



# Rischio sismico e sicurezza delle costruzioni in Lombardia

Nozioni riflessioni e questioni aperte

.....impossibile restaurare in architettura in quanto sarebbe stato come risuscitare i morti , prerogativa solo divina. Restaurare quindi avrebbe voluto dire mentire, annullare la memoria dei monumenti, copiare. Secondo lui infatti, l'arte era un fenomeno più complesso di quello che credevano i suoi contemporanei, l'opera d'arte realizzata dall'artista e contemplata dal critico d'arte, era un'entità astratta, creata secondo un processo continuo che comprendeva le circostanze economiche e sociali di partenza, le relazioni con il destinatario dell'opera, i metodi di realizzazione e continuava con lo scopo che si dava all'opera; i cambiamenti di proprietà e di uso e le modificazioni materiali non dovevano influire sull'opera; modificando uno di questi aspetti, si sarebbero modificati tutti gli altri, oltre che all'opera stessa. In base alle idee di Ruskin bisognava evitare l'inganno procurato all'osservatore con il restauro; la difesa dell'autenticità era quindi incompatibile con la restaurazione stilistica in quanto questa annullava i segni della storia, cancellando la memoria e l'anima del monumento. Quando la conservazione non era più attuabile per via del suo degrado incontenibile, la restaurazione creava una nuova realtà differente dall'opera originale. Preferiva quindi un intervento sincero con l'aiuto di appoggi, puntellature ed ausili esteriori chiaramente visibili (anche se questi risultavano “brutali”) dove però l'elemento deteriorato o perso era chiaramente visibile.

J. Ruskin

- i monumenti devono essere *“piuttosto consolidati che riparati, piuttosto riparati che restaurati”*

-bisogna rispettare tutte le parti di un edificio, anche quelle aggiunte nel corso della sua storia

-se si deve aggiungere all'edificio una parte nuova, questa si deve differenziare per materiali e caratteri, ma senza alterare l'aspetto complessivo del monumento.

Camillo Boito



*Strumento di lavoro a disposizione delle Soprintendenze*

# Linee Guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale



# I OGGETTO DELLA DIRETTIVA

## 1.1 Finalità e criteri

La presente Direttiva fornisce indicazioni per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale tutelato, con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni (nel seguito denominate NTC), di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relativa Circolare contenente Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008<sup>2</sup> (nel seguito denominata Circolare).

Le NTC e la relativa Circolare costituiscono il riferimento generale per tutto quanto indicato nel presente documento. Il “Codice dei beni culturali e del paesaggio” (nel seguito Codice), Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, stabilisce all'articolo 4 che le funzioni di tutela del patrimonio culturale sono attribuite allo Stato ed esercitate dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali; ciò era già riconosciuto dall'articolo 16 della Legge n. 64, del 2 febbraio 1974 (Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche). Per quanto attiene agli interventi sui beni tutelati, l'articolo 29 del Codice, al comma 4 precisa che, per i beni immobili situati nelle zone dichiarate soggette a rischio sismico in base alla normativa vigente, il restauro comprende l'intervento di miglioramento strutturale, e al comma 5 dispone che il Ministero definisca, anche con il concorso delle regioni e con la collaborazione delle università e degli istituti di ricerca competenti, linee di indirizzo, norme tecniche, criteri e modelli di intervento in materia di conservazione dei beni culturali. La presente Direttiva è stata redatta con l'intento di specificare un percorso di conoscenza, valutazione del livello di sicurezza nei confronti delle azioni sismiche e progetto degli eventuali interventi, concettualmente analogo a quello previsto per le costruzioni non tutelate, ma opportunamente adattato alle esigenze e peculiarità del patrimonio culturale; la finalità è quella di formulare, nel modo più oggettivo possibile, il giudizio finale sulla sicurezza e sulla conservazione garantite dall'intervento di miglioramento sismico. In particolare, il documento è riferito alle sole costruzioni in muratura.

Per la conservazione in condizioni di sicurezza del patrimonio culturale nei riguardi dell'azione sismica è necessario disporre di strumenti di analisi in grado di permettere le analisi di vulnerabilità e la valutazione del rischio del patrimonio culturale, nonché la progettazione degli interventi di miglioramento sismico.

Per l'applicazione di questi principi il documento fa riferimento a metodi che devono essere intesi a carattere non vincolante; inoltre, essendo questi soggetti ad una continua evoluzione, la Direttiva sarà tenuta costantemente aggiornata

## 1.2 Contenuti della Direttiva

I diversi capitoli di questo documento forniscono indicazioni per definire l'azione sismica, in relazione alla pericolosità del sito ed alla destinazione d'uso del manufatto, e la capacità della struttura, attraverso una corretta conoscenza e modellazione del manufatto. Nel capitolo 2 sono indicati i requisiti di sicurezza da considerare per i beni architettonici di valore storico artistico. Sono opportunamente ridefiniti gli stati limite di riferimento, che non si riferiscono solo ad esigenze di salvaguardia del manufatto e dell'incolumità delle persone (Stato Limite di salvaguardia della Vita, SLV) e di funzionalità (Stato Limite di Danno, SLD), ma anche ai danni nei beni di valore artistico in esso contenuti (Stato limite di Danno ai beni Artistici, SLA, come successivamente definito). Sono inoltre suggeriti i livelli di protezione sismica, in relazione alle esigenze di conservazione ed alle condizioni d'uso. Nel capitolo 3 vengono fornite indicazioni per un'accurata definizione dell'azione sismica, che risultano particolarmente utili in quanto, pur essendo possibile limitarsi ad interventi di miglioramento, è richiesto il confronto tra l'azione sismica che porta il manufatto allo SLV e quella attesa nel sito con una prefissata probabilità di occorrenza (in un periodo di riferimento definito sulla base delle caratteristiche del manufatto e del suo uso). La conoscenza del manufatto (Capitolo 4) dovrà essere acquisita, tenendo presente quanto indicato al punto C8A della Circolare, conformemente a quanto previsto dal programma per il monitoraggio dello stato di conservazione dei beni architettonici tutelati (Allegato A), elaborato dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali – Direzione Generale per i Beni Architettonici e Paesaggistici e finalizzato all'acquisizione della conoscenza del patrimonio culturale italiano. Nel capitolo 5 sono illustrate le diverse possibilità di modellazione del comportamento strutturale di una costruzione storica in muratura. In particolare, per la valutazione della sicurezza sismica vengono individuati tre diversi livelli di crescente completezza, applicabili rispettivamente: LV1) per le valutazioni della sicurezza sismica da effettuarsi a scala territoriale su tutti i beni culturali tutelati 3 ; LV2) per le valutazioni da adottare in presenza di interventi locali su zone limitate del manufatto (definiti nelle NTC riparazione o intervento locale); LV3) per il progetto di interventi che incidano sul funzionamento strutturale complessivo (definiti nelle NTC interventi di miglioramento) o quando venga comunque richiesta un'accurata valutazione della sicurezza sismica del manufatto. Infine, nel capitolo 6 sono descritti i criteri da seguire per il miglioramento sismico, ovvero per la riduzione delle vulnerabilità accertate a seguito della conoscenza, della modellazione e dell'osservazione degli eventuali danni; per ciascuna problematica sono anche indicate le possibili tecniche di intervento, che vengono esaminate criticamente in relazione alla loro efficacia e al loro impatto sulla conservazione (non invasività, reversibilità e durabilità) ed ai costi.

## 2 REQUISITI DI SICUREZZA E CONSERVAZIONE

2.1 Strumenti per la valutazione della sicurezza sismica a scala territoriale

2.2 Criteri per la valutazione della sicurezza sismica e dell'efficacia dell'intervento

2.3 Definizione di stati limite di riferimento per il patrimonio culturale

2.4 Livelli di sicurezza sismica

2.5 Modellazione strutturale, analisi sismica e progetto degli interventi per il miglioramento



## 3 AZIONE SISMICA

3.1 Effetti di sito

3.2 Spettri di risposta

## 4 CONOSCENZA DEL MANUFATTO

### 4.1 Il percorso della conoscenza

4.1.1 Generalità

4.1.2 Identificazione della costruzione

4.1.3 Caratterizzazione funzionale dell'edificio e dei suoi spazi

4.1.4 Rilievo geometrico

4.1.5 Analisi storica degli eventi e degli interventi subiti

4.1.6 Il rilievo materico costruttivo e lo stato di conservazione

4.1.7 La caratterizzazione meccanica dei materiali

4.1.8 Aspetti geotecnici

4.1.9 Monitoraggio

### 4.2 Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

## 6 CRITERI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO E TECNICHE DI INTERVENTO

6.1 Strategie per la scelta dell'intervento di miglioramento

6.2 Influenza degli interventi di adeguamento impiantistico

6.3 Operazioni tecniche di intervento

6.3.1 Premesse

6.3.2 Interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti

6.3.3 Interventi volti a ridurre le spinte di archi e volte ed al loro consolidamento

6.3.4 Interventi volti a ridurre l'eccessiva deformabilità dei solai ed al loro consolidamento

6.3.5 Interventi in copertura

6.3.6 Interventi volti ad incrementare la resistenza degli elementi murari

6.3.7 Pilastri e colonne

6.3.8 Interventi su elementi non strutturali

6.3.9 Interventi in fondazione

6.4 Operazioni progettuali

## 7 QUADRO RIASSUNTIVO DEL PERCORSO DI VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA E PROGETTO DEGLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO

Allegato A. Programma per il monitoraggio dello stato di conservazione dei beni architettonici tutelati

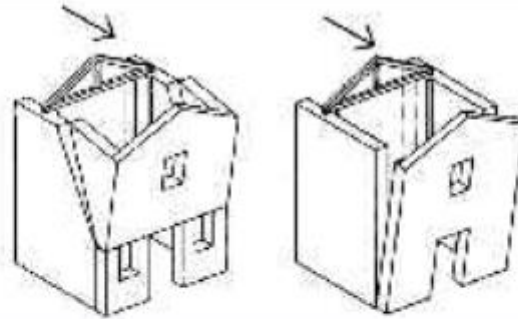
Allegato B. L'analisi strutturale delle costruzioni storiche in muratura

Allegato C. Modello per la valutazione della vulnerabilità sismica delle chiese

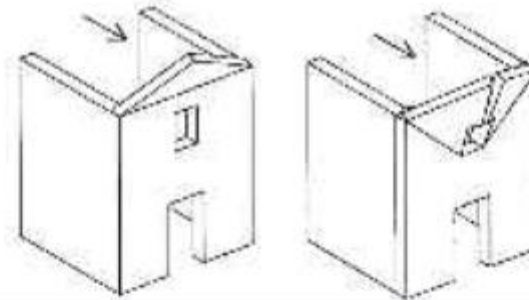


# ABACO DEI MECCANISMI DI COLLASSO DELLE CHIESE

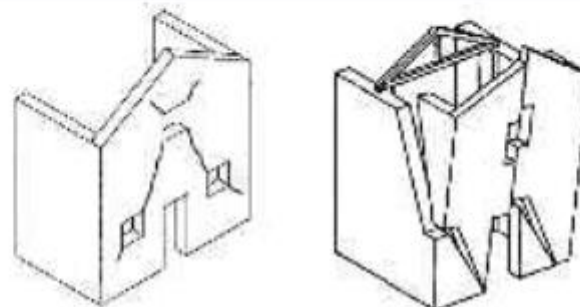
## 1. RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA



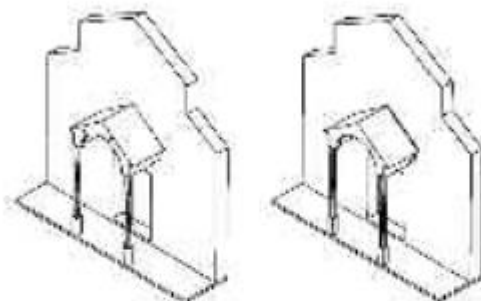
## 2. MECCANISMI NELLA SOMMITÀ DELLA FACCIATA



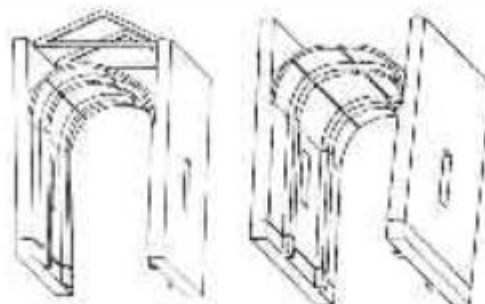
## 3. MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA



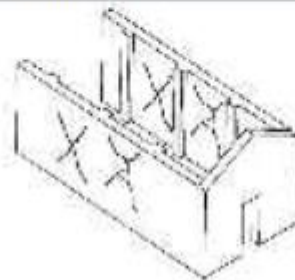
#### 4. PROTIRO - NARTECE



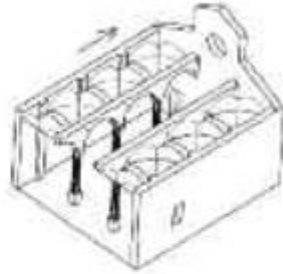
#### 5. RISPOSTA TRASVERSALE DELL'AULA



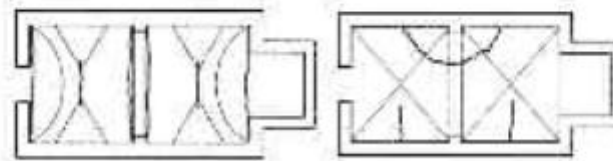
#### 6. MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI (RISPOSTA LONGITUDINALE)



## 7. RISPOSTA LONGITUDINALE DEL COLONNATO



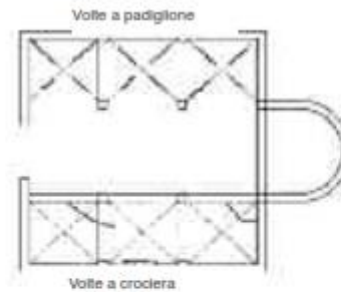
## 8. VOLTE DELLA NAVATA CENTRALE



Volta a botte lunettata

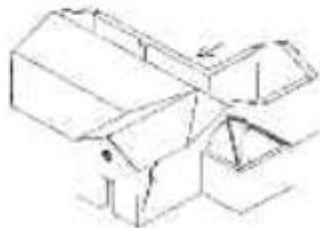
Volta a crociera

## 9. VOLTE DELLE NAVATE LATERALI

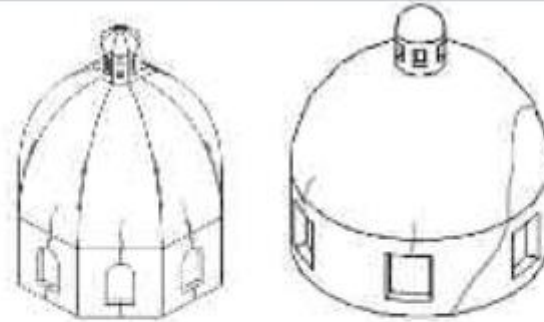


Volte a crociera

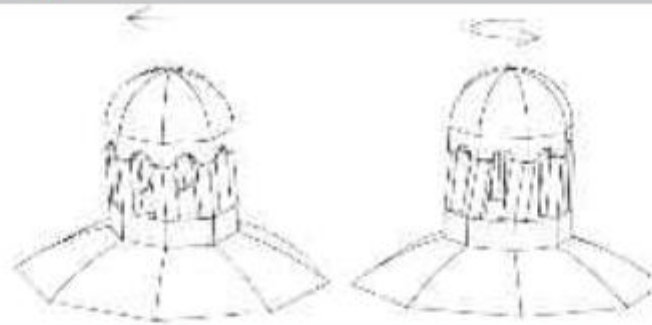
## 10. RIBALTAMENTO DELLE PARETI DI ESTREMITÀ DEL TRANSETTO



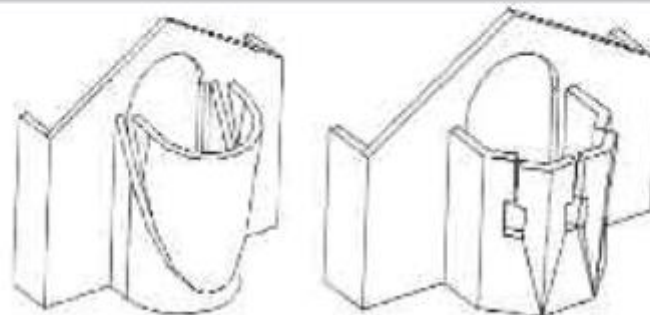
14. CUPOLA – TAMBURO / TIBURIO



15. LANTERNA

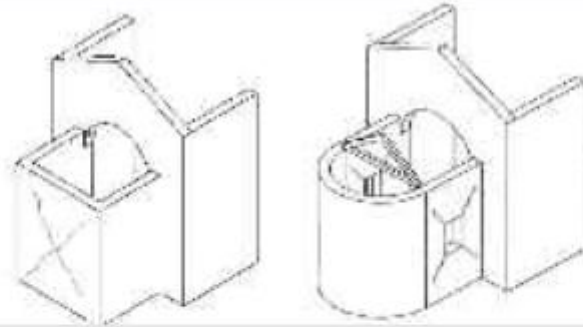


16. RIBALTAMENTO DELL'ABSIDE

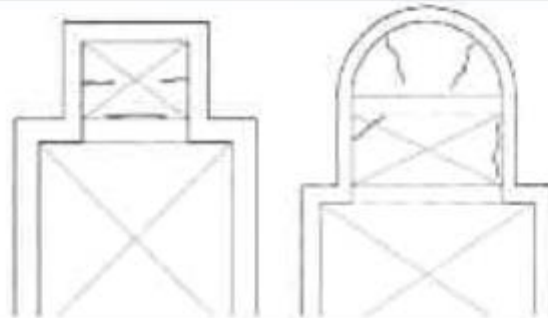




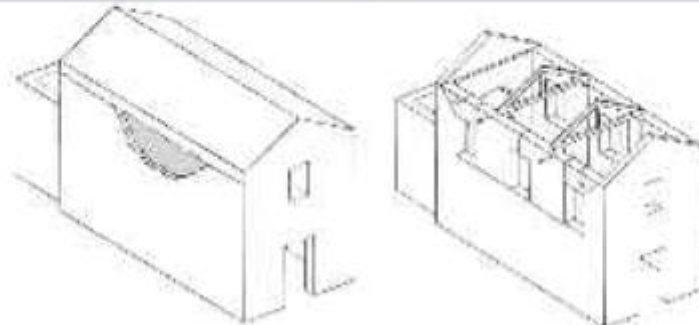
### 17. MECCANISMI DI TAGLIO NEL PRESBITERIO O NELL'ABSIDE



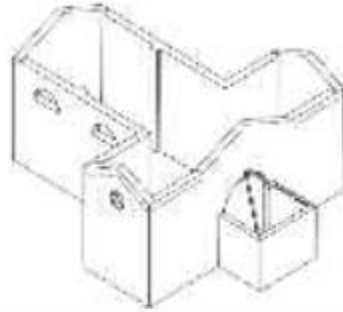
### 18. VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE



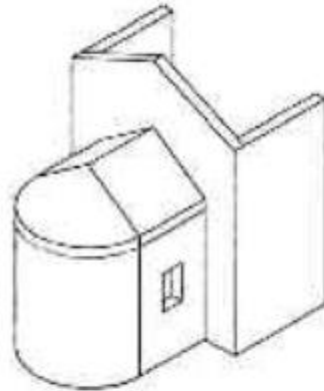
### 19. ELEMENTI DI COPERTURA: AULA



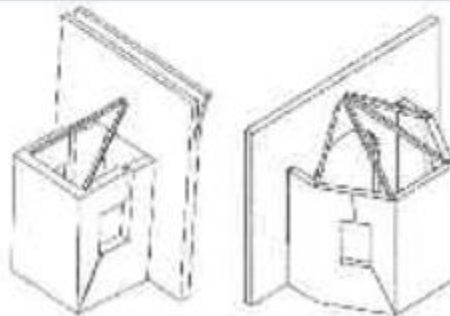
## 20. ELEMENTI DI COPERTURA: TRANSETTO



## 21. ELEMENTI DI COPERTURA: ABSIDE



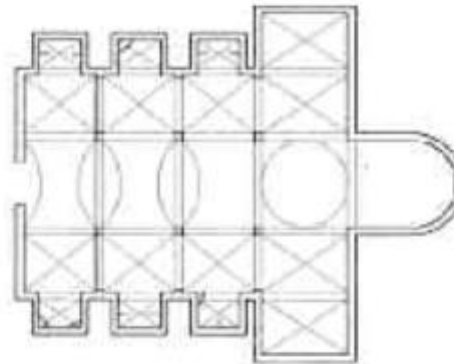
## 22. RIBALTAMENTO DELLE CAPPELLE



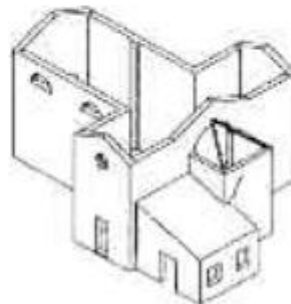
### 23. MECCANISMI DI TAGLIO NELLE CAPPELLE



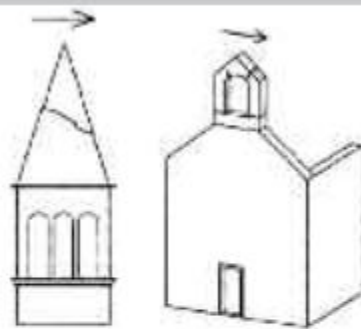
### 24. VOLTE DELLE CAPPELLE



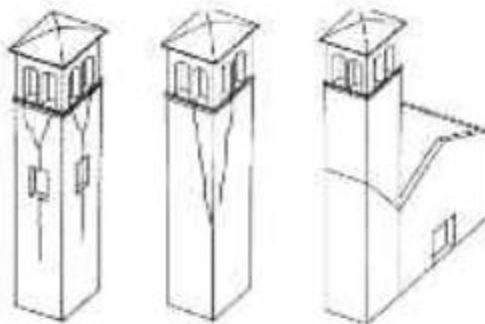
### 25. INTERAZIONI IN PROSSIMITA' DI IRREGOLARITÀ PLANO-ALTIMETRICHE



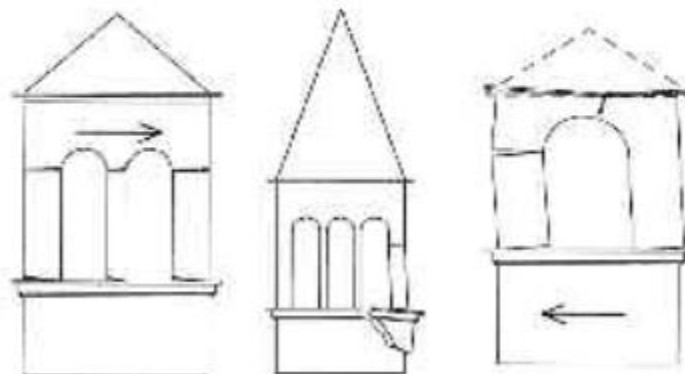
26. AGGETTI (VELA, GUGLIE, PINNACOLI, STATUE)



27. TORRE CAMPANARIA



28. CELLA CAMPANARIA





Ascoli Piceno

Cuspide di uno  
dei campanili  
della chiesa di  
S. Francesco



