

**SAN RAFFAELE CIMENA (TO) – CONVENTO DELLE SUORE  
MISSIONARIE – SAN RAFFAELE CIMENA (TO)**

Attività professionali svolte: Esecuzione delle indagini geognostiche e progettazione degli interventi di stabilizzazione e di presidio dei fabbricati esistenti

Località: Italia - Torino

Committente: Suore Missionarie Del Sacro Cuore Di Gesù Cabrini

Importo lavori:

Periodo di esecuzione: 1995

**DESCRIZIONE TECNICA**

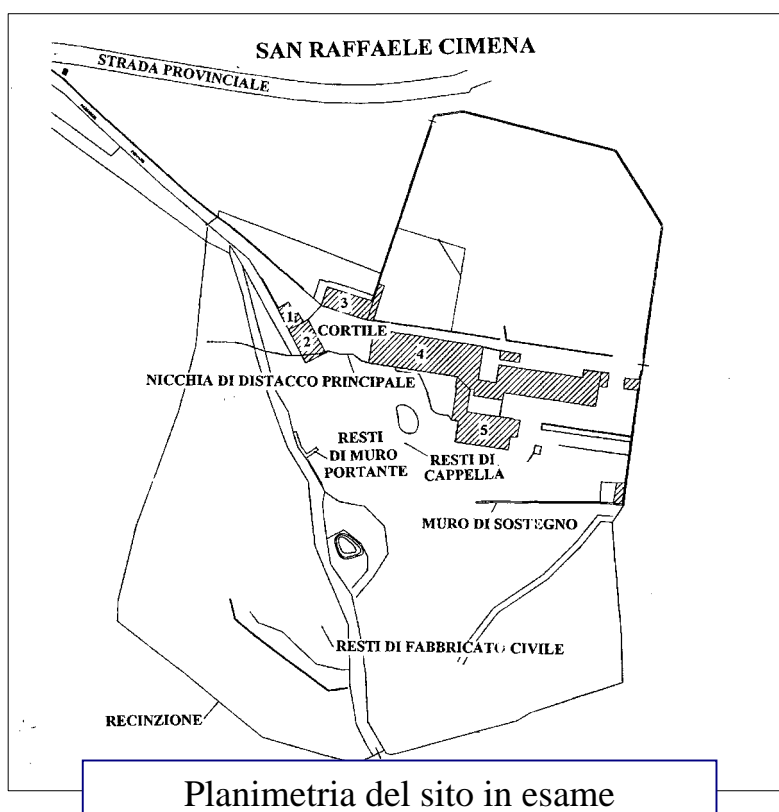
Le abbondanti precipitazioni verificatesi durante i mesi di ottobre e novembre 1994, culminate nel disastroso evento alluvionale degli inizi di novembre 1994, hanno provocato un movimento franoso nel territorio del Comune di San Raffaele Cimena (TO).

In particolare la nicchia di distacco di monte ha interessato un complesso conventuale provocando il crollo di una chiesa ed il distacco di parte della struttura di un porticato. Inoltre il terreno di frana ha investito una casa sottostante distruggendola e provocando la morte degli occupanti.

Al fine di poter progettare ed ottimizzare l'opera di sostegno provvisoria e la risistemazione del versante sono stati effettuati vari sopralluoghi ed è stata programmata una specifica campagna di indagine che ha previsto l'esecuzione di otto sondaggi a carotaggio continuo tre dei quali sono stati attrezzati con un tubo inclinometrico per valutare eventuali movimenti del versante.

**Caratterizzazione geologica e geotecnica del sito**

Durante i vari sopralluoghi sono state individuate sia le formazioni interessate dal movimento franoso sia, in alcuni punti, le superfici di scivolamento. Dall'analisi dei risultati della campagna di indagine è stata ricavata la seguente successione stratigrafica: dal piano campagna fino a 2 ÷ 3 metri di profondità è presente un primo strato costituito da terreno vegetale e sabbia limosa; al di sotto di tale strato superficiale è presente la formazione miocenica del complesso di Baldissero. Essa è



Planimetria del sito in esame

costituita da arenarie medio-grossolane e siltiti arenaceo marnose con presenza di sabbie fini. Nel sito in esame, la giacitura delle stratificazioni è a franappoggio.



Superfici di scivolamento

In particolare, dalle risultanze dei sondaggi, emerge la presenza di roccia poco fratturata, arenaria grigia, a cui si alternano livelli marnosi; al di sotto di tale formazione (circa -13 m da piano campagna) si rinvenivano siltiti arenaceo marnose grigie.

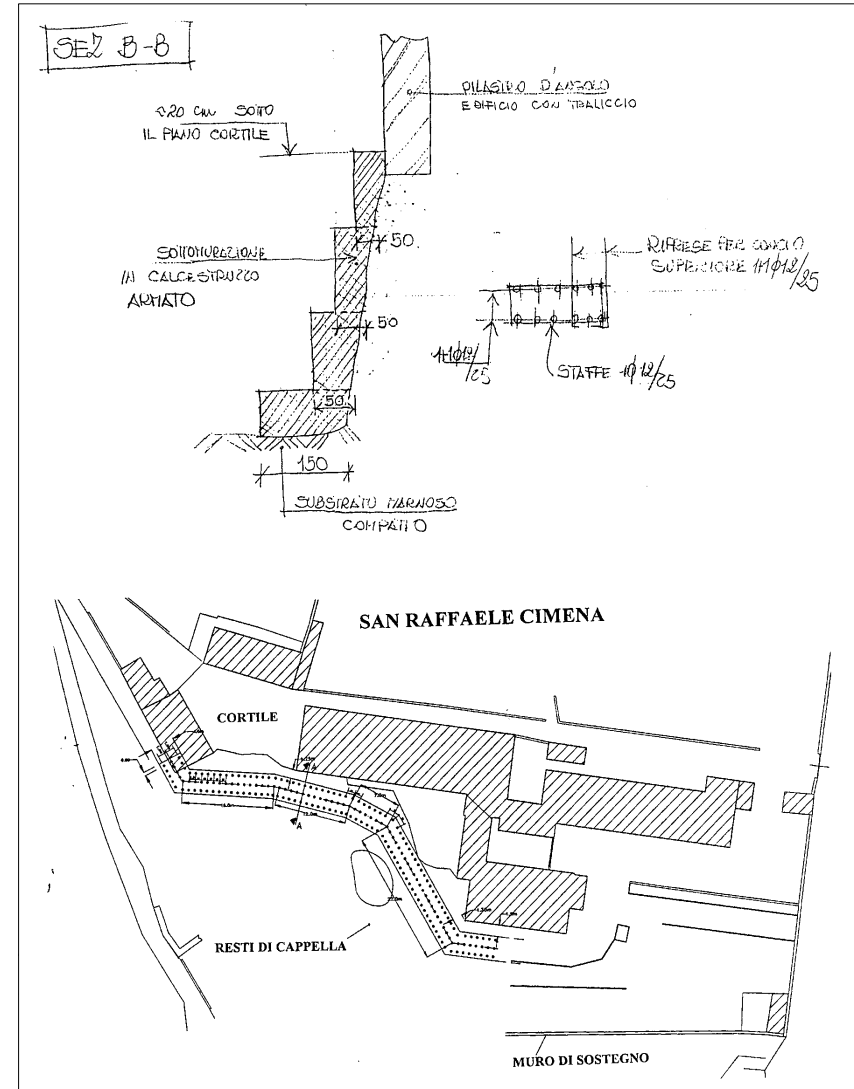
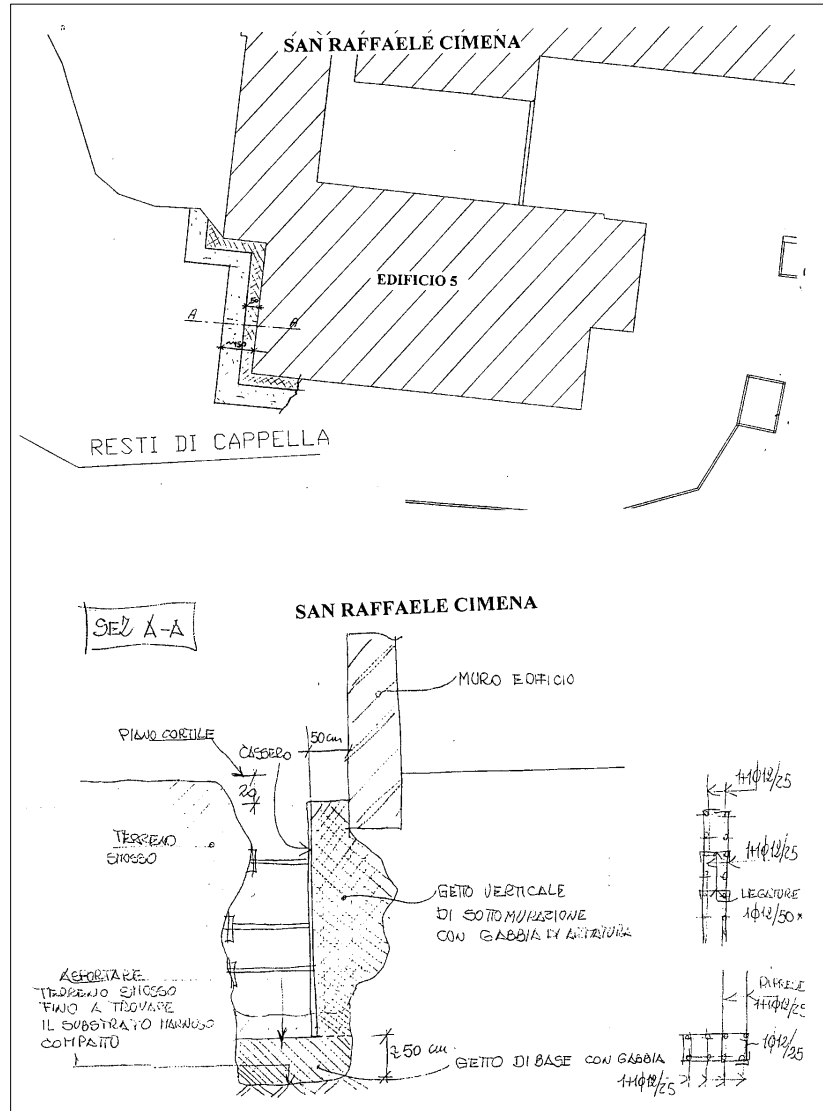
A causa delle abbondanti precipitazioni, i livelli marnosi si sono trasformati in superfici di scivolamento.

#### Analisi dell'intervento in progetto

La nicchia di distacco ha interessato gli edifici 2, 4 e 5 indicati nella planimetria; per poter lavorare con un certo grado di sicurezza nei pressi di questi edifici è stato necessario eseguire opere di sostegno e di sottomurazione degli edifici stessi.

L'intervento di risistemazione provvisoria è consistito nella realizzazione di un muro di sostegno in cemento armato tirantato con 5 trefoli posti ad interasse di  $2 \div 2.5$  m poggiante su tre file di micropali.

I micropali progettati sono stati realizzati con un diametro di perforazione pari a 350 mm, lunghezza utile di 17.5 m e armati con tubi di diametro pari a 127 mm, spessore pari a  $6 \div 8$  mm e lunghezza pari a 18 m.

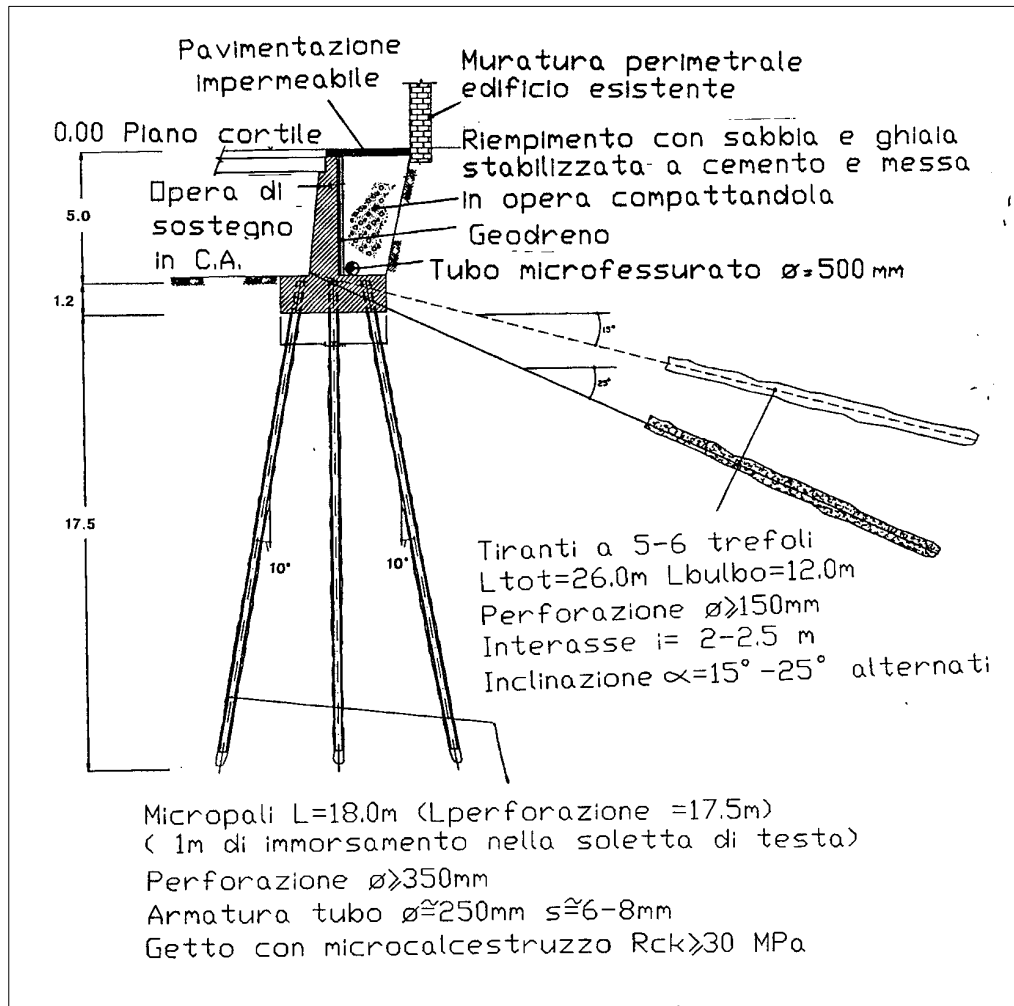


**Interventi di sottomurazione**

*Ricerca progettazione e consulenza nel campo della meccanica delle terre e dell'ingegneria delle fondazioni*

Uffici: Corso Montevicchio, 50 / 10129 Torino / Tel. 011/5611811 (ric. aut.) / Telefax 011/5620568

E' vietata la riproduzione di questo documento senza preventiva autorizzazione scritta IG / Reproduction of this document is forbidden without prior written permission of IG



Interventi di stabilizzazione: vista in sezione



Interventi di stabilizzazione: tiranti



I micropali, distanti 1.40 m, presentano inclinazione variabile da  $0^\circ$  a  $\pm 10^\circ$  al fine di assicurare la maggior stabilità all'opera e la massima cucitura degli strati.

I tiranti, di lunghezza totale pari a 26 m con un bulbo di 12 m, sono stati inclinati, alternativamente, di  $15^\circ \div 25^\circ$  e realizzati con una perforazione di diametro maggiore od uguale a 150 mm.

A tergo del muro in c.a. sono stati disposti un geodreno ed un tubo microfessurato di diametro pari a 500 mm per la raccolta delle acque; il riempimento è stato effettuato con sabbia e ghiaia stabilizzate con cemento e messe in opera con opportuna compattazione.

La struttura è stata infine chiusa superiormente con una soletta impermeabile.



### Verifiche di stabilità

Le prove di laboratorio sono state eseguite su campioni prelevati in sito allo scopo di avere una corretta definizione dei parametri delle formazioni in esame; essi sono stati introdotti nelle analisi di stabilità (locale e globale) del pendio per effettuare un predimensionamento delle strutture di cui sopra. Sono state analizzate:

- la situazione prima del crollo in assenza ed in presenza di acqua
- lo stato di fatto dopo la frana
- la situazione dopo l'intervento

Per le verifiche di stabilità globale si è utilizzato il metodo dell'equilibrio limite nella formulazione di Bishop modificato (1971). Tale metodo consente di mettere in conto superfici di scorrimento di forma qualunque e, benchè non soddisfi interamente l'equilibrio, come la maggior parte dei metodi usuali, conduce a valori del coefficiente di sicurezza  $F_S$  ragionevolmente cautelativi. A differenza di metodi più

complessi (es. Morgenstern e Price) non richiede ulteriori verifiche, a posteriori, sull'ammissibilità della "linea di spinta tra i conci" e sulle azioni tangenziali esistenti lungo le superfici verticali degli elementi in cui è diviso il pendio.

Nella successiva tabella sono riassunti i risultati ottenuti dalle elaborazioni di calcolo.

#### Risultati delle verifiche di stabilità globale

| Situazione<br>(-)                   |                         | Fattore di<br>sicurezza<br>(-) |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Prima del crollo<br>(Back-analysis) | In assenza di<br>acqua  | 1.317                          |
|                                     | In presenza di<br>acqua | 0.999                          |
| Stato di fatto                      | In presenza di<br>acqua | 1.156                          |
| Dopo<br>l'intervento <sup>1</sup>   | In presenza di<br>acqua | 1.392                          |
| Dopo<br>l'intervento <sup>2</sup>   | In presenza di<br>acqua | 1.332                          |

<sup>1</sup> Superficie di scivolamento passante sotto la base dei micropali / assenza dei tiranti

<sup>2</sup> Superficie di scivolamento secante i micropali / presenza dei tiranti

Dall'esame della tabella risulta il fattore di sicurezza ridotto ( $F_S < 1$ ) della situazione prima del crollo in presenza di acqua (simulazione dell'evento alluvionale).

La situazione dopo l'intervento è stata verificata in due casi:

- superficie di scivolamento che instabilizza il versante passante sotto la base dei micropali e dietro il bulbo dei tiranti;
- superficie di scivolamento che interessa le opere di sottofondazione ed i tiranti (si considera la forza stabilizzante dei tiranti).

In entrambi i casi il fattore di sicurezza ( $F_S$ ) è risultato maggiore di 1.3, per cui l'opera risulta verificata.

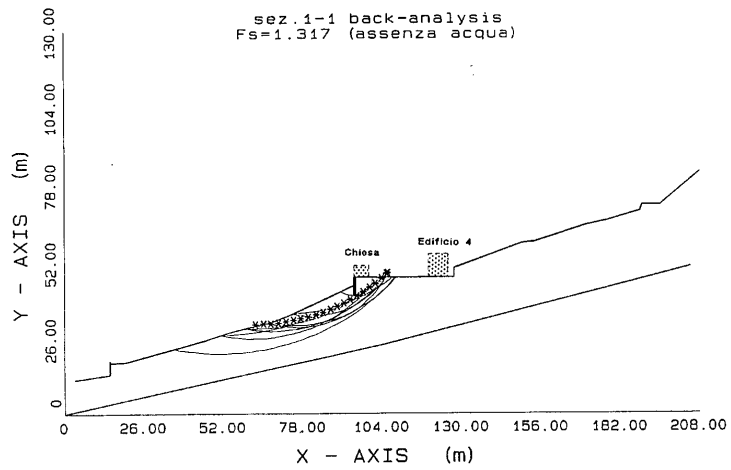


Fig. 3.12

**SAN RAFFAELE CIMENA**

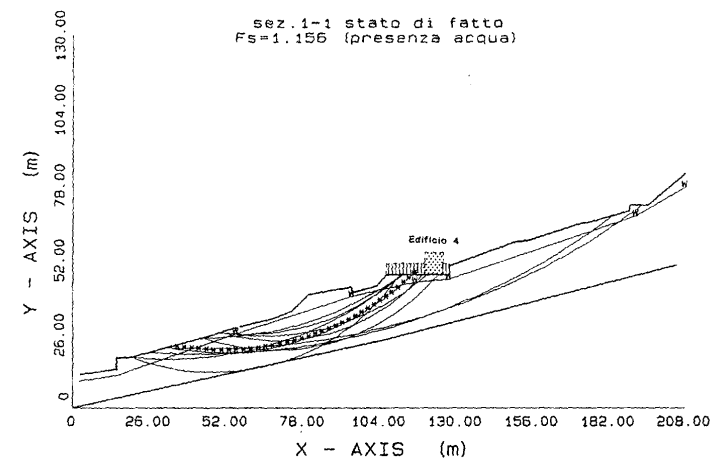
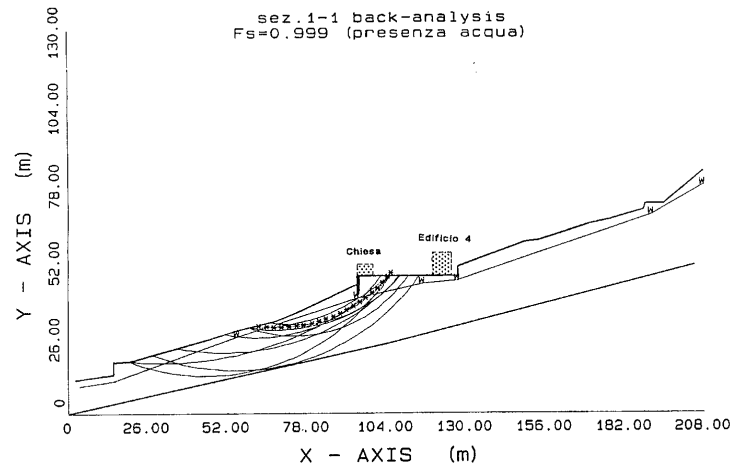
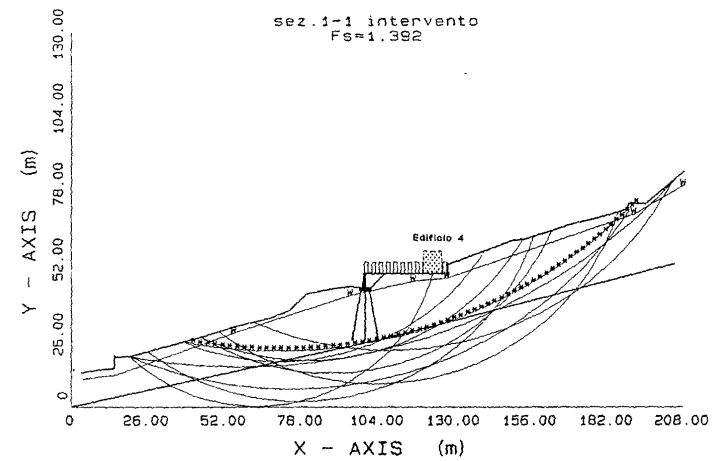


Fig. 3.14

**SAN RAFFAELE CIMENA**



**Verifiche di stabilità**

*Ricerca progettazione e consulenza nel campo della meccanica delle terre e dell'ingegneria delle fondazioni*

*Uffici: Corso Montevicchio, 50 / 10129 Torino / Tel. 011/5611811 (ric. aut.) / Telefax 011/5620568*

*E' vietata la riproduzione di questo documento senza preventiva autorizzazione scritta IG / Reproduction of this document is forbidden without prior written permission of IG*