INGEGNERIA INTEGRATA

DI ING. DIEGO DELL'ERBA
ingegneriaintegrata@ingegneriaintegrata.it
www.ingegneriaintegrata.it

INTERVENTO DI RECUPERO COSTONE TUFACEO IN FRANA BORGO DI CERI CERVETERI

III UNIVERSITA' DI ROMA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE GEOLOGICHE

INFORMAZIONI TECNICHE A.N.A.S.
DIPARTIMENTI NAZIONALI

C.N.R.
CENTRO STUDI RECUPERO AMBIENTALE

PRESIDENZA CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO NAZIONALE PROTEZIONE CIVILE

COMUNE DI CERVETERI

ASSESSORATO AI LL.PP.

INTERVENTO DI RECUPERO COSTONE TUFACEO IN FRANA BORGO DI CERI COMUNE DI CERVETERI (RM)

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

Il 18.maggio. del 2001

il Sindaco della citta' di Cerveteri emette una Ordinanza di Somma Urgenza mirata al recupero strutturale della parete Tufacea che fronteggia la strada di accesso all'Antico

Borgo di Ceri.

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

Con una Ordinanza Sindacale

viene nominato

Progettista e Direttore dei Lavori per il Recupero Strutturale del Fronte Tufaceo l'Ing. Diego Dell'Erba

gia' presente in zona con attivita'

Simili.

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

L'Ing. Diego Dell'Erba

Si attiva

Progettando il Recupero del Fronte Tufaceo utilizzando tecniche strutturali e tecnologie all'avanguardia

Consulente per la parte geologica

III UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA

Dipartimento di Geologia

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- **CARATTERISTICHE DEL TUFO**
- Unita' di colata piroclastica nota con il nome di "Tufo rosso a scorie nere ", alla cui base è presente l'unità nota come "Piroclastiti stratificate varicolori di Sacrofano ". Il bedrock dell'area è costituito dai depositi argillosi plio - pleistocenici

- Tutta l'area dove è avvenuta la frana e la fascia di immediato fondovalle, è inclusa nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P4) in base all'art. 10 del piano straordinario per l'Assetto Idrogeologico della Regione Lazio.

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Idrogeologicamente tutta l'area è condizionata dalla presenza di un bedrock impermeabile costituito dalle argille di base direttamente intaccato dalla attività erosiva del reticolo idrografico superficiale.

- Tutta l'area è interessata dalla presenza di un unico acquifero al letto delle unità piroclastiche che, a causa della natura molto permeabile dei terreni di copertura, risulta strettamente legato all'entità delle precipitazioni, e che però viene naturalmente drenato dal reticolo idrografico.

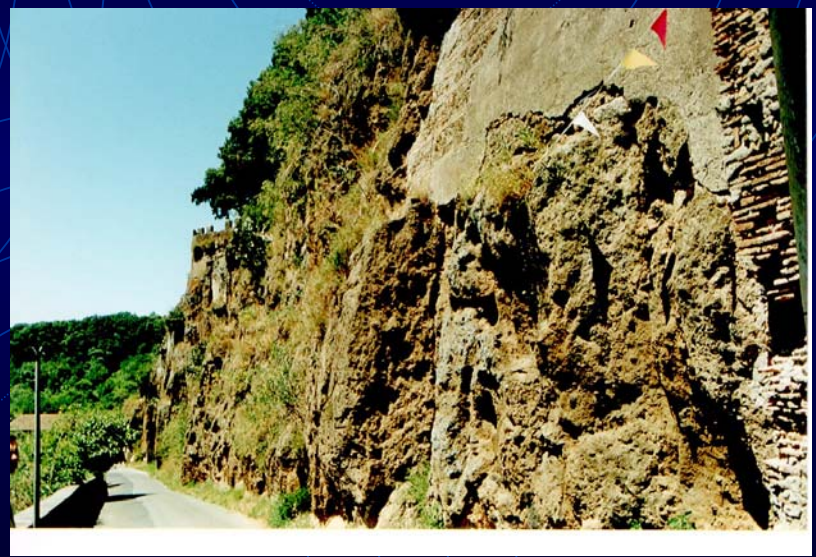
RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Tufo rosso a scorie nere affiorante lungo la strada che porta al Borgo di Ceri.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Visione della formazione di tufo rosso sulla strada che porta al Borgo di Ceri.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- *- Tufo rosso a scorie nere*
- Presenta una consistenza globalmente buona con una generalizzata litificazione e solo sporadici livelli più alterati con comportamento di tipo granulare attritivo.

- **Le prove di laboratorio eseguite hanno evidenziato i seguenti parametri:**

- **Densità - $\gamma = 1{,}35 - 1{,}55$ t/mc**
- **Compress. ELL - $\sigma = 10 - 30$ Kg/cmq**

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- *-Piroclastiti varicolori di Sacrofano*

- *Densità - γ = 1,4 – 1,8 t/mc*
- *Umidità – Wn = 35 – 50 %*
- *Angolo di Attrito φ = 34° - 35°*
- *Coesione drenata - C' = 0,1 – 0,2 Kg/cmq*
- *Mod. Edometrico – Eed (1–2 Kg/cmq) = 40 – 60 Kg/cmq*

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- *- Argille Plio- Pleistoceniche*
- *Umidità – Wn = 25, – 34,9%*
- *σ ammiss. (da pocket) = 3 – 5 Kg/cmq*
- *Coesione drenata (da vane test) = >1 Kg/cmq*
- *Compress. ELL - σ = 4,3 Kg/cmq*
- *Densità - γ = 1,85 – 2,05 t/mc*
- *Angolo di Attrito φ = 24° – 24°,5*
- *Coesione drenata - C' = 0,1 – 0.,35 Kg/cmq*
- *Mod. Edometrico – Eed (2–4 Kg/cmq) = 60 Kg/cmq*

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

Gli elementi strutturali impiegati sono delle Barre Dywidag inserite nel tufo e rese solidali con la massa tufacea mediante l'iniezione con malte speciali di tipo espansivo.

Un cordolo e speroni in c.s.a. opportunamente tirantati e posti alla base del fronte hanno la funzione di bloccare lo scivolamento della massa tufacea sulle argille sottostanti.

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Cartello indicante il Cantiere



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Cartello di cantiere con le indicazioni tecnico amministrative.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Vista della zona d'intervento.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare parete tufacea.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare zona d'intervento per il recupero strutturale della parete tufacea.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Veduta rampa di accesso.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Alcuni aspetti del cantiere in allestimento.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Posizionamento gru in cantiere.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Stazionamento gru alla base della rupe tufacea.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Montaggio strutture atte al passaggio delle persone al e dal Borgo.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Passaggio in allestimento



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Passaggio pedonale in fase di allestimento.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Passaggio pedonale rispondente alla normativa sulla sicurezza.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Braccio di gru mobile con operai che stanno procedendo al decespugliamento della parete tufacea.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolari delle fasi di decespugliamento della parete tufacea.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Indagini di geofisica sulla parete tufacea.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Barre Dywidag utilizzate per la chiodatura.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolari piastre di testata delle barre Dywidag.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Indagine visiva sullo stato dei massi tufacei in crisi statica.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Prove finalizzate a mettere a punto la metodologia d'intervento per la fase di chiodatura della parete tufacea.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Fase di inserimento delle barre dywidag nel tufo.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Vista della fase di foratura del tufo.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Vista aerea della fase di esecuzione fori nel tufo.



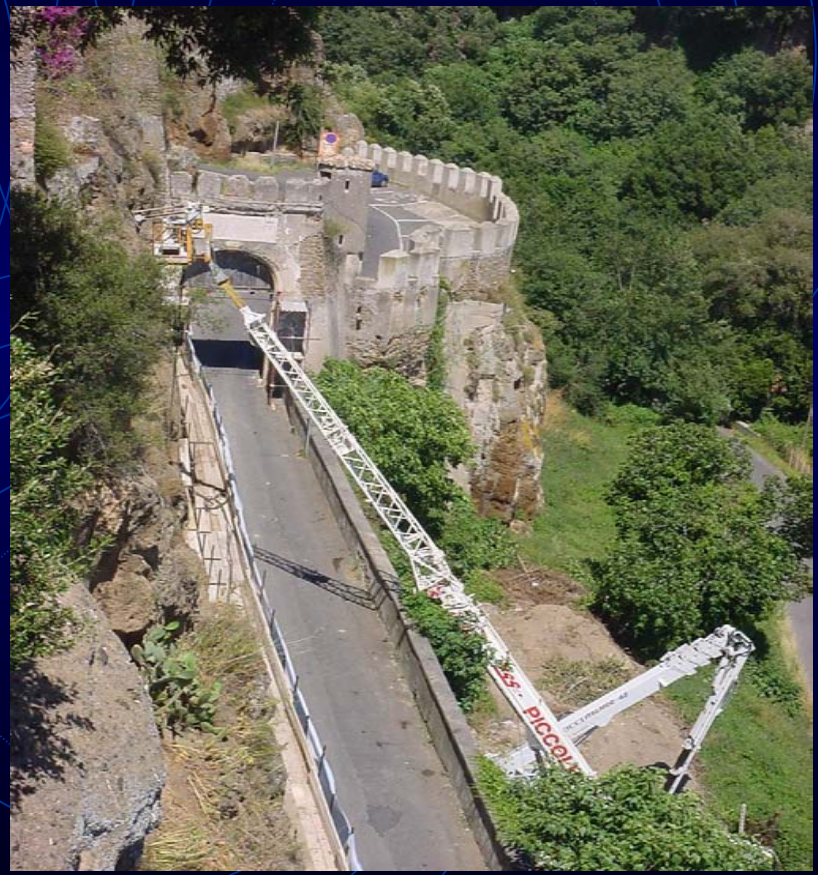
RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Misure strumentali sulla parete.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Vista aerea gru in fase di esecuzione fori nel tufo.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Vista della struttura in muratura e calcestruzzo messa in opera in tempi remoti allo scopo di bloccare i cedimenti delle fondazioni del castello.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Mescolatore per la preparazione della malta d'iniezione barre dywidag.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Preparazione fori per inserimento barre dywidag e tubi per iniezione malta.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Esecuzione posizionamento piastre di testata barre dywidag.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Esecuzione foro sperimentale nella muratura in calcestruzzo per conoscere dati utili per la progettazione.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Esecuzione foro sperimentale sulla muratura.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare attrezzatura esecuzione dei fori.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Esecuzione prova di strappo barra Dywidag.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare inserimento barra dywidag.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare foro per inserimento barre dywydag.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare foro per barra dywydag.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare parete dove si vedono i fori segnati dalla D.L.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare foro e barra dywidag.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare barra Dywidag.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare barra Dywidag.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare macchina di perforazione.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Mezzi in attivita' operativa.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Vista mezzi operativi all'opera.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Vista del cordolo posto alla base della massa tufacea avente funzione di opporsi ai movimenti della parete.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Cordolo in c.a. posto alla base del costone tufaceo.
- Nel cordolo sono annegati dei tiranti da 30 Tn. messi in tensione con 5 Tn.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Cordolo alla base del tufo per contrastarne la spinta.



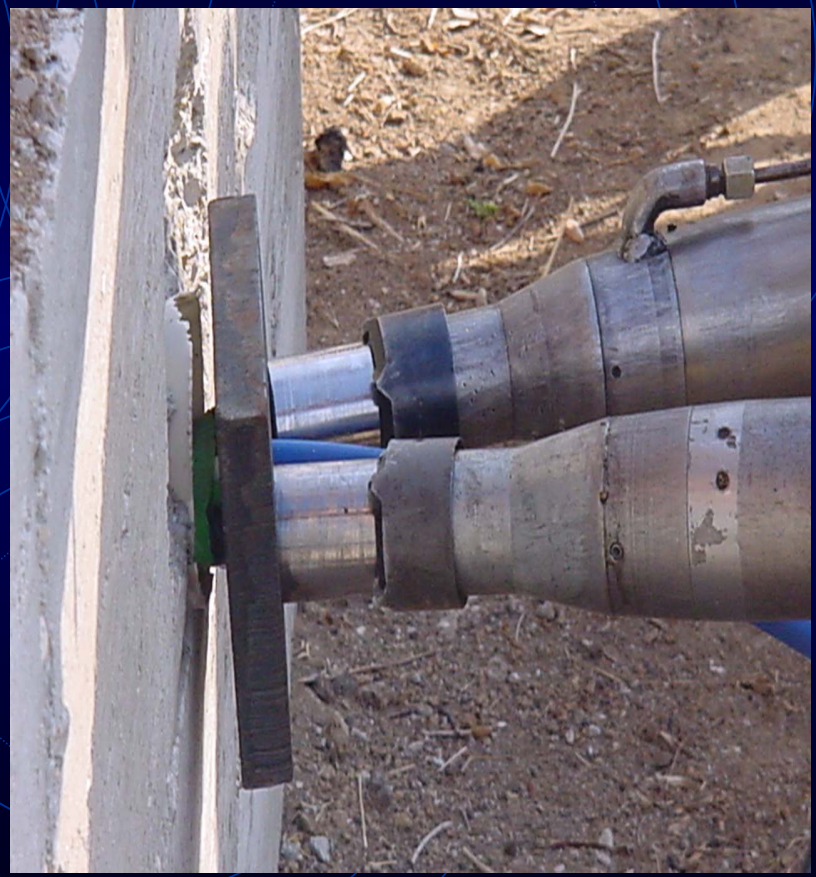
RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Preparazione martinetti di tiro.



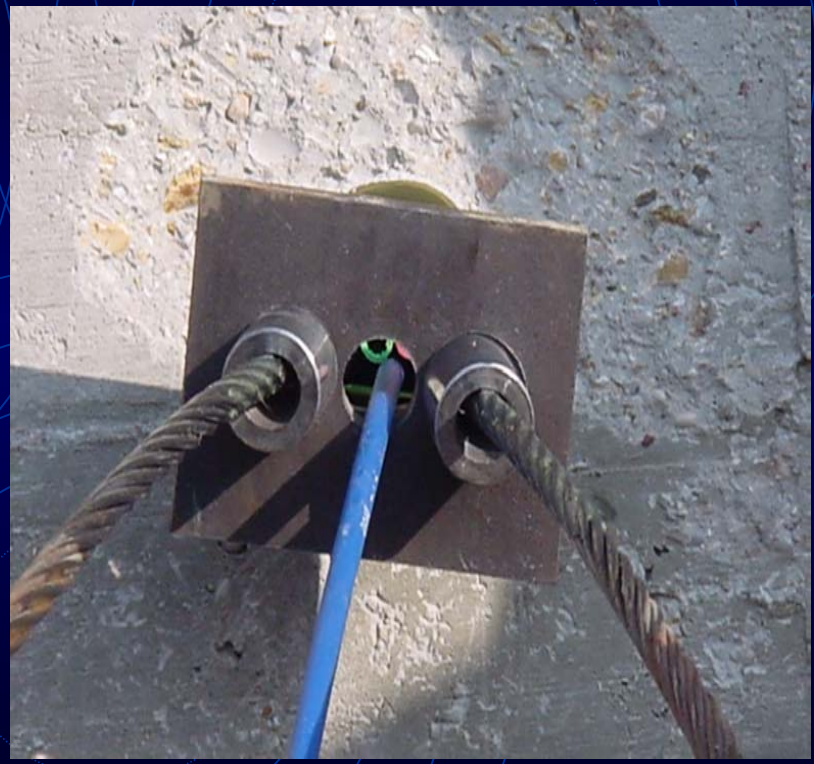
RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Martinetti per il tiro dei tiranti da 30 Tn.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare piastra di bloccaggio tiranti.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Barra dywidag predisposta per la prova di strappo.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Particolare barra dywidag.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Fase di tiro della barra dywidag per la prova di strappo.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Fase di strappo della barra dywidag.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- La barra dywidag oggetto della prova di strappo ha le seguenti caratteristiche:
- Diametro d = 26,5 mm.
- Lunghezza L = 8 mt.
- Tensione a cui la barra e' stata sollecitata T = 23 Tn.

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

PREVISIONE E PREVENZIONE FRANE

MEDIANTE RETE DI MONITORAGGIO

GPS

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

Obiettivi

Monitoraggio degli spostamenti di punti rappresentativi del movimento delle aree a rischio frane, nell'ambito delle attività a supporto della previsione e prevenzione degli eventi franosi nel quadro normativo della Difesa del suolo e delle misure per la prevenzione del rischio idrogeologico (L. 183/89 Difesa del Suolo e aggiornamenti, D.L. 180/98.

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

Descrizione

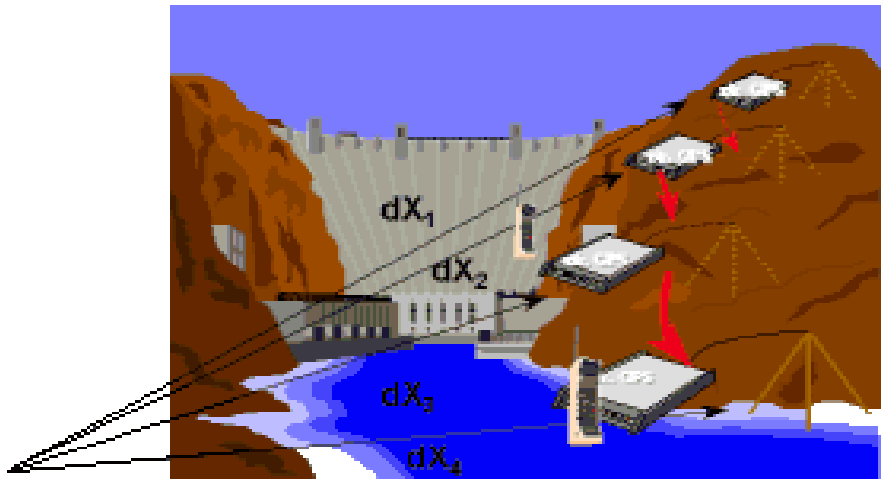
Il servizio, basato su tecnologie di geodesia spaziale, in particolare GPS, consente il monitoraggio dei movimenti franosi. Il monitoraggio viene effettuato controllando l'evoluzione temporale delle posizioni di alcuni punti localizzati in modo solidale con il corpo di frana (vedi illustrazione). La posizione di tali punti è rilevata ripetutamente nel tempo con tecnica GPS differenziale appoggiandosi ald una rete satellitare.L'accuratezza della posizione è rilevata con precisioni centimetriche, la frequenza di aggiornamento della posizione può raggiungere i venti minuti. Tale servizio presenta caratteristiche di elevata flessibilità, in quanto l'architettura della rete è appositamente studiata e realizzata per soddisfare le esigenze dell'utente ed è applicabile a:

- monitoraggio aree ad alto rischio

- monitoraggio di aree a lenta dinamica

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

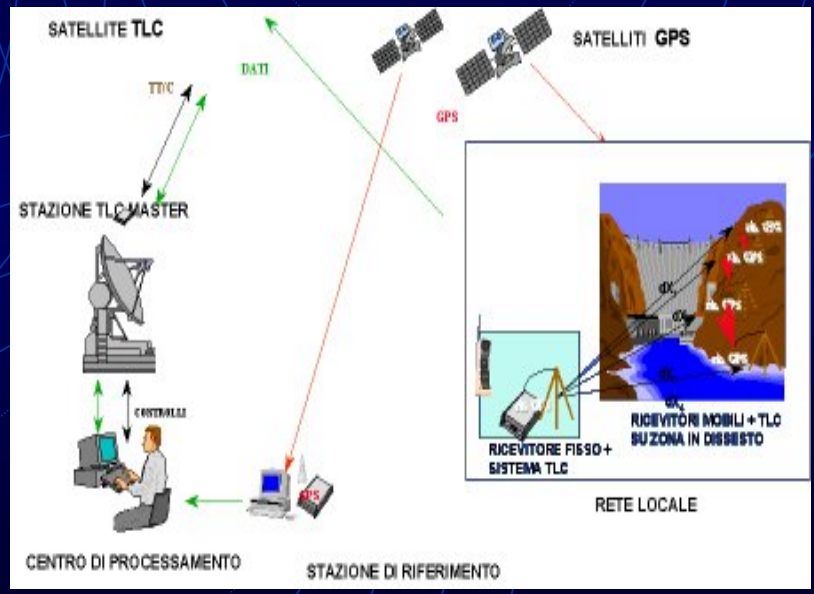
Sistema di rete locale sul costone dove e' avvenuto il crollo tufaceo



RICEVITORE MOBILE + SISTEMA DI TLC SU ZONA IN DISSESTO

RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Sistema di monitoraggio satellitare impiegato per tenere sotto controllo il movimento franoso del fronte di frana.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Antenna per la ricezione satellitare – tipo geodetica L1/L2 con piano di massa metallico per la mitigazione del disturbo sul segnale dovuto a fenomeni di multipath



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Caratteristiche dell'antenna Gps di tipo Choke Ring
- - antenna geodetica L1/L2 con architettura di tipo Choke Ring certificata dal consorzio Unavco



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Tecnico informatico impegnato nella messa a punto del ricevitore satellitare sul tetto del Comune.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- Antenna satellitare mobile.



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- **Caratteristiche del ricevitore Gps posizionato sul fronte di frana**
- - 24 canali su L1(Codice C/A), L1/L2 fase portante. Operativi anche durante la crittatura del codice P.
- - Memoria interna al ricevitore, 120 ore di dati con epoche a 15 secondi dati L1/L2 con 6 satelliti



RECUPERO STATICO BORGO DI CERI

- APPARATO RICEVENTE DI DECODIFICA DEL SEGNALE SATELLITARE CON INVIO A POSTAZIONE REMOTA PRESSO LO STUDIO di INGEGNERIA INTEGRATA di Ing. Diego Dell'Erba

