

STUDIO TETA INGEGNERIA s.r.l.

via principe di belmonte 1/c - 90139 palermo

tel.: 091/334885 fax 091/ 9821023

Visti e Pareri

COMUNE di **CALTAVUTURO** [Palermo]

COMMITTENTE

Amministrazione
Comunale

IL PROGETTISTA **INGEGNERIA TETA**
ing. sergio tumminello



PROGETTO

**Opere di Consolidamento ed a Protezione dell' Abitato
Interventi nelle Zone a Rischio Elevato e Molto Elevato in Contrada Purati.
PROGETTO PRELIMINARE**

IL CONSULENTE GEOLOGO

dott. elio senes

ELABORATO

Relazione Tecnica

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

TAVOLA

1

ALLEGATO

b

DATA: **APRILE 2009**

CODICE: **89009**

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Rimandando agli specifici elaborati prodotti dal Consulente Geologo per una completa descrizione della natura geologica, litologica e morfologica del terreno di sedime e di quelli limotrofi all'abitato di Caltavuturo, qui si riassumono le principali conclusioni desumibili dalle Relazioni Preliminari delle suddette Consulenze, al fine precipuo di fornire i più utili suggerimenti in ordine all'obiettivo di risolvere i problemi di stabilità allo stato esistenti nell'abitato e nelle più immediate prospicienze di Caltavuturo.

Morfologicamente il territorio in cui è inserito l'abitato di Caltavuturo risulta delimitato da nord-ovest a sud-est in senso orario dal notevole massiccio calcareo della cosiddetta Rocca di Sciara (1080 mt.s.l.m.) che, allungandosi parallelamente all'abitato ad est di questo, lo delimita con una sua propaggine anche a nord, ai cui piedi si attesta e termina appunto la parte settentrionale dell'abitato medesimo.

Dalla parte opposta, a completare nel medesimo senso orario l'angolo giro da sud-est a nord-ovest, il sito su cui sorge l'abitato risulta delimitato dall'alveo del torrente di Caltavuturo che scende dai circa 600 mt. della zona a sud dell'abitato (ai piedi del Cozzo Rosso) fino ai circa 470 mt. della parte ad ovest con uno sviluppo di circa 2 km. e quindi con una pendenza media di circa il 6-7%.

L'abitato giace (con una quota media di circa 625 mt.s.l.m.) su un declivio avente retta di massima pendenza in direzione NordEst-SudOvest (circa ortogonalmente cioè alla direzione di giacitura del torrente Caltavuturo) e con un valore di pendenza abbastanza elevato dell'ordine del 20-25%.

Dal punto di vista litologico sono individuabili le seguenti formazioni :

- I calcari costituenti il massiccio della Rocca di Sciara;
- Le argille diagenizzate brune con intercalazioni di strati siltitico-arenacei, note anche come il cosiddetto *flysch numidico* che costituiscono per la gran parte il substrato su cui poggia l'abitato di Caltavuturo in spessori che ai fini geotecnici sono da considerare indefiniti;
- Argille marnose con intercalazioni calcaree, la cosiddetta *formazione di Caltavuturo*, che costituiscono invece la formazione geologica principale delle zone immediatamente circostanti l'abitato;
- Alluvioni e detriti vari che formano infine la maggior parte del terreno superficiale su cui si può considerare fondato l'abitato di Caltavuturo con spessori anche dell'ordine di 10-20 mt.

Dal punto di vista idrogeologico è da notare in primo luogo l'assenza di vere e proprie falde, quanto piuttosto la presenza di una non trascurabile circolazione idrica sotterranea dovuta alle acque che, infiltratesi attraverso le rocce permeabili dei calcarei, scendono verso valle attraversando gli strati detritici superficiali a permeabilità molto variabile e dando luogo a vene d'acqua dalla portata assai variabile, ma che in ogni caso danno origine ad un contributo negativo alla stabilità di assieme degli strati superficiali medesimi, degradandone le caratteristiche meccaniche ed in conclusione le condizioni generali di stabilità del versante su cui giace l'abitato di Caltavuturo.

Le sia pur brevi note sin qui fatte sono già sufficienti ad inquadrare, ai fini geotecnici, le principali cause dei fenomeni di instabilità che si sono verificate nelle zone immediatamente circostanti l'abitato di Caltavuturo, con manifestazioni anche eclatanti e vistose.

Detti fenomeni trovano essenzialmente la loro origine nelle seguenti cause :

- ◆ La morfologia del sito caratterizzata da una pendenza notevole (circa il 20%) che tende fatalmente ad esaltare anche piccoli iniziali accadimenti, ove questi si siano innescati;
- ◆ Lo strato di fondazione propriamente detto dell'abitato è costituito da terreno con caratteristiche abbastanza eterogenee e presenti in spessori tali (anche dell'ordine dei 10-20 mt.) da non consentirne in generale l'asportazione preventivamente alla edificazione;
- ◆ La presenza di una variabile ma non trascurabile circolazione idrica sotterranea (a causa sia dei retrostanti calcarei che della permeabilità propria del detrito) che porta ad infiltrazioni d'acqua nello strato superficiale di terreno ed al conseguente decadimento delle sue caratteristiche meccaniche, anche per la concomitante azione degli agenti atmosferici;
- ◆ La presenza al piede del pendio su cui sorge l'abitato di un alveo soggetto a lunghi periodi di siccità che si alternano a piene rapide e violente che tendono a scavare sempre di più l'alveo stesso in cui scorrono con ciò erodendo sia il fondo che i fianchi dell'alveo medesimo ed innescando quindi fenomeni di scalzamento al piede del pendio stesso.

In ultimo, anche se non direttamente deducibile da quanto fin qui detto, è da non trascurare la mancanza di una rigogliosa vegetazione in buona parte dei terreni limitrofi a quelli edificati, circostanza che non permette di usufruire dei benefici effetti che le piantumazioni creano sia nei termini di aumento della stabilità che di regolazione della circolazione idrica.

Il quadro geomorfologico fin qui delineato ha così prodotto :

- Un insieme di piccoli spostamenti in varie parti del territorio in esame;

- Locali interventi di consolidamento, in genere mediante quinte di contenimento, fra i quali a titolo di esempio si citano gli interventi nella zona del cimitero, del depuratore ed a valle della parte sud dell'abitato;
- Due ragguardevoli manifestazioni franose con fronti dell'ordine del centinaio di metri e della profondità della decina di metri nelle nuove zone di espansione a sud dell'abitato.

DESCRIZIONE DELLE SITUAZIONI DI DISSESTO

Le situazioni di rischio e di dissesto idrogeologico sono dettagliatamente descritte nel Piano di Bacino 030 Imera Settentrionale redatto nel maggio 2004 dall'Ass.to Territorio ed Ambiente della Regione Sicilia, piano redatto ai sensi L.183/1989 e L.267/1998.

In particolare qui si riportano dalla relazione generale del predetto Piano le analisi e le considerazioni che in particolare interessano il territorio e l'abitato di Caltavuturo :

2.6.1 Abitato di Caltavuturo

2.6.1.1 Quadro dell'assetto geomorfologico

L'abitato si sviluppa sulle pendici occidentali della Rocca di Sciara, sovrastato da due pareti rocciose pericolosamente prossime alle abitazioni.

In corrispondenza del nucleo storico del centro abitato, la morfologia diviene relativamente meno pendente, mentre in generale l'acclività si mantiene su valori variabili tra il 15% ed il 30%.

La rocca rappresenta uno dei corpi rocciosi, essenzialmente carbonatici, che si incontrano, isolati, nell'area centrale del bacino idrografico del Fiume Imera Settentrionale.

L'abitato è ubicato all'interno di affioramenti carbonatici, tra le alture della Rocca di Sciara, Cozzo Rosso, Cozzo Ebreo. Si tratta di sequenze silico-carbonatiche della formazione Crisanti, di età mesozoica, passanti in alto alla Formazione Caltavuturo (peliti, marne, banconi calcarenitici e calcarei silicizzati). Quest'ultima formazione rappresenta il substrato di gran parte della zona settentrionale e centrale dell'abitato che occupa un settore ribassato da faglie dirette.

Nella valle del T. Caltavuturo e immediatamente a sud dell'abitato, il substrato è costituito dalle sequenze pelitiche ed argillitiche, con intercalazioni sottili di siltiti e quarzareniti del Flysch Numidico.

Numerosi sono i fattori che influenzano le condizioni di stabilità del versante in esame, tra questi è importante ricordare:

- la presenza di un sistema di faglie dirette che pone a contatto rocce con caratteristiche e comportamento differente alle forze geodinamiche esterne, con conseguenti fasce di instabilità in corrispondenza delle lineazioni tettoniche principali;
- le scarpate rocciose che sovrastano l'abitato, dove frequentemente si segnalano crolli di pietrame e blocchi anche superiori al metro cubo;
- i rapporti complessi tra le Unità Imeresi e le Argille Varicolori, che affiorano lungo il versante settentrionale della Rocca di Sciara, con influenze strutturali profonde, possibili anche nello stesso versante dove si sviluppa l'abitato;
- la presenza di potenti coltri detritiche a matrice argillosa, interessanti parte del versante occupato dall'abitato e con caratteristiche meccaniche altamente disomogenee, formatesi a seguito di probabili eventi franosi durante l'Olocene glaciale o nelle fasi di erosione della soglia morfologica rappresentata dalla Rocca di Sciara e dai Cozzi Ebreo-Rosso;
- l'attuale attività erosiva del T. Caltavuturo che determina lo scalzamento al piede di un lungo tratto del versante su cui è sito l'abitato.

Alcuni di questi fattori sono ben evidenti ed attivi e rappresentano segnali indicatori dei processi geomorfologici in atto nel versante.

Lo stesso redattore dello studio geologico a supporto del P.R.G., recentemente consegnato, individua, inoltre, la necessità di raccogliere ulteriori dati sul sottosuolo per approfondire la conoscenza sui fenomeni gravitativi superficiali e profondi e, quindi, procedere alla loro stabilizzazione, ponendo l'attenzione soprattutto sul ruolo delle falde idriche che interessano i terreni presenti nelle zone di accumulo della falda detritico-argillosa.

2.6.1.2 Dissesti nel centro abitato

Dei 15 dissesti individuati, ben 10 appartengono alla tipologia delle frane complesse o per scorrimento, cioè a movimenti lenti, che coinvolgono masse con spessori anche superiori ai 10 metri (vedi Tab. 5).

Attualmente, la maggior parte di questi corpi franosi risultano quiescenti o si possono considerare stabilizzati, in quanto avvenuti in condizioni climatiche nettamente differenti dalle attuali. Ciò non toglie che le condizioni al contorno sono da attenzionare per le possibilità di reinnesto, anche parziale, delle masse rimaneggiate.

Tre sono le pareti rocciose a strapiombo sull'abitato che presentano uno stato di fratturazione tale da favorire il distacco periodico di massi e frammenti rocciosi.

2.6.1.3 Stato di pericolosità e rischio del centro abitato

Nel centro abitato di Caltavuturo e nelle zone adiacenti sono state individuate:

- n. 5 aree a pericolosità bassa (P0);
- n. 3 aree a pericolosità moderata (P1);
- n. 3 aree a pericolosità media (P2);
- n. 2 aree a pericolosità molto elevata (P4).

I rischi corrispondenti sono in totale 17, di cui:

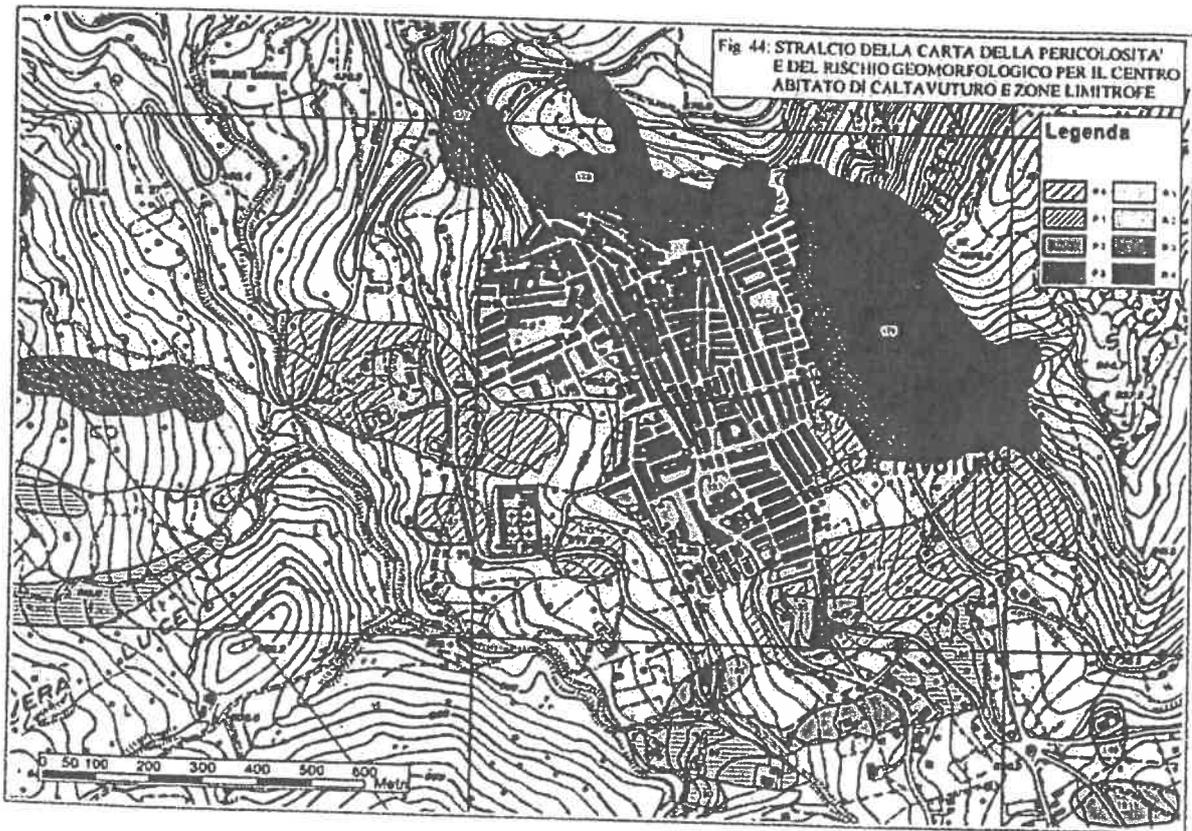
- n. 8 aree a rischio basso (R1);
- n. 3 aree a rischio moderato (R2);
- n. 2 aree a rischio elevato (R3);
- n. 4 aree a rischio molto elevato (R4).

Le pericolosità maggiori e i conseguenti rischi più elevati si raggiungono in relazione alle fenomenologie di crollo dalle pareti rocciose sovrastanti l'abitato di Caltavuturo.

Nella zona periferica meridionale, le condizioni di instabilità dell'area determinano elementi a rischio che dovranno essere attentamente valutate in sede di scelte urbanistiche, sulle sistemazioni e ripristini delle aree degradate e dissestate (vedi Fig.44).

Di seguito, si riportano i dati in forma tabellare (Tab. 6) dove, oltre alla pericolosità, gli elementi a rischio ed il livello di rischio, sono specificati gli interventi finora realizzati.

Si presenta anche uno stralcio della carta delle Pericolosità e degli Elementi a Rischio, in scala 1:6000 per un maggior dettaglio nell'illustrazione della situazione del centro abitato.



Tab. 6 - ELEMENTI A RISCHIO NEL CENTRO ABITATO DI CALTAVUTURO E ZONE LIMITROFE

| Codice MURATA | Località Periferia | Tipologia | Stato di Rischio | Livello di pericolosità | Elemento a Rischio | Stato di Rischio | Intervento realizzato | Intervento programmato |
|------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|
| 030-0CL-180 | Periferia sud-est | Coleamento laterale | Attivo | P1 | Nucleo abitato | R2 | | |
| 030-0CL-178 | Nord dell'abitato | Crollo | Attivo | P4 | Centro urbano | R1 | PARZIALE | COMPLETAMENTE |
| 030-0CL-179 | Nordest di Estera | Crollo | Attivo | P4 | Centro urbano | R4 | | |
| 030-0CL-180 | Quasi centro abitato | Frana complessiva | Stabilizzata | P0 | Centro abitato | R1 | | |
| 030-0CL-181 | A valle del villaggio | SOVRAACCIDENTO | SOVRAACCIDENTO | P0 | SS. n. 120 | R1 | | |
| 030-0CL-182 | Dorsal centro abitato | SOVRAACCIDENTO | SOVRAACCIDENTO | P0 | SS. n. 120 | R1 | | |
| 030-0CL-183 | Centro abitato | Frana complessiva | Stabilizzata | P0 | Centro abitato | R1 | PARZIALE | |
| 030-0CL-184 | Periferia sud-est centro abitato | Frana complessiva | Stabilizzata | P0 | Centro abitato | R1 | | |
| 030-0CL-185 | Periferia sud-est centro abitato | Frana complessiva | Instabile | P2 | Centro abitato | R4 | | |
| 030-0CL-186 | Periferia sud-est centro abitato | Frana complessiva | SOVRAACCIDENTO | P1 | Strada comunale | R1 | | |
| 030-0CL-187 | Periferia sud-est centro abitato | Frana complessiva | Instabile | P2 | Nucleo abitato | R3 | | |
| 030-0CL-188 | Periferia sud-est centro abitato | Frana complessiva | Instabile | P2 | SS. n. 120 | R3 | | |
| 030-0CL-189 | Periferia sud-est centro abitato | Frana complessiva | SOVRAACCIDENTO | P1 | SS. n. 120 | R3 | | |
| 030-0CL-191 | Periferia sud-est centro abitato | Coleamento laterale | Attivo | P2 | Nucleo abitato | R2 | | |

OBIETTIVI GENERALI DELL'INTERVENTO

Obiettivo generale dell'intervento è quello di completare gli interventi di consolidamento ed a protezione dell'abitato di Caltavuturo, mirando ad intervenire nelle zone a rischio molto elevato (R4) od elevato (R3) su cui sinora non si è intervenuti.

In particolare l'intervento ha come obiettivo il consolidamento delle zone di espansione poste a sud dell'abitato lungo la Strada Provinciale 24 e di cui una interessa, al piede del versante, anche la SS120.

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

Le opere di consolidamento previste consistono essenzialmente nella realizzazione di quinte resistenti sotterranee poste ad opportuni intervalli tali da consentire di raggiungere un coefficiente di stabilità dell'intero versante non inferiore al valore minimo di 1.30.

Dette quinte sono ubicate lungo due direttrici in corrispondenza delle aree in cui si sono verificati i fenomeni franosi, come può evincersi dalla planimetria allegata.

Le quinte resistenti saranno costituite da pali di lunghezza variabile (in relazione allo spessore dello strato superficiale alterato) fra mt.16 e mt.30 e del diametro di mm.1000 (per pali di lunghezza fino a mt.20) e del diametro di mm.1200 (per pali di lunghezza pari a mt.30). Al fine di assicurare l'equilibrio statico del manufatto le quinte resistenti ora dette saranno ancorate al substrato profondo resistente con ancoraggi costituiti da tiranti del tipo a trefoli e di lunghezza variabile fra mt.25 e mt.40 (in relazione allo spessore dello strato superficiale alterato) posti in opera con inclinazione da determinare in funzione della profondità dello strato più resistente di base.

In calce alla presente relazione è riportato il calcolo di predimensionamento delle due quinte resistenti tipo (con pali L=20 mt. e con pali L=30 mt.) modellate, a vantaggio di sicurezza, prescindendo cioè totalmente dal contributo di resistenza del terreno a valle, come paratia a sbalzo ancorata con un ordine di tiranti.

Al fine precipuo di evitare dannose oscillazioni dei valori delle pressioni neutre negli strati più superficiali di terreno, si è inoltre previsto di porre in opera a monte del cordolo di collegamento delle quinte uno strato drenante che raccoglie le acque superficiali intercettate da un insieme di microdreni ad andamento suborizzontale. Detto strato drenante avrà la precipua funzione di stabilizzare la pressione neutra negli strati di fondazione degli edifici esistenti sul pendio al fine di evitarne le oscillazioni ed in conseguenza i cedimenti e gli spostamenti verificatisi.

A completamento delle opere di consolidamento e di stabilizzazione delle due zone di intervento si è prevista la sistemazione di due incisioni poste al piede delle due aree con briglie in pietrame e gabbioni metallici. Dette briglie hanno la funzione precipuo di rallentare la velocità di deflusso delle acque che si raccolgono nelle incisioni stesse ed evitare quindi fenomeni di erosione delle sponde che a loro volta potrebbero innescare scalzamenti del piede del pendio e l'innescarsi di nuovi fenomeni franosi. Le briglie saranno naturalizzate con le tecniche previste dal "Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica" pubblicato dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del PODIS - Progetto Operativo Difesa Suolo.

L'esigenza di evitare dannose oscillazioni dei valori delle pressioni neutre negli strati più superficiali di terreno è anche un obiettivo da raggiungere per il centro abitato più direttamente sottostante al complesso calcareo permeabile della Rocca di Sciara da cui discendono le vene d'acqua che poi si infiltrano verso valle nel substrato superficiale detritico di fondazione dell'abitato.

Nel corso della progettazione definitiva sulla base di specifiche indagini geognostiche si potrà eventualmente prevedere la installazione in punti opportuni dell'abitato di pozzi drenanti aventi lo scopo essenziale di regolare il livello della falda limitando le dannose escursioni stagionali delle pressioni neutre.

Regole e Norme tecniche da rispettare - Requisiti tecnici

Le opere da realizzare dovranno rispettare le norme tecniche vigenti in materia emanate dal Ministero delle Infrastrutture, in quanto applicabili, nonché la normativa tecnica regionale in materia di lavori pubblici.

Le opere dovranno altresì rispettare :

- le norme tecniche ai fini della prevenzione infortuni e per la sicurezza sul lavoro, sia in fase di costruzione che di esercizio;
- le norme tecniche sulle zone sismiche, essendo il territorio comunale classificato come zona sismica;
- le istruzioni del Ministero dell'Ambiente e dell'Ass.to Reg.le Territorio ed Ambiente sulla naturalizzazione delle opere di consolidamento ed a protezione dei versanti.

Stima dei costi

Le opere da realizzare sono così sommariamente descrivibili :

- 1) scavi - trasporti;
- 2) palificate di fondazione;
- 3) tirantature;
- 4) opere di drenaggio;
- 5) sistemazioni con briglie in gabbioni e pietrame;
- 6) opere di rinaturalizzazione.

Utilizzando il vigente Prezziario Regionale Siciliano anno 2007, per stima sintetica può dedursi il quadro di intervento riportato nel Calcolo Sommario della Spesa, dal quale può in particolare desumersi un costo complessivo per lavori pari a circa €2.027.831,78 ed un costo complessivo di progetto pari ad €3.150.000,00, comprensivo di somme a disposizione per spese tecniche, spese per pubblicità gara, spese per accertamenti, prove e simili, Imprevisti, I.V.A..