n-2)*.

mentre le equazioni a disposizione sono:
Equazioni di equilibrio dei momenti *n*
Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale *n*
Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale *n*
Equazioni relative al criterio di rottura *n*
Totale numero di equazioni *4n*

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a *(n-2)* in quando si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.
I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le *(n-2)* indeterminazioni.

Metodo di FELLENIUS (1927)
Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:
n valori delle forze normali N_i;
n valori delle forze da taglio T_i;
1 fattore di sicurezza.
Incognite (2n+1)

Le equazioni a disposizione sono:
n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
n equazioni relative al criterio di rottura;
1 equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\Sigma\{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos\alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan\varphi_i \}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

Metodo di BISHOP (1955)
Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.
Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$\Sigma F_V = 0$, $\Sigma M_0 = 0$, Criterio di rottura.

$$F = \frac{\Sigma\{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan\varphi_i\} \times \frac{\sec\alpha_i}{1 + \tan\alpha_i \times \tan\varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di ***Bishop ordinario,*** gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

Metodo di JANBU (1967)

Janbu estese il metodo di *Bishop* a superfici si scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio) a tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\Sigma\{c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan\varphi_i\} \times \frac{\sec^2\alpha_i}{1 + \tan\alpha_i \times \tan\varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \tan\alpha_i}$$

Assumendo $\Delta X_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario.

Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$F_{corretto} = f_0 F$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici.

Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

Metodo di BELL (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno, W, le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali $K_X W$ e $K_Z W$, le forze orizzontali e verticali X e Z applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio σ e τ agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori u che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da *Taylor*.

In accordo con la legge della resistenza di *Mohr-Coulomb* in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell'i-esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i)\tan\phi_i}{F}$$

in cui

F = il fattore di sicurezza;

c_i = la coesione efficace (o totale) alla base dell'i-esimo concio;

ϕ_i = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell'i-esimo concio;

L_i = la lunghezza della base dell'i-esimo concio;
u_{ci} = la pressione dei pori al centro della base dell'i-esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.
Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[C_1(1-K_z)\frac{W_i \cos\alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:
$W_i \cos \alpha_i / L_i$ = valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei conci.
Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left(\frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

Dove x_0 ed x_n sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre x_{ci} rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i-esimo.
Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno K_Z g può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore $(1 - K_Z)$.
Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza F, sostituendo l'espressione di N_i e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario C_3.
Si assume una relazione di linearità tra detto coefficiente, determinabile tramite la regola di Cramer, ed il fattore di sicurezza *F*. Il corretto valore di F può essere ottenuto dalla formula di interpolazione lineare:

$$F = F(2) + \left(\frac{1 - C_3(2)}{C_3(2) - C_3(1)} \right) (F(2) - F(1))$$

dove i numeri in parentesi (1) e (2) indicano i valori iniziale e successivo dei parametri F e C_3.
Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.
Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

Metodo di SARMA (1973)
Il metodo di **Sarma** è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica *Kc*) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in *n* strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:
L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i = W_i - \Delta X_i$$
$$T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i = KW_i + \Delta E_i$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\Sigma \Delta E_i = 0$$
$$\Sigma \Delta X_i = 0$$

dove *Eì* e *Xi* rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia i-esima del concio generico *i*.
L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel metodo di **Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:

$$*\sum \Delta X_i \cdot tg\left(\psi_i' - \alpha_i\right) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$**\sum \Delta X_i \cdot \left[\left(y_{mi} - y_G\right) \cdot tg\left(\psi_i' - \alpha'\right) + \left(x_i' - x_G\right)\right] = \sum W_i \cdot \left(x_{mi} - x_G\right) + \sum \Delta_i \cdot \left(y_{mi} - y_G\right)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di *K* (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione *K* corrispondente al fattore di sicurezza F = 1 , ossia l'*accelerazione critica*.
Si ha pertanto:

K = Kc *accelerazione critica* se F = 1
F = Fs *fattore di sicurezza in condizioni statiche* se K = 0

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne *Xi* ed *Ei* tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.
E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze *Xi*:

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot \left(Q_{i+1} - Q_i\right)$$

dove *Qi* è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla *i*-esima faccia del concio *i*, e λ rappresenta un'incognita.
La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di *Kc*, λ e *F*, che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

Metodo di SPENCER
Il metodo è basato sull'assunzione:

Le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli conci sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo θ. tutti i momenti sono nulli $M_i = 0 \quad i = 1 \ldots\ldots n$

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale al metodo di Morgenstern e Price quando la funzione f(x) = 1.

Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:

$$\sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

dove:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s}(W\cos\alpha - \gamma_w hl\sec\alpha)\frac{tg\alpha}{F_s} - Wsen\alpha}{\cos(\alpha-\theta)\left[\frac{F_s + tg\varphi tg(\alpha-\theta)}{F_s}\right]}$$

forza d'interazione fra i conci;
R = raggio dell'arco di cerchio;
θ = angolo d'inclinazione della forza Qi rispetto all'orizzontale.

Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\sum(Q_i \cos\theta) = 0 \quad \sum(Q_i sen\theta) = 0$$

Con l'assunzione delle forze Qi parallele fra loro, si può anche scrivere:

$$\sum Q_i = 0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo (F_{sm}) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo (F_{sf}) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo θ, considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia $F_{sm} = F_{sf}$.

Metodo di MORGENSTERN e PRICE
Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo X = λ f(x)E, dove λ è un fattore di scala e f(x), funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione f(x) è scelta

arbitrariamente (costante, sinusoide, semisinusoide, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza F_S, il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU.

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c'\sec^2\frac{\alpha}{F_s}+tg\varphi'\left(\frac{dW}{dx}-\frac{dX}{dx}-tg\alpha\frac{dE}{dx}-\sec\alpha\frac{dU}{dx}\right)=$$

$$=\frac{dE}{dx}-tg\alpha\left(\frac{dX}{dx}-\frac{dW}{dx}\right)$$

Una seconda equazione, detta "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

$$X=\frac{d\left(E_\gamma\right)}{dx}-\gamma\frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.
Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.
Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H=K_o\cdot W$$
$$F_V=K_v\cdot W$$

Essendo:
F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
W: peso concio
K_O: Coefficiente sismico orizzontale
K_V: Coefficiente sismico verticale.

Calcolo coefficienti sismici
Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti K_O e K_V in dipendenza di vari fattori:

$$K_O = \beta s \times (a_{max}/g)$$

$$K_V = \pm 0{,}5 \times K_O$$

Con

βs coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \, S_T \, a_g$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq Ss \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).
S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1(S_T = 1.0) \; T2(S_T = 1.20) \; T3(S_T = 1.20) \; T4(S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Con l'**OPCM 3274** e successive modifiche, i coefficienti sismici orizzontale Ko e verticale Kv che interessano tutte le masse vengono calcolatati come:

$$K_O = S \;\; (a_g/g) \;\; K_V = 0.5 \;\; K_O$$

S: fattore dipendente dal tipo di suolo secondo lo schema:

tipo A - S=1;
tipo B - S=1.25;
tipo C - S=1.25;
tipo E - S=1.25;
tipo D - S=1.35.

Per pendii con inclinazione superiore a 15° e dislivello superiore a 30 m, l'azione sismica deve essere incrementata moltiplicandola per il coefficiente di amplificazione topografica S_T:

$S_T \geq 1{,}2$ per siti in prossimità del ciglio superiore di pendii scoscesi isolati;
$S_T \geq 1{,}4$ per siti prossimi alla sommità di profili topografici aventi larghezza in testa molto inferiore

alla larghezza alla base e pendenza media > 30°; $S_T \geq 1,2$ per siti dello stesso tipo ma pendenza media inferiore.

L'applicazione del **D.M. 88** e successive modifiche ed integrazioni è consentito mediante l'inserimento del coefficiente sismico orizzontale Ko in funzione delle Categorie Sismiche secondo il seguente schema: I Cat. Ko=0.1; II Cat. Ko=0.07; III Cat. Ko=0.04

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$K_O = a_{gR} \cdot \gamma_I \; S / (g)$$

a_{gR} : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

γ_I: fattore di importanza,

S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_{gR} \; \gamma_I$$

è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale K_V è definito in funzione di K_O, e vale:

$$K_V = \pm 0.5 \; K_O$$

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia m×n e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Analisi di stabilità dei pendii con FELLENIUS

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	5,0
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-7,9 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	9,45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	15,16 m
Ordinata vertice destro superiore ys	21,12 m
Passo di ricerca	5,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0
Coefficiente azione sismica orizzontale	0,07

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	-0,22
2	1,28	-0,22
3	1,28	0,78

4	41,1	24,89

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	21,29	7,7
3	25,9	12,88
4	32,44	16,92
5	36,76	18,46
6	40,42	22,6
7	41,1	24,89

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (t/m³)	Gs (t/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0.4	20	1.7	1.8	0,00		terreno vegetale
2	1	25	1.9	2,3	0,00		calcilutiti e marne

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x m	y m	Base mensola a valle m	Base mensola a monte m	Altezza muro m	Spessore testa m	Spessore base m	Peso specifico (t/m³)
1	1,281371	-0,2240068	0	0	1	1	1	2,4

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	4,42
Ascissa centro superficie	7,09 m
Ordinata centro superficie	10,03 m
Raggio superficie	10,96 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei conci. Superficie...xc = 7,09 yc = 10,034 Rc = 10,962 Fs=4,423

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3,34	-22,2	3,61	11714,87	820,04	0,0	1,0	25,0	0,0	11153,7	-3675,1
2	3,34	-4,0	3,35	28868,13	2020,77	0,0	1,0	25,0	0,0	28938,8	5,0
3	3,34	13,8	3,44	39366,18	2755,63	0,0	1,0	25,0	0,0	37571,6	12069,3
4	3,34	33,3	3,99	42600,29	2982,02	0,0	1,0	25,0	0,0	33958,0	25894,7
5	3,34	69,2	9,38	33598,97	2351,93	0,0	1,0	25,0	0,0	9755,2	32237,5

Analisi di stabilità dei pendii con FELLENIUS

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	5,0
Zona Sismica	II (S=9)
Coefficiente azione sismica orizzontale (Kh)	0,07

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	-7,9
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	9,45
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	15,16
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	21,12
Passo di ricerca		5,0
Numero di celle lungo x		10,0
Numero di celle lungo y		10,0

Vertici profilo

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,22
2	1,28	-0,22
3	1,28	0,78
4	41,1	24,89

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	21,29	7,7
3	25,9	12,88
4	32,44	16,92
5	36,76	18,46
6	40,42	22,6
7	41,1	24,89

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm^2)	Fi (°)	G (t/m^3)	Gs (t/m^3)	K (Kg/cm^3)	Litologia	
1	0.4	20	1.7	1.8	0,00		terreno vegetale
2	1	25	1.9	2,3	0,00		calcilutiti e marne

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (t/m³)
1	1,281371	-0,2240068	0	0	1	1	1	2,4

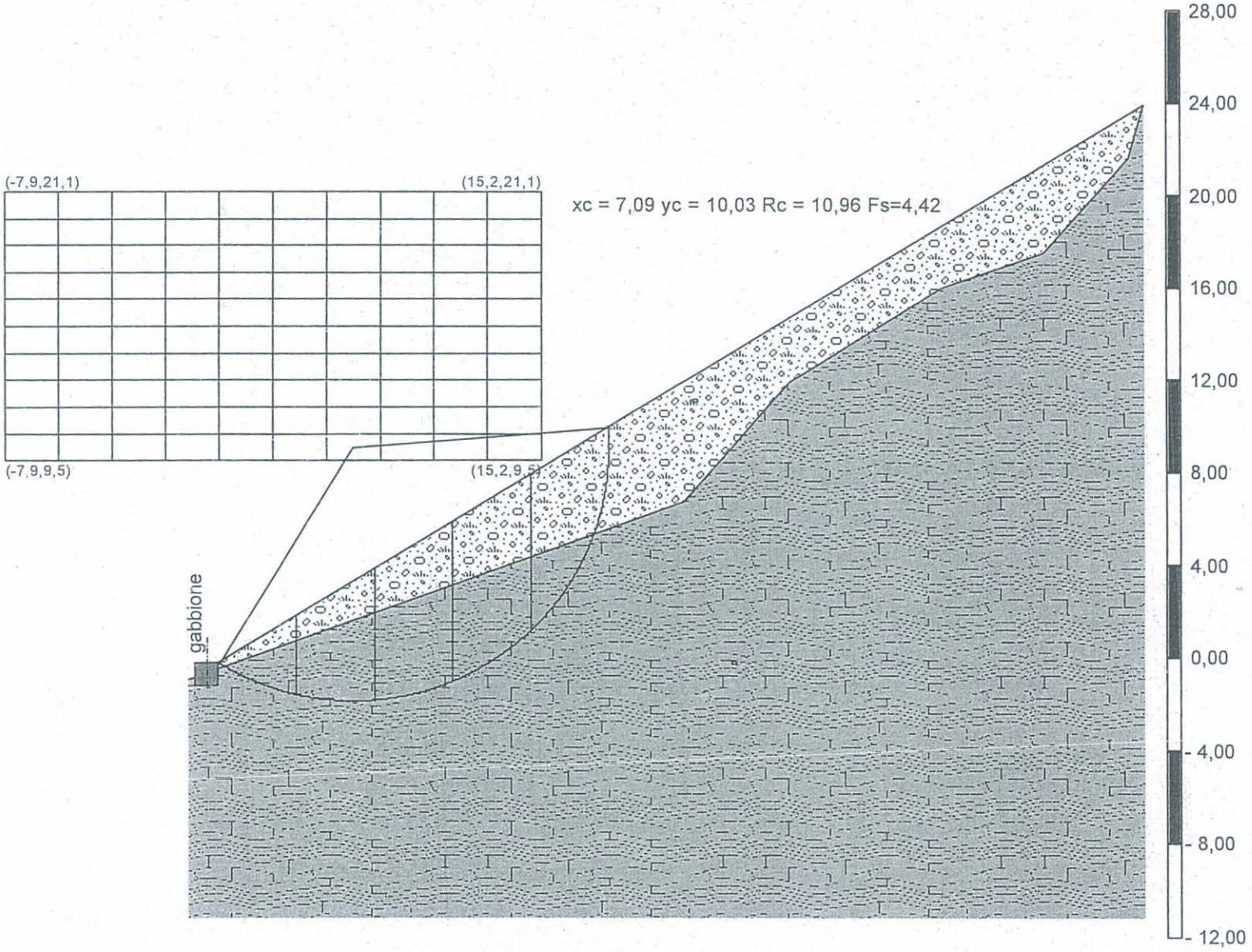
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato		4,42
Ascissa centro superficie	(m)	7,09
Ordinata centro superficie	(m)	10,03
Raggio superficie	(m)	10,96

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei conci; superficie...xc = 7,09 yc = 10,034 Rc = 10,962 Fs=4,423

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3,34	-22,2	3,61	11714,87	820,04	0,0	1,0	25,0	0,0	11153,7	-3675,1
2	3,34	-4,0	3,35	28868,13	2020,77	0,0	1,0	25,0	0,0	28938,8	5,0
3	3,34	13,8	3,44	39366,18	2755,63	0,0	1,0	25,0	0,0	37571,6	12069,3
4	3,34	33,3	3,99	42600,29	2982,02	0,0	1,0	25,0	0,0	33958,0	25894,7
5	3,34	69,2	9,38	33598,97	2351,93	0,0	1,0	25,0	0,0	9755,2	32237,5


(-7,9,21,1)
(15,2,21,1)
xc = 7,09 yc = 10,03 Rc = 10,96 Fs=4,42
(-7,9,9,5)
(15,2,9,5)
gabbione
28,00
24,00
20,00
16,00
12,00
8,00
4,00
0,00
- 4,00
- 8,00
- 12,00

Analisi di stabilità dei pendii con FELLENIUS

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Zona Sismica	II (S=9)
Coefficiente azione sismica orizzontale (Kh)	0,07

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	-8,62
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	11,94
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	33,59
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	30,25
Passo di ricerca		5,0
Numero di celle lungo x		10,0
Numero di celle lungo y		10,0

Vertici profilo

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,45
2	1,66	-0,45
3	1,66	0,55
4	75,0	25,0

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	20,14	0,92
3	37,36	3,9
4	47,23	7,57
5	57,56	13,08
6	70,87	17,45
7	75,0	25,0

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (t/m³)	Gs (t/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0.4	20	1.7	1.9	0,00		terreno vegetale
2	1	25	1.9	2,2	0,00		calcilutiti e marne

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (t/m³)
1	1,657116	-0,4476281	0	0	1	1	1	2,4

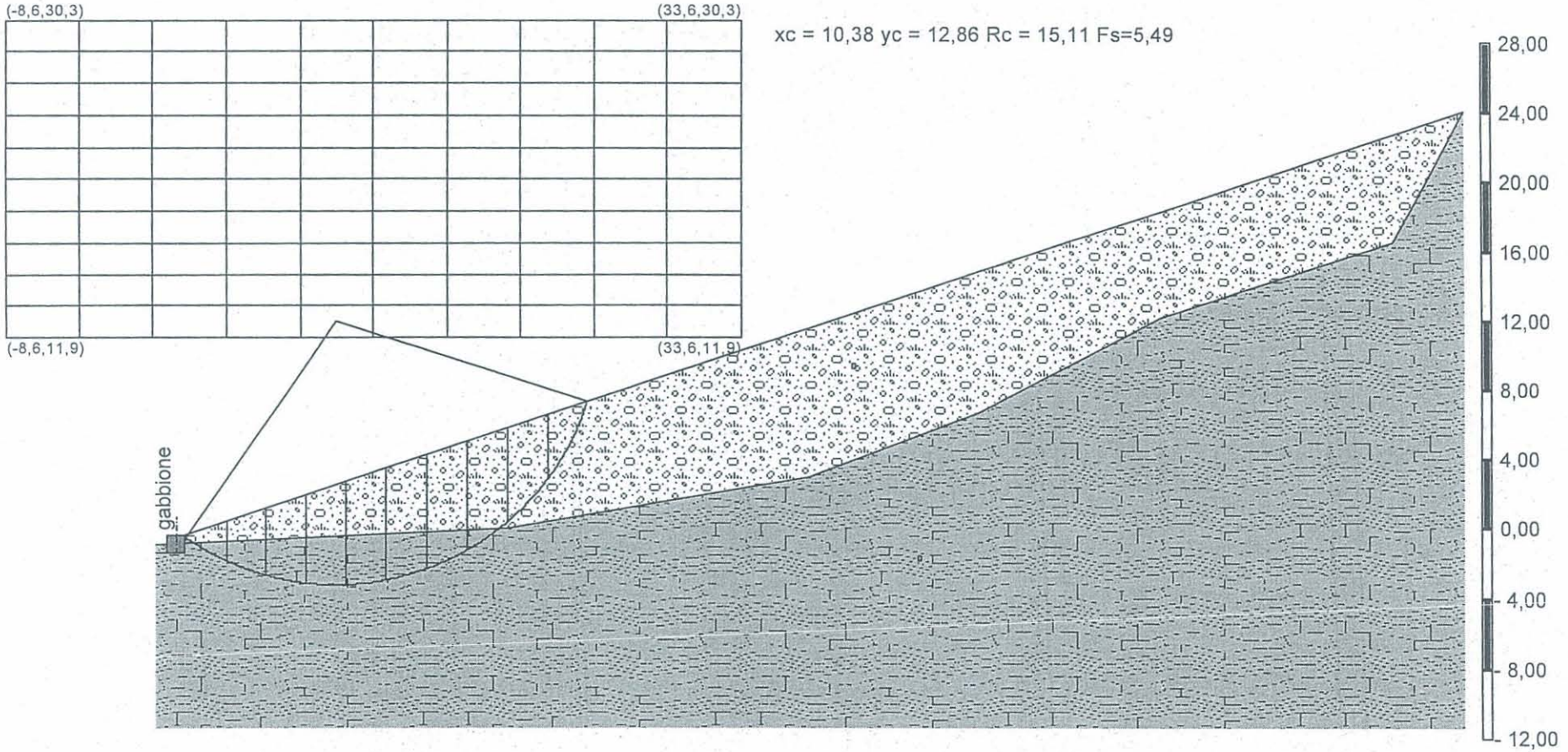
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato		5,49
Ascissa centro superficie	(m)	10,38
Ordinata centro superficie	(m)	12,86
Raggio superficie	(m)	15,11

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei conci; superficie...xc = 10,378 yc = 12,856 Rc = 15,107 Fs=5,4946

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,31	-30,0	2,66	4806,82	336,48	0,0	1,0	25,0	0,0	4331,6	-2110,9
2	2,31	-20,3	2,46	12587,33	881,11	0,0	1,0	25,0	0,0	12113,4	-3533,1
3	2,31	-11,1	2,35	18481,16	1293,68	0,0	1,0	25,0	0,0	18383,0	-2300,3
4	2,31	-2,3	2,31	22730,96	1591,17	0,0	1,0	25,0	0,0	22776,4	679,8
5	2,31	6,5	2,32	25425,73	1779,8	0,0	1,0	25,0	0,0	25061,5	4642,9
6	2,31	15,4	2,39	26538,49	1857,7	0,0	1,0	25,0	0,0	25086,5	8855,1
7	2,31	24,8	2,54	25915,43	1814,08	0,0	1,0	25,0	0,0	22764,1	12517,9
8	2,31	35,0	2,81	23204,48	1624,31	0,0	1,0	25,0	0,0	18084,3	14630,3
9	2,31	46,7	3,36	18289,91	1280,29	0,0	0,4	20,0	0,0	11611,2	14189,5
10	2,31	62,7	5,02	8981,12	628,68	0,0	0,4	20,0	0,0	3566,8	8266,4


(-8,6,30,3)
(33,6,30,3)
(-8,6,11,9)
(33,6,11,9)
xc = 10,38 yc = 12,86 Rc = 15,11 Fs=5,49
gabbione
28,00
24,00
20,00
16,00
12,00
8,00
4,00
0,00
4,00
8,00
12,00

Analisi di stabilità dei pendii con FELLENIUS

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Zona Sismica	II (S=9)
Coefficiente azione sismica orizzontale (Kh)	0,07

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	2,32
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	8,53
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	33,64
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	22,88
Passo di ricerca		5,0
Numero di celle lungo x		10,0
Numero di celle lungo y		10,0

Vertici profilo

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,26
2	3,47	-0,26
3	3,47	0,74
4	70,0	15,0

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	0,0
3	4,97	0,2
4	24,17	1,88
5	57,26	3,27
6	65,79	6,11
7	70,0	9,89

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (t/m³)	Gs (t/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0.4	20	1.7	1.9	0,00		terreno vegetale
2	1	25	1.9	2,2	0,00		calcilutiti e marne

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (t/m³)
1	3,472332	-0,2559289	0	0	1	1	1	2,4

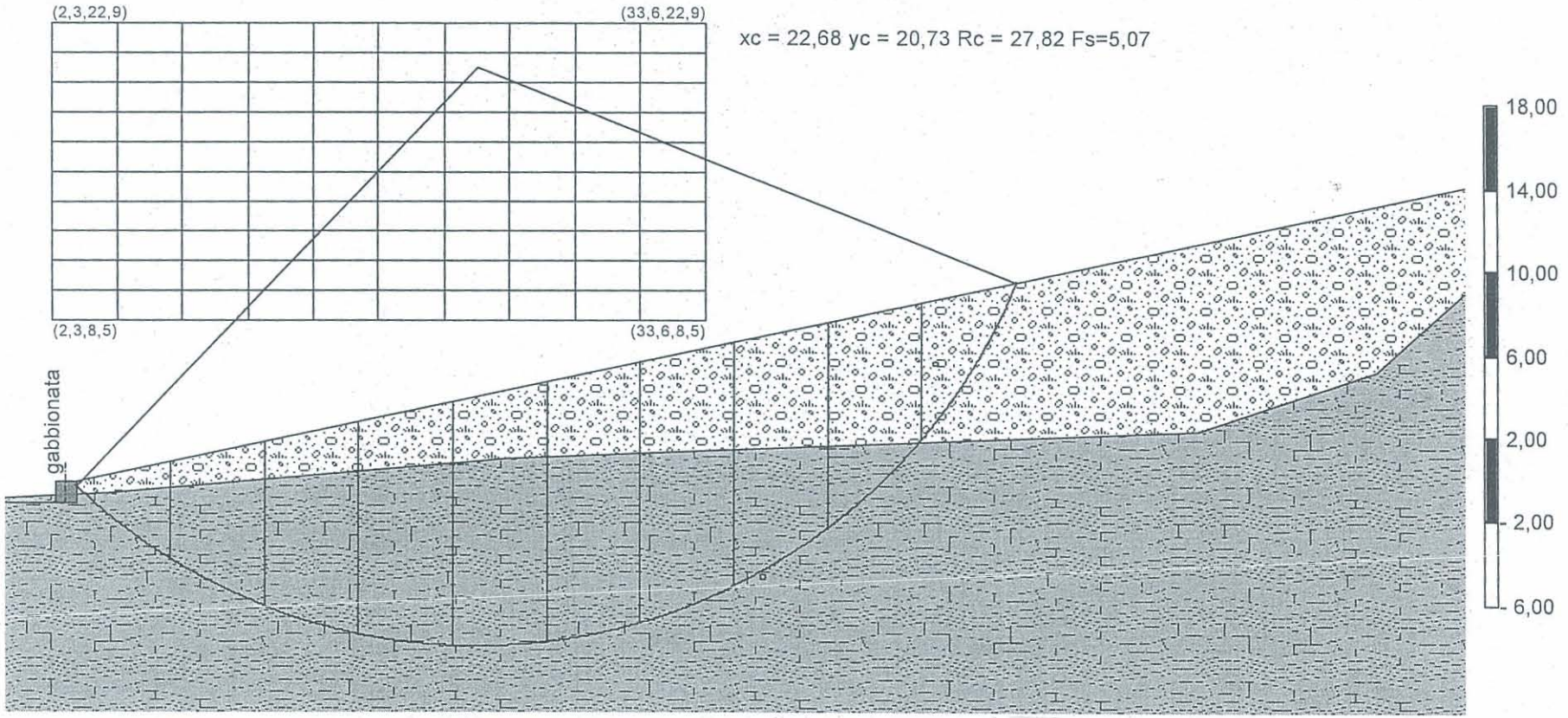
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato		5,07
Ascissa centro superficie	(m)	22,68
Ordinata centro superficie	(m)	20,73
Raggio superficie	(m)	27,82

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei conci; superficie...xc = 22,677 yc = 20,725 Rc = 27,819 Fs=5,0656

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4,5	-37,7	5,68	21249,24	1487,45	0,0	1,0	25,0	0,0	17727,3	-11810,3
2	4,5	-26,6	5,03	52993,89	3709,57	0,0	1,0	25,0	0,0	49037,7	-20430,8
3	4,5	-16,6	4,69	75892,73	5312,49	0,0	1,0	25,0	0,0	74249,7	-16580,7
4	4,5	-7,1	4,53	91657,04	6415,99	0,0	1,0	25,0	0,0	91749,1	-4927,0
5	4,5	2,2	4,5	101011,2	7070,79	0,0	1,0	25,0	0,0	100658,1	11009,7
6	4,5	11,6	4,59	103921,6	7274,51	0,0	1,0	25,0	0,0	100328,8	28048,9
7	4,5	21,3	4,83	100143,7	7010,06	0,0	1,0	25,0	0,0	90733,3	42957,6
8	4,5	31,8	5,29	88577,8	6200,45	0,0	1,0	25,0	0,0	72042,2	51907,6
9	4,5	43,6	6,22	66662,45	4666,37	0,0	1,0	25,0	0,0	45019,8	49385,0
10	4,5	59,1	8,77	30183,69	2112,86	0,0	0,4	20,0	0,0	13675,3	26990,8


(2,3,22,9)
(33,6,22,9)
xc = 22,68 yc = 20,73 Rc = 27,82 Fs=5,07
(2,3,8,5)
(33,6,8,5)
gabbionata
18,00
14,00
10,00
6,00
2,00
2,00
6,00