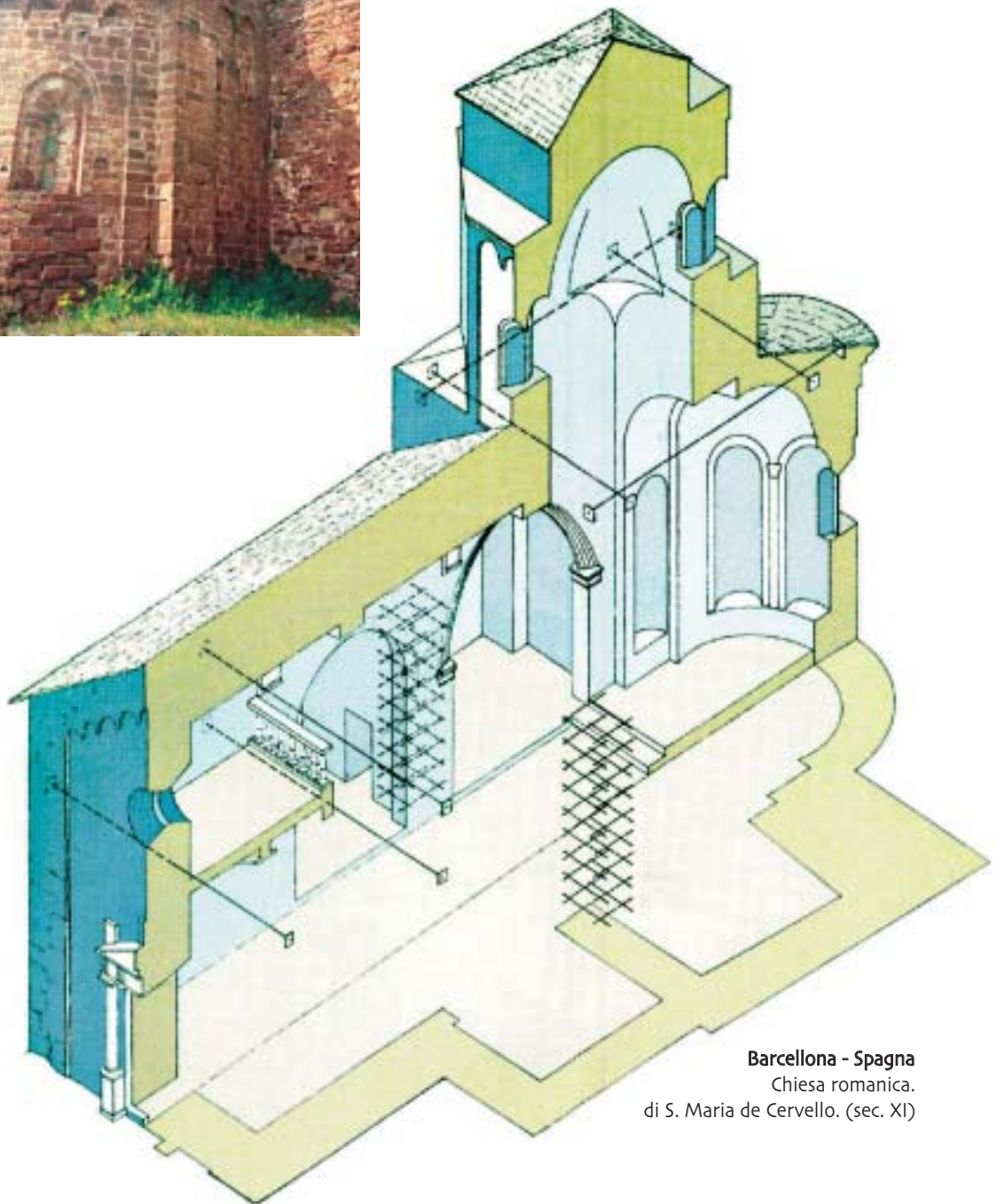
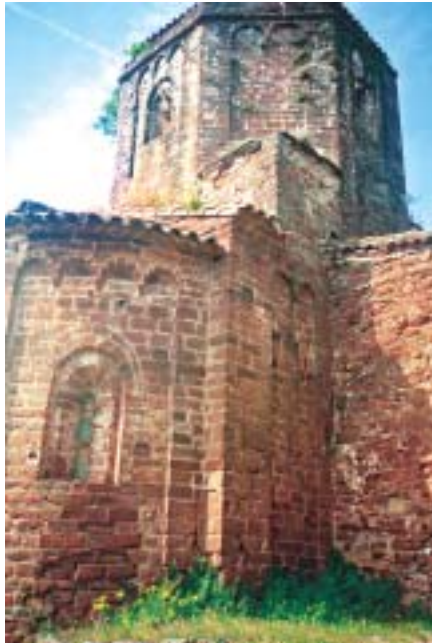




**SICEM**

**Specialisti nel  
consolidamento  
monumentale**





Barcelona - Spagna  
Chiesa romanica.  
di S. Maria de Cervello. (sec. XI)

# Specialisti nel consolidamento monumentale

---



La SICEM è una ditta specializzata nel consolidamento degli edifici monumentali, sui quali interviene con **tecniche e metodologie specifiche, appositamente studiate e collaudate da anni di attività.**

Le tecniche di consolidamento usualmente impiegate sono:

## PERFORAZIONI PER INSERIMENTO DI TIRANTI NELLE MURATURE

- perforazioni a secco
- perforazioni a dispersione dei liquidi di raffreddamento

## SOLLEVAMENTO E CONSOLIDAMENTO DI ARCHI E VOLTE

## INIEZIONI STRUTTURALI

## CONSOLIDAMENTO STATICO DI STRUTTURE LIGNEE

Il recupero dei beni architettonici esistenti è un campo di grande interesse per la varietà di problematiche e di casi unici che spesso ci si trova a dover affrontare, ma proprio per questo necessita di grande esperienza e di una approfondita conoscenza della realtà sulla quale si deve intervenire. Non si tratta infatti di “applicare” soluzioni standardizzate, come avviene nell’ambito delle costruzioni ex-novo, ma di ricercare le origini e le cause dei dissesti attraverso diagnosi approfondite, necessarie per valutare l’effettiva situazione statica della struttura e l’eventuale necessità di un intervento di rinforzo. Solo in questo modo è possibile operare nel rispetto di quanto, fino ad ora, il tempo e gli uomini ci hanno tramandato.

Per questo motivo **le metodologie di intervento utilizzate dalla SICEM nascono dall’osservazione delle antiche tecniche di costruzione, fondate sulle leggi della statica, e si sviluppano con l’aiuto di moderne tecnologie, in continua evoluzione.**

Anche per i materiali utilizzati sono validi gli stessi principi, ci si serve di **prodotti con caratteristiche il più possibile simili a quelli utilizzati nel passato e che in ogni caso garantiscano la compatibilità con i materiali esistenti.**

Per ogni singolo intervento si tratta dunque di studiare la soluzione più idonea per l’esistente, capace di restituire alla struttura la propria funzionalità originaria. Nel caso in cui ciò non sia possibile, ed è comunque necessario intervenire per motivi di sicurezza, è fondamentale che le tecniche utilizzate siano vicine alla tradizione costruttiva, in modo da raggiungere risultati più duraturi e compatibili nel lungo periodo.



## PERFORAZIONI A SECCO

Le perforazioni con sonde diamantate vengono generalmente utilizzate per l'inserimento di tiranti (attivi o passivi) in murature che, per vari motivi, necessitano di consolidamenti tramite l'inserimento di barre in acciaio normale, ad alta resistenza o inox, in base alle specifiche richieste progettuali. L'esecuzione del carotaggio per l'inserimento delle barre in acciaio presenta, in alcuni casi specifici, difficoltà considerevoli derivanti dalla dispersione dei liquidi di raffreddamento della sonda diamantata che, come ben noto, necessita di un continuo raffreddamento (circa 14 di acqua al minuto). Onde evitare dannose dispersioni di acqua nei muri (con affreschi, stucchi o decorazioni), **la S.I.C.E.M. si avvale fin dal 1984 di una propria ed esclusiva tecnologia che permette il recupero totale dei liquidi di raffreddamento durante il carotaggio.** Il nostro know-how ci permette di eseguire carotaggi singoli di lunghezze considerevoli\*, senza dispersione alcuna e comunque senza l'uso di sistemi "ibridi" acqua-aria che, con una considerevole pressione d'esercizio, possono causare danni irreversibili agli intonaci interni ed esterni. Detti impianti di carotaggio da noi progettati, costruiti e continuamente migliorati ci permettono di operare su strutture pregiate ottenendo risultati affidabili e sicuri, tanto che la nostra tecnologia viene costantemente richiesta oltre che in Italia anche all'estero, come appunto dimostrano le nostre referenze.

Le scelte tecniche compiute sono frutto di molteplici prove e modifiche che hanno condotto alla costruzione di macchinari che forniscono un alto grado di affidabilità.

Le dimensioni e i pesi delle attrezzature sono molto contenuti in modo da poter operare su un normale ponteggio da cantiere.

\* tra i quali:

- m 35 Palazzo Dandolo, Adro (Bs) - anno 1984
- m 32 Villa Rigacci a Pietrasanta (Lu) - anno 1991
- m 31 Chiesa Parrocchiale di Calolziocorte (Lc) - anno 1995



### Cerete Alto - Bergamo

Cappella dei Fantoni.

Perforazione e relativa tirantatura della facciata affrescata ed altre opere di risanamento conservativo.



**Adro - Brescia**

Palazzo Dandolo.

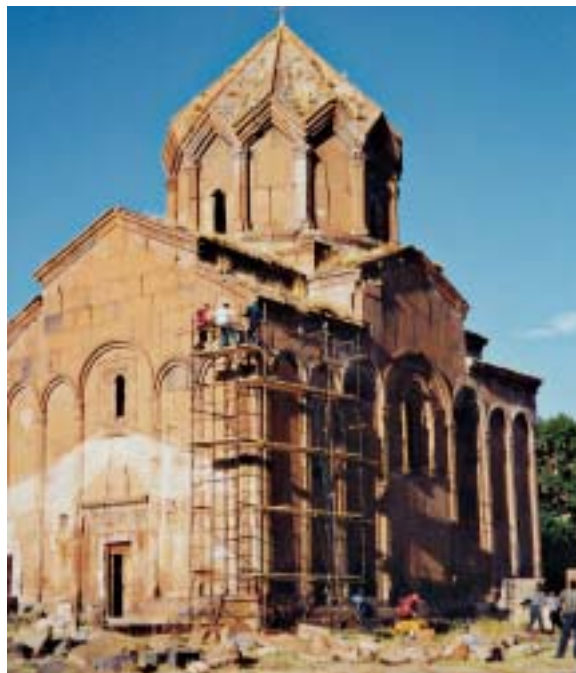
Varie perforazioni e relative tirantature per il consolidamento statico dell'edificio.



**Città del Vaticano**

Cappella Sistina.

Microcarotaggi nel "Giudizio Universale" necessari alla realizzazione dell'impianto di climatizzazione.



**Armenia**

Complesso monastico di Marmashen Chiesa di S. Stefano (XI sec.).  
Varie perforazioni e tirantature atte a ripristinare la stabilità strutturale, gravemente lesionata da due scosse sismiche di alta intensità.



## PERFORAZIONI A DISPERSIONE DEI LIQUIDI DI RAFFREDDAMENTO

Le perforazioni in murature ordinarie, che non richiedono particolari precauzioni, vengono effettuate senza il recupero dei liquidi necessari al raffreddamento delle sonde diamantate.

In molti casi il consolidamento di manufatti quali torri, campanili, edifici rurali, ponti, viene effettuato mediante l'inserimento di tiranti che comportano l'esecuzione di perforazioni interne alla muratura. Trattandosi per lo più di costruzioni in muratura di pietrame o mattoni a vista, prive di elementi decorativi facilmente deteriorabili, come pareti affrescate o rivestite con intonaci pregiati, è possibile intervenire con tecnologie a dispersione dei liquidi di raffreddamento, garantendo il rispetto degli elementi costruttivi sui quali si opera.

In questi casi la perforazione tradizionale offre infatti una maggiore convenienza economica, una velocità esecutiva superiore a quella effettuata con il recupero dell'acqua di raffreddamento, mentre rimangono invariate le caratteristiche legate al risultato e al tipo di macchinario utilizzato ovvero il minimo ingombro dell'attrezzatura, la possibilità di installazione su qualsiasi ponteggio ed a qualsiasi altezza, il controllo costante durante la perforazione.



**Bergamo Alta**  
Porta San Giacomo.  
Consolidamento del viadotto mediante l'inserimento di tiranti "a dispersione" e successiva iniezione di materiali compatibili a quelli esistenti.



**Fonteno - Bergamo**  
Chiesa parrocchiale.  
Inserimento di n° 12 tiranti.

# SOLLEVAMENTO E CONSOLIDAMENTO DI ARCHI E VOLTE

La SICEM affronta da anni il problema del consolidamento di archi e volte, intervenendo con tecniche differenti a seconda della tipologia della volta, della natura dei materiali che la costituiscono e delle cause dei dissesti. Tutti gli interventi sono condotti con metodi e materiali compatibili con le tecnologie costruttive degli elementi strutturali sui quali si opera.

Nel caso specifico di volte o archi che presentano delle parti cedute, con conseguente perdita della geometria originaria, si procede al sollevamento, riportando la volta ad una configurazione tale da garantire che le forze possano essere trasmesse a semplice compressione tra i conci.

Se la causa dei dissesti di archi e volte è la presenza di incatenamenti o contrafforti inadeguati, si procede all'inserimento di elementi capaci di contenere le azioni esercitate dalle strutture spingenti (tiranti o altro).

In tutti i casi deve essere garantito il ripristino della continuità della struttura delle volte mediante la cucitura delle lesioni ed eventuali operazioni di rinforzo strutturale. È opportuno che tutte le operazioni di consolidamento di volte ed archi vengano accompagnate da verifiche teoriche della stabilità, mediante metodi grafici semplificati o con metodi di calcolo più sofisticati.



Sale Marasino - Brescia

Chiesa dei Disciplini.

Fase preliminare di messa in sicurezza della volta.



## INIEZIONI STRUTTURALI

Il consolidamento delle murature effettuato mediante iniezioni a bassa o media pressione costituisce un altro campo di specializzazione della SICEM. Tale tecnica viene impiegata sia per il **preconsolidamento di strutture pericolanti** ove sono necessarie successive operazioni di perforazione per inserimento di tiranti (bonifica della muratura), sia per **l'incremento delle caratteristiche meccaniche di murature ammalorate o di cattiva realizzazione** (presenza di discontinuità e di alte percentuali di vuoti, perdita di resistenza meccanica).

In molti casi si ricorre ad iniezioni strutturali per il riempimento di lesioni, per il ripristino dei distacchi dei muri di spina, per la riagggregazione di malte ammalorate.

Le condizioni statiche delle strutture e i materiali costituenti detteranno di volta in volta sia il tipo di materiale consolidante da iniettare, che la pressione di iniezione necessaria. In casi particolari si può intervenire solo per caduta (iniezioni a gravità), in modo da non aggravare i dissesti già in atto, oppure mediante siringhe, nel caso di iniezioni in microlesioni.

Prima della fase di iniezione vera e propria si procede al trattamento di tutte le lesioni interessate dall'intervento mediante sigillatura, con prodotti compatibili, ed inserimento di appositi tubi di iniezione. Il numero e la distribuzione di tali tubi sarà dettato dall'analisi del quadro fessurativo.

Questi interventi, con particolari attenzioni, sono realizzabili anche in presenza di elementi decorativi di particolare pregio quali affreschi, stucchi, gessi.



### Vercelli

Chiesa di Borgosesia.

Iniezioni strutturali atte a recuperare la struttura gravemente danneggiata.



### Milano

Mausoleo Trivulzio.

Iniezioni strutturali per la messa in sicurezza degli elementi portanti verticali della struttura.



# CONSOLIDAMENTO STATICO E RECUPERO DI STRUTTURE LIGNEE



Gli elementi strutturali in legno quali **capriate, solai, volte con struttura lignea, catene**, spesso si presentano in condizioni di forte degrado statico o ammalorati per la presenza di insetti xilofagi o di funghi. Le stesse variazioni di umidità e temperatura o il contatto con elementi metallici o murari possono essere causa di alterazioni delle caratteristiche meccaniche del legno. In questi casi è necessario intervenire al consolidamento dei punti critici, quali l'innesto delle capriate nella muratura o il collegamento tra solai in legno e muratura.

Particolari tecniche vengono utilizzate per il **consolidamento degli elementi lignei costituenti la struttura di volte di copertura**, la cui funzione portante è limitata al solo peso proprio; tra gli elementi si distingue solitamente un'*orditura principale* costituita da centine parzialmente incastrate ai muri perimetrali ed un'*orditura secondaria* costituita da listelli di legno o cannuce chiodati all'intradosso delle centine. In questi casi si interviene sulla struttura lignea con il recupero delle centine ammalorate e la ricostruzione delle centine mancanti. Le centine ammalorate vengono ripristinate e, se necessario, affiancate da nuovi elementi lignei, incollati con resine epossidiche tixotropiche, modellati per seguire la curvatura della volta.

Successivamente si procede al consolidamento della caldana all'estradosso delle volte: l'intonaco viene aggrappato alla struttura lignea per mezzo di ponti in resina con i quali sono state fissate le centine; infittendo l'interasse con la costruzione di nuove centine si riescono ad aumentare i punti di connessione della superficie di estradosso.



**Cameri - Novara**

Villa Picchetta.

Recupero della volta lignea anche mediante la sostituzione di alcune centine.

## Alcune referenze...

### **CAPPELLA SISTINA - CITTÀ DEL VATICANO**

Perforazioni con recupero dei liquidi di raffreddamento attraverso il "Giudizio Universale"; n°6 fori, d=40 mm per l'inserimento dei sensori di climatizzazione.

### **ABBAZIA NOVALESA - TORINO**

Perforazioni con recupero dei liquidi di raffreddamento (fori con lunghezza di 22 m) ed inserimento di tiranti in corrispondenza delle cappelle laterali, delle facciate, dei muri perimetrali in pietra.

### **MONASTERO DI SANT'AGOSTINO - BERGAMO, CITTÀ ALTA**

Ancoraggio dei muri adiacenti il tetto dell'abside mediante inserimento di 2 tiranti (pietra arenaria e mattoni).

### **ABBAZIA DI CHIARAVALLE - MILANO**

Consolidamento statico delle volte e delle murature del transetto laterale sinistro; consolidamento degli arconi della navata principale mediante inserimento di tiranti.

### **CHIESA PARROCCHIALE DI S.PANTALEONE - COURMAYEUR (AO)**

Preconsolidamento delle murature affrescate dell'altare e della navata con calce da restauro. Perforazione a recupero dei liquidi di raffreddamento con inserimento di tiranti alle pareti preconsolidate.

### **MONASTERO SANT CUGAT DEL VALLES - (SPAGNA)**

Consolidamento sala capitolare con l'inserimento di 3 tiranti, posizionati internamente allo spessore della muratura, in corrispondenza dei tre lati sporgenti fortemente lesionati. Iniezioni coassiali ai tiranti.



**Courmayeur - Aosta**  
Chiesa Parrocchiale di S. Pantaleone.



**Milano**  
Abbazia di Chiaravalle.



**Bergamo - Città alta**  
Chiesa S. Agostino.





Il fascicolo delle referenze aggiornate può essere richiesto telefonando allo 035/462012 oppure scrivendo all'indirizzo e-mail [info@sicemsrl.com](mailto:info@sicemsrl.com)

---

#### **SANT PERE DE RODES - MONASTERO (SPAGNA)**

Consolidamento statico del campanile mediante inserimento di tiranti, diametro 30 mm, nelle murature, a quote differenti, opportunamente tesati e iniettati coassialmente. I tiranti posti alla sommità del campanile, oltre a incrementare le caratteristiche di resistenza delle murature, svolgono un'azione di contenimento delle spinte esercitate dalla volta di copertura.

#### **COMPLESSO MONASTICO DI MARMASHEN - (ARMENIA)**

Chiesa di Santo Stefano (XI sec.).

Interventi di consolidamento necessari a ripristinare le caratteristiche di monoliticità della struttura che, in seguito a due terremoti di forte intensità (1988/1992), ha riportato danni sia locali che globali.

I criteri di intervento strutturale adottati hanno previsto l'uso di catene in acciaio inserite mediante carotaggi realizzati all'interno delle murature, lungo il perimetro, a tre differenti livelli, creando una cerchiatura quasi continua dell'edificio. Un intervento analogo è stato realizzato per restituire la continuità al timpano ed alla cupola fessurati, mediante l'inserimento di tre catene, due interne ed una esterna, lungo la circonferenza.

#### **CHIESA MEDIOEVALE DI EGYHAZSDENGELEG - (UNGHERIA)**

Intervento di consolidamento statico realizzato con l'inserimento di circa 180 metri lineari di tiranti. I tiranti, previo carotaggio con recupero dei liquidi di raffreddamento, sono stati ancorati a piastre sottotraccia. Sollevamento e consolidamento volte altare e sacrestia.

#### **CATTEDRALE DI S. LORENZO - (SVIZZERA - LUGANO)**

Consolidamento statico torre campanaria con inserimento di 12 tiranti pretesi (3 cerchiature) alla sommità delle torre. Ripristino dei tiranti e dei capochiavi esistenti. Ricostruzione parziale con impasti epossidici armati di una capriata della chiesa.



**Egyhazsdengeleg - Ungheria**  
Chiesa medioevale.



**Barcelona - Spagna**  
Monastero di Sant Cugat del Valles.



**Barcelona - Spagna**  
Monastero di Sant Pere de Rodes.



**S.I.C.E.M. srl - Società Italiana Consolidamento Edifici Monumentali**

Via del Chioso, 10 - 24030 Mozzo (BG)

tel. 035 462012 - fax 035 462080

e-mail: [info@sicemsrl.com](mailto:info@sicemsrl.com) - Internet: [www.sicemsrl.com](http://www.sicemsrl.com)