

## SCHEDA INTERVENTO E PROVE IN SITU

Chiesa di San Biagio in Cittiglio  
 Comune di Varese



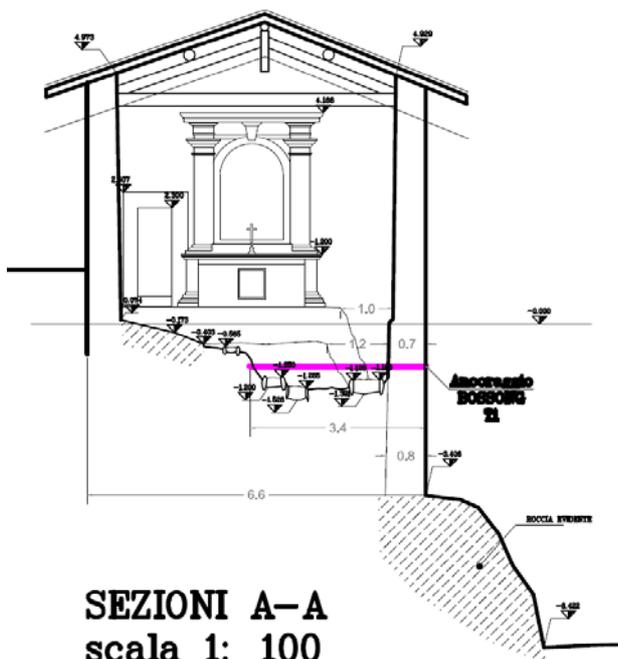
Durante questa fase si rimossero gli alzati delle due estremità murarie "soppassate" dell'abside originaria al fine di adeguarla a perfetto emiciclo. In un ulteriore momento di età romanica (seconda metà del XI secolo) si antepone alla facciata un massiccio corpo di fabbrica, sempre in muratura ad esclusivo impiego di pietra, di larghezza corrispondente a quella dell'aula romanica e profondità equivalente a circa la metà della stessa. La facciata del nuovo avancorpo venne così a costituire la nuova facciata esterna della Chiesa; la facciata è del tipo "a capanna", con ampia porta centrale ad arco a tutto sesto in ghiera in tufo locale e con singola monofora alla sommità della cuspide. L'altezza del piano pavimentale del nuovo atrio, condizionato dalla presenza del banco roccioso naturale, determinò l'innalzamento della soglia d'entrata della precedente facciata con relativo aumento dei gradini di discesa all'aula da due a quattro. Solo nell'area settentrionale dell'atrio, dove la profondità del declivio roccioso permise un adeguato riporto di terragno che consentisse la pratica inumatoria, iniziò la deposizione delle più antiche sepolture privilegiate. Successivamente (attorno al XIV secolo) il diaframma murario della prima facciata romanica venne smantellato al fine di ottenere una nuova e più capiente aula per l'uso liturgico. Solo in un secondo tempo si avrà l'abbattimento dell'abside e la costruzione in sua corrispondenza di una nuova facciata, mentre ad ovest, contro la parete interna della vecchia facciata dell'atrio, col tamponamento della porta centrale, si edificherà il nuovo altare seicentesco.

La Chiesa di San Biagio è il più antico edificio di Cittiglio: si tratta di un edificio religioso in muratura in pietra costituito da una cappella ad aula unica, a pianta rettangolare con altare ad ovest e campanile dislocato all'interno della facciata, a lato dell'unico accesso all'edificio. La torre campanaria, di proporzioni ridotte, risale al primo romanico (anno 100-1020) ed è priva di partizioni architettoniche e di finestre o feritoie, ad eccezione della cella campanaria. La Chiesa si erge su un terreno in pendio in roccia, arroccata sull'abitato, fu originariamente dedicata a Sant'Andrea; a partire dal XII secolo, una serie di atti documentali, la dicono edificata all'interno del castrum di Cittiglio.

Una prima campagna di scavi, eseguita nel 2006 a seguito della scoperta di numerosi reperti emersi durante i lavori di rifacimento della pavimentazione interna della chiesa, ha accertato che la chiesa odierna è il risultato di una serie di interventi edilizi, a volte radicali, già sottesi dall'irregolarità di alcuni alzati murari. La chiesa originaria, che potrebbe risalire all'età altomedievale, ebbe certamente un orientamento contrapposto a quello odierno, con altare canonicamente volto ad est. L'edificio, di modeste dimensioni e ad aula unica, potrebbe aver avuto un'abside semicircolare ad arco sorpassato. Lo scavo dell'area absidale e la verifica delle strutture che potrebbero appartenere a questo originario edificio altomedievale, forse distrutto da un accertato ed esteso incendio, sono stati oggetto di una campagna di indagine svoltasi tra il 2006 e il 2007. La Chiesa romanica si ipotizza possa essere il risultato di un pianificato ampliamento dell'originario impianto altomedievale, attraverso l'abbattimento e la ricostruzione del lato sud e dell'originaria facciata dell'aula sita ad ovest. L'ampliamento romanico fu concomitante all'edificazione della torre campanaria a sud dell'abside, all'interno della navata e in corrispondenza del suo angolo SE.



Estratto da "Scavi nella Chiesa di San Biagio a Cittiglio (Va)" R. Mella Pariani, J.Lorenzi FastiOnlineDocuments&Research



Come dimostrato da questo breve excursus storico, la chiesa, nel corso dei secoli, ha subito numerose modifiche, rifacimenti e demolizioni di ordine strutturale; questi numerosi interventi strutturali, uniti alla critica localizzazione su di un pendio scosceso e alla tipologia di terreno roccioso sottostante l'edificio religioso, potrebbero essere la causa del progressivo slittamento della parete laterale della chiesa.

L'intervento di consolidamento della Chiesa di San Biagio a Cittiglio (Va) rappresenta un esempio particolarmente significativo per le trattazioni delle problematiche che interessano il campo degli ancoraggi iniettati in quanto l'intervento prevede il vincolo della parete laterale della navata da realizzarsi mediante l'ancoraggio ad una parete di tipo roccioso; la peculiarità e la specificità dell'intervento di ancoraggio in parete rocciosa, ha reso necessaria una serie di **prove di estrazione**, effettuata in fase preliminare, per poter effettivamente valutare la risposta e il comportamento degli ancoraggi nello specifico contesto e per questa particolare applicazione; sono state quindi eseguite due prove su campioni di ancoraggi in corrispondenza dell'affioramento in roccia ed una prova in corrispondenza della parete in muratura per poter conoscere e valutare la resistenza offerta dai bulbi di ancoraggio in roccia e l'effettiva resistenza del paramento murario della parete laterale; in caso di risultati non pienamente soddisfacenti si sarebbe potuta valutare la necessità di intervenire con apposita attrezzatura di perforazione capace di realizzare un profilo sagomato all'interno del perforo garantendo così un miglior aggrappo al substrato roccioso.

In seguito alle prove effettuate e alla valutazione dei risultati ottenuti sono stati programmati gli interventi e progettate le diverse tipologie di ancoraggi da eseguire; in particolare gli ancoraggi iniettati sono stati eseguiti in diverse porzioni dell'edificio e per diverse finalità:

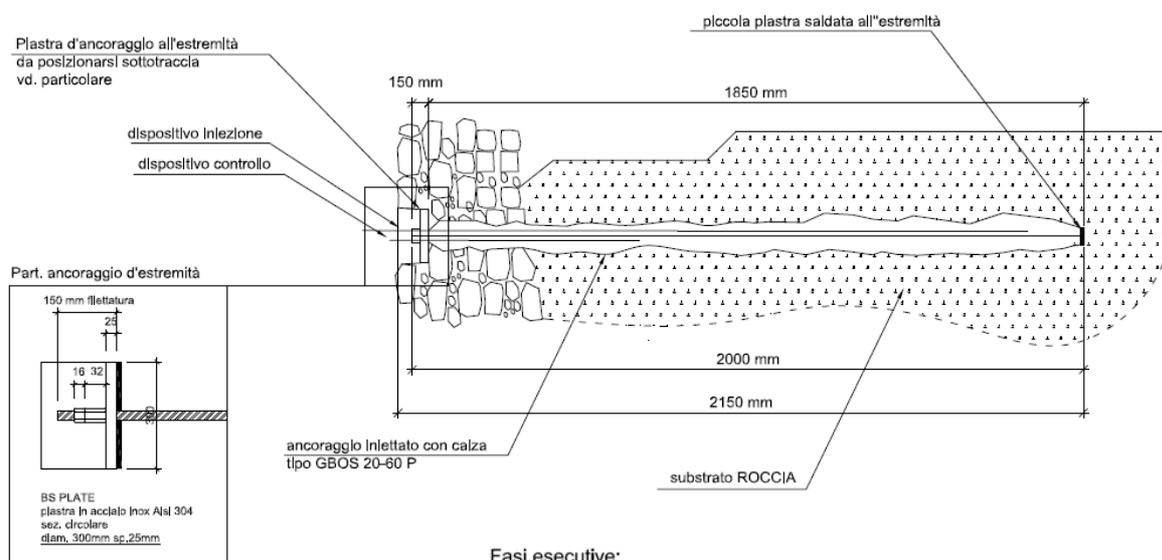
- **cuciture in corrispondenza del muro perimetrale contro terra** realizzate con ancoraggi iniettati con calza con piastra esterna ad una delle estremità;
- **cuciture tra facciata e parete laterale della navata** con ancoraggi iniettati con calza e con piastra esterna ad una delle estremità;
- **vincolo della parete laterale della navata** soggetta a slittamento realizzato mediante ancoraggi iniettati con calza inghisati in corrispondenza del substrato roccioso e vincolati con piastra esterna alla parete perimetrale in muratura; la scelta progettuale di ricorrere all'utilizzo di piastre esterne in corrispondenza della muratura è derivata da considerazioni sul risultato della prova di estrazione preliminare che non ha permesso di raggiungere i valori attesi a causa della scarsa resistenza della muratura.

In seguito sono riportate le caratteristiche specifiche degli ancoraggi utilizzati, alcune foto dell'intervento ed una breve sintesi delle prove di estrazione effettuate.

## DESCRIZIONE INTERVENTO

## Chiesa di San Biagio in Cittiglio (Va)

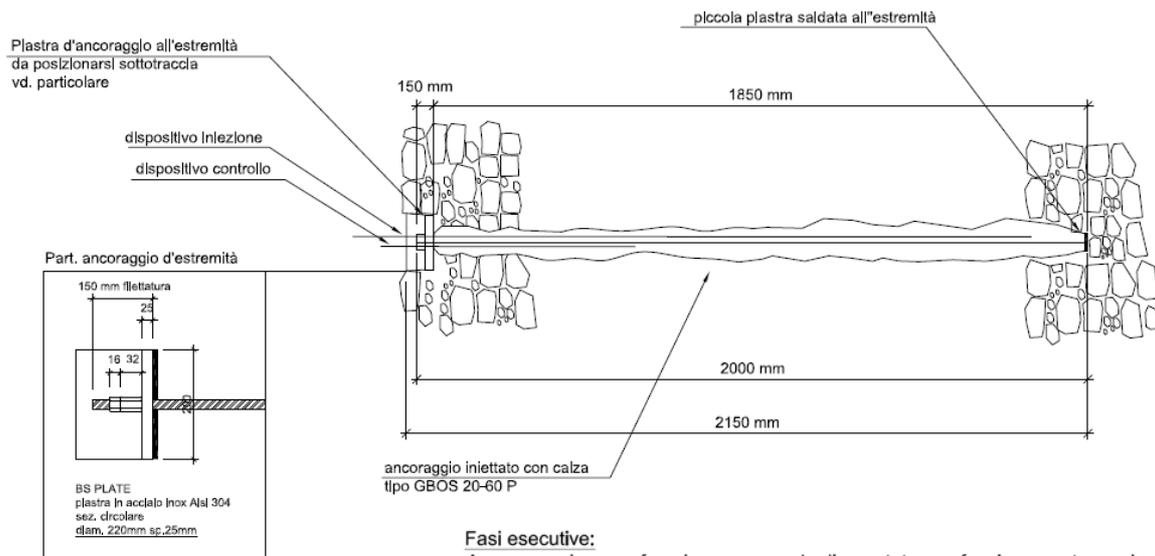
Descrizione	Diametro	Lunghezza totale
<b>ANCORAGGI CUCITURA MURO PERIMETRALE CONTRO TERRA (T1-T2)</b>		
n. 2 ancoraggi iniettati con calza mod. GBOS 20-60 P costituiti da barre tipo GBOS 20/304 in acciaio inossidabile AISI 304 con filettatura continua su tutta la lunghezza, complete di calza per il controllo dell'iniezione della malta, appositi tubicini di iniezione e malta Presstec specifica per iniezioni con calza	20 mm	2 x 2,00 m
perforazioni orizzontali con sonda diamantata con funzionamento a sola rotazione	60 mm	2 x 2,15 m
n.2 piastre di ancoraggio di estremità mod. BS-PLATE in acciaio inossidabile AISI 304 a sezione circolare con foro centrale Ø26 e spessore 25 mm; inclusi dado e controdado	300 mm	



## Fasi esecutive:

- esecuzione perforazione con sonda diamantata con funzionamento a sola rotazione diam. 60 mm - lung. 2,15 m
- inserimento tubi di protezione BOS-TP
- assemblaggio e inserimento ancoraggio iniettato con calza mod. GBOS 20-60 P
- iniezione bulbo lung. 1,85 m effettuata dall'estremità dell'ancoraggio
- successiva installazione piastra di ancoraggio BS PLATE all'estremità

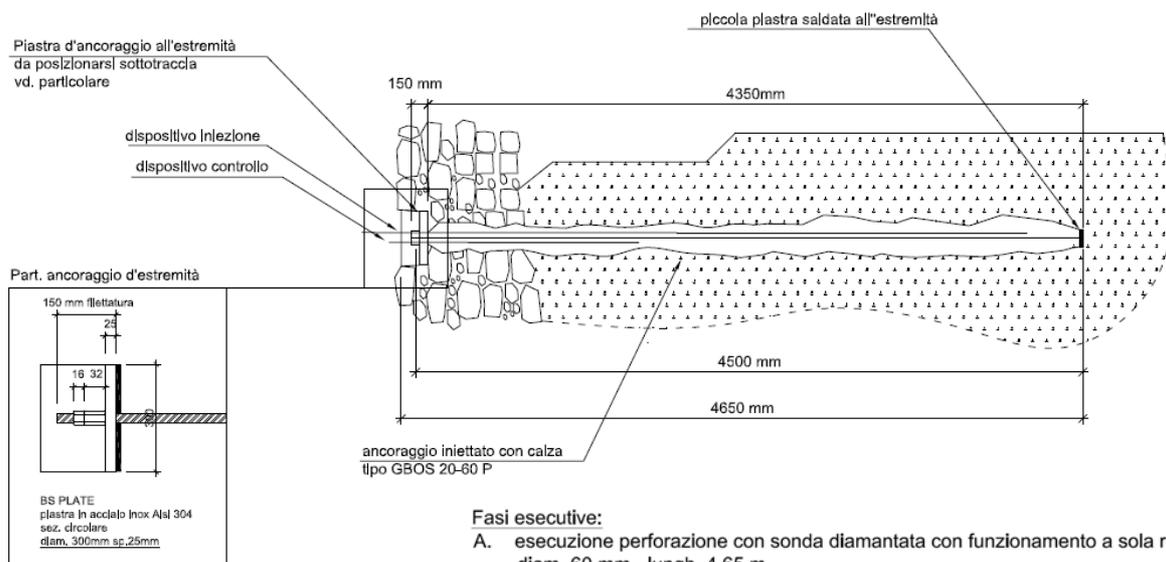
Descrizione	Diametro	Lunghezza totale
<b>ANCORAGGI CUCITURA FACCIATA – PARETE LATERALE NAVATA (T3-T4)</b>		
n. 2 ancoraggi iniettati con calza mod. GBOS 20-60 P costituiti da barre tipo GBOS 20/304 in acciaio inossidabile AISI 304 con filettatura continua su tutta la lunghezza, complete di calza per il controllo dell'iniezione della malta, appositi tubicini di iniezione e malta Presstec specifica per iniezioni con calza	20 mm	2 x 2,00 m
perforazioni orizzontali con sonda diamantata con funzionamento a sola rotazione	60 mm	2 x 2,15 m
n.2 piastre di ancoraggio di estremità mod. BS-PLATE in acciaio inossidabile AISI 304 a sezione circolare con foro centrale Ø26 e spessore 25 mm; inclusi dado e controdado	220 mm	



**Fasi esecutive:**

- A. esecuzione perforazione con sonda diamantata con funzionamento a sola rotazione diam. 60 mm - lungh. 2,15 m
- B. inserimento tubi di protezione BOS-TP
- C. assemblaggio e inserimento ancoraggio iniettato con calza mod. GBOS 20-60 P
- D. iniezione bulbo lungh. 1,85 m effettuata dall'estremità dell'ancoraggio
- E. successiva installazione piastra di ancoraggio BS PLATE all'estremità

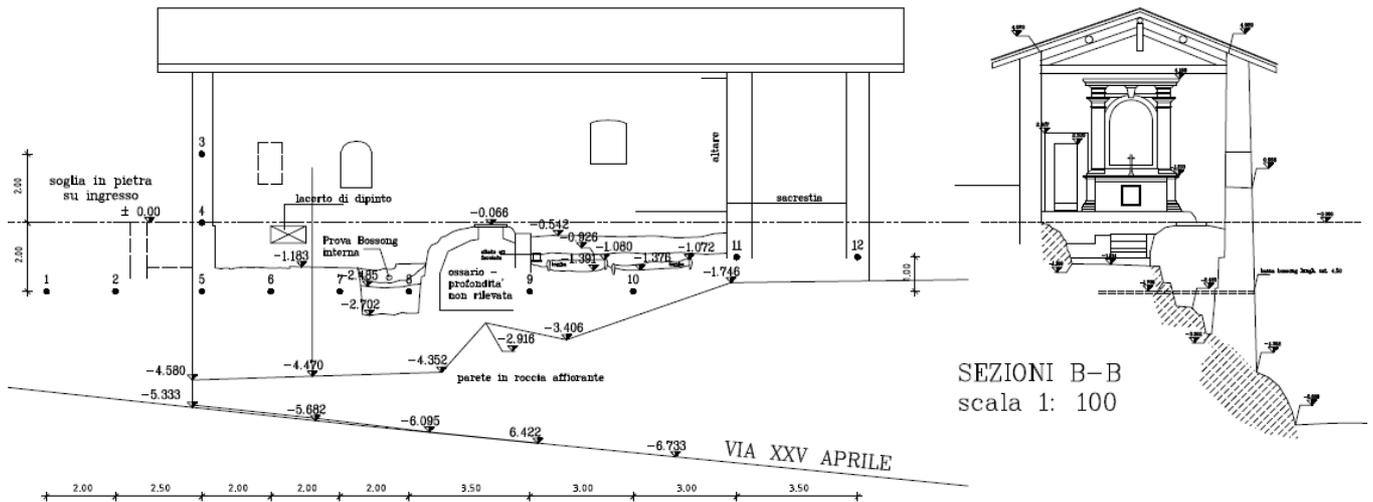
Descrizione	Diametro	Lunghezza totale
<b>ANCORAGGI MURATURA PARETE PERIMETRALE – ROCCIA IN FONDAZIONE (T5-T12)</b>		
n. 8 ancoraggi iniettati con calza mod. GBOS 20-60 P costituiti da barre tipo GBOS 20/304 in acciaio inossidabile AISI 304 con filettatura continua su tutta la lunghezza, complete di calza per il controllo dell'iniezione della malta, appositi tubicini di iniezione e malta Presstec specifica per iniezioni con calza	20 mm	8 x 4,50 m
perforazioni orizzontali con sonda diamantata con funzionamento a sola rotazione	60 mm	8 x 4,65 m
n.2 piastre di ancoraggio di estremità mod. BS-PLATE in acciaio inossidabile AISI 304 a sezione circolare con foro centrale Ø26 e spessore 25 mm; inclusi dado e controdado	300 mm	



**Fasi esecutive:**

- A. esecuzione perforazione con sonda diamantata con funzionamento a sola rotazione diam. 60 mm - lungh. 4,65 m
- B. inserimento tubi di protezione BOS-TP
- C. assemblaggio e inserimento ancoraggio iniettato con calza mod. GBOS 20-60 P
- D. iniezione bulbo lungh. 4,35 m effettuata dall'estremità dell'ancoraggio
- E. successiva installazione piastra di ancoraggio all'estremità

Schemi di intervento



Prospetto e sezione indicativa degli ancoraggi iniettati con calza (T1-T12)

Documentazione fotografica



Posizionamento ancoraggi



Particolare estremità ancoraggio prima dell'iniezione della malta



Particolare estremità ancoraggio dopo l'iniezione della malta



Piastra esterna di ancoraggio ad una delle estremità

## FASI DI INTERVENTO

### 1. La progettazione, la produzione e la consegna degli ancoraggi e della malta in cantiere

Sulla base delle indicazioni progettuali e delle informazioni rilevate in cantiere sono state definite le caratteristiche degli ancoraggi Bossong necessari per la specifica applicazione; successivamente gli ancoraggi e la malta sono stati trasportati in cantiere, accuratamente imballati e protetti e adeguatamente stoccati in un luogo riparato ed asciutto.

### 2. La perforazione

L'installazione degli ancoraggi è stata effettuata all'interno di fori realizzati nella muratura per mezzo di carotatrici con sonda diamantata con funzionamento a sola rotazione in modo da evitare effetti di vibrazione e di percussione sulle strutture murarie.

Successivamente alla perforazione sono stati inseriti, all'interno dei fori, i tubi di protezione BOS TP, specifici per la posa degli ancoraggi iniettati con calza, in modo da evitare l'ostruzione dei perfori e facilitare l'inserimento degli ancoraggi.

### 3. L'assemblaggio e la posa

Gli ancoraggi Bossong dotati di specifica calza in tessuto e di specifici dispositivi di iniezione sono stati inseriti nei perfori all'interno dei tubi di protezione, opportunamente rimossi prima dell'iniezione.

### 4. La preparazione della malta e l'iniezione.

La malta specifica, opportunamente miscelata con acqua ed inserita nell'apposita pompa a pressione è stata iniettata ad una pressione di circa 3-4 bar.



## PROVE DI ESTRAZIONE IN SITU

### Descrizione delle fasi di prova

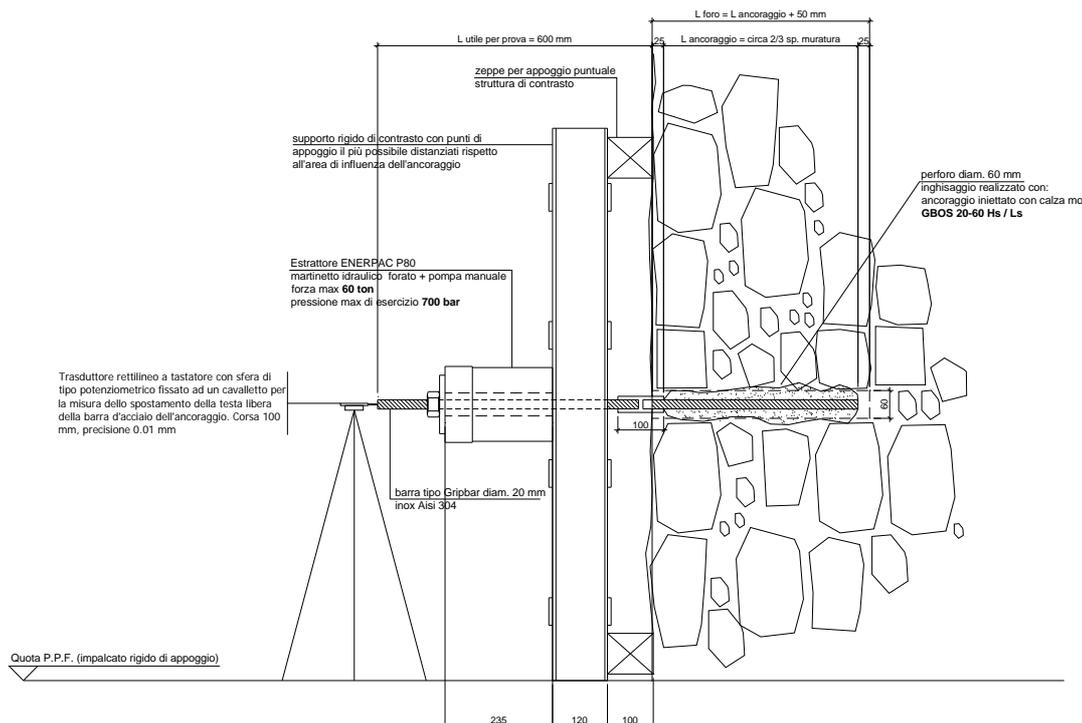
Numero Prove di Estrazione :	3	Codice delle prove:	P1-P2-P3
Tipologia di ancoraggio mod. :			GBOS 20-60 P
Tipologia malta di iniezione :			Presstec (P)
Lunghezza effettiva ancoraggio [mm] :			500
Diametro effettivo perforo [mm] :			62
Inclinazione ancoraggio :			sub-orizzontale

#### Fasi di prova:

- esecuzione di perforazioni perfettamente rettilinee con carotatrice attrezzata con sonda diamantata, con funzionamento a sola rotazione e con raffreddamento ad acqua, raccolta e conservazione delle carote in apposite cassette catalogatrici;
- fornitura degli ancoraggi campione iniettati con calza e della relativa malta;
- posa degli ancoraggi campione e iniezioni di specifica malta;
- confezionamento mezzo cubiere in poliuretano di provini cubici 100x100x100 [mm] e relative prove di compressione;
- esecuzione di prove di estrazione su ancoraggi campione, 28gg dopo aver completato le iniezioni di specifica malta, con le attrezzature e la strumentazione di prova di seguito descritta;
- redazione di relazione tecnica di prova, illustrativa delle modalità di prova e dei risultati ottenuti con diagrammi carico-spostamento sulla base delle letture continue del carico e degli spostamenti dell'estremità della barra, corredata di documentazione fotografica.

### Attrezzatura e strumentazione di prova

- cilindro forato a spinta posizionato in asse all'ancoraggio con superficie di appoggio ortogonale al foro; forza max a spinta ~ 576 kN, foro  $\varnothing$  53,8 mm, dimensioni esterne  $\varnothing$  159 x H 247 mm, corsa 76 mm, peso ~ 28,1 kg, pressione max. 700 bar
- la forza applicata viene misurata attraverso un trasduttore di pressione applicato al circuito idraulico; pressione massima 700 bar, precisione 0,1 bar;
- trasduttore rettilineo a tastatore con sfera di tipo potenziometrico fissato ad un cavalletto per la misura dello spostamento della testa libera della barra d'acciaio dell'ancoraggio; corsa 50 mm, risoluzione 0,01 mm;
- pompa manuale oleodinamica da 700 bar;
- per l'esecuzione dei rilievi verrà utilizzato un sistema digitale di acquisizione dati in automatico composto da un personal computer (PC) collegato alla centralina di acquisizione/conversione A/D (analogico/digitale). Il sistema è gestito da software appositamente sviluppato per rilievi in campo ed operante in ambiente Windows. Nel caso specifico la registrazione delle indicazioni strumentali (carico o pressione e spostamento) verrà condotta ad intervalli di tempo predefiniti.



Tipologia muraria e localizzazione delle prove

Prove P1-P2:

- ancoraggi campione installati in corrispondenza dell'affioramento roccioso;
- la finalità è valutare la resistenza offerta dai bulbi di ancoraggio in roccia.



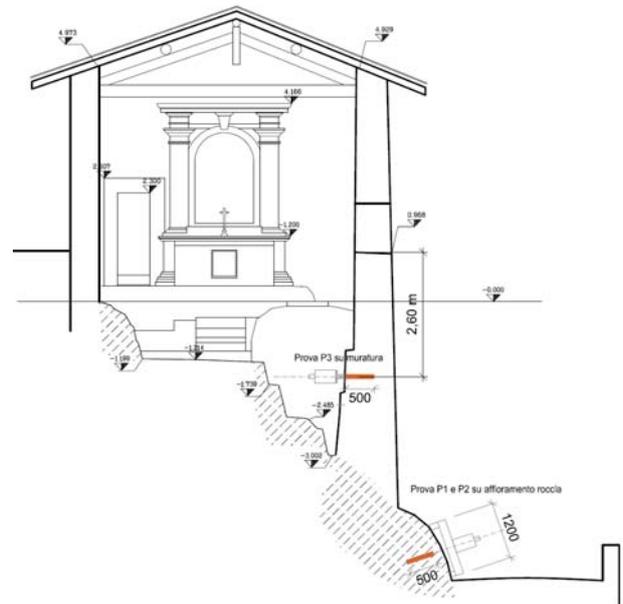
Affioramento roccioso costituito da calcare compatto di colore bianco-verdastro

Prova P3:

- ancoraggi campione installati in corrispondenza della parete in muratura;
- la finalità è valutare le caratteristiche di resistenza offerta dal paramento in muratura e il legame con il bulbo di ancoraggio.

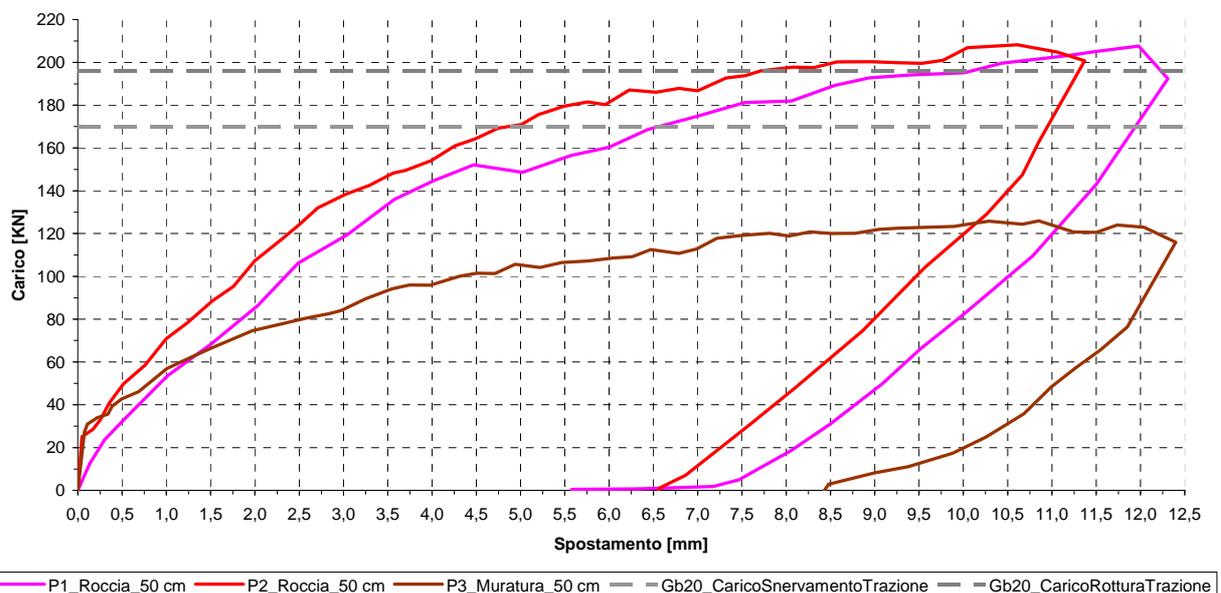


Muratura in pietra  
Elementi resistenti: conci di dimensioni medie (calcarei compatti e arenarie)  
Malta di allettamento: compatta



Risultati delle prove

BOSSONG S.p.a.  
PROVE ESTRAZIONE su ancoraggi iniettati con calza GBOS 20-60  
PARROCCHIA SI SAN GIULIO PRETE - CHIESA DI SAN BIAGIO  
COMUNE DI CITTIGLIO (Va)



Diagrammi carico-spostamento

## Case Histories – Scheda di Intervento

I principali meccanismi di collasso individuati sono:

- rottura/snervamento barra acciaio (P1-P2);
- rottura del substrato (P3).

Le prove effettuate hanno evidenziato una buona resistenza dell'ancoraggio in roccia (P1-P2) che ha permesso di raggiungere valori di carico ultimo prossimi alla rottura/snervamento delle barre in acciaio mentre la prova condotta in corrispondenza della muratura della navata laterale (P3) ha offerto resistenze inferiori ma comunque accettabili per il contesto in cui si è operato (tipologia muraria e costruttiva); la modalità di rottura è in questo caso avvenuta lato substrato a significare che l'ancoraggio ha permesso di sfruttare tutte le risorse della muratura in oggetto.

<b>Il cantiere</b>	Chiesa di San Biagio a Cittiglio (Va)
<b>Committente</b>	Parrocchia di San Giulio Prete, Comune di Cittiglio (Va)
<b>Progettazione interventi strutturali</b>	Ing. Antonio Cellina
<b>Progettazione architettonica</b>	Studio tecnico Geom. Pietro Sammartini
<b>Direzione dei lavori</b>	Arch. Gianni Pozzi
<b>Impresa esecutrice delle opere</b>	Edil3tre – Vigliano Biellese (Bi)
<b>Perforazioni e Posa Ancoraggi Bossong</b>	Edil3tre – Vigliano Biellese (Bi) - Installatore Certificato Bossong spa
<b>Fornitura e consulenza tecnologia Bossong</b>	Bossong spa – Grassobbio (Bg)